

## Aufsätze

# Ein Pollenprofil von Wangen, Hinterhorn, Gemeinde Öhningen, Kreis Konstanz

MANFRED RÖSCH

### 1. Einleitung

Nachdem in den fünfziger bis siebziger Jahren des 20. Jahrhunderts im westlichen Bodenseegebiet einerseits spätglaziale Ablagerungen vegetationsgeschichtlich untersucht und andererseits ein erster Überblick über die Vegetationsgeschichte des gesamten Holozäns gegeben wurden,<sup>1</sup> stand in den folgenden Jahrzehnten das Holozän im Mittelpunkt des wissenschaftlichen Interesses, und zwar – initiiert durch neue archäologische Untersuchungen in den prähistorischen Ufersiedlungen des Bodensees – insbesondere der Einfluß des wirtschaftenden Menschen auf den Naturraum. Dabei standen moderne Methoden, insbesondere der Datierung, zur Verfügung,<sup>2</sup> und es konnte auf Material aus unterschiedlichen umweltgeschichtlichen Archiven zurückgegriffen werden: Torfprofile aus kleinen, glazigenen Verlandungsmooren ermöglichten durch radiometrische Datierung die Erstellung einer absoluten Chronologie und deren Verknüpfung mit der Pollenstratigraphie.<sup>3</sup> Pollenanalysen an Kulturschichten gaben, in Ergänzung zur botanischen Großrestanalyse, Einblick in Umwelt und Wirtschaft der – jeweils nur kurzfristig belegten – prähistorischen Siedlungen.<sup>4</sup> Schließlich

- 1 A. BERTSCH, Untersuchungen zur spätglazialen Vegetationsgeschichte Südwestdeutschlands. *Flora* 151, 1961, 243 ff. – G. LANG, Zur späteiszeitlichen Vegetations- und Florengeschichte Südwestdeutschlands. *Flora* 139, 1952, 243 ff. – Ders., Die Vegetation des westlichen Bodenseegebietes. *Pflanzensoziologie* 17 (Jena 1973).
- 2 B. E. BERGLUND (ed.), *Handbook of Holocene Palaeoecology and Palaeohydrology* (Chichester 1986).
- 3 M. RÖSCH, Geschichte der Nussbaumer Seen (Kanton Thurgau) und ihrer Umgebung seit dem Ausgang der letzten Eiszeit aufgrund quartärbotanischer, stratigraphischer und sedimentologischer Untersuchungen. *Mitt. Thurgau. Naturforsch. Ges.* 45 (Frauenfeld 1983). – Ders., Ein Pollenprofil aus dem Feuenried bei Überlingen am Ried – Stratigraphische und landschaftsgeschichtliche Bedeutung für das Holozän im Bodenseegebiet. In: *Berichte zu Ufer- und Moorsiedlungen Südwestdeutschlands II. Materialh. Vor- u. Frühgesch. Baden-Württemberg* 7 (Stuttgart 1985) 43 ff. – Ders., Vegetationsgeschichtliche Untersuchungen im Durchenbergried. In: *Siedlungsarchäologie im Alpenvorland II. Forsch. u. Ber. Vor- u. Frühgesch. Baden-Württemberg* 37 (Stuttgart 1990) 9 ff. – Zur Vermeidung des Hartwassereffekts war man damals wegen der für Zählrohrdaten benötigten Materialmengen auf terrestrische Ablagerungen angewiesen, weil die Datierung terrestrischer Großreste aus limnischen Sedimenten mit dem Teilchenbeschleuniger noch nicht möglich war.
- 4 H. LIESE-KLEIBER, Pollenanalysen in der Ufersiedlung Hornstaad-Hörnle I. *Materialh. Vor- u. Frühgesch. Baden-Württemberg* 6 (Stuttgart 1985). – Dies., Pollenanalysen in urchenzeitlichen Ufersiedlungen – Vergleich von Untersuchungen am westlichen Bodensee und Neuenburger See. In: *Berichte zu Ufer- und Moorsiedlungen Südwestdeutschlands II. Materialh. Vor- u. Frühgesch. Baden-Württemberg* 7 (Stuttgart 1985) 200 ff. – Dies., Getreidepollen – ein Indikator für prähistorische Wirtschaftsformen? *Arch. Nachr. Baden* 38/39, 1987, 54 ff. – M. RÖSCH, Die Pflanzenreste der neolithischen Ufersiedlung von Hornstaad-Hörnle I am westlichen Bodensee, 1. Bericht. In: *Ber. Ufer- u. Moorsiedlg. Südwestdeutschland II* (a. a. O.) 164 ff. – Ders., Pollenanalytische Untersuchungen in spätneolithischen Ufersiedlungen von Allensbach-Strandbad, Kreis Konstanz. In: *Siedlungsarchäologie im Alpenvorland II. Forsch. u. Ber. Vor- u. Frühgesch. Baden-Württemberg* 37 (Stuttgart 1990) 113 ff. – Ders., Hegnegalgenacker am Gandensee. Erste botanische Daten zur Schnurkeramik am Bodensee. In: *ebd.* 199 ff. – Ders., Botanische Untersuchungen in spätneolithischen Ufersiedlungen von Wallhausen und Dingelsdorf am Überlinger See (Kr. Konstanz). In: *ebd.* 227 ff. – Ders., Archäobotanische Untersuchungen in der spätbronzezeitlichen Ufersiedlung Hagnau-Burg (Bodenseekreis). In: *Siedlungsarchäologie im Alpenvorland IV. Forsch. u. Ber. Vor- u. Frühgesch. Baden-Württemberg* 47 (Stuttgart 1996) 239 ff.

konnten in der Flachwasserzone des Bodensee-Untersees mächtige Seekreideprofile gewonnen und untersucht werden, an denen sich die spätglaziale und holozäne Vegetations-, Besiedlungs- und Landschaftsgeschichte in hoher zeitlicher Auflösung lückenlos nachzeichnen ließ.<sup>5</sup> In vegetationsgeschichtlicher Hinsicht weniger ertragreich waren dagegen Profundalkerne aus dem Bodensee-Untersee<sup>6</sup> sowie limnisch-telmatische Schichtfolgen aus der oberen Uferzone des Bodensees oberhalb der 400-m-Linie.<sup>7</sup> Neue Impulse brachte die – interdisziplinäre – Untersuchung jahreszeitlich geschichteter Sedimente, sogenannter Laminite, aus dem Profundal kleiner, aber tiefer Söllseen.<sup>8</sup> Von den acht bekannten, teilweise mehrfach belegten Uferand-Fundplätzen am deutschen Ufer des Rheinsees (Bodensee-Untersee) wurde neben der großflächig ausgegrabenen Station Hornstaad-Hörnle vor allem der Fundplatz Wangen-Hinterhorn mit mehreren kleineren Sondagen archäologisch untersucht.<sup>9</sup> Er erstreckt sich in einer nach Südosten zum See geöffneten Bucht am östlichen Rand der Ortschaft Wangen entlang der 395-m-Linie in gut 200 m Länge und bis zu 70 m Breite und enthält neben Pfahlfeldern großflächige und ziemlich mächtige Kulturschichten der Pfynen und der Horgener Kultur, die sich teilweise überlagern und durch sterile Seekreideschichten getrennt sind. Dabei sind die Spuren der dreiphasigen Pfynen Besiedlung vor allem im südlichen, die der Horgener im nördlichen Teil des Platzes erhalten.<sup>10</sup> Die Schichten unterlagern landwärts in einer Breite bis 50 m das heutige Gartenland und ziehen seewärts in gleicher Breite in die Flachwasserzone, wobei sie immer näher an die Oberfläche treten. An ihrem seewärtigen Rand waren sie bis vor wenigen Jahren der Erosion ausgesetzt.<sup>11</sup> Die Ergebnisse der Sondagen sind mittlerweile archäologisch aufgearbeitet.<sup>12</sup> Aus der Horgener Schicht wurden botanische Großreste untersucht.<sup>13</sup> Pollenanalysen wurden von H. LIESE-KLEIBER durchgeführt, aber bislang nur teilweise publiziert.<sup>14</sup> Sie beschränken sich auf die Kulturschichten und die Seekreide im unmittelbaren Kontaktbereich zu diesen. Um – ähnlich wie in Hornstaad – das Besiedlungsgeschehen in einen weiter gefaßten chronologischen und lithologischen Rahmen einfügen zu können, wurde im Oktober 1986 eine Bohrung bis in den glazialen Beckenton abgeteuf.

- 
- 5 M. RÖSCH, Human impact as registered in the pollen record: some results from the western Lake Constance region, Southern Germany. *Veget. Hist. Archaeobot.* 1, 1992, 101 ff. – Ders., Prehistoric land use as recorded in a lake-shore core at Lake Constance. *Ebd.* 2, 1993, 213 ff. – Ders., Holocene sediment accumulation in the shallow water zone of Lower Lake Constance. In: *Arch. Hydrobiol./Suppl.* 107 (Monogr. Stud.) 4 (Stuttgart 1997) 541 ff.
  - 6 W. OSTENDORP/W. SCHMITZ/M. STURM, Sedimentchemische Untersuchungen zur Umweltgeschichte des westlichen Unterseegebietes (Kern US 8707). *Ber. RGK* 71, 1990, 272 ff. – M. RÖSCH, Ein Pollenprofil aus dem Profundal der Radolfzeller Bucht (Bodensee-Untersee). *Fundber. Baden-Württemberg* 16, 1991, 57 ff.
  - 7 M. RÖSCH/W. OSTENDORP, Pollenanalytische, torf- und sedimentpetrographische Untersuchungen an einem telmatischen Profil vom Bodenseeufer bei Gaienhofen. *Telma* 18, 1988, 373 ff.
  - 8 M. A. GEYH/J. MERKT/H. MÜLLER, Sediment-, Pollen- und Isotopenanalysen an jahreszeitlich geschichteten Ablagerungen im zentralen Teil des Schleinses. *Arch. Hydrobiol.* 69, 1971, 366 ff. – J. LECHTERBECK, ‚Human impact‘ oder ‚Climatic Change‘? Zur Vegetationsgeschichte des Spätglazials und Holozäns in hochauflösenden Pollenanalysen laminiertes Sedimente des Steißlinger Sees (Südwestdeutschland) (Tübingen 2001).
  - 9 H. SCHLICHTERLE, Aspekte der siedlungsarchäologischen Erforschung von Neolithikum und Bronzezeit im südwestdeutschen Alpenvorland. *Ber. RGK* 71, 1990, 208 ff. – B. DIECKMANN, Zum Stand der archäologischen Untersuchungen in Hornstaad. *Ber. RGK* 71, 1990, 84 ff. – H. SCHLICHTERLE/W. TORKE, Neue Untersuchungen im Pfahlbau Wangen am Bodensee. *Arch. Nachr. Baden* 17, 1976, 3 ff. – A. BILLAMBOZ/H. SCHLICHTERLE, Moor- und Seeufersiedlungen. Die Sondagen 1981 des ‚Projekts Bodensee-Oberschwaben‘. *Arch. Ausgr. Baden Württemberg* 1981, 37 ff. – H. SCHLICHTERLE, Moor- und Seeufersiedlungen. Die Sondagen 1982 des ‚Projekts Bodensee-Oberschwaben‘. *Ebd.* 1982, 42 f. – Ders., Die Pfahlbauten von Wangen. In: H. BERNER (Hrsg.), Öhningen – Beiträge zur Geschichte von Öhningen, Schienen und Wangen. Hegau-Bibliothek 63 (Singen 1988) 21 ff.
  - 10 SCHLICHTERLE 1988 (Anm. 9) Abb. 3.
  - 11 *Ebd.* Abb. 4. – Mittlerweile wurde der Fundplatz im seewärtigen Bereich durch Geotextil-Abdeckung vor weiterem Abtrag geschützt.
  - 12 B. SCHLENKER, Wangen-Hinterhorn – Jung- und endneolithische Ufersiedlungen am westlichen Bodensee. *Diss. Univ. Freiburg* 1994.
  - 13 S. RIEHL, Einige horgenerzeitliche Pflanzenreste der Seeufersiedlung Wangen am Bodensee. *Magisterarb. Univ. Tübingen* 1993.
  - 14 LIESE-KLEIBER 1985b (Anm. 4) Abb. 9. – Dies. 1987 (Anm. 4) 57.

## 2. Material und Methoden

Die Bohrstelle lag im südlichen Teil des Fundplatzes in Verlängerung des von Norden zum Ufer führenden Wegs auf der Strandplatte in dem Bereich, wo allein die Pfynner Kulturschicht B ansteht, bei etwa 394 m ü. NN. Die Bohrung wurde mit dem Stechrohr-Kolbenbohrer nach Streif, einem modifizierten Livingstone-Bohrer, durchgeführt.<sup>15</sup> Sie durchteufte unterhalb des oberflächlichen Strandgerölls 45 cm Kulturschicht, dann mehr als 9 m Seekreide und wurde 12 m unter der Oberfläche im Beckenton abgebrochen. Das Profil hatte folgende lithologische Abfolge:

0–40 cm	organischer Detritus mit Holzkohle, Lehm, Sand, Kies (Kulturschicht);
40–65 cm	verbraunte Seekreide, detritisch;
65–780 cm	Seekreide, von 165 bis 150 cm verbraunt, detritisch;
780–970 cm	stark siltig-tonige Seekreide;
970–990 cm	Tonmudde;
990–1200 cm	Ton.

Die Kerne wurden mangels Bearbeitungsmöglichkeit zunächst eingelagert und erst 1997 technisch aufgearbeitet. Dazu wurden sie in Abständen von 5 cm beprobt und die Proben (je 2 ml) unter Zugabe von Bärlappsporen-Tabletten durch Behandlung mit heißer Salzsäure, kalter Flußsäure, Acetolyse und Aufnahme in Glycerin zur Pollenanalyse aufbereitet.<sup>16</sup> Die mikroskopische Untersuchung erfolgte 2000 und 2001 an mit Karbolfuchsin gefärbten Glycerin-Dauerpräparaten. Berechnung und Darstellung des Pollendiagramms erfolgte mit dem Programm ‚Tilia‘.<sup>17</sup> Zur Datierung des Profils wurden lokale Pollenzonen definiert und diese anschließend mit der regionalen Pollenstratigraphie für das westliche Bodenseegebiet verknüpft.<sup>18</sup> Außerdem wurde an Holzkohle aus der lokalen Pollenzone 7i (Profiltiefe 160–155 cm) ein Beschleunigerdatum erstellt.<sup>19</sup>

## 3. Ergebnisse und Diskussion

### 3.1 Bio- und Chronostratigraphie

Aufgrund des Wechsels der dominierenden Pollentypen konnten im Pollendiagramm (Abb. 1, Beil. 2) neun lokale Pollenzonen unterschieden werden, die sich aufgrund feinerer Unterschiede in der Pollenzusammensetzung, wie Wechsel bei subdominanten Pollentypen oder Beginn absoluter, empirischer oder rationaler Kurven, in vielen Fällen noch feiner in Subzonen untergliedern ließen (Tab. 1, Beil. 1). Diese lokalen Pollenzonen können mit den entsprechenden regionalen Pollenzonen korreliert werden. Da diese durch zahlreiche Radiocarbonaten chronologisch fixiert sind, ergibt sich aus der Korrelation mit der regionalen Pollenstratigraphie das absolute Alter für die lokalen Pollenzonen und damit für die entsprechenden Sedimentkörper. Um die Vergleichbarkeit mit anderen Diagrammen zu erleichtern, sind in Tabelle 1 und im Pollendiagramm zusätzlich die Pollenzonen nach FIRBAS und die Chronozonen nach MANGERUD et al. angegeben.<sup>20</sup>

15 J. MERKT/H. J. STREIF, Stechrohr-Bohrgeräte für limnische und marine Lockersedimente. Geol. Jahrb. 88, 1970, 137 ff. – Für die Mithilfe bei der Bohrung danke ich LISBETH SOOS.

16 Vgl. BERGLUND (Anm. 2) 456 ff. – Für die Pollenaufbereitung danke ich KARL PROBST und ELISABETH FORSTER.

17 Für die computergestützte Berechnung und Erstellung des Pollendiagramms danke ich Dr. JUTTA LECHTERBECK, für die graphische Weiterbearbeitung mit Corel Draw ELSKE FISCHER.

18 RÖSCH 1990 (Anm. 3) 40 ff. – K.-E. BEHRE/A. BRANDE/H. KÜSTER/M. RÖSCH, 15. Germany. In: B. E. BERGLUND/H. J. B. BIRKS/M. RALSKA-JASIEWICZOWA/H. E. WRIGHT (eds.), Palaeoecological events during the last 15 000 years (Wiley, Chichester 1996) 527 ff.

19 Ausgeführt am <sup>14</sup>C-Laboratorium der Universität Uppsala unter der Labor-Nummer Ua-18826. Für die Bearbeitung danke ich GÖRAN POSSNERT und MAUD SÖDERMAN.

20 F. FIRBAS, Spät- und nacheiszeitliche Waldgeschichte Mitteleuropas nördlich der Alpen. Bd. 1, Allgemeine Waldgeschichte (Jena 1949) 48 ff. – J. MANGERUD/S. T. ANDERSEN/B. E. BERGLUND/J. DONNER, Quaternary Stratigraphy of Norden, a proposal for terminology and classification. Boreas 3, 1974, 109 ff.

Die lokale Pollenzone 1 besteht nur aus einem einzigen Horizont (990 cm). Die Pollenkonzentration liegt unter 2000 Körnern je Milliliter. Der Ton im Liegenden erwies sich als so pollenarm, daß von einer Auswertung abgesehen wurde. Deutet man den Kiefernanteil, wie auch angesichts der niedrigen Pollenkonzentration naheliegend, als Fernflug, so wird das der örtlichen bis regionalen Vegetation entstammende Pollenspektrum von NBP, nämlich hauptsächlich Süßgräsern (*Poaceae*), Wermut (*Artemisia*) und Sonnenröschen (*Helianthemum*) beherrscht. Mit (wohl Zwerg-) Birke (*Betula*) und Sanddorn (*Hippophaë rhamnoides*) sind bereits zwei Vertreter der subarktischen Strauchtundren vertreten. So besteht kein Zweifel, daß die Pollenzone mit der regionalen Pollenzone POA, und zwar deren Endphase, gleichzusetzen ist, in der sich in wohlentwickelten Steppenrasen vermehrt Zwergstrauchbestände gebildet haben, welche die Wiederbewaldung einleiten. Die Zone entspricht der FIRBAS-Zone Ia und der Chronozone Älteste Dryas, datiert also etwa vor 15 000 B. P. cal.

