Zeitschrift: Mitteilungen der Thurgauischen Naturforschenden Gesellschaft
Herausgeber: Thurgauische Naturforschende Gesellschaft
Band: 53 (1995)

Artikel: Geschichte des Nussbaumer Sees aus botanisch-ökologischer Sicht
Autor: Rösch, Manfred
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-593919

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: 07.01.2026

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

GESCHICHTE DES NUSSBAUMER SEES AUS BOTANISCH-ÖKOLOGISCHER SICHT

MANFRED RÖSCH

1. Einleitung

Seen sind geologische Gebilde und zugleich ökologische Systeme, die wie Lebewesen eine begrenzte Lebensdauer haben. Wie deren Lebensspanne zunächst genetisch festgelegt ist, wird die Lebenszeit des Sees von seinen morphologischen und hydrologischen Merkmalen bestimmt. Grosse und tiefe Seen mit schwachen Zuflüssen bestehen länger als kleine, flache mit starken Zuflüssen. Wie aber die Lebensumstände, z. B. der Stoffwechsel, die Lebensspanne von Organismen beeinflussen, so wird auch die individuelle Geschichte eines Sees von äusseren Faktoren mitgesteuert. Der See ist zugleich seine eigene Sanduhr, die seine Spanne misst. Solange Sand ins Becken rieseln kann, besteht er. Ist das Becken gefüllt, so ist seine Zeit abgelaufen. Wie schnell der Sand rieselt, wie intensiv der Stoffwechsel des Sees ist, kann z. B. vom Klima oder vom Menschen beeinflusst werden. Die Füllung des Seebeckens wird als Sediment bezeichnet. Zwar führt das allmähliche Aufwachsen dieser Schlammschichten zum Flacher- und Älterwerden des Sees und schliesslich zu dessen Verlandung, zugleich aber bewahrt sich der See so in seinem Untergrund ein Archiv nicht nur seiner eigenen Geschichte, sondern auch das der umgebenden Landschaft. Dieses Archiv ist chronologisch geordnet, weil die Schlammschichten von unten nach oben immer jünger werden, und es ist vollständig, weil in der Mitte von Seebekken ständig Schlamm abgelagert wird. Wer sich die Urkunden in diesem Archiv zugänglich macht und ihre Botschaft entschlüsseln kann, lernt die Geschichte des Sees kennen.

Zugang erlangt man durch Bohrungen, bei denen ein Sedimentkern aus dem Seegrund entnommen wird. Entziffert wird die Botschaft mit naturwissenschaftlichen Methoden. Überreste von Organismen werden bestimmt und gezählt, die chemische Zusammensetzung und physikalische Eigenschaften des Schlamms werden ermittelt. Dabei wird sorgfältig von unten nach oben Probe für Probe entnommen, um allfällige Veränderungen im Laufe der

Zeit zu erkennen. Die Altersbestimmung der Schichten erfolgt auf physikalischem Wege. Organisches Material enthält in geringer Menge stets das radioaktive Kohlenstoffisotop ^{14}C, das mit einer Halbwertszeit von mehr als 5000 Jahren zerfällt. Die Anfangsmenge in lebendem organischem Material entspricht der atmosphärischen Konzentration, die durch die Sonnenstrahlung konstant gehalten wird. In totem organischem Material sinkt der ^{14}C-Gehalt durch Zerfall langsam, aber stetig ab. Das Alter dieses Materials ergibt sich aus der Restmenge an ^{14}C.

Mit die wichtigsten, aussagekräftigsten und meistuntersuchten Organismenreste sind die Pollen der Blütenpflanzen, die, durch die Luft in den See gelangt, am Seegrund in den Schlamm eingebettet werden und dort erhalten bleiben. Ihre Zusammensetzung gibt ein Bild der Pflanzendecke am und um den See, die Veränderung ihrer Zusammensetzung einen Eindruck vom Wandel der Vegetation im Laufe der Zeit. Dies wird im Pollendiagramm graphisch dargestellt. Das Pollendiagramm gibt die Veränderungen der prozentualen Anteile oder auch des absoluten Gehalts oder des jährlichen Niederschlags bestimmter Pflanzenarten, vor allem der windblütigen Gehölze, entlang einer Tiefen- oder Zeitachse wieder. Da die Pflanzendecke eines grösseren Raumes mit bestimmter naturräumlicher Ausstattung einigermassen homogen war und Veränderungen gleichgerichtet und gleichmässig erfolgten, sind Pollendiagramme aus einem begrenzten Gebiet sehr ähnlich. In Pollendiagrammen sind stets Phasen stabiler Verhältnisse, in denen sich wenig verändert, vorhanden, getrennt von Phasen, in denen starke Veränderungen auftreten. In ihrer Pollenzusammensetzung homogene Teile eines Pollendiagramms werden zu Pollenzonen zusammengefasst. Die Pollenzonen eines Diagramms werden normalerweise von unten nach oben durchnumeriert. Einheitliche Wuchslandschaften wie das westliche Bodenseegebiet, dem der Nussbaumer See anzuschliessen wäre, zeigen in ihren Pollendiagrammen die gleiche Abfolge von Pollenzonen, und diese haben, wie die Erfahrung durch Radiocarbondatierungen zeigt, die gleiche zeitliche Abfolge. Das bedeutet, dass man in einer pollenanalytisch gut erforschten Landschaft ein Pollendiagramm auch ohne Radiocarbondaten durch Vergleich mit anderen, radiocarbondatierten Diagrammen datieren kann. Dies geschah auch hier am Nussbaumer See, denn die nachfolgend vorgestellten Diagramme basieren auf Profilen aus kalkreichen Seesedimenten, bei denen keine fehlerfreie Radiocar-

bondatierung möglich ist. So stützt sich unser Altersansatz auf den Vergleich mit Diagrammen aus dem Bürgerried, zwischen Hüttwiler See und Hasensee südlich der Ruine Helfenberg gelegen (Rösch, 1983), aus dem Feuenried bei Überlingen am Ried/Stadt Singen (Rösch, 1985), aus dem Durchenbergried bei Güttingen/Stadt Radolfzell (Rösch, 1990a) und aus dem Bodensee bei Hornstaad/Gemeinde Gaienhofen (Rösch, 1992 und 1993). Im letzten Fall wurden Datierungsfehler durch seebürtigen Kalk dadurch vermieden, dass kleinste Mengen landbürtigen Materials wie Fruchtschuppen von Birken o. ä. aus dem Sediment ausgelesen und am Teilchenbeschleuniger des Instituts für Mittelenergiephysik der ETH Zürich ihr Gehalt an radioaktivem Kohlenstoff gemessen wurde.

