Ackerbau und Sammelwirtschaft in der neolithischen Seeufersiedlung Arbon Bleiche 3 (3384-3370 v. Chr.), Kanton Thurgau, Schweiz

Inauguraldissertation

zur

Erlangung der Würde eines Doktors der Philosophie

vorgelegt der Philisophisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät

der Universität Basel

von

Sabine L. Hosch

aus Basel, Kanton Basel-Stadt

Basel, 2004

Genehmigt von der Philosophisch-naturwissenschaftlichen Fakultät
auf Antrag von
Frau Prof. Dr. Stefanie Jacomet
Herrn Dr. Felix Bittmann

Basel, den 20. Januar 2004

Prof. Dr. A. Zuberbühler
Dekan

Inhaltsverzeichnis

Einleitung

Hosch, S. und Jacomet, S. (2001) New Aspepcts of Archaeobotanical Research in Central European Neolithic Lake Dwelling Sites. Environmental Archaeology 6, 2001, 59-71.

Hosch, S. und Zibulski, P. (2003) The influence of wet-sieving procedures on the macroremain concentration in waterlogged sediments. Jorunal of Archaeological Science 30, 2003, 849-857.

Hosch, S. (in prep.) Ackerbau und Sammelwirtschaft in der neolithischen Seeufersiedlung Arbon Bleiche 3 (3384-3370 v. Chr.), Kanton Thurgau, Schweiz.

i Einleitung I

i.1 Rahmen des Projektes I

i.2 Der Siedlungsplatz Arbon Bleiche 3 I

i.2.1 Lage der Siedlung und zeitliche Stellung I

i.2.2 Stratigraphie und Schichtentstehung II

i.2.3 Beschreibung der Kulturschicht (Schicht 310 und 320) IV

i.3 Methodisches Vorgehen, Problematik V

i.4 Ziele V

i.4.1 Ziele der methodischen Untersuchungen: Probenentnahme V

i.4.2 Ziele der methodischen Untersuchungen: Probenaufbereitung VI

i.4.3 Ziele der Makrorestuntersuchung: Wirtschaftsweise VI

i Einleitung

i.1 Rahmen des Projektes

Die Untersuchung der Samen und Früchte aus der neolithischen Seeufesiedlung Arbon Bleiche 3 (3384-3370 v. Chr.) mit Fragestellungen zu Ackerbau und Sammelwirtschaft, sowie methodischen Untersuchungen wurde im Rahmen eines multidisziplinären Projektes des Schweizerischen Nationalfonds unter der Leitung von S. Jacomet und J. Schibler (Projekt Nr. 1253.063539.00/1) durchgeführt. Ein Teil der Untersuchungen des noch laufenden Projektes sind bereits abgeschlossen und zu einem guten Teil publiziert. Dies sind die dendrochronologische Datierung der Bauhölzer (T. Sormaz in prep.), die archäologischen Befunde wie beispielsweise die Baugeschichte des Dorfes, Beschreibung der Geräte, Werkzeuge und Textilien (Leuzinger 2002; Leuzinger 2000; Leuzinger 1997a; Leuzinger 1997b), der Keramik (de Capitani 2002) und der Knochen- und Geweihartefakte (Deschler-Erb, Marti-Grädel und Schibler 2002a; Deschler-Erb, Marti-Grädel und Schibler 2002b; Marti-Grädel et al. 2002;). Noch in Bearbeitung sind diverse Fragestellungen bezüglich der Schichtgenese (Brombacher und Hadorn in prep.; Deschler-Erb und Marti-Grädel in prep.; Magny und Haas in prep.; Meyer und Rentzel in prep.; Thew in prep), sowie Viehhaltung und Jagd (Schibler 1997; Deschler-Erb und Marti-Grädel in prep.), Fischfang und Kleintierjagd (Hüster-Plogmann und Leuzinger 1995; Hüster-Plogmann in prep.), Makro- und Mikroreste aus Tierkot (Akeret und Rentzel 2001; Akeret et al. 1999; Kühn in prep; Hadorn in prep.; Haas in prep.), Zweige und Knospen (Zibulski in prep.), mineralogische Untersuchungen der Keramik (Bonzon 2002; Bonzon in prep.), chemische (Spangenberg in prep.) und morphologische (Martinez in prep.) Analysen der Speisereste in Töpfen, parasitologische Untersuchungen menschlicher Exkremente (le Bailly 2002; le Bailly in prep.) und die Untersuchung von Insektenresten (Lemdahl in prep.). Bereits gewonnene Erkenntnisse aus diesen Untersuchungen ergaben wertvolle Informationen für die Interpretation der vorliegenden Makrorestuntersuchung.

i.2 Der Siedlungsplatz Arbon Bleiche 3

i.2.1 Lage der Siedlung und zeitliche Stellung

Die am südlichen Ufer des Bodensees (Schweiz, Kanton Thurgau) auf 398 m ü.M. (die Kulturschicht liegt zwischen 393.90 und 396.00 m ü.M.) gelegene neolithische Seeufersiedlung (Hosch und Jacomet 2001, 60: Abbildung 1) wurde während der Jahre 3384-3370 v. Chr. erbaut und bewohnt (Leuzinger 2000, 51-57). Bis in die Vierzigerjahre lag die Kulturschicht im Grundwasserbereich. Im Jahr 1944 wurde eine Drainage gelegt, welche die oberhalb von 395.7 m ü.M. liegenden Kulturschichtbereiche austrocknete (Leuzinger 2000, 20). In Folge umfangreicher Sedimentablagerungen durch die Bäche und den See befindet sich das Siedlungsareal heute in etwa 800 m vom aktuellen Seeufer entfernt. Während der jungsteinzeitlichen Besiedlung lag das Dorf vermutlich näher oder direkt am See (Saxer 1965, 23). Eine hinter der Siedlung gelegene flache, würmeiszeitliche Moräne bildete eine Halbinsel in den See. Durch die Hanglage entlang der Moräne entstand ein schwaches Gefälle von ca. 2 m (396.00-393.90 m ü.M.) über eine Distanz von 40 m (Leuzinger 2000, 12). Da ein Strassenprojekt und diverse Bauvorhaben das Areal der neolithischen Seeufersiedlung gefährdeten, führte das Kantonale Amt für Archäologie des Kantons Thurgau unter der Leitung von U. Leuzinger in den Jahren 1993 bis 1995 jeweils dreimonatige Rettungsgrabungen durch. Auf der ca. 1'000 m^2 umfassenden ausgegrabenen Fläche, welche

schätzungsweise etwa die Hälfte des ehemaligen Dorfes darstellt, befinden sich 27 ganze und angeschnittene Hausgrundrisse, deren Baujahre durch dendrochronologische Datierung der Bauhölzer (T. Sormaz, Dendrolabor Zürich) bekannt sind (Hosch und Jacomet 2001, 61: Abbildung 2; Leuzinger 2000, 11, Abbildung 2). Die einphasige, nur 15-jährige Besiedlungsdauer liegt in der Übergangsperiode zwischen der jungneolithischen Pfyner (ca. 3900-3500 v. Chr.) und spätneolithischen Horgener (ca. 3300-2800 v.Chr.) Kultur, was neben der dendrochronologischen Datierung zusätzlich durch archäologische Funde, welche typologische Kriterien beider Kulturen aufweisen, bestätigt wird (de Capitani 2002, 222; de Capitani und Leuzinger 1998, 237; Hasenfratz 1997, 40). Aus dem Zeitraum zwischen 3500-3250 v. Chr. sind nur wenige Seeufersiedlungen bekannt (Stöckli 1995, 21, Abbildung 2), weshalb bis anhin nicht untersucht werden konnte, ob sich der Kulturwandel zwischen der Pfyner und Horgener Kultur auch auf die Wirtschaftsweise auswirkte. Gross-Klee und Maise (1997, 91-92) konnten das Fehlen von Seeufersiedlungen in Zusammenhang mit hohen Seespiegelständen während nassen und kühleren Klimaphasen bringen. Dies trifft auch auf den hier betroffenen Zeitraum, der Piora II-Kaltphase zu (Burga u. Perret 1998, 729; Jacomet, Magny und Burga 1995, 56-57). Allerdings zeichnet sich um 3400 v. Chr. innerhalb der Piora II-Kaltphase eine kurze Warmphase mit tieferen Seespiegelständen ab (Gross-Klee und Maise 1997, 89, Abb 1), während welcher einzelne Phasen der drei Seeufersiedlungen Nidau BKW, Lattrigen VI und Lüscherz am Bielersee (Brombacher 2000; Brombacher 1997) und der zwei Seeufersiedlungen Sipplingen-Osthafen (Jacomet 1990) und Wallhausen-Ziegelhütte (Rösch 1990) am Bodensee erbaut wurden. Da aber mit Ausnahme von Nidau BKW nur wenige Proben oder nur ein Profil aus diesen Fundstellen untersucht war, ergab sich mit Arbon Bleiche 3 dank systematischer Beprobung erstmals die Möglichkeit, eine Siedlung aus diesem Zeitraum repräsentativ zu untersuchen.

i.2.2 Stratigraphie und Schichtentstehung

Das im Verlauf von 15 Jahren (3380-3376 v. Chr.) erbaute und bewohnte Dorf wurde im Jahre 3376 v. Chr. durch einen Dorfbrand zerstört und anschliessend nicht wieder aufgebaut. Kurz nach dem Brand wurden die Siedlungsreste durch einen Seespiegelanstieg innerhalb weniger Jahre von Sand überdeckt und einsedimentiert (Leuzinger 2000, 48). Es entstand im Verlaufe der Zeit eine bis zu 2 m mächtige archäologisch sterile Sandschicht (Schicht 200) über der 4-50 cm mächtigen Kulturschicht (Schicht 300). Die 1944 angelegte Drainage (Kapitel i.2.1) liegt etwa auf einer Höhe von 395.7 m ü.M. in dieser Sandschicht. Die Entwässerung oberhalb dieser Höhe führte dazu, dass die Kulturschicht oberhalb der Drainage durch Sauerstoffzufuhr stark beeinträchtigt wurde (Hosch und Jacomet 2001, 61, Abbildung 4). Unterhalb der Drainage blieben die organischen Ablagerungen im Grundwasserbereich unter Luftabschluss ausserordentlich gut erhalten. Der unterhalb der Sandschicht liegende archäologische Horizont lässt sich deutlich in einzelne Schichten gliedern (Leuzinger 2000, 20ff.). Innerhalb der Grabungsfläche unterscheiden sich diese Ablagerungen zu Teil beträchtlich. Vereinfacht besteht der Kulturhorizont (Abbildung Ia, Ib) von oben nach unten aus einer Sandschicht mit Bauhölzern und archäologischen Funden (Schicht 290), einer Brandschuttschicht (Holzkohleschicht 303), einem oberen organischen Band (Schicht 310), einem dünnen Sandband (Schicht 312) zwischen den Schichten 310 und 320 und einem unteren organischen Band (Schicht 320). Im Bereich der Häuser liegt zwischen den Schichten 303 und 310 verstürzter Hüttenlehm/Lehmpackung (Schicht 305), zwischen den Schichten 312 und 320 mittlere Lehmlinsen (Schicht 315) und unter Schicht 320 eine unterste, unverziegelte Lehmschicht (Schicht 325). Die Kulturschicht liegt auf einer sandigen Ablagerung (Schicht 400). Die Oberkante dieser Schicht bildete die eigentliche Strandplatte, auf welcher die neolithischen Bewohner 3380 v. Chr. mit dem Bau ihrer Siedlung begannen. Zahlreiche Holzabschläge, die beim Zuspitzen der Pfähle entstanden und dünne Lehmlinsen belegen, dass die Oberkante von Schicht 400 den Bauhorizont darstellte (Leuzinger 2000, 24). An der Basis von Schicht 400 befinden sich während einer Transgressionsphase (Seespiegelanstieg) abgelagerte feine, gebänderte Sedimente (Schicht 500), deren genaue Mächtigkeit nicht bekannt ist (Leuzinger 2000, 24, 48).

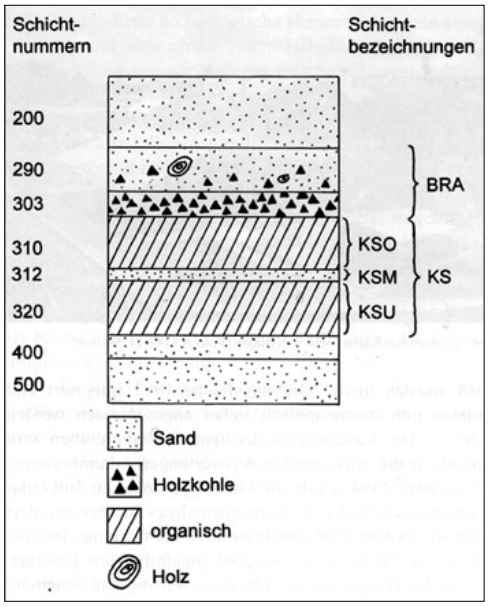


Abbildung Ia: Schematisches Profil (Leuzinger 2002, 18). BRA: Brandschuttschicht, KS: Kulturschicht, KSO: Kulturschicht oberes Band, KSM: Kulturschicht mittleres Band, KSU: Kulturschicht unteres Band

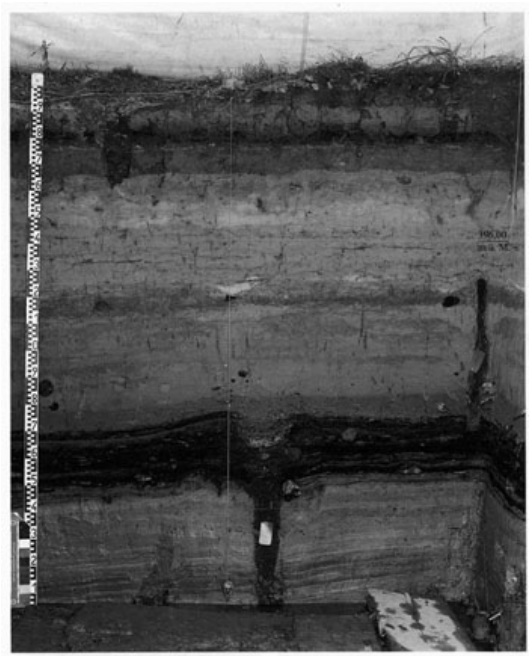


Abbildung Ib: Gesamtstratigraphie, Feld 23: 56.20 / 221.00 – 223.00. Foto D. Steiner (Leuzinger 2000, 21)

Die Proben für die vorliegende Untersuchung der Samen und Früchte stammen aus der organischen Schicht 310. Im nördlichen Bereich der Siedlungsfläche (etwa ab Haus 3 und Haus 5) ist der organische Teil der Kulturschicht wie oben erwähnt durch ein Sandband (Schicht 312) in ein oberes (Schicht 310) und ein unteres (Schicht 320) organisches Band unterteilt (Abbildung IIa, IIb). Im südlichen Bereich entstand nur ein organisches Band (Schicht 310) (Leuzinger 2000, 28-33; Leuzinger mündliche Mitteilung). Im Folgenden wird die Situation der Makrorestproben aus den untersuchten Bereichen unter den entsprechenden Häusern und angrenzenden Gassenbereichen diskutiert.

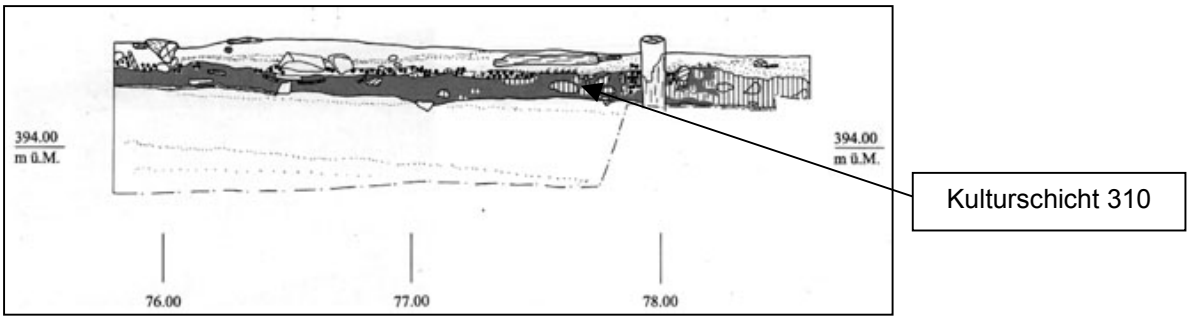


Abbildung IIa: Profil ohne Sandband Schicht 310 im Bereich von Haus 14 (aus Leuzinger 2000, 121)

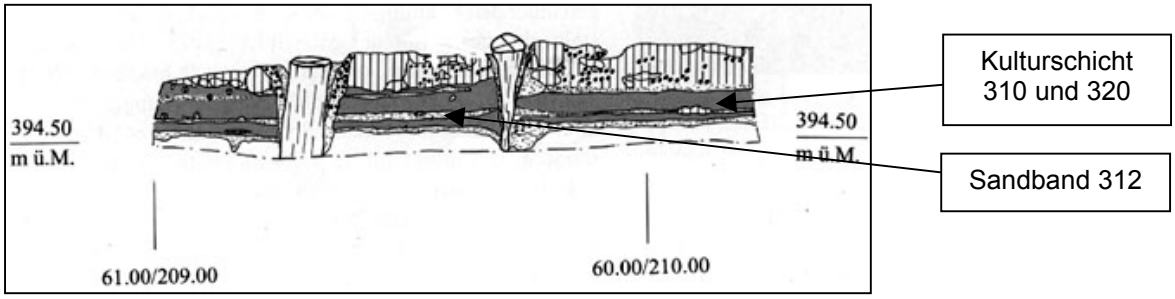


Abbildung IIb: Profil mit Sandband Schicht 312 im Bereich von Haus 3 (aus Leuzinger 2000, 41)

Bereich unter Haus 1:	Schichten 310 und 320 vorhanden: eine Probe aus Schicht 310, zwei Proben aus Schicht 320 und eine Probe aus einem organischen Band über der Brandschuttschicht 303.
Bereich unter Haus 3:	Schichten 310 und 320 vorhanden: acht Proben aus Schicht 310.
Bereich unter Haus 4:	Schichten 310 und 320 vorhanden: sechs Proben aus Schicht 310, eine Probe aus Schicht 320:
Bereich unter Haus 5:	eine organische Schicht 310: acht Proben aus Schicht 310.
Bereich unter Haus 14:	eine organische Schicht 310: zehn Proben aus Schicht 310.
Bereich unter Haus 15:	eine organische Schicht 310: neun Proben aus Schicht 310.
Bereich unter Haus 20:	Im nördlichen Bereich von Haus 20 ist die organische Schicht 300 stark aufgefächert und von Sandbändern durchzogen (es wurde hier keine Unterscheidung in Schichten 310 und 320 vorgenommen) und im südlichen Bereich sind die Schichten 310 und 320 bezeichnet: zwei Proben aus dem nördlichen Hausbereich stammen jeweils aus einem dieser organischen Bänder. Eine Probe unter dem südlichen Hausbereich aus Schicht 310.
Bereich unter Haus 24:	eine organische Schicht 310: acht Proben aus Schicht 310.
Bereich der Gassen:	Die Proben stammen aus der organischen Schicht 310, welche im nördlichen Grabungsbereich (siehe oben) dem oberen organischen Band (Schicht 310) entspricht.

i.2.3 Beschreibung der Kulturschicht (Schicht 310 und 320)

Im Folgenden werden für die Makrorestuntersuchung relevante "Eigenschaften" der Kulturschicht 310 und 320 diskutiert. Da von einer abgehobenen Bauweise der Gebäude ausgegangen wird (Leuzinger 2000, 169), entstand die Kulturschicht unter den Gebäuden. Während die Brandschuttschicht (Holzkohleschicht 303) eine Momentaufnahme der Situation unmittelbar vor dem Brandereignis darstellt, setzt sich die vorwiegend aus unverkohltem, organischem Material bestehende Kulturschicht (310 und 320) vorwiegend aus Siedlungsüberresten wie menschlichen und tierischen Fäkalien und Siedlungsabfällen zusammen, die sich im Verlaufe mehrerer Jahre akkumuliert haben. Dass sich die Kulturschicht über einen Zeitraum von mehreren Jahren (maximal 15 Jahre) bildete, geht aus verschiedenen Anhaltspunkten hervor: Die archäozoologischen Untersuchungen zeigen, dass die aus den gefundenen Knochen berechnete Fleischmenge pro Kopf

pro Tag für mehr als ein Jahr ausreichte (S. Deschler-Erb und E. Marti-Grädel, in prep.). Die Molluskenuntersuchungen zeigen, dass sich "im Wasser lebende" Mollusken in der Kulturschicht befinden. Innerhalb der Kulturschicht liessen sich verschiedene Molluskengemeischaften nachweisen, die im Zusammenhang mit Seespiegelschwankungen stehen, welche darauf hinweisen, dass sich diese Sedimente über mehrere Jahre hinweg während saisonal höheren Seespiegelständen ablagerten (Thew, in prep.). Die Makrorestuntersuchungen von mehreren Profilkolonnen ergaben keine Korrelationen einzelner Lagen innerhalb der Kulturschicht. D.h. Lagen von beispielsweise *Viscum album* (Misteln), *Corylus avellana* Schalen (Haselnussschalen) und Koprolithen erscheinen in unterschiedlichen Höhen der Profilkolonnen (C. Bombacher, in prep.).

Auch sind in der Kulturschicht alle Jahreszeiten repräsentiert, da Samen und Früchte, welche in unterschiedlichen Jahreszeiten geerntet und gesammelt werden können, vertreten sind: Im Sommer können diverse Beeren (*Rubus idaeus*, *Rubus fruticosus*, *Fragaria vesca*) gesammelt und die Kulturpflanzen geerntet (die Kulturpflanzen fallen allerdings das ganze Jahr über an, da sie gelagert werden können) werden. Im Herbst reifen *Malus sylvestris* (Äpfel) *und Corylus avellana* (Haselnüsse), sowie etwas später *Quercus* spec. (Eicheln) und *Fagus sylvatica* (Bucheckern). *Prunus spinosa* (Schlehen) und *Rosa* spec. (Hagebutten) können bis in den Winter hinein gesammelt werden. Auch *Viscum album* (Mistel) kann im Winter gesammelt werden. Der Frühling ist zwar durch keine Samen und Früchte vertreten, dafür konnten zahlreiche Pollen von im Frühling blühenden Pflanzen nachgewiesen werden (Ph. Hadorn, in prep.). Interessant sind in diesem Zusammenhang vor allem Pollen von Kräutern, wie z. B. *Allium* spec., deren Pollenverbreitung schlecht ist und vermutlich durch Sammeln der Kräuter in die Siedlung gelangten.

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass die Kulturschicht 310 und 320, welche hier untersucht wurde, aus Siedlungsüberresten von mehreren Jahren (maximal 15) besteht und alle Jahreszeiten repräsentiert.

i.3 Methodisches Vorgehen, Problematik

Voraussetzung für eine repräsentative Datenerfassung ist eine geeignete Probenentnahme-Methode. Da bis in die 90er-Jahre die meisten Seeufersiedlungen aus verschiedenen Gründen (Baudais et al. 1997; Maier 1995; Jacomet et al. 1989, 37ff) mit Hilfe von Profilsäulen untersucht wurden, konnten keine Dichteunterschiede einzelner Makroreste innerhalb der Siedlungsfläche untersucht werden. Somit war es auch nicht möglich verschiedene Aktivitätszentren zu erfassen. Um solche zu erkennen, ist eine flächendeckende Probenentnahme, also Flächenproben, erforderlich (z.B. Lennstrom und Hastorf 1992; Djindjan 1991, 53ff). Nur wenige Siedlungen jedoch wurden dank einfacher Stratigraphie oder guter Unterstützung von archäologischer Seite her flächendeckend beprobt: Egolzwil 3 im Wauwiler Moos (Bollinger 1994), Horgen-Scheller am Zürichsee (Favre 2002; Favre und Jacomet 1998), St. Blaise, Bains des Dames (Mermod 2000) und Hornstaad-Hörnle IA am Bodensee (Schlichtherle 1990; Maier 2001). Diese Untersuchungen zeigen, dass auch aufgrund der botanischen Reste Unterschiede in der Fläche, wie zu Beispiel Herdstellen (Favre 2002, 173) und Steinhaufen (Mermod 2000, 119-124), erkannt werden. Arbon Bleiche 3 bot mit seiner einphasigen Kulturschicht und den datierten Hausgrundrissen ideale Voraussetzungen für eine repräsentative, flächendeckende Probenentnahme, aufgrund welcher Konzentrationsunterschiede verschiedener Pflanzenreste erkannt werden können.

i.4 Ziele

i.4.1 Ziele der methodischen Untersuchungen: Probenentnahme

Anhand von 17 Proben aus Feld 47 (7x5 m^2) (Hosch und Jacomet 2001, 61: Abbildung 4) sollten methodische Probleme bezüglich Probenentnahme und optimales Probenvolumen diskutiert werden (vergleiche Publikation 1: Hosch und Jacomet 2001). Bis anhin wurden in Seeufersiedlungen keine systematischen Untersuchungen bezüglich einer statistisch optimalen Anzahl Makroreste in der grossen Fraktion (≥2 mm) durchgeführt. Die Anzahl grosser Makroreste (≥2 mm) in den Proben aus Profilkolonnen (durchschnittlich 500 ml; Jacomet et al. 1989, 72ff) ist für statistische Auswertungen zu gering (mind. 384 Reste pro Probe sind für eine Genauigkeit des Resultates von 95% ± 5% erforderlich; van der Veen und Fieller 1982), weshalb verschiedene Probenvolumen bezüglich der Anzahl grösserer Makroreste geprüft werden. Es gibt bisher nur die Publikation von van der Veen und Fieller (1982), in welcher statistische Aspekte zur Bestimmung optimaler Probevolumen behandelt werden. Die von van der Veen und Fieller (1982) ermittelte minimale Anzahl Makroreste, die für eine statistisch repräsentative Untersuchung erforderlich sind, basiert auf verkohltem Pflanzenmaterial aus Trockenbodensediment, welches nicht in verschiedene Fraktionen aufgeteilt wurde. Die dort publizierten Zahlen wurden trotz der abweichenden Bedingungen (Feuchtbodenmaterial) als

Ausgangspunkt genommen, da im Rahmen der vorliegenden Arbeit keine eigene Untersuchung zu diesem Problem durchgeführt wurde. Da von jeder Probe aus Arbon Bleiche 3 zwei Fraktionen analysiert wurden und in jeder Fraktion die für eine repräsentative Untersuchung erforderliche minimale Anzahl Reste (hier 384 Stk.) ausgelesen wurde, führte dies zu einer grösseren Anzahl ausgelesener Reste pro Probe. Des Weiteren sollte untersucht werden, wie viele Proben für eine repräsentative Erfassung von verschiedenen archäologischen Strukturen (Haus- und Gassenbereiche) erforderlich sind (siehe Publikation 1: Hosch und Jacomet 2001).

i.4.2 Ziele der methodischen Untersuchungen: Probenaufbereitung

Zusätzlich zu einer repräsentativen Probenentnahme auf der Grabung, ist die Probenaufbereitung wichtig für die Aussagekraft der analysierten Proben. Die beiden in der Archäobotanik am häufigsten angewandten sind Schlämmen (Nasssieben) und Flotation (mit oder ohne chemische Zusätze). Für das vorliegende Feuchtbodenmaterial wurde – wie allgemein üblich – die Methode des Schlämmens gewählt, da die pflanzlichen Reste wassergesättigt sind, und deshalb kaum schwimmen und abdekantiert werden können. Beim Schlämmen durch einen Siebsatz können aber fragile Reste zerstört werden oder verloren gehen (Wagner 1988, 29; Badham und Jones 1985, 24). Nicht erstaunlich ist deshalb, dass unterschiedliche Probenaufbereitungsweisen zu unterschiedlichen Datengrundlagen führen (Pearsall 1989, 15; Wagner 1988, 29). Es existieren einige vergleichende Untersuchungen über verschiedene Flotationsverfahren mit ihren jeweiligen Vor- und Nachteilen bezüglich der Bergung von Makroresten (de Moulins 1996, 153ff; Badham und Jones 1985, 61ff; Payne 1972, 49ff), aber es wurden nur wenige Publikationen über das Schlämmen verfasst (Wagner 1988, 19), obwohl vor allem Nasssieben eine weitverbreitete Methode in Mitteleuropa ist (Jacomet und Kreuz 1999, 121). Die vorliegende Untersuchung soll aufzeigen, wie stark die Aufbereitungsweise von Proben für Makrorestanalysen die Resultate beeinflussen kann. Es ist jedoch kein Vergleich grundsätzlich verschiedener Aufbereitungsmethoden, sondern vielmehr von Variationen innerhalb der Methode des Schlämmens. Die Arbon-Proben wurden von verschiedenen Personen, die trotz gleicher Instruktion unterschiedlich intensiv mit dem Material umgingen, geschlämmt. Die deshalb entstandenen sowohl qualitativen wie auch quantitativen Unterschiede der Makrorestzusammensetzung der Proben liess sich anhand der 73 analysierten Proben aus dem ausgegrabenen Siedlungsareal deutlich zeigen. Es sollte mit Hilfe statistischer Methoden herausgearbeitet werden, welche Unterschiede tatsächlich auf die Schlämmweise zurück zu führen sind, und welche pflanzlichen Reste am stärksten beeinflusst werden. Ausserdem wird eine schonendere, bereits erprobte Aufbereitungsweise für Feuchtbodenmaterial beschrieben (siehe Publikation 2: Hosch und Zibulski 2003).

i.4.3 Ziele der Makrorestuntersuchung: Wirtschaftsweise

Das Hauptziel der Untersuchung der Samen und Früchte war es schliesslich, diverse Aspekte der Wirtschaftsweise der damaligen Bevölkerung von Arbon Bleiche 3 zu erarbeiten. Um einen Einblick zu erhalten, wurden folgende Fragestellungen bearbeitet:

- Menschliche Ernährung, Kulturpflanzenanbau und Sammelwirtschaft
- Rekonstruktion der ackerbaulichen Tätigkeiten
- Anwendung statistischer Methoden zwecks Gruppierung der Artenliste
- Vergleich der Pflanzeninventare verschiedener archäologischer Strukturen (acht Hausgrundrisse und der Gassenbereich
- Hinweise auf Handel durch den Nachweis nicht in der Umgebung der Siedlung wachsender Pflanzen
- Hinweise auf den Verlauf des Kulturwandels zwischen der Pfyner und Horgener Kultur aus archäobotanischer Sicht

(siehe Teil 3: Hosch in prep. In: Jacomet, Leuzinger und Schibler (in prep.), Die jungsteinzeitliche Seeufersiedlung Arbon Bleiche 3, Umwelt und Wirtschaft. Archäologie im Thurgau 12).

Environmental Archaeology **6**, 2001; pp. 59–71

New Aspects of Archaeobotanical Research in Central European Neolithic Lake Dwelling Sites

Sabine Hosch and Stefanie Jacomet

Abstract
In the Neolithic lake shore site of Arbon-Bleiche 3 on the southern shore of Lake Constance (Bodensee) 27 houses were excavated, all built in the short time span between 3384 and 3370 B.C. (dendrochronological dating). During the excavation, a surface sampling for archaeobiological investigations was carried out. For this preliminary report we present the results of plant macrofossil analyses based on 17 samples, including some taken from parts of two houses and the spaces in between. The most important methodological results are that there were no differences between random and systematic sampling of the cultural layer. To obtain a statistically high enough number of remains in the bigger sieve fraction (≥2 mm), sample sizes should be much bigger than previously thought (>3 litres). A Rarefaction Analysis (RA) showed that a minimum of eight samples per unit should be analysed to provide a representative spectrum of the most important useful plants. The economy of Arbon-Bleiche 3 was based on the growing of cereals (mainly tetraploid naked wheat, emmer and barley), flax and opium poppy, and many wild plants were collected as well. Comparing the spectra of cultivated plants with those from other sites, the results from Arbon bear a closer resemblance to spectra of the late Neolithic Horgen culture, from which the first traces are found starting from around 3400 B.C. onwards in eastern Switzerland. Inside the two investigated houses the concentrations of plant remains were lower than in the areas between the houses. In addition, there are relatively clear differences in the useful plant spectra between the two investigated houses.

Keywords: Neolithic, Lake Shore Sites, Plant Macrofossils, Sampling Methods, Sample Sizes, Intra-site Variation, Switzerland

Introduction

State of archaeobotanical research in the central European lake dwelling region, aims of the investigations in Arbon-Bleiche 3

Over 80 Neolithic settlement layers have been investigated in the last ca. 35 years in northern *Alpenvorland* (compilation of Jacomet unpublished). Therefore, the broad outlines of the Neolithic plant economy and environment are known, at least in the more eastern part of the lake dwelling area (see for example Brombacher *et al.* 1997); in the western part big research gaps will be filled during ongoing projects (Brombacher 1997; Jacquat in prep.; Mermod 2000; Märkle 2000). Almost all investigated sites were excavated as rescue projects which were carried out under time pressure.

Until the 90s most of the data from lakeshore settlements came from profile columns for various reasons (e.g. Jacomet *et al.* 1989, 37 ff; Baudais *et al.* 1997; Maier 1995). With this sampling method it is not possible to obtain information about variation within the site itself, activity centres etc. For this purpose a much better coverage of a layer, normally with the help of surface samples, is required (see e.g. Djindjian 1991; Lennstrom and Hastorf 1992). There is only one good example where many profiles have

Received June 2000, revised manuscript accepted January 2001.
Authors' address: Seminar für Ur- und Frühgeschichte, Abteilung Archäobiologie, Labor für Archäobotanik, c/o Botanisches Institut, Schönbeinstrasse 6, CH-4056 Basel, Switzerland. Email: sabine.hosch@unibas.ch

been taken right across the surface of a site. Such a "*Röhrchenprogramm*" was practised at the site of Hornstaad Hörnle Ia at Lake Constance (layer of the early Pfyn culture, around 3900 B.C.; Schlichtherle 1990) where a burnt layer, representing one single event, was sampled in this way. There, the cereal production and storage conditions of the different houses could be reconstructed (Maier 1999).

A systematic, representative surface sampling of the settlement layers was very rarely practised until the mid-90s in the lake dwelling area of central Europe. Examples are the sites of Egolzwil 3 in the Wauwiler Moos, Canton Luzern (Bollinger 1994), Horgen-Scheller on Lake Zürich (Favre and Jacomet 1998; Favre forthcoming) and St. Blaise-Bains des Dames (Mermod 2000). There, due to simple stratigraphies or good archaeological support, this type of strategy could be applied. Nevertheless, only little is known up to now about variation of plant remains within a site or in different activity areas. Therefore, one of the main goals of the archaeobotanical investigations in Arbon Bleiche 3 is to obtain results which can answer such questions, mainly with the help of the concentrations (densities) of the plant remains. This site is excellently suited for that purpose because there is only one short settlement phase and the exact building date, and therefore the period of occupation, of every house is known. Above all, the archaeological features were evaluated during or very soon after the excavation (Leuzinger 2000). Another important aim of the investigations is to reconstruct the economy of the site and also the environment used by people and livestock.

Further aims are of a more methodological character. Up to now there has never been a systematic investigation, in the lake dwelling region, as to the ideal sample size for a statistically high enough number of specimens in the larger (≥2 mm) sieve fraction. In samples coming out of profile columns (on average a volume of 500 ml, Jacomet *et al.* 1989, 72 ff) the number of remains in the ≥2 mm fraction is not high enough for statistical purposes (at least 384 remains required for an accuracy of ±5% at the 95% level of confidence; see Van der Veen and Fieller 1982). Therefore, the idea was to test different sample volumes. In a second step, groups of different types of remains, which have to be included in the minimum number of counted items, should be defined (Zibulski in progress). In addition, we intended to test the minimum number of samples required for a representative recording of structures like houses.

Site, excavation, preservation

The Neolithic lake shore settlement of Arbon-Bleiche 3 is located at the southern shore of Lake Constance, in Switzerland (Canton of Thurgau; 393.90 – 396.00 m asl) (Fig. 1). The cultural layer lies in the zone of waterlogging and therefore the preservation of the uncarbonised organic materials is excellent.

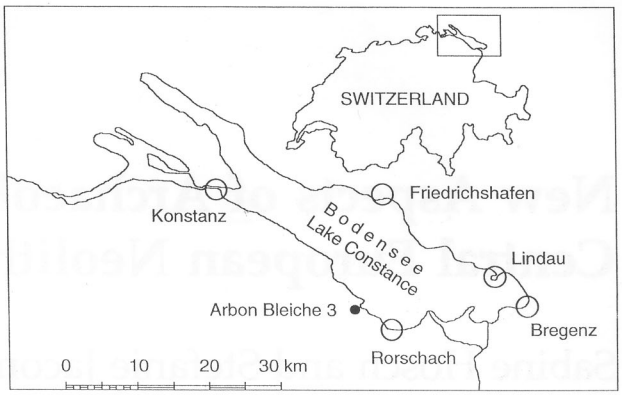


Figure 1. Location of Arbon Bleiche 3 (from Akeret et al. 1999).

Because construction projects endangered the Neolithic site, the archaeological survey of the Canton Thurgau carried out rescue excavations from 1993 to 1995 under the direction of U. Leuzinger. Approximately half of the former settlement was excavated: 27 complete and incomplete houses were situated in the excavated area of about 1100 square metres (Leuzinger 2000; Fig. 2).

Chronology and archaeological background

All dates are given here as calibrated dates B.C, mainly based on dendrochronological dating of house posts (timber piles; Dendrolabor Zürich, T. Sormaz). The houses were built within several years of each other, starting from 3384 BC onwards (Fig. 2). In the year 3370 B.C. the village was destroyed by a fire and was not rebuilt afterwards. Therefore, the village of Arbon Bleiche 3 was inhabited only during one short phase of 14 years (3384–3370 B.C.) in the transition period between the two Neolithic cultures Pfyn and Horgen (Stöckli 1995). In this period, strong influences from the eastern part of central Europe reached the eastern parts of the Lake Dwelling area, as shown by finds of Boleraz pottery, Baden Culture (De Capitani and Leuzinger 1998). However, only very few lake shore settlements are known in the northern area of foothills around the Alps (*Alpenvorland*) from the period between 3500 and 3250 B.C, probably due to prevailing high lake levels during this time period (Jacomet and Magny 1995). Therefore, the site of Arbon-Bleiche 3 is in every respect one of the most important excavated sites in the last years in the northern *Alpenvorland*.

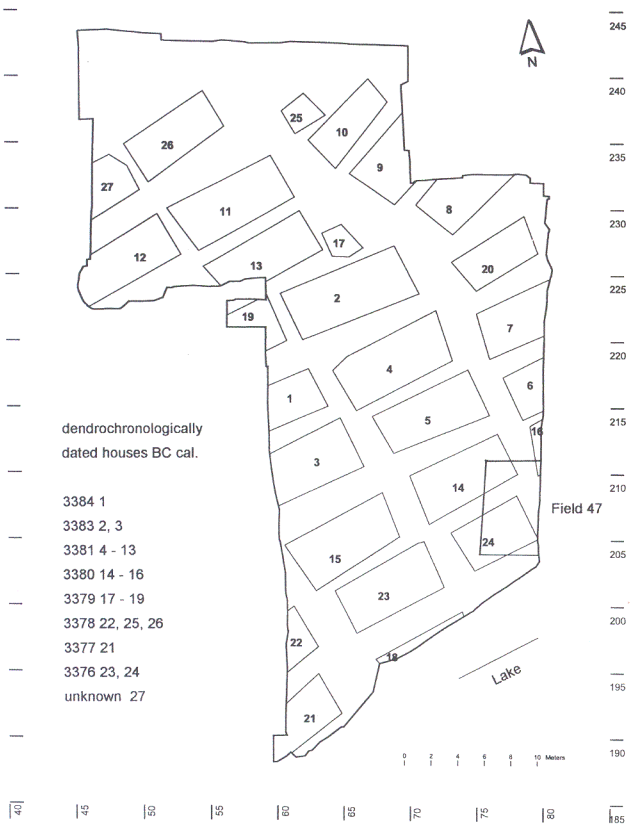


Figure 2. The excavation site Arbon-Bleiche 3 showing the dendrochronologically dated houses. The 17 samples for the botanical analysis are located in field 47.

Figure 3. The cultural layer subdivided from top to bottom into a layer of sand with charred construction elements of the houses (1), a layer of charcoal (2) and an organic layer (3) (further details in the text). This profile is situated on the northern border of field 47 (coordinates: 211.00 / 75.99 – 77.15). Photo: U. Leuzinger.

The 4 – 50 cm thick cultural layer is based on stratified silt deposits of unknown thickness (Leuzinger 2000). The cultural layer can be roughly subdivided from top to bottom (Fig. 3) into a layer of sandy materials with partly charred parts of the former buildings such as roof shingles (1), covering a layer of charcoal (2) (only on parts of the surface) and finally a base layer rich in organic materials (3) like twigs, wood chips, leaves, seeds and fruits, animal dung etc. Our samples were taken from this lowermost organic layer.

Methods

Sampling, sample selection (Fig. 4)

The distribution of the samples over the excavation site varies greatly (Fig. 4). During our presence on the excavation site we arranged a systematic sampling of the cultural layer. In 1994, an area of 10 m × 14 m (fields 26, 27, 36, 37) was sampled every second square metre. In addition, in 1994 (field 47) and in 1995 (fields 44 and 45), samples were taken every second quarter of each square metre. Moreover,

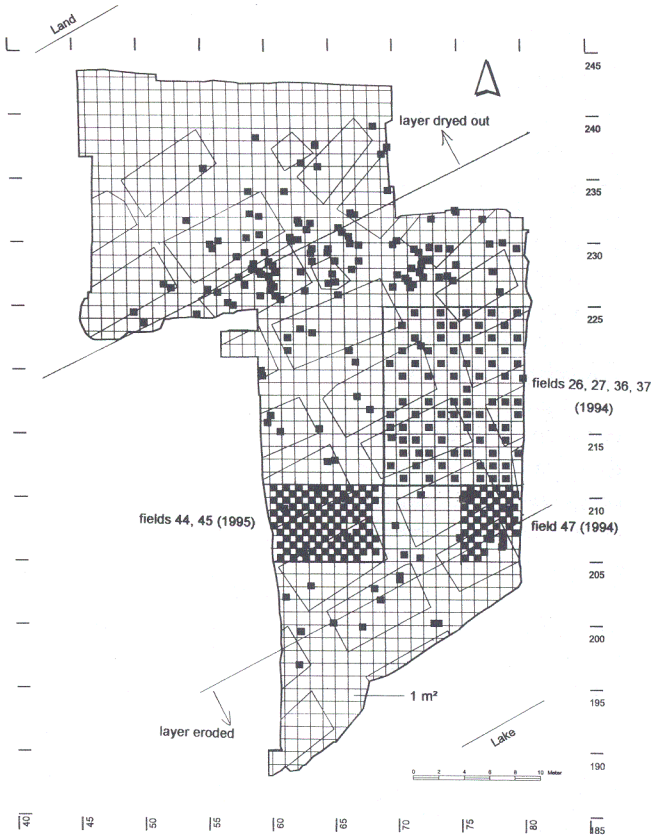


Figure 4. Distribution of the surface samples (so-called "Offene Fundkomplexe") over the excavation site Arbon-Bleiche 3. Field 47 was sampled every second quarter of each square metre (see also Fig. 5). Graph: Elisabeth Marti-Grädel.

more irregular surface samples and judgement samples (e.g. berry seeds, flax stocks etc.) were collected (not yet included in the ongoing investigations).

For the first (mainly methodological) investigations, we selected an area of 3.5 m × 6 m from the area of the excavation site with the densest sampling (field 47, in total 42 samples, Fig. 4) and good preservation of the organic layer. The first goal was to compare two different sampling strategies. For this purpose we picked out 10 samples systematically (regularly distributed over the field) and 10 samples randomly by drawing lots (Fig. 5). In this way, a total of 17 samples was chosen for the analysis, since three samples were selected with both methods (Fig. 5; Table 1). All samples represent *thanatocoenoses*, that are assemblages of plant remains, which were mostly brought to the site by human or animal activities from different places of the surrounding areas (so-called "*offener Fundkomplex*"; Jacomet *et al.* 1989, 37; Jacomet and Kreuz 1999, 77). The distribution of the systematically and randomly selected samples in the areas of the houses, walls and areas between the houses is equal.

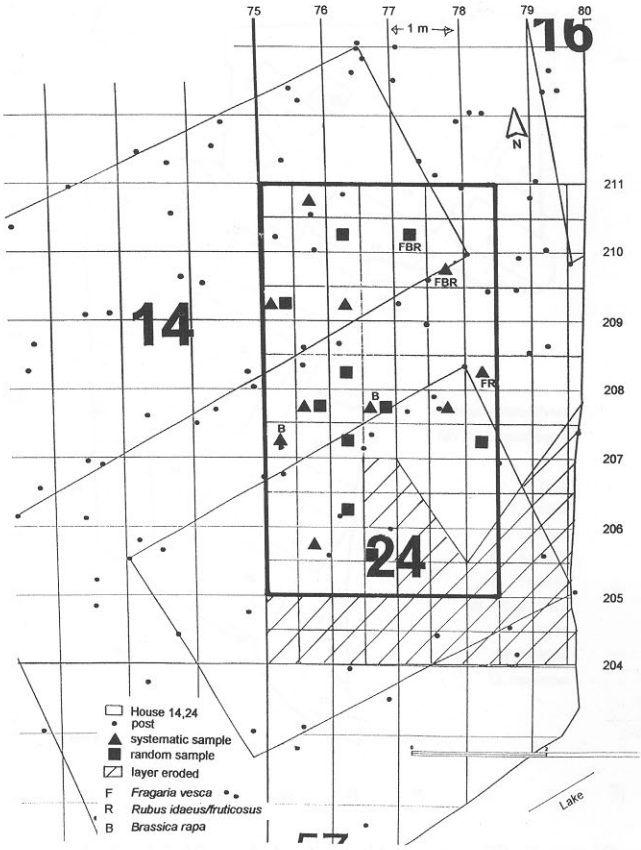


Figure 5. Field 47 of the excavation site Arbon-Bleiche 3 with the randomly (r) and systematically (s) selected samples (for the location of field 47 see figs. 2 and 4). Fig. 4 also shows all the samples taken in field 47, but many of them were analysed during the excavation. Choosing the systematic samples, we tried to avoid the samples already analysed, since they were analysed by naked eye (see text: analysis and identification of the remains). 14, 24 = numbers of the houses. F, R, B = Location of the highest seed densities of Fragaria vesca, Rubus idaeus/fruticosus and Brassica rapa in field 47.

Sample volume, processing of the samples, and subsampling

According to Van der Veen and Fieller (1982) it is necessary to count 384 identifiable remains in every sample to provide a representative result for the composition of all plant remains at the site with an accuracy of the result of ±5% at the 95% confidence level. In contrast to Van der Veen and Fieller (1982) we worked with different mesh sizes which contain to a large extent different plant taxa or remains. Therefore, we decided to count 384 items in both fractions (P. Jordan, University Computing Center, pers. comm.) to achieve a representative result for the plant taxa of the ≥ 2mm and ≥ 0.5mm fractions respectively. Compared with former investigations (Jacomet *et al.* 1989), we reduced the amount of sieves from six (8, 4, 2, 1, 0.5 and 0.25 mm) to two (2 mm and 0.5 mm). We chose the 0.5 mm sieve as the minimum mesh size because this turned out to be sufficient for investigations into subsistence economy according to Jacomet *et al.* (1989) and our own experiments (unpublished data). The ≥ 0.5mm fraction contains the smaller items such as for example the majority of cereal chaff remains, seeds of *Papaver somniferum*, *Linum usitatissimum* and *Fragaria vesca*. A 0.25 mm (or even smaller) mesh size would be necessary to investigate the genesis of layers according to the natural vegetation including plants with very small seeds (such as *Juncus*) and Oogonia of Characeae. We chose the 2 mm sieve because it separates the larger items such as for example cereal grains, *Malus sylvestris*, *Fagus* and *Quercus*. Table 2 shows all the taxa and the fractions they were found in. We only included identifiable items of plant remains in the target population, mainly seeds and fruits. Twigs, mosses, fish scales and smaller bones were not included. Without separating the material into two fractions with sieving, the larger items would be underrepresented or never found, since the smaller ones are much more numerous and therefore require a smaller sample volume.

In order to get an idea of the sample size needed to reach the required number of items in the fraction ≥ 2 mm, we made some experiments with samples of 1 l and samples of 10 l volume (see also Hüster-Plogmann 1996). After sieving the volumes men-

sample number	volume before sieving water saturated		volume of the fractions after sieving		sample volume analysed		number of items counted		number of items per litre		remarks
	2mm l	0.5mm l	2mm l	0.5mm ml	2mm ml	0.5mm ml	2mm	0.5mm	2mm	0.5mm	
3643	10	1	3	65	800	[1]10	593	1002	222	6513	big fraction analysed without stereo microscope
3645	10	1	1.5	62	600	[1]10	829	993	207	6157	
3724	10	1	3.4	50	1400	5	489	[2]1568	119	7840	
3783	10	1	3.5	60	700	[1]10	557	922	279	5532	
3803	10	1	4	45	1400	10	722	1081	206	4865	
3835	10	1	2.7	60	300	[1]8	636	1298	572	9735	
3836	10	1	2.1	35	400	[1]10	595	878	312	3073	
3873	10	1	2.7	45	400	10	706	636	477	2862	
3955	10	1	2.6	95	650	[1]8	669	843	268	10011	
3971	10	1	3.4	130	700	10	546	1173	265	15249	
4002	10	1	2.5	45	900	5	628	[2]1208	174	5436	
4084	10	1	1.85	55	400	10	1822	921	843	5066	big fraction analysed with stereo microscope
4085	10	1	2.5	45	250	10	1149	1260	1150	5670	
4095	10	1	1.3	35	250	10	1132	1020	589	3570	
4098	10	1	1.2	30	250	10	1204	894	578	2682	
4099	10	1	1	25	250	10	1158	632	463	1580	
4101	10	1	1.7	35	250	10	793	767	539	2685	

Table 1. Description of the samples analysed. [1]two random samples of 5 ml or 4 ml were analysed. [2]the number of counted items was scaled up to a volume of 10 ml. Before sieving the volume of the same sample was different for the two fractions, because these are the samples we used for the experiment concerning the sample volume for the ≥2 mm fraction. The volume of the fractions after sieving corresponds to the 10 l for the ≥2 mm fraction and to the 1 l for the ≥0.5 mm fraction (see text: sample volume, processing of the samples, and subsampling).

tioned above, all of the 0.5 mm fractions were far too large because they contained many more than the required number of items. Therefore, random samples were taken with the "grid" method by drawing lots as described by Van der Veen and Fieller (1982). The volumes of the subsamples of the ≥0.5 mm fraction varied from 5 ml to 10 ml (Table 1). The fractions ≥2 mm were mostly also too large and were therefore subdivided in the same way into subsamples of different volumes. Experiments with different volumes containing the required number of items are still in progress and will be published later (Zibulski in progress).

Analysis and identification of the remains

Most of the samples were analysed with a stereo microscope, but eleven samples of the ≥2 mm fraction were already analysed on the excavation site by naked eye (Table 1, legend). Some rare items which were not found during the field campaign were excluded from the calculations of concentrations.

The identification of the plant remains was carried out by using the reference collection and the standard literature as compiled in Anderberg (1994), Berggren (1981), van Zeist and Boekschoten-van Helsdingen (1991) and, for the cereals, Jacomet (1987) and Hillman *et al.* (1996). The taxonomy of the wild plants follows Binz and Heitz (1990), of the cultivated plants Zohary and Hopf (1994). Some species of the same genus which could not be identified to species level were put into groups (such as *Ranunculus repens* type, *Rumex conglomeratus* type), defined in Jacomet *et al.* (1989, 277 ff.) and Brombacher *et al.* (1997, 286 ff.).

Counting

For most seeds and fruits we counted every recognisable piece as one. To avoid counting specimens of the frequently appearing items such as seeds of *Linum usitatissimum* several times, we only counted fragments with the hilum and only capsule fragments with an apex (M. van der Veen, pers. comm.). In the case of *Papaver somniferum* we counted whole seeds and fragments separately; fragments were divided by four and the result added to the number of the whole poppy seeds.

Cereals appeared both charred and uncharred and were counted depending on their preservation condition and their degree of fragmentation as follows: for charred cereal chaff, every rachis segment of free-threshing wheat and barley was counted as one piece, including those of a spike fragment consisting of several rachis segments. Glume bases of glume-wheat were counted individually, so that one spikelet fork was counted as

Taxa	all taxa	small fraction	big fraction	rare taxa	useful plants	useful plants rare	plant community	total (raw data)	frequency (%)
Agrimonia eupatoria L.	×		×	×			WEC	5	17.6
Ajuga L.	×	×		×			DP	1	5.9
Alnus glutinosa L. Gaertn.	×	×	×				DW	53	70.6
Anagallis arvensis L.	×	×		×			W	1	5.9
Apium graveolens L.	×	×		×			CP	1	5.9
Arctium L.	×		×				W	29	76.5
Betula L.	×	×					DW	63	94.1
Brassica rapa L.	×	×			×	×	W	157	94.1
Bromus L.	×		×	×			DP	1	5.9
Camelina Crantz	×	×					W	12	52.9
Campanula trachelium L. Typ	×	×					DP	8	29.4
Carex L. spec. bicarpellat	×	×					DP	4	23.5
Carex L. spec. tricarpellat	×	×					DP	10	41.7
Cerastium fontanum Baumg. Typ	×	×					W	53	100
cf Betonica officinalis L.	×		×	×			DP	4	17.6
cf Pisum L.	×	×		×		×	CP	1	5.9
Chara	×	×					LSV	199	41.2
Chenopodium L.	×						W	6	29.4
Clinopodium vulgare L.	×	×					WEC	6	29.4
Cornus sanguinea L.	×		×				WEC	8	35.3
Corrigiola litoralis L.	×	×		×			W	1	5.9
Corylus avellana L.	×		×		×	×	DW	6541	100
Crataegus L	×		×	×			WEC	2	11.8
Eleocharis palustris (L.) R. et S. s.l.	×	×		×			LSV	1	5.9
Eupatorium cannabinum L.	×	×					W	6	23.5
Fagus sylvatica L.	×		×		×	×	DW	25	58.8
Fallopia convolvulus (L.) A. Löve	×	×	×				W	9	35.3
Fallopia dumetorum (L.) Holub.	×		×				WEC	23	41.2
Fragaria vesca L.	×	×			×	×	WEC	5150	100
Hordeum vulgare L.	×	×	×		×	×	CP	71	94.1
Hypericum perforatum L.	×	×		×			WEC	1	5.9
Lapsana communis L.	×	×					WEC	39	94.1
Leucanthemum vulgare Lam.s.l.	×	×		×			W	1	5.9
Linum usitatissimum L.	×	×			×	×	CP	3790	100
Lycopus europaeus L. s.l.	×	×					LSV	27	82.4
Malus sylvestris Miller	×		×		×	×	DW	5609	100
Mentha arvensis L./*aquatica* L.	×	×		×			DP	1	5.9
Moehringia trinervia L. Clairv.	×	×					DW	45	88.2
Myosoton aquaticum (L.) Moench.	×	×					W	32	76.5
Papaver somniferum L.	×	×			×	×	CP	2500	100
Physalis alkekengi L.	×	×	×		×	×	DW	112	100
Poa pratensis L./*trivialis* L.	×	×					W	4	23.5
Poaceae	×	×		×			DP	3	17.6
Polygonum aviculare L.	×	×					W	7	29.4
Polygonum lapathifolium L.	×	×		×			W	1	5.9
Polygonum minus Hudson	×	×		×			W	1	5.9
Polygonum mite Schrank	×	×		×			W	1	5.9
Polygonum persicaria L.	×	×					W	5	29.4
Potamogeton L.	×	×		×			LSV	1	5.9
Prunella vulgaris L.	×	×					W	36	76.5
Prunus mahaleb L.	×		×	×			RS	2	11.8
Prunus padus L.	×		×	×			DW	6	17.6
Prunus spinosa L.	×		×	×	×	×	WEC	46	76.5
Quercus L.	×		×		×	×	DW	84	64.7
Ranunculus aquatilis L. s.l.	×	×		×			LSV	2	11.8
Ranunculus repens L. Typ	×	×	×				W	25	52.9
Ranunculus sceleratus L.	×	×		×			W	2	11.8
Rosa L.	×	×	×		×	×	WEC	52	82.4
Rubus idaeus L./*fruticosus* L.	×	×			×	×	WEC	2035	100
Rumex L.	×	×		×			DP	1	5.9
Rumex conglomeratus Murray Typ	×	×		×			W	3	17.6
Salvia glutinosa L.	×	×	×				DW	13	41.2
Sambucus L.	×	×	×		×	×	WEC	25	64.7
Schoenoplectus lacustris (L.) Palla	×	×		×			LSV	4	17.6
Silene alba Miller E.L.	×	×					W	13	52.9
Silene cretica L.	×	×					W	121	94.1
Silene dioica L. Clairv	×	×		×			WEC	5	11.8
Solanum dulcamara L.	×	×		×			DW	2	11.8
Solanum nigrum L.	×	×					W	6	23.5
Sonchus asper L.	×	×					W	9	35.3
Tanacetum vulgare L.	×	×		×			W	3	11.8
Thalictrum flavum L.	×	×		×			LSV	1	5.9
Torilis japonica (Houttuyn) DC	×	×		×			W	2	5.9
Triticum cf. aestivum L.	×	×		×		×	CP		
Triticum aestivum/durum/turgid	×	×	×		×	×	CP	330	100
Triticum dicoccum Sch.	×	×	×		×	×	CP	174	100
Triticum durum Desf./*turgidum* L.	×	×				×	CP		
Triticum monococcum L.	×	×			×	×	CP	76	88.2
Urtica dioica L.	×	×					W	11	47.1
Valerianella dentata (L.) Pollich	×	×		×			W	1	5.9
Verbascum L.	×	×					DP	7	41.2
Verbena officinalis L.	×	×					W	38	88.2
Veronica L.	×	×		×			DP	1	5.9
Viburnum lantana L.	×		×				WEC	15	47.1
Viburnum opulus L.	×		×				WEC	7	29.4
Vicia hirsuta (L.) S.F.	×	×		×			W	2	5.9
Viola reichenbachiana Jord. Typ	×	×		×			DW	1	5.9
Viola tricolor L.Typ	×	×		×			W	1	5.9
Viscum album L.	×		×		×	×	DW	1464	100
Zannichellia palustris L.	×	×		×			LSV	2	5.9

Table 2. Taxa found in the 17 samples from field 47 with the assigned ecological groups, the total number of items found and the frequencies (ubiquities). CP=crop plants, W=weeds, DW=deciduous woodlands, WEC=woodland edges/woodland clearings, LSV=lake shore vegetation, RS=rocky slopes, DP=diverse plants.

two glume bases. For uncharred cereal chaff we distinguished between rachis segments, Rachillae, glume bases, pericarp/testa fragments and other chaff remains, which could not be identified specifically.

Remains which appeared in both fractions were only counted in one (e.g. larger items like *Corylus avellana* only in the ≥2mm fraction).

Results

Plant spectrum

In the 17 samples analysed (Figs 4, 5) we found the four cereals *Triticum aestivum/durum/turgidum* (naked wheat), *T. dicoccum* Sch. (emmer wheat), *T. monococcum* L. (einkorn) and *Hordeum vulgare* L. (six or four-rowed barley) (Table 3). Most of the uncharred remains of naked wheat could not be identified more precisely. Therefore, we described them as naked wheat in the widest sense (tetra- or hexaploid), *Triticum aestivum/durum/turgidum*. On the basis of the morphological features, worked out by Jacomet and Schlichtherle (1984) and Maier (1996), almost all carbonised rachis remains belong to *Triticum durum* or *T. turgidum* (tetraploid naked wheat). The barley clearly belongs to a six/four-rowed type, but it cannot be decided with certainty if this is naked or hulled barley.

Besides cereals, the oil and fibre plants *Papaver somniferum* L. (opium poppy) and *Linum usitatissimum* L. (flax) were very abundant, mostly in an uncarbonised state (Table 3). This is in agreement with the situation in the sites on Lake Zürich (Jacomet *et al.* 1989, 116). Other cultivated plants were very rare.

Besides the crop plants, many useful wild plants occurred quite regularly (Table 3) and we may assume that they were routinely gathered in the surroundings of the settlement to supplement the crops. The most important collected species for human use were hazelnuts, wild strawberries, raspberries, blackberries and remains of crab apple. Leaves and twigs of mistletoe were probably gathered as animal food.

Besides the obviously useful plants we found 71 wild plant taxa (Table 2) which originate from different parts of the surroundings of the settlement.

crop plants	**total**	**items per litre uncharred**	**items per litre charred**	**frequency**
Triticum aestivum L./*durum* Desf./*turgidum* L.	330	66	41	100.0%
Triticum dicoccum Sch.	174	58	3	100.0%
Triticum monococcum L.	76	21	1	88.2%
Hordeum vulgare L.	71	1	10	94.1%
Triticum monococcum L./*dicoccum* Sch.	185	61	0	100.0%
Triticum L.spec.	51	0	18	82.3%
Cerealia	1002	330	35	100.0%
Linum usitatissimum L. seeds	2151	731	10	100.0%
Linum usitatissimum L. capsule fragm.	1639	566	1	100.0%
Papaver somniferum L.(fragm/4)	2500	562	2	100.0%
collected plants	**total**	**items per litre uncharred**	**items per litre charred**	**frequency**
Fragaria vesca L.	5150	1783.6	0.8	100.0%
Rubus idaeus L./*fruticosus* L.	2035	758.3	2.4	100.0%
Malus sylvestris Miller seeds	2335	73.3	0.5	100.0%
Malus sylvestris Miller pericarp	3217	101.8	0	100.0%
Malus sylvestris Miller stem	57	1.8	0	70.6%
Corylus avellana L.	6541	187.6	0.2	100.0%
Rosa L. spec.	52	1.7	0	82.4%
Physalis alkekengi L.	112	23.6	0	100.0%
Brassica rapa L.	157	51.3	1.2	94.1%
Sambucus L. spec.	25	5.1	0	64.6%
Fagus sylvatica L.	25	0.7	0	58.8%
Quercus L.	84	2.6	0	70.6%
Prunus mahaleb L.	2	0.04	0	11.7%
Prunus padus L.	6	0.2	0	17.6%
Prunus spinosa L.	48	1.64	0	76.4%
Viscum album L.	1464	42.8	0	100.0%

Table 3. Average concentrations of the crop plants and collected plants in 17 samples from field 47 (total sample volume is 187 litres, see Table 1). With the exception of Viscum album (mistletoe) and Prunus mahaleb (St. Lucie cherry) only the food plants from which seed and fruit remains were found are considered.

They were brought into the settlement by human and animal activities. Some may have grown in the settlement itself. We grouped them roughly according to their present-day ecological behaviour after Brombacher *et al.* (1997, 228ff). It is not the aim of this report to discuss all the problems connected with actualistic grouping. Therefore we mention them only briefly. The largest group are 32 "weed" species (W) in the widest sense (including ruderals and – rather atypical – meadow plants in today's sense). *Silene cretica* is the only weed occurring in every sample. 14 taxa growing today in woodland edges and woodland clearings (WEC) and 13 taxa growing today in deciduous woodlands (DF) were found in addition to the weeds. Eight taxa belong to the lakeshore vegetation (LVS) and reflect the location of the settlement close to the lake.

Methodological results

comparison of the sampling strategies

For the comparison of the two sampling strategies "random" and "systematic," we calculated the proportions of the nine most common taxa in the ≥ 0.5 mm fraction, in which 100% equals the sum of the counted items of the nine taxa. The relative abundances of the different taxa are shown in Fig. 6. The hypotheses about two population proportions (p_1 and p_2) was tested by the appropriate statistics (Frank and Althoen 1994, 439 ff and Sachs 1972, 63 ff). For most of the taxa considered, the proportions calculated on the basis of the two different sampling methods gave no significant differences between the two methods (Fig. 6). Djindjian (1991) described the same result for other archaeological finds that were selected with corresponding sampling strategies. It therefore seems clear that, for the recording of archaeobotanical remains of a lakeshore settlement, samples could be taken either systematically or randomly. For the following analyses and interpretations we therefore do not distinguish between the two sampling strategies.

optimal sample volumes

The experiments with two different sample sizes of 1 l and 10 l showed that an optimal sample volume of 3 l is required in the case of Arbon Bleiche 3 for obtaining a statistically significant number of specimens in the ≥ 2 mm fraction (see also Brombacher *et al.* 1997, 222). Other ongoing investigations show that, for representative recording of bigger items, samples with a volume of >5 litres are necessary. To save time, it is recommended that a subsample of 0.5 to 1 l should be taken from a big sample and sieved with a mesh size of ≥0.5 mm for recording the smaller items. The remainder of the sample can then be processed with a 2 mm sieve alone.

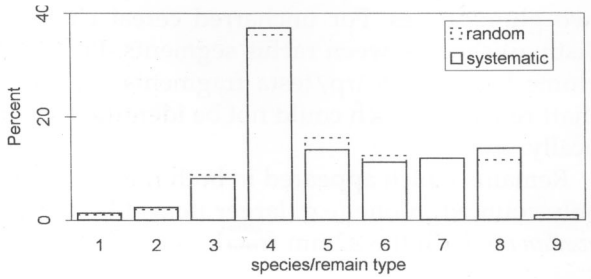


Figure 6. Comparison of the sampling strategies: Histogram of the proportions of the most frequent taxa (the nine most common types in the ≥ 0.5 mm fraction: uncharred and charred Cerealia, Papaver somniferum, Linum usitatissimum seeds and capsule fragments, Brassica rapa, Silene cretica, Fragaria vesca and Rubus idaeus/fruticosus), comparing the two sampling strategies, "random" and "systematic" (further details in the text).

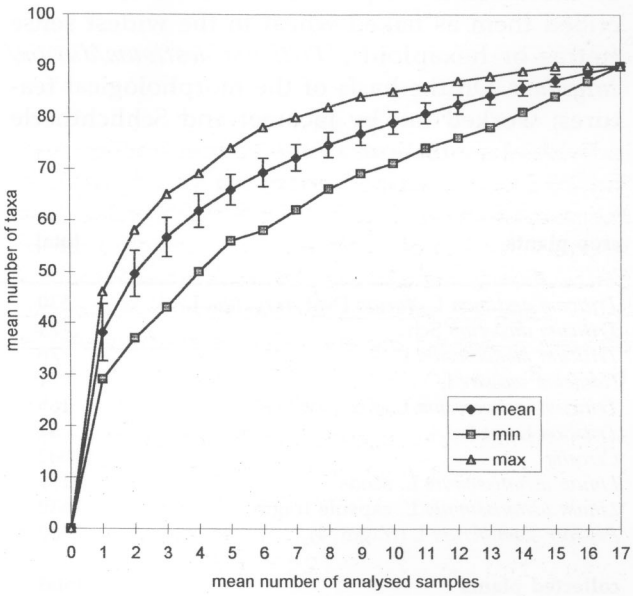


Figure 7. Rarefaction analysis of all the samples with 90 taxa. The minima, maxima and mean numbers of taxa expected per sample analysed by simulation are shown.

required number of samples (Figs. 7, 8)

The number of taxa was 27 in the ≥2 mm fraction, 73 in the ≥0.5 mm fraction and 90 taxa in total. Taxa occurring in both fractions were counted only once (Table 2). This data set was evaluated with the help of a Rarefaction Analysis (RA). The application of this method to biological samples was developed by S. Zschokke (Basel University, unpublished). Step by step one to 17 samples were drawn randomly (by lots) 10,000 times and the corresponding taxa were counted. The minimum, maximum and mean

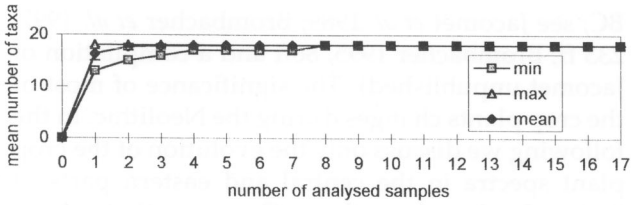


Figure 8. Rarefaction Analysis of the 18 most common useful plants (in both fractions).

number of taxa expected per samples analysed by the simulation are shown in a curve (Fig. 7). With the help of the gradient of the curve it is possible to estimate whether we would expect more taxa by analysing more material, or not. The more the curve shows a steep gradient the more additional taxa are to be expected with the analysis of further samples. If the gradient of the curve is smoothed until a plateau is reached, only few or no additional taxa will be expected. When all 90 taxa are included in the RA, the gradient of the curve is still steep at the right end of the graph (Fig. 7). This shows that 17 samples are not sufficient to obtain the complete taxa spectrum of the cultural layer. Looking at individual simulations of the ≥2 mm fraction and the ≥0.5 mm fraction separately (no figure), it becomes obvious that for the large fraction less samples need to be analysed, since the gradient of the curve is lower and the plateau is almost reached by 17 samples, whereas for the small fraction the number is not yet big enough (the gradient still is steep). But by applying the RA to the most common 18 cultural and collected plants, we see that even eight samples are enough (Fig. 8). This means that we can discuss the spectra of the latter group as a whole, but for comparisons of the houses the number of samples (5 per house) is not yet sufficient; only some preliminary conclusions can be drawn.

distribution of the crop plants and collected plants over the area of field 47 (Table 4)

When comparing the concentrations of all specimens per litre of sample, the values of the samples within the houses tend to be smaller than those of the samples in the spaces between the houses and under the walls. This distribution pattern was also found by S. Jacomet (unpublished) in a cultural layer of the Pfyn culture of the site AKAD-Seehofstrasse in Zürich.

Comparing on the one hand the two houses with each other and on the other hand the space between the houses with the samples from the houses it becomes obvious that house 14 and the area in between contained a higher density of wheat than house 24. In contrast, house 24 contained higher densities of apple seeds and apple pericarp fragments (Fig. 9), acorns and mistletoe. Both of the oil and fibre plants, poppy and flax showed different patterns of density distribution. The density of flax was higher in house 14 and the space in between as well as the cereals. Poppy however showed higher concentrations in the space in between. The ongoing investigations which include different archaeobiological investigations of six different houses (and more samples per unit) will probably show to what extent the observed distribution is connected with specalisations of the single house units.

The gathered wild strawberries, raspberries and blackberries were very common in all samples but showed extremely high densities in the area of the corners of the two houses (Fig. 5). These places are probably something like toilets. The highest seed concentrations of field brassica were situated in the corner of house 14 (with the very high berry-concentrations) and as two concentrations in the area in between the two houses (Fig. 5). Hazelnut shells were present in large quantities in all samples.

House 14	House 24	Area in-between	"Accumulation"
Triticum aest/dur/turg		*Triticum aest/dur/turg*	
Triticum dicoccum		*Triticum dicoccum*	
Triticum monococcum		*Triticum monococcum*	
	Malus sylvestris		
	Quercus		
	Viscum album		
Corylus avellana	*Corylus avellana*	*Corylus avellana*	
Linum usitatissimum		*Linum usitatissimum*	
	Papaver sommniferum		
		Brassica rapa	*Brassica rapa*
		Sambucus	
			Fragaria vesca
			Rubus idaeus/ fruticosus
Physalis alkekengi	*Physalis alkekengi*	*Physalis alkekengi*	

Table 4. Distribution of the highest densities of the cultural crop plants and collected plants in the area of field 47.

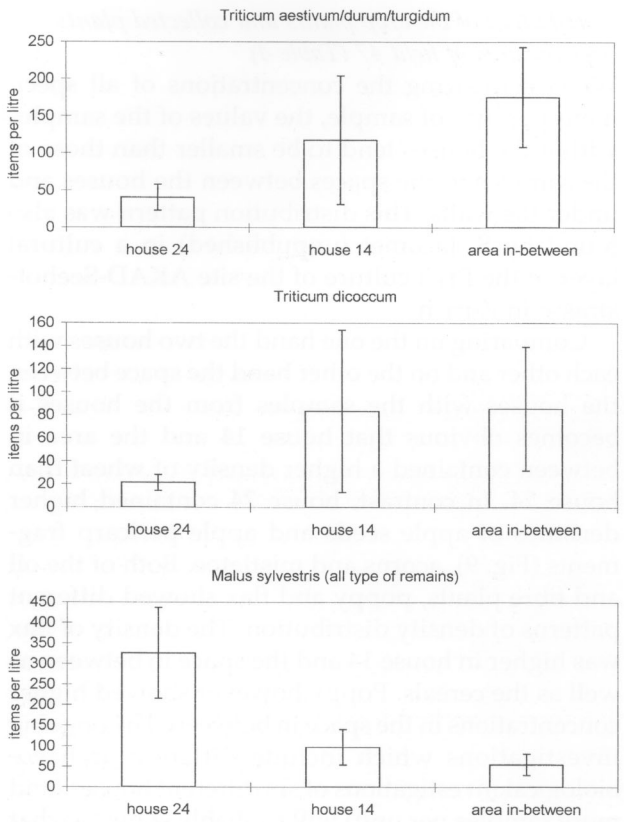


Figure 9. Comparison of the average concentrations (per litre of sediment) of Triticum aestivum/durum/turgidum, Triticum dicoccum and Malus sylvestris (all types of remains) in the houses and the area in between (5 samples per house, 3 samples in the alley).

Discussion

Plant spectrum

Most of the naked wheat remains from Arbon-Bleiche 3 were of the tetraploid type (*Triticum durum/turgidum*). This corresponds with most other Neolithic sites in the northern *Alpenvorland* (Jacomet *et al.* 1989; Maier 1996; Brombacher 1997; Brombacher *et al.* 1997). However, we found two rather small fragments of charred rachis segments which showed features of the hexaploid naked wheat *Triticum aestivum* L.: they had no swelling immediately below the insertion of the glume on the rachis node and a clearly smaller papilla (see Hillman *et al.* 1996; Schlumbaum *et al.* 1998). These finds are very interesting since up to now hexaploid naked wheat has been very rarely found in the *Alpenvorland* (Schlumbaum *et al.* 1998; Maier 1996).

All crop plants found in Arbon-Bleiche 3 are present during the whole Neolithic Lake Dwelling period in the northern *Alpenvorland* (ca. 4300 – 2400 BC; see Jacomet *et al.* 1989; Brombacher *et al.* 1997, 233 ff; Brombacher 1995, 86ff and a compilation of Jacomet unpublished). The significance of most of the crop plants changes during the Neolithic. In the following we discuss only the evolution of the crop plant spectra in the central and eastern parts of Switzerland and southern Germany (Lake Constance and Oberschwaben) because the latest results show that different changes probably took place in the western part (Karg pers. comm.).

The Pfyn cultural layers (ca. 3900–3500 BC) of Hornstaad-Hörnle Ia (Maier 1996), Thayngen-Weier (Jørgensen 1975), Gachnang-Niederwil (van Zeist and Boekschoten-van Helsdingen 1991), Zürich-AKAD-Seehofstrasse (Jacomet *et al.* 1989) and Risch-Oberrisch (Jacomet in progress) showed high concentration values especially for naked wheat but also for barley. During the Pfyn culture, these species were obviously the most important cereals, whereas emmer and einkorn are found rather rarely. In contrast, in the Horgen culture layers of the sites Zürich-Mozartstrasse, Zürich-KanSan-Seefeld and Horgen-Scheller (from 3239 B.C. onwards), naked wheat, barley and emmer sometimes showed high concentration values, whereas einkorn appeared only rarely (Brombacher *et al.* 1997; Favre in prep.). In Arbon-Bleiche 3, dated to the transition period between the Pfyn and Horgen cultures in the 34th century BC, high concentration values of naked wheat and emmer were found, corresponding to the Horgen settlements on Lake Zürich. In contrast to those settlements, however, einkorn was more abundant than barley (Table 3). At present we are not able to say whether the small number of uncharred barley chaff remains in Arbon-Bleiche 3 is due to the poor preservation capacity of barley (Brombacher *et al.* 1997, 240).

Emmer is not a very common cereal in the central and eastern parts of the northern *Alpenvorland* during the *Jungneolithikum* (4300–3500 B.C.). There are indeed some settlement sites, in which it appears a little more often, but it still remains unimportant in contrast to naked wheat. We only know of a few emmer accumulations in Hornstaad on Lake Constance (around 3908 B.C., early Pfyn culture; Maier, pers. comm.) and Port OS at Lake Biel (Port-Conty-Culture, around 3530 B.C.; Jacomet unpublished). With the onset of the Horgen culture (from around 3400 B.C. onwards until about 2800 BC), emmer obviously becomes more frequent. The emmer data of Arbon-Bleiche 3 agree well with the numerous emmer finds in Sipplingen-Osthafen (layer 11, 3316 B.C. (Jacomet 1990) and Wallhausen-Ziegelhütte (probably around 3400 B.C.; Rösch 1990), both on Lake Constance and dating to the same century as Arbon. The increase of emmer probably falls into the transition period of the *Jungneolithikum* into the

Spätneolithikum in the 34th century B.C. During this time period, many influences from eastern Europe can be observed in the Neolithic of the northern *Alpenvorland*. One piece of evidence is the appearance of Boleraz pottery in Arbon-Bleiche 3 (De Capitani and Leuzinger 1998). Whether the increase and establishment of emmer as the second most important cereal after naked wheat is connected with the growing eastern influence remains an unprovable hypothesis for the moment. However, emmer is always very abundant north and east of the "naked wheat region" of the *Alpenvorland* and Oberschwaben (upper Swabia) during the *Jungneolithikum* and *Spät-/Endneolithikum*, or is even the main cereal (see for example, various sites in Bavaria – Küster 1985; Küster 1989; Küster 1995 – and Ehrenstein – Hopf 1968).

The average concentration values of flax seeds and capsule fragments per litre of sample in Arbon are very similar to those of the Horgen culture layers of the Lake Zürich sites. In general, samples of Horgen culture layers rich in organic materials, showed the highest concentration values of flax seeds and capsule fragments (Brombacher *et al.* 1997).

To summarize, the cultivated plant spectra of Arbon-Bleiche 3 are much more similar to those of the Horgen culture than to those of the previous Pfyn culture.

The spectrum of the collected plants (Table 3) corresponds to that of other neolithic lake shore settlemets (Jacomet *et al.* 1989; Brombacher *et al.* 1997). In Arbon only a few particularities need to be mentioned. Mistletoe was probably mainly brought into the settlement on trees (probably mostly *Abies alba*) which were used for building houses (Leuzinger 2000). This is assumed by Akeret who found *A. alba* needles and *Viscum album* together in goat/sheep and cattle droppings (Akeret *et al.* 1999, 175–182; and pers. comm.). Perhaps mistletoe was not collected on purpose, but was nevertheless probably used as winter fodder for livestock. Fruit stones of *Prunus spinosa* and *P. mahaleb* were also used for crafts such as making beads (Leuzinger 2000).

The weed *Silene cretica* was found very frequently (100% presence / ubiquity). Because of its tendency to occur together with flax seeds, *S. cretica* is regarded as a flax weed (Brombacher *et al.* 1997, 257 ff). Although no concentrations of flax at Arbon-Bleiche 3 have been analysed as yet, we still found *S. cretica* quite frequently in every sample. Therefore, it can be assumed, that *S. cretica* was brought into the settlement with flax which was very numerous in every sample (see above). Moreover, *S. cretica* is generally very abundant during the time period considered in the lake shore area (Brombacher *et al.* 1997, 257; Brombacher 1993).

Finds of *Prunus mahaleb*, a shrub growing on sunny, rocky slopes (RS on Table 2) are rather interesting. To our knowledge this taxon has not been found before in Neolithic period sites in the Swiss *Alpenvorland*. Today the closest habitats of this plant are at a minimum distance of 30 km from Arbon, for instance north of Wil (Canton St. Gallen), the Walensee area and in the Canton Schaffhausen (Hess *et al.* 1970; Welten and Sutter 1982). It can be assumed that in Neolithic times there were no habitats of this plant in the near surroundings of Arbon either, and that the fruit stones were brought into the site from relatively far away. One possibility is that during summer pasturing people visited regions further away from the site. This seems to be rather probable because analysis of micro- and macro- remains of goat/sheep excrements from Arbon suggested the possibility of summer pastures in distant areas (Akeret *et al.* 1999). On the other hand these fruit stones also could be traded from afar. In the western part of the lake Constance region trade relations during the Jungneolithikum at Mooshof and Hornstaad Hörnle IA (3917 B.C.) were revealed by Hoffstadt and Maier (1999). They found flint originating from the Lessinian Alps (northern Italy) together with *Cornus mas*. This is a sub-Mediterranean plant and, together with records of plants such as *Triticum durum/turgidum*, *Silene cretica* and *Lathyrus sativus/cicera*, indicates that there were contacts with the Mediterranean area as early as the Neolithic period.

Methods

The observation of 29–46 taxa per sample at Arbon-Bleiche 3 is very similar to that of 30–40 taxa per organic sample at Lake Zürich sites. But, with the 90 taxa found in the 17 samples analysed up to now, we have still not reached the expected number of over 100 taxa, as were found in organic samples from Neolithic lake shore settlements on Lake Zürich (Jacomet *et al.* 1989, 73). Likewise, the RA suggests that the complete spectrum of taxa was not achieved (Fig. 7). Jacomet *et al.* (1989, 73 ff) previously pointed out that 20 to 50 well selected samples (each of 200–500 ml) per layer include ca. 75% of the expected taxa, and 40–50 samples are sufficient to apply statistical calculations.

The reason that 17 samples are not enough to yield a representative plant taxa spectrum is due to the rarely occurring taxa (mainly occuring in the small fraction). To record a spectrum as completely as possible, Jacomet *et al.* (1989, 73 ff) suggest the analysis of around 100 samples evenly distributed over an excavation site. Samples with a high taxon diversity should be analysed completely to record

rare taxa. But, if the first interest of an investigation concerns the subsistence economy, some restrictions are possible and also necessary. The RA (Fig. 8) showed that only 8 samples per structure (such as a house) are needed to record the 18 frequently appearing useful plants properly. Because the main aims of the archaeobotanical work in Arbon are to reconstruct the subsistence economy and to find out whether there were differences between the structures in the site, it can be concluded that eight samples are sufficient to quantitatively analyse the most common useful plants in the investigated area. But it will be necessary to repeat the RA for each investigated structure to make sure that enough samples were analysed.

To get an idea of land use and harvesting, we need to analyse the weed spectra. Since weeds appear less regularly than the useful plants in the layers (Table 2), more samples are required to obtain a representative spectrum. In this case also, a RA needs to be calculated to know whether sufficient samples were analysed.

The different densities of the remains, depending on their location and the accumulations of berries, show that the cultural layer, at least in this part of the excavation site, was not much disturbed by the lake. This is an important result because it is the precondition for investigating distributions of different remains over the excavated area of the settlement.

Further Investigations

This investigation is part of the project No. 1253. 052498.97 of the Swiss National Foundation. Beside archaeological investigations, the project includes analyses of other botanical microscopic and macroscopic remains such as wood-chips, twigs and excrements. In addition, zoological analyses of bones including those of fish are ongoing. To obtain an idea of the natural lake shore vegetation before, during and after the settlement period, and also of the genesis of the cultural layer, profile columns are analysed for their sedimentology, botanical macro- and micro-fossils along a transect going from lake to land. From the part of the site with the best preservation and the best sampling (Fig. 4) of the cultural layer we chose six houses for further analyses. The houses partly contain a different archaeological inventory (Leuzinger 2000), and were built in different years. From each house a minimum of eight samples will be analysed. With the help of this multidisciplinary study, a comprehensive reconstruction of the settlement organization and exploitation/use of the surroundings is envisaged.

Acknowledgments

The archaeobotanical and other investigations are financially supported from the Amt für Archäologie des Kantons Thurgau and the Swiss National Foundation. We wish to thank Urs Leuzinger for much information about the excavation and archaeological details, Marijke van der Veen (Leicester University) for some advice on counting, Paul Jordan (Computing Centre, Basel University) and Samuel Zschokke (Institut für Natur-, Landschafts- und Umweltschutz, Basel University) for their support of the statistical analysis. We are also grateful to Örni Akeret, Christoph Brombacher, Marianne Petrucci-Bavaud, Marlies Klee, Marlu Kühn for discussions concerning the identification of the remains and we thank Petra Zibulski, Jörg Schibler and Hans W. Roser for reading the manuscript. We also acknowledge an anonymous referee for very valuable comments.

References

Akeret, Ö., Haas, J-N., Leuzinger, U. and Jacomet, S. 1999. Plant macrofossils and pollen in goat/sheep faeces from the Neolithic lake-shore settlement Arbon Bleiche 3, Switzerland. *The Holocene* **9,** 175–82.

Anderberg, A-L. 1994. *Atlas of Seeds and Small Fruits of Northwest-European Plant Species with Morphological Descriptions. Part 4: Resedaceae – Umbelliferae.* Stockholm: Risbergs Tryckeri AB, Uddevalla.

Baudais, D., Grudler, A. and Lundström-Baudais. K. 1997. Les paléosemences du niveau VIII et leur répartition spatiale. Les sites littoraux néolithiques de Clairvaux-les -Lacs et de Chalain (Jura), pp. 723–32 in Pétrequin P (ed.), *Les Sites Littoraux Néolithiques de Clairvaux-les-Lacs et de Chalain (Jura) III Chalain station 3 3200–2900 av. J.-C. 2.* Paris: Edition de la Maison des Sciences de l'Homme.

Berggren, G. 1981. *Atlas of Seeds and Small Fruits of Northwest-European Plant Species with Morphological Descriptions. Part 3 Salicaceae – Cruciferae.* Stockholm: Berlings, Arlöv.

Binz, A. and Heitz, C. 1990. *Schul- und Exkursionsflora für die Schweiz.* Basel: Schwabe.

Bollinger, T. 1994. Samenanalytische Untersuchung der frühjungsteinzeitlichen Seeufersiedlung Egolzwil 3. *Dissertationes Botanicae* **221**, 1–172.

Brombacher, C. 1993. Prähistorischer Nachweis der Kretischen Flachsnelke (*Silene cretica* L.) nördlich der Alpen. *Dissertationes Botanicae (Festschrift Zoller)* **196**, 491–8.

Brombacher, C. 1995. Wirtschaftliche Entwicklung aufgrund archäobotanischer Daten, pp. 86–96 in Stöckli, W. E., Niffeler, U. and Gross-Klee, E. (eds.), *SPM II. Neolithikum.* Basel: SGUF.

Brombacher, C. 1997. Archaeobotanical investigations of Late Neolithic lakeshore settlements (Lake Biel, Switzerland). *Vegetation History and Archaeobotany* **6**, 167–86.

Brombacher, C., Jacomet, S., Akeret, Ö., Kühn, M. and Dick, M. 1997. Ackerbau, Sammelwirtschaft und Umwelt: Ergebnisse archäologischer Untersuchungen, pp. 220–99 in Schibler, J., *Ökonomie und Ökologie Neolithischer und Bronzezeitlicher Ufersiedlungen am Zürichsee. Ergebnisse der Ausgrabungen Mozartstrasse, Kanalisationssanierungen Seefeld, AKAD/Pressehaus und Mythenschloss in Zürich* (Monographi-

en der Kantonsarchäologie Zürich 20). Zürich: Zürich und Egg.

De Capitani, A. and Leuzinger, U. 1998. Arbon Bleiche 3. Siedlungsgeschichte, einheimische Traditionen und Fremdeinflüsse im Übergangsfeld zwischen Pfyner und Horgener Kultur. *Jahrbuch der Schweizerischen Gesellschaft für Ur- und Frühgeschichte* **81**, 237–49.

Djindjian, F. 1991. *Méthodes pour l'Archéologie.* Paris: Armand Colin.

Favre, P. and Jacomet, S. 1998. Branch wood from the lake shore settlements of Horgen Scheller, Switzerland: evidence for economic specialisation in the late Neolithic period. *Vegetation History and Archaeobotany* **7**, 167–78.

Frank, H. and Althoen, S. C. 1994. *Statistics Concepts and Applications.* Cambridge: Cambridge University Press.

Hess, H. E., Landolt, E. and Hirzel, R. 1970. *Flora der Schweiz und Angrenzender Gebiete. Nymphaeaceae bis Primulaceae.* Basel: Birkhäuser-Verlag.

Hillman, G., Mason, S., Moulins, D. and Nesbitt, M. 1996. Identification of archaeological remains of wheat: the 1992 London workshop. *Circaea* **12**, 195–210.

Hoffstadt, J. and Maier, U. 1999. Handelsbeziehungen während des Jungneolithikums im westlichen Bodenseeraum am Beispiel der Fundplätze Mooshof und Hornstaad Hörnle IA. *Archäologisches Korrespondenzblatt* **29**, 21–34.

Hopf, M. 1968. Früchte und Samen. pp. 7–77 in Zürn, H., *Das Jungsteinzeitliche Dorf Ehrenstein (Kreis Ulm)* (Veröffentlichungen Staatliches Amt für Denkmalpflege Stuttgart, Reihe A 10, 2). Stuttgart: Verlag Müller und Gräff.

Hüster-Plogmann, H. 1996. Correlation between sample size and relative abundance of fish bones: examples from the excavations at Arbon/TG Bleiche 3, Switzerland. *Archaeofauna* **5**, 141–6.

Jacomet, S. 1987. *Prähistorische Getreidefunde. Eine Anleitung zur Bestimmung Prähistorischer Gersten- und Weizenfunde.* Basel: Eigenverlag.

Jacomet, S. 1990. Veränderungen von Wirtschaft und Umwelt während des Spätneolithikums im westlichen Bodenseegebiet. Ergebnisse samenanalytischer Untersuchungen an einem Profilblock aus der Horgener Schichtabfolge von Sipplingen-Osthafen (Tauchsondierung Ruoff 1980). *Forschungen und Berichte zu Vor- und Frühgeschichte in Baden-Württemberg* **37**, 295–324.

Jacomet, S., Brombacher, C. and Dick, M. 1989. *Archäobotanik am Zürichsee. Ackerbau, Sammelwirtschaft und Umwelt von Neolithischen und Bronzezeitlichen Seeufersiedlungen im Raum Zürich* (Berichte der Zürcher Denkmalpflege Monographien 7). Zürich: Orell Füssli.

Jacomet, S. and Kreuz, A. 1999. *Archäobotanik.* Stuttgart: Eugen Ulmer.

Jacomet, S. and Magny, M. 1995. Klima- und Seespiegelschwankungen im Verlauf des Neolithikums und ihre Auswirkungen auf die Besiedlung der Seeufer, pp. 53–8 in Stöckli, W. E., Niffeler, U. and Gross-Klee, E. (eds.), *SPM II. Neolithikum.* Basel: SGUF.

Jacomet, S. and Schlichtherle, H. 1984. Der kleine Pfahlbauweizen Oswald Heer's – Neue Untersuchungen zur Morphologie neolithischer Nacktweizen-Ähren, pp. 153–76 in van Zeist, W. and Casparie, W. (eds.), *Plants and Ancient Man.* Rotterdam: A. A. Balkema.

Jørgensen, G. 1975. *Triticum aestivum* s.l. from the neolithic site of Weier in Switzerland. *Folia Quaternaria* **46**, 7–21.

Küster, H. 1985. Neolithische Pflanzenreste aus Hochdorf, Gemeinde Eberdingen (Kreis Ludwigsburg), pp. 15–83 in Küster, H. and Körber-Grohne, U. (eds.), *Hochdorf I* (Forschungen und Berichte zur Vor- und Frühgeschichte in Baden-Württemberg 19). Stuttgart: Konrad Theiss Verlag.

Küster, H. 1989. Pflanzenreste in spätneolithischen Siedlungsschichten von Ergolding-Fischergasse, Lkr. Landshut. *Vorträge Niederbayern Archäologentag* **7**, 17–27.

Küster, H. 1995. *Postglaziale Vegetationsgeschichte Südbayerns. Geobotanische Studien zur prähistorischen Landschaftskunde.* Berlin: Akademie Verlag.

Lennstrom, H. A. and Hastorf, C. A. 1992. Testing old wives' tales in palaeoethnobotany: a comparison of bulk and scatter sampling schemes from Pancán, Peru. *Journal of Archaeological Science* **19**, 205–29.

Leuzinger, U. 2000. Die jungneolithische Seeufersiedlung Arbon Bleiche 3, Befunde. *Archäologie im Thurgau, Frauenfeld* **9**, 187.

Maier, U. 1995. Moorstratigraphische und paläobotanische Untersuchungen in der jungsteinzeitlichen Moorsiedlung Ödenahlen am Federsee. *Forschungen und Berichte zur Vor- und Frühgeschichte in Baden-Württemberg* **46**, 143–253.

Maier, U. 1996. Morphological studies of free-threshing wheat ears from a Neolithic site in southwest Germany, and the history of the naked wheats. *Vegetation History and Archaeobotany* **5**, 39–55.

Maier, U. 1999. Agricultural activities and landscape in a Neolithic village around 3900 B.C.: Hornstaad Hörnle IA, Lake Constance, Germany. *Vegetation History and Archaeobotany* **8**, 87–94.

Märkle, T. 2000. *Die Wildpflanzen der Cortaillod Moyen-Zeitlichen Besiedlung von Concise-sous-Colachoz, Kt. Waadt, Schweiz.* Magisterarbit: University of Tübingen.

Mermod, O. 2000. *Die Endneolithische Seeufersiedlung Sanit-Blaise/Bains des Dames NE. Botanische Untersuchungen zur Vegetation, Landwirtschaft und Ernährung in der Auvernier Cordé Kultur (2640–2450 BC).* Unpublished PhD dissertation, ETH Zürich.

Rösch, M. 1990. Botanische Untersuchungen in spätneolithischen Ufersiedlungen von Wallhausen und Dingelsdorf am Überlinger See (Kr. Konstanz). *Forschungen und Berichte zur Vor- und Frühgeschichte in Baden-Württemberg* **37**, 227–66.

Sachs, L. 1972. *Statistische Methoden.* Berlin: Springer.

Schlichtherle, H. 1990. Die Sondagen 1973–1978 in den Ufersiedlungen Hornstaad-Hörnle I. *Forschungen und Berichte zur Vor- und Frühgeschichte in Baden-Württemberg* **36**, 221.

Schlumbaum, A., Neuhaus, J-M. and Jacomet, S. 1998. Coexistence of tetraploid and hexaploid naked wheat in a Neolithic lake dwelling of Central Europe: evidence from morphology and ancient DNA. *Journal of Archaeological Science* **25**, 1111–8.

Stöckli, W. E. 1995. Geschichte des Neolithikums in der Schweiz, pp. 19–52 in Stöckli, W. E., Niffeler, U. and Gross-Klee, E. (eds.), *SPM II. Neolithikum.* Basel: SGUF.

van der Veen, M. and Fieller, N. 1982. Sampling seeds. *Journal of Archaeological Science* **9**, 287–98.

van Zeist, W. and Boekschoten-van Helsdingen, A. M. 1991. Samen und Früchte aus Niederwil, pp. 49–113 in Waterbolk, H. T. and van Zeist, W. (eds.), *Niederwil, eine Siedlung der Pfyner Kultur. Band III: Naturwissenschaftliche Untersuchungen* (Academica Helvetica 1). Bern and Stuttgart: Verlag Paul Haupt.

Welten, M. and Sutter, R. 1982. *Verbreitungsatlas der Farn- und Blütenpflanzen der Schweiz.* Basel: Birkhäuser.

Zohary, D. and Hopf, M. 1994. *Domestication of Plants in the Old World.* Oxford: Clarendon Press.

Journal of Archaeological Science 30 (2003) 849–857

Journal of Archaeological SCIENCE

http://www.elsevier.com/locate/jas

The influence of inconsistent wet-sieving procedures on the macroremain concentration in waterlogged sediments

Sabine Hosch*, Petra Zibulski

Seminar für Ur-und Frühgeschichte, University of Basel, CH-4056 Basel, Switzerland

Received 6 February 2002; received in revised form 19 June 2002; accepted 11 October 2002

Abstract

In this investigation we discuss the effects of different procedures during the recovery of samples of waterlogged sediments. Seventy-three samples of a Neolithic cultural layer were recovered by the wet-sieving technique. Different operators processed the samples and although they got the same instructions, they handled the material in different ways. Samples showed quantitative as well as qualitative differences in their macroremain composition. Using statistical methods (analysis of variance and correspondence analysis) we could analyse which differences were a consequence of inconsistent wet-sieving. The taxa appearing in the samples were unequally affected: some were almost completely eliminated by intensive wet-sieving, some were only slightly reduced, and some were not affected. It could be demonstrated that the number of fragile remains e.g. cereal chaff remains and *Malus sylvestris* pericarp fragments were reduced by increasing wet-sieving intensity, but more or less round and robust remains were scarcely affected. To conclude, we suggest a less destructive recovery technique for plant macroremains and give some advice on how to deal with biased data.
© 2003 Elsevier Science Ltd. All rights reserved.

Keywords: Wet-sieving; Water-screening; Waterlogged sediments; Macroremains

1. Introduction

In archaeobotany different recovery techniques exist, among which wet-sieving and flotation (with and without chemical additives) are the two most commonly used ones. For example, Badham and Jones [1], Wagner [10], and Pearsall [8] describe comparative investigations of different recovery techniques. They conclude that although flotation is the more gentle technique to recover botanical macroremains compared to wet-sieving with a set of sieves, it is not the appropriate technique for every material. Flotation is well suited for sandy sediments with light carbonised macroremains, but less suited for claylike samples of mineral soil, and waterlogged material. Water-saturated plant macrofossils do not float to the surface and cannot be decanted. Wet-sieving is considered an appropriate alternative for waterlogged sediments [8]. The disadvantage of wet-sieving is the danger of destroying or losing fragile remains by sieving them through a stack of sieves [1,10].

It is not surprising that different recovery techniques result in different sets of data [8,10]. Some comparative investigations on different kinds of flotation or wet-sieving procedures list their advantages and disadvantages [1,6,7,10], but we do not know any publication on wet-sieving effects on macroremains, although this is a common recovery technique in Central Europe [3].

The aim of this investigation is to demonstrate the impact of the recovery technique on the results of macroremain analyses. We do not discuss fundamentally different recovery techniques but we compare variations within one kind of recovery technique, wet-sieving. Waterlogged sediments of the organic layer of the Neolithic lake shore site of Arbon-Bleiche 3 on Lake Constance (Canton of Thurgau, Switzerland) were wet-sieved. Different operators, who were advised to recover the samples, treated the material differently although they got the same instructions. As a consequence we detected qualitative and quantitative differences in the

* Corresponding author. Fax: +41-61-201-02-35
E-mail address: sabine.hosch@unibas.ch (S. Hosch).

0305-4403/03/$ - see front matter © 2003 Elsevier Science Ltd. All rights reserved.
doi:10.1016/S0305-4403(02)00263-7

samples we analysed. So we did not have a systematically planned experiment with equal numbers of samples for each variation of recovery technique, but we encountered a more or less unintentional distribution. Wagner [10] mentioned that, in general, it is not only problematic to directly compare samples of different sites, but also samples within sites, because differences may arise even when using the same recovery technique. Because we found considerable differences between the samples processed by different operators, our research goal was to work out which differences actually arose by the varying wet-sieving procedures and which plant macrofossils were influenced to a considerable degree. In addition, we discuss features of appropriately and not appropriately wet-sieved samples and describe a tested technique to recover waterlogged material.

2. Methods

2.1. Wet-sieving

Seventy-three organic samples of the Neolithic lake shore site Arbon-Bleiche 3 (3384–3370 BC) were wet-sieved with a stack of two sieves with mesh sizes of 2 and 0.5 mm. The volume of the samples was around 3 l of sediment, since during preliminary experiments this volume proved to be optimal [2]. All samples consisted of organic sediment with very few clay and stones. The material was spread out in portions in the top sieve (mesh size of 2 mm) and sprayed with an appropriate mist of water until the dirt and small remains were washed down to the lower sieve (mesh size of 0.5 mm). Later, the contents of the latter sieve were processed in the same manner.

For the most part the wet-sieving was done at the end of the excavation by operators with no experience in the subject. Although they got the same instructions and were told to treat the sediment carefully, we found differences in content and volume of the wet-sieved samples that could be put down to different procedures.

A—14 samples: The wet-sieving was done very carefully, almost without agitation of the sediment in the sieve. Operator A needed about 2 h per sample. The A-samples are called 'incompletely wet-sieved'.

B—12 samples: The samples were wet-sieved carefully almost without agitating the sediment in the sieves. Operator B needed about 3 h per sample. The B-samples are called 'carefully wet-sieved'.

C—22 samples: The samples were wet-sieved rather intensively. The material in the sieves was frequently agitated by hand. The person wore rubber gloves most of the time and needed almost 3 h per sample. The C-samples are called 'intensively wet-sieved'.

D—25 samples: In this category, we assigned samples that we did not exactly know in which manner were wet-sieved. Twenty-four of the 25 samples were processed during the excavation including 17 samples analysed for an earlier investigation [2]. The D-samples are called 'unknown wet-sieving'.

2.2. Analysis and counting

We proceeded with the analysis and counting as described in Ref. [2]. Since the samples were very rich in plant macrofossils we randomly took subsamples. According to van der Veen and Fieller [9] every sample requires at least 384 items to reach an accuracy of 95%. In contrast to the method of van der Veen and Fieller we worked with two different mesh sizes which contained to a large extent different plant taxa. The amount of seeds in the two fractions of a given sample was very unequal, so that it was not possible to analyse the same volume of each fraction. Following the advice of Dr P. Jordan, the official statistical consultant of the University of Basel, we decided to count at least 384 items in every fraction to achieve a representative result for the plant taxa of every fraction separately. For this reason we needed an average volume of 7 ml for the small fraction and 350 ml for the big fraction.

To avoid repeated counts of the same fragmented item, we only counted biologically unique features (e.g. hilum, tip) of the frequently occurring items. For broken big items such as *Corylus avellana* shell fragments, *Fagus sylvatica* pericarps, *Malus sylvestris* seeds, *M. sylvestris* pericarps and *Quercus* sp. pericarps, this did not appear to be reasonable because their entire hilum is only rarely found or they do not have any unique features. We decided to count fragments of big items in the big fraction alone.

After counting a statistically representative number of macroremains in both fractions, we calculated the concentrations of all taxa found as items per litre of sample.

2.3. Statistical analysis

During the analysis we detected indications of variable distributions of macrofossils according to archaeological structures at the excavation site (houses, alleys). Some remains appeared more numerous in the alleys [2] (Hosch, in preparation). It, therefore, was necessary to statistically separate the effects attributed to the archaeological structures from those of the varying procedures of wet-sieving. We applied a two-way analysis of variance (factors: wet-sieving, archaeological structures) to find out which differences resulted from wet-sieving only. Differences based on the archaeological structures are not the topic of this paper. We applied the statistic programs SAS 10.0 and JMP 3.2.2. For the analyses of variance we used the concentrations (items per litre of sample) of all taxa occurring with a minimal ubiquity of 50%.

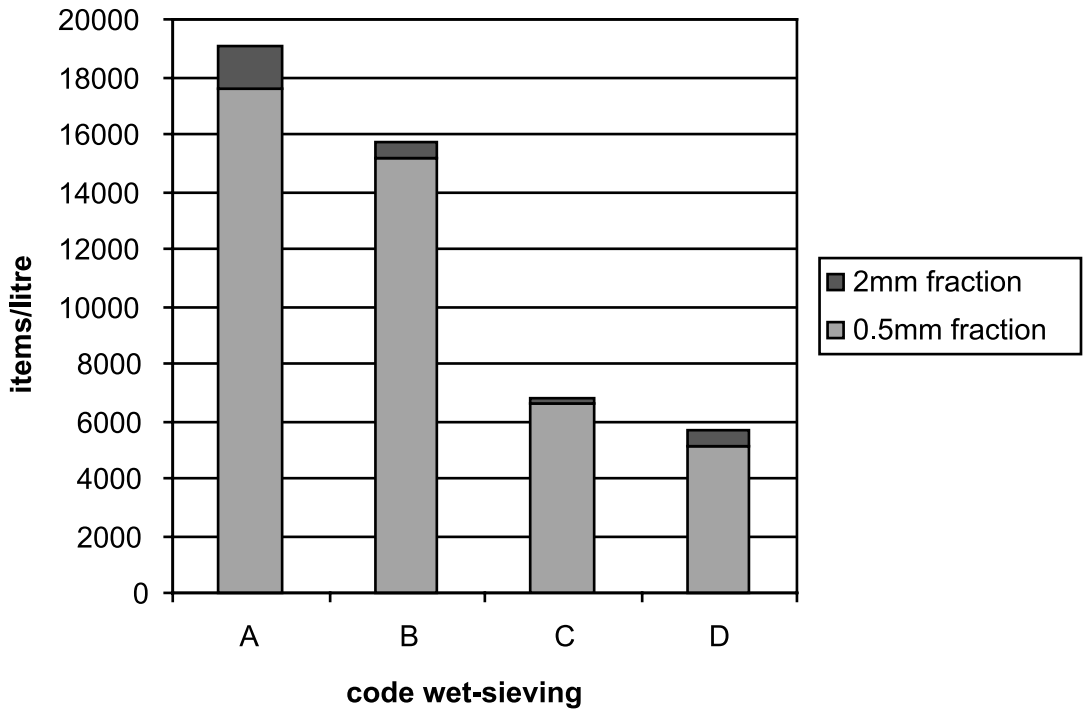


Fig. 1. Average concentration of the macroremains divided according to the two fractions and the wet-sieving procedures. Code wet-sieving: (A) incompletely wet-sieved (14 samples); (B) carefully wet-sieved (12 samples); (C) intensively wet-sieved (22 samples); (D) unknown wet-sieving (25 samples).

By correspondence analysis samples can be tested on their similarity according to their species composition. We applied a correspondence analysis to the water-logged crop plants (*Triticum dicoccum*, *Triticum monococcum*, *Triticum aestivum/durum/turgidum*, *Hordeum vulgare*, *Linum usitatissimum*, *Papaver somniferum*) and all weeds and herbs, which showed a minimal ubiquity of 10%. The analysis was done with the raw data of the small fraction, since we always counted approximately the same number of plant remains. We applied the program Canoco 4.0 for Windows.

3. Results

3.1. Consequences of the inconsistent wet-sieving on the concentration of macrofossils

Considering the total concentration of macrofossils (Fig. 1) it is obvious that most items were found in the small fraction. The big fraction adds only 6% to the total concentration of macrofossils. Since the big fraction mainly contained taxa that are different from those in the small fraction, these taxa would have been heavily underrepresented or not found at all, if we had counted the required 384 items [9] without building fractions. In the following, the consequences of the different wet-sieving procedures will always be discussed separately for the two fractions, thus showing the effects on both fractions. We will mainly discuss the results of the wet-sieving procedures A, B, and C. The D-samples (unknown wet-sieving) cannot be compared directly with the A-, B-, and C-samples, because the majority of the wet-sieved samples on the excavation site had a larger volume (10 l instead of 3 l) and the volumes of the subsamples were larger too (counted up to 550 items instead of 384 items). This resulted in higher numbers of taxa.

Fig. 2 shows the concentrations of the two fractions (Fig. 2a, b) and the number of taxa (Fig. 2c) found in the A-, B-, C-, and D-samples. The concentrations decrease in both fractions from A (incompletely wet-sieved) to B (carefully wet-sieved) to C (intensively wet-sieved). For the 2-mm fraction the decrease seems to be continuous, whereas in the 0.5-mm fraction the difference between A and B is small but that between B and C is noticeable. The same can be seen for the number of taxa.

We now will describe the consequences of each variation of wet-sieving separately. The A-samples (incompletely wet-sieved) show the highest concentrations of macrofossils. Unfortunately, the water of both fractions of the A-samples was clouded by many small floating particles, which hindered sight and therefore prolonged the sorting time considerably. Another effect of the incomplete wet-sieving was that small seeds remained in the 2 mm sieve, i.e. the fractions were not sufficiently separated, therefore increasing the concentration of the 2-mm fraction by approximately 500 items per litre.

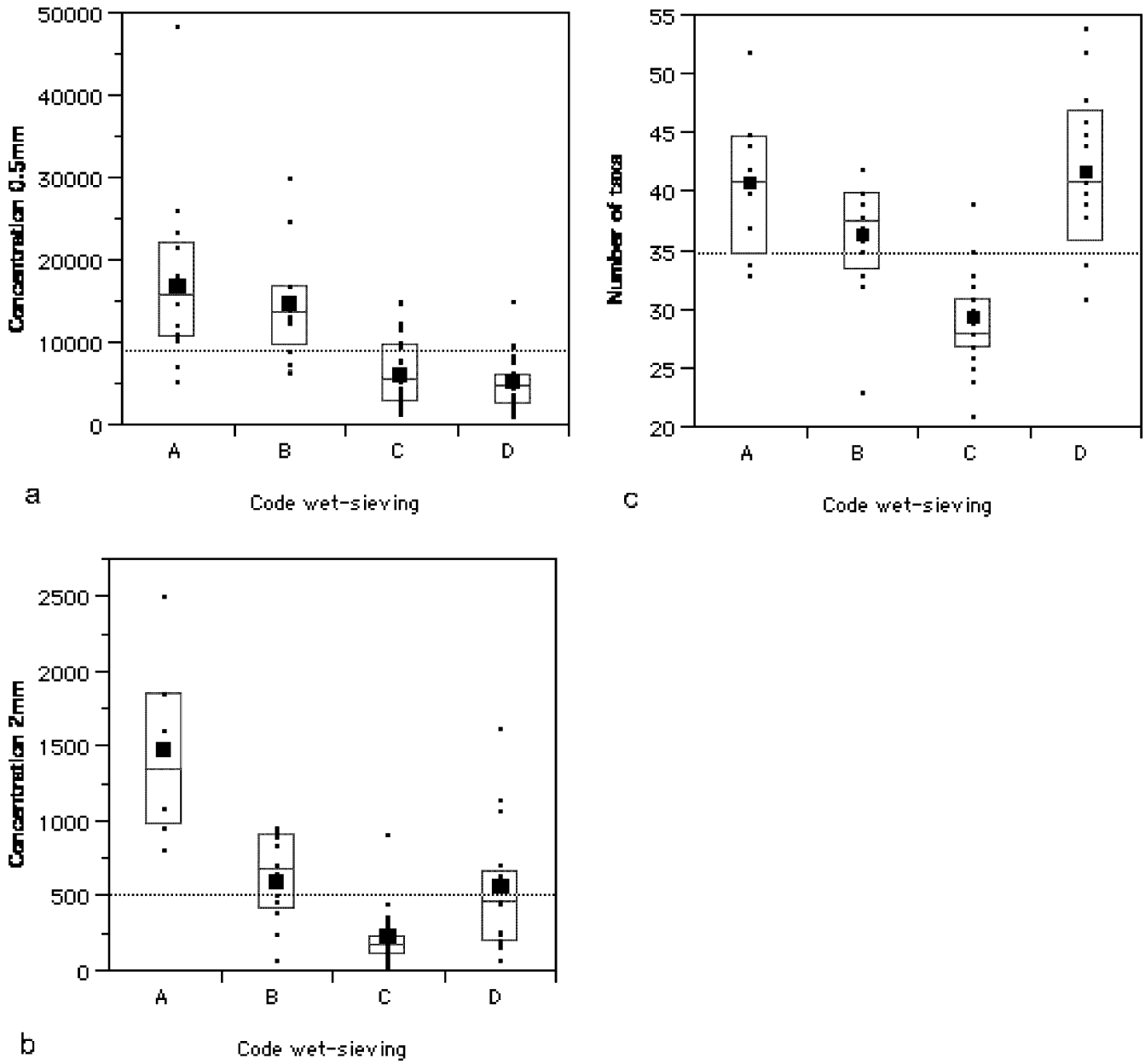


Fig. 2. Concentrations (items per litre of sample) of the 0.5-mm (a) and 2-mm fraction (b) and number of taxa (c) divided according to the different wet-sieving variations. Small dot, single value; big dot, group mean; box plot, 25%, median, 75%. The horizontal line gives the overall mean. Code wet-sieving: (A) incompletely wet-sieved (14 samples); (B) carefully wet-sieved (12 samples); (C) intensively wet-sieved (22 samples); (D) unknown wet-sieving (25 samples).

The presence of small seeds in the 2-mm fraction reduces the number of counted bigger items, and because of that the statistically correct counting of bigger items becomes uncertain. However, if we did not count the small seeds in the big fraction, they were missing in the overall concentration.

In the B-samples (carefully wet-sieved) the fractions were well separated and the water was almost clear. The macrofossil concentration of the B- and A-samples was not statistically different in the 0.5-mm fraction, but in the 2-mm fraction the concentration of the B-samples was significantly smaller than that of the A-samples. This was mainly attributed to a reduction of *Malus sylvestris* pericarps and *Abies alba* needles.

Quite a high loss of macroremains was found in the C-samples (intensively wet-sieved). This loss similarly affected both fractions. Some taxa were not found at all, appeared only occasionally, or were very fragmented. The most considerable loss in the C-samples corresponded to the almost entire lack of waterlogged

Table 1
Results of the analyses of variance concerning the factor wet-sieving

Results of the analyses of variance:		
$P<0.05$	$0.05 \leq P<0.2$	$P \geq 0.2$
Crop plants		
Cereals chaff wl	Cereals chaff ca	Cereals grains ca
Cereals pericarps wl	*Triticum aest/dur/turg* grains ca	*Triticum dicoccum* GB ca
Triticum dicoccum GB wl		*Triticum aest/dur/turg* RS, G ca
Triticum aest/dur/turg RS wl		*Hordeum vulgare* grains ca
Linum usitatissimum whole seeds wl		*Hordeum vulgare* RS ca
Linum usitatissimum capsule fragments wl		*Linum usitatissimum* seed fragments wl
		Papaver somniferum seeds wl
Collected and wild plants		
Abies alba needles wl	*Arctium* sp. achenes wl	*Alnus* sp. nutlets wl
Cerastium fontanum-type seeds wl	*Betula* sp. nutlets wl	*Brassica rapa* seeds wl
Fagus sylvatica pericarps wl	*Lycopus europaeus* nutlets wl	*Corylus avellana* nutshells wl
Malus sylvestris pericarps wl		*Fragaria vesca* nutlets wl
Malus sylvestris seeds wl		*Lapsana communis* achenes wl
Quercus sp. pericarps wl		*Moehringia trinervia* seeds wl
Silene cretica seeds wl		*Physalis alkekengi* seeds wl
Viscum album berries wl		*Prunella vulgaris* nutlets wl
		Prunus spinosa stones wl
		Rosa sp. nutlets wl
		Rubus fruticosus stones wl
		Rubus idaeus stones wl
		Verbena officinalis schizocarps wl

The taxa with significantly different concentrations attributed to wet-sieving A, B, C, i.e. the most damageable items, are listed in the column on the left, taxa without significant differences are listed on the right. Taxa with a tendency to be influenced by inconsistent wet-sieving are listed in the centre. Level of significance: $P<0.05$. We included all macrofossils occurring with a minimal ubiquity of 50%. 'Cereals': the sum of the four cereal taxa, only distinguished by remain type (chaff, grain) and preservation (waterlogged, carbonised).

Abbreviations: wl, waterlogged; ca, carbonised; RS, rachis segment; GB, glume base; G, glume.

cerealia chaff remains. The carbonised cerealia chaff remains were also significantly reduced but their loss was not as considerable as the loss of the waterlogged ones. Cerealia pericarps, *Linum usitatissimum* capsule fragments, *Malus sylvestris* seeds and pericarps, *Cerastium fontanum* seeds, and *Abies alba* needles were also reduced by fragmentation. Some seeds which we found only occasionally in the A- and B-samples were not found in the C-samples.

The different variations of wet-sieving do not have the same effect on all macrofossils. For some taxa the two-way analyses of variance result in high values of significance for the factor wet-sieving, other taxa are not affected (Table 1). In the small fraction, waterlogged cereal chaff remains, cereal pericarp fragments, and *Linum usitatissimum* capsule fragments are most affected by the treatment during the recovery. Intensively wet-sieved, these three remain types show almost total losses, and since they appear frequently in A, they are basically responsible for the decreasing concentration (A>B>C) in the small fraction. The *L. usitatissimum* seeds also contribute to the concentration decrease. Comparing the concentrations of whole *Linum* seeds and *Linum* seed fragments with hilum, we find that the seeds break into pieces with increasing wet-sieving intensity: the whole seeds clearly decrease whereas the concentration of the fragments does not change. The proportion of *Linum* seed fragments therefore increases. The carbonised cereal remains are less numerous but are nevertheless very important for subsistence archaeology. We therefore detected with relief that at least the concentration of the cereal grains was not affected by the inconsistent wet-sieving. The grains are better protected from breaking into pieces or crushing probably due to their compact shape. This is not true for carbonised cereal chaff remains—from A to C they got reduced by more than half.

In the 2-mm fraction pericarp fragments of *Malus*, *Quercus* and *Fagus* proved to be the most delicate items. This can be explained by the fact that these remains appear as more or less large fragments, which may easily break into pieces by intensive wet-sieving and then get lost. The *Malus* pericarps are the most frequent remains in the A-samples and they become almost completely eliminated via B to C. *Abies* needles take the same course. However, not very surprising, *Corylus* shell fragments and *Prunus spinosa* stones prove to be very robust. In the 0.5-mm fraction small, more or less round seeds, e.g. *Brassica rapa*, *Fragaria vesca*, *Moehringia trinervia*, and *Papaver somniferum* are the most resistant against the impact of the wet-sieving.

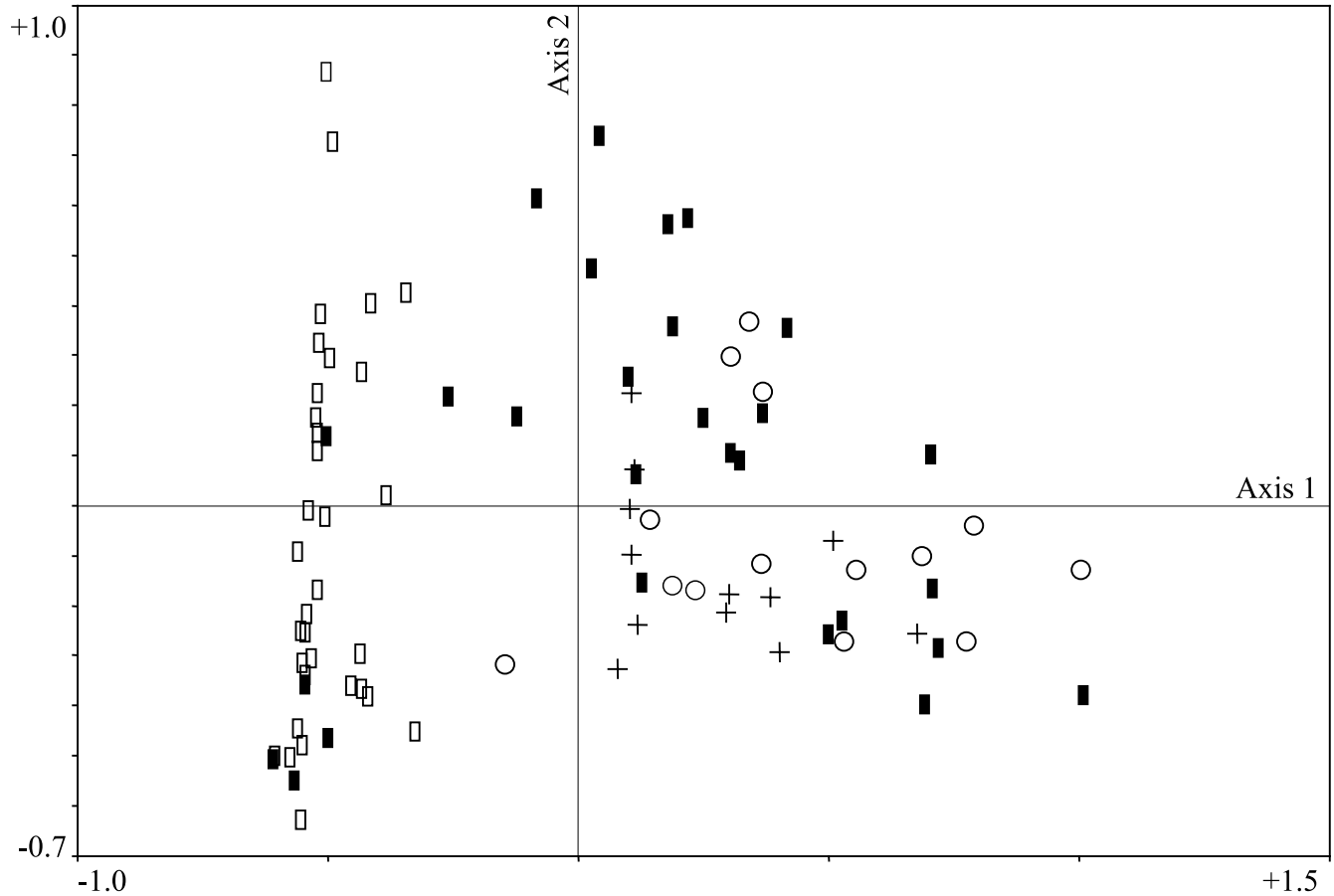


Fig. 3. Distribution of the inconsistently wet-sieved samples attributed to the correspondence analysis. Cumulative percentage variance accounted for by axes 1 and 2 is 21.7 and 11.7%, respectively. Circles, sample A/incompletely wet-sieved; crosses, sample B/carefully wet-sieved; empty boxes, sample C/intensively wet-sieved; black boxes, sample D/unknown wet-sieving.

3.2. Grouping of the samples according to their macrofossil composition

The results of the correspondence analysis are shown in Fig. 3 and Table 2. The effects due to inconsistent wet-sieving are strong enough to group the samples along the first axis according to intensively and carefully wet-sieved samples, respectively (Fig. 3): the C-samples are on the left-hand side of the axis and the A- and B-samples are on the right-hand side. At the same time the correspondence analysis indicates which taxa caused this pattern; i.e. we may deduce from the patterning which macrofossils are influenced by the inconsistent wet-sieving. The less affected ones are grouped with the intensively wet-sieved samples and the more affected ones with the carefully wet-sieved samples (Table 2).

The larger part of the D-samples groups with the carefully wet-sieved samples and a smaller part groups with the intensively wet-sieved samples (Fig. 3).

4. Discussion

One intention of this paper was to answer the question: what does an appropriately wet-sieved sample look like? The results mentioned above clearly show that the contents of our C-samples are badly damaged by the wet-sieving (Fig. 2), so we cannot call them appropriately wet-sieved. This does not need any further discussion.

The case of the A- and B-samples seems slightly more complicated. From Figs. 1 and 2, we inevitably get the idea that the A-samples are the more appropriate ones, since they not only contain the highest concentrations but also the highest numbers of taxa. In spite of the indisputably high numbers of macrofossils in the A-samples, we think that they cannot be called appropriately wet-sieved, because they have a high proportion of tiny floating particles, which prove to hinder sorting. In cloudy samples it is easy to overlook macroremains and sorting is extremely time-consuming. Moreover, we

Table 2
Assignment of the macrofossils attributed to the correspondence analysis shown in Fig. 3

Results of the correspondence analysis:	
Macrofossils grouped with the A-and B-samples: influenced by wet-sieving	Macrofossils grouped with the C-samples: not influenced by wet-sieving
Crop plants	
Triticum dicoccum GB	*Linum usitatissimum* seeds
Triticum aest/dur/turg RS	*Papaver somniferum* seeds
Triticum monococcum GB	
Hordeum vulgare RS	
Linum usitatissimum capsule fragments	
Wild plants	
Camelina sativa seeds	*Brassica rapa* seeds
Campanula rapunculoides seeds	*Clinopodium vulgare* nutlets
Cerastium fontanum seeds	*Lapsana communis* achenes
Eupatorium cannabinum achenes	*Lycopus europaeus* nutlets
Myosoton aquaticum seeds	*Mentha aquatica/arvensis* nutlets
Polygonum aviculare nutlets	*Moehringia trinervia* seeds
Silene cretica seeds	*Polygonum persicaria* nutlets
Solanum nigrum seeds	*Prunella vulgaris* nutlets
Sonchus asper achenes	*Ranunculus repens* nutlets
Urtica dioica seeds	*Schoenoplectus lacustris* seeds
	Silene alba seeds
	Verbena officinalis schizocarps

We included all waterlogged crop plants and wild plants of the 0.5-mm fraction occurring with a minimal ubiquity of 10%. The taxa listed in the left column proved to be the more damageable ones. A-samples: incompletely wet-sieved, B-samples: carefully wet-sieved, C-samples: intensively wet-sieved.

also mentioned that there might be statistical problems if the fractions are not completely separated. Following the above arguments, we do not consider the A-samples appropriately wet-sieved despite their large numbers of macrofossils. In comparison to the A-samples, the time required to sort the B-samples is reasonable but their species spectrum is smaller than that of the A-samples. Only the 0.5-mm fraction of the B-samples, which is statistically not different from the A-samples, can be considered appropriately wet-sieved. In the 2-mm fraction the concentration of the A-samples is significantly higher than that of the B-samples. The difference is mainly attributed to small seeds, which account for a third in the 2-mm fraction of the A-samples. This feature and the high amount of small particles reveal the A-samples to be incompletely wet-sieved. But also without the small seeds, the concentration of the A-samples is higher than that of the B-samples. The big fractions of the B-samples were wet-sieved slightly too long, what may have resulted in first losses of macroremains. However, we prefer the B-samples to the A-samples. It seems that the best condition of a sample lies somewhere in between A and B, but closer to B.

As mentioned previously, the D-samples are not directly comparable with the other samples due to the higher volumes of the D-samples and -subsamples. Moreover, we do not know exactly in which way the samples were wet-sieved on the excavation site. Since we discovered the enormous qualitative and quantitative differences as a consequence of the inconsistent wet-sieving, we combined all unknown wet-sieved samples in one separate category. The correspondence analysis grouped most of the D-samples with the A- and B-samples (Fig. 3). This means, that in the majority of cases, wet-sieving on the excavation site was done carefully. Moreover, we can deduce which D-samples were wet-sieved appropriately. Above all, this will be important for further analyses (Hosch, in preparation). The inconsistent wet-sieving causes partly different macrofossil combinations in the samples by increasing percentages of more robust taxa. The patterning of the samples by the correspondence analysis is probably mainly a consequence of the total loss of the waterlogged cereal chaff remains and the waterlogged *Linum* capsule fragments in the intensively wet-sieved samples. Possibly existing patterns resulting from ecological factors, human activities, or archaeological structures that we hoped to find by the correspondence analysis are therefore influenced or masked.

Comparing the results of the analyses of variance (Table 1) and the correspondence analysis (Table 2) we find consistency in all taxa which were included in both analyses. We interpret those taxa grouped with the A- and B-samples to be rather damageable items and those grouped with the C-samples to be rather robust. The agreement between the two different analyses confirms that the correspondence analysis grouped the samples according to wet-sieving effects.

5. Conclusions

In this paper we described different variations of the wet-sieving technique. Pearsall [8] described wet-sieving as the most appropriate recovery technique for waterlogged material. However, we think the method described by Kenward et al. [4] is considerably more appropriate, at least for moderate sample volumes: "The sample is placed in a bucket and hot (or cold-the authors) water added. The sediment is disaggregated by being gently agitated by hand and, when it has begun to break down the bucket is tilted over the 300 micron-mesh sieve so that a stream of water can flow over the sample and onto the sieve. The process is continued until little or no more fine material passes the mesh, and the sample is thoroughly disaggregated. (…) (Inorganic material is being left in the bucket and is put aside.-the authors) Next, the residue is returned to the bucket and the bank of sieves set up with the 300 micron-mesh sieve at the base. The residue is placed in the top sieve and washed down the column with a gentle stream of water" [4, p. 8]. This method was also preferred by Badham and Jones [1], who called it 'wash-over'.

Besides improving the wet-sieving technique it seems to be important to us, that the sediment of one excavation is processed by as few operators as possible, that they are sufficiently supervised and if necessary it should be tested during the analysis whether there arise differences due to the wet-sieving technique. This can be tested by applying an analysis of variance on the presumably damageable items. Care should be taken that differences attributed to archaeological structures are not mixed with recovery problems.

So far this paper dealt with the comparability of samples within one site. But what about comparing different sites? This seems to be even more difficult. Possible quantitative measurements for comparisons of settlements are concentrations, ubiquity, and proportions. Most commonly concentrations of taxa are applied. With the above-mentioned knowledge we realised that this is not unconditionally possible, since according to the inconsistency of wet-sieving, big differences may arise. For the present investigation comparisons based on concentrations are only adequate for macrofossils without wet-sieving impact (Tables 1 and 2: right column). A comparison based on ubiquity is possible for all taxa, which do not show complete losses in intensively wet-sieved samples. Another possible method of comparing samples of different archaeological structures of excavations is the use of the comparison ratios suggested by Miller [5] which put proportions of different taxa in relation to each other. However, using comparison ratios proved not always to be unproblematic, since proportions of some macroremains within a sample may change by inconsistent processing. Therefore only those macroremains should be compared, which proved to react in the same way to well-known disturbing influences (in this case recovery technique). For example, we think that it is adequate to compare the various cereal species, provided that the same preservation and remain type will be compared, e.g. the ratio of waterlogged chaff remains of *T. dicoccum* and *T. aestivum/durum/turgidum*. For the presented analysis, however, it would not be very meaningful, to compare, e.g. the ratio of waterlogged and carbonised chaff remains of *T. dicoccum* or the ratio of crop plants and collected plants.

Undoubtedly biased data should be avoided. But if they occur we would like to emphasise, that generally there are two possibilities to analyse biased data: apply a statistical analysis to absolute counts to standardise the data (the whole data set can be used) or if this is not appropriate or desired, analyse the excavation on the basis of the best or least biased samples.

Acknowledgements

First we would like to thank our colleagues who were hired for the wet-sieving, although we were not always satisfied with their work. As a consequence of the emerging problems, we got the opportunity to consider our methodological know how. We are grateful to Professor S. Jacomet for her helpful comments and for her interest in methodological problems. We wish to thank Dr P. Jordan and Professor E. Lüdin, who helped to apply the appropriate statistical tests and programs. The Amt für Archäologie des Kantons Thurgau put the samples at our disposal and we got financial support from the Swiss National Foundation.

References

[1] K. Badham, G. Jones, An experiment in manual processing of soil samples for plant remains, Circaea 3 (1) (1985) 15–26.
[2] S. Hosch, S. Jacomet, New aspects of archaeobotanical research in Central European Neolithic lake dwelling sites, Environmental Archaeology 6 (2001) 61–73.
[3] S. Jacomet, A. Kreuz, Archäobotanik, Eugen Ulmer GmbH, Stuttgart, 1999.
[4] H.K. Kenward, A.R. Hall, A.K.G. Jones, A tested set of techniques for the extraction of plant and animal macrofossils from waterlogged archaeological deposits, Science and Archaeology 22 (1980) 3–15.
[5] N.F. Miller, Ratios in paleoethnobotanical analysis, in: C.A. Hastorf, V.S. Popper (Eds.), Current Paleoethnobotany, The University of Chicago Press, Chicago/London, 1988, pp. 72–85.
[6] D. de Moulins, Sieving experiment: the controlled recovery of charred plant remains from modern and archaeological samples, Vegetation History and Archaeobotany 5 (1996) 153–156.
[7] S. Payne, Partial recovery and sample bias: the result of some sieving experiments, in: E.S. Higgs (Ed.), Papers in Economic Prehistory, University Press, Cambridge, 1972, pp. 49–64.

[8] D.M. Pearsall, Paleoethnobotany. A Handbook of Procedures, Academic Press, San Diego, 1989.
[9] M. van der Veen, N. Fieller, Sampling seeds, Journal of Archaeological Science 9 (1982) 287–298.
[10] G.E. Wagner, Comparability among recovery techniques, in: C.A. Hastorf, V.S. Popper (Eds.), Current Paleoethnobotany, The University of Chicago Press, Chicago/London, 1988, pp. 17–35.

Inhaltsverzeichnis

1 Einleitung ... 4

1.1 Datierung und zeitliche Stellung, Forschungsstand Archäobotanik ... 4
1.2 Die Lage von Arbon Bleiche 3, Grabung ... 4
1.3 Fragestellungen und Ziele der archäobotanischen Untersuchungen von Arbon Bleiche 3 ... 5

2 Material und Methoden ... 8

2.1 Stratigraphie und Schichtentstehung ... 8
2.2 Probenentnahme und Probenauswahl ... 8
2.3 Probenvolumen, Probenaufbereitung und Stichprobenentnahme ... 10
2.4 Auslesen, Bestimmen und Zählen ... 10
2.5 Gruppierung der Pflanzen ... 11
2.6 Auswertungsmethoden ... 11
2.6.1 Konzentration und Stetigkeit ... 11
2.6.2 Berechnung von Tausendkorngewicht und Kalorien ... 12
2.6.3 Rarefaction Analyse ... 12
2.6.4 Varianz-Analyse ... 12
2.6.5 Korrespondenzanalyse ... 13
2.6.6 Spearman-Rangkorrelation ... 13

3 Ergebnisse ... 15

3.1 Erhaltungszustand ... 15
3.2 Samengesamtkonzentration ... 15
3.3 Repräsentanz der Makroreste ... 15
3.4 Artenspektrum ... 15
3.5 Kulturpflanzen ... 18
3.5.1 Getreide ... 18
3.5.2 Lein ... 18
3.5.3 Schlafmohn ... 18
3.5.4 Erbse ... 19
3.5.5 Rekonstruktion der Ackerunkrautflora ... 19
3.6 Das Verhältnis der verschiedenen Getreidearten untereinander (Abbildung 10) ... 22
3.7 Das Verhältnis der verschiedenen Kulturpflanzen untereinander (Abbildung 11) ... 23
3.8 Sammelpflanzen ... 24
3.8.1 Das Verhältnis von Kultur- zu Sammelpflanzen (*Corylus avellana*, *Quercus* spec.) (Abbildung 12) ... 25
3.8.2 Spezielle Funde (Abbildung 13) ... 26
3.9 Vergleich der archäologischen Strukturen Haus/Gassen ... 27
3.9.1 Statistische Basis für den Vergleich ... 27
3.9.2 Samengesamtkonzentration ... 28
3.9.3 Kulturpflanzen ... 28
3.9.4 Sammelpflanzen ... 29
3.10 Herausarbeitung von Gruppierungen mit Hilfe statistischer Methoden ... 30
3.10.1 Zeigen aktualistisch gruppierte Taxa Korrelationen? ... 30
3.10.2 Zusammen auftretende Sammelpflanzen ... 31
3.10.3 Treten unverkohlte und verkohlte Kulturpflanzenreste zusammen auf? ... 32

4 Diskussion ... 33

4.1 Schichterhaltung und Zusammensetzung ... 33
4.1.1 Samengesamtkonzentration und fragile Reste ... 33
4.1.2 Artenspektrum (Diversität) ... 33

4.1.3 Zusammensetzung der Kulturschicht beurteilt anhand von Resultaten der Korrespondenzanalyse und Spearman Rangkorrelation 33
4.2 Korrelationen von Wildpflanzen innerhalb von Ökogruppen 34
4.2.1 Korrelationen von Wald-, Waldschlag-, Waldrand- und Gebüschpflanzen (Abbildung 16) 34
4.2.2 Korrelationen von Ruderal- und Wiesenpflanzen (Abbildung 18) 34
4.2.3 Korrelationen von Kulturpflanzen und Wildkräutern (Abbildung 8) 35
4.2.4 Korrelationen von Taxa verschiedener Ökogruppen (ohne Kultur- und Sammelpflanzen) (Abbildung 19) 35
4.2.5 Schlüsse aus den Korrelationen innerhalb und zwischen verschieden Ökogruppen 35
4.3 Kulturpflanzen 35
4.3.1 Wurden Kulturpflanzen angebaut? 35
4.3.2 Getreide 36
4.4 Das Verhältnis der verschiedenen Getreidearten 37
4.5 Vergleich der Getreideanteile mit anderen Siedlungen aus dem gleichen Zeitraum 37
4.6 Lein (*Linum usitatissimum*) 38
4.6.1 Verarbeitung von Lein zu Fasern? 39
4.6.2 Vergleich von Leinkonzentrationen mit anderen Siedlungen 40
4.6.3 Schlafmohn (*Papaver somniferum*) 41
4.6.4 Vergleich der Schlafmohnkonzentrationen mit anderen Siedlungen 41
4.6.5 Erbse (*Pisum sativum*) 41
4.7 Ackerbau 42
4.7.1 Standortverhältnisse, Böden 43
4.7.2 Anbauweise 44
4.7.3 Bodenbearbeitungsmassnahmen 46
4.7.4 Erntemethoden 50
4.7.5 Gab es Brachephasen? 52
4.7.6 Ruderalfluren und Krautfluren der Äcker (RU) – Wie entstand eine Ackerbegleitflora? 53
4.8 Rekonstruktion der Getreidereinigungsstadien - Gründe, weshalb sie hier nicht rekonstruiert werden können 55
4.9 Sammelwirtschaft 56
4.9.1 Beeren 56
4.9.2 Rübkohl (Brassica rapa) 57
4.9.3 Hagebutten (*Rosa* spec.) 57
4.9.4 Wildapfel (*Malus sylvestris*) 58
4.9.5 Judenkirschen (*Physalis alkekengi*) 58
4.9.6 Bucheckern (*Fagus sylvatica*) 58
4.9.7 Eicheln (*Quercus* spec.) 58
4.9.8 Haselnüsse (*Corylus avellana*) 59
4.9.9 Schlehe (*Prunus spinosa*) 59
4.9.10 Holunder (*Sambucus* spec.) 60
4.9.11 Misteln (*Viscum album*) 60
4.10 Pflanzliche Ernährung 61
4.10.1 Grundlagen für die Berechnungen 61
4.10.2 Welche Getreideart könnte am meisten zur Ernährung beigetragen haben? 61
4.10.3 Welche Kulturpflanzen waren für die Ernährung wichtig? 61
4.10.4 Trugen Kulturpflanzen oder Sammelpflanzen mehr zur Ernährung bei? 61
4.11 Aktivitätsbereiche 62
4.11.1 Verteilung der pflanzlichen Reste 62
4.11.2 Getreidedrusch und Leinkapselbruch in den Gassen 63
4.11.3 Anhäufungen von "Schalen" in den Bereichen von Haus 3 und Haus 14 – Küchenabfälle? 63
4.11.4 Anhäufungen von Beeren im Bereich von Haus 20 – "Toilette"? 64
4.11.5 Anhäufungen von Klettensamen im Bereich von Haus 20 – Wildbeuterische Aktivitäten? 65
4.11.6 Welche Sammelpflanzen wurden vielleicht zusammen verzehrt? – eine Hypothese 65
4.11.7 Fazit – Es gab keine spezialisierten Hausgemeinschaften 66
4.12 Artendiversität – Naturräume 66
4.12.1 Wasser- und Ufervegetation (UF) 66
4.12.2 Wald- und Waldrandvegetation (WD, WD2) 67

4.12.3 Waldnahe Staudenfluren, Gebüsche und Schlagfluren (SC) 68
4.12.4 Grünlandpflanzen (WI) 69
4.12.5 Öffnung der Landschaft 69
4.12.6 Weiden 70
4.13 Nicht einheimische Pflanzen: Aktionsradius/Handel 71
4.13.1 Felsenkirsche (*Prunus mahaleb* L.), Alpen-Ehrenpreis (*Veronica alpina* L.), Arve (*Pinus cembra* L.): Aktionsradius? 71
4.13.2 Handel, Fernimport 72
4.13.3 Emmer (*Triticum dicoccum*) 74

5 Erkenntnisse aus der Untersuchung der Samen und Früchte 76

5.1 Ernährung, angebaute und gesammelte Pflanzen 76
5.2 Ackerbauliche Massnahmen 76
5.3 Vergleich der Pflanzeninventare verschiedener archäologischer Strukturen 76
5.4 Hinweise auf Handel mit Hilfe von nicht in der Umgebung der Siedlung wachsenden Pflanzen 76
5.5 Hinweise auf den Verlauf des Kulturwandels zwischen der Pfyner und Horgener Kultur 77

6 Anhang 78

7 Synthese/Zusammenfassung 80

7.1 Ergebnisse zur Methodik 80
7.1.1 Vergleich der Probenentnahme-Methoden 80
7.1.2 Optimales Probenvolumen 80
7.1.3 Anzahl zu untersuchender Proben 80
7.1.4 Einfluss verschiedener Schlämmweisen auf die Konzentration der Makroreste 80
7.2 Ergebnisse zu Schichterhaltung und Zusammensetzung 81
7.3 Ergebnisse zu Ackerbau, Ernährung, Aktivitätsbereiche und Handel 81
7.4 Ackerbau 82
7.4.1 Kulturpflanzen 82
7.4.2 Ackerbegleitpflanzen 82
7.4.3 Standortverhältnisse, Böden 83
7.4.4 Anbauweise 83
7.4.5 Bodenbearbeitungsmassnahmen 83
7.4.6 Erntemethoden 84
7.4.7 Gab es Brachen? 84
7.4.8 Weiden 85
7.5 Sammelpflanzen 85
7.6 Zusammensetzung der Pflanzlichen Ernährung 85
7.7 Aktivitätsbereiche 85
7.8 Artendiversität-Naturräume 86
7.9 Nicht einheimische Pflanzen: Aktionsradius, Handel 87
7.10 Arbon Bleiche 3 – Pfyn oder Horgen? 88

8 Literatur 89

Ackerbau und Sammelwirtschaft in der neolithischen Seeufersiedlung Arbon Bleiche 3 (3384-3370 v. Chr.), Kanton Thurgau, Schweiz)

1 Einleitung

1.1 Datierung und zeitliche Stellung, Forschungsstand Archäobotanik

Die neolithischen Feuchtbodensiedlungen an Seeufern und in Mooren im nördlichen Alpenvorland bieten ideale Voraussetzungen für die Untersuchung von während der Besiedlung abgelagerten Überresten der prähistorischen Menschen. Durch die Lage der Kulturschicht innerhalb des Grundwasserbereiches an den Seeufern oder in Mooren bleibt das organische Material, insbesondere auch subfossile (unverkohlte) Reste, unter Abschluss von Sauerstoff meist gut erhalten und ermöglicht einen Einblick in die Überreste der Siedlungen und Siedlungsabfälle der ehemaligen Bevölkerung. Die Untersuchung der darin enthaltenen botanischen Makroreste (Samen, Früchte, Fruchtstände, Blätter, Knospen und Zweige) erlaubt somit einen Einblick in die damalige Wirtschaftsweise und die Siedlungsumgebung (z.B. Favre 2002; Maier 2001; Brombacher 2000; Brombacher und Jacomet 1997; Jacomet 1990; Rösch 1990; Jacomet et al. 1989; Zibulski in prep.). Während des Seeuferneolithikums (4300-2400 v. Chr.) bildete der Anbau von Kulturpflanzen (Gerste, Nacktweizen, Emmer, Einkorn, Lein, Schlafmohn und Erbse) sowie eine vielseitige Sammeltätigkeit (z.B. Haselnüsse, Äpfel, Beeren) die Grundlage der menschlichen Ernährung, welche durch Viehwirtschaft, Jagd und Fischfang ergänzt wurde.

Der ausgegrabene Teil der Siedlung Arbon Bleiche 3 wurde in den Jahren 3384-3370 v. Chr. während verschiedener Bauphasen erbaut und bewohnt (Leuzinger 2000, 51-57). Durch dendrochronologische Datierung der Bauhölzer durch das Dendrolabor Zürich (T. Sormaz) sind die Baujahre der Häuser bekannt. Die kurze, 15 Jahre dauernde einphasige Besiedlung liegt in der Übergangsphase zwischen der Pfyner und Horgener Kultur, was neben der dendrochronologischen Datierung zusätzlich durch archäologische Funde, welche typologische Kriterien beider Kulturen aufweisen, bestätigt wird (de Capitani 2002, 222; de Capitani und Leuzinger 1998, 237; Hasenfratz 1997, 40). Da nur wenige Seeufersiedlungen aus dem Zeitraum von 3500 v. Chr. bis 3250 v. Chr. bekannt waren (Stöckli 1995, 21, Abb. 2), konnte bis anhin nicht untersucht werden, wie sich der Kulturwandel zwischen der Pfyner und Horgener Kultur auf die Wirtschaftsweise auswirkte. Das Fehlen von Fundstellen an Seeufern konnte mit hohen Seespiegelständen während kühleren Klimaphasen in Zusammenhang gebracht werden (Gross-Klee und Maise 1997, 91-92). Der hier betroffene Zeitraum liegt in der Piora II-Kaltphase, während der infolge hoher Seespiegelstände (Transgressionsphasen) kaum Seeufersiedlungen belegt sind (Burga und Perret 1998, 729; Jacomet, Magny und Burga 1995, 56-57). Gerade im sehr umfassend untersuchten Raume Zürich, wo das ganze Seeuferneolithikum von der Egolzwiler Kultur mit dem Kleinen Hafner 5 (ab 4425 v. Chr.) bis in die Schnurkeramik mit der Siedlung Mozartstrasse 2 (ab 2625 v. Chr.) durch zahlreiche Siedlungsschichten abgedeckt ist, fehlen Siedlungen um 3400 v. Chr. (Brombacher und Jacomet 1997; Jacomet et al. 1989). Am Ufer des Bielersees hingegen wurden drei Siedlungen, Nidau BKW, Lattrigen VI und Lüscherz, welche um 3400 v. Chr. besiedelt waren, untersucht (Brombacher 2000; Brombacher 1997). Auch am Ufer des Bodensees wurden zwei Siedlungen aus diesem Zeitraum untersucht: Sipplingen-Osthafen (3317-2800 v. Chr.) (Jacomet 1990) und Wallhausen-Ziegelhütte (3350-3125 v. Chr.) (Rösch 1990). Um 3400 v. Chr. zeichnet sich innerhalb der Piora II-Kaltphase eine kurze Warmphase mit tieferen Seespiegelständen ab (Gross-Klee und Maise 1997, 89, Abb. 1). Da mit Ausnahme von Nidau BKW nur wenige Proben oder nur ein Profil aus diesen Siedlungen vorlagen, war es nun mit Arbon Bleiche 3 dank gezielter Probenauswahl erstmals möglich, eine Siedlung aus diesem Zeitraum repräsentativ zu untersuchen.

1.2 Die Lage von Arbon Bleiche 3, Grabung

Die neolithische Seeufersiedlung Arbon Bleiche 3 liegt auf 398 m ü.M. (die Kulturschicht verläuft von 393.90 bis 396.00 m ü.M.) am südlichen Ufer des Bodensees in der Schweiz (Kanton Thurgau). Die Kulturschicht lag bis in die Vierzigerjahre im Bereich des Grundwassers. Im Jahr 1944 wurde eine Drainage gelegt, welche die oberhalb von 395.7 m ü.M. liegenden Kulturschichtteile austrocknete (Leuzinger 2000, 22). Das Siedlungsareal befindet sich heute in Folge umfangreicher Sedimentablagerungen durch die Bäche und den See etwa 800 m vom aktuellen Seeufer entfernt.

Während der jungsteinzeitlichen Besiedlung lag das Dorf vermutlich näher oder direkt am See (Saxer 1965, 23). Im Hinterland bildete eine flache würmeiszeitliche Moräne eine kleine Halbinsel in den See. Dieses eher flache, bewaldete Gelände, durch welches vermutlich damals schon zahlreiche kleine Bäche flossen, bot günstige Voraussetzungen für die Landwirtschaft.

Da ein Strassenprojekt und diverse Bauvorhaben das Areal der neolithischen Seeufersiedlung gefährdeten, führte das Kantonale Amt für Archäologie des Kantons Thurgau unter der Leitung von U. Leuzinger in den Jahren 1993 bis 1995 jeweils dreimonatige Rettungsgrabungen durch. Dadurch konnte schätzungsweise etwa die Hälfte der ehemaligen Siedlung ausgegraben werden. In diesem Bereich von etwa 1000 m^2 liegen 27 vollständige und angeschnittene Hausgrundrisse (Leuzinger 2000, 11, Abbildung 2).

1.3 Fragestellungen und Ziele der archäobotanischen Untersuchungen von Arbon Bleiche 3

Die Voraussetzung für eine umfassende Untersuchung ist in erster Linie eine geeignete Probenentnahme. Auf den meisten der bis anhin untersuchten Fundstellen wurden eine, manchmal mehrere Profilkolonnen und zusätzlich subjektiv Einzelproben entnommen, welche ein Erfassen mehrerer übereinander liegender Siedlungsschichten gewährleisten (z.B. Jacomet et al. 1989; Schlichtherle 1985; Jacomet 1990; Rösch 1990). Interessiert jedoch die horizontale Verteilung der Funde, sind einzelne Profilkolonnen nicht ausreichend, sondern eine flächendeckende Probenentnahme wird erforderlich. Diese Methode der Probenentnahme, zusammen mit einer nicht zu komplizierten Stratigraphie, ist Voraussetzung, um anhand der horizontalen Makrorestverteilung Zonen unterschiedlicher Nutzung und Aktivitätsbereiche, welche während der Ausgrabung nicht ersichtlich sind, zu erfassen und die Siedlungsstruktur zu rekonstruieren. Solche flächendeckenden Probenentnahmen wurden bereits in den Siedlungen Horgen-Scheller (3080-3030 v. Chr.) (Favre 2002, 155; Favre und Jacomet, in prep.), Saint-Blaise/Bains des Dames (2526-2450 v. Chr.) (Mermod, 2000, 19), Concise-sous-Colachoz (3709-3701 v. Chr.) (Märkle 2000) und Hornstaad-Hörnle IA (3917-3905 v. Chr.) (Maier 2001, 18-19) durchgeführt. Die organische Kulturschicht der Siedlung Arbon Bleiche 3 wurde flächendeckend nach einem Quadratmeter-Raster (teilweise Viertelquadratmeter) systematisch beprobt. Die klar datierte, einphasige Kulturschicht, die bereits auf der Grabung erkennbare Lage der Hausgrundrisse sowie die genaue Angabe der Baujahre der Häuser boten gute Voraussetzungen für folgende Fragestellungen:

- Das Hauptziel der archäobotanischen Untersuchungen war eine möglichst detaillierte Darstellung der Wirschaftsweise.
- Menschliche Ernährung, Anbau von Kulturpflanzen und Sammelwirtschaft
- Rekonstruktion der ackerbaulichen Tätigkeiten
- Vergleich der Pflanzeninventare verschiedener archäologischer Strukturen (acht verschiedene Hausgrundrisse und der Gassenbereich)
- Hinweise auf Handel nicht in der Umgebung wachsender Pflanzen
- Hinweise auf den Verlauf des Kulturwandels zwischen der Pfyner und Horgener Kultur aus archäobotanischer Sicht

Wie eingangs erwähnt, basiert der pflanzliche Anteil der menschlichen Ernährung im Neolithikum grossenteils auf dem Anbau von Kulturpflanzen und Sammelwirtschaft. Die in Arbon Bleiche 3 gefundenen Kulturpflanzen können während des ganzen schweizerischen Jung- und Endneolithikums im nördlichen Alpenvorland bis Oberschwaben nachgewiesen werden (Jacomet et al. 1989, 98ff; Brombacher und Jacomet 1997, 233ff; Brombacher 1995, 86ff; Jacomet und Kreuz 199, 299ff). Ihre Wildformen stammen mit Ausnahme des Schlafmohns, welcher aus dem westlichen Mittelmeerraum kommt, aus dem Vorderen Orient (Zohary und Hopf 2000, 35, 43ff, 61ff, 127, 138). Die Bedeutung der einzelnen Kulturpflanzen ändert sich im Verlaufe des Neolithikums. Während der in der Ostschweiz und Umgebung verbreiteten Pfyner Kultur (ca. 3900-3500 BC) dominieren Nacktweizen und Gerste. Emmerfunde übertreffen erstmals jene von Einkorn (Brombacher und Jacomet 1997, 247; Maier 1996, 51). Der Lein gewinnt an Bedeutung, währenddem sich beim Schlafmohn keine Veränderung gegenüber früheren Kulturen erkennen lässt (Maier 2001, 66; Brombacher und Jacomet 1997, 250; Maier 1995, 186; van Zeist und Boekschoten-van Helsdingen 1991, 49). Im Zeitraum zwischen 3300-2800 BC, der Horgener Kultur, wird eine Zunahme des Emmers gegenüber dem früher vorherrschenden Nacktweizen festgestellt, er erreicht im Durchschnitt etwa die gleiche Häufigkeit wie Nacktweizen. Parallel dazu erreichen Lein und Schlafmohn zumindest am Zürichsee und Bodensee einen Höhepunkt (Brombacher 2001, 164, 205; Brombacher und Jacomet 1997, 247, 250; Brombacher 1995, 87-88; Jacomet 1990, 316; Rösch 1990, 248; Zibulski in prep., 7-10).

Ziel der vorliegenden Untersuchung war es herauszuarbeiten, welcher der vier Getreidearten in Arbon Bleiche 3 die grösste Bedeutung beigemessen wurde und wie gross der Beitrag von Lein und

Schlafmohn an der Ernährung gewesen sein könnte. Dies wird aufgrund von Konzentrationen, Stetigkeiten, Tausendkorngewichten und Kaloriengehalten erarbeitet. Ein weiteres Ziel war, festzustellen, ob auch das Spektrum der Sammelpflanzen jenem, das üblicherweise in Seeufersiedlungen gefunden wird, entspricht (z.B. Favre 2002,166-173; Brombacher 2000, 165; Brombacher und Jacomet 1997, 277-284; Brombacher 1995, 93-94; Jacomet 1990, 322; Zibulski in prep.). Ausserdem sollte abgeschätzt werden, welchen Anteil die Sammelpflanzen zur Ernährung beitrugen, dazu wurde eine hypothetische Berechnung basierend auf Tausendkorngewichten und Kaloriengehalten der einzelnen Nahrungskomponenten errechnet. Diese werden mit pfyn- und horgenzeitlichen Siedlungen aus dem Raume Zürich, für welche dieselben Werte berechnet wurden (Jacomet et al. 1989, 217-220), verglichen, um festzustellen, ob sich die beginnende klimatische Abkühlung innerhalb der Piora II Kaltphase bereits auf die Ernährungsgewohnheiten ausgewirkt hatte.

Die Rekonstruktion der Bodenbeschaffenheit kann anhand der ökologischen Standortansprüche und die Rekonstruktion der ackerbaulichen Tätigkeiten kann anhand der Wuchsform, Wuchshöhe und Lebenszyklus der in Kulturpflanzenvorräten vorkommenden Ackerbegleitpflanzen erarbeitet werden (z.B. Maier 2001, 78-97; Brombacher und Jacomet 1997, 254-272). Voraussetzung dafür ist jedoch das Vorhandensein von nicht vollständig gereinigten Vorräten. Da in Arbon Bleiche 3 keine Vorräte auftraten, wurde mit Hilfe statistischer Methoden berechnet, welche Wildkräuter als potentielle Ackerbegleitpflanzen in Frage kommen. Aus auf diese Weise ermittelten potentiellen Ackerbegleitpflanzen und somit Indikatoren für die ökologischen Verhältnisse auf den Äckern sollte versucht werden, die ackerbaulichen Tätigkeiten wie z.B. Bodenbearbeitungsmassnahmen und Erntemethoden zu rekonstruieren.

Durch die Tatsache, dass die Hausgrundrisse der Siedlung bekannt und datiert sind, ist es möglich die Nutzpflanzeninventare aus acht Häusern teilweise unterschiedlicher Baujahre zu vergleichen. Das Ergebnis einer früheren Untersuchung (Hosch und Jacomet 2001, 67) zeigte, dass für Arbon Bleiche 3 acht Proben pro archäologische Einheit (d.h. hier jedes Haus) ausreichen, um die zu erwartenden Kultur- und Sammelpflanzen repräsentativ zu erfassen. Im Vordergrund stand die Frage, ob jedes Haus eine Wirtschaftseinheit darstellt, wie dies für die Pfyner Siedlung Hornstaad-Hörnle I (3915 v. Chr.) (Diekmann et al. 2001, 32, 35) und die Horgener Siedlung Saint-Blaise/Bains des Dames (2526-2450 v. Chr.) (Mermod 2000, 124) festgestellt wurde. Jedenfalls konnten U. Leuzinger (2000, 157) und A. de Capitani (2002, 222) bereits zeigen, dass die Arboner Häuser bezüglich archäologischer Artefaktgruppen und Keramik Wirtschaftseinheiten darstellten. Die vorliegende Untersuchung soll nun zeigen, ob dies auch in Bezug auf die Nahrungspflanzen zutrifft.

Zudem ermöglicht die flächendeckende, systematische Probenentnahme Aktivitätsbereiche und Abfallbereiche zu suchen. So konnten P. Favre (2002, 175) Herdstellen und O. Mermod (2000,119-124) Steinhaufen lokalisieren. U. Leuzinger (2000, 128-129) interpretiert in Arbon Bleiche 3 mehrere Zonen mit erhöhter Fundkonzentration sowie deren z.T. schuppigen, verlehmten Schichtaufbau als "Abfallhaufen". Man kann erwarten, dass es auch pflanzliche "Abfälle" gegeben haben muss; potentielle Existenz, Zusammensetzung und Lokalität sollten erarbeitet werden.

Funde von Pflanzen wie z.B. eine Kornelkirschenstein-Perle, zu Perlen verarbeitete und unverarbeitete Felsenkirschensteine und Sellerie, die nicht in der Umgebung der Siedlung gewachsen sein können, geben Anlass zur Vermutung, dass diese von weiter entfernten Standorten mitgebracht oder importiert wurden. Dass zu dieser Zeit bereits Handelsbeziehungen zum Mittelmeerraum und Richtung Atlantikküste bestanden, wird mehrfach diskutiert (Hoffstadt und Maier,1999, 31; Brombacher 1993, 496; Jacomet 1988, 211). Rohmaterialien von in Arbon Bleiche 3 gefundenen Werkzeugen und Schmuck sind Zeugen von Fernhandelsbeziehungen (Leuzinger 2002, 24, 74). Es soll nun diskutiert werden, ob die "nicht einheimischen" Pflanzen importiert wurden und wenn ja, woher.

Die zeitliche Stellung von Arbon Bleiche 3 während der Übergangszeit von der Pfyner Kultur im Jungneolithikum zur Horgener Kultur im Endneolithikum bietet die Möglichkeit herauszuarbeiten, wie dieser Übergang aus archäobotanischer Sicht verlief. Hafner und Suter (2001, 309) zeigten anhand von archäologischen Untersuchungen, dass eine kontinuierliche Entwicklung mit Ost-West gerichtetem Einfluss (Dorfarchitektur und Keramik) und sich weiterentwickelnde regionale Traditionen den Umbruch vom Jung- (Pfyner Kultur) zum Endneolithikum (Horgener Kultur) auszeichnen. So konnte auch A. de Capitani (2002, 222) anhand der Keramik von Arbon Bleiche 3 belegen, dass die ostschweizerische Horgener Kultur vor allem als ein Ergebnis einer kontinuierlichen Entwicklung aus der Pfyner Kultur zu verstehen ist, und im Gegensatz zum Zürichsee Impulse aus östlicher Richtung

aufgenommen werden. Dass sich auch in Bezug auf den Ackerbau und die Landschaftsentwicklung Veränderungen abzeichnen, stellten H. Schlichtherle (1992, 24-44) und C. Brombacher und S. Jacomet (1997, 272) fest. Da Arbon Bleiche 3 während dieser Übergangsphase zwischen Pfyner Kultur im Jungneolithikum und Horgener Kultur im Endneolithikum besiedelt war, sollte herausgearbeitet werden, ob die vorliegende archäobotanische Untersuchung einen Einblick in die "Zeit des Umbruchs" gibt.

2 Material und Methoden

2.1 Stratigraphie und Schichtentstehung

Die Schichtentstehung und Stratigraphie der neolithischen Seeufersiedlung Arbon Bleiche 3 ist von U. Leuzinger in Band 1 (Leuzinger, U. 2000, 20-50) bereits detailliert dokumentiert. Durch einen Brand im Jahre 3370 v. Chr. wurde das seit 3384 v. Chr. bestehende Dorf zerstört und danach nicht wieder errichtet (siehe: Hosch und Jacomet 2001, 61, Abbildung 2). Die Überreste der Siedlung wurden kurz nach dem Brand durch einen Seespiegelanstieg von Sand überdeckt und einsedimentiert (Leuzinger 2000, 48). Im Verlaufe der Zeit entstand eine bis 2.2 m mächtige archäologisch sterile Sandschicht (Schicht 200) über der 4-50 cm mächtigen Kulturschicht. Diese liegt über gebänderten, feinsandigen und siltigen Sedimenten unbekannter Mächtigkeit. Da sich die Kulturschicht grossenteils (unterhalb der Höhenkote von ca. 395.7m ü.M. (Kapitel 1.2 und i.2.1) im Bereich des Grundwassers befindet, ist die Erhaltung der organischen Ablagerungen unter Luftabschluss ausserordentlich gut. Der Kulturhorizont besteht aus mehreren, klar voneinander unterscheidbaren Schichten, welche grob von oben nach unten in eine Sandschicht mit Bauhölzern und archäologischen Funden (Schicht 290), eine Brandschuttschicht (Holzkohleschicht 303) und eine organische, manchenorts durch ein dünnes Sandband getrennte Schicht (Schicht 310, 320), unterteilt werden (Kapitel i.2.2 und i.2.3). Die Proben, die für die vorliegende botanische Makrorestanalyse verwendet wurden, stammen alle aus dieser organischen Kulturschicht, die reich an organischem Material wie Holz, Samen, Früchte, Zweige, Blätter oder Fäkalien ist.

2.2 Probenentnahme und Probenauswahl

Die Verteilung der Proben über die Grabungsfläche ist, wie bereits in Hosch und Jacomet (2001, 61) beschrieben, unterschiedlich. Im Jahr 1993 wurden die Proben ungleichmässig verteilt entnommen, 1994 wurden die Felder 26, 27, 36 und 37 jeden zweiten Quadratmeter und Feld 47 jeden zweiten Viertelquadratmeter beprobt. 1995 wurden aus den Feldern 44 und 45 jeden zweiten Viertelquadratmeter Proben entnommen. Aus den restlichen Feldern 23, 24, 25, 34 und 35 entnahm man nur einzelne Proben, da am Ende der Notgrabung mangels Zeit die systematische Probenenahme nicht mehr weitergeführt werden konnte; ebenfalls nur spärlich beprobt wurden die Felder 54 bis 74, da diese nicht im Bereich mit bester Schichterhaltung liegen (Hosch und Jacomet 2001, 61, Abbildung 4).

Die Auswahl der 73 Proben für die botanischen Untersuchungen erfolgte aus dem mittleren Bereich der Grabungsfläche, da dort unter anderem für die Makrorestanalyse die beste Schichterhaltung vorlag. Im nördlichen, landeinwärtigen Teil beeinträchtigten Drainage und natürliche Hangerosion das organische Material, und der südliche, seewärtige Teil war verschwemmt und teilweise erodiert (Leuzinger 2000, 25,37) (Abbildung 1). Um verschiedene Häuser vergleichen zu können, wurden Proben aus acht Hausgrundrissen unterschiedlicher Baujahre und unterschiedlicher archäologischer Ausstattung (Leuzinger, U. mündlich) sowie Proben aus den Gassenbereichen ausgewählt. Auch der Gassenbereich als weitere archäologische Einheit sollte mit mindestens acht Proben untersucht werden, um einen Vergleich zwischen den einzelnen Häusern und den Gassen bezüglich Nutzpflanzen zu ermöglichen. Da nicht alle Hausgrundrisse gleichmässig beprobt worden waren, war es aber nicht möglich, für jeden Hausgrundriss mindestens acht Proben auszuwählen. Aus dem Bereich zwischen den Hausgrundrissen standen genügend Proben zur Verfügung. (Abbildung 2).

Die Bauten waren vom Boden abgehoben (Leuzinger 2000, 166ff), weshalb die Proben aus dem Bereich unter den Häusern stammen. Der Einfachheit halber wird im Weiteren von "Hausproben" für Proben aus dem Bereich unterhalb eines Hauses und von "Gassenproben" für solche aus dem Bereich zwischen den Hausgrundrissen gesprochen.

Alle Proben sind Flächenproben aus offenen Fundkomplexen und repräsentieren Thanatocoenosen, also eine Zusammensetzung von Pflanzen, die durch Aktivitäten von Mensch und Tier entstand und nicht aufgrund natürlicher Vergesellschaftung.

Vorratsproben oder Anhäufungen von Getreidekörnern, Leinsamen, Mohnsamen oder gesammelten Wildpflanzen wurden keine untersucht.

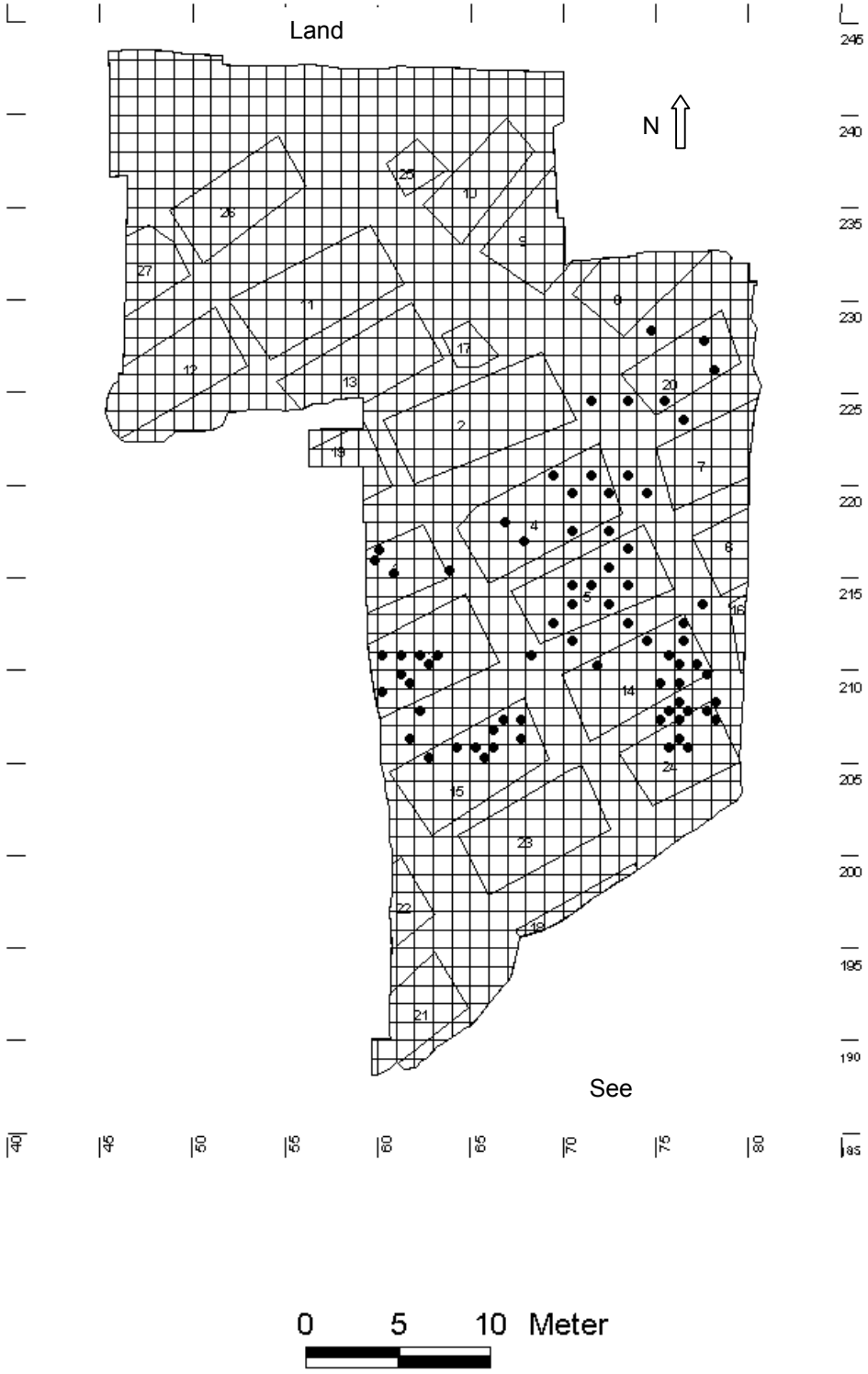


Abbildung 1: Verteilung der analysierten Proben (Flächenproben, offene Fundkomplexe) über die Grabungsfläche. Datierung der Häuser vergleiche Hosch und Jacomet (2001, 61).

Haus	1	4	Proben
Haus	3	8	Proben
Haus	4	7	Proben
Haus	5	8	Proben
Haus	14	10	Proben
Haus	15	9	Proben
Haus	20	3	Proben
Haus	24	8	Proben
Gassen		16	Proben

Abbildung 2: Anzahl Proben pro Haus und Gassen

2.3 Probenvolumen, Probenaufbereitung und Stichprobenentnahme

Bei Probenaufbereitung, Stichprobenentnahme, Auslesen und Zählen wurde wie in Hosch und Jacomet (2001, 62) und in Hosch und Zibulski (2003) vorgegangen.

Im Verlauf der Grabungskampagne wurde eine Untersuchung bezüglich optimaler Probengrösse für eine statistisch repräsentative Makrorestuntersuchung durchgeführt. Der Vergleich zwischen verschiedenen Probevolumina von 10 Litern und 1 Liter ergab ein optimales Probevolumen von 3 Litern (Hosch und Jacomet 2001, 66; Brombacher und Jacomet 1997, 222). Dieses Volumen konnte nicht durchgehend für alle Proben eingehalten werden, da nicht überall ausreichend Material vorhanden war (Abbildung 32). Das Probenvolumen des organischen Materials der Kulturschicht der beiden Fraktionen ist deshalb unterschiedlich: das Volumen der 73 Proben beträgt für die grosse Fraktion 340 l und für die kleine Fraktion 185 l (Abbildung 32).

Das Sediment wurde durch einen Siebsatz, bestehend aus zwei Sieben von 2 mm und 0.5 mm, geschlämmt und damit in zwei Fraktionen aufgetrennt. Eine Mindest-Siebmaschenweite von 0.5 mm ist ausreichend, um wirtschaftsarchäologische Fragestellungen zu bearbeiten (Brombacher und Jacomet 1997, 228; archäobotanische Projektarbeiten Universität Basel unpubliziert). 28 der Proben wurden bereits auf der Grabung bearbeitetet, die restlichen schlämmten Hilfskräfte nach Abschluss der Grabung im Basler Labor. Die Fraktionsvolumina der 2 mm Fraktion betrugen durchschnittlich 1002 ml (min. 100 ml, max. 7200 ml), für die 0.5 mm Fraktion durchschnittlich 172 ml (min. 25 ml, max. 520 ml) (Abbildung 32).

Nach van der Veen und Fieller (1982, 296) ist es notwendig, in jeder Stichprobe mindestens 384 bestimmbare Makroreste zu zählen, um mit einer Wahrscheinlichkeit von 95% $\pm$ 5% ein repräsentatives Ergebnis für die Zusammensetzung der Probe zu erreichen. Es wurde für Arbon Bleiche 3 nicht angestrebt, möglichst viele seltene Taxa zu erfassen, sondern das Hauptinteresse richtete sich auf die häufigsten Taxa (z.B. Kultur- und Sammelpflanzen) und deren Verteilung über die ehemalige Siedlungsfläche. Da die Proben sehr reichhaltig waren und die Fraktionsvolumina mehr als die erforderlichen 384 Reste enthielten, wurde mit der von van der Veen und Fieller (1982, 290) beschriebenen Gitternetzmethode, welche eine zufällige Stichprobenentnahme im statistischen Sinne gewährleistet, Stichproben entnommen. Im Schnitt wurde eine Teilprobe, bestehend aus mehreren Stichproben, von 460 ml für die grosse und von 8 ml für die kleine Fraktion benötigt.

2.4 Auslesen, Bestimmen und Zählen

Die Makroreste wurden mit einer Stereolupe (Leica, Wild M3Z mit 6.5- bis 40-facher Vergrösserung) analysiert und mit Hilfe der Vergleichssammlung rezenter und fossiler Samen des Institutes für Prähistorische und Naturwissenschaftliche Archäologie (IPNA) der Universität Basel sowie Standard-Bestimmungsliteratur wie Anderberg (1994), van Zeist und Boekschoten-van Helsdingen (1991), Berggren (1981), Schoch et al. (1981), Knörzer (1971), Körber-Grohne (1964 und 1991), die Getreide nach Hillman et al. (1996) und Jacomet (1987) bestimmt. Samen einiger Arten aus derselben Gattung weisen keine klar erkennbaren Unterscheidungskriterien auf und wurden deshalb zu Gruppen, die in Jacomet et al. (1989, 277ff.) und Brombacher und Jacomet (1997, 286ff) definiert wurden, zusammengefasst (z.B. *Ranunculus repens*-Typ, *Galeopsis tetrahit*-Typ, *Rumex conglomeratus*-Typ).

Entsprechend des Erhaltungszustandes wurden unverkohlte und verkohlte Exemplare separat aufgelistet. Generell wurden von Samen und Früchten alle ganzen und bestimmbaren Fragmente als 1 gezählt. Von den zahlreich auftretenden Leinsamen und Leinkapselsegmenten werden nur

Samenfragmente mit Hilum (M. van der Veen, mündlich) und nur Kapselsegmente mit Spitze gezählt, um die Mehrfachzählung desselben zerbrochenen Exemplars zu vermeiden.

Getreidedreschreste wurden entsprechend ihrer Bruchweise folgendermassen gezählt: für die Spelzgetreide wurden Hüllspelzenbasen einzeln gezählt, d.h. eine Ährchengabel entspricht zwei Hüllspelzenbasen. Für die Nacktgetreide wurden Spindelglieder und Rachillae einzeln gezählt. Aus der Anzahl Spindelglieder beziehungsweise der Anzahl Ährchengabeln lässt sich die hypothetische Anzahl Körner ermitteln. Fragmente nicht auf die Art bestimmbarer Getreidedreschreste wie *Triticum* spec. und Cerealia wurden je als ein Dreschrest gezählt.

Der Grösse entsprechend wurden die zahlreich auftretenden *Papaver somniferum*-, *Fragaria vesca*-, *Linum usitatissimum*-Samen und *Linum usitatissimum*-Kapselfragmente nur in der kleinen Fraktion erfasst, da die in der grossen Fraktion vereinzelt auftretenden *Fragaria vesca*- und *Papaver somniferum*-Samen und die zwar regelmässig, aber in geringer Menge auftretenden *Linum usitatissimum*-Samen und -kapselfragmente die Konzentration kaum verändert hätten. Fragmente häufig vorkommender, grosser Reste, wie *Corylus avellana*-Schalen, *Malus sylvestris*-Samen und -perikarpien, *Fagus sylvatica*- und *Quercus*-Preikarpien wurden hingegen nur in der grossen Fraktion erfasst, da in der kleinen Fraktion lediglich sehr kleine Fragmente auftraten. Um die Anzahl gezählter Reste aus beiden Fraktionen zu vereinen, wurden die Konzentrationen (Reste /Liter Schichtmaterial) berechnet.

Als "Taxon" bezeichnet man die jeweils genauestmögliche Bestimmung eines Restes. Dies kann eine Art, eine Artengruppe, eine Gattung oder sogar nur eine Familie sein. Unsicher bestimmte Exemplare wurden in allfällige Taxazählungen nicht einbezogen.

2.5 Gruppierung der Pflanzen

Um ein Bild von der landschaftlichen Umgebung des vor mehr als 5000 Jahren bestehenden Dorfes zu erhalten, wurden die gefundenen Pflanzen in ökologische Gruppen, (z.B. Wald, Waldschlag, Grünland, Ufer) eingeteilt. Als Grundlage diente die Gruppierung der Pflanzen in Ökogruppen, wie sie für die Seeufersiedlungen am unteren Zürichsee vorgenommen worden ist (Brombacher und Jacomet 1997, 228-230; Jacomet et al. 1989, 52). Sie basiert auf dem Aktualitätsprinzip, d.h. einer Einteilung der einzelnen Pflanzen nach ihrer heutigen Ökologie und pflanzensoziologischen Zugehörigkeit nach Ellenberg (1991, 71ff) und Oberdorfer (2001). Man kann die Gruppierungen als Hilfsmittel betrachten, aber vorbehalten, dass diese Einteilung nicht direkt auf die damalige Landschaft übertragen werden kann, da vor allem anthropogene Einflüsse auf Landschaft und Vegetation noch geringer waren und viele Pflanzen noch nicht eingewandert waren. Auch ist das Vorkommen von Arten nicht immer streng auf nur eine ökologische Gruppe beschränkt. Gemäss Vorschlag von Hüppe und Hofmeister (1990, 61-63) und Ellenberg (1996, 878-881) wird im Unterschied zu den Siedlungen am unteren Zürichsee (Brombacher und Jacomet 1997; 257; Jacomet et al. 1989, 52) und Horgen Scheller (Favre 2002, 165) keine Aufteilung der Unkrautfluren in Hack- und Halmfrucht-Unkrautfluren beziehungsweise Kurzlebige Ruderalfluren für die Charakterisierung der Ackerbegleitflora vorgenommen, da zahlreiche der Vertreter dieser Gruppen allgemein in Unkrautgesellschaften gefunden werden. Im Übrigen wird mehrheitlich die Gruppierung der Pflanzen von Brombacher und Jacomet (1997, 228-230) übernommen, um die Vergleichbarkeit verschiedener zeitgleicher Siedlungen zu gewährleisten.

Die aktualistische Einteilung sollte mittels statistischer Auswertung überprüft werden, und es sollte versucht werden Gruppierungen aufgrund statistischer Methoden herauszuarbeiten (Kapitel 2.6.5 und 2.6.6).

2.6 Auswertungsmethoden

2.6.1 Konzentration und Stetigkeit

Es gibt verschiedene Möglichkeiten, um die Präsenz der auftretenden Taxa zu beurteilen. Am häufigsten werden Konzentrationen und Stetigkeiten verwendet. Jedes dieser Masse hat seine Vor- und Nachteile. Die Konzentration eines Taxons erhält man durch Umrechnen der in den Stichproben gezählten Werte auf einen Liter Sediment. Hier fällt auf, dass vor allem für die kleine Fraktion mit Stichprobevolumina von 5-10 ml der Umrechnungsfaktor relativ gross werden kann. Selten auftretende Taxa werden dadurch überbewertet. Konzentrationen eignen sich deshalb besser für Taxa, die zahlreich auftreten, oder für eine Gruppe von Taxa, die einzeln zu selten auftreten (z.B. Wildkräuter).

Ein anderes Mass stellt die Stetigkeit dar. Mit der Stetigkeit wird ausgedrückt, wie regelmässig ein Taxon auftritt: in welchem Anteil aller untersuchten Proben wird ein Taxon gefunden, unabhängig davon, wie zahlreich dieses in einer Probe erscheint. Dieses Mass eignet sich besonders für selten

und/oder in kleinen Zahlen vorkommende Taxa. Die Stetigkeit kann trotz unterschiedlicher Aufbereitungsweise der Proben (Hosch und Zibulski 2003, 856) für die meisten Reste auf alle 73 Proben bezogen werden, ausgenommen jene Taxa, die durch die intensive Aufbereitungsweise vollständig eliminiert wurden (unverkohlte Getreidedreschreste und unverkohlte Leinkapselsegmente). Von jenen Proben, die zweimal geschlämmt wurden, wurden die Daten des ersten Schlämmdurchganges (unvollständig geschlämmt) nicht in die Auswertung miteinbezogen (Hosch und Zibulski 2003). Ausnahmen sind Taxa, die nach dem zweiten Schlämmdurchgang nicht mehr nachgewiesen wurden und die in keiner anderen Probe sonst auftraten.

2.6.2 Berechnung von Tausendkorngewicht und Kalorien

Um die Anteile der verschiedenen Kulturpflanzen zu vergleichen, wurden Dreschreste und Leinkapselbruch in Korneinheiten – beziehungsweise Samen – umgerechnet. Als Vergleichsbasis für das Verhältnis zwischen Kultur- und Sammelpflanzen wurden Tausendkorngewicht (TKG) und Kaloriengehalt für jede Art bestimmt. Ausgangswerte für diese Berechnungen sind die Konzentrationen der unverkohlten und verkohlten Kulturpflanzenreste (ausgemommen *Triticum* spec. und Cerealia), Haselnüsse und Eicheln. Verwendet wurden die Angaben aus Jacomet und Schibler (1985, 139) und Jacomet et al. (1989, 220). Da von Haselnüssen Schalenfragmente und von den Eicheln Perikarpfragmente unterschiedlicher Grösse auftraten, wurde angenommen, dass 16 Fragmente einer Frucht entsprechen. Der Kaloriengehalt von Eicheln wurde anhand des Kohlehydrat- (40-80%) und Proteingehaltes (4-8%) (Karg und Haas 1996, 430) berechnet, für die Kohlenhydrate beträgt es 4.1 kcal/g, für die Proteine 4.1 kcal/g (Cameron et al. 1999, 21). Die Berechnung des Kaloriengehaltes von Eicheln basiert jeweils auf den mittleren Werten, d.h. 60% Kohlehydrate und 6% Proteine.

2.6.3 Rarefaction Analyse

Die Rarefaction Analyse (RA) ist eine Methode, mit welcher man feststellen kann, ob die Anzahl der untersuchten Proben genügt, um alle auf der untersuchten Siedlungsfläche vorkommenden Arten nachzuweisen. Mit einer RA wurde in Hosch und Jacomet (2001, 67) festgestellt, dass für Arbon Bleiche 3 acht Proben von adäquatem Volumen (Kapitel 2.3) pro archäologische Einheit zur Erfassung der Nutzpflanzen ausreichen. Seither ist die untersuchte Fläche wesentlich grösser geworden, weshalb mit einer RA die in den 73 untersuchten Proben nachgewiesenen 136 Taxa überprüft wurden. Mit dieser Methode werden schrittweise 1 bis 73 Proben je 100'000 mal zufällig (mit Los) gezogen und die entsprechenden Taxa dieser simuliert untersuchten Proben gezählt. Die minimale, maximale und mittlere Anzahl gefundener Taxa pro Anzahl Proben werden auf einer Kurve dargestellt. [1] Anhand des Verlaufs der Kurve kann man abschätzen, ob durch die Untersuchung zusätzlicher Proben weitere Taxa zu erwarten wären. Je steiler das Kurvenende verläuft, desto mehr zusätzliche Taxa werden durch die Untersuchung weiterer Proben erwartet. Verläuft das Kurvenende flach, werden höchstens wenige bis keine weiteren Taxa mehr erwartet. Da die verschiedenen archäologischen Strukturen (Hausbereiche und Gassenbereich) bezüglich ihrer Kultur- und Sammelpflanzen verglichen werden sollten, wurden Rarefaction Analysen separat für die in jeder archäologischen Einheit auftretenden Nutzpflanzen gerechnet. Ausgewählt wurden 19 Kultur- und Sammelpflanzen, die im vorliegenden Material regelmässig auftreten: *Triticum aestivum/durum/turgidum* (Nacktweizen), *Triticum dicoccum* (Emmer), *Hordeum vulgare* (Gerste), *Linum usitatissimum* (Lein), *Papaver somniferum* (Schlafmohn), *Brassica rapa* (Rübkohl), *Corylus avellana* (Haselnuss), *Fagus sylvatica* (Buchecker), *Fragaria vesca* (Erdbeere), *Malus sylvestris* (Apfel), *Physalis alkekengi* (Judenkirsche), *Prunus spinosa* (Schlehe), *Quercus* spec. (Eichel), *Rosa* spec. (Hagebutte), *Rubus idaeus* (Himbeere), *Rubus fruticosus* (Brombeere), *Sambucus* spec. (Holunder), *Rubus caesius* (Kratzbeere), *Viscum album* (Mistel). Im Vergleich zur früheren Untersuchung (Hosch und Jacomet 2001, 64) wurden kleinere Veränderungen vorgenommen: *Triticum monococcum* (Einkorn) wurde nicht mehr einbezogen, *Rubus caesius* wurde einbezogen, *Rubus idaeus* und *Rubus fruticosus* wurden getrennt betrachtet (d.h. nicht mehr als Doppelart *Rubus idaeus*/*fruticosus* aufgeführt).

2.6.4 Varianz-Analyse

Während der Auswertungen (Hosch und Jacomet 2001, 67) zeigten sich deutliche Hinweise auf unterschiedliche Verteilungen der Makroreste auf die archäologischen Strukturen. Durch einen

---

[1] Die Anwendung dieser Methode auf archäologische Proben entwickelte S. Zschokke, Universität BS, unpubliziert.

Vergleich der Makrorestkonzentrationen der verschiedenen Häuser- und Gassenbereiche sollte festgestellt werden, ob diese Tendenz bestätigt werden kann. Um diese zu vergleichen, wurden für einzelne Arten Varianz-Analysen durchgeführt. Da die Proben unterschiedlich aufbereitet (geschlämmt) wurden (siehe Kapitel 1.4 der Synthese/Zusammenfassung), kam eine zweifaktorielle Varianz-Analyse (Faktoren: Schlämmweise und archäologische Struktur Haus/Gasse) zur Anwendung (Hosch und Zibulski 2003, 850). Mit der zweifaktoriellen Varianz-Analyse kann man feststellen, ob trotz unterschiedlicher Schlämmweisen Unterschiede zwischen den archäologischen Strukturen bestehen. Einbezogen wurden nur Arten mit einer Stetigkeit von mindestens 50% (Ausnahme: Einkorn, 33% Stetigkeit, da diese eine Kulturpflanze ist), was im Hinblick auf die Fragestellung angemessen erschien und gerechnet wurde mit den Konzentrationen. Angewandt wurde das Statistikprogramm SAS 10.0.[2]

2.6.5 Korrespondenzanalyse

Mit Hilfe von Korrespondenzanalysen können Proben auf Ähnlichkeit bezüglich ihrer Artenzusammensetzung verglichen werden. Dies ist eine statistische Methode, welche die Proben aufgrund der Arten entlang von Achsen gruppiert. Das Ziel der Korrespondenzanalyse war es, mögliche Beziehungen zwischen den Kulturpflanzen und Wildkräutern zu suchen, um dann anhand ökologischer Standortansprüche der Wildkräuter Anhaltspunkte für die ökologischen Bedingungen und Wirtschaftsweise auf den Feldern herauszuarbeiten. Grundlage für die Analyse bildeten die unverkohlten Wildpflanzen und Kulturpflanzen (ohne Sammelpflanzen, Bäume, Sträucher und Wasserpflanzen) der kleinen Fraktion, da der überwiegende Anteil der unverkohlten Getreidereste sowie Wildpflanzensamen in dieser Fraktion gefunden wurde. Gerechnet wurde die Korrespondenzanalyse mit den Rohdaten der sicher bestimmten, unverkohlten Taxa, die mit einer Stetigkeit von mindestens 10% auftraten, um so das Auftreten von Ausreissern zu vermindern. Einbezogen wurden die Reste der kleinen Fraktion der 33 angemessen geschlämmten Proben. Da mit Rohdaten gerechnet wird, können Taxa aus verschiedenen Fraktionen nicht gemeinsam in eine Korrespondenzanalyse einfliessen (M. van der Veen und G. Jones, mündlich). Für die vorliegende Fragestellung stellt dieser Tatbestand kein Problem dar, da der überwiegende Anteil der Kulturpflanzen und Wildkräuter in der kleinen Fraktion auftrat. Zur Anwendung kam das Statistikprogramm Canoco 4.0 for Windows.

2.6.6 Spearman-Rangkorrelation

Für die Beurteilung, ob Zusammenhänge zwischen zwei Taxa bestehen, wurde die Spearman-Rangkorrelation angewandt. Die Daten müssen nicht normal verteilt sein, und Ausreisser haben keinen grossen Einfluss (Lozàn 1992, 190-192). Eine positive Korrelation zwischen zwei Taxa bedeutet, dass das eine Taxon um so häufiger in den Proben auftritt, je häufiger auch das andere Taxon darin zu finden ist. Interpretiert wird dieser statistische Zusammenhang mit aller Vorsicht als Hinweis, dass die beiden Taxa gemeinsam in die Proben gelangt sind, d. h. dass ein inhaltlicher Zusammenhang besteht (z.B. zusammen geerntet oder gesammelt, zusammen weggeworfen, zusammen verzehrt und ausgeschieden). Die Spearman-Rangkorrelation wurde mit den 33 angemessen geschlämmten Proben durchgeführt. Gerechnet wurde mit den Konzentrationen aller Taxa, die mit einer Stetigkeit von mindestens 20% auftraten, um auf Nullwerten beruhende Korrelationen möglichst zu vermeiden. Verwendet wurde das Statistikprogramm JMP 3.2.2.

Verschiedene Fragestellungen sollten mit dieser Methode bearbeitet werden: 1. Kann die aktualistische Einteilung der Wildpflanzen in Ökogruppen in der Kulturschicht bestätigt werden, obwohl die Kulturschicht eine Thanatocoenose repräsentiert? 2. Welche Sammelpflanzen treten zusammen auf? D.h. wurden gewisse Samen und Früchte gleichzeitig gesammelt, am gleichen Ort gelagert oder entsorgt? 3. Gibt es einen Zusammenhang zwischen verkohlten und unverkohlten Kulturpflanzen, d.h. wurden sie zusammen abgelagert? 4. Besteht ein Zusammenhang zwischen Wildkräutern und Kulturpflanzen, die auf eine mögliche Ackerbegleitflora hinweisen?

Die einbezogenen Taxa sind die für die einzelnen Fragen aufgelistet (Abbildung 3; Abbildung 4):

---

[2]Bei der fachgerechten Anwendung des Programmes war die Unterstützung durch Herrn Dr. E. Lüdin sehr wertvoll.

Fragestellung	In die Spearman-Rangkorrelation einbezogene Taxa
Frage 1: Ökogruppen	alle Wildpflanzen
Frage 2: Sammelpflanzen	alle Sammelpflanzen
Frage 3: verkohlt/unverkohlt	alle Kulturpflanzen
Frage 4: Ackerbegleitflora	alle unverkohlen Dreschreste, alle Wildkräuter

Abbildung 3: In die Spearman-Rangkorrelation einbezogene Taxa. "Alle" bedeutet hier alle Taxa, die mit einer Stetigkeit von mindestens 20% auftreten.

	Taxa total	Taxa einbezogen (Stetigkeit > 20%)
Wald, Waldschlag, Waldrand	52	24
Ruderale, Wiese	49	19
Wasser, Ufer	26	4

Abbildung 4: Anzahl Taxa pro Ökogruppe, die in die Spearman-Rangkorrelation einbezogen wurden.

3 Ergebnisse

3.1 Erhaltungszustand

Wie für Feuchtbodensediment erwartet werden kann, sind fast alle (97.5%) der pflanzlichen Makroreste aus der organischen Schicht unverkohlt erhalten. Der grösste Anteil verkohlter Funde ist für die Getreidereste zu verzeichnen; in den 33 angemessen geschlämmten Proben stammen 78% aller verkohlten Reste von Getreide. Sowohl von Leinsamen und Leinkapselsegmenten als auch von Schlafmohnsamen wurden nur wenige Exemplare in verkohltem Zustand gefunden. Dasselbe gilt auch für verkohlte Reste von Sammelpflanzen und Wildpflanzen. Von den Erbsen hingegen wurden 5 verkohlte und nur 2 unverkohlte Exemplare gezählt.

3.2 Samengesamtkonzentration

Die Samengesamtkonzentration gibt einen Eindruck über die Reichhaltigkeit der Kulturschicht und die Samengesamtkonzentration der unverkohlten Makroreste kann als Indikator für die Qualität der Schichterhaltung angesehen werden (Jacomet et al. 1989, 55). Einschränkend ist jedoch anzumerken, dass die Aufbereitungsweise (hier Schlämmen) die Samengesamtkonzentration zusätzlich beeinflusst (Hosch und Zibulski, 2001, 851).

In Arbon Bleiche 3 beträgt das Volumen aller 73 analysierten Proben 340 Liter. Das analysierte Stichprobenvolumen beträgt 34.2 Liter. Insgesamt wurde die Anzahl von 101'335 Makroreste (50'734 in der 0.5 mm- und 50'602 in der 2 mm-Fraktion) aus diesem Stichproben ausgelesen und bestimmt. Nicht bestimmt werden konnten 609 unverkohlte und 250 verkohlte Reste (Indeterminata). Die durchschnittliche Samengesamtkonzentration aller 73 Proben beträgt demzufolge 7'805 Stk. pro Liter Sediment. Die durchschnittliche Samengesamtkonzentration der unverkohlten Makroreste beträgt 7'646 Stk. pro Liter. Als Folge der Aufbereitungsweise (siehe Auswirkungen der unterschiedlichen Schlämmweisen) liegen diese Werte etwas tiefer als die durchschnittliche Samengesamtkonzentration der 33 angemessen geschlämmten Proben, welche insgesamt 9'669 Stk. pro Liter beträgt. Jene der unverkohlten Reste ist 9'447Stk. pro Liter.

3.3 Repräsentanz der Makroreste

Wie repräsentativ alle Berechnungen und Interpretationen sind, hängt davon ab, ob das Probenvolumen ausreichend gross war, um die erwünschte Anzahl bestimmbarerer Makroreste zu erreichen. Für die kleine Fraktion waren die Volumina aller Proben und somit auch die Stichprobenvolumina immer ausreichend gross, d.h. sie enthielten mindestens 384 bestimmbare Makroreste (Kapitel 2.3). Für die grosse Fraktion waren die Volumina von 18 Proben jedoch nicht ausreichend gross, d.h. das Konfidenzintervall wird grösser und die Genauigkeit des Resultates nimmt entsprechend der fehlenden Anzahl gezählter Reste ab. Das durch die 384 Reste angestrebte Konfidenzintervall von 5% nimmt also zu: für 10 Proben liegt es immer noch zwischen 5 – 6%, für 4 Proben zwischen 6 – 7%, für 3 Proben zwischen 7 – 10% und für eine Probe bei 12% (Formel (1a) in van der Veen, M. und Fieller, N. 1982, 295). Mit einer Ausnahme sind alle Proben, deren Volumen der grossen Fraktion zu klein war, zu intensiv geschlämmt worden (siehe Kapitel i.4).

3.4 Artenspektrum

Nachgewiesen wurden die für das schweizerische Jung- und Endneolithikum bekannten Kulturpflanzen *Triticum aestivum* L./*durum* Desf./*turgidum* L. (Nacktweizen), vorwiegend der tetraploide Typ, *Triticum dicoccum* Schübl. (Emmer), *Triticum monococcum* L. (Einkorn), *Hordeum vulgare* L. (Gerste), *Linum usitatissimum* L. (Lein), *Papaver somniferum* L. (Schlafmohn) und *Pisum sativum* L. (Erbse). Auch das Spektrum der übrigen Nutz- und Sammelpflanzen entspricht jenem der für diese Zeitspanne beschriebenen Arten (Abbildung 5; Abbildung 6). Ausserdem sind zahlreiche weitere Wildpflanzenarten von unterschiedlichen Standorten aus der Siedlungsumgebung in der Kulturschicht vorhanden: 41 Pflanzen kurzlebiger und ausdauernder Acker- beziehungsweise Ruderalstandorte (RU), 8 Pflanzen, die heute in Grünlandgesellschaften (Wiesen und Weiden) auftreten (WI), 32 Pflanzen aus Wäldern inklusive lichte Wälder und Waldränder (WD), 10 Sträucher die, (heute) gewöhnlich an Waldrändern und Hecken wachsen (WD2), 10 Pflanzen waldnaher Staudenfluren, Gebüschen, und Schlagfluren (SC) und 26 Wasser- und Uferpflanzen (UF, UF1, UF2, UF3, UF4) (Abbildung 7; Abbildung 33). Auffallend sind die Funde von *Prunus mahaleb* L. (Felsenkirsche), *Cornus mas* L. (Kornelkirsche), *Pinus cembra* L. (Arve), *Veronica alpina* L. (Alpen

Ehrenpreis), sowie *Apium graveolens* L. (Sellerie) sowie *Prunus avium* L. (Vogelkirsche), also Pflanzen, die vermutlich nicht in der unmittelbaren Umgebung der Siedlung gewachsen sind.

	33 Proben		
Taxa	Anzahl	durchschnittliche Konzentration	Stetigkeit
Hordeum vulgare Spindelglied unverkohlt	41	5.5	33%
Hordeum vulgare Spindelglied verkohlt	69	7.5	70%
Hordeum vulgare Korn verkohlt	82	1.6	76%
Hordeum vulgare Drusch unverkohlt	41	5.5	33%
Hordeum vulgare Drusch verkohlt	80	8.9	70%
Triticum dicoccum Hüllspelzenbase unverkohlt	501	210.6	100%
Triticum dicoccum Hüllspelzenbase verkohlt	61	17.9	46%
Triticum dicoccum Hüllspelzenbase unverkohlt / 2	250.5	105.3	100%
Triticum dicoccum Hüllspelzenbase verkohlt / 2	30.5	8.95	46%
Triticum dicoccum Korn verkohlt	6	0.1	12%
Triticum dicoccum Drusch unverkohlt	501	210.6	100%
Triticum dicoccum Drusch verkohlt	61	17.8	46%
Triticum monococcum Hüllspelzenbase unverkohlt	79	14.2	49%
Triticum monococcum Hüllspelzenbase verkohlt	10	3.9	21%
Triticum monococcum Hüllspelzenbase unverkohlt / 2	39.5	7.1	49%
Triticum monococcum Hüllspelzenbase verkohlt / 2	5	1.95	21%
Triticum aestivum/durum/turgidum Spindelglied unverkohlt	369	106.7	100%
Triticum aestivum/durum/turgidum Spindelglied verkohlt	168	25.3	79%
Triticum aestivum/durum/turgidum Korn verkohlt	69	1.2	67%
Triticum aestivum/durum/turgidum Drusch unverkohlt	371	108.1	100%
Triticum aestivum/durum/turgidum Drusch verkohlt	260	48.1	85%
Triticum spec. Drusch unverkohlt	751	335.6	100%
Triticum spec. Drusch verkohlt	110	37.1	85%
Triticum spec. Korn verkohlt	21	0.4	33%
Cerealia Drusch unverkohlt	1627	647.8	100%
Cerealia Drusch verkohlt	139	35.3	91%
Cerealia Korn unverkohlt	2	0.8	3%
Cerealia Korn verkohlt	84	5.7	61%
Cerealia Perikarp unverkohlt	222	77.8	79%
Linum usitatissimum Samen unverkohlt	4002	1825	100%
Linum usitatissimum Samen verkohlt	58	23.1	58%
Linum usitatissimum Kapselsegment unverkohlt	2738	1034.2	100%
Linum usitatissimum Kapselsegment verkohlt	10	2.5	27%
Papaver somniferum Samen unverkohlt	2945	990.9	100%
Papaver somniferum Samen verkohlt	10	6.3	18%
Pisum sativum Samen unverkohlt	2	0.05	6%
Pisum sativum Samen verkohlt	1	0.04	3%

Abbildung 5: Übersicht über die Anzahl, durchschnittliche Konzentration und Stetigkeit der Kulturpflanzen (jeweils verkohlte Resttypen beziehungsweise unverkohlte Resttypen zusammengezählt) in den 33 angemessen geschlämmten Proben. Die Werte der Kulturpflanzen wurden für die Berechnungen der Tausendkorngewichte und Kalorien verwendet.

	33 Proben		
Taxa	Anzahl	durchschn. Konz.	Stetigkeit
Brassica rapa unverkohlt	230	95.5	91%
Brassica rapa verkohlt	5	2.6	12%
Corylus avellana unverkohlt	9605	206	100%
Corylus avellana verkohlt	35	0.8	30%
Fagus sylvatica Cupula, Perikarp unverkohlt	299	7.1	82%
Fragaria vesca unverkohlt	5462	1874.5	100%
Fragaria vesca verkohlt	4	1.1	9%
Malus sylvestris Pericarp unverkohlt	6405	148.4	100%
Malus sylvestris Samen unverkohlt	5267	119.6	100%
Malus sylvestris Samen verkohlt	1	0	3%
Malus sylvestris Stiel unverkohlt	207	5.1	88%
Physalis alkekengi unverkohlt	137	26	85%
Prunus mahaleb unverkohlt	14	0.6	27%
Prunus padus unverkohlt	10	0.3	18%
Prunus spinosa unverkohlt	90	2.4	76%
Quercus spec. Cupula, Perikarp unverkohlt	565	11	88%
Rosa spec. unverkohlt	158	4.6	73%
Rubus caesius unverkohlt	133	25.9	73%
Rubus fruticosus unverkohlt	2117	296.7	100%
Rubus idaeus unverkohlt	2546	814.3	100%
Rubus fruticosus/idaeus unverkohlt	114	53.6	88%
Sambucus spec. unverkohlt	13	3.5	21%
Sambucus nigra/racemosa unverkohlt	17	1.3	30%
Viscum album Beeren unverkohlt	71	2.1	64%

Abbildung 6: Übersicht über die Anzahl, durchschnittliche Konzentration und Stetigkeit der Sammelpflanzen in den 33 angemessen geschlämmten Proben.

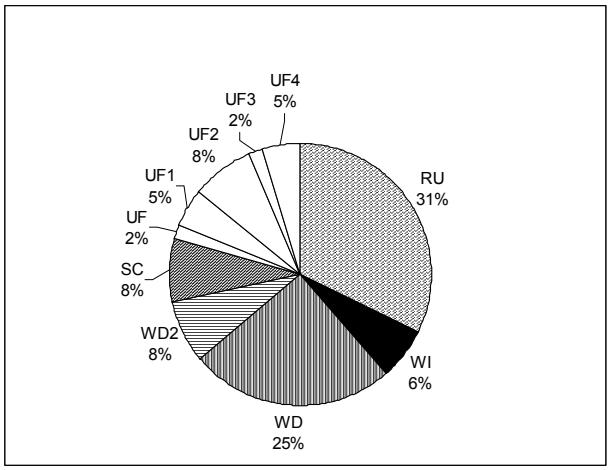


Abbildung 7: Prozentanteile der einzelnen Ökogruppen aufgrund der Taxazahlen (127 nachgewiesenen Taxa ohne Kulturpflanzen). RU: Ruderale, WI:Grünlandgesellschaften, WD: Wald, WD2: Waldrand, SC: Waldschlag und Gebüsch, UF: Wasser- und Uferpflanzen, UF1: Wasserpflanzen, UF2: Verlandungsvegetation, UF3: Feuchtgrünland, UF4: Uferpioniere (Abbildung 34)

Die Anzahl Taxa gibt beschränkt (abhängig vom untersuchten Volumen) einen Anhaltspunkt für die Diversität des Pflanzenmaterials. Das Artenspektrum umfasst 148 Taxa (inklusive ungenügend

geschlämmte Proben). Davon konnten 135 Taxa inklusive Kulturpflanzen (4 Getreidearten, Lein, Mohn und Erbse) sicher bestimmt werden und 127 können einer ökologischen Gruppe zugewiesen werden (Kapitel 2.5). Die Anzahl Taxa pro Probe variiert von 20 bis 53 (durchschnittlich 33 Taxa pro Probe).

Das Resultat der Rarefaction Analyse zeigt, dass mit der Untersuchung weiterer Proben zusätzliche Taxa erwartet werden können. Der Grund dafür sind die zahlreichen selten auftretenden Taxa, die oft nur in einer Probe vorkommen (32 Taxa treten nur in einer Probe auf). Es kann aber davon ausgegangen werden, dass alle häufigeren Taxa erfasst wurden.

3.5 Kulturpflanzen

Da für die quantitative Auswertung der Kulturpflanzen nur die 33 angemessen geschlämmten Proben berücksichtigt werden, beziehen sich im Folgenden alle Werte auf diese Proben (Kapitel i.4.2).

3.5.1 Getreide

Die angemessen geschlämmten Proben enthalten total 3'808 Getreidereste in der 0.5 mm- und 720 Getreidereste in der 2 mm-Fraktion. Den grössten Anteil der Getreidefunde stellen die als Cerealia bestimmten Reste (Drusch und Körner) mit 1'952 Stk. in der kleinen und 122 Stk. in der grossen Fraktion dar. Die durchschnittliche Konzentration aller Getreidereste beträgt 1'562 Stk. pro Liter, davon sind 1'401 Stk. pro Liter unverkohlt und 161 Stk. pro Liter verkohlt erhalten. Die durchschnittlichen Konzentrationen der einzelnen Getreidearten können der Tabelle (Abbildung 4). entnommen werden. Die Stetigkeit der einzelnen Getreidearten ist 100% für *Triticum dicoccum*, 100% für *Triticum aestivum/durum/turgidum*, 58% für *Triticum monococcum*, 97% für *Hordeum vulgare*. Bemerkenswert ein Nacktweizen Spindelglied, das von hexaploidem Nacktweizen stammt; viele der anderen Spindelglieder weisen charrakteristische Merkmale des tetraploiden Naktweizens auf (Maier 1996, 40f).

3.5.2 Lein

In den 33 angemessen geschlämmten Proben wurden 4'002 Stk. unverkohlte und 58 Stk.verkohlte Leinsamen und 2'738 Stk. unverkohlte und 10 Stk. verkohlte Leinkapselsegmente erfasst. Die durchschnittliche Konzentration für die unverkohlten Leinsamen beträgt 1'825 Stk. pro Liter, für die verkohlten Leinsamen 23.1 Stk. pro Liter, für die unverkohlten Kapselsegmente 1'034.2 Stk. pro Liter und die verkohlten 2.5 Stk. pro Liter. Leinsamen und Leinkapselsegmente zeigen je eine Stetigkeit von 100%.

3.5.3 Schlafmohn

Die 33 angemessen geschlämmten Proben enthalten 2'945 Stk. unverkohlte und 10 Stk. verkohlte Schlafmohnsamen. Die durchschnittlichen Konzentrationen der unverkohlten Mohnsamen beträgt 991 Stk. pro Liter und die der verkohlten 6.3 Stk. pro Liter. Die Stetigkeit der Mohnsamen beträgt 100%.

Da eine morphologische Untersuchung (Länge, Breite, Oberflächenstruktur) von Schlafmohnsamen neolithischer Siedlungen (Linearbandkeramik bis Schnurkeramik) für jene von Arbon Bleiche 3 abweichende Masse ergab (Leonti Diplomarbeit 1996, 19-20), werden die Resultate der im Rahmen des vorliegenden Projektes durchgeführten Messungen hier erwähnt. Diese Messungen von 57 Schlafmohnsamen ergaben eine durchschnittliche Länge von 0.9 mm ± 0.01 mm (min. 0.75, max. 1.05 mm), eine durchschnittliche Breite von 0.7 mm ± 0.01 mm (0.55 – 0.8 mm) und einen Längen/Breiten Index von 1.3174.

M. Leonti stellte eine Grössenveränderung der Schlafmohnsamen im Verlauf des Seeufer-Neolithikums fest. Die durchschnittlichen Schlafmohnsamen aus einer linearbandkeramischen Siedlung (Kückhoven) sind am grössten, danach verlieren die Samen etwas an Grösse, im Verlauf der Horgener Kultur werden sie deutlich kleiner, und erst während der Schnurkeramik nimmt die Grösse wieder zu. Die durchschnittliche Netzmaschenzahl nimmt von der Linearbandkeramik bis Ende der Pfyner Kultur kontinuierlich zu und scheint sich dann zu stabilisieren (Leonti Diplomarbeit 1996, 19-20).

M. Leontis Messungen (durchschnittliche Länge von 1.0 mm, eine durchschnittliche Breite von 0.7 mm (Tab. 6, Leonti) und durchschnittlich 30 Netzmaschen pro Samenhälfte) von 30 Mohnsamen aus Arbon Bleiche 3 (Feld 47) fügen sich bezüglich ihrer Grösse nicht in den allgemeinen Trend der abnehmenden Samengrösse während der Horgener Kultur ein. Die durchschnittliche Netzmaschenzahl hingegen folgt dem allgemeinen Trend. Die im Rahmen dieses Projektes ermittelten Abmessungen ergaben jedoch eine durchschnittliche Länge von 0.9 mm und eine durchschnittliche

Breite von 0.7 mm, weshalb festgehalten werden kann, dass die Arboner Samen doch keine Ausnahme bilden, sondern dass sie wie jene aus anderen Horgener Siedlungen eher klein sind. Der Längen/Breiten-Index von 1.31 (Mittelwert Länge: 0.9 mm, Mittelwert Breite: 0.7 mm) entspricht jenem der von M. Leonti untersuchten neolithischen Schlafmohnsamen, welcher durchschnittlich um 1.30 (1.09 – 1.59) liegt (M. Leonti, 1996, 18).

3.5.4 Erbse

Von Erbsen wurden nur einzelne Exemplare gefunden: 2 unverkohlte und 1 verkohltes Exemplar (5 Stk. verkohlte aus allen 73 Proben).

3.5.5 Rekonstruktion der Ackerunkrautflora

Aufgrund der Standortansprüche und Lebensform von auf Äckern wachsenden Wildkräutern, den Ackerbegleitpflanzen, kann man versuchen, Rückschlüsse auf die Bewirtschaftung und Beschaffenheit (Qualität) der Ackerböden zu ziehen. Am aussagekräftigsten sind Samen und Früchte, welche in Vorräten von Kulturpflanzen gefunden werden, da man davon ausgehen kann, dass diese mit den Kulturpflanzen geerntet und in die Siedlung gebracht wurden.

Die Ackerbegleitflora kann generell mit Hilfe verschiedener Möglichkeiten rekonstruiert werden:

1. direkt: Das Wildpflanzenspektrum in Vorratsfunden gibt Aufschluss darüber, welche Ackerbegleitpflanzen neben den Kulturpflanzen auf den Äckern wuchsen. Es ist jedoch wichtig zu beachten, dass dieses Spektrum nicht alle möglichen Ackerbegleitpflanzen umfassen kann, da es diverse Einschränkungen wie Erntemethoden (Maier 2001, 78; Brombacher und Jacomet 1997, 256-257), beziehungsweise Schnitthöhe oder Ausreissen der Pflanzen, und unterschiedliche Vekohlungsfähigkeit von Samen und Früchten der Wildkräuter (Brombacher und Jacomet 1997, 256-257) gibt. Des weiteren werden regelmässig andere Kulturpflanzen und Sammelpflanzen in Vorräten gefunden. Erstere könnten in Zusammenhang mit Fruchtwechsel stehen und letztere könnten am selben Ort wie die betreffenden Vorräte gelagert worden sein (Brombacher und Jacomet 1997, 256-257). Auch Wasserpflanzen wie z.B. *Najas marina/intermedia* in einer Leinprobe vom unteren Zürichsee (Brombacher und Jacomet (1997), welche in Vorratsproben auftreten, werden hier aber ausgeschlossen, da diese als Wasserpflanzen eher sekundär in diese Vorräte gelangten.

2. statistisch: Statistische Methoden (analog etwa van der Veen 1992, 111ff; Favre und Jacomet in prep.) können als Hilfsmittel für die Rekonstruktion einer möglichen Ackerbegleitflora angewandt werden. Wichtig ist es zu beachten, dass jeweils nur Pflanzenreste (für die vorliegende Fragestellung Kulturpflanzen und Wildkräuter) mit dem gleichen Erhaltungszustand in eine Analyse einbezogen werden. Dies ist insbesondere im Fall von Feuchtbodensiedlungen wichtig, da im Gegensatz zu Trockenbodensiedlungen alles erhalten ist und nicht nur die sehr wahrscheinlich mit Kulturpflanzen zusammen verkohlten Unkräuter. Die Interpretation eines möglichen Ackerbegleitpflanzenspektrums ist deshalb schwieriger.

3. aktualistisch: Die aktualistische Einteilung der Pflanzen (siehe Methoden 2.5) kann insbesondere auch für die Rekonstruktion der Ackerbegleitflora angewandt werden. Allerdings sind dabei diverse Fehlerquellen zu beachten. Brombacher und Jacomet (1997, 256) stellten fest, dass die Zusammensetzung der Ackerbegleitflora stark von den angewandten Bewirtschaftungsmassnahmen wie Bodenbearbeitungsmassnahmen sowie Zeitpunkt der Bodenbearbeitung und Landnutzungssysteme mit unterschiedlich lange andauernden Brachen beeinflusst wird. Auch Maier (2001, 78) stellt das aktualistische Prinzip in Frage, da bei dessen uneingeschränkter Anwendung vorausgesetzt würde, dass sich das ökologische Verhalten der nachgewiesenen Unkrautarten nicht veränderte und deren Vergesellschaftungsweise damals dieselben wie heute waren. In Vorratsfunden nachgewiesene Wildpflanzensamen von Standorten wie zum Beispiel Wald und Waldlichtungen (zum Beispiel Maier 2001, 80-83; Brombacher und Jacomet 1997, 261) belegen, dass eine direkte Anwendung des aktualistischen Prinzips nicht uneingeschränkt vorgenommen werden sollte. Andererseits zeigen die zahlreichen Ackerbegleitpflanzen in denselben Vorratsfunden, dass das aktualistische Prinzip als Hilfsmittel eingesetzt werden kann.

Im Folgenden werden die Grundlagen für die Rekonstruktion einer potentiellen Ackerbegleitflora für Arbon Bleiche 3 diskutiert. Leider gibt es in Arbon Bleiche 3 keine Vorräte, weshalb keine direkten Belege möglicher Ackerbegleitpflanzen vorliegen. Deshalb kamen statistische Methoden zur Anwendung. Es wurden Korrespondenzanalysen mit den Kulturpflanzen und Wildkräutern durchgeführt, um herauszufinden, ob Kulturpflanzen mit Wildkräutern zusammen auftreten und deshalb entsprechend gruppiert werden, um dann anhand ökologischer Standortansprüche, Wuchshöhen usw. der Wildkräuter, die möglichen Bedingungen auf den Äckern sowie Aussagen zur Ernteweise usw. herauszuarbeiten.

Ausserdem wurden für die Kulturpflanzen und die häufig (Stetigkeit mind. 20%) auftretenden Wildkräuter Rangkorrelationsanalysen gerechnet, um auf diese Weise festzustellen, ob einige gemeinsam mit den Kulturpflanzen in den Flächenproben auftreten.

Ergebnisse der Korrespondenzanalyse:
Sowohl die Proben als auch die Taxa wurden in Form einer Wolke um den Kreuzungspunkt (0-Punkt) der ersten und zweiten Achse angeordnet. Dies bedeutet, dass sich keine Gruppierung bezüglich zusammen auftretender Taxa ergab. Mit dieser Analyse kann man folglich für das vorliegende Material nichts über die Kulturpflanzen und ihre Ackerbegleitflora aussagen. Es zeigt sich vielmehr, dass das Probenmaterial und damit die Kulturschicht sehr stark durchmischt sind und dass an den Stellen, wo Proben untersucht wurden, Material mehrerer Herkünfte vermischt abgelagert wurde.

Ergebnisse der Spearman Rangkorrelation:
Während sich mit der Korrespondenzanalyse keine Möglichkeit ergab, potentielle Ackerbegleitpflanzen zu ermitteln fanden sich mit der Spearman Rangkorrelation neun Wildkräuter, die mit einer oder mehreren der Kulturpflanzen signifikant positiv korrelieren (Abbildung 8). Diese Pflanzen kommen also nicht rein zufällig zusammen vor. Acht korrelieren positiv mit den verschiedenen Getreidearten, sieben mit Lein und vier mit Mohn. Da es lediglich neun Taxa sind, wobei eine davon, Rübkohl, vermutlich gesammelt wurde, sind diese für Aussagen bezüglich Ackerbau nicht sehr aussagekräftig, geben aber doch gewisse Anhaltspunkte über die Standortbedingungen auf den Feldern und Bewirtschaftungsmassnahmen.

	Ökogruppep	Lebensdauer	Wuchshöhe cm	Hordeum vulgare	Triticum aestivum/ durum/turgidum	Triticum dicoccum	Linum usitatissimum Samen	Linum usitatissimum Kapseln	Paapaver somniferum
Fallopia convolvulus	RU	1-j / RU^{WS}	10-80	x					
Arctium alle		ausd				x	x	x	
Eupatorium cannabinum	SC	ausd	50-150 (200)		x		x	x	
Sonchus asper	RU	1-j / RU^{SW}	30-80		x		x	x	
Arctium minus	RU	ausd	50-120			x			
Solanum nigrum	RU	1-j / RU^{S}	10-80			x	x	x	x
Cerastium fontanum	WI	ausd	10-40			x	x	x	x
Brassica rapa	RU	1-j / RU^{S}	20-40				x	x	x
Silene cretica	RU	1-j / RU	10-70		x		x	x	x

Abbildung 8: Mit Kulturpflanzen (unverkohlte Dreschreste) korrelierende Wildkräuter.

Lein S: Leinsamen, Lein K: Leinkapselfragmente, 1-j: 1-jährig, ausd: ausdauernd, RU: Ruderalpflanzen, RU^{S}: sommerannuelle Ackerbegleitpflanzen, RU^{SW}, RU^{WS}: Winter- oder sommerannuelle Ackerbegleitpflanzen[3], SC: Waldnahe Staudenfluren, Gebüsche, Schlagfluren, WI: Wiese. *Fallopia Convolvulus*, *Arctium minus*, *Solanum nigrum*: Stickstoffzeiger, *Eupatorium cannabinum*: Nitrifizierungszeiger

[3] Unterschiedliche Zuweisung von Ackerbegleitpflanzen zu Sommer- oder Winterfrüchten (Brombacher und Jacomet 1997) beruht auf einer Zusmmenstellung diverser Faktoren wie Angaben über Lebensform, Lebensdauer und Keimzeit (Jacomet und Hosch unpuliziert).

Da nicht anzunehmen ist, dass nur diese neun Taxa die Ackerbegleitflora in Arbon bildeten, wurde nach weiteren Wegen gesucht, um Hinweise auf die Arboner Ackerbegleitflora zu erhalten. Dabei verwendete Hilfsmittel waren:

- in Vorratsproben des Alpenvorlandes nachgewiesene Wildpflanzentaxa (neolithische Ufersiedlungen vom unteren Zürichsee (Neolithikum) (Brombacher und Jacomet 1997, Tab. D 352, D 353 Beilage), und Hornstaad Hörnle IA (3917-3905 v. Chr.) am Bodensee (Maier 2001)
- mit Hilfe statistischer Methoden (Spearman Rangkorrelation) herausgearbeitete Wildpflanzentaxa, die mit Kulturpflanzen korrelieren (Horgen Scheller (3080-3030 v. Chr.)) (Favre und Jacomet in prep.).

Diese Taxa – inkl. die neun auf Abbildung 8 aufgeführten - sind auf Abbildung 31 aufgeführt.

Es kann angenommen werden, dass auch diese als potentielle Ackerbegleitpflanzen in Arbon Bleiche 3 in Frage kommen. Dies ist jedoch nur mit Vorbehalt möglich, da eine Interpretation von ausschliesslich aus offenen Fundkomplexen stammenden potentiellen Ackerbegleitpflanzen, ohne gleichzeitige Untersuchung von Erntegutproben, problematisch ist, weil diese Pflanzen, ihrer breiten ökologischen Amplitude wegen, von verschiedenen Standorten der Siedlungsumgebung, wie Wald, Waldrand, Ufer etc., stammen können (Jacomet et al. 1989, 137). Der Begriff Ackerbegleitpflanzen umfasst in der vorliegenden Arbeit deshalb jene Wildkräuter, die möglicherweise damals auf Kulturpflanzenfeldern wuchsen. Grundlage für diese Annahme ist nicht in erster Linie das aktualistische Prinzip, sondern die mit den Kulturpflanzen korrelierenden Wildkräuter in Arbon und Horgen-Scheller sowie nachgewiesene Wildpflanzensamen in Vorräten neolithischer Siedlungen. Diese sind alle auf Abbildung 31 aufgeführt.

Ergebnisse Ackerbegleitpflanzen: Es sind in Arbon sämtliche Unkräuter, die besonders stetig in Kulturpflanzenvorräten des Alpenvorlandes vorkommen, nachgewiesen, als da sind:

von den positiv korrelierenden (in Klammer Stetigkeit in den 33 adäquat geschlämmten Proben in Arbon Bleiche 3): *Fallopia convolvulus* (42%), *Sonchus asper* (27%) und *Brassica rapa* (91%: cf Sammelpflanze!)

von den übrigen: *Fallopia dumetorum* (36%), *Galeopsis tetrahit* (12%), *Lapsana communis* (88%), *Moehringia trinervia* (61%), *Ranunculus repens* (33%), *Valerianella dentata* (3%) und *Vicia hirsuta* (3%) (unterrepräsentiert, wenn keine Brandschichten*!). Chenopodium album* wurde nur einmal nachgewiesen (in keiner der 33 adäquat geschlämmten Proben).

Ökologische Gruppen: Die 49 nachgewiesenen Ackerbegleitpflanzen gehören gemäss aktualistischer Einteilung verschiedenen ökologischen Gruppen an:

- 30 Taxa (RU) aus Ackervegetation und Ruderalfluren
- 4 Taxa (WI) aus Wiesen
- 9 Taxa (SC) aus Lichtungen
- 3 Taxa (WD) aus dem Wald
- 2 Taxa (UF) aus Ufer- und Verlandungsvegetation
- *Arctium* alle. kann keiner Gruppe zugeordnet werden.

Einjährige/Ausdauernde: Die Ausdauernden überwiegen mit 23 Taxa gegenüber den Einjährigen mit 20 Taxa. 6 Taxa sind ein-mehrjährig.

Sommerannuelle/Winterannuelle: Acht Ackerbegleitpflanzen konnten den Sommerfrüchten und zwei den Winterfrüchten zugewiesen werden (Abbildung 31). Es zeichnet sich also eine Dominanz von sommerannuellen Ackerbegleitpflanzen ab.

Stetigkeit: In den 33 adäquat geschlämmten Proben liegt die Stetigkeit der verschiedenen Ackerbegleitpflanzen zwischen 1% bis 97% (0%: Taxa, die in keiner dieser 33 Proben nachgewiesen wurden) (Abbildung 31). Der überwiegende Anteil der Ackerbegletipflanzen liegt in einem Stetigkeitsbereich von 0% bis 10% (Abbildung 9).

Stetigkeits-bereich	Anzahl Taxa	Anzahl 1-jährige	Anzahl ausdauernde	1-mehr-jährige	Anzahl RU^S	Anzahl RU^W
0% bis 10%	24	10	12	2	3	2
10% bis 20%	4	2	2		1	
20% bis 30%	6	3	3		2	
30% bis 40%	4	2	2		1	
40% bis 50%	2	1		1		
50% bis 60%	3		2	1		
60% bis 70%	1					
70% bis 80%	0					
80% bis 90%	3	1	1	1		
90% bis 100%	2	1	1		1	

Abbildung 9: Anzahl Ackerbegleitpflanzen in verschiedenen Stetigkeitsbereichen (33 adäquat geschlämmte Proben)

Wuchshöhe: Gemäss Jacomet et al. (1989, 155ff) wurden für die Interpretation der Erntemethoden nur die angegebenen Maximalhöhen der Pflanzen berücksichtigt und dieselbe Einteilung in extrem niederwüchsige Pflanzen (10-25 cm), niederwüchsige Pflanzen (30-40 cm), mittelhohe Pflanzen (50-60 cm) und hochwüchsige Pflanzen (über 80 cm) übernommen.
- extrem niedrigwüchsige 3 Taxa
- niedrigwüchsige 11 Taxa
- mittelhohe 13 Taxa
- hochwüchsige 22 Taxa

Gewisse Anhaltpunkte über ackerbauliche Massnahmen geben ausser den Ackerunkräutern auch Geräte, die für Ackerbau und Ernte eingesetzt worden sein könnten. In Arbon fand man Geweihhacken (Spitzhacken und Handhacken), welche für die Bodenbearbeitung eingesetzt worden sein könnten (Deschler-Erb, Marti-Grädel und Schibler 2002, 325-326). Zudem wurde ein hölzernes Gerät gefunden, welches als mögliches Joch interpretiert wurde (Leuzinger, 2002, 106-107). Ob das gefundene potentielle Joch als Nachweis für den Einsatz von Tiergespannen, um z.B einen Pflug zu ziehen (Leuzinger 2002, 106-107), gelten darf, muss offen bleiben. Allerdings ergaben Untersuchungen an Hausrindknochen eine mögliche Nutzung der Tiere als Zugkraft (Marti-Grädel und Deschler-Erb, NF Zwischenbericht 2002, 16). Neben den Geräten, welche für die Bodenbearbeitung eingesetzt worden sein könnten, lagen zwei verschiedene Formen von Silexklingen, lang-schmale und gedrungene, welche unter anderem als Erntegeräte gedient haben könnten, vor (Leuzinger 2002, 28-29).

3.6 Das Verhältnis der verschiedenen Getreidearten untereinander (Abbildung 10)

Das Verhältnis der verschiedenen Getreidearten basierend auf Dreschresten (2 Hüllspelzenbasen der Spelzweizen entsprechen 1 Spindelglied von Nacktweizen und Gerste) ergibt nur eine Annäherung der Bedeutung einzelner Arten, da das Verhältnis der Dreschreste zu Körnern für jede Art verschieden ist. Auch ist die Erhaltungsfähigkeit von unverkohltem Gerstendrusch schlechter als jener der Weizenarten, weshalb er immer untervertreten ist (Brombacher und Jacomet 1997, 240).

Die prozentualen Anteile der einzelnen Getreidearten variieren je nach Resttypen und Erhaltungszustand (Abbildung 10). Die folgenden Vergleiche basieren auf den durchschnittlichen Konzentrationen. Bei einem Vergleich der <u>unverkohlten Hüllspelzenbasen (Ährchengabeln) und Spindelglieder</u> dominieren Nacktweizen mit 48% und Emmer mit 47%; Einkorn mit 3% und Gerste mit 2% erscheinen eher selten. Vergleichen wir jedoch die <u>verkohlten Spindelglieder und Ährchengabeln</u> (zwei Hüllspelzenbasen entsprechen einer Ährchengabel), erhalten wir ein anderes Bild. Stark in der Überzahl ist der Nacktweizen mit 59%, gefolgt von Emmer mit 20% und Gerste mit 17%. Spärlich vertreten bleibt Einkorn mit einem kleinen Anteil von 4%. Werden nun die <u>verkohlten Körner</u> verglichen, ergibt sich nochmals ein anderes Bild: Nun ist Gerste mit 49% am häufigsten, aber auch Nacktweizen ist mit 36% gut vertreten; mit 12% sind als *Triticum* spec. bestimmte Körner vertreten

und Emmer fällt mit 3% kaum ins Gewicht. Körner von Einkorn wurden keine gefunden. (Abbildung 10).

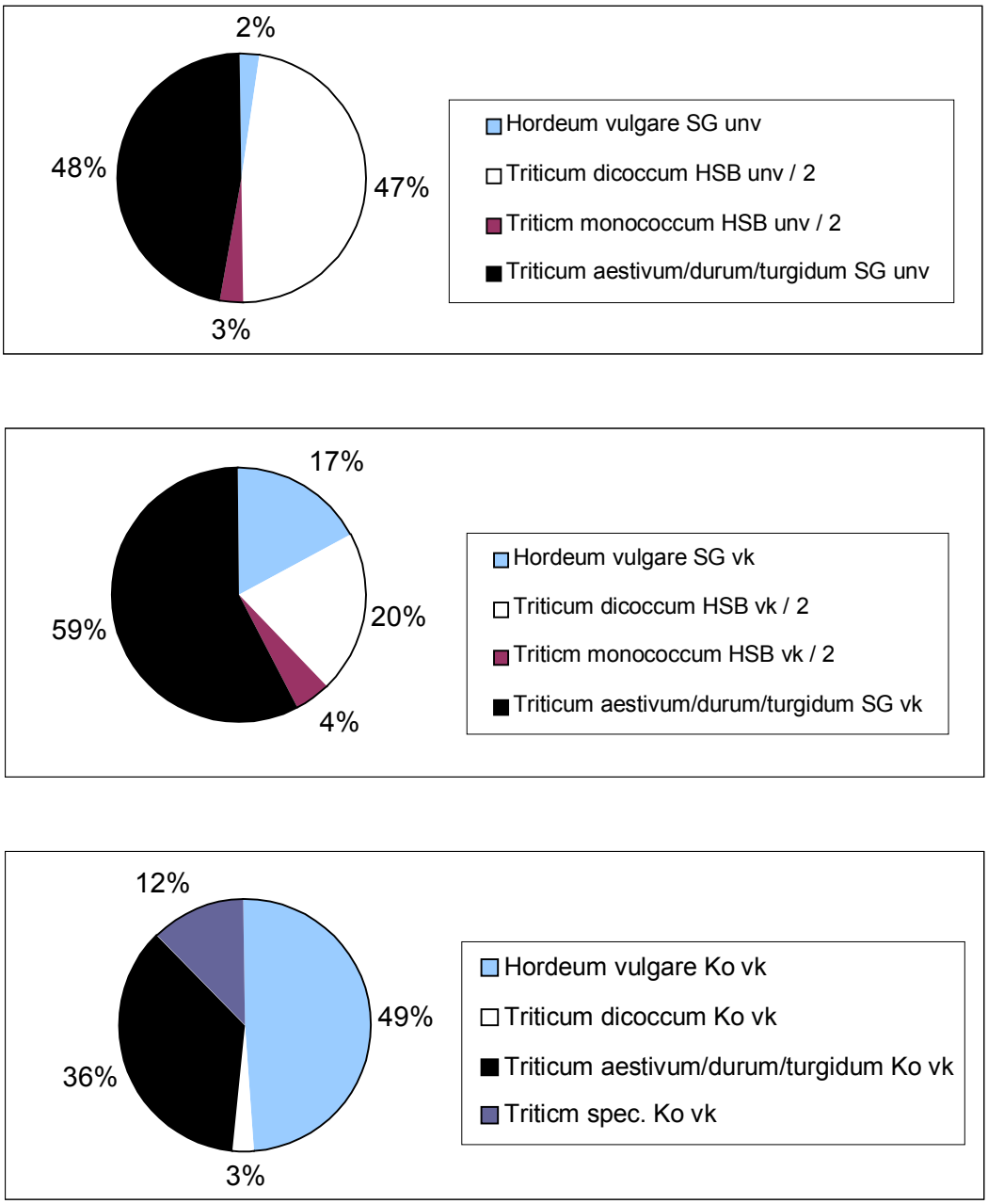


Abbildung 10: Prozentuale Anteile der vier Getreidearten je nach Erhaltungszustand und Resttyp. SG: Spindelglied, HSB: Hüllspelzenbasen, Ko: Körner, unv: unverkohlt, vk: verkohlt

3.7 Das Verhältnis der verschiedenen Kulturpflanzen untereinander (Abbildung 11)

Um das Verhältnis von Getreide zu Lein und zu Schlafmohn abzuschätzen, wurden Dreschreste und Leinkapselbruch in Korneinheiten umgerechnet, Tausendkorngewicht (TKG) und Kaloriengehalt für jede Art berechnet. Auf dieser Basis kann nun eine bessere Abschätzung der Bedeutung der einzelnen Kulturpflanzen vorgenommen werden (Gross et al. 1990; Jacomet et al. 1989, 218-220; Jacomet und Schibler 1985, 138).

Aus der Zusammenstellung der Gewichtsanteile der vier Getreidearten geht hervor, dass Nacktweizen mit 68% deutlich dominiert (Abbildung 11a). Emmer folgt mit 27% und der Anteil von Gerste beträgt 4%. Das 1% Einkorn fällt kaum ins Gewicht. Das Verhältnis der Gewichtsanteile aller Kulturpflanzen zeigt, dass Lein mit 38% knapp dominiert, gefolgt von Nacktweizen mit 37%, Emmer mit 15%, Gerste mit 2.5%, Einkorn mit 1%, die Weizen Einkorn/Emmer und Emmer/Nacktweizen ergeben zusammen 5%, Schlafmohn mit 2% und Erbsen unter 1% (Abbildung 11c). Die Berechnung der Kalorienanteile für alle Kulturpflanzen ergibt für die Getreide (alle vier Arten zusammen) 54.5%, der Leinanteil beträgt 44%, Schlafmohn lediglich 2% und Erbse unter 1%. (Abbildung 11d).

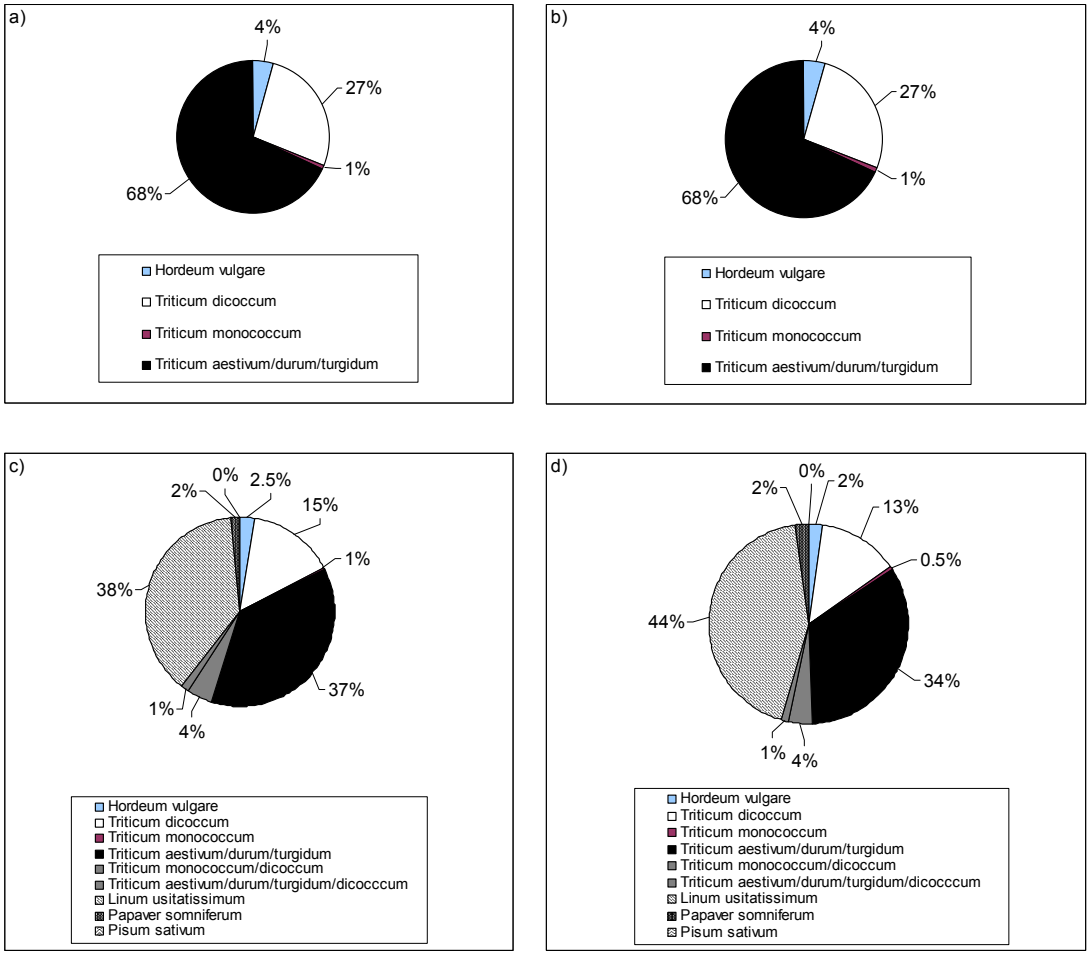


Abbildung 11: a: Gewichtsprozentanteile der Getreide. b: Kalorienanteile der Getreide,.c: Gewichtsprozentanteile der Getreide, Lein und Schlafmohn, Erbse. d: Kalorienanteile der Getreide, Lein und Schlafmohn, Erbse.
Verwendete Kalorienangaben pro 100 g (Jacomet et. al 1989, 220):

Cerealia	330 kcal
Linum Samen	421 kcal
Papaver Samen	536 kcal
Pisum	87 kcal
Corylus	694 kcal
Quercus berechnet	270 kcal

3.8 Sammelpflanzen

Neben den Kulturpflanzen treten auch einige zum Teil heute noch als Nahrung beliebte Wildpflanzen regelmässig und in grösseren Mengen auf. Man geht deshalb davon aus, dass diese

gesammelt wurden. Dies sind Wildapfel (*Malus sylvestris*), Walderdbeere (*Fragaria vesca*), Brombeere (*Rubus fruticosus*), Himbeere (*Rubus idaeus*), Kratzbeere (*Rubus caesius*), Haselnuss (*Corylus avellana*), Hagebutten (*Rosa spec.*), Judenkirsche (*Physalis alkekengi*), Rübkohl (*Brassica rapa*), Holunder (*Sambucus nigra/racemosa*), *Schlehe (Prunus spinosa*), Rotbuche (*Fagus sylvatica*), Eiche (*Quercus spec.*) und Mistel (*Viscum album*) (Abbildung 6). Zum grössten Teil sind dies Taxa, die während des ganzen Jung- und Endneolithikums im Alpenvorland häufig auftreten.

Die höchsten durchschnittlichen Konzentrationen, 100-300 Stk. pro Liter (Erdbeeren: 1875 Stk. pro Liter), und eine Stetigkeit von 100% weisen die Beeren, Haselnüsse und Wildapfelreste auf. Die durchschnittlichen Konzentrationen von Rübkohl, Judenkirschen und Kratzbeeren liegen in einem Bereich von 26-96 Stk. pro Liter und Stetigkeiten von 73-91%. Die restlichen Sammelpflanzen treten mit durchschnittlichen Konzentrationen von 2-11 Stk. pro Liter und Stetigkeiten von 64-88% auf. Die tiefste Stetigkeit von 42% weisen alle Holundersamen (*Sambucus nigra/racemosa* und *Sambucus* spec.) auf.

Man kann allerdings nicht ausschliessen, dass auch von den seltener gefundenen Wildpflanzen einige Arten gesammelt wurden, denn viele dieser Arten könnten auf verschiedene Weise genutzt worden sein, z.B. als Nahrung, Gewürz, Heilpflanze, Färbepflanze, zur Herstellung von Textilien (Abbildung 34). Zum grössten Teil sind dies Pflanzen, die während des Jung- und Endneolithikums im Alpenvorland recht regelmässig auftreten (Brombacher und Jacomet 1997, 277-284; Maier 2001, 12-233; Zibulski in prep.11-12).

3.8.1 Das Verhältnis von Kultur- zu Sammelpflanzen (*Corylus avellana*, *Quercus* spec.) (Abbildung 12)

Um abzuschätzen, wie ein mögliches Verhältnis von Kultur- zu Sammelpflanzen im Speiseplan ausgesehen haben könnte, wurden Tausendkorngewichte und die Kaloriengehalte für die *Corylus avellana* (Haselnüsse) und *Quercus* spec. (Eicheln) berechnet. Von den Sammelpflanzen werden nur die Haselnüsse und Eicheln einbezogen, da diese den grössten Anteil der Sammelpflanzen ausmachen. Dies scheint auch deshalb vertretbar, da diese fettreichen Nüsse und kohlenhdrathaltigen Eicheln kalorienreicher als Obst und Beeren sind und somit diesbezüglich den Hauptanteil beitragen. Obst und Beeren sind hingegen für die Vitaminversorgungung ausserordentlich wichtig, haben aber wenige Kalorien. Da Fragmente von Haselnussschalen und Eichelperikarpien nicht einer ganzen Frucht entsprechen, wurden die Anzahl Schalen- und Perikarpfragmente auf den sechzehnten Teil reduziert (d.h. Annahme: 16 Schalen- und Perikarpfragmente entsprechen einer Frucht). Ein weiterer Grund für eine Reduktion der Anzahl Haselnussschalen und Eichelperikarpien ist deren bessere Erhaltungsfähigkeit im Vergleich zu den Kulturpflanzenresten, insbesondere der unverkohlten Getreide. Eine Reduktion der Haselnussschalenfragmente auf den achten Teil wurde für eine Pfyner Siedlung vorgeschlagen (Jacomet et al. 1989, 220-221). In einem früheren Modell wurde für die gleiche Pfyner Siedlung eine Reduktion um zwei Drittel vorgenommen (Jacomet und Schibler 1985, 138).

Die Berechnung der Gewichtsanteile von Kulturpflanzen zu Haselnüssen und Eicheln ergibt einen Getreideanteil von 46%, einen Ölpflanzenanteil von 30% und einen Sammelpflanzenanteil von 30% (Abbildung 12a). Die Umrechnung in Kalorien ergibt ein etwas anderes Bild: Die Sammelpflanzen überwiegen mit 37%, gefolgt von den Getreiden mit 34% und den Ölpflanzen von 29% (Abbildung 12b).

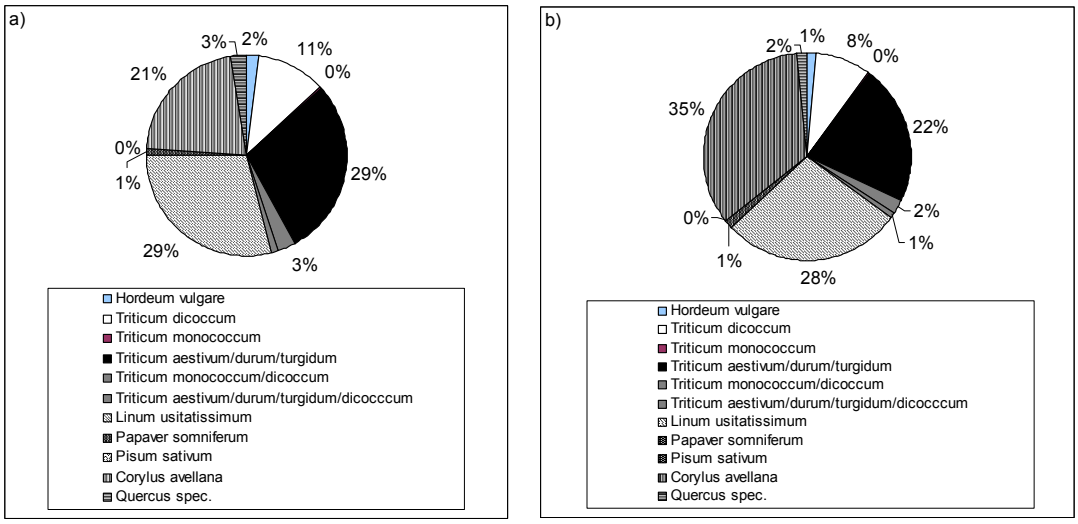


Abbildung 12: a: Gewichtsprozentanteile der Kultur- und Sammelpflanzen (*Corylus avellana* und *Quercus* spec.: 16 Fragmente entsprechen 1 Nuss/Eichel). b: Kalorienanteile der Kultur- und Sammelpflanzen (Haselnüsse und Eicheln).

Verwendete Kalorienangaben pro 100 g (Jacomet et. al 1989, 220):

Cerealia	330 kcal
Linum Samen	421 kcal
Papaver Samen	536 kcal
Pisum	87 kcal
Corylus	694 kcal
Quercus berechnet	270 kcal

3.8.2 Spezielle Funde (Abbildung 13)

Interessant sind einige Pflanzenfunde, die nicht regelmässig in neolithischen Seeufersiedlungen auftreten. Einige dieser Pflanzen sind wohl nicht in der unmittelbaren Siedlungsumgebung vorgekommen. Es handelt sich bei diesen speziellen Funden um eine Perle aus einem *Cornus mas* Stein (Kornelkirschenstein), unbearbeitete und zu Perlen verarbeitete *Prunus mahaleb* Stein (Felsenkirschensteine), eine *Pinus cembra* Nuss (Arvennuss) und *Veronica alpina* (Alpen-Ehrenpreis). Auch ein Einzelfund stellt eine Perle aus einen *Prunus avium* Stein (Süsskirschenstein) dar. Ein zweiter, ebenfalls zu einer Perle verarbeiteter Kirschenstein wurde in den Profilkolonnen gefunden (Brombacher und Hadorn in prep.). Kirschbäume könnten zwar im die Siedlung umgebenden Wald wachsen, es fragt sich aber, ob diese im Neolithikum bereits im Gebiet vorkamen.

Spezielle Pflanzenfunde	Anzahl (Stk.)	Verbreitungsgebiet
Cornus mas	1	östlicher Mittelmeerraum, CH: Alpensüdfuss, Rhonetal, Genfersee, Unterwallis, gelegentlich verwilderter Zierstrauch[1]
Prunus mahaleb	30 und 5 Perlen	Zentral- und Südalpen, Rhonetal, Jura, Österreichische Tiefebene, Walenseegebiet, Wil (SG), Schaffhausen[2]
Pinus cembra	1	Alpen, Churfirsten, Alpstein[3]
Veronica alpina	1	Jura, Alpen[4]
Prunus avium	1 Perle	Im Gebiet verbreitet, Ganze Schweiz[5]

Abbildung 13: Spezielle Funde. [1] (Hess et al. 1970, 891 Bd 2), [2] (Hess et al. 1970, 462; Welten und Sutter 1982, 779), [3] (Hess et al. 1982, 171; Welten und Sutter 1982, 89), [4] (Hess et al. 1972, 193 Bd3), [5](Welten und Sutter 1982, 777; Hess et al. 1970, 465)

3.9 Vergleich der archäologischen Strukturen Haus/Gassen

3.9.1 Statistische Basis für den Vergleich

Zuerst muss geklärt werden, ob die Häuser und die Gassen genügend untersucht wurden, um sie vergleichen zu können. Hierzu wurde die Methode der Rarefaction Analyse gewählt (siehe Probenentnahme, Probenauswahl). Es zeigte sich, dass die Anzahl der untersuchten Proben pro Haus und Gasse mit Ausnahme der Häuser 1 (4 Proben) und 20 (3 Proben) ausreichend ist, um die 19 ausgewählten Nutzpflanzen zu erfassen. In Haus 4 wurden zwar alle Nutzpflanzen erfasst, aber es kann nicht damit gerechnet werden, dass vier zufällig ausgewählte Proben immer genügen. Die drei Proben aus Haus 20 enthielten lediglich 18 der 19 Nutzpflanzen. Holunder, welcher die niedrigste Stetigkeit aufweist, fehlte. Im Minimum haben fünf Proben genügt (Haus 24), da hier die Nutzpflanzen in nahezu jeder Probe vertreten sind.

Kulturpflanzen	Sammelpflanzen
Hordeum vulgare	Malus sylvestris
Triticum aestivum/durum/turgidum	Corylus avellana
Triticum dicoccum	Fragaria vesca
Linum usitatissimum	Rubus idaeus
Papaver somniferum	Rubus fruticosus
	Rubus caesius
	Brassica rapa
	Rosa spec.
	Prunus spinosa
	Physalis alkekengi
	Sambucus spec.
	Fagus sylvatica
	Quercus spec
	Viscum album

Abbildung 14: Für die Rarefaction Analyse ausgewählte Nutzpflanzen

3.9.2 Samengesamtkonzentration

Bei einem Vergleich (Varianzanalyse) der Samengesamtkonzentration aller Makroreste innerhalb der Häuser mit jener in den Gassen zeigen sich keine signifikanten Unterschiede (Abbildung 15).

Die früher erwähnte Tendenz erhöhter Konzentrationen in den Gassen (Hosch und Jacomet 2001, 67) kann somit nicht bestätigt werden. Auch die Anzahl Taxa unterscheidet sich nicht zwischen den Häusern und den Gassen.

3.9.3 Kulturpflanzen

Getreide: Alle Getreidearten sind in den untersuchten Häusern mit ähnlich hohen Konzentrationen vertreten. Folglich gibt es keine signifikanten Unterschiede zwischen den einzelnen Häusern. Es konnte jedoch eine erhöhte Konzentration von unverkohlten Getreidedreschresten in den Gassen festgestellt werden. Signifikant ist der Unterschied allerdings nicht gegenüber jedem einzelnen Haus. Rechnet man alle Häuser zusammen versus die Gassen, so ergibt sich eine signifikant höhere Konzentration in den Gassen für alle unverkohlten Getreidedreschreste zusammen (Abbildung 15). Dies beruht vor allem auf den unverkohlten Dreschresten von Emmer und Nacktweizen.

Art/Taxon	kein Unterschied	auffallende Häuser	Gassen höher als Häuser
Samengesamtkonzentration	X		
Cerealia Dreschreste unv			X
Cerealia Dreschreste vk	X		
Cerealia Körner vk	X		
Linum usitatissimum Samen unv	X		
Linum usitatissimum Kapselbruch unv			X
Papaver somniferum Samen unv	X		
Fagus sylvatica Perikarp unv		Haus 3	
Quercus spec Perikarp unv		Haus 3	
Viscum album unv		Haus 3	
Malus sylvestris Samen, Perikarp, Stiel unv	X		
Rubus idaeus unv		Haus 20	
Rubus fruticosus unv	X		
Rubus caesius unv		Haus 20	
Fragaria vesca unv	X		
Rosa spec. unv	X		
Brassica rapa unv	X		
Corylus avellana unv		Haus 14	
Arctium spec. unv		Haus 20	

Abbildung 15: Ergebnisse Häuser/Gassen – Vergleich. unv: unverkohlt, vk: verkohlt

Lein: Unverkohlte Leinsamen sind im Grossen und Ganzen gleichmässig über die Siedlungsfläche verteilt. Auch alle Häuser zusammengefasst ergeben keinen signifikanten Unterschied gegenüber den Gassen. Anders verhält es sich mit den unverkohlten Leinkapselsegmenten, welche in den Gassen eine signifikant höhere Konzentration zeigen als in den Häusern. Nur zu drei Häusern (1, 14, 20) ist der Unterschied nicht signifikant. Rechnet man alle Häuser zusammen versus die Gassen, ist der Unterschied signifikant (Abbildung 15).

Schlafmohn: Mohnsamen sind wie die Leinsamen überall ähnlich häufig vertreten. Hier sind signifikante Unterschiede lediglich zwischen Haus 1 mit der höchsten und den Häusern 3 und 15 mit den tiefsten Konzentrationen aufgetreten. Auch alle Häuser zusammen zeigen gegenüber den Gassen keinen signifikanten Unterschied (Abbildung 15).

3.9.4 Sammelpflanzen

Gesammelte Wildpflanzen sind in allen Häusern und Gassen vorhanden. Es zeigen sich einige Unterschiede zwischen einzelnen Häusern: Perikarpe von Bucheckern und Eicheln sowie Mistelbeeren sind in Haus 3 mit den signifikant höchsten Konzentrationen zu finden. In Haus 20 treffen wir auf signifikant höhere Konzentrationen von Kratzbeeren, Himbeeren und Kletten (*Arctium* spec.). Haus 14 zeigt die höchste Konzentration von Haselnussschalen. Die Ergebnisse des Vergleiches zwischen Häusern und Gassen sind in Abbildung 15 zusammengestellt.

3.10 Herausarbeitung von Gruppierungen mit Hilfe statistischer Methoden

3.10.1 Zeigen aktualistisch gruppierte Taxa Korrelationen?

Mit Hilfe der Spearman Rangkorrelation wurde geprüft, ob aktualistisch eingeteilte Taxa und signifikant positiv korrelierende Taxa übereinstimmen. Von den Taxa aus Ökogruppen ähnlicher Standorte (Abbildung 8) zeigen nur wenige eine signifikant positive Korrelation. D.h. es gibt nur wenige Taxa-Paare, die nicht zufällig zusammen auftreten:

- Wald-, Waldschlag- und Waldrand (Abbildung 16): In dieser Gruppe korrelieren 53 von 351 Taxa-Paaren signifikant positiv. Dies entspricht einem Anteil von 15.1%. Diese decken sich zu einem grossen Teil mit den signifikant positiven Korrelationen der Sammelpflanzen (Kapitel 3.10.2), welche dieser Ökogruppe angehören (Abbildung 17). *Eupatorium cannabinum*, *Sambucus* spec.und *Solanum dulcamara* korrelieren mit keiner anderen Wald-, Waldschlag- und Waldrandpflanze, sowie mit keiner aus einer anderen ökologischen Gruppe.
- Ruderal- und Ackerstandorte und Wiesen (Abbildung 18):In dieser Gruppe korrelieren 11 von insgesamt 171 Taxa-Paaren positiv, was einem Anteil von 6.4% entspricht. Taxa von zehn Paaren korrelieren zusätzlich mit Kulturpflanzen. Einzig die korrelierenden Taxa *Prunella vulgaris* und *Verbena officinalis* zeigen keine Korrelation mit Kulturpflanzen.
- Wasser- und Uferpflanzen: Keine der vier Wasser- und Uferpflanzen korreliert mit einer anderen.
- Alle Ökogruppen (ohne Kultur- und Sammelpflanzen, mit *Brassica rapa* und *Physalis alkekengi*) (Abbildung 19): Es korrelieren lediglich vier Taxa-Paare, