

# Anthropogener Landschaftswandel in Mitteleuropa während des Neolithikums

Beobachtungen und Überlegungen zu Verlauf und möglichen Ursachen\*

Von Manfred Rösch

*Schlagwörter: Mitteleuropa / Neolithikum / Naturräumliche Ausstattung, Umweltrekonstruktion / Pollenanalysen*

*Keywords: Central Europe / Neolithic ages / Reconstruction of environment / Pollen analysis*

*Mots-clé: Europe centrale / Néolithique / Environnement, Reconstitution de l'environnement / Analyses polliniques*

## Einleitung

Produzierende Wirtschaft mit agrarischer Pflanzenproduktion und Tierhaltung kennzeichnen das Neolithikum. Beides entwickelte sich in semiaridem Klima in einer Landschaft ohne geschlossene Bewaldung<sup>1</sup>. Der Transfer in eine Waldlandschaft wie Mitteleuropa im Atlantikum bedingte deren Umgestaltung. Das Ausmaß der Entwaldung und die Bestandsveränderung der Wälder läßt sich am Pollendiagramm ablesen<sup>2</sup>. Botanische Großreste, vor allem Früchte und Samen aus archäologischen Bodenbefunden, ergänzen die Aussagen der Pollenanalyse hinsichtlich der früheren Landnutzung. Sie liefern Kulturpflanzenspektren und einen recht genauen Einblick in die lokale Vegetation, vor allem der Äcker und des Siedlungsumfelds, sind aber in ihrer zeitlichen und räumlichen Aussage äußerst begrenzt. Um eine längerfristige Entwicklung für einen größeren Raum zu erfassen, muß eine große Zahl von Fundplätzen bearbeitet werden. Die nachfolgenden Ausführungen stützen sich auf Pollenanalysen und botanische Groß-

---

\* Erweiterte Fassung eines Vortrags, gehalten beim Deutschen Archäologenkongress in Heidelberg 1999.

<sup>1</sup> Naturräumliche Rahmenbedingungen und sozioökonomische Konsequenzen dieser Entwicklung wurden andernorts bereits ausführlich dargestellt, z.B. von J.R. CALDWELL, *Cultural Evolution in the Old World and the New, Leading to the Beginnings and Spread of Agriculture*. In: C.A. Reed (ed.), *Origins of Agriculture* (Den Haag, Paris 1977) 77ff. – H.E. WRIGHT, *Environmental Change and the Origin of Agriculture in the Old and New Worlds*. Ebd. 281ff. – J.R. HARLAN, *The Origins of Cereal Agriculture in the Old World*. Ebd. 357ff. – H. JANKUHN, *Vor- und Frühgeschichte. Vom Neolithikum bis zur Völkerwanderungszeit*. In: G. Franz (Hrsg.), *Deutsche Agrargeschichte 1* (Stuttgart 1969) und neuerdings von J. LÜNING U. A., *Deutsche Agrargeschichte. Vor- und Frühgeschichte* (Stuttgart 1997).

<sup>2</sup> In kontinuierlich gewachsenen Ablagerungen lassen sich bei entsprechend enger Beprobung Vegetationsveränderungen im Dezenniums-Maßstab über längere Zeit verfolgen, wobei allerdings der betroffene Raum ebenso unscharf erfaßt wird wie die Vegetation. Viele Pflanzenarten haben nämlich kaum Nachweischancen, weil sie nicht windblütig sind, weil ihr Pollen nicht sicher identifizierbar ist und weil die unterschiedliche Pollenproduktion und -verbreitung kaum Rückschlüsse auf die tatsächliche Häufigkeit einer Pflanze zuläßt. Vgl. auch F. FIRBAS, *Spät- und nacheiszeitliche Vegetationsgeschichte Mitteleuropas nördlich der Alpen I. Allgemeine Waldgeschichte* (Jena 1949) 16ff.

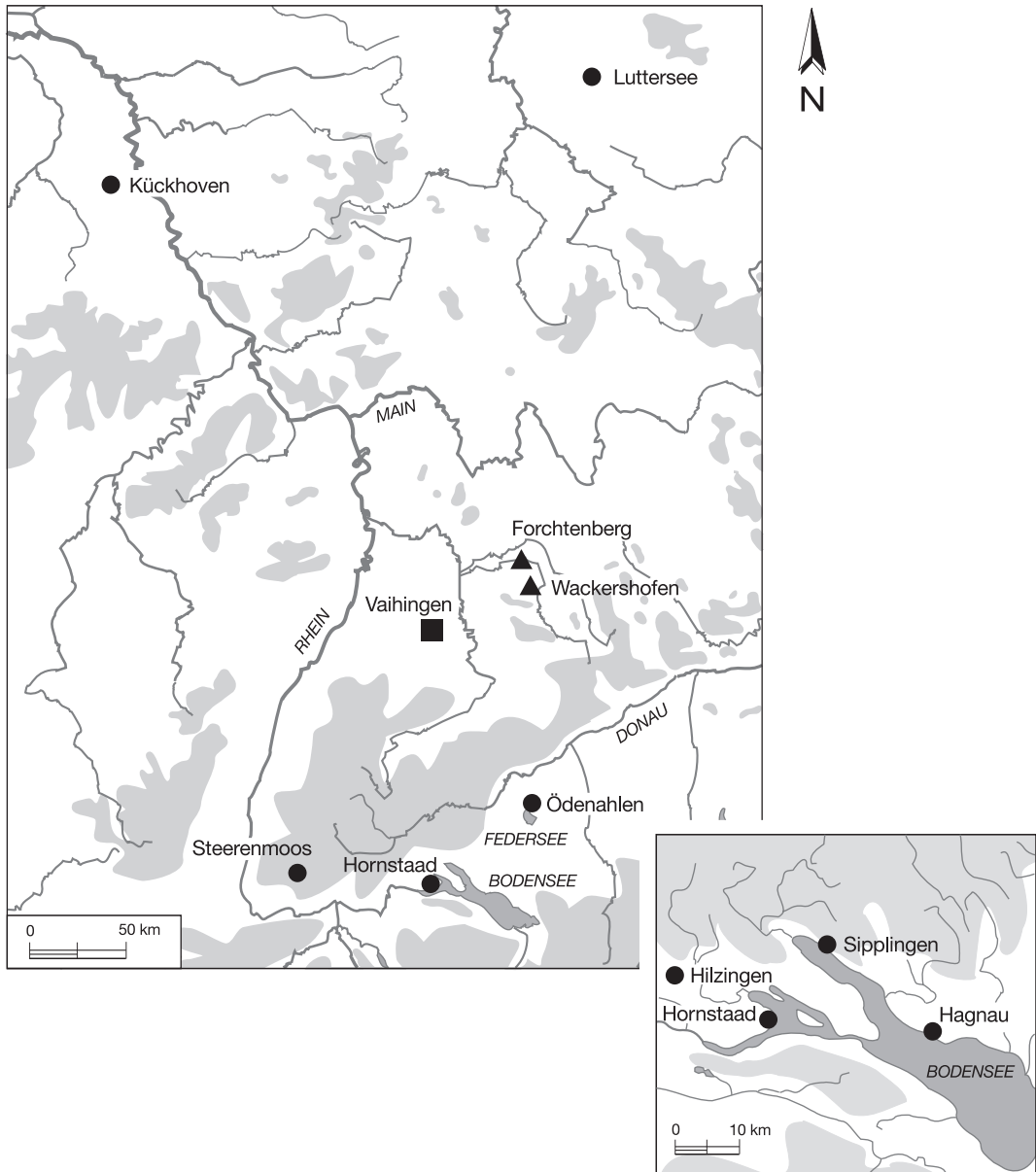


Abb. 1. Die Lage der vorgestellten Fundplätze (Quadrat) und Pollenprofile (Kreise) sowie der Anbauversuche (Dreiecke). Die Feuchtboden-Fundplätze am Bodensee und in Oberschwaben sind nicht einzeln aufgeführt. – Graphik: K. Ruppel, RGK.

restuntersuchungen aus dem Bodenseegebiet, aus Oberschwaben, dem Schwarzwald, dem Neckarland, dem Rheinland und dem Eichsfeld (*Abb. 1*). Neben eigenen Arbeiten wurden dabei Untersuchungen anderer Autoren ausgewertet<sup>3</sup>.

<sup>3</sup> H.-J. BEUG, Vegetationsgeschichtliche Untersuchungen über die Besiedlung im Unteren Eichsfeld, Landkreis Göttingen, vom frühen Neolithikum bis zum Mittelalter. Neue Ausgr. u. Forsch. Niedersachsen 20 (Hildesheim 1992) 261–339. – K.-H. KNÖRZER, Botanische Untersuchungen am bandkeramischen Brunnen von Erkelenz-Kückhoven. In: H. Koschik (Hrsg.), Brunnen der Jungsteinzeit. Mat. Boden-

## Die standörtlichen Rahmenbedingungen für agrarische Pflanzenproduktion

Um Pollen- oder Großrestspektren im Hinblick auf frühere Vegetation und Landnutzung zu verstehen, müssen die biologischen und ökologischen Grundlagen von Landwirtschaft und Kulturpflanzenbau bekannt sein. Für ihren Stoffwechsel benötigen die Pflanzen zunächst Kohlenstoff und Wasser. Den ersten beziehen sie durch die Photosynthese mit Hilfe des Sonnenlichts aus der Luft, letzteres aus dem Boden. Bezüglich des Sonnenlichts und auch meist des Wassers besteht innerhalb des Bestands ein Konkurrenzdruck. Landwirtschaftliche Kulturpflanzen sind überwiegend einjährige Arten, weil bei diesen das Verhältnis von als Nahrung nutzbarer Biomasse in den generativen Speicherorganen zur übrigen Substanz besonders günstig ist. Solche einjährigen Arten sind in der natürlichen Vegetation gemäßigter Zonen gegenüber den Gehölzen nicht konkurrenzfähig. Da sie aus offener Vegetation stammen, ist andererseits ihr Lichtbedarf zu groß, als daß sie im Gehölzschatten gedeihen könnten. Daher ist ihr Anbau nur nach vorheriger Entfernung der Gehölze möglich.

Außer Kohlenstoff und Wasser benötigen die Pflanzen für ihr Wachstum noch weitere Nährstoffe, die sie aus dem Boden aufnehmen. Die wichtigsten sind Stickstoff, Phosphor und Kalium. Alle drei sind in Stoffkreisläufe eingebunden, die bei Phosphor und Kalium aus dem Gestein, bei Stickstoff aus der Luft gespeist werden. Eine ackerbauliche Nutzung führt zwangsläufig zu Verlusten von Pflanzennährstoffen im Boden, durch Entnahme von Biomasse und in humidem Klima zusätzlich durch Auswaschung. Bei optimaler Bodenbearbeitung und Bestandspflege im Kulturpflanzenbau kann die Nachlieferung über Gesteinsverwitterung, durch Niederschläge oder durch die Arbeit der Knöllchenbakterien von Leguminosen den Entzug nicht ausgleichen, und sie werden zum ertragsbegrenzenden Mangelfaktor. Unter normalen Bedingungen ist Stickstoff der begrenzende Faktor, der organisch gebunden als Humus in der Bodenkrume (A-Horizont) vorliegt. Durch Mineralisierung entstehen aus dem Humus pflanzenverfügbare, zugleich aber wasserlösliche und daher auswaschbare Nitrate oder Ammoniaksalze. Sobald die Boden-Nährstoffvorräte erschöpft sind, sinken die Erträge. Dem kann man durch eine Brache begegnen, um dem Boden Zeit zur Erholung, also zur Bereitstellung neuer Nährstoffe zu geben, oder durch künstliche Nährstoff-Nachfuhr (Düngung). In der modernen Landwirtschaft sind die nährstoffreichen Oberböden meist weitgehend der Bodenerosion zum Opfer gefallen. Die extrem hohen Erträge basieren auf künstlicher Düngung mit industriell produzierten Mineraldüngern<sup>4</sup>.

---

denkmalpfl. Rheinland 11 (Köln 1998) 232 ff. – S. JACOMET, Veränderungen von Wirtschaft und Umwelt während des Spätneolithikums im westlichen Bodenseegebiet. Ergebnisse samenanalytischer Untersuchungen an einem Profilblock aus der Horgener Stratigraphie von Sipplingen-Osthafen (Tauchsondierung Ruoff 1980). Forsch. u. Ber. Vor- u. Frühgesch. Baden-Württemberg 37 (Stuttgart 1990) Tab. 4; 6; 7. – U. MAIER, Moorstratigraphische und paläoethnobotanische Untersuchungen in der jungsteinzeitlichen Moorsiedlung Ödenahlen am Federsee. Ebd. 46 (Stuttgart 1995) Beilagen.

<sup>4</sup> Daneben spielen u. a. chemischer Pflanzenschutz und mechanische Bodenbearbeitung unter erheblichem Energieeinsatz eine erhebliche Rolle für die Ertragsentwicklung. Dadurch werden heute unter günstigen Bedingungen im Getreidebau Erträge von 100 dt/ha und mehr erzielt.

Auch in der vorindustriellen Landwirtschaft war agrarische Pflanzenproduktion ohne Düngung auf Dauer nicht möglich. Von der Bronzezeit bis in die frühe Neuzeit bedeutete Düngung die Verlagerung von Nährstoffen von großen, extensiv bewirtschafteten und meist schon nährstoffarmen Flächen auf die relativ kleinen Ackerflächen<sup>5</sup>. Als Transportvehikel diente dabei das Vieh, das hierin seine Hauptfunktion hatte, vor derjenigen als Zugtier, Nahrungs- oder Rohstofflieferant. Möglich wurde dieses Verfahren durch die Aufstallung, wodurch die vom Vieh aufgenommenen und im Dung wieder ausgeschiedenen Nährstoffe konzentriert und anschließend umverteilt werden konnten<sup>6</sup>. Eine extreme Variante davon ist die Plaggenwirtschaft mit „ewigem Roggenbau“<sup>7</sup>. Bei der Dreifelderwirtschaft war die Nährstoffzufuhr über Mist verhältnismäßig gering<sup>8</sup>. Daher waren die durchschnittlichen Erträge trotz Brache und Fruchtwechsel bescheiden<sup>9</sup>. Nicht auf Umverteilung von Nährstoffen basierender Ackerbau gab es in Mitteleuropa in historischer Zeit in ackerbaulich schwer nutzbaren Gebirgslandschaften. Bekannt wurden diese Verfahren unter regionalen Bezeichnungen wie Reutberg- oder Haubergwirtschaft<sup>10</sup>. Dabei alterniert Waldwirtschaft im Niederwaldbetrieb mit

---

<sup>5</sup> B. MENKE, Vegetations- und Bodenentwicklung im Bereich der celtic fields im Gehege Ausselbek bei Ülsby, Kreis Schleswig-Flensburg. *Offa* 52, 1995, 25 f.

<sup>6</sup> Die Aufstallung des Viehs wird nach LÜNING u. A. (Anm. 1) 200 ab der ausgehenden Bronzezeit archäologisch faßbar.