An den Nussbaumer Seen war es nicht möglich gewesen, die vollständige Entwicklungsgeschichte seit der letzten Eiszeit mit befriedigender zeitlicher Auflösung an einem einzigen Profil nachzuzeichnen. Die nachfolgende Darstellung stützt sich daher auf zwei Profile, die sich zu einer lückenlosen Geschichte ergänzen ***(Vgl. Abbildung 1 und 2 im Anhang)***. Für den ersten Teil, vom Ende der Eiszeit bis etwa 4500 Jahre v. Chr. verwenden wir das Profil Nu 1, das im verlandeten Bereich zwischen Nussbaumer- und Hüttwiler See, etwa 150 m vom Westufer des letzteren entfernt, abgeteuft wurde (Rösch, 1983). Die hier verwendeten Teile des Profils stammen aus 12,5 bis 3,4 m Tiefe. Die jüngere Geschichte von 4500 v. Chr. bis zur Gegenwart geht aus dem Profil Nu 8 hervor, das aus dem Zentrum des Nussbaumer See-Ostbekkens stammt (Rösch, 1983). Bei 10,05 m Tiefe schliesst dieses Profil zeitlich direkt an das Profil NU 1 bei 3,4 m Tiefe an. Es endet an der Sedimentoberkante bei 3,35 m Wassertiefe. Die Ordinate unseres Diagramms ist aber nicht die Bohrtiefe, sondern die Zeit, und zwar bis 8000 v. Chr. gemessen in Sonnenjahren. Dazu wurde die verzerrte Radiocarbon-Zeitskala mit Hilfe des dendrochronologischen Kalenders korrigiert. Für die Zeiten davor ist das noch möglich. Die Zeitangaben sind hier entsprechend unschärfer. Besonders gilt dies für die ältesten, waldfreien Teile der Späteiszeit, für die keine Radiocarbondaten vorliegen. Die Altersangaben sind dort als Schätzwerte aufzufassen.

2. GESCHICHTE DES NUSSBAUMER SEES

2.1 Das waldlose Spätglazial : Älteste Dryas, (DR1) vor 12 000 v. Chr.

Bei seinem würmzeitlichen Vorstoss hatte der Seebachgletscher, ein Seitenlappen des zum Rheingletscher gehörenden Thurgletschers, eine Hohlform aus dem Untergrund gehobelt, in der nach seinem Rückzug, zunächst gespeist von Schmelzwasser, der Ur-Nussbaumer See entstand. Nach dem Abschmelzen des Eises war die Landschaft um diesen Ur-Nussbaumer See zunächst frei von Vegetation, was der sehr geringe Polleninflux (fossiler jährlicher Pollenniederschlag je cm^2 Oberfläche, Abbildung 2 im Anhang) belegt. Der hier in spärlichster Menge gefundene Pollen (vor allem Kiefernpollen) stammt als Fernflug aus früher eisfrei gewordenen oder stets eisfrei gebliebenen Gebieten. Nach einiger Zeit kam es in einem sehr trockenen Klima über die Ansiedlung von Rohbodenpionieren zur Ausbildung von Steppenrasen auf den Gletscherschutt-Rohböden. Durch lokalen Pflanzenwuchs und Pollenproduktion steigt der örtliche Pollenniederschlag (Influx) und der Fernfluganteil (vor allem Kiefernpollen!) wird rechnerisch unterdrückt. Fortschreitende Bodenbildung förderte den dichteren Schluss der Pflanzendecke. Seggenbestände und Hochstaudenfluren säumten die Seeufer und wuchsen in feuchten Senken. Erste holzige Gewächse waren Meerträubel-Arten *(Ephedra distachya*-Typ und *fragilis*-Typ). Im See gediehen Laichkräuter (*Potamogeton* sp.) und Tausendblatt *(Myriophyllum spicatum/ verticillatum).*

Nach geraumer Zeit gesellten sich zu den Rasen auf tiefergründigen Böden niedrigwüchsige Zwergbirken-Bestände (*Betula nana*). Die wiederum dichter gewordene Pflanzendecke bewirkt einen höheren Influx, der nun bereits mehr als 1000 Körner pro cm^2 und pro Jahr beträgt.

Der Pegel des Ur-Nussbaumer Sees lag bei 441 m, also 7 m über dem heutigen Pegel (Abbildung 3). Dieser See umfasste den heutigen Nussbaumer See, Hüttwiler See und die Hasenseen, dazu heute verlandete Bereiche in den Uferzonen und vor allem zwischen Hüttwiler See und Hasenseen (Abbildung 4).

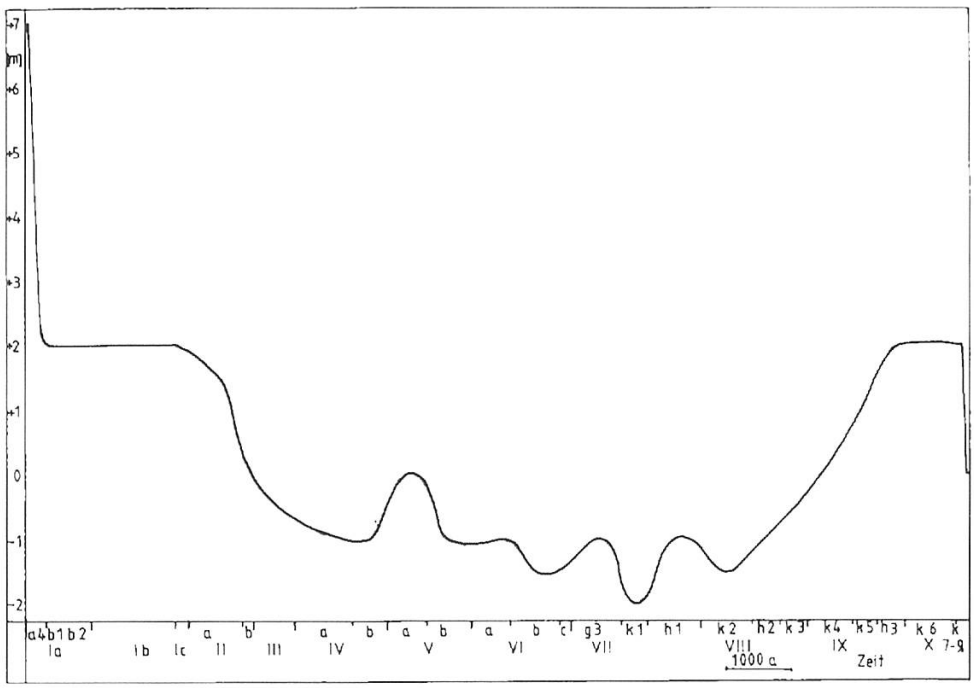

Abbildung 3: Spiegelschwankungen der Nussbaumer Seen während der letzten 16 000 Jahre.