Die lokale Pollenzone 2 umfaßt von 985 bis 970 cm vier Horizonte und ist gekennzeichnet durch die Dominanz von Wacholder (*Juniperus*). Dies ist in Subzone 2a noch eine Kodominanz mit Süß- und Sauergräsern (*Cyperaceae*), sowie Birke, bei Subdominanz von Sanddorn und Wermut. In Subzone b ist Wacholder mit 63% prädominant. In Subzone c sinkt er ab auf 32% und ist nun kodominant mit der (Baum-?)birke. Der Gehölzpollenanteil beträgt in der Subzone a noch 50%, in Subzone 2b bereits 77% und sinkt in Subzone 2c auf 72%. Die Pollenkonzentration steigt von 10 000 Körnern je Milliliter in Subzone a auf 17 000 in b und auf 39 000 in c. Dies ist der klassische Verlauf des frühen Bölling-Interstadials, wie er im Bodenseegebiet wie im nordwestlichen Alpenvorland bekannt ist.<sup>21</sup> Somit entspricht diese Zone der RPZ J bzw. dem älteren Teil der FIRBAS-Zone Ib respektive der Chronozone BL und datiert zwischen 15 000 und 14 500.<sup>22</sup> Diese Zone wurde am Bodensee bislang nur in den Sedimenten kleiner Söllseen erfaßt, nicht jedoch in Sedimenten des Bodensees selbst. So wird vor Hornstaad die Pollenführung der Beckentone bereits ab dem Alleröd so schlecht, daß keine pollenstratigraphische Auswertung mehr möglich ist.<sup>23</sup> Mutmaßliche Ursache ist das zu dieser Zeit noch stark von Gletscherschmelzwässern gesteuerte Wasserregime dieses großen Voralpensees, das an exponierten Litoralpartien enorme Sedimentationsraten und damit minimale Pollenkonzentration bedeutet. Wangen mit Stillwasserbedingungen in einer geschützten Bucht stellt hier eine Ausnahmesituation dar, die zu kleinen Stillgewässern mit lokalem hydrologischem Regime vermittelt. Die lokale Pollenzone 3 besteht aus zwei Horizonten (965 und 955 cm) und ist durch Birkendominanz bei einem Gehölzpollenanteil um 70% ausgezeichnet.<sup>24</sup> Der untere Horizont hat als Subzone 3a Subdominanz von Wacholder und Süßgräsern, der obere (Subzone 3b) von Kiefer (*Pinus Diploxylon*). Die Pollenkonzentration beträgt in Subzone 3a mehr als 50 000 Körner je Milliliter, in Subzone 3b nur noch 10 000. Die Zone ist mit der regionalen Pollenzone *Betula* gleichzusetzen und entspricht somit dem jüngeren Teil von FIRBAS-Zone Ib bzw. des Bölling. Absolut ist dafür 14 500–14 000 B. P. cal. zu veranschlagen.

Pollenzone 4 ist durch Kieferndominanz gekennzeichnet und reicht von 950 bis 620 cm. Sie kann in neun Subzonen unterteilt werden.

In Subzone 4a (fünf Horizonte, 950–930 cm, Pollenkonzentration im Mittel 72 000 Körner je Milliliter) hat die Birke noch mehr als 30%, und die Kiefer steigt von 48 auf 61%. Wacholder ist noch

21 z.B. BERTSCH (Anm. 1). – RÖSCH 1985 (Anm. 3) 45 ff. – H. ZOLLER, Zur Geschichte der Vegetation im Spätglazial und Holozän der Schweiz. Mitt. Naturforsch. Ges. Luzern 29, 1987, 126 ff. – B. AMMANN, Late-Quaternary Palynology at Lobsigensee. Diss. Bot. 137 (Berlin, Stuttgart 1989) 19 ff.

22 Die absoluten Zeitangaben erfolgen hier mit Vorbehalt, weil im Spätglazial aufgrund der Tableaux auf der Basis von <sup>14</sup>C-Daten keine absolute Chronologie möglich ist. Grundlagenuntersuchungen zur Kalibrierung der spätglazialen Chronologie anhand laminiertes Seesedimente in Polen, dem Schweizer Mittelland, der Eifel, aber auch dem Hegau sind im Gange, haben aber bislang keine widerspruchsfreien Ergebnisse geliefert. Vgl. A. F. LOTTER, Absolute dating of the Late-Glacial period in Switzerland using annually laminated sediments. Quaternary Research 35, 1991, 321 ff. – LECHTERBECK (Anm. 8) 76. – M. RALSKA-JASIEWICZOWA/B. VAN GEEL/T. GOSLAR/T. KUC, The record of the Late Glacial/Holocene transition in the varved sediments of Lake Gosciadz, central Poland. Sveriges geologiska Undersökning 81 (Stockholm 1993) 257 ff.

23 RÖSCH (Anm. 5).

24 Horizont 960 cm war aus nicht näher bekannten Gründen pollenfrei.

kontinuierlich, Sanddorn subkontinuierlich. Der Baumpollenanteil steigt von knapp 80% zu Beginn auf über 90% am Ende der Subzone. Diese entspricht der regionalen Pollenzone *Betula-Pinus 1* und somit der FIRBAS-Zone II, bzw. dem Alleröd, was absolutchronologisch 14 000 bis 13 000 B. P. cal. bedeutet.

In Subzone 4b (14 Horizonte, 925–860 cm, durchschnittliche Pollenkonzentration 120 000 Körner je Milliliter) liegt die Kiefer im Mittel bei 67%, die Birke bei knapp 25%. Wacholder ist subkontinuierlich, Sanddorn diskontinuierlich. Der Baumpollenanteil liegt im Mittel bei 95% und nur in der untersten Probe unter 90%. In Subzone 4c (14 Horizonte, 855–765 cm, durchschnittliche Pollenkonzentration 116 000 Körner je Milliliter) erreicht die Kiefer mit durchschnittlich 78% ihr Maximum, wogegen die Birke im Schnitt nur noch wenig über 15% liegt. Der Baumpollenanteil bleibt unverändert hoch. Die beiden Subzonen 4b und 4c entsprechen zusammen der regionalen Pollenzone *Pinus*, der FIRBAS-Zone III, bzw. der Chronozone Jüngere Dryas und sind zwischen 13 000 und 11 200 B. P. cal. anzusetzen.

In Subzone 4d (4 Horizonte, 760–745 cm, durchschnittliche Pollenkonzentration 139 000 Körner je Milliliter) sinkt der Kiefernanteil unter 75%, der Birkenanteil steigt wieder über 20%. Diskontinuierlich treten Hasel (*Corylus avellana*) und Eichenmischwald-Arten auf. Die Ulme (*Ulmus*) hat sogar bereits eine kontinuierliche Kurve. In Subzone 4e (5 Horizonte, 740–720 cm, durchschnittliche Pollenkonzentration 322 000 Körner je Milliliter) sinkt die Birke von anfangs 26% deutlich unter 15% und die Kiefer nähert sich nochmals ihren Maximalwerten. Bedeutsamer ist jedoch die kontinuierliche Haselkurve mit Werten über 2% am Ende der Subzone. Die Subzonen 4d und 4e entsprechen gemeinsam der regionalen Pollenzone *Betula-Pinus 2*, *juniperus-artemisia*-Subzone und verkörpern den Beginn von FIRBAS-Zone IV, bzw. des Präboreal, also des Holozän. Chronologisch sind sie zwischen 11 200 und 11 000 B. P. cal. anzusetzen.

In Subzone 4f (5 Horizonte, 715–695 cm, durchschnittliche Pollenkonzentration 241 000 Körner je Milliliter) sinkt die Kiefer auf 60%, und die Birke steigt wieder auf 20%. Die Hasel steigt am Anfang auf 8% und erreicht am Ende 12%, und die Ulme entwickelt sich von 2 auf 5%. Die Kurven von Eiche (*Quercus*) und Linde (*Tilia*) sind noch diskontinuierlich. In Subzone 4g (2 Horizonte, 690–685 cm, durchschnittliche Pollenkonzentration 148 000 Körner je Milliliter) sinkt die Kiefer unter 50% und die Hasel steigt über 20%. Die Eichenkurve ist kontinuierlich mit etwa 1%. In Subzone 4h (6 Horizonte, 680–655 cm, durchschnittliche Pollenkonzentration 139 000 Körner je Milliliter) hat die Kiefer im Mittel 48%, die Birke 15%, die Hasel 23% und die Ulme 10%. Die Eiche erreicht 1–2%. Auch die Lindenkurve ist jetzt kontinuierlich bei etwa gleichen Werten. In Subzone 4i (7 Horizonte, 650–620 cm, durchschnittliche Pollenkonzentration 132 000 Körner je Milliliter) sinkt die Kiefer unter 40%, während die Hasel zwischen 20 und 32% liegt und die Eichenmischwaldsumme zwischen 10 und 17%. Innerhalb des Eichenmischwalds liegt nur die Ulme über 3% (9–13%). Die Subzonen 4f bis 4i entsprechen der Subzone *corylus-ulmus* der regionalen Pollenzone *Betula-Pinus 2* und damit dem mittleren, überwiegenden Teil der FIRBAS-Zone IV bzw. des Präboreal und sind absolut zwischen 11 000 und 10 500 B. P. cal. anzusetzen.