<sup>7</sup> K.-E. BEHRE, Beginn und Form der Plaggenwirtschaft in Nordwestdeutschland nach pollenanalytischen Untersuchungen in Ostfriesland. *Neue Ausgr. u. Forsch. Niedersachsen* 10 (Hildesheim 1976) 197 ff. – DERS., Zur mittelalterlichen Plaggenwirtschaft in Nordwestdeutschland und angrenzenden Gebieten nach botanischen Untersuchungen. In: H. Beck/D. Denecke/H. Jankuhn (Hrsg.), *Untersuchungen zur eisenzeitlichen und frühmittelalterlichen Flur in Mitteleuropa und ihrer Nutzung*. Abhandl. Akad. Wiss. Göttingen, Phil.-Hist. Kl. 3. F. 116 (Göttingen 1980) 30 ff.

<sup>8</sup> Der Viehbestand richtete sich nach der verfügbaren Futtermenge, die im allgemeinen gering war und umso geringer, je größere Bedeutung der Getreidebau hatte; vgl. W. ABEL, *Geschichte der deutschen Landwirtschaft vom frühen Mittelalter bis zum 19. Jahrhundert*<sup>3</sup> (Stuttgart 1978) 105 ff. 172 ff. – R. BECK, *Naturale Ökonomie. Unterfinning: Bäuerliche Wirtschaft in einem oberbayerischen Dorf des frühen 18. Jahrhunderts*. *Forschh. Bayer. Natmus.* 11 (München, Berlin 1986) 85 ff.

<sup>9</sup> Sie werden für die frühe Neuzeit im Mittel auf weniger als 8 dt/ha geschätzt, also auf weniger als 10% der durchschnittlichen Erträge in der modernen Landwirtschaft: ABEL (Anm. 8) 237 f. – W. RÖSENER, *Bauern im Mittelalter*<sup>4</sup> (München 1991) 144. – Das oft angeführte Argument, daß Flächenerträge in der alten Landwirtschaft unwichtig, Ausbeute und Ertragssicherheit aber viel wichtiger gewesen seien, kann so nicht nachvollzogen werden. Mit sinkenden Flächenerträgen sinkt automatisch auch die Ausbeute, und die Möglichkeit zur Anlage von Sicherheitsreserven schwindet. Wegen der größeren zu bestellenden Flächen sinkt die Effektivität, ausgedrückt als Verhältnis von Ernteertrag zu Arbeitsaufwand, und erreicht bald eine kritische, durch die verfügbare Arbeitskraft bestimmte Grenze, weil Feldbestellung und Ernte Terminarbeiten sind. Die Ackerflächen hätten sich also keineswegs beliebig vergrößern lassen, auch wenn geeignetes Land dafür verfügbar gewesen wäre, was in Zeiten dichter Besiedlung wie dem Hochmittelalter bestimmt nicht zutraf. Daher muß ein möglichst hoher Flächenertrag auch und gerade in Zeiten niedriger Erträge ein zentrales Produktionsziel gewesen sein.

<sup>10</sup> O. WILMANN/S. SCHWABE-BRAUN/M. EMTER, Struktur und Dynamik der Pflanzengesellschaften im Reutwaldgebiet des mittleren Schwarzwaldes. *Doc. Phytosociol. N.S.* 4, 1979, 983 ff. – R. POTT, *Vegetationsgeschichtliche und pflanzensoziologische Untersuchungen zur Niederwaldwirtschaft in Westfalen*. *Abh. Westfäl. Mus. Naturkde.* 47,4 (Münster 1985). – F. HAFNER, *Mehrfachnutzungen*. In: *Österreichischer Forstverein (Hrsg.), Österreichs Wald – Vom Urwald zur Waldwirtschaft*<sup>2</sup> (Wien 1994) 113 ff.

kurzfristigen Ackerbauphasen nach dem Einschlag. Die Nährstoffversorgung wird durch die langen Brachephasen und durch Mobilisierung eines Teils der in der lebenden oder abgestorbenen Biomasse gebundenen Nährstoffe durch Abbrennen gewährleistet. Zwar waren die Kornerträge auf nährstoffarmen Böden an meist steilen Hängen in kühl-humidem Klima gering, doch waren das von den üblichen Unkräutern freie Saatgut und das zähe Stroh sehr begehrt<sup>11</sup>. Die neolithischen Verfahren des Ackerbaus und insbesondere die Nährstoffnachlieferung liegen weitgehend im Dunkeln. Die Ansichten darüber reichen von permanentem Anbau ohne Fruchtwechsel, Brache oder Düngung auf Böden mit ausreichend großer Nährstoffversorgung bei geringen Entzügen infolge niedriger Erträge und Ährenernte bis zu Wanderfeldbau mit Brandrodung<sup>12</sup>. Ob es angesichts von mehr als drei Jahrtausenden Jungsteinzeit den neolithischen Ackerbau schlechthin überhaupt gab, oder ob eher von regionalen Unterschieden und einer chronologischen Entwicklung auszugehen ist, sei dahingestellt.

### Neolithische und bronzezeitliche Landnutzung als vegetationsgeschichtliches Ereignis

Frühneolithische Landnutzung ist in der Vegetationsgeschichte schlecht belegt, weil in den früh besiedelten, klimatisch begünstigten Lößlandschaften natürliche Seen oder kontinuierlich aufgewachsene Moore fehlen oder sehr selten sind. Eine Ausnahme ist der Luttersee im Unteren Eichsfeld<sup>13</sup>.

In seiner Umgebung scheint im Verlauf einer 300jährigen bandkeramischen Besiedlungsphase die Bewaldung von nahezu 100 % auf etwa 80 % zurückgegangen zu sein, wie aus der Zunahme der Nichtbaumpollen von etwa 4 auf 12 % hervorgeht (*Abb. 2*)<sup>14</sup>. Die Schätzung des Bewaldungsgrades aufgrund des Verhältnisses von Gehölz- zu Nichtbaumpollen (NBP) stützt sich dabei auf eine empirisch gewonnene Regressionskurve<sup>15</sup>. Von der Entwaldung wurde vor allem die Eiche betroffen, ebenso die Birke, nicht dagegen Ulme, Linde und Esche. Der Anteil der Hasel nahm zu, weil

<sup>11</sup> WILMANN'S U. A. (Anm. 10) 989.

<sup>12</sup> J. IVERSEN, *The Development of Denmark's Nature since the Last Glacial* (København 1973) 78 ff. – Zur Forschungsgeschichte und Diskussion des Forschungsstandes vgl. weiterhin LÜNING U. A. (Anm. 1) 19 ff. – Der Diskussionsstand zur Entwicklung des Ackerbaus in den nordischen Ländern wurde neuerdings zusammenfassend dargestellt von K. VIKLUND, *Cereals, Weeds and Crop Processing in Iron Age Sweden*. *Arch. and Environment* 14, 1998, 19 ff.

<sup>13</sup> BEUG (Anm. 3) Abb. 5 u. 6.

<sup>14</sup> In dieser sowie in den *Abbildungen 3, 4, 8 und 12* sind Durchschnittswerte für bestimmte Pollenzonen gegenübergestellt, und zwar jeweils eine Pollenzone mit maximalen menschlichen Eingriffen (rechts) und eine vorausgegangene Zone mit sehr geringen menschlichen Eingriffen (links). Dabei wurden wichtige Gehölze, die Summe der terrestrischen NBP sowie Holzkohlepartikel (soweit erfaßt) dargestellt, und zwar als prozentuale Anteile an der Summe dieser berücksichtigten Typen.

<sup>15</sup> M. RÖSCH, *Gedanken zur Auswirkung (prä)historischer Holznutzung auf Wälder und Pollen-Diagramme*. *Diss. Botanicae* 234 = *Festschr. G. Lang* (Berlin, Stuttgart 1994) 450. – Zwischen Entwaldungsgrad und NBP-Anteil besteht kein streng linearer Zusammenhang. Er wird vielmehr beeinflusst von der Pollenproduktion und -verbreitung der beteiligten Arten, sowohl der Gehölze wie der NBP, darüber hinaus von der Topographie. So können recht geringe NBP-Werte bereits auf beträchtliche Entwaldung

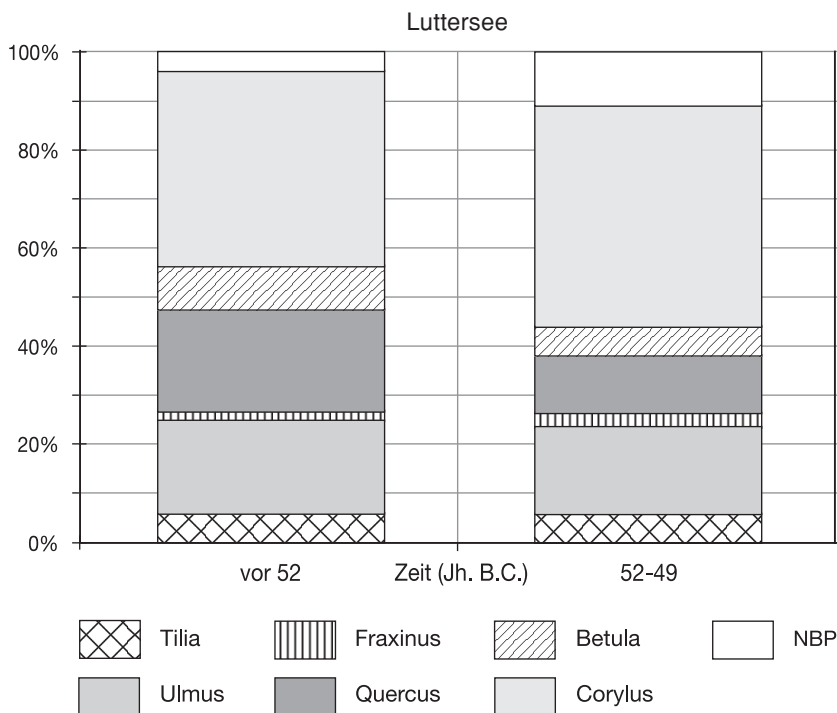


Abb.2. Vergleich der Pollenspektren der linearbandkeramischen Besiedlungsphase im Pollenprofil Luttersee mit der unmittelbar vorangegangenen Phase (nach BEUG [Anm.3], neu berechnet). *Tilia* Linde, *Ulmus* Ulme, *Fraxinus* Esche, *Quercus* Eiche, *Betula* Birke, *Corylus* Hasel, NBP Nichtbaumpollen.

sie entweder in gelichteten Beständen besser zur Blüte kam oder als besonders ausschlagfreudige Art durch Niederwaldbetrieb gefördert wurde. Als Argument für den Einsatz von Feuer läßt sich lediglich die Adlerfarn-Kurve anführen, da keine Holzkohle-Partikel erfaßt wurden. Adlerfarn gilt als Indikator für Hudewald und Heide, aber auch als Brandzeiger<sup>16</sup>.

hinweisen, wenn es sich dabei vorwiegend um schwache Pollenproduzenten wie Getreide oder zoogame Kräuter handelt. Ein gleich hoher NBP-Anteil, der sich vor allem aus Gräsern, Spitzwegerich und anderen starken Pollenproduzenten zusammensetzt, würde dagegen einen viel kleineren Offenland-Anteil anzeigen. Eine weitere Schwierigkeit liegt darin, daß der Pollenniederschlag eines Sees oder Moores mit zunehmender Entwaldung der Umgebung seinen Charakter ändert und regionaler wird, also ein größeres Gebiet repräsentiert. Umgekehrt kann eine flächenmäßig kleine Rodung in der Umgebung eines kleinen Moores oder Sees innerhalb einer geschlossenen Waldlandschaft hohe NBP-Werte zur Folge haben, weil die relative Größe dieser offenen Fläche, bezogen auf die im Pollenspektrum erfaßte kleine Gesamtfläche, groß ist. – Vgl. auch B. AABY, NAP percentages as an expression of cleared areas. In: B. Frenzel (ed.), Evaluation of land surfaces cleared from forests in the Roman Iron Age and in the time of migrating German tribes based on regional pollen diagrams. Paläoklimaforschung 12, 1994, 13 ff.

<sup>16</sup> K.-E. BEHRE, The interpretation of anthropogenic indicators in pollen diagrams. Pollen et Spores 23, 1981, 233. – J.-N. HAAS, Pollen and plant macrofossil evidence of vegetation change at Wallisellen-Lanchachermoores (Switzerland) during the Mesolithic-Neolithic transition 8500 to 6500 years ago. Diss. Botanicae 267 (Berlin, Stuttgart 1996) 43.

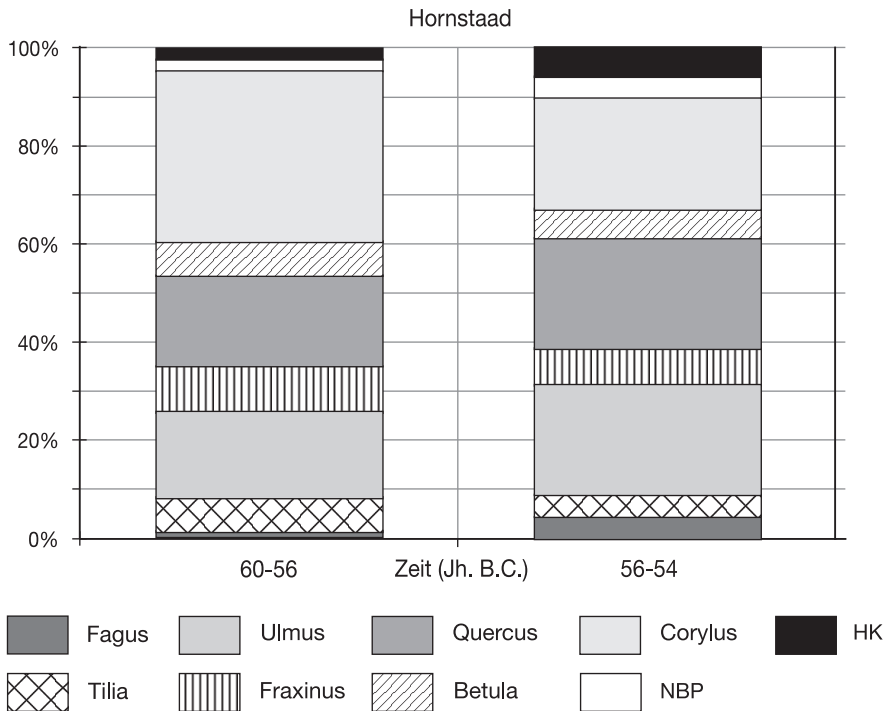


Abb. 3. Vergleich der Pollenspektren der linearbandkeramischen Besiedlungsphase in Hornstaad mit der unmittelbar vorangegangenen Phase (nach RÖSCH [Anm. 17], neu berechnet). *Fagus* Buche, *Tilia* Linde, *Ulmus* Ulme, *Fraxinus* Esche, *Quercus* Eiche, *Betula* Birke, *Corylus* Hasel, NBP Nichtbaumpollen, HK Holzkohle.