2.2 Das bewaldete Spätglazial : Bölling (BL), Alleröd (AL) und Jüngere Dryas (DR3) etwa 12 000 bis 9 000 v. Chr.

Der späteiszeitlichen Wiederbewaldung ging ein Stadium mit Gebüschen aus Wacholder und Sanddorn voraus. Anschliessend stellten sich Birkenwälder *(Betula pendula und Betula pubescens)* ein, die noch recht licht waren und gute Wuchsmöglichkeiten für lichtoffene Vegetation liessen. Später breitete sich die Kiefer *(Pinus sylvestris)* aus und drängte die Birken allmählich zurück. Die fortschreitende Bewaldung drückt sich in steigendem Pollenniederschlag aus, der allmählich über 10 000 Körner pro cm^2 und Jahr steigt und damit die gleiche Grössenordnung wie in der Nacheiszeit erreicht. Am See bildete sich ein Verlandungsgürtel mit Schwimmblattpflanzen *(Nuphar lutea)* und Röhricht (*Typha* sp.) heraus.

Um 10 000 v. Chr. wurde im Gebiet die Flugasche vom Ausbruch des Laachersees in der Eifel (Laacher Bimstuff) abgelagert. Danach kam es in der Jüngeren Dryas zur letzten, spätglazialen Klimaverschlechterung, die jedoch die Kiefernwälder nicht mehr aus dem Gebiet verdrängte. Der Seespiegel war zu Beginn der bewaldeten Späteiszeit um etwa 5 m auf 436 m ü. NN abgesunken. Ab der Jüngeren Dryas sank er um weitere 3 m auf etwa 433 m ü. NN. Das erste Absinken bewirkte eine Abtrennung des

Hasensees vom Restsee. Das zweite Absinken leitete zusammen mit zunehmender Sedimentbildung die Trennung von Nussbaumer- und Hüttwiler See in der frühen Nacheiszeit ein. Diese erfolgte nahe des Ostufers des Nussbaumer Sees. Damit hatte sich, ausgehend vom spätglazialen Ur-Nussbaumer See, im Verlauf von fünf Jahrtausenden die Nussbaumer Seenplatte in ihrer heutigen Form herausgebildet. Der weitere Rückgang der Wasserfläche im Verlauf der Nacheiszeit war, von diversen Schwankungen abgesehen, vergleichsweise geringfügig (vgl. dazu auch Hasenfratz, in diesem Band).

Mit der spätglazialen Wiederbewaldung änderte sich auch der Charakter des gebildeten Sediments. Bestand es zuvor aus minerogenen Beckensedimenten (Sanden, Silten und Tonen), entstanden durch Ausspülung von Feinmaterial aus eiszeitlichen Moränen, Geschieben oder Schottern, so ging diese allochthone, minerogene Komponente nun rasch zurück und wurde durch biogene Kalkfällung und Ausfällung von seebürtigem, organischem Detritus ersetzt (Bildung von Seekreiden und Kalkmudden). Lediglich während der Klimaverschlechterung der Jüngeren Dryas nahm die minerogene Sedimentkomponente nochmals zu.

2.3 Die Frühe Nacheiszeit: Präboreal (PB) und Boreal (BO), etwa 9000 bis 7000 v. Chr.

Gegen Ende der Jüngeren Dryas wurde das Klima endgültig wärmer. Die Vegetation reagierte darauf mit einer erneuten Birkenausbreitung. Zugleich wanderten Hasel, Ulmen, Linden, Ahorn und Erlen ein. Sie breiteten sich im Präboreal aus und drängten die Lichthölzer Kiefer und Birke zurück. Die wichtigste Rolle kam dabei zunächst der Hasel zu. Die neu entstandenen Wälder waren geschlossen und recht dicht, sodass wenig Entfaltungsmöglichkeiten für lichtbedürftige Kräuter verblieben. Die Hasel dürfte einerseits auf relativ feuchten Böden, z. B. in Ufernähe gewachsen sein, wo sich zu der Zeit die Erle noch nicht hatte ausbreiten können, andererseits dürfte sie in ziemlich lichtoffenen Ulmen- und Eichenwäldern eine dichte zweite Baumschicht gebildet haben. Sie erreichte ihre maximale Ausbreitung im Boreal. Weitere bemerkenswerte Arten dieser Wälder waren die Lianen Efeu und Wilde Weinrebe, die Mistel, ein Epiphyt, und als einziger Nadelbaum nach dem Rückzug der Kiefer die Eibe. Am Wasser kamen mit der Schneide (*Cladium mariscus*), dem Igelkolben (*Sparganium* sp.), der Seerose (*Nymphaea alba*) und dem Wasserschlauch (*Utricularia* sp.) ebenfalls neue Arten hinzu.

Der späteiszeitliche Pegelrückgang wurde im Präboreal gestoppt. Im Boreal kam es zu vorübergehendem Pegelanstieg um etwa einen Meter. Möglicherweise mit verursacht wurde dieser Wasseranstieg durch eine als Venedigerschwankung bekannt gewordene Klimaverschlechterung, die sich auch in der Sauerstoffisotopenkurve des Profils Nu 10 vom Nordufer des Hüttwiler Sees abzeichnet (Rösch, 1983). Die Änderung des Sauerstoffisotops ^{18}O in marinen und Süsswasserkalken gibt Hinweise auf Änderungen des Wärmeklimas (Eicher, 1987).

2.4 Die Mittlere Nacheiszeit: Atlantikum (AT), ca. 7000 bis ca. 3800 v. Chr.)

Während des Atlantikums laufen eine ganze Reihe markanter, vegetationsgeschichtlicher Entwicklungen ab. Zu Beginn breiten sich die Linden stark aus. Angesichts ihrer geringen Pollenverbreitung darf man davon ausgehen, dass sie nun die dominierenden Waldbäume wurden. Die Wälder wurden dadurch dichter und dunkler, was einen Rückgang der Hasel bewirkte. Auch auf Nassböden wurde die Hasel von Esche und Erle zurückgedrängt. Später wanderten Buche und Tanne ein, ohne sich zunächst ausbreiten zu können. Während der Tanne dies im klimatisch begünstigten und recht niederschlagsarmen westlichen Bodenseegebiet nie so richtig gelang, kann die Buche um 5000 v. Chr. die Linde als häufigsten Baum ablösen. Das gleichzeitige Erscheinen von Getreide und Spitzwegerich, also zwei Kulturzeigern, im Diagrammen Abbildung 1 und 2 (im Anhang) ist, wie wir heute wissen, kein Zufall, sondern eine im westlichen Bodenseegebiet weit verbreitete Erscheinung (Rösch, 1990 a). Sie bedeutet, das jungsteinzeitliche Siedler, vermutlich zur Kultur der Linearbandkeramik gehörend, deren Siedlungen im Gebiet bisher nicht gefunden wurden, hier Lindenmischwälder abholzten, um Ackerland zu gewinnen, und dadurch der Buche eine Ausbreitungschance gaben, die diese auch nutzen konnte, nachdem sich die Siedler wieder zurückgezogen hatten.