Pollenzone 5 (615–565) hat Kodominanz von Kiefer und Hasel und wird in drei Subzonen untergliedert: In Subzone 5a (2 Horizonte, 615–610 cm, durchschnittliche Pollenkonzentration 103 000 Körner je Milliliter) steigt die Hasel vorübergehend über 40% und wird prädominant vor der Kiefer, die weniger als 30% hat. Der Eichenmischwald bleibt wenig über 10% und ist etwas häufiger als die Birke. In 5b (6 Horizonte, 605–580 cm, durchschnittliche Pollenkonzentration 128 000 Körner je Milliliter) steigt die Kiefer nochmals auf 34 bis 46% und dominiert vor der Hasel, die 22 bis 33% hat. Eichenmischwald und Birke bleiben unverändert. Die Subzonen 5a und 5b entsprechen zusammen der regionalen Pollenzone *Betula-Corylus-Pinus* und damit der Endphase der FIRBAS-Zone IV bzw. des Präboreal, absolutchronologisch 10 500–10 200 B. P. cal.

In der Subzone 5c (3 Horizonte, 575–565 cm, durchschnittliche Pollenkonzentration 96 000 Körner je Milliliter) sinkt die Kiefer auf Werte um 30% und wird von der Hasel mit durchschnittlich 37% endgültig überflügelt. Der Eichenmischwald steigt auf über 15% und übertrifft endgültig die Birke. In Pollenzone 6 (7 Horizonte, 560–530 cm, durchschnittliche Pollenkonzentration 63 000 Körner

je Milliliter) liegt die Hasel mit durchschnittlich 38% vor der Kiefer mit durchschnittlich 32%. Die Birke fällt deutlich unter 10%, während der Eichenmischwald im Schnitt bei 16% liegt. Efeu (*Hedera helix*) setzt mit kontinuierlicher Kurve ein. Subzone 5c und Zone 6 entsprechen gemeinsam der Subzone *betula-pinus* der regionalen Pollenzone *Corylus 1* und stehen damit am Beginn der FIRBAS-Zone V bzw. des Boreal, was absolut 10 200–9900 B. P. cal. bedeutet.

Die Pollenzone 7 hat Hasel-Prädominanz und reicht von 525 bis 155 cm. Sie kann in 9 Subzonen unterteilt werden.

In Subzone 7a (11 Horizonte, 525–455 cm, durchschnittliche Pollenkonzentration 139 000 Körner je Milliliter) hat die Kiefer im Schnitt 15% und liegt damit nur wenig hinter dem Eichenmischwald, der durchschnittlich 21% aufweist. Hier steigt die Eiche auf knapp 10% und schließt zur Ulme auf. Die Hasel liegt bei 50%. Die zuvor sporadische bis diskontinuierliche Kurve der Esche (*Fraxinus excelsior*) wird subkontinuierlich. In Subzone 7b (14 Horizonte, 450–375 cm, durchschnittliche Pollenkonzentration 59 000 Körner je Milliliter) steigt der Eichenmischwald auf durchschnittlich 27% und die Linde hat meist um oder über 2%, während die Birke unter 5% absinkt. Die diskontinuierliche Kurve der Fichte beginnt. In Subzone 7c (3 Horizonte, 370–360 cm, durchschnittliche Pollenkonzentration 57 000 Körner je Milliliter) sinkt die Kiefer unter 10%. Die Subzonen 7a, 7b und 7c entsprechen zusammen der *ulmus*-Subzone der regionalen Pollenzone *Corylus 1* und dem mittleren Teil der FIRBAS-Zone V bzw. des Boreal, absolutchronologisch 9900–9500 B. P. cal.

In der Subzone 7d (5 Horizonte, 355–335 cm, durchschnittliche Pollenkonzentration 53 000 Körner je Milliliter) geht die Hasel vorübergehend auf wenig über 40% zurück und der Eichenmischwald erreicht mehr als 30%. Die Linde hat meist mehr als 3%. Die Esche ist noch diskontinuierlich, die Mistel (*Viscum album*) vorübergehend subkontinuierlich. In Subzone 7e (12 Horizonte, 330–275 cm, durchschnittliche Pollenkonzentration 72 000 Körner je Milliliter) hat die Hasel im Schnitt 58% und der Eichenmischwald 25%. Hier ist die Esche nun kontinuierlich, bleibt aber unter 1%, während die Linde 2–6% erreicht. In 7f (9 Horizonte, 270–230 cm, durchschnittliche Pollenkonzentration 93 000 Körner je Milliliter) erreicht die Hasel mit durchschnittlich 65% ihr Maximum, während der Eichenmischwald auf etwa 18% absinkt. Dieser Rückgang betrifft vor allem Ulme, die nur noch 6%, und Linde, die nur noch knapp 3% aufweist. Die Subzonen 7d, 7e und 7f verkörpern gemeinsam die *tilia*-Subzone der regionalen Pollenzone *Corylus 1* und damit den jüngsten Teil der FIRBAS-Zone V bzw. des Boreal, was der Zeit von 9500 bis 9200 B. P. cal. entspricht.

In Subzone 7g (5 Horizonte, 200–180 cm, durchschnittliche Pollenkonzentration 68 000 Körner je Milliliter) sinkt die Hasel im Mittel unter 60%, während der Eichenmischwald wieder gut 25% erreicht.<sup>25</sup> Die Eiche liegt über 10% und damit etwas höher als die Ulme. Die Linde erreicht im Mittel mehr als 5%, die Kiefer nur noch 5% und die Birke nur noch 3%. In Subzone 7h (3 Horizonte, 175–165 cm, durchschnittliche Pollenkonzentration 55 000 Körner je Milliliter) sinkt die Hasel unter 55% und der Eichenmischwald steigt auf über 30%, die Linde dabei auf mehr als 6%. Die Fichtenkurve (*Picea abies*) ist kontinuierlich. Die absolute Kurve der Rotbuche (*Fagus sylvatica*) beginnt. Die beiden Subzonen 7g und 7h entsprechen der regionalen Pollenzone *CQM1* und fallen in die FIRBAS-Zone VI bzw. ins frühe Atlantikum, was absolut 9200–8400 B. P. cal. entspricht.

In Subzone 7i (2 Horizonte, 160–155 cm, durchschnittliche Pollenkonzentration 33 000 Körner je Milliliter) sinkt die Hasel auf gut 40% und der Eichenmischwald steigt auf knapp 35%. Dabei steigt innerhalb der Subzone die Ulme von 7% auf fast 11%, während die Linde von knapp 10% auf 6% zurückgeht. Die Rotbuche hat kontinuierlich etwa 1%, die Erle (*Alnus glutinosa/incana*) gut 3%. Auch die Weißstannenkurve (*Abies alba*) ist erstmals kontinuierlich. Der Nichtbaumpollenanteil erhöht sich von unter 4% auf knapp 9% bzw. 7%. Darunter sind mit Getreide (*Cerealia*), Gerste-Typ (*Hordeum*-Typ), Weizen (*Triticum*-Typ), Gebautem Lein (*Linum usitatissimum*) und Spitzwegerich (*Plantago lanceolata*) eindeutige Kulturzeiger. Der Holzkohlegehalt ist stark erhöht und deutlich höher als in natürlichen Ablagerungen. Zur radiometrischen Altersbestimmung mit dem Teilchenbeschleuniger

25 Zwischen 230 und 200 cm Tiefe konnte wegen einer technisch bedingten Störung im Bohrkern kein Material untersucht werden.

wurde dieses Profilstück (Kerntiefe 144–169 cm) geschlämmt, Holzkohlen sowie botanische Großreste wurden ausgelesen.<sup>26</sup> Dabei wurden aus 245 ml Sediment neben einem halben Samen des Mittleren Nixkrautes (*Najas intermedia*) zwei unverkohlte Fruchtsteine der Himbeere (*Rubus idaeus*), drei unverkohlte Leinsamen (*Linum usitatissimum*), zwei ebenfalls unverkohlte Leinkapsel-Segmente, ein Fruchtstein-Fragment der Schlehe (*Prunus spinosa*), sowie ein verkohltes, nicht näher bestimmbares Getreidekorn (*Cerealia*) gefunden.

Aufgrund der großen Menge an Holzkohle, an Großresten von Kulturpflanzen und an Kulturzeigern im Pollendiagramm handelt es sich bei 7i um eine versülte und mit Seekreide vermischte Kulturschicht. Die stratigraphische Position und der Pollengehalt (Kodominanz Eichenmischwald-Hasel, Rotbuche unter 2% legen eine Zeitstellung ins Frühneolithikum nahe, was der erste sichere Beleg für eine linearbandkeramische Uferbesiedlung wäre.<sup>27</sup> Da es jedoch nicht auszuschließen war, daß es sich um einen Pfahlverzug der Pfyner Kulturschicht und damit um mehr als einen Meter aus der Kulturschicht im Hangenden nach unten verlagertes Material handelt, wurde die Zeitstellung durch ein Beschleunigerdatum überprüft. Das Ergebnis fiel eindeutig zugunsten der zweiten Möglichkeit aus: Ein konventionelles Alter von  $5005 \pm 55$  BP ergibt nach Kalibration mit dem OxCal-Programm im 2- $\sigma$ -Bereich ein siderisches Alter zwischen 3950 und 3660 B. C., was chronologisch der frühen bis mittleren Pfyner Kultur entspricht.

Pollenzone 8 (5 Horizonte, 150–130 cm, durchschnittliche Pollenkonzentration 94 000 Körner je Milliliter) ist durch Kodominanz Eichenmischwald-Hasel gekennzeichnet. Die Haselkurve sinkt zunächst unter 40% und steigt dann wieder etwas darüber. Der Eichenmischwald steigt von knapp unter auf knapp über 40%. Die Ulme liegt bei 12%, die Eiche knapp über 15%, die Linde bei 10% und die Esche bei 2%. Von der Rotbuche liegt nur ein Einzelfund im untersten Horizont vor. Die Erle hat etwa 3%. Die Nichtbaumpollenwerte sinken von 8% im untersten Horizont auf 5–6%. Pollenzone 7i und 8 entsprechen der alnus-fraxinus-Subzone der regionalen Pollenzone Quercetum mixtum und somit der FIRBAS-Zone VI (Spätphase) bzw. dem Mittleren Atlantikum. Absolutchronologisch ist das die Spanne von 8000 bis 7500 B. P. cal.

Pollenzone 9 hat wiederum Hasel-Prädominanz. In Subzone 9a (7 Horizonte, 125–95 cm, durchschnittliche Pollenkonzentration 47 000 Körner je Milliliter) liegt die Hasel durchschnittlich bei 57%, der Eichenmischwald bei 27%. Dabei hat die Ulme gut 10%, die Eiche knapp 10%, die Linde knapp 6% und die Esche etwa 1%. Die Fichte ist diskontinuierlich, die Weißtanne fehlt, und von der Rotbuche liegt nur ein Einzelfund vor. Der Erlenanteil liegt bei 1%. Kulturzeiger fehlen. In Subzone 9b (3 Horizonte, 90–80 cm, durchschnittliche Pollenkonzentration 37 000 Körner je Milliliter) sinkt die Hasel auf 47% und der Eichenmischwald steigt auf 37%. Im einzelnen steigt die Ulme auf 11%, die Eiche auf 14%, die Linde auf 7% und die Esche auf 2%. Die Fichte ist kontinuierlich, die Buche diskontinuierlich. Ohne Berücksichtigung der stratigraphischen Position ist Pollenzone 9 eine Wiederholung der Subzonen 7h und 7i, die mit CQM 1 bzw. QM af korreliert worden waren. 9b könnte wohl eine Fortsetzung von 8, also von QM af sein, zumal einem vorübergehenden Rückgang der ohnehin noch schwach vertretenen Schatthölzer nicht unbedingt eine stratigraphische Bedeutung zukommt.<sup>28</sup> Die Pollenzone 9a jedoch hat nach dem frühen Atlantikum keine Entsprechung in der regionalen Pollenstratigraphie. Rein biostratigraphisch betrachtet ist sie mit der Pollenzone CQM 1 zu korrelieren und somit ins frühe Atlantikum zu stellen. Das bedeutet inverse Lage zu den Schichten im Liegenden. Mit anderen Worten: Geht man davon aus, daß die Schichten nach oben jünger werden müssen, so ist 9a um mindestens 500 Jahre zu alt. Läßt man mögliche methodische Fehler außer Betracht, so bleiben zwei Erklärungsmöglichkeiten. Erstens wurden zwischen 125 und 95 cm ältere, anderweitig ausgeräumte Sedimente abgelagert, ohne daß diese Umlagerung am Sediment oder im Pollengehalt zu erkennen wäre; zweitens; Es kam gegen Ende des mittleren Atlan-

26 Für die Ausführung danke ich TANJA MÄRKLE.

27 Vgl. RÖSCH 1990 (Anm. 3) 51 ff.

28 Vorübergehende Zunahme von Rotbuche, Weißtanne, Fichte kann im Zusammenhang mit menschlichen Eingriffen ein Lichtungseffekt, nämlich erhöhter Fernfluganteil, oder auch Ausdruck vorübergehender, begrenzter Zunahme auf gestörten Flächen sein. Vgl. RÖSCH 1990 (Anm. 3) 51.

tikum in Wangen vorübergehend zu einer vom regionalen Trend abweichenden Vegetationsentwicklung, bei der die Hasel nochmals ein starkes Übergewicht erlangte. Auf menschliche Eingriffe als mögliche Ursache für eine solche Entwicklung liegen allerdings keine Hinweise vor.<sup>29</sup>

Pollenzone 10 ist durch Prädominanz des Eichenmischwaldes charakterisiert. In Subzone 10a (5 Horizonte, 75–55 cm, durchschnittliche Pollenkonzentration 39 000 Körner je Milliliter) hat die Hasel noch knapp 28% Anteil gegenüber 44% des Eichenmischwaldes. Die Ulme liegt im Mittel bei 14%, die Eiche bei 16%, die Linde über 10% und die Esche nunmehr über 3%. Die Fichte ist kontinuierlich mit Werten bis 2,8%, die Rotbuche subkontinuierlich, steigt aber nicht über 1%. Die Erle hat mehr als 5%. In Subzone 10b (3 Horizonte, 50–40 cm, durchschnittliche Pollenkonzentration 52 000 Körner je Milliliter, geht die Linde unter 7% zurück, und die Esche steigt auf über 6%. Fichte, Rotbuche und Weißtanne sind kontinuierlich, und die Erle erreicht mehr als 8%. Pollenzone 10 ist, wie 7i, 8 und vielleicht 9b, mit der *Alnus-fraxinus*-Subzone der regionalen Pollenzone *Quercetum-mixtum* zu korrelieren, fällt also noch in FIRBAS-ZONE VI bzw. ins Mittlere Atlantikum, und somit zwischen 8000 und 7500 B. P. cal., wobei exakte Zeitstellung und Dauer wegen der oben dargestellten stratigraphischen Probleme schwer zu ermitteln sind.

Pollenzone 11 (ein Horizont, 35 cm, Pollenkonzentration 25 000 Körner je Milliliter) hat zwar auch Hasel-Prädominanz, doch hat die Rotbuche 8% und die Erle über 20%, wogegen Ulme und Linde auf etwa 3% abgesunken sind. Daher entspricht diese Pollenzone der regionalen Pollenzone *Corylus-Quercetum-mixtum* 2, und zwar vermutlich der *corylus*-Subzone, die etwa zwischen 5850 und 5800 B. P. cal. anzusetzen ist. Dies ist, je nach Ansatz, eben noch in FIRBAS-ZONE VII oder bereits in VIII, chronostratigraphisch am Ende des Späten Atlantikum.<sup>30</sup> In jedem Fall klafft zwischen Zone 10 und 11 ein Hiatus von mindestens 1700 Jahren, weil die regionalen Pollenzone *Quercetum-mixtum-Fagus* und die angrenzenden Subzonen vollständig fehlen.

Pollenzone 12 (2 Horizonte, 30–25 cm) hat bei sehr geringer Pollen- (1700 Körner je Milliliter) und extrem hoher HolzkohleKonzentration Kodominanz von Getreidepollen und Süßgräsern. Der Gehölzpollenanteil liegt unter 50%. Hier überwiegt Hasel vor dem Eichenmischwald. Die Rotbuche ist selten und subkontinuierlich, ebenso die Linde. Die Ulme liegt, bezogen auf die Baumpollensumme, noch knapp über 5%. Zwar ist die stratigraphische Korrelation von Pollenspektren aus künstlichen Ablagerungen – und hier handelt es sich mit Sicherheit um eine solche, nämlich um eine der Pfyner Kulturschichten – schwierig und nicht unproblematisch.<sup>31</sup> Dennoch scheint die Korrelation mit der regionalen Pollenzone *Corylus-Quercetum-mixtum* naheliegend. Welcher ihrer fünf Subzonen die Pollenzone 12 entspricht, ist schwieriger zu beantworten. Aufgrund der geringen und

29 In diesem Fall wäre eine Zunahme von Pioniergehölzen wie Hasel und Birke unmittelbar nach Ende der Eingriffe zu erwarten gewesen, gefolgt von einer Sukzession zurück zum Halbschatt-/Schattholzwald, und das innerhalb weniger Baumgenerationen. All dies ist nicht zu beobachten. – Vgl. H. MÜLLER, Pollenanalytische Untersuchung eines Quartärprofils durch die spät- und nacheiszeitlichen Ablagerungen des Schleinsees (Südwestdeutschland). Geol. Jahrb. 79, 1962, 506 ff.