Das Pollenprofil Hornstaad liegt außerhalb des klassischen Siedlungsgebiets der Linearbandkeramik (Abb. 1)<sup>17</sup>. Dennoch ist, auch durch Getreidepollen, bereits in der Mitte des 6. Jahrtausends eine schwache Rodungsphase erfaßt, die nicht mit der linearbandkeramischen Besiedlung im Hegau in Zusammenhang stehen dürfte<sup>18</sup>. Für die Umgebung von Hornstaad läßt sich aufgrund der NBP-Zunahme eine Entwaldung von höchstens 5 % schätzen (Abb. 3). Betroffen ist vor allem die Linde. Gefördert wird die Ausbreitung der Buche. Dadurch wurden die Wälder dunkler, was den Rückgang der Lichthölzer Hasel und Birke bewirkte. Die Zunahme der Holzkohle spricht für gezielten Feuereinsatz. Im Gegensatz zum Luttersee waren aber diese altneolithischen Eingriffe am Bodensee relativ kurzfristige und kleinräumige Ereignisse, deren Zusam-

<sup>17</sup> M. RÖSCH, Human impact as registered in the pollen record: some results from the western Lake Constance region, Southern Germany. *Vegetation Hist. and Archaeobot.* 1, 1992, 101 ff. – DERS., Prehistoric land use as recorded in a lake-shore core at Lake Constance. *Ebd.* 2, 1993, 213 ff. – Vgl. auch E. SANGMEISTER, Die ersten Bauern. In: H. Müller-Beck (Hrsg.), *Urgeschichte in Baden-Württemberg* (Stuttgart 1983) 463.

<sup>18</sup> Die Entnahmestelle des Profils Hornstaad in der Flachwasserzone des Bodensees befindet sich in 17 km Entfernung von der bandkeramischen Siedlung Hilzingen, Forsterbahnried. Vgl. auch B. FRITSCH, Die linearbandkeramische Siedlung Hilzingen „Forsterbahnried“ und die altneolithische Besiedlung des Hegaus. *Internat. Arch.* 4 (Rahden/Westf. 1998) 6.



menhang mit der bandkeramischen Kultur keineswegs klar ist. Andererseits ist in allen Pollendiagrammen im süddeutschen und Schweizer Alpenvorland ein Lindenabfall quasi als linearbandkeramischer Leithorizont zu beobachten, der diesem Ereignis eine regionale Dimension verleiht<sup>19</sup>.

Noch überraschender und angesichts fehlenden archäologischen Kontextes rätselhafter ist eine kurze, aber deutliche Rodungsphase im Südschwarzwald in 1000 m Höhe, ebenfalls Mitte des 6. Jahrtausends, bei der ein Fund von Weizenpollen örtlichen Ackerbau anzeigt (Abb. 4)<sup>20</sup>. Die Zunahme der Nichtbaumpollen deutet auf knapp 10 % Offenland hin, die der Holzkohlen auf Feuereinsatz bei der Öffnung. Betroffen waren Hasel, Ulme und Linde, die in dieser Höhe wohl nicht nur die besten Böden, sondern auch die kleinklimatisch günstigsten Standorte besetzt hatten.

In allen dargestellten Fällen sind für die Zunahme der Nichtbaumpollen vor allem die Getreide und Ruderalpflanzen oder allgemeine Siedlungszeiger wie *Artemisia* (Wermut/Beifuß), *Chenopodiaceae* (Gänsefußgewächs) oder nicht näher ansprechbare *Asteraceae* (Korbblütler) verantwortlich, während die typischen Siedlungszeiger späterer Phasen wie *Plantago lanceolata* (Spitzwegerich), *Rumex acetosa*-Typ (Wiesen-Sauerampfer), *Rumex acetosella*-Typ (Kleiner Sauerampfer), *Centaurea nigra*-Typ (Flockenblume), *Calluna vulgaris* (Besenheide), die ständig gehölzfreies Grünland, Ackerbrachen oder offene, beweidete, magere Standorte anzeigen, noch weitgehend fehlen. Das Ausmaß bandkeramischer Eingriffe darf angesichts der Tatsache, daß in den

---

<sup>19</sup> Außer in Hornstaad wurde dieser Lindenfall am Mindelsee, am Nussbaumer und Steißlinger See, im Feuenried und im Durchenbergried beobachtet, darüber hinaus auch weiter östlich am Schleinsee und nahe des Ammersees sowie weiter westlich vom Westrand des Rheingletschergebiets bis zum Lobsigensee im westlichen Schweizer Mittelland; vgl. G. LANG, Die Vegetation des westlichen Bodenseegebietes<sup>2</sup> (Stuttgart, New York 1990) Abb. 11. – M. RÖSCH, Geschichte der Nussbaumer Seen (Kanton Thurgau) seit dem Ausgang der letzten Eiszeit aufgrund quartärbotanischer, stratigraphischer und sedimentologischer Untersuchungen. Mitt. Thurgau. Naturforsch. Ges. 45, 1983 Abb. 21; 28. – J. N. HAAS/P. HADORN, Die Vegetations- und Kulturlandschaftsgeschichte des Seebachtals von der Mittelsteinzeit bis zum Frühmittelalter anhand von Pollenanalysen. In: A. Hasenfratz/M. Schnyder (Hrsg.), Das Seebachtal – eine archäologische und paläoökologische Bestandesaufnahme. Arch. Thurgau 4, 1998 Abb. 217. – J. LECHTERBECK, Vegetationsgeschichtliche Untersuchungen im Spätglazial und Holozän des Steißlinger Sees (Hegau, Südwestdeutschland). Ungedr. Diplomarbeit, Geowiss. Fakultät Univ. Tübingen (Tübingen 1996) Beil. 1. – M. RÖSCH, Ein Pollenprofil aus dem Feuenried bei Überlingen am Ried: Stratigraphische und landschaftsgeschichtliche Bedeutung für das Holozän im Bodenseegebiet. Materialh. Vor- u. Frühgesch. Baden-Württemberg 7 (Stuttgart 1985) Abb. 5. – DERS., Vegetationsgeschichtliche Untersuchungen im Durchenbergried. Forsch. u. Ber. Vor- u. Frühgesch. Baden-Württemberg 37 (Stuttgart 1990) Beil. 2, Teil 1. – H. MÜLLER, Pollenanalytische Untersuchung eines Quartärprofils durch die spät- und nacheiszeitlichen Ablagerungen des Schleinsees (Südwestdeutschland). Geol. Jahrb. 79, 1962 Abb. 1. – H. KÜSTER, Vom Werden einer Kulturlandschaft. Vegetationsgeschichtliche Studien am Auerberg (Südbayern). Quellen u. Forsch. Prähist. u. Provinzialröm. Arch. 3 (Weinheim 1988) Beil. 1, 5, 10. – HAAS (Anm. 16) Fig. 9. – B. AMMANN, Late-Quaternary Palynology at Lobsigensee. Diss. Botanicae 137 (Berlin, Stuttgart 1989) Fig. 20.

<sup>20</sup> M. RÖSCH, Das Steerenmoos bei Faulenfürst/Schluchsee – Ein Pollenprofil aus der Nähe des Fundorts des Einbaums als Beitrag zur frühen Besiedlung des Schwarzwaldes. Almanach 5 (Konstanz 2000) 71 ff. – DERS., Long-term human impact in an upland pollen profile from the southern Black Forest, south-western Germany. Vegetation Hist. and Archaeobot. 9, 2000 (im Druck).



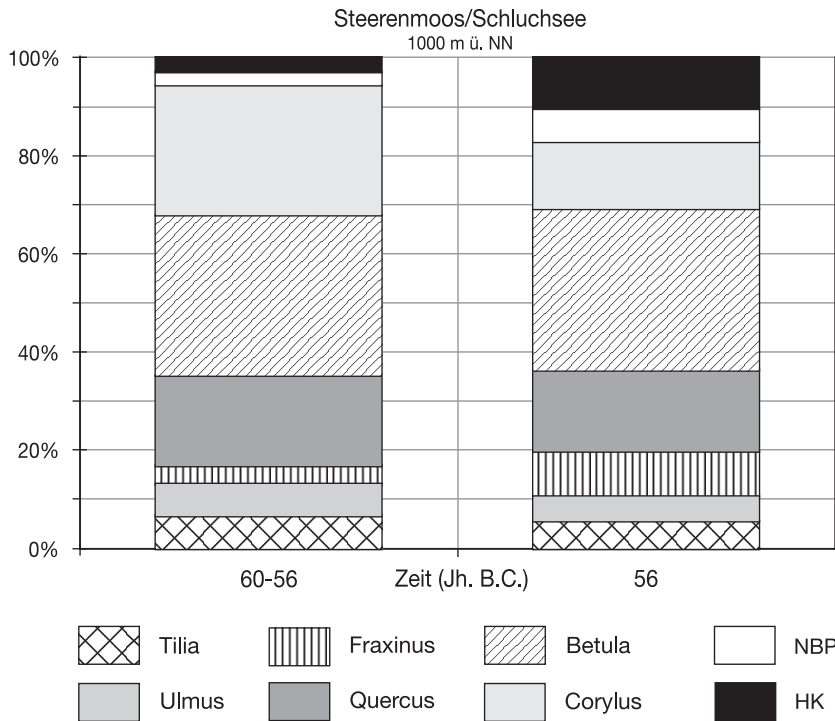


Abb. 4. Vergleich der Pollenspektren der linearbandkeramischen Besiedlungsphase im Steerenmoos/Schluchsee mit der unmittelbar vorangegangenen Phase (nach RÖSCH [Anm. 20], neu berechnet). *Tilia* Linde, *Ulmus* Ulme, *Fraxinus* Esche, *Quercus* Eiche, *Betula* Birke, *Corylus* Hasel, NBP Nichtbaumpollen, HK-Holzkohle.

Nichtbaumpollenspektren viele starke Pollenproduzenten noch fehlen oder selten sind, nicht unterschätzt werden<sup>21</sup>. Die Beispiele Hornstaad und Steerenmoos stellen zweifellos periphere Phänomene frühneolithischer Landnutzung dar. Umso wichtiger wäre eine Bestätigung des mutmaßlichen Normalfalls Luttersee durch weitere Pollendiagramme aus dem Altsiedelgebiet.

Der Ackerbau der Bandkeramik erschließt sich auch über botanische Großreste<sup>22</sup>. In der bandkeramischen Siedlung von Vaihingen a. d. Enz wurden in den vergangenen Jahren mehrere tausend Bodenproben für botanische Untersuchungen entnommen (Abb. 1)<sup>23</sup>. Ein Vergleich der ältesten mit einer späten Siedlungsphase beruht auf der

<sup>21</sup> Vgl. Anm. 15.

<sup>22</sup> Vgl. U. WILLERDING, Zum Ackerbau der Bandkeramiker. Materialh. Ur- u. Frühgesch. Niedersachsen 16 (Hannover 1980) 421 ff. – DERS., Zum ältesten Ackerbau in Niedersachsen. Arch. Mitt. Nordwestdeutschland Beih. 1 (Oldenburg 1983) 179 ff. – DERS., Lebens- und Umweltverhältnisse der bandkeramischen Siedler von Rössing. In: M. Fansa (Hrsg.), Vor 7000 Jahren – Die ersten Ackerbauern im Leinetal (Oldenburg 1988) 21 ff.

<sup>23</sup> R. KRAUSE, Die bandkeramischen Siedlungsgrabungen bei Vaihingen an der Enz, Kreis Ludwigsburg (Baden-Württemberg). Ein Vorbericht zu den Ausgrabungen von 1994–1997. Ber. RGK 80, 1999 (im Druck). – M. RÖSCH, Botanische Untersuchungen in der bandkeramischen Siedlung. Ebd. – Vgl. weiterhin diverse Vorberichte in Arch. Ausgr. Baden-Württemberg. Die weitere botanische Auswertung erfolgt im Rahmen einer Dissertation an der Universität Sheffield.

Auswertung von mehreren hundert Bodenproben (*Abb. 5*)<sup>24</sup>. Die Stetigkeit der „klassischen“ Getreidearten Einkorn und Emmer nimmt demnach im Verlauf der Linearbandkeramik ab, ebenso die von Nacktweizen und Erbse, die von Gerste und Lein jedoch zu<sup>25</sup>. Gerste ist hinsichtlich Nährstoff- und Wasserversorgung genügsamer als die Weizenarten.

Die Wildpflanzen-Spektren zeichnen sich durch die bekannte bandkeramische Artenarmut aus, die nicht allein durch den Erhaltungszustand bedingt sein kann, wie viel artenreichere metallzeitliche, ebenfalls nur verkohlt erhaltene Fundkomplexe zeigen (*Abb. 6*)<sup>26</sup>. Die bandkeramische Segetalvegetation (Ackerunkrautvegetation) ist artenarm und besteht hauptsächlich aus auf den ersten Blick „nichtssagenden“ Arten, die heute bevorzugt auf Lehmböden mit sehr guter Nährstoff- und Basenversorgung vorkommen, auf „mittleren“, d. h. weder zu nassen noch zu trockenen Böden, dort, wo der heutige Landwirt Ernten von 100 dt/ha einfährt. Säure- und Basenzeiger, also Zeiger für weniger ausgeglichene und günstige Bodenverhältnisse, die in späteren Phasen, vor allem in den Metallzeiten, immer mehr an Bedeutung gewinnen, tauchen erst ab der Jüngeren Bandkeramik auf, bleiben aber selten.

Die neuen Untersuchungen an bandkeramischen Brunnen haben diesbezüglich vor allem bei Ruderal- und Saumpflanzen die Artenvielfalt vermehrt, weniger bei den Segetalpflanzen, wie die Spektren des von Knörzer untersuchten Brunnens von Kückhoven zeigen (*Abb. 7*)<sup>27</sup>. Die Ähnlichkeit der Wildpflanzen-Spektren mit denen jungneolithischer Feuchtbodensiedlungen ist groß, besonders wenn man bedenkt, daß diese Brunnenfüllungen das Resultat einer gezielten Entsorgung und nicht, wie Kulturschichten, ein repräsentativer Querschnitt durch den gesamten Siedlungsmüll sein dürften.

Mit dem Jungneolithikum beginnt nicht nur aus archäologischer Sicht eine neue Entwicklung. Naturwissenschaftliche Untersuchungen hierzu können sich die besonders günstigen Erhaltungsbedingungen in den Seen und Mooren des Alpenvorlands mit ihren Feuchtbodensiedlungen zunutze machen. Dabei gelangen durch die Pollenanalyse

---

<sup>24</sup> Es handelt sich um die Flomborn- und die Spätphase der Linearbandkeramik. Die typologische Datierung der Befunde verdanke ich J. Strien. Dargestellt ist die Stetigkeit der Kulturpflanzen für die beiden Phasen, d. h. der prozentuale Anteil der Proben mit Nachweis an der Gesamtzahl untersuchter Proben.

<sup>25</sup> Die Verlagerung der Anteile an den Druschresten von Einkorn nach Emmer hat andere, taphonomische Gründe und hängt mit der höheren Funddichte in der späten Bandkeramik zusammen.

<sup>26</sup> Vgl. U. WILLERDING, Zur Geschichte der Unkräuter Mitteleuropas. Göttinger Schr. Vor- u. Frühgesch. 22 (Neumünster 1986) 309 ff.

<sup>27</sup> WILLERDING (Anm. 22, 1980) 446 f. sowie DERS. (Anm. 22, 1983) 197 nennt etwa 50 Wildpflanzen aus bandkeramischem Kontext in Mitteleuropa, von denen knapp die Hälfte Ackerunkräuter in heutigem Sinne sind. Von diesen gelten 13 Arten aufgrund steten Auftretens als kennzeichnend für die Bandkeramik. KNÖRZER (Anm. 3) 232 ff. fügt dem aus dem Brunnen von Erkelenz mit *Aphanes arvensis* (Acker-Frauenmantel), *Brassica rapa* (Feld-Kohl), *Capsella bursa-pastoris* (Hirtentäschelkraut), *Lamium purpureum* (Rote Taubnessel), *Valerianella dentata* und *V. locusta* (Gezähnter und Echter Feldsalat), *Viola arvensis* (Acker-Stiefmütterchen), *Cirsium arvense* (Acker-Kratzdistel) und *Knautia arvensis* (Acker-Witwenblume) weitere zehn Arten hinzu, von denen mindestens die ersten acht als bezeichnend für Ackerunkrautgesellschaften gelten können.

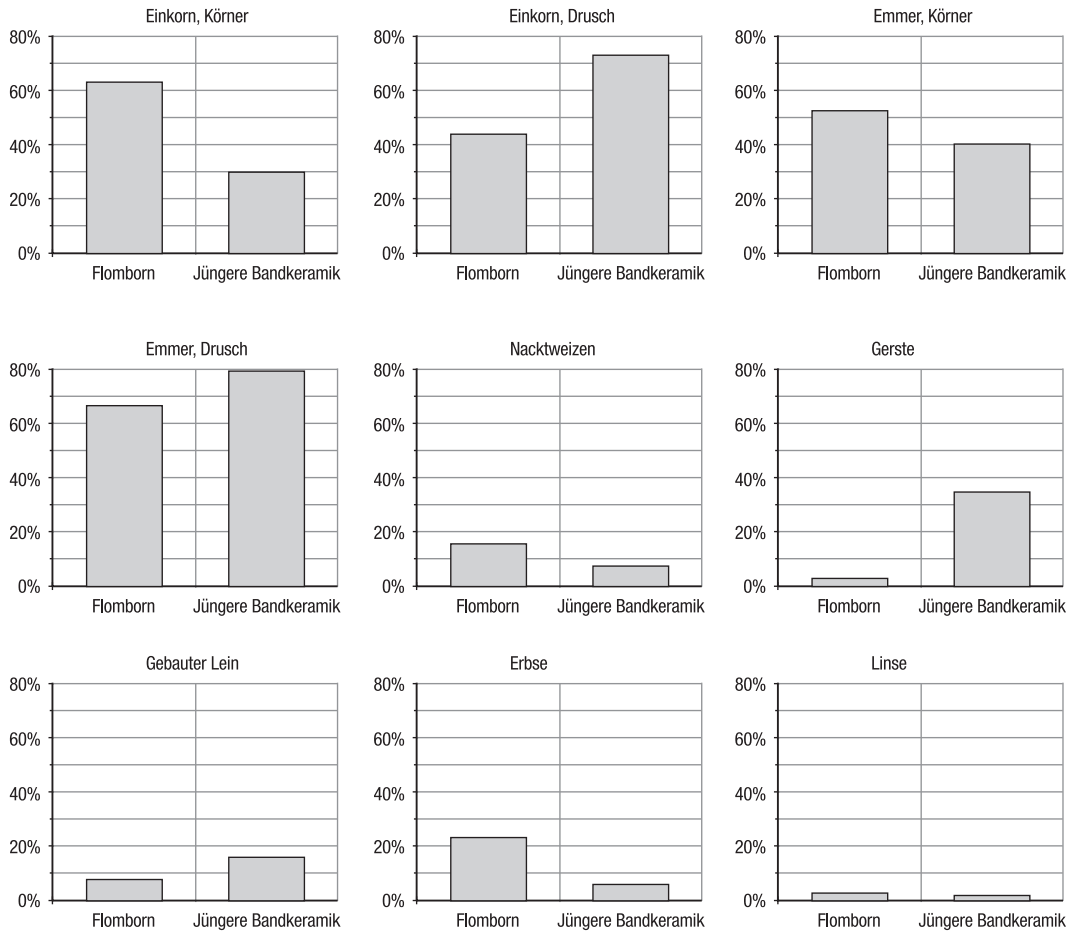


Abb. 5. Stetigkeit der Kulturpflanzen (prozentualer Anteil der Proben mit Nachweis an der Gesamtzahl der untersuchten Proben) für die Flomborn-Phase und die Spätphase der Linearbandkeramik in Vaihingen/Enz (nach RÖSCH [Anm. 23]).

überraschende Einsichten (*Abb 8*): Für die siebenhundertjährige Besiedlungsphase Hornstaad-Pfyn (4300–3600 B. C.), hinter der sich eine ganze Reihe kurzlebiger Siedlungen verbirgt, steigt der NBP-Anteil nur von 3 auf 5 %, was einen Anteil waldfreien Offenlandes von kaum mehr als 5 % bedeutet<sup>28</sup>. Regelmäßige und häufige Funde von Getreidepollen sprechen jedoch für eine große Bedeutung des Ackerbaus. Unkrautarme Felder kleistogamen Getreides sind im Pollenspektrum viel schlechter erfaßt als Grünland oder beweidete Brachen mit zahlreichen windblütigen Gräsern und Kräutern wie Spitzwegerich, Sauerampfer u. a.<sup>29</sup>

<sup>28</sup> RÖSCH (Anm. 17, 1993) 222 f.

<sup>29</sup> Vgl. Anm. 15: Das Verhältnis von Baumpollen zu Nichtbaumpollen ist also kein absolutes Maß für die Intensität menschlicher Eingriffe, sondern abhängig von der Art dieser Eingriffe. Wie schon in der Bandkeramik sind auch die jungneolithischen NBP-Spektren arm an starken Pollenproduzenten und daher hinsichtlich des Entwaldungsgrades gewichtiger als die von starken Pollenproduzenten dominierten metallzeitlichen Spektren.

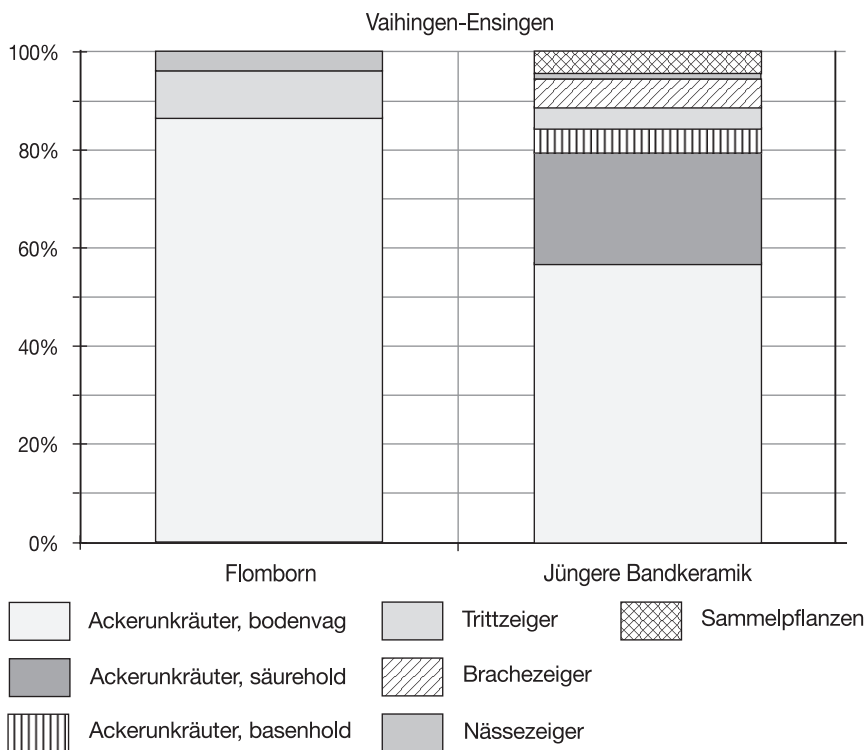


Abb. 6. Die Unkrautspektren (ökologische Gruppen) für die Flomborn-Phase und die Spätphase der Linearbandkeramik in Vaihingen/Enz (nach RÖSCH [Anm. 23]). Dargestellt sind keine Stetigkeiten, sondern Abundanzen, also prozentuale Anteile an der Wildpflanzen-Gesamtsumme.

Aufgrund des starken Rückgangs von Buche, Ulme und Linde kann man daher trotz nur wenig erhöhter Nichtbaumpollen-Anteile von großflächigen Einschlägen ausgehen<sup>30</sup>. Die Rodung des Waldes geschah mit Hilfe des Feuers, wie die starke Zunahme der Holzkohlen zeigt. Es entwickelten sich daraus aber offenbar keine langfristig gehölzfreien Flächen mit hoher Nichtbaumpollen-Produktion, sondern die Flächen wurden wohl bald von Gehölzen wiederbesiedelt, was die Zunahme von Hasel und Birke belegt, wobei Stockausschläge eine große Rolle gespielt haben dürften. Alle Laubhölzer – und das westliche Mitteleuropa war zu dieser Zeit mit Ausnahme einiger Gebirge ein fast reines Laubwaldgebiet – erneuern sich nämlich durch Ausschläge aus dem Stock, wenn man diesen nach dem Fällen im Boden belässt. Ob viele kleine ortsfeste Felder in einem großen Waldgebiet mit ihren Waldrändern und den an Pioniergehölzen reichen Mantel-Saum-Komplexen den gleichen Effekt im Pollenniederschlag hätten bewirken können, ist sehr fraglich. Der Rückgang von Buche, Linde usw. äußert sich nämlich nicht nur prozentual, sondern auch im Influx. Daraus ist nicht nur ein schwacher Rück-

<sup>30</sup> Die prozentualen Anteile von Buche, Eiche, Linde, Ulme und Esche im Pollenprofil Hornstaad sinken von 4300 bis 4000 B.C. auf die Hälfte ab. Daraus kann man auf einen erheblichen Rückgang der zonalen Waldvegetation schließen, auch wenn man bedenkt, daß die prozentualen Anteile dieser Arten durch die Zunahme der starken Pollenproduzenten Hasel und Birke rechnerisch gedrückt werden; vgl. RÖSCH (Anm. 17, 1993) 222 f.

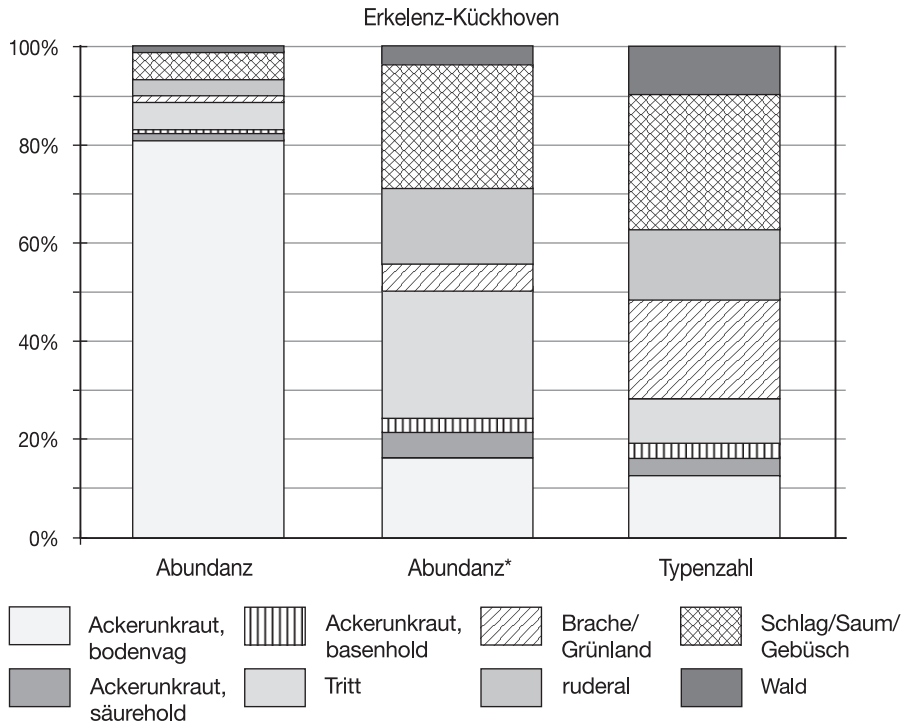


Abb. 7. Wildpflanzenspektren (ökologische Gruppen) des bandkeramischen Brunnens von Erkelenz-Kückhoven (nach KNÖRZER [Anm. 3], neu berechnet). Links: Anteile aufgrund von Stückzahlen (Abundanz); Mitte: Abundanz unter Ausschluß des Weißen Gänsefußes (*Chenopodium album*); rechts: Anteile aufgrund der Typenzahl innerhalb jeder ökologischen Gruppe, bezogen auf die Gesamt-Typenzahl.

gang des natürlichen Waldbestandes und eine Zunahme von Mantel-Saumkomplexen mit starken Pollenproduzenten wie Hasel und Birke zu folgern, sondern vielmehr ein Verschwinden des zonalen Waldbestandes auf ausgedehnten Flächen und sein Ersatz durch Gebüsch, deren Initialstadien sich natürlich im Pollenniederschlag kaum bemerkbar machen.

Die Kulturpflanzenpektren der Hornstaader Gruppe und der frühen Pfyner Kultur am Bodensee und die Spektren urnenfelderzeitlicher Siedlungen unterscheiden sich sehr stark (Abb. 9)<sup>31</sup>: Das wichtigste Getreide im Jungneolithikum war ein tetraploider Nacktweizen, der wahrscheinlich sowohl klimatisch als auch hinsichtlich der Bodenqualität sehr anspruchsvoll und empfindlich war<sup>32</sup>. Die Späte Bronzezeit hingegen zeichnet sich durch das Vorherrschen der relativ anspruchslosen und robusten Getreide Dinkel, Hirse und Gerste aus.

<sup>31</sup> Aufgrund von Großrestanalysen an Fundplätzen am Bodensee zusammengestellt nach M. RÖSCH, Veränderungen von Wirtschaft und Umwelt während Neolithikum und Bronzezeit am Bodensee. Ber. RGK 71, 1990, 161 ff.

<sup>32</sup> U. MAIER, Morphological studies of free-threshing wheat ears from a Neolithic site in southwest Germany and the history of naked wheats. *Vegetation Hist. and Archaeobot.* 5, 1996, 39 ff.

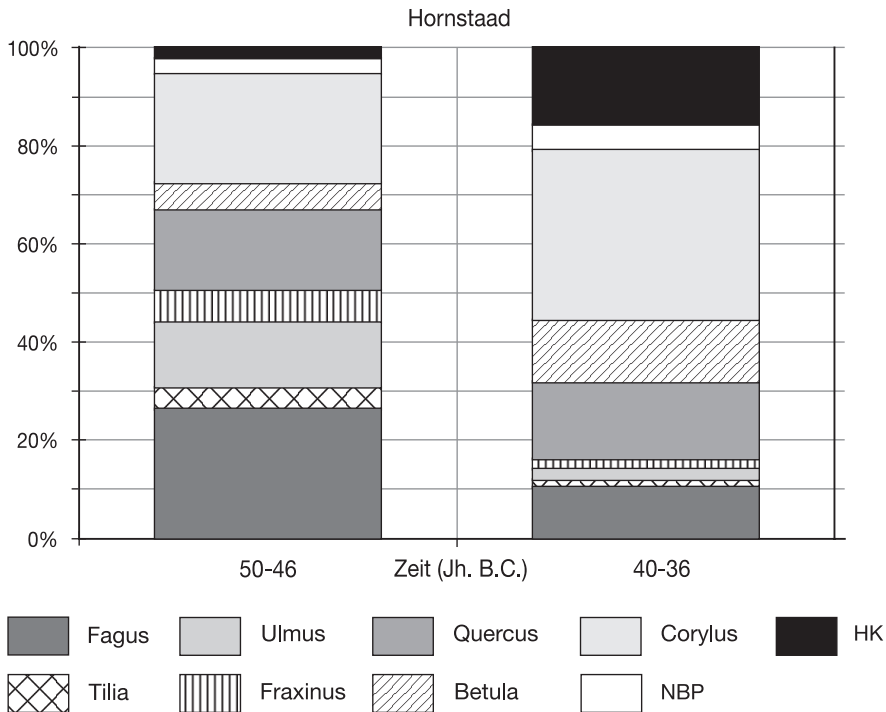


Abb. 8. Vergleich der Pollenspektren der jungneolithischen Besiedlungsphase in Hornstaad (unter Ausschluß des frühen Teils vor dem 40. Jahrhundert) mit einer früheren Pollenzone (50.–46. Jahrhundert) mit sehr geringem menschlichen Einfluß (nach RÖSCH [Anm. 17], neu berechnet). *Fagus* Buche, *Tilia* Linde, *Ulmus* Ulme, *Fraxinus* Esche, *Quercus* Eiche, *Betula* Birke, *Corylus* Hasel, NBP Nichtbaumpollen, HK Holzkohle.

Bei den Wildpflanzen werden die jungneolithischen Spektren von Sammelobst und -nüssen beherrscht, die von Schlägen, Säumen oder Gebüsch stammen (Abb. 10). Typische Ackerunkräuter sind rar. Es handelt sich teilweise um ähnlich „unspezifische“ Arten wie in der Bandkeramik, teilweise aber auch Arten, die auf weniger ausgeglichene, saure oder flachgründige und etwas stickstoffärmere Standorte hinweisen<sup>33</sup>. Pflanzen des Grünlands sind ebenfalls selten. Die Fundspektren der Späten Bronzezeit geben dagegen eine voll entwickelte Segetalvegetation mit vielen charakteristischen Arten wieder. Ackerunkräuter machen 30–60 % der Wildpflanzenfunde aus. Häufig sind auch Grünlandpflanzen, die wohl, wie im Mittelalter, auf den mit Kurzbrache bewirtschafteten und phasenweise beweideten Feldern gewachsen sein dürften. Die Zunahme von

<sup>33</sup> Daten aus RÖSCH (Anm. 31) 161 ff. – Insgesamt kommen zu den seit der Bandkeramik bekannten und weiterhin mit höchster Stetigkeit vorhandenen Ackerunkräutern etwa 15 zusätzliche Arten, davon aber nur wenige mit hoher Stetigkeit (vgl. Tab. 1). Darunter hat es neben bodenvagen Arten auch einige, die auf saure, nährstoffarme Böden hinweisen. Vgl. auch M. RÖSCH, New approaches to prehistoric land-use reconstruction in south-western Germany. *Vegetation Hist. and Archaeobot.* 5, 1996, 65 ff. – DERS., The history of crops and crop weeds in south-western Germany from the Neolithic period to modern times, as shown by archaeobotanical evidence. *Ebd.* 7, 1998, 109 ff.



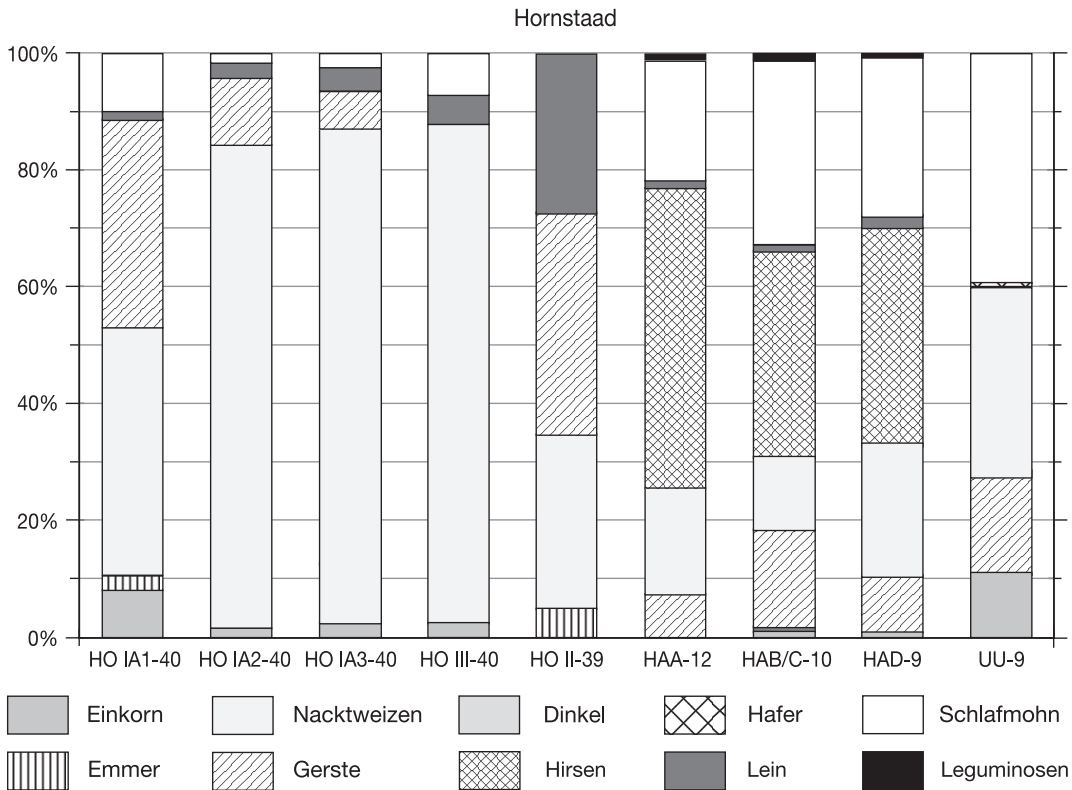


Abb. 9. Die Kulturpflanzenspektren (prozentuale Anteile, bezogen auf die Kulturpflanzensumme) von jungneolithischen Fundplätzen in Hornstaad sowie spätbronzezeitlichen in Hagnau und Unteruhldingen (nach RÖSCH [Anm.31]). – HO IA1-40: Hornstaad-Hörnle I, Schicht A1 (40. Jh. v. Chr.); HOIA2: Hornstaad-Hörnle I, Schicht A2 (40. Jh. v. Chr.); HO IA3: Hornstaad-Hörnle I, Schicht A3 (40. Jh. v. Chr.); HO III-40: Hornstaad-Hörnle III (40. Jh. v. Chr.); HOII-39: Hornstaad-Hörnle II (39. Jh. v. Chr.); HAA-12: Hagnau-Burg, Schicht A (12. Jh. v. Chr.); HAB/C-10: Hagnau-Burg, Schicht B/C (10. Jh. v. Chr.); HAD-9: Hagnau-Burg, Schicht D (9. Jh. v. Chr.); UU-9: Unteruhldingen-Stollenwiesen (9. Jh. v. Chr.).

Säuren- wie auch Basenzeigern bereits im Endneolithikum deuten auf die verstärkte Nutzung saurer oder flachgründiger, weniger produktiver Standorte hin, was sowohl für eine Flächenausweitung als auch für eine Verschlechterung der bereits genutzten Flächen spricht (Abb. 11)<sup>34</sup>. Die Pollenspektren zeigen für die Bronzezeit eine deutli-

<sup>34</sup> CH. BROMBACHER/S. JACOMET, Ackerbau, Sammelwirtschaft und Umwelt: Ergebnisse archäobotanischer Untersuchungen. In: J. Schibler u. a., Ökonomie und Ökologie neolithischer und bronzezeitlicher Ufersiedlungen am Zürichsee. Monogr. Kantonsarch. Zürich 20 A (Zürich 1997) 271 f. führen diese Beobachtungen hauptsächlich auf eine Intensivierung des Ackerbaus, insbesondere den Übergang zu Kurzbrache (Feld-Gras-Wirtschaft) zurück. – Zu Abb. 11: M. RÖSCH, Archäobotanische Untersuchungen in der spätbronzezeitlichen Ufersiedlung Hagnau-Burg (Bodenseekreis). Forsch. u. Ber. Vor- u. Frühgesch. Baden-Württemberg 47 (Stuttgart 1996) Beil. 13. – DERS., Pflanzenreste der Spätbronzezeit aus der Ufersiedlung Unteruhldingen-Stollenwiesen. Plattform 2, 1993, 50 ff. – Die ökologische Klassifizierung der Ackerunkräuter erfolgt nach J. HÜPPE/H. HOFMEISTER, Syntaxonomische Fassung und Übersicht über die Ackerunkrautgesellschaften der Bundesrepublik Deutschland. Ber. Reinhold-Tüxen-Ges. 2, 1990, 61 ff. sowie H. ELLENBERG u. a., Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa. Scripta Geobot. 18 (Göttingen 1991). – Vgl. auch RÖSCH (Anm.33, 1996).

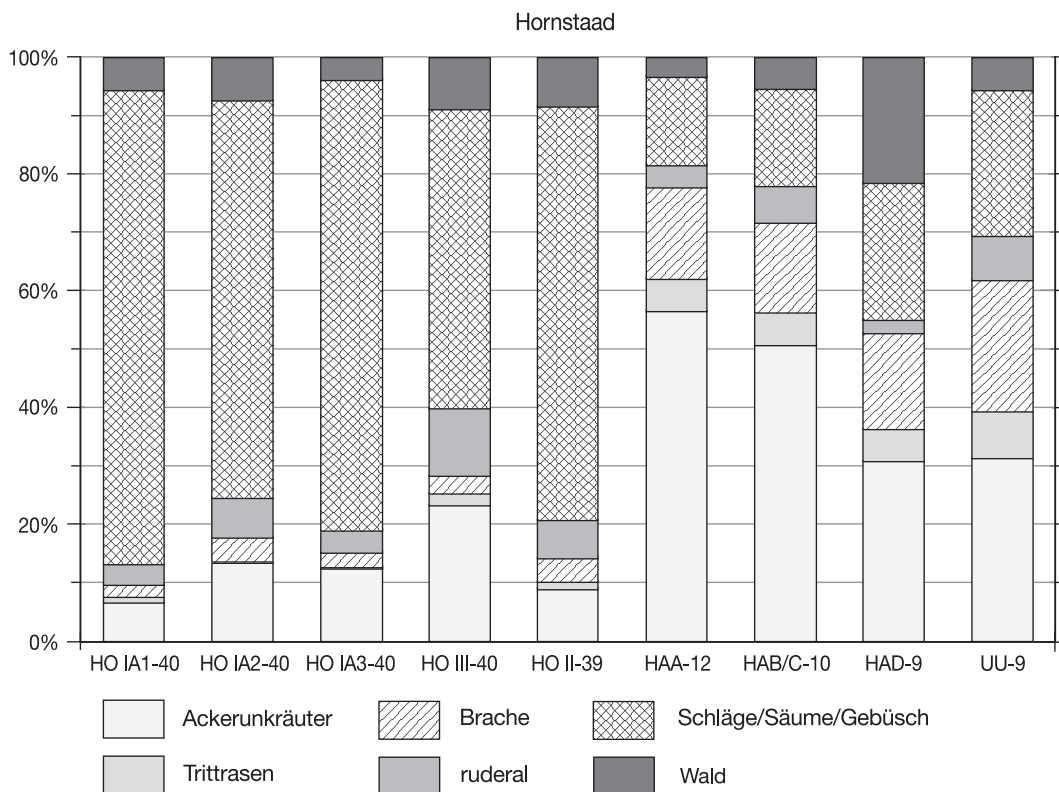


Abb. 10. Wildpflanzenspektren (prozentuale Anteile der ökologische Gruppen, bezogen auf die Kulturpflanzensumme) von jungneolithischen Fundplätzen in Hornstaad sowie spätbronzezeitlichen in Hagnau und Unteruhldingen (nach RÖSCH [Anm. 31]). Fundstellen und Datierung wie in *Abb. 9*.

che Zunahme der Nichtbaumpollen, aus der eine Entwaldung von bis zu 30 % abgeleitet werden kann (*Abb. 12*)<sup>35</sup>.

### Überlegungen zu den ökologischen Rahmenbedingungen und Verfahren der Landnutzung während des Neolithikums und der Bronzezeit

Unter der Maßgabe, daß im Atlantikum in den Lößgebieten schwarzerdeartige Böden anstanden, die sich im trockenen Klima des Spätglazials und frühen Holozäns unter schütterer Bewaldung gebildet hatten<sup>36</sup>, ergibt sich für den bandkeramischen Ackerbau folgendes Szenario: Die altneolithischen Siedler rodeten im Mittleren Atlantikum lichte Eichenmischwälder und nutzten die äußerst fruchtbaren Löß-Schwarzerden und Tschernosem-Parabraunerden mit ihren stickstoffreichen Oberböden dauerhaft zum Ackerbau. Dabei waren ohne Düngung oder Brache sehr hohe Erträge möglich, bis

<sup>35</sup> Aufgrund der gegenüber dem Neolithikum veränderten NBP-Spektren dürften die Unterschiede im Entwaldungsgrad zu diesem nicht so beträchtlich gewesen sein; vgl. Anm. 15 und 29.

<sup>36</sup> LÜNING u. a. (Anm. 1) 30. – T. SAILE, Holozäner Bodenabtrag im Bereich einer bandkeramischen Siedlung am Rande des Rheinheimer Beckens bei Wembach. Arch. Korrbbl. 23, 1993, 187 ff. – H. KUNTZE / G. ROESCHMANN / G. SCHWERDTFEGGER, Bodenkunde<sup>5</sup> (Stuttgart 1994) 236 ff.

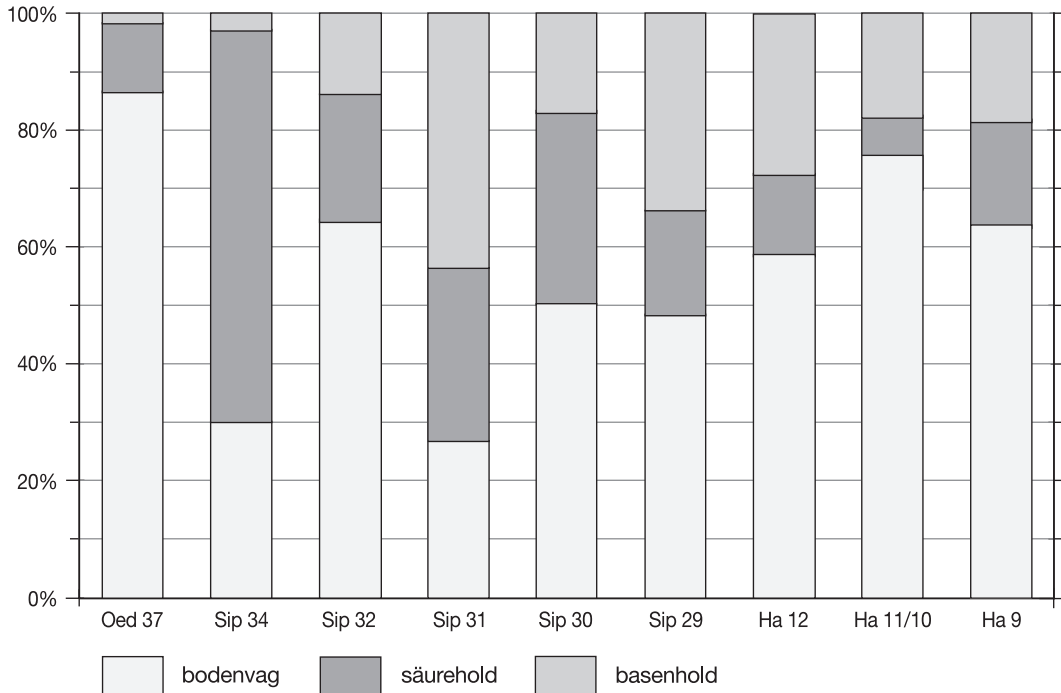


Abb. 11. Die Ackerunkrautspektren jung- und endneolithischer sowie spätbronzezeitlicher Fundplätze (prozentuale Anteile auf der Basis von Stückzahlen, bezogen auf die Gesamtsumme der Ackerunkräuter, für Zeigergruppen für die Basenversorgung), neu berechnet nach MAIER (Anm. 3) und JACOMET (Anm. 3) sowie RÖSCH (Anm. 33). – Oed 37: Oedenahlen / Federsee (37. Jh. v. Chr.); Sip 34: Sipplingen-Osthafen (34. Jh. v. Chr.); Sip 32: Sipplingen-Osthafen (32. Jh. v. Chr.); Sip 31: Sipplingen-Osthafen (31. Jh. v. Chr.); Sip 30: Sipplingen-Osthafen (30. Jh. v. Chr.); Sip 29: Sipplingen-Osthafen (29. Jh. v. Chr.); HA 12: Hagnau-Burg, Schicht A (12. Jh. v. Chr.); HA 11/10: Hagnau-Burg, Schicht B/C (11./10. Jh. v. Chr.); HA 9: Hagnau-Burg, Schicht D (9. Jh. v. Chr.).

der Oberboden durch Stoffentzug und Erosion „verbraucht“ war<sup>37</sup>. Die Folge waren sinkende Erträge, die durch Umstellung auf anspruchslosere Arten wie Gerste oder durch Flächenausweitung kompensiert werden mußten<sup>38</sup>. Die Zeitdauer dieser Entwicklung läßt sich schwer abschätzen. Sie hängt von der örtlichen Situation, vor allem vom Relief, von der Niederschlagsmenge und von deren Verteilung ab. Für weitere Einzel-

<sup>37</sup> Vermutlich waren es keine echten Rodungen, sondern Einschläge ohne Entfernung von Stubben und Wurzelwerk. Fragen nach Länge der Anbauzyklen, Bodenbearbeitung und Bekämpfung der Stockausschläge sind derzeit noch ungeklärt, ebenso die nach dem Saattermin. Ein gewisses Übergewicht sommerannueller Unkräuter und die Kombination von Einkorn und Emmer deutet allerdings eher auf Sommerfrucht hin. Beide Spelzweizen wurden in historischer Zeit vorwiegend als Sommerfrüchte gebaut. Das Vorherrschen hochwüchsiger Unkräuter weist auf Ährenernte hin. Vgl. auch WILLERDING (Anm. 22, 1980) 449 f. und DERS. (Anm. 22, 1983) 203 ff.

<sup>38</sup> WILLERDING (Anm. 22, 1980) 448 ff. weist ebenfalls auf die gute Stickstoffversorgung der bandkeramischen Äcker hin und bezweifelt angesichts geringer Stoffentzüge eine rasche Bodenverarmung, die zur Flächenverlagerung gezwungen hätte. Dem ist vorbehaltlos zuzustimmen. Der hier skizzierte Verarmungsprozeß durch Verschwinden des stickstoffreichen Oberbodens ist ein längerfristiger Prozeß, der wohl erst nach Jahrzehnten oder gar Jahrhunderten bandkeramischen Ackerbaus katastrophale Wirkungen zeitigte.

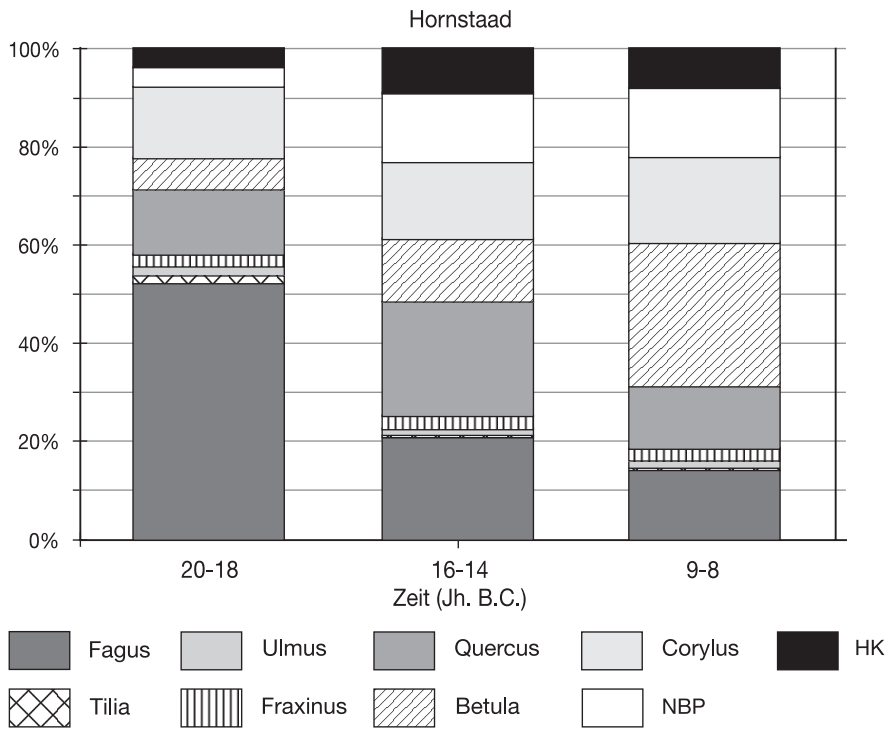


Abb. 12. Vergleich der Pollenspektren der früh- und der spätbronzezeitlichen Besiedlungsphase in Hornstaad mit dem 20.–18. Jahrhundert v. Chr., einer Pollenzone mit sehr geringem menschlichen Einfluß (nach RÖSCH [Anm. 16], neu berechnet). *Fagus* Buche, *Tilia* Linde, *Ulmus* Ulme, *Fraxinus* Esche, *Quercus* Eiche, *Betula* Birke, *Corylus* Hasel, NBP Nichtbaumpollen, HK Holzkohle.

heiten wären vor allem intensive Untersuchungen mittelneolithischer Siedlungen erforderlich. In welchem Zusammenhang das außerhalb der Lößgebiete in den Pollendiagrammen faßbare schwache und kurzfristige Siedlungsgeschehen mit den demographischen und wirtschaftlichen Entwicklungen im Kerngebiet steht, ist ebenfalls unklar.

Als Modell für die heute in Mitteleuropa durch langdauernde Nutzung nur noch als stark degenerierte Relikte vorhandenen Schwarzerden und ihre Anbaubedingungen können entwässerte Niedermoorböden herangezogen werden. Solche Standorte wurden beispielsweise in der Schweiz in den 1940er Jahren großflächig entwässert und unter den Pflug genommen, so an den Nussbaumer Seen oder im Bibertal nördlich von Ramsen (Kt. Schaffhausen). Die dortige, äußerst üppige Vegetation von Brachäckern weist, sieht man von Neophyten wie *Galinsoga parviflora* (Knopfkraut) ab, in ihrer floristischen Zusammensetzung große Ähnlichkeit mit bandkeramischen Unkrautspektren auf (Tab. 1). Nach Auskunft von Landwirten des Weilers Hofenacker, die diese Flächen bei Ramsen bewirtschaften, werden dort mit Weizen mittlere Erträge von 60 dt/ha erzielt. Meist wird jedoch Mais angebaut, der im Ertrag noch höher liegt. Die Düngung besteht aus gelegentlichen geringen Phosphor- und Kali-Gaben. Stickstoffdüngung ist auf diesen Standorten verboten. Das Niveau der Flächen sei während der gut fünfzigjährigen ackerbaulichen Nutzung um einen Meter abgesunken. Das bedeutet einen Oberboden-Verlust von 2 cm pro Jahr, der in dieser flachen, nur träge ent-

wässernden Senke hauptsächlich durch Mineralisierung der entwässerten Torfsubstanz zustande kommt, die dabei teilweise als Dünger verbraucht wird. Im Gegensatz zu einem Niedermoortorf, der zu mehr als 95 % aus organischer Substanz besteht, hat ein mitteleuropäischer Tschernosem nur 2–6 % Humusgehalt im Oberboden<sup>39</sup>. Bei einer mittleren Mächtigkeit des A-Horizontes von 20 bis 60 cm sind die Stickstoffvorräte daher sehr viel geringer. Die Humuszehrung dürfte für Niveauverluste eine sehr viel geringere Rolle gespielt haben als die Bodenerosion, da sich durch die ackerbauliche Nutzung das Infiltrationsvermögen dieser Böden verschlechterte<sup>40</sup>. Daß weniger günstige Ackerstandorte anzeigende Arten sowohl des *Aperion* (Windhalm-Gesellschaften bodensaurer Sand- und Lehmäcker) als auch des *Caulalidion* (Haftdolden-Gesellschaften der Kalkäcker) in der Bandkeramik noch fehlen, ist daher nicht mehr verwunderlich<sup>41</sup>. Die Seltenheit einiger bodenvager Klassencharakterarten<sup>42</sup> wie der Kornrade oder Vogelmiere muß hingegen andere Ursachen haben, zum Beispiel den Zeitpunkt der Aussaat (Frühjahr) und die bodenferne Ernteweise.

Die Beobachtungen zum Jungneolithikum im Alpenvorland sind Anlaß zu der Hypothese, daß sich als Reaktion auf die Bodenverschlechterung in den seit dem Altneolithikum genutzten Agrarlandschaften bzw. bei der Ausweitung des Ackerbaus auf weniger fruchtbare, vor allem weniger stickstoffreiche Böden außerhalb der Lößgebiete ein neues Bodennutzungssystem etabliert hatte: Nachdem im Verlauf des Frühneolithikums die Böden durch ackerbauliche Nutzung so ausgelaugt waren, daß sie mit den bisherigen Verfahren keine zufriedenstellenden Erträge mehr boten, wurde mit dem Wald-Feldbau oder Waldbrache (im Englischen mit den Begriffen shifting cultivation und slash-and-burn umrissen und bekannt durch aktuelle außereuropäische und durch historische Beispiele aus Europa<sup>43</sup>) ein neues Verfahren entwickelt, das sich die in der Biomasse des Waldes gebundenen Nährstoffe für den Kulturpflanzenbau zunutze machte. Für die prähistorische Landnutzung ist es eine seit langem kontrovers diskutierte Variante<sup>44</sup>. Die Mobilisierung der in der Vegetation gebundenen Nährstoffe bewirkt

<sup>39</sup> KUNTZE/ROESCHMANN/SCHWERTFEGER (Anm. 36) 262 f.

<sup>40</sup> Ebd. 88.

<sup>41</sup> Vgl. WILLERDING (Anm. 26) 308 ff.

<sup>42</sup> Bodenvage Klassencharakterarten sind charakteristische Arten der pflanzensoziologischen Klasse der Ackerunkrautgesellschaften (*Stellarietea mediae*), die in allen Ackerunkrautfluren unterschiedlichster Böden und Bewirtschaftung mit hoher Stetigkeit und Regelmäßigkeit zu finden sind.

<sup>43</sup> WILMANN'S (Anm. 10). – POTT (Anm. 10). – H. WALTER/S.-W. BRECKLE, Ökologie der Erde 2. Spezielle Ökologie der Tropischen und Subtropischen Zonen (Stuttgart 1984) 16 f.

<sup>44</sup> In Nordeuropa, wo die kulturelle Entwicklung gegenüber Mitteleuropa verzögert ist und darüber hinaus schwarzerdeartige Böden über Löß fehlen, setzt das Neolithikum gleich mit der sogenannten landnam- oder slash-and-burn Phase ein; vgl. H. J. B. BIRKS, Late-Quaternary biotic changes in terrestrial and lacustrine environments, with particular reference to north-west Europe. In: B. E. BERGLUND (ed.), Handbook of Holocene Palaeoecology and Palaeohydrology (Chichester 1986) 41 f. – B. E. BERGLUND, Landscape, land use, and vegetation. In: Ders. (ed.), The cultural landscape during 6000 years in southern Sweden. Ecological Bull. 41 (København 1991) 69 f. – Neuerdings setzt sich U. MAIER, Agricultural activities and land use in a Neolithic village around 3900 B. C.: Hornstaad Hörnle I A, Lake Constance, Germany. Vegetation Hist. and Archaeobot. 8, 1999, 87 ff. aufgrund von verkohlten Getreidevorräten und ihren Unkräutern mit der spätneolithischen Anbauweise auseinander und schließt aufgrund des Übergewichts annueller Arten auf Daueranbau ohne jegliche Brache oder Düngung (vgl. Tab. 1). Hierbei bleibt

kurzfristig eine ähnlich günstige Nährstoffversorgung wie auf einer Schwarzerde. Das äußert sich im Unkrautspektrum (*Tab. 1*): Von den 17 Arten eines heutigen Ackers auf entwässertem Niedermoortorf kamen 15 schon in der Bandkeramik vor, acht fanden sich in den Getreidevorräten von Hornstaad. Von den dort insgesamt 29 nachgewiesenen Arten sind 21 schon aus der Bandkeramik bekannt. Die ökologischen Zeigerwerte für die Basen- und Stickstoffversorgung sind ebenfalls sehr ähnlich und weisen auf neutrale bis allenfalls schwach saure Böden mit guter Stickstoffversorgung hin. Berechnet man die Durchschnittswerte, so sind diese für den Niedermoorstandort und die Linearbandkeramik praktisch identisch, wogegen Hornstaad um jeweils 0,5 „Ellenberg-Punkte“ in Richtung basenreicher und stickstoffärmer abweicht (*Tab. 2*)<sup>45</sup>.

Wald-Feldbau bedeutet eine effektive und zugleich „brutale“ Ausbeutung der lokalen Nährstoffressourcen und muß daher zwangsläufig über kurz oder lang zu deren Erschöpfung und damit zum Zusammenbruch dieses Systems führen. Nach Beobachtungen im Alpenvorland trat ein solcher Zustand bereits im späten Jungneolithikum ein und zwang vielleicht zu einer wirtschaftlichen Neuorientierung<sup>46</sup>. Während die Pollendiagramme im Endneolithikum als einzigen Hinweis auf Änderungen in der Landnutzung eine Zunahme von Spitzwegerich (*Plantago lanceolata*) erkennen lassen, der als Zeiger für Kurzbrache und Beweidung gelten kann, liefern die Unkrautfunde aus Getreidevorräten deutliche Hinweise auf eine Intensivierung des Ackerbaus. Dies bedeutet größere Felder, höhere Saatkichte und Kurzbrache mit intensiver Beweidung, damit quasi den Beginn der Feld-Gras-Wirtschaft<sup>47</sup>. Unklar bleibt jedoch, ob sich Dünge-Verfahren zur Rückführung von Bodennährstoffen im gleichen Zeitraum zu ent-

---

unberücksichtigt, daß bei nachgewiesener hoher Ernteweise die Verunkrautung der Vorräte sehr gering bleibt und daß die den Brand überlebenden Ausdauernden zunächst vegetativ bleiben und also zumindest in der Ernte des ersten Anbaujahres nicht in Form von Diasporen vertreten sind, wie Anbauversuche zeigen. Von den in Hornstaad als Getreidebegleiter gefundenen Arten befinden sich als häufigste einige nachweisliche Nutzpflanzen wie *Descurainia sophia*, *Brassica campestris* und *Camelina sativa*, vgl. H. SCHLICHTHERLE, Cruciferen als Nutzpflanzen in neolithischen Ufersiedlungen Südwestdeutschlands und der Schweiz. Zeitschr. Arch. 15, 1981, 113 ff.; daneben durchweg „triviale“, gute, mittlere Verhältnisse, vor allem gute Nährstoffversorgung anzeigende Arten, die überwiegend schon aus der Bandkeramik bekannt sind (vgl. *Tab. 1*). Es handelt sich überwiegend um sehr mobile Pioniere, die im Wald-Feldbau leicht anfliegen und rasch ihren Entwicklungszyklus durchlaufen können, sofern sie in der Nähe vorkommen. Die neuen Ergebnisse aus Hornstaad können für sich genommen also keineswegs zur Widerlegung eines Langbrache-Systems herangezogen werden, sondern vielleicht künftig im Verein mit anderen paläo-ökologischen und mit experimentellen Daten zur weiteren Klärung der Anbauverfahren im Neolithikum beitragen.

<sup>45</sup> Die Anwendung und insbesondere arithmetische Weiterverarbeitung der ökologischen Zeigerwerte nach ELLENBERG u. A. (Anm. 34) in der Archäobotanik ist nicht unumstritten, kann aber in diesem Fall damit gerechtfertigt werden, daß es um das rasche Erkennen deutlicher Tendenzen geht. Vgl. auch M. RÖSCH/B. SCHMIDT, Ein hochmittelalterliches Grubenhaus mit verkohltem Kulturpflanzenvorrat von Biberach an der Riß. Fundber. Baden-Württemberg 17, 1992, 551 ff.

<sup>46</sup> J. SCHIBLER u. A., Economic crash in the 37<sup>th</sup> and 36<sup>th</sup> centuries cal. B.C. in Neolithic lake shore sites in Switzerland. Anthropozoologia 25/26, 1997, 553 ff. bringen diese Krise mit dem klimatischen Geschehen in Zusammenhang, das sicherlich ebenfalls eine Rolle gespielt haben dürfte, z.B. durch vermehrte Nährstoffauswaschung infolge höherer Niederschläge.

<sup>47</sup> BROMBACHER/JACOMET (Anm. 34) 271 f. – Vgl. RÖSCH (Anm. 17, 1993) 222 f.



	R	N		Moor	LBK	Ho	
	7	8	<i>Stellaria media</i>	4	v	2,7	Vogelmiere
	x	7	<i>Chenopodium album</i>	3	9	16,7	Weißer Gänsefuß
	x	6	<i>Galeopsis tetrahit</i>	2	e	54,1	Stechender Hohlzahn
	7	x	<i>Convolvulus arvensis</i>	1	v		Ackerwinde
Neophyt	x	6	<i>Fallopia convolvulus</i>	1	10	26,6	Windenknöterich
			<i>Galinsoga ciliata</i>	1			Knopfkraut
	7	7	<i>Lamium purpureum</i>	1	e		Rote Taubnessel
	x	6	<i>Polygonum aviculare</i>	1	2	1,4	Vogelknöterich
	x	8	<i>Artemisia vulgaris</i>	+	e		Beifuß
	x	6	<i>Capsella bursa-pastoris</i>	+	e	3,6	Hirtentäschelkraut
	x	8	<i>Echinochloa crus-galli</i>	+	4	0,5	Hühnerhirse
	5	4	<i>Geranium molle</i>	+			Weicher Storchschnabel
	x	9	<i>Lamium album</i>	+	e		Weißer Taubnessel
Neophyt			<i>Phacelia tanacetifolia</i>	+			
	7	7	<i>Polygonum persicaria</i>	+	2	2,3	Pfirsichblättriger Knöterich
	x	9	<i>Rumex obtusifolius</i>	+	1		Stumpfbältriger Ampfer
	x	7	<i>Silene alba</i>	+	e		Weißer Lichtnelke
	7	6	<i>Thlaspi arvense</i>	+			Acker-Hellerkraut
	7	7	<i>Veronica hederaefolia</i>	+	1		Efeublättriger Ehrenpreis
Neophyt			<i>Zea mays</i>	+			Mais
Weitere bezeichnende Unkräuter der Bandkeramik							
	5	x	<i>Bromus secalinus</i>		3		Roggen-Trespe
	x	5	<i>Bromus sterilis</i>		1	0,5	Taube Trespe
	6	8	<i>Galium aparine</i>		5	1,4	Kletten-Labkraut
	8	5	<i>Galium spurium</i>		5	0,5	Saat-Labkraut
	x	7	<i>Lapsana communis</i>		5	18,9	Rainkohl
			<i>Phleum cf. nodosum</i>	+			Wiesen-Lieschgras
	x	8	<i>Polygonum lapathifolium</i>		3		Ampfer-Knöterich
	2	2	<i>Rumex acetosella</i>		2		Kleiner Sauerampfer
	x	4	<i>Vicia hirsuta</i>		+	12,2	Rauhhaarige Wicke
Weitere Ackerunkräuter in verkohlten Getreidevorräten in Hornstaad Hörnle IA							
			<i>Brassica campestris</i>		e	53,6	Feld-Kohl/Rübsen
	x	6	<i>Descurainia sophia</i>		+	19,8	Sophienkraut
	7	6	<i>Camelina cf. sativa</i>			3,2	wohl Saat-Leindotter
	x	8	<i>Chenopodium polyspermum</i>		2	9,5	Vielsamiger Gänsefuß
	7	x	<i>Valerianella dentata</i>		e	9	Gezählter Feldsalat
	7	x	<i>Arenaria serpyllifolia</i>			2,3	Sandkraut
	8	8	<i>Chenopodium hybridum</i>		1	1,8	Hybrid-Gänsefuß
	6	x	<i>Veronica cf. arvensis</i>			0,9	wohl Acker-Ehrenpreis
	x	7	<i>Setaria viridis</i>		1	0,9	Grüne Borstenhirse
	9	5	<i>Aethusa cynapium</i>			0,5	Hunds-Petersilie
	7	8	<i>Solanum nigrum</i>		4	0,5	Schwarzer Nachtschatten
	8	4	<i>Bromus cf. arvensis</i>		4	0,5	wohl Acker-Trespe
	7	6	<i>Valerianella locusta</i>		e	0,5	Echter Feldsalat
	x	x	<i>Vicia angustifolia</i>		+	0,5	Schmalblättrige Wicke
	x	7	<i>cf. Sisymbrium officinale</i>			0,5	wohl Wege-Rauke
	5	5	<i>Vicia tetrasperma</i>		1	0,5	Viersamige Wicke

R=Reaktionszahl nach Ellenberg

- 2 Starksäurezeiger bis Säurezeiger  
 3 Säurezeiger, Schwergewicht auf sauren Böden, nur ausnahmsweise im neutralen Bereich  
 5 Mäßigsäurezeiger, auf stark sauren wie auf neutralen bis alkalischen Böden selten  
 6 zwischen 5 und 7 stehend  
 7 Schwachsäure- bis Schwachbasenzeiger, niemals auf stark sauren Böden  
 9 Basen- und Kalkzeiger, stets auf kalkreichen Böden  
 x indifferentes Verhalten

N=Stickstoffzahl nach Ellenberg

- 3 auf stickstoffarmen Standorten häufiger als auf mittelmäßigen und nur ausnahmsweise auf reicheren  
 4 auf mäßig stickstoffreichen bis stickstoffarmen Standorten  
 5 mäßig stickstoffreiche Standorte anzeigend, auf armen oder reichen seltener

Tabelle 1. Fortsetzung s. S. 314.

- 6 auf mäßig stickstoffreichen bis stickstoffreichen Standorten  
 7 an stickstoffreichen Standorten häufiger als auf mittelmäßigen und nur ausnahmsweise auf ärmeren  
 8 ausgesprochener Stickstoffzeiger  
 x indifferentes Verhalten

Tabelle 1. Vegetationsaufnahme eines Brachackers auf Niedermoortorf südlich von Singen, geordnet nach Flächendeckung (Spalte **Moor**) und Angaben zur Verbreitung dieser Arten in der Bandkeramik (Spalte **LBK**), sowie Vorkommen in verkohlten Getreidevorräten von Hornstaad Hörnle IA (Spalte **Ho**). Angegeben ist entweder die Stetigkeit des Vorkommens an bandkeramischen Fundplätzen in Südwestdeutschland. – 10 Nachweis in allen zehn Fundplätzen mit botanischen Untersuchungen; 1 Nachweis an nur einem Fundplatz mit botanischen Untersuchungen; + Nachweis im übrigen Mitteleuropa; e Nachweis in Erkelenz. – Angaben für die Bandkeramik sowie die mit + versehenen Nachweise nach WILLERDING (Anm. 22, 1980), für Hornstaad Hörnle IA nach MAIER (Anm. 44) und für Erkelenz (e) nach KNÖRZER (Anm. 3). Zusätzlich sind die Reaktions- und Stickstoffzeigerwerte (Spalten **R** und **N**) nach ELLENBERG U. A. (Anm. 34) angegeben.

wickeln begannen<sup>48</sup>. In der Urnenfelderzeit war das neue Landnutzungsmodell voll etabliert: Es beruhte auf ortsfesten, mit Kurzbrache bewirtschafteten und im Brachestadium beweideten Feldern, könnte also als Feld-Gras-Wirtschaft bezeichnet werden. Zusätzlich ist eine Nährstoffverlagerung aus den Wäldern über Waldweide, Aufstallung und Stallmist-Düngung zu vermuten. Hinweise auf Waldweide ergeben sich aus den Pollendiagrammen durch Zunahme von Eiche, Wacholder, Besenheide, des *Prunus*-Typs

Fundort	R	N	Zeitstellung	Geologie
Brachacker auf Niedermoor	6,6	6,9	rezent	entwässertes Niedermoor
Bandkeramik	6,5	6,9	6. Jahrtausend v. Chr.	Löß
Hornstaad, Hörnle IA	7,1	6,4	ca. 3900 v. Chr.	Würm-Geschiebemergel
Knittlingen, Mittelfeld	6,1	5,5	ca. 1000 v. Chr.	Löß
Gerlingen, Bachstraße	6,2	5,1	11./12. Jahrhundert n. Chr.	Löß

Tabelle 2. Durchschnittliche Reaktions- (R) und Stickstoffzahlen (N) der Vegetationsaufnahme auf einem Brachacker auf Niedermoortorf nach ELLENBERG U. A. (Anm. 34) aus *Tab. 1*, für die bezeichnenden Ackerunkräuter der Linearbandkeramik, für die annuellen Unkräuter aus Hornstaad Hörnle IA nach MAIER (Anm. 44), aus Knittlingen Mittelfeld (Urnenfelderkultur) nach RÖSCH (Anm. 51) und aus Gerlingen Bachstraße 7 nach RÖSCH/GROSS (Anm. 51). – Reaktionszahl 7: Schwachsäure- bis Schwachbasenzeiger, niemals auf stark sauren Böden; Reaktionszahl 6: Mäßigsäurezeiger, auf stark sauren wie auf neutralen bis alkalischen Böden selten. – Stickstoffzahl 7: an stickstoffreichen Standorten häufiger als auf mittelmäßigen und nur ausnahmsweise auf ärmeren; Stickstoffzahl 6: zwischen 5 und 7 stehend; Stickstoffzahl 5: mäßig stickstoffreiche Standorte anzeigend, auf armen und reichen seltener.

<sup>48</sup> Daß die Stoffentzüge bei längerem Anbau auch bei bescheidenem Ertragsniveau nicht zu vernachlässigen sind, geht aus einer Gegenüberstellung von Stickstoff-Entzügen und Bodenstickstoff-Vorräten hervor: Nach K.-U. HEYLAND, *Spezieller Pflanzenbau*<sup>7</sup> (Stuttgart 1996) 171 betragen die Stickstoff-Entzüge bei Weizen je nach Flächenertrag und Ernteweise zwischen 35 und 340 kg/ha. Der Stickstoffvorrat von Sandboden wird von KUNTZE/ROESCHMANN/SCHWERDTFEGGER (Anm. 36) 103 je nach Dicke und Humusgehalt des Oberbodens zwischen 1800 und 10800 kg/ha veranschlagt. Damit könnten zwischen 5 und 300 Anbauperioden bestritten werden, sofern man die Auswaschung vernachlässigt. Auch wenn man sehr optimistische Varianten (hohe Vorräte, niedrige Erträge, keine Auswaschung) zugrunde legt, wird klar, daß der Stickstoff im Verlauf des Neolithikums zum Problem geworden sein muß.

(Schwarzdorn?) und Adlerfarn<sup>49</sup>. Vermutlich wurden die Wälder mittelwaldartig bewirtschaftet und die Eiche gefördert, da Eichen-Mittelwälder mit ihrer lichten ersten Baumschicht in der Kraut- und Strauchschicht große Mengen als Viehfutter nutzbarer Biomasse erzeugen<sup>50</sup>. Die Düngungs- und Bracheverfahren konnten auf Dauer die Entzüge jedoch nicht kompensieren, so daß langfristig mit sinkender Bodenfruchtbarkeit und Erträgen gerechnet werden muß. Das äußert sich auch in der Segetalvegetation, insbesondere in deren Basen- und Stickstoff-Zeigerwerten (*Tab. 2*): Ein urnenfelderzeitliches und ein hochmittelalterliches Beispiel, beide aus Lößgebieten, weisen auf deutlich schlechtere Basen- und Stickstoffversorgung hin<sup>51</sup>.

### Ausblick

Die wissenschaftliche Diskussion läßt sich hier durch vermehrte, bessere und genauere Beobachtungen weiterführen. Zwar wurden die Methoden der Pollen- und botanischen Großrestanalyse in den vergangenen Jahrzehnten wesentlich verfeinert. Sie ermöglichen bei konsequenter Anwendung Aussagen in Richtung eines paläo-ökologischen Gesamtbildes, die über eine qualitative Bestandsaufnahme weit hinausreichen. Über die Frage hinaus, ob ein bestimmtes Sediment Reste bestimmter Pflanzen in bestimmter Menge enthält, sind ihren Erkenntnismöglichkeiten aufgrund der Quellenlage Grenzen gesetzt. Landschaftsrekonstruktionen und Landnutzungsmodelle bedürfen daher weiterer Proxidata, auch experimentell gewonnener. Das Modell eines spätneolithischen Wald-Feldbaus wird seit 1994 im Experiment geprüft: Auf dem Gelände des Hohenloher Freilandmuseums Wackershofen bei Schwäbisch Hall sowie in einem Wald bei Forchtenberg am Kocher wird – neben mittelalterlichen Landnutzungsformen – ein Wald-Feldbau rekonstruiert, wie er gemäß den obigen Ausführungen zu Beginn des 4. Jahrtausends v. Chr. im südlichen Mitteleuropa abgelaufen sein könnte<sup>52</sup>. An diesem Langzeitversuch sind neben Archäobotanikern und Archäologen Pflanzenbauer, Bodenkundler, Geographen, Zoologen, Feuerökologen und Landespfleger beteiligt. Ein wichtiges Ziel des Projekts ist es, die Hypothese eines neolithischen Wald-Feldbaus detailliert zu prüfen. Dabei sollen nicht nur Aufwand, Ertrag, Ertragssicherheit und Nachhaltigkeit des Verfahrens in Abhängigkeit von der Entwicklung von Böden, Vegetation und Tierwelt untersucht, sondern zunächst geeignete und möglicherweise au-

<sup>49</sup> RÖSCH (Anm. 17, 1993) 222f.

<sup>50</sup> Größe der Viehbestände und Aufstallung als weitere wichtige Komponenten dieses Landnutzungssystems müßten unter dieser Fragestellung gezielt untersucht werden.

<sup>51</sup> M. RÖSCH/U. GROSS, Hochmittelalterliche Nahrungspflanzenvorräte aus Gerlingen, Kreis Ludwigsburg. *Fundber. Baden-Württemberg* 19, 1994, 711 ff. – M. RÖSCH, Exkurs – Die Pflanzenreste. In: R. Baumeister, Außergewöhnliche Funde der Urnenfelderzeit aus Knittlingen, Enzkreis. *Bemerkungen zu Kult und Kultgerät der Spätbronzezeit*. Ebd. 20, 1995, 423 ff.

<sup>52</sup> U. BAUER, Die Entwicklung von Anbauverfahren im Ackerbau. In: *Experimentelle Archäologie. Bilanz 1997*. Arch. Mitt. Nordwestdeutschland Beih. 19 (Oldenburg 1998) 21 ff. – M. RÖSCH, Anbauversuche zur (prä)historischen Landwirtschaft im Hohenloher Freilandmuseum Schwäbisch Hall-Wackershofen. Ebd. 35 ff. – E. SCHULZ, Zur Entstehung mitteleuropäischer Kulturlandschaft. *Würzburger Geogr. Manusk.* 50, 1999, 275 ff. *Beobachtungen und Experimente in Hohenlohe*. – Das Projekt wird gefördert von der Stoll-VITA Stiftung, Waldshut, sowie von der Stiftung Würth, Künzelsau.

thentische Landnutzungstechniken entwickelt und optimiert werden. Das reicht von der Technik und dem zeitlichen Ablauf von Einschlag, Brennen, Saatbettbau, Pflanzenschutz und Ernte bis zur Beweidung, Sammelwirtschaft und Holznutzung. Dabei wird im Prinzip vom Modell der multifunktionalen, zeitlich gestaffelten Nutzung eines einzigen Lebensraumes ausgegangen. Das Projekt wird noch längere Zeit weitergeführt, weshalb an dieser Stelle nur einige vorläufige Erfahrungen mitgeteilt werden können:

- Nur bei flächigem Brennen des geschlagenen Schwachholzes und der Streu garantiert Wald-Feldbau hohe Erträge und Ertragssicherheit.
- Das flächige Brennen ist ein schwieriges Verfahren, bedingt auch dadurch, daß das beim Einschlag angefallene Schwachholz mit nur etwa 2 kg/m<sup>2</sup> die Dauer und Intensität des Feuers begrenzt. Optimales Brennen ist nur bei günstiger trockener Witterung und bei vorherigem Abschneiden oder Ausreißen und Trocknen der Krautschicht möglich. Es erfolgt am besten durch das Ziehen einer brennenden Reisigwalze mittels langer hölzerner Haken. Dabei müssen Gefälle und Windrichtung sorgfältig beachtet werden.
- Unter günstigen Bedingungen sind dann Getreideerträge von mehr als 40 dt/ha möglich – Werte, die ein Vielfaches über den Schätzwerten für die mittelalterlichen Dreifelderwirtschaft liegen und denen der modernen Landwirtschaft in Mitteleuropa nahekommen.
- Gründe hierfür sind eine erhebliche Nährstoffmobilisierung, vor allem von Phosphor und Kalium, aber auch, wegen unvollständiger Verbrennung, von Stickstoff. Bodenschichten unter 3 cm Tiefe werden dagegen in ihrer Struktur und biologischen Aktivität vom Brand nicht beeinflusst. Der Brand verschafft dem Getreide einen Startvorteil gegenüber Beikräutern. Diese setzen sich vor allem aus Wald-, Schlag- und Saumpflanzen und nur wenigen unspezifischen Ackerunkräutern zusammen<sup>53</sup>. Aufgrund des Wurzelwerks ist Einzelloch-Saat leichter zu bewerkstelligen als die Anlage von Saatrillen. Andere Verfahren zur Erzielung eines gleichmäßigen Saatbetts (Pflügen) sind bei Beschränkung auf die im Neolithikum möglichen Techniken kaum möglich und für die Ertragsbildung auch nicht erforderlich, da genügend Stickstoff verfügbar ist und ein Mehrangebot zu Mindererträgen führen würde<sup>54</sup>. Mechanische Unkrautregulierung zusätzlich zum Brennen bis zum Schossen des Getreides ist ertragsfördernd, Schutz vor Wild- und Vogelfraß notwendig.

---

<sup>53</sup> An Ackerunkräutern wurden bisher mit einer gewissen Stetigkeit Kletten-Labkraut (*Galium aparine*), Acker-Kratzdistel (*Cirsium arvense*) und Stechender Hohlzahn (*Galeopsis tetrahit*) beobachtet, dazu sporadisch der Winden-Knöterich (*Fallopia convolvulus*), der Pfirsichblättrige Knöterich (*Polygonum persicaria*), die Acker-Gänsedistel (*Sonchus arvensis*), die Vogelmiere (*Stellaria media*), das Acker-Vergißmeinnicht (*Myosotis arvensis*), der Acker-Fuchsschwanz (*Alopecurus myosuroides*) und die Echte Kamille (*Matricaria chamomilla*). Somit stehen acht Einjährigen nur zwei Ausdauernde gegenüber, ein noch deutlicheres Übergewicht der Einjährigen als in Hornstaad (29 Einjährige gegenüber zehn Ausdauernden), womit dieses von MAIER (Anm.44) angeführte Übergewicht der Einjährigen als Argument gegen Brache in Hornstaad hinfällig ist.

<sup>54</sup> BAUER (Anm.52) 29.

- Bereits nach einmaligem Anbau entfalten die Stockausschläge eine störende Beschattungswirkung, und zudem muß die nun kräftig entwickelte Krautschicht durch erneutes Brennen beseitigt werden, um einen erneuten Saatbettbau zu ermöglichen, was nur durch Zufuhr von Brennmaterial von außerhalb möglich ist. Möglicherweise könnte die Fläche durch Beweidung zwischen Ernte und erneuter Aussaat in einem Zustand gehalten werden, der ein neuerliches Brennen erübrigt. Der Einfluß von Beweidung auf die Wiederbestockung ist zu prüfen.
- Zu große Nässe erschwert oder verhindert das Brennen im Frühjahr und spricht damit gegen Sommerfrucht-Anbau<sup>55</sup>. Wie die Boden- und Ertragsentwicklung bei langjährigem Anbau auf einer Fläche ist, wird ebenfalls geprüft werden.
- Auch in jungen bis mittelalten Laubholzbeständen verjüngen sich nicht alle Bäume nach Einschlag und Brand aus dem Stock. In einer Parzelle in Wackershofen starb beispielsweise der etwa 30jährige Traubeneichen-Bestand vollständig ab. Von den bisher erfaßten Holzarten erwiesen sich Hasel und Linde als die ausschlagfreudigsten.
- Im Vorgriff auf die vorgesehenen experimentell-archäologischen Untersuchungen zur Ergonomie und Technologie neolithischer Landnutzung zeigte sich, daß bei der Verwendung von Stahläxten der Arbeitsaufwand zum Fällen von Eichenstämmen mindestens 30mal höher ist als bei gleich starken Lindenstämmen.
- Der Weizenpollen-Niederschlag inmitten eines mit Saatweizen bestandenen und von Hand geernteten Waldfeldes ist minimal (unter 0,5 %), wogegen in der mit Mähdschern bewirtschafteten offenen Feldflur Getreidepollen in erheblicher Menge freigesetzt und in den Pollenfallen abgelagert wird (Werte von 5 % und mehr). Die Fortsetzung der Untersuchungen verspricht bessere Kenntnisse der Möglichkeiten und Rahmenbedingungen prähistorischer Landnutzung, die voraussichtlich zur Basis wirklichkeitsnäherer Modelle neolithischer Wirtschaft werden können.

---

<sup>55</sup> Das deckt sich mit den Beobachtungen am Zürichsee. BROMBACHER/JACOMET (Anm.34) 264ff. postulieren dort aufgrund des Übergewichts winterannueller Unkräuter Winterfruchtanbau für Jung- und Endneolithikum beim Getreidebau, zugleich aber für das Endneolithikum verstärkten Anbau anderer Feldfrüchte im Sommerfeld. Neueste Erfahrungen (Frühjahr 2000) zeigen jedoch, daß Frühjahrsbrand trotz gewisser Nässe mit dürrer Holz bei Nutzung des Windes als Gebläse durchaus möglich ist. Von den eingesetzten Getreiden erwies sich die (Zweizeil-)Gerste jedoch als wenig wüchsig und ertragschwach, während der Emmer bessere Ergebnisse zeitigte.

**Zusammenfassung: Anthropogener Landschaftswandel in Mitteleuropa während des Neolithikums. Beobachtungen und Überlegungen zu Verlauf und möglichen Ursachen**

Ausgehend von den biologisch-ökologischen Rahmenbedingungen des Pflanzenbaus wird die Entwicklung von Bodennutzungssystemen und – daraus resultierend – der Kulturlandschaft in Mitteleuropa betrachtet. Dazu werden botanische Quellen (Pollen- und Großrestanalysen) ausgewertet. Es wird ein vierstufiges Modell mit schlechter werdenden naturräumlichen Rahmenbedingungen bei steigendem technischem Aufwand postuliert: Im Altneolithikum boten nährstoffreiche, lockere Oberböden ideale Bedingungen für Ackerbau auf hohem Ertragsniveau. Nach deren Zerstörung versuchte man im Spätneolithikum mit Wald-Feldbau unter Feuereinsatz das Ertragsniveau hoch zu halten. Von der Bronzezeit bis in das 19. Jahrhundert wurden größere Ackerflächen auf niedrigem Ertragsniveau mit Kurzbrache bewirtschaftet, wobei eine Nährstoffumverteilung von großen Extensivflächen (Waldweide) mit Hilfe des Viehs erfolgte.

**Abstract: Anthropogenic landscape change in Central Europe during the neolithic period. Observations and reflections concerning process and possible causes**

Taking the biological-ecological structural conditions of plant-cultivation as a starting point, the development of agricultural land-use systems and – as a result thereof – the cultural landscape of Central Europe is considered. In connection with this, botanical sources (pollen- and macrobotanical analyses) are evaluated. A four-stage model of declining natural structural conditions with increasing technical expenditure is postulated: in the Early Neolithic, fertile, light surface soils provided ideal conditions for high-yield agriculture. After their destruction, attempts were made during the Late Neolithic to maintain high levels of yield through forest-farming aided by the use of fire. From the Bronze Age into the 19<sup>th</sup> century, larger field areas at lower levels of yield were cultivated with short fallow periods, while a redistribution of nutrients from extensive areas (forest meadows) occurred with the help of livestock.

C. M.-S.

**Résumé: Modification du paysage anthropogène en Europe centrale au cours du Néolithique. Observations et réflexions sur le processus et ses éventuelles causes**

A partir des conditions biologiques et écologiques du cadre des cultures végétales, l'auteur observe le développement du système d'exploitation du sol et le paysage cultivé qui en découle en Europe centrale. Pour cela, des sources botaniques (palynologie et analyse des restes) sont mises à contribution. L'auteur pose comme postulat l'existence d'un modèle en quatre étapes avec une dégradation du cadre naturel proportionnelle à l'augmentation de la maîtrise technique: au Néolithique ancien, les sols meubles et riches en substances nutritives offraient des conditions idéales pour une agriculture à haut rendement. Après la destruction de ces sols, on a essayé, à la fin du Néolithique, de maintenir ce haut niveau de rendement par la culture sur brûlis. De l'Âge du Bronze au XIX<sup>ème</sup> siècle, des surfaces agricoles plus grandes mais rendement plus faible sont exploitées avec mise en jachère. Ce système, avec l'aide du bétail, a entraîné une modification de la répartition des matières nutritives dans les surfaces extensives (pâturages).

S. B.

Anschrift des Verfassers:

Manfred Rösch  
Landesdenkmalamt Baden-Württemberg  
Fischersteig 9  
D-78343 Hemmenhofen