Anschliessend halten sich bei sehr geringen bis fehlenden menschlichen Störungen die Buche und der sogenannte Eichenmischwald für fast ein Jahrtausend das Gleichgewicht, bis am Ende des Atlantikums tiefgreifende menschliche Eingriffe erneut zur Umgestaltung von Pflanzendecke und Landschaft führen, was beim nächsten Zeitabschnitt besprochen werden soll.

Hier erfolgt im Pollendiagramm der Wechsel vom Profil 1 zu Profil 8. Das Profil 1, seit dem Zerfall des Ur-Nussbaumer Sees in der

langen Westbucht des Hüttwiler Sees gelegen, zeigt deren fortschreitende Verlandung durch Ablagerung von mehr als 5 m Seekreide und Kalkmudde zwischen Bölling und Atlantikum (Abbildung 5). Gegen Ende des Atlantikums war die Wassertiefe so gering geworden, dass nun, wohl unter einem Schwimmblattgürtel, Grobdetritusmudde gebildet wurde. Der anschliessende Erlenbruchwaldtorf, ab dem frühen Subboreal gebildet, belegt, dass jetzt keine offene Wasserfläche mehr an dieser Stelle war, sondern ein baumbestandener und nur gelegentlich überfluteter Sumpf. Das Wachstum dieses Bruchwaldtorfes war zu unregelmässig und die Pollenerhaltung in ihm ist zu schlecht, um hieraus die weitere Entwicklung abzulesen. Das Profil Nu 8 aus dem Ostbecken des Nussbaumer Sees hingegen hat lückenlose Sedimentbildung seit dem waldfreien Spätglazial und stets gute Pollenerhaltung. Jedoch sind die etwa 8000 Jahre von der Ältesten Dryas bis ins späte Atlantikum auf 1,5 m Sediment komprimiert, wodurch die zeitliche Auflösung dieses Diagrammteils schlecht ist. Ab dem Atlantikum werden Sedimentwachstum und damit Auflösung des Diagramms zusehends besser. Dadurch ergänzen sich die beiden Profile Nu 1 mit einem guten älteren und Nu 8 mit einem guten jüngeren Teil in idealer Weise.
Die Steigerung des Sedimentwachstums ist eine Folge der biogenen Kalkfällung, die hier im Profundal erst im Atlantikum einsetzt. Zuvor war hauptsächlich organischer Detritus abgelagert worden. Das Wasserpflanzenwachstum und damit die Kalkfällung kann durch tiefe Wasserstände gefördert worden sein. Im Atlantikum sank der Pegel wieder ab und lag bis zu 1,5 m unter dem borealen Hochstand. Das relativ warme Klima im Atlantikum förderte die Kalkfällung ebenfalls. Ausser den Sauerstoffisotopen können uns Wasserpflanzen Klimahinweise liefern. Die wärmeliebende Wassernuss (*Trapa natans*) ist im Atlantikum durch Pollen nachweisbar, das Grosse Nixkraut (*Najas marina*) durch Samen bereits ab dem Boreal.

2.5 Die späte Nacheiszeit, Älterer Teil: Subboreal (SB), ca. 3850 bis 500 v. Chr.

Die natürlichen spät- und frühpostglazialen Wanderungen und Ausbreitungsbewegungen der Pflanzen waren weitgehend zum Abschluss gekommen. Für die nun folgenden Veränderungen sind als Hauptursache menschliche Eingriffe zu nennen. Ab etwa 4000 v. Chr. geht die Buche zurück, und mit ihr auch Ulme und

Linde. Stark zu nimmt die Hasel. Gleichzeitige belegen Kulturzeiger menschliche Eingriffe und Ackerbau. Es ist die Zeit der jungneolithischen Pfyner Kultur, von der am Westbecken des Nussbaumer Sees in jüngster Zeit eine Ufersiedlung entdeckt wurde (Hasenfratz, in diesem Band). Im Profil Nu 7 aus dem Nussbaumer See-Westbecken waren Kulturzeiger in entsprechender stratigraphischer Position so häufig, dass hieraus auf neolithische Besiedlung vor Ort geschlossen wurde (Rösch, 1983). Allem Anschein nach wurden in dem Kern verspülte Kulturschichten einer vielleicht zweiphasigen Besiedlung erfasst. Die Siedlung liegt tief im heutigen Seebecken, was auch bei abgehobener Bauweise der Häuser («Pfahlbauten») die Frage nach dem damaligen Pegelstand aufkommen lässt. In der Pegelkurve (Rösch, 1983) ist für diesen Tiefstand um 4000 v. Chr. eine Maximalhöhe angenommen, die dennoch 2 m unter dem heutigen Stand von 434 m ü. NN. liegt und den tiefsten Pegelstand in der Seegeschichte bedeutet (Abbildung 3). Zugleich wurde aber die Möglichkeit eines noch tieferen Pegels für diese Zeit angedeutet, die sich aus der Interpretation des Profils Nu 10 ergibt, wo in dieser Zeit und 4 m unter der Profiloberkante, bei etwa 430 m ü. NN. eine Hiatus (Schichtlücke) auftritt, und zugleich bei den Grossresten eine Röhrichtpflanzen-Konzentration. Nach vorsichtiger Abwägung dieser und der archäologischen Beobachtungen kann man daher für die Zeit der Pfyner Kultur einen Pegelstand bei 430 m ü. NN vermuten. Für tiefen Pegelstand sprechen im Profil Nu 8 auch erhöhte Tannenpollen-Werte (Amann, 1994) und stärkere Kalkfällung. Bei 6 m weniger Sediment und 4 m tieferem Wasserspiegel hätte die Wassertiefe damals noch gut 5 m betragen.

Zwischen 3500 und 3200 v. Chr. geht die Hasel zurück und es stellen sich geschlossene Buchenmischwälder ein. Es ist dies die Übergangszeit zwischen Pfyner und Horgener Kultur. In dieser Zeit könnte ein kurzer, regionaler Besiedlungsunterbruch erfolgt sein, denn die dendrochronologischen Daten der jüngsten Pfyner Stationen liegen bei 3500 v. Chr., wogegen die ältesten datierten Horgener Siedlungen bei 3300 einsetzen (Billamboz, 1990).

Mit dem Rückgang der Besiedlung und den Vegetationsveränderungen ging ein Pegelanstieg einher. Dieser lag nun nur noch wenig unter der heutigen Marke. Mitverantwortlich dafür könnte die Rotmoos-Schwankung, eine zu der Zeit einsetzende Klimaverschlechterung sein. Auf kühleres Klima könnte auch der Rückgang von *Najas marina* im Profil Nu 10 hindeuten. Einschränkend sei jedoch vermerkt, dass *Najas marina* heute an manchen Seen

im Gebiet, zum Beispiel am Mindelsee, ausgezeichnet gedeiht und fruchtet und auch am Nussbaumer See noch vorkommt.
Ab etwa 3200 v. Chr. wurden die dichten Wälder erneut aufgelichtet und die Hasel breitete sich auf Kosten der Buche aus. Diese Phase währt bis etwa 2500 v. Chr. Es ist die Zeit der Horgener und der schnurkeramischen Kultur. Diese sogenannten «sekundären Haselgipfel» (Fibras, 1949) sind charakteristisch für Phasen stärkerer neolithischer Einflussnahme in vielen Gebieten und, wie durch vergleichende Interpretation von Pollendiagrammen und Grossrestanalysen aus Kulturschichten wahrscheinlich gemacht werden konnte, Ausdruck der spezifischen jungsteinzeitlichen Wirtschaftsweise, die sich auf Wald-Feldbau (shifting cultivation) stützte und weder permanente Felder noch Grünland kannte (Rösch, 1987, 1990 b). Hierzu gibt es historische Parallelen, wenngleich mit anderen naturräumlichen und sozioökonomischen Voraussetzungen, z. B. die Reutbergwirtschaft im mittleren Schwarzwald (Willmanns, Schwabe-Braun & Emter, 1979) oder die Haubergwirtschaft im Siegerland (Pott, 1985). Bei diesen Wald-Feldbau-Wirtschaften wird vor der Aussaat gebrannt, um die im dürren Holz und Reisig festliegenden Nährstoffe zu mobilisieren, und das Saatbett von Unkraut-Diasporen zu befreien. Ob beim jungsteinzeitlichen Waldfeldbau ebenfalls mit Feuer gearbeitet wurde, blieb bisher unklar. Holzkohleanalysen in einem Pollenprofil von Hornstaad am Bodensee sprechen nun ganz klar für Brandrodung im Zusammenhang mit dem jungsteinzeitlichen Waldfeldbau (Rösch, 1993). Dies kann man auch auf den Nussbaumer See übertragen, wo zudem lokale Siedlungen der Horgener Kultur, vor allem aber auch der Schnurkeramik, sehr wahrscheinlich sind. Der Polleninflux ist während der jungsteinzeitlichen Kulturphasen sehr hoch. Die grossflächigen Buschbestände produzierten also ähnliche Pollenmengen wie der ursprüngliche Wald. Zudem wurde durch stärkere Erosions- und Akkumulationsprozesse infolge der Bodeneingriffe vermehrt Pollen aus der Umgebung in den See gewaschen.
Der Pegelstand war zur Zeit der Horgener Kultur nochmals abgesunken, wenngleich weniger tief als während der Pfyner Kultur. Zwischen 2500 und etwa 1900 v. Chr. sind kaum menschliche Eingriffe zu beobachten. Daher bildeten sich wieder dichte Buchenwälder. Diese wurden zu Beginn des 2. Jahrtausends v. Chr. durch frühbronzezeitliche Rodungen erneut zurückgedrängt. Ab der Bronzezeit nimmt die Hasel in Phasen starken menschlichen Eingriffs nur noch mässig zu. Daneben ist vor allem eine Zunah-

me der Eiche, sowie von Gräsern und lichtliebenden Kräutern zu beobachten. Verantwortlich dafür ist die bronzezeitliche Wirtschaftsweise, der Grünland und ortsfeste Äcker eigen waren (Rösch, 1990 b).
In der Bronzezeit lässt sich eine frühbronzezeitliche von einer spätbronzezeitlichen Kulturphase unterscheiden, getrennt durch eine mittelbronzezeitliche Phase mit verminderten menschlichen Eingriffen und Buchenvorstoss. In die mittlere Bronzezeit fällt auch die Löbbenschwankung, eine weitere Klimaverschlechterung. Der Seespiegel scheint spätestens ab der Bronzezeit gestiegen zu sein. Im Mittelalter war er schliesslich rund 2 m höher als heute. Die Spätbronzezeit geht im Diagramm nahtlos in die vorrömische Eisenzeit über, was teilweise eine Folge der hier schlechten zeitlichen Auflösung des Profils sein dürfte.

2.6 Die späte Nacheiszeit, jüngerer Teil: Subatlantikum (SA), ca 500 v. Chr. bis ca. 1980 n. Chr.

In der späten vorrömischen Eisenzeit (La Tène-Zeit) wird die Entwaldung und Landnutzung viel stärker. In den verbliebenen Wäldern, die mittelwaldartig bewirtschaftet oder durch Waldweide genutzt werden, erlangt die Eiche ein Übergewicht. Die menschlichen Eingriffe lassen in der späten La-Tène-Zeit nach, nehmen aber in römischer Zeit wieder sehr zu. Die römische Zeit ist durch das erstmalige Auftreten von Nussbaum (*Juglans regia*) und Roggen (*Secale cereale*) in vielen Pollendiagrammen charakterisiert. Diese Beobachtungen dürfen aber nicht darüber hinwegtäuschen, dass Roggen archäobotanisch schon in der vorrömischen Eisenzeit erfasst wurde und dass er erst im Mittelalter grössere wirtschaftliche Bedeutung erlangte (Rösch, Jacomet & Karg, 1992).
Ab dem 3. Jhd. n. Chr. ging der menschliche Einfluss wieder zurück. Danach kam es über ein Birken-Vorwaldstadium letztmals zu dichter Wiederbewaldung mit Buchen und unter starker Beteiligung der Hainbuche, des letzten nacheiszeitlichen Rückwanderers, der seit der Bronzezeit regelmässig im Diagramm erfasst wird.
Die frühmittelalterliche Landnahme des 6. und 7. Jahrhunderts n. Chr. äussert sich in Rückgang von Buche und Hainbuche bei starker Zunahme von Kräuterpollen und Kulturzeigern, aber auch von Wacholder und später Kiefer. Früh- und Hochmittelalter sind wegen geringer Sedimentwachstumsrate nur in kurzen Profilstük-

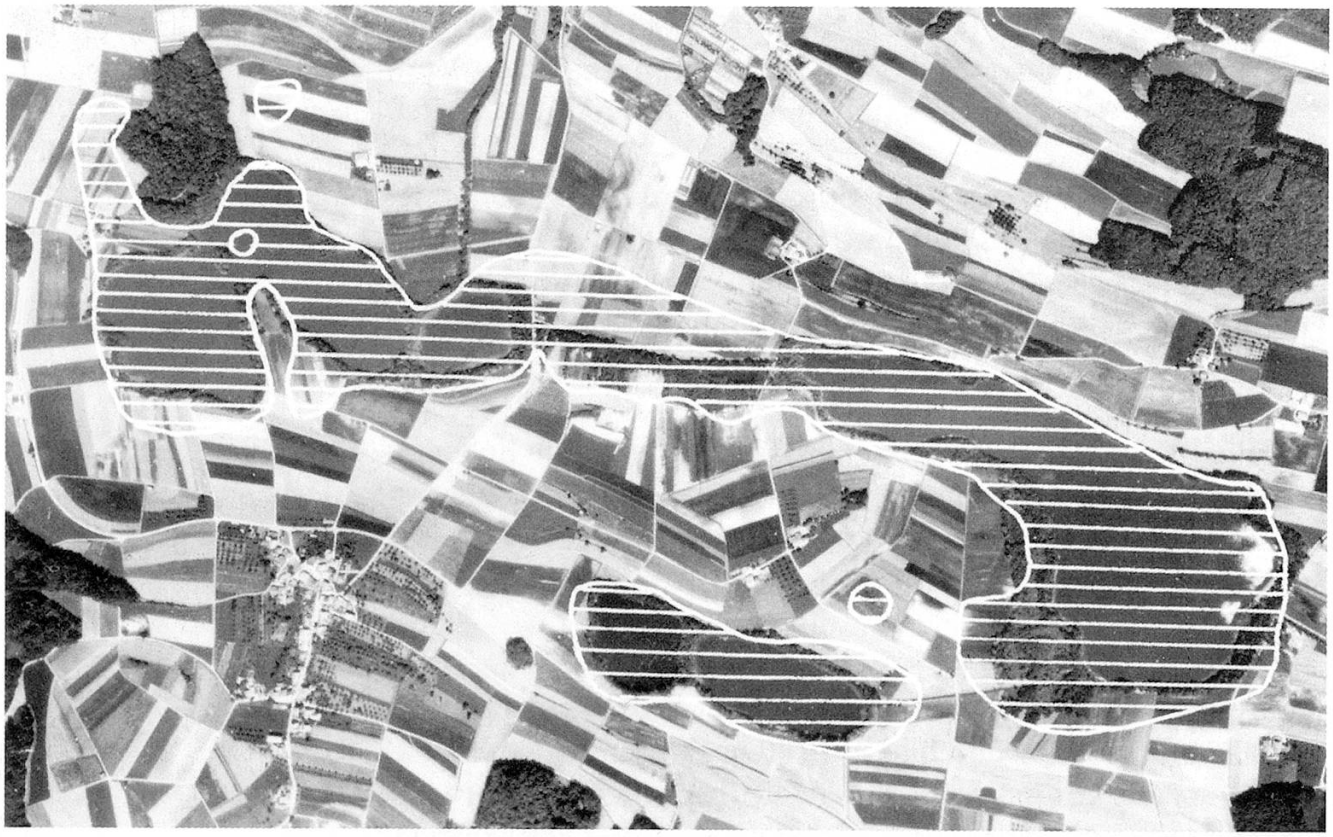

Abbildung 4: Die Nussbaumer Seen um 13 000 vor heute (BP) (Aufnahme des Bundesamtes für Landestopographie)

Abbildung 5: Die Nussbaumer Seen um 5000 vor heute (Aufnahme des Bundesamtes für Landestopographie)

Abbildung 6: Die Nussbaumer Seen heute (Aufnahme des Bundesamtes für Landestopographie)

ken repräsentiert. Die Grenze zwischen beiden dürfte etwa dem Steilanstieg der *Humulus/Cannabis*-Kurve entsprechen. Dieser Pollentyp hat dann bis zu 50% Anteil an der Pollensumme. Verursacht wurde dies durch das Rösten von Hanfpflanzen im See (vgl. dazu auch Früh in diesem Band). Hohe Wacholder-Pollenwerte belegen Auflichtung, Verhagerung und Verheidung der Wälder durch Waldweide, Streuentnahme u.ä.

Der Pollenniederschlag ist im Mittelalter und in der Neuzeit kaum noch halb so gross wie in prähistorischer Zeit. Die intensiv genutzte und stark entwaldete Kulturlandschaft der letzten 1 500 Jahre produzierte viel weniger Pollen als die prähistorische Kulturlandschaft. Stark erhöht ist dagegen der Niederschlag der Kräuterpollen. Den weitaus geringsten Pollenniederschlag und daher wohl die ausgeräumteste Landschaft hatte das Hochmittelalter. Der Hanfanbau scheint bereits im Spätmittelalter etwas zurückzugehen. Auch dieses ist nur kurz, denn mit dem Anstieg der Kiefernkurve zur Dominanz wird bereits die Neuzeit erreicht. Gleichzeitig steigt die Fichtenkurve an. Beide Nadelhölzer konnten sich zunächst im Spätmittelalter in den herabgewirtschafteten

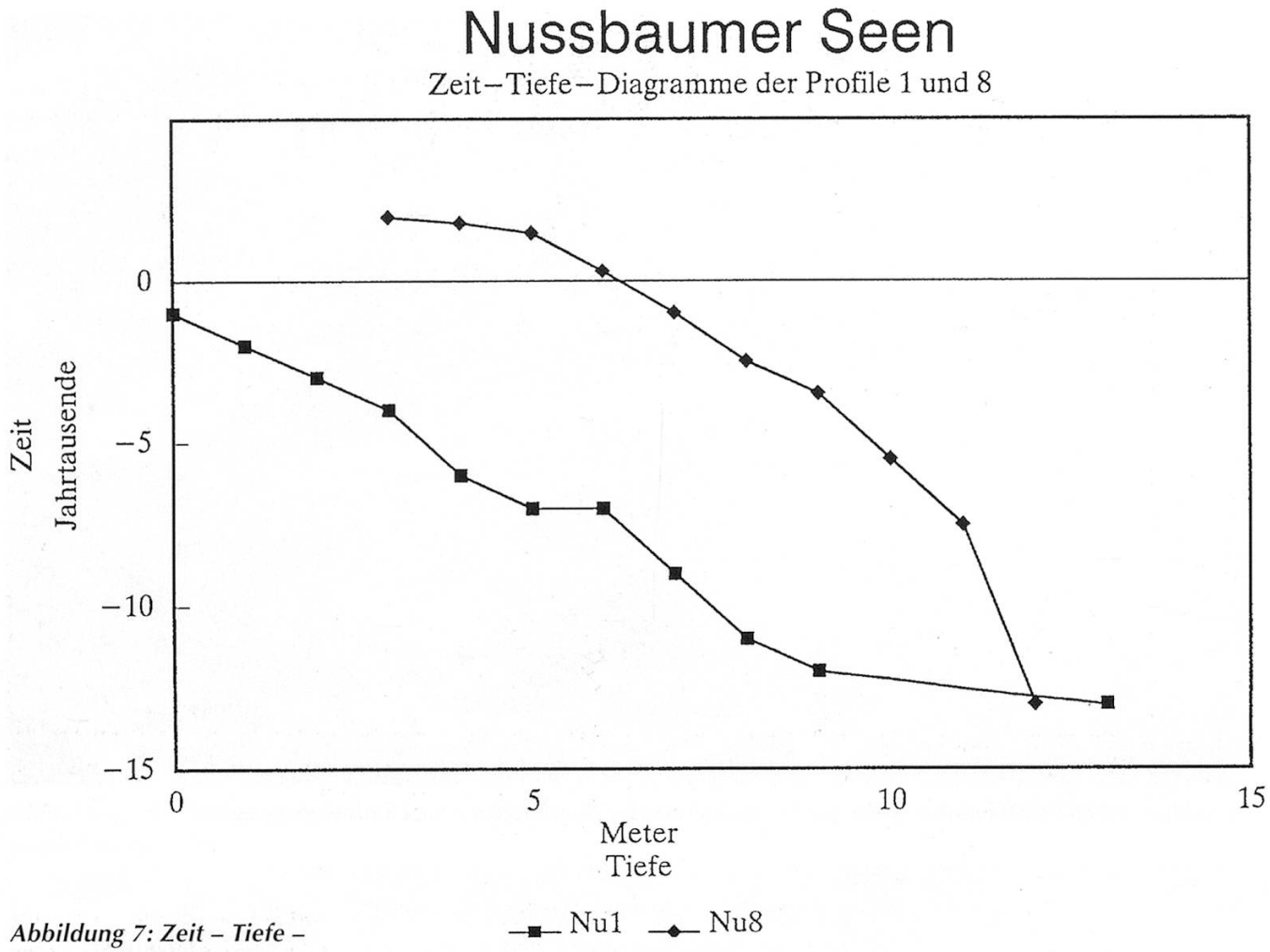

Abbildung 7: Zeit – Tiefe – Diagramme der Profile 1 und 8

Wäldern ausbreiten und wurden später auch angepflanzt. Ein Rückgang von Hanf- und Getreideanbau in 445 cm Tiefe dürfte ins 17. Jhd. datieren, der völlige Zusammenbruch des Hanfanbaus in 405 cm Tiefe ins frühe 19. Jhd. Bei 375 cm ist das 20. Jahrhundert erreicht, an der Sedimentoberkante bei 335 cm ungefähr das Jahr 1975. Die Datierungsargumente stützen sich auf historische Quellen über die Landwirtschaft im Gebiet und sind bei RÖSCH, (1983) ausführlich dargestellt. Die Seenplatte hat nun ihre heutige Gestalt erreicht: Abbildung 6.

Weitere Informationen über den Zustand des Sees sind den Sedimenten selbst zu entnehmen. Bis zur frühmittelalterlichen Landnahme wurde Detritusmudde mit wechselndem Kalkgehalt gebildet. Unter der Annahme, dass Kalkfällung verstärkt bei geringerer Wassertiefe in Bereichen, wo Makrophyten wachsen, stattfindet, kann man umgekehrt besonders hohe Wasserstände für die mittlere Bronzezeit und dann für die Völkerwanderungszeit, also

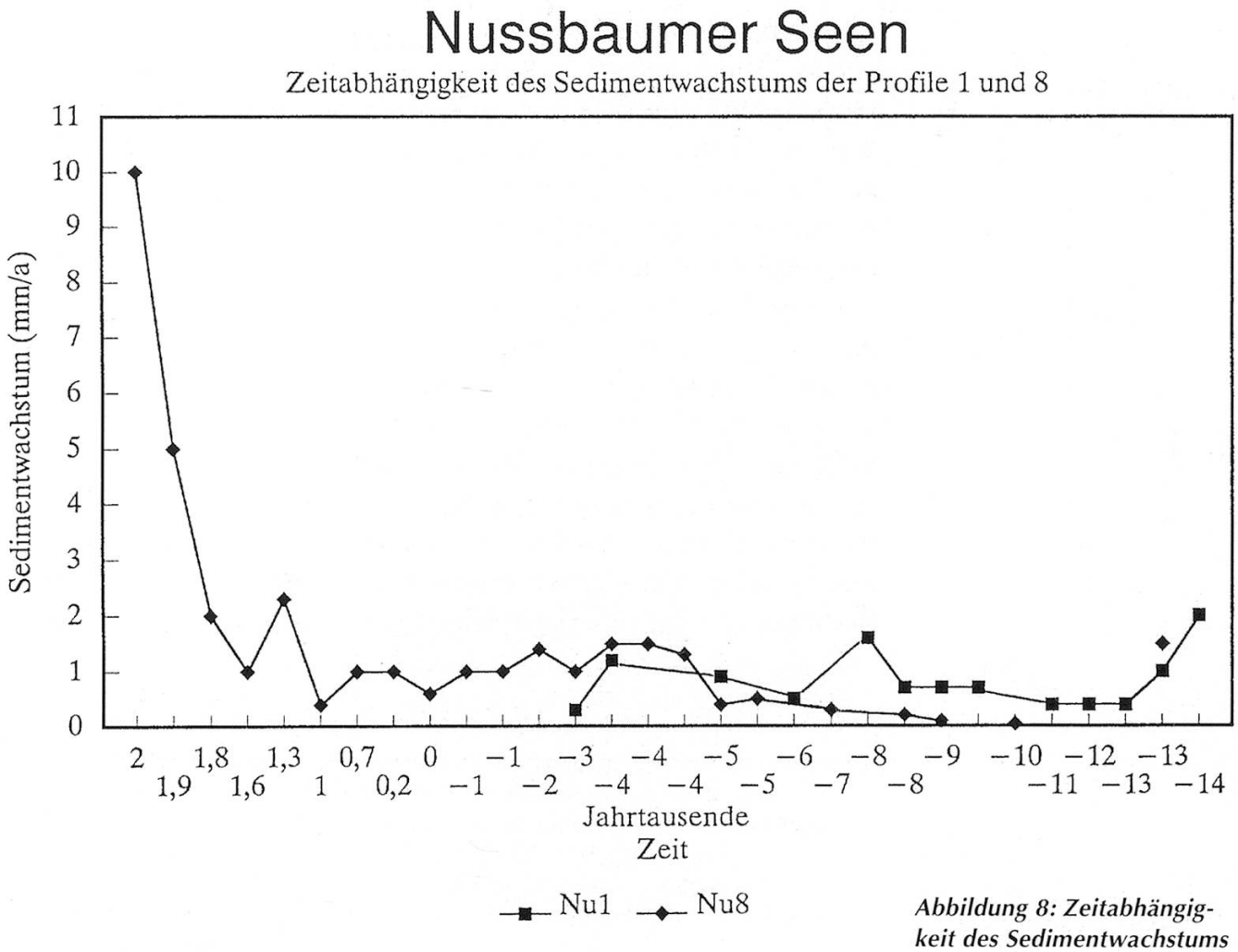

Abbildung 8: Zeitabhängigkeit des Sedimentwachstums der Profile 1 und 8

etwa für das 4. bis 6. Jhd. n. Chr. annehmen. Dies geht aus der Pegelkurve, die aus anderen Beobachtungen abgeleitet und relativ schematisch ausgeführt wurde, nicht hervor. Beide Zeiten mit hohem Pegel fallen mit Klimaverschlechterungen zusammen, im ersten Fall mit der Löbbenschwankung, im zweiten mit der zweiten Göschener Kaltphase. Ab dem Frühmittelalter wurde Faulschlamm mit hohem Gehalt an Ton, Sand und Schluff gebildet, eine Folge starker Eutrophierung des Sees durch Besiedlung und Landwirtschaft und verstärkter Bodenerosion, die ebenfalls auf Entwaldung und Ackerbau zurückzuführen ist. Bereits die prähistorischen Rodungs- und Besiedlungsphasen hatten mässige Eutrophierungsschübe am See bewirkt, die sich in vermehrtem Wassserpflanzen-Wachstum äusserten. In der zweiten Hälfte des 19. Jhd. führt die nun ausserordentlich starke Eutrophierung zu einer grossen Zunahme der Wasserpflanzen. (Abbildung 1, vor allem die Kurve von *Potamogeton*). Im 20. Jahrhundert gehen die

submersen Makrophyten sehr stark zurück, weil die Trübe des Wassers ihnen keinen ausreichenden Lichtgenuss mehr erlaubt. Wie die Abbildungen 7 und 8 zeigen, sind die Sedimentationsverläufe der Profile 1 und 8 geradezu gegenläufig. Nu 1 in Randlage des Beckens hat hohe Sedimentwachstumsraten von der Späteiszeit bis in die mittlere Nacheiszeit, solange bei grosser bis mittlerer Wassertiefe Beckentone oder Seekreide abgelagert werden. Das Profil Nu 8 hat bis in die mittlere Nacheiszeit geringes Sedimentwachstum, danach mittleres, das in jüngster Zeit dramatisch zunahm. Diese Zunahme des Sedimentwachstums um mindestens den Faktor 10 in allerjüngster Zeit bedeutet auf der anderen Seite eine Verminderung der Lebenserwartung des Sees um dieselben Quotienten. Bei natürlichem Sedimentwachstum wären bis zur Erblindung des flachen Ostbeckens des Nussbaumer Sees noch rund 3 Jahrtausende verstrichen. Unter den gegenwärtigen Bedingungen hat sich diese Spanne auf 3 Jahrhunderte verkürzt.

3. LITERATURVERZEICHNIS

AMANN, B., 1994: Differential flotation of Saccatele pollen – a nuisance and a chance. Diss. Bot. **234**, S. 101–110.

BILLAMBOZ, A., 1990: Das Holz der Pfahlbausiedlungen Südwestdeutschlands.– Ber. RGK **71**: S. 187–207.

EICHER, U., 1987: Die spätglazialen sowie die frühpostglazialen Klimaverhältnisse im Bereiche der Alpen: Sauerstoffisotopenkurven kalkhaltiger Sedimente. – Geogr. Helv. **42**,2: S. 99–104.

FIBRAS, F., 1949/52: Waldgeschichte Mitteleuropas. 2 Bde. , 480 u. 258 S., Jena.

POTT, R., 1985: Vegetationsgeschichtliche und pflanzensoziologische Untersuchungen zur Niederwaldwirtschaft in Westfalen. – Abh. Westf. Mus. Naturkunde **47**,4: S. 1–75.

RÖSCH, M., 1983: Geschichte der Nussbaumer Seen (Kt. Thurgau) und ihrer Umgebung seit dem Ausgang der letzten Eiszeit aufgrund quartärbotanischer, stratigraphischer und sedimentologischer Untersuchungen. – Mitt. thurg. naturf. Ges. **45**: S. 1–110.

RÖSCH, M., 1985: Ein Pollenprofil aus dem Feuenried bei Überlingen am Ried: Stratigraphische und landschaftsgeschichtliche Bedeutung für das Holozän im Bodenseegebiet. – Materialh. z. Vor- u. Frühgesch. Bad.-Württ. **7**: S. 43–79.

RÖSCH, M., 1987: Zur Umwelt und Wirtschaft des Jungneolithikums am Bodensee. Botanische Untersuchungen in Bodman-Blissenhalde.– Arch. Nachr. Baden **38/39**, S. 42–53.

RÖSCH, M., 1990a: Vegetationsgeschichtliche Untersuchungen im Durchenbergried. – Forsch. u. Ber. z. Vor- u. Frühgesch. Bad.-Württ. **37**: S. 9–64.

RÖSCH, M., 1990b: Veränderungen von Wirtschaft und Umwelt während Neolithikum und Bronzezeit am Bodensee. – Ber. RGK **71**: S. 161–186.

RÖSCH, M., 1992: Human impact as registered in the pollen record: some results from the western Lake Constance region, Southern Germany. – Vegetation History and Archaeobotany **1**,2: S. 101–109.

RÖSCH, M., 1993: Prehistoric land use as recorded in a lake-shore core at Lake Constance. – Vegetation History and Archaeobotany **2**,4: S. 213–232.

RÖSCH, M., ST. JACOMET & S. KARG, 1992: The history of cereals in the region of the former Duchy of Swabia (Herzogtum Schwaben) from the Roman to the Postmedieval period: results of archaeobotanical research.– Vegetation History and Archaeobotany **1**,4: S. 193–231.

WILMANNS, O., A. SCHWABE-BRAUN & M. EMTER, 1979: Struktur und Dynamik der Pflanzengesellschaften im Reutwaldgebiet des mittleren Schwarzwaldes. Doc. phytosoc. N.S. **4**: S. 983–1024.

Anschrift des Autors:
Univ.-Doz. Dr. Manfred Rösch, Landesdenkmalamt Baden-Württemberg,
Fischersteig 9, D-78343 Hemmenhofen