30 Eine eindeutige Festlegung der Grenze VII/VIII nach FIRBAS ist im Gebiet schwierig: Wählt man die Massenausbreitung der Buche als Kriterium, so beginnt VIII 6000 B. P. bzw. 6900 B. P. cal. und somit viel früher als in fast allen übrigen Gebieten Mitteleuropas. Wählt man den finalen Ulmenfall als Grenzkriterium VII/VIII, so fällt diese Grenze auf 5300 B. P. oder 6100 B. P. cal., was besser mit dem übrigen Mitteleuropa übereinstimmt, aber immer noch deutlich früher liegt als das von FIRBAS ursprünglich veranschlagte Alter von 4500 B. P. Dabei ist allerdings zu bedenken, daß sich FIRBAS weder auf eine radiometrische Altersbestimmung noch auf Dendrochronologie stützen konnte. Schließlich könnte man den Beginn von VIII auch mit dem Beginn der erstmaligen Rotbuchen-Prädominanz, also mit dem Beginn des Anstiegs zum *Fagus*-Gipfel der regionalen Pollenzone F 1, gleichsetzen, was ein Alter von 4850 B. P. bzw. 5850 B. P. cal. ergäbe. – Vgl. G. LANG, Die Vegetation des westlichen Bodenseegebietes (Stuttgart, New York 1990) 142 ff. – FIRBAS (Anm. 20) 50 f. – BEHRE et al. (Anm. 18) 531 f. – RÖSCH 1993 (Anm. 5) 222 f.

31 Die Gehölzpollenanteile werden nicht nur durch die großen Mengen künstlich eingetragener Nichtbaumpollen rechnerisch herabgedrückt, sondern es ist auch durch künstlichen und selektiven Eintrag von Gehölzpollen, zum Beispiel von blühenden Zweigen, mit Verzerrungen zu rechnen. Aufgrund der niedrigen Baumpollensumme sind die ermittelten Anteile zudem mit großer statistischer Unsicherheit behaftet. Diese Einschränkungen sind bei den nachfolgenden Versuchen einer pollenstratigraphischen Konnektierung und Datierung in Rechnung zu stellen.

nach oben abnehmenden Rotbuchenwerte scheiden die späten Subzonen *tilia* und *fagus* aus, aufgrund des Übergewichts von *Corylus* über den Eichenmischwald die erste Subzone *betula*-*emw.* Somit kommen nur die beiden Subzonen *corylus* oder *corylus*-*betula* in Frage, wobei die letztere wahrscheinlicher ist, weil die erste schon für die lokale Pollenzone 11 reklamiert wurde und die sehr niedrigen Rotbuchenwerte doch eher für *corylus*-*betula* sprechen. Demnach wäre die Pollenzone 12 zwischen 5800 und 5700 B. P. cal. zu datieren. Die Proben im Hangenden oberhalb 25 cm – ebenfalls Pfyner Kulturschicht – wurden nicht ausgewertet, weil die Pollenführung zu gering war und weil Pollenanalysen an den Kulturschichten von Wangen in größerem Umfang bereits von LIESE-KLEIBER vorgenommen wurden.<sup>32</sup> Ein Alter der Schicht zwischen 5800 und 5700 B. P. cal. bzw. im 38. Jahrhundert vor Christi bedeutet, daß es sich um die mittlere Pfyner Kulturschicht in Wangen handeln muß.<sup>33</sup> Eine dendrochronologische Datierung dieser Schicht gelang bisher nicht. Sie fällt offenbar in eine Phase zwischen 3800 und 3600 B. C. cal., in der vorwiegend schnell gewachsene und daher jahrringarme, nicht datierbare Stockausschläge verbaut wurden.<sup>34</sup> Insgesamt 14 <sup>14</sup>C-Daten aus dieser Kulturschicht streuen zwischen 5125 ± 45 B. P. und 4910 ± 40 B. P. Aufgrund des in diesem Bereich ungünstigen, wigggle-reichen Verlaufs der Kalibrationskurve ergibt sich nach Kalibration die breite Zeitspanne zwischen 3973 und 3649 B. C. cal.<sup>35</sup> Die – mit Vorbehalt erfolgte – pollenstratigraphische Datierung der Kulturschicht 2 von Wangen zwischen 3800 und 3700 B. C. cal., also in die mittlere Phase der Pfyner Kultur,<sup>36</sup> stellt demnach den bislang genauesten Ansatz einer zeitlichen Einordnung dar.

### 3.2 Florengeschichtliche Anmerkungen

Die Vegetationsgeschichte des westlichen Bodenseegebietes ist schon mehrfach dargestellt und diskutiert worden,<sup>37</sup> und die dort beschriebenen Entwicklungen vom Spätglazial bis zum mittleren Holozän werden durch das vorliegende Pollenprofil bestätigt. Nachfolgend sollen daher nur einige bemerkenswerte Pollentypen in ihrer paläoökologischen Bedeutung gewürdigt werden. Namensgebend für die Kaltphasen des Spätwürm wurde die Silberwurz (*Dryas octopetala*), eine arktisch-alpine Pflanze alpiner Felsrasen, die heute in Deutschland auf die bayerischen Alpen und ihr Vorland beschränkt ist, deren charakteristisch gekerbte Blätter aber schon früh in spätglazialen Ablagerungen außerhalb ihres heutigen Areals, auch in Südwestdeutschland gefunden wurden.<sup>38</sup> In Wangen liegen mehrere Pollenfunde aus dem Präboreal vor. Ebenfalls eine arktisch-alpin verbreitete Pflanze ist der Dornige Moosfarn (*Selaginella selaginoides*), dessen Sporen in Wangen diskontinuierlich zwischen dem Bölling und dem Atlantikum auftreten. Er wächst heute in subalpinen und alpinen Magerrasen der bayerischen Alpen und hat in Südwestdeutschland nur noch ein isoliertes Vorkommen am Feldberg.<sup>39</sup> Eine dritte arktisch-alpine Pflanze, die hier erwähnt werden muß, hatte ein anderes Schicksal.

32 LIESE-KLEIBER 1985; 1987 (Anm. 4)

33 SCHLICHTERLE 1988 (Anm. 9) 30 ff. bezeichnet diese besonders großflächig erhaltene Schicht als Schicht B, während SCHLENKER (Anm. 12) 57 von Kulturschicht 2 spricht.

34 A. BILLAMBOZ, Das Holz der Pfahlbausiedlungen Südwestdeutschlands. Jahrringanalyse aus archäodendrologischer Sicht. Ber. RGK 71, 1990, 204.

35 SCHLENKER (Anm. 12) Teil III Tab. 2. – Das Beschleunigerdatum aus der verlagerten Kulturschicht in 160–155 cm Tiefe liegt mit 5005 ± 55 genau in der Mitte des durch die Radiocarbonaten insgesamt absteckten Altersbereichs.

36 H. SCHLICHTERLE, Ödenahlen – eine jungneolithische Siedlung der ‚Pfyner-Altheimer Gruppe Oberschwabens‘ im nördlichen Federseeried. In: Siedlungsarchäologie im Alpenvorland III. Forsch. u. Ber. Vor- u. Frühgesch. Baden-Württemberg 46 (Stuttgart 1995) 87.

37 LANG (Anm. 30). – Rösch (Anm. 3).

38 E. OBERDORFER, Pflanzensoziologische Exkursionsflora (Stuttgart 1990) 545. – H. HAEUPLER/P. SCHÖNFELDER, Atlas der Farn- und Blütenpflanzen der Bundesrepublik Deutschland (Stuttgart 1989) 254. – LANG (Anm. 30) 148.

39 OBERDORFER (Anm. 38) 68. – HAEUPLER/SCHÖNFELDER (Anm. 38) 92. – O. SEBALD/S. SEYBOLD/G. PHILIPPI, Die Farn- und Blütenpflanzen Baden-Württembergs Bd. 1 (Stuttgart 1990) 70 f.

Es wurden im Profil mehrfach im Spätglazial und Präboreal Steinbrech-Pollenkörner gefunden, die sich drei verschiedenen Typen zuordnen ließen.<sup>40</sup> Neben dem häufigen *Saxifraga stellaris*-Typ und dem *Saxifraga granulata*-Typ trat in der Jüngeren Dryas auch der *Saxifraga oppositifolia*-Typ auf, der die drei nordalpin verbreiteten Arten *Saxifraga paniculata*, *aizoides* und *oppositifolia* (Trauben-Steinbrech, Bach-Steinbrech und Gegenblättriger Steinbrech) einschließt. Alle drei sind heute im Bodenseegebiet erloschen. Vom Gegenblättrigen Steinbrech (*Saxifraga oppositifolia*) war nach der Eiszeit eine auf den Bodensee beschränkte Unterart entstanden, der Bodensee-Steinbrech (*Saxifraga oppositifolia* ssp. *amphibia* [Sünd.] Br.-Bl.), der in den Strandlingsrasen der oligotrophen Kiesufer vor allem im Frühjahr mit seinen Blüten für rote Farbtupfer sorgte.<sup>41</sup> Die Art gilt spätestens seit 1978 als verschollen. Sporadisch tritt zwischen Präboreal und Atlantikum der Österreiche Rippensame (*Pleurospermum austriacum*) auf, eine montan bis subalpin verbreitete Hochstaude thermophiler Säume, Auenwälder oder Staudenhalden.<sup>42</sup> Er fehlt heute im Bodenseegebiet. Seine nächstgelegenen Vorkommen sind auf der Südwestalb und entlang der Iller.<sup>43</sup>

Von den Pioniergehölzen des Bölling-Interstadials ist heute am Bodensee wenig geblieben: Der Wacholder hat sich auf anthropogene Sekundärstandorte zurückgezogen, die Spalierweiden in die Alpen, und auch Sanddorn (*Hippophaë rhamnoides*) und Deutsche Tamariske (*Myricaria germanica*) sind aus dem Bodenseegebiet verschwunden und haben nur noch zerstreute Vorkommen auf Flußschottern oder in Kiesgruben im Alpenvorland.<sup>44</sup> Aufgrund von Pollenfunden bis ins frühe Boreal kann man annehmen, daß auch die Zirbelkiefer (*Pinus cembra*), heute vor allem an der zentralalpiner Waldgrenze vorkommend, damals auch in den tieferen Lagen des Alpenvorlandes wuchs. Sie mußte zu Beginn des Holozän offenbar vor dem Konkurrenzdruck der einwandernden Laubgehölze in die subalpine Stufe der Zentralalpen ausweichen.<sup>45</sup>

Seit langem gelten Stechpalme (*Ilex aquifolium*), Efeu (*Hedera helix*) und Mistel (*Viscum album*) als Zeugen wärmeren Klimas im frühen und mittleren Holozän, weil sie in Gegenden nachgewiesen wurden, wo sie heute aus klimatischen Gründen fehlen.<sup>46</sup> Zwar ist dies am Bodensee nicht der Fall, doch gibt ihr Auftreten im Pollendiagramm dennoch zu einigen Überlegungen Anlaß. Die Mistel ist ab dem späten Präboreal diskontinuierlich erfaßt. Dieses späte Auftreten nach dem Kiefernmaximum läßt vermuten, daß es sich nicht um die Kiefernmistel (*Viscum album* ssp. *laxum*) handelt, sondern um die Laubholzmistel (*Viscum album* ssp. *album*). Von der Stechpalme wurde lediglich ein Einzelkorn im frühen Atlantikum gefunden. Die Art besitzt heute am Bodensee ein isoliertes Teilareal östlich ihres Hauptareals.<sup>47</sup> Sie konnte im Boreal und frühen Atlantikum ihre östliche Arealgrenze geringfügig überschreiten.<sup>48</sup> Die wilde Weinrebe (*Vitis vinifera* var. *sylvestris*), die heute noch letzte Reliktorkommen in den Rheinauen zwischen Karlsruhe und Mannheim hat, ist in Wangen sporadisch im Boreal und Atlantikum nachgewiesen. In jüngeren Ablagerungen läßt sich die Art im Gebiet bis zum Beginn des Subatlantikum verfolgen. Danach scheint sie verschwunden zu sein. Erneute Nachweise ab dem mittleren Subatlantikum werden mit der Rebenkultur, also mit *Vitis vinifera* L. ssp. *vinifera* in Zusammenhang gebracht.<sup>49</sup> Das Fehlen von Samen in den prähistorischen Ufersiedlungen spricht gegen eine Nutzung der wilden Weinrebe.

Von den Schatthölzern ist die Fichte (*Picea abies*) in Wangen als erste faßbar, und zwar bereits im späten Präboreal. Die Kurve wird im Boreal subkontinuierlich und im Atlantikum kontinuierlich. Die höchsten Werte mit knapp 3% werden im mittleren Atlantikum (Pollenzone 10 a) erreicht.

40 Bestimmung nach W. PUNT/G. C. S. CLARKE, The Northwest European Pollen Flora Bd. 2 (Amsterdam 1980) 31 ff.

41 LANG (Anm. 30) 107 ff. – SEBALD u. a. (Anm. 39) Bd. 3, 1992, 262 ff.

42 OBERDORFER (Anm. 38) 705.

43 SEBALD et al. (Anm. 39) Bd. 4, 1992, 260.

44 Ebd. Bd. 2, 1990, 110 ff.; Bd. 4, 1992, 67 f.

45 G. LANG, Quartäre Vegetationsgeschichte Europas (Jena, Stuttgart, New York 1994) 152.

46 J. IVERSEN, *Viscum, Hedera and Ilex as Climate Indicators*. Geol. Fören. Förhandl. 66 (Stockholm 1944) 463 ff.

47 SEBALD et al. (Anm. 39) Bd. 4, 1992, 82.

48 LANG (Anm. 45) 166 ff.

49 RÖSCH 1983 (Anm. 3) 105.

Auch in jüngeren Ablagerungen bleibt die Fichte im Bodenseegebiet im allgemeinen unter 5%. Höhere Werte erreicht sie erst im jüngeren Subatlantikum mit dem Beginn der künstlichen Fichtenpflanzungen. Als Vorposten des natürlichen Fichtenareals gelten einmal der südliche Schwarzwald, wo die Fichte ab dem Subboreal beigemischt in hochmontanen Weißtannen-Buchen-Wäldern und an Moorrändern vorkam, sowie das Oberschwäbische Alpenvorland mit Vorkommen in Moorrand-Wäldern.<sup>50</sup> Am westlichen Bodensee besteht eine Areallücke, die über das westliche und nördliche Oberschwaben und die Schwäbische Alb mit dem großen von Natur aus fichtenfreien Gebiet des westlichen, mittleren und nördlichen Mitteleuropa zusammenhängt.<sup>51</sup> Die Pollenfunde im Gebiet vor dem späten Subatlantikum dürften daher auf Ferntransport – unter Umständen auch auf dem Wasserweg – vor allem aus dem Alpenraum zu erklären sein.

Vom Buchsbaum (*Buxus sempervirens*) liegt ein Einzelfund aus dem Boreal vor. Das heutige subatlantisch-submediterrane Areal erreicht am Hochrhein östlich von Basel seine äußerste Nordwestgrenze. Weitere Einzelpollenfunde am Bodensee und in den Vogesen deutlich nördlich bzw. östlich der heutigen Arealgrenze datieren bereits ins Boreal bzw. frühe Atlantikum und werden als Vorposten des sich langsam erweiternden Areals gedeutet, die nach dem holozänen Klimaoptimum wieder verlorengingen.<sup>52</sup> Grundsätzlich ist jedoch Ferntransport nicht auszuschließen.

Ähnlich gelagert ist die Problematik bei der Kornelkirsche (*Cornus mas*), deren vorwiegend südosteuropäisches Areal am Alpenostrand endet. Westlich und nördlich davon hat es nur noch vereinzelte Vorposten, zum Beispiel am Oberrhein, Main und im mitteldeutschen Trockengebiet. Der entomogame Strauch ist im Pollenniederschlag nur schwach vertreten, weshalb die Verbreitungsgeschichte anhand von Pollendiagrammen schwer zu beurteilen ist. Fruchtstein-Funde in der Ufersiedlung Hornstaad-Hörnle I (um 3900 B. C. cal.) wurden als Import gedeutet.<sup>53</sup> Die aufgrund von ins Subboreal datierenden Pollenfunden und arealgeschichtlichen Erwägungen formulierten Zweifel an dieser Ansicht<sup>54</sup> werden nun durch einen weiteren Pollenfund in Wangen aus dem Boreal bestätigt. Vermutlich hatte die Kornelkirsche bis zum Atlantikum ihr Areal – vermutlich in Gestalt disjunkter Vorposten – weiter nach Westen und Norden vorgeschoben und dabei auch das Bodenseegebiet erreicht. Ob für den späteren Rückzug aus diesen Vorposten Klimaverschlechterungen, die Schattholzausbreitung oder menschliche Eingriffe verantwortlich sind, sei dahingestellt.

### 3.3 Zum holozänen Sedimentationsgeschehen in der Wangener Bucht

Siedlungstopographisch stellt Hornstaad eine völlig andere Situation dar als Wangen. Dort erfolgte die Besiedlung auf einer Landzunge auf Seekreiden, die nur in geringer Mächtigkeit dem Beckenton auflagen und deren Bildung schon lange vor der Besiedlung zum Stillstand gekommen war. Die Seekreidebildung hatte sich zum Besiedlungszeitpunkt in die tieferen Wasserpartien weiter seewärts verlagert.<sup>55</sup> Im Gegensatz dazu erfolgte zwar auch in Wangen die Besiedlung auf Seekreide, deren

50 H. SCHMIDT-VOGT, Die Fichte. Bd. 1, Taxonomie, Verbreitung, Morphologie, Ökologie, Waldgesellschaften (Hamburg, Berlin 1987) 207 ff. – LANG (Anm. 45) 142 f. – Das natürliche Vorkommen der Fichte in Oberschwaben wird zum Beispiel durch Nadeln aus Ufersiedlungen der Schussenrieder und Pfyn-Alzheimer Kultur (ca. 6000 B. P. cal.–5600 B. P. cal.) am Steger See bei Aulendorf untermauert (RÖSCH, in Vorber.).

51 Bisherige Nachweise der Fichte durch Großreste erwiesen sich als zu jung, um natürliches Vorkommen zu postulieren, zum Beispiel Nadeln aus Pfahlverzügen aus einem Pfahlfeld der Horgener Kultur in Hornstaad, die zwischen 1210 und 1660 A. D. datierten; vgl. M. RÖSCH, Botanische Untersuchungen an Pfahlverzügen der endneolithischen Ufersiedlung Hornstaad-Hörnle V am Bodensee. In: Siedlungsarchäologie im Alpenvorland II (Anm. 4) 329 f.

52 S. WEGMÜLLER, Zur Ausbreitungsgeschichte von *Buxus sempervirens* L. im Spät- und Postglazial in Süd- und Mitteleuropa. Diss. Bot. 72 [Festschrift M. Welten] (Vaduz 1984) 339 f.

53 J. HOFSTATT/U. MAIER, Handelsbeziehungen während des Jungneolithikums im westlichen Bodenseeraum am Beispiel der Fundplätze Mooshof und Hornstaad-Hörnle IA. Arch. Korrb. 29, 1999, 21 ff.

54 M. RÖSCH, Kornelkirsche. RGA<sup>2</sup> 17, 2000, 258.

55 RÖSCH 1997 (Anm. 5) 553 ff.

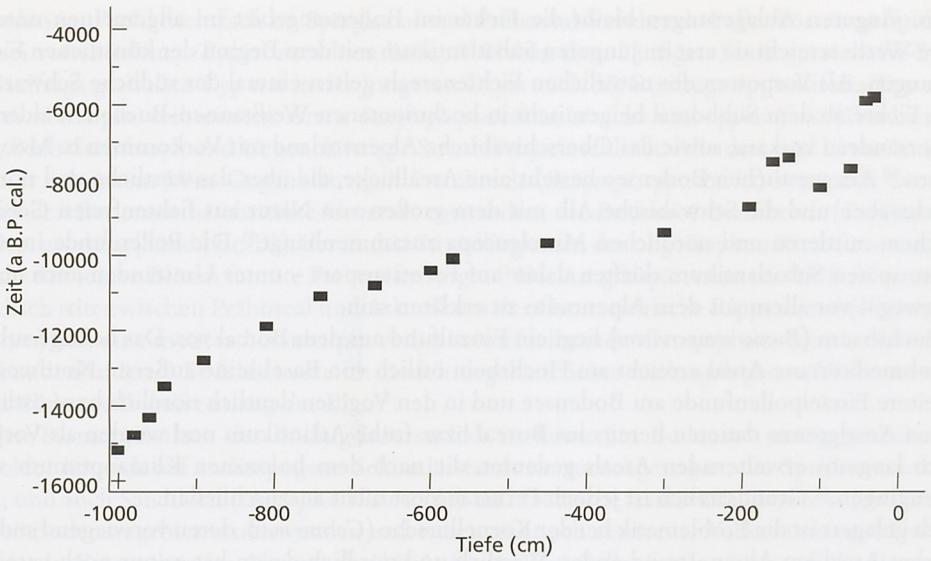


Abb. 2 Zeit-Tiefe-Diagramm.

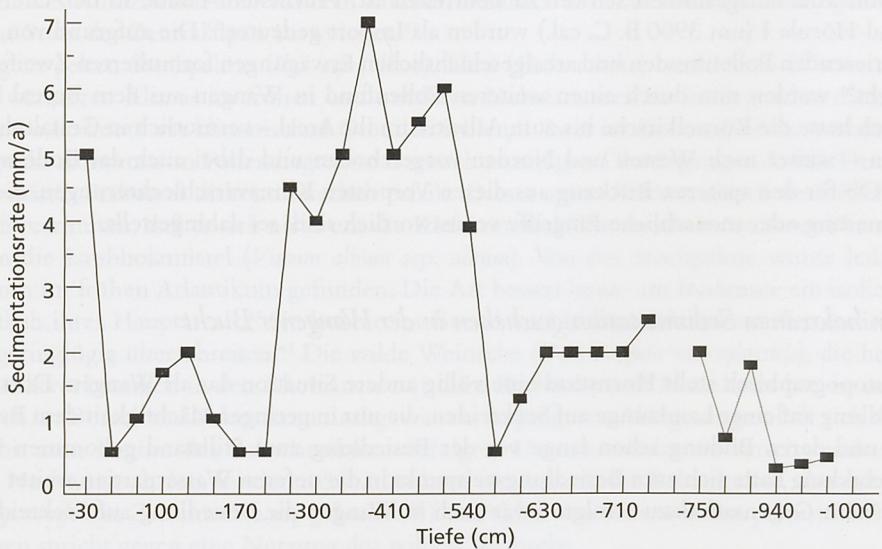


Abb. 3 Sedimentationsrate-Tiefe-Diagramm.

weiteres Wachstum wegen zu geringer Wassertiefe bereits zum Stillstand gekommen war, doch hatte sie bis dato eine Schichtmächtigkeit von mehr als acht Metern erreicht. Die einzelnen Etappen dieses Höherwachstums des Seebodens, hauptsächlich aufgrund biogener Kalkfällung, lassen sich über die pollenstratigraphische Datierung des Profils zeitlich fassen. So stellt Abbildung 2 als Zeit-Tiefe-Diagramm die Beziehung zwischen der Höhenlage im Sediment und seinem Alter her, während in Abbildung 3 die Sedimentationsrate gegen die Tiefe aufgetragen ist. In Tabelle 2 (Beil. 1) sind die lokalen Pollenzonen mit der regionalen Pollenstratigraphie in zeitlinearer Darstellung korreliert, wodurch die ‚Fehlzeiten‘ des Profils klar hervortreten.

Für die basale Pollenzone Poaceae-Pinus kann mangels exakter Datierung keine Sedimentationsrate angegeben werden. Aufgrund der sehr geringen Pollenkonzentration kann jedoch eine sehr hohe Sedimentationsrate für den glazialen Beckenton vermutet werden, unter Umständen viele Zentimeter pro Jahr, wenn auch der jährliche Pollenniederschlag der subarktischen Steppenrasen viel geringer gewesen sein dürfte als der einer Waldlandschaft. In den Pollenzonen Juniperus, Betula sowie in der betula-Subzone der Pinus-Zone, zusammen dem Bölling und Alleröd entsprechend, ist die Sedimentationsrate mit etwa 0,3 mm/a gering, eine Folge des drastischen Rückgangs der klastischen Sedimentation, die durch die geringe organische Sedimentation und biogene Kalkfällung nicht kompensiert werden kann. In der frühen Phase der Jüngerer Dryas (juniperus-Subzone der Pinus-Zone) steigt die Sedimentationsrate, wohl aufgrund erhöhten klastischen Eintrags, auf 1,7 mm, sinkt aber in der längeren späten Phase (pinus-Subzone der Pinus-Zone) wieder auf 0,7 mm. Am Ende des Spätwürm hatte sich – ausgehend von der Oberfläche des Beckentons – die Wassertiefe an der Bohrstelle durch Sedimentablagerung bereits um mehr als 2 m vermindert.

Während des gesamten Präboreals werden erneut knapp 2 m Sediment abgelagert, was eine Jahresrate von etwa 2 mm bedeutet. Die biogene Kalkfällung findet also bereits in vollem Umfang statt. Eine geringfügig verminderte Sedimentationsrate im späten Präboreal und frühen Boreal könnte unter Umständen ein Hinweis auf einen höheren Seespiegel sein.<sup>56</sup> Im folgenden, wesentlich längeren Rest des Boreal werden dagegen mehr als drei Meter Sediment gebildet, was einer Jahresrate von mehr als 3 mm entspricht: Die Verlandung ist an der Profilstelle so weit fortgeschritten, daß ‚die Halde darüber wandert‘. Nach Abschluß dieses raschen, hauptsächlich allochthonen Sedimentationsprozesses am Beginn des Atlantikum geht die Sedimentationsrate stark zurück. Bei einer verbliebenen Wassertiefe von 2 m, bezogen auf den heutigen mittleren Niederwasserstand, dürften zwar optimale Bedingungen für Makrophytenwachstum und biogene Kalkfällung geherrscht haben, doch wird die Masse des absinkenden Materials über die Halde seewärts verfrachtet, um dort am Haldenfuß ähnlich hohe Sedimentationsraten zu bewirken wie zuvor an der Profilstelle. Im frühen Atlantikum sinkt die Sedimentationsrate auf 0,5 mm pro Jahr und kommt dann zum Erliegen: Die regionalen Pollenzonen Corylus-Quercetum-mixtum 1 und Quercetum mixtum sind nämlich nur rudimentär vertreten. Zwischen 8800 und 7500 B. P. cal. klafft ein Hiatus von 1300 Jahren. Danach wird zwischen 7500 und 7000 B. P. cal., wohl aufgrund eines höheren Seespiegels,<sup>57</sup> nochmals etwa 1 m Seekreide gebildet. Anschließend findet zwischen 7000 B. P. cal. und 5900 B. P. cal. wiederum keine Sedimentbildung statt. Dann kommt es nochmals für kurze Zeit zu einer Seekreideablagerung und anschließend zur Besiedlung des Platzes, verbunden mit der Bildung einer Kulturschicht. Jüngere Ablagerungen fehlen.

#### *Schlagwortverzeichnis*

Westlicher Bodensee; neolithische Ufersiedlungen; Pollenanalyse; Seekreidebildung; Spätglazial; Holozän; Florengeschichte.

#### *Anschrift des Verfassers*

Univ. Doz. Dr. MANFRED RÖSCH  
Landesdenkmalamt Baden-Württemberg  
Fischersteig 9  
78343 Hemmenhofen

Email: manfred.roesch@lda.bwl.de

56 RÖSCH 1997 (Anm. 5) 554 ff.

57 Ebd. 558 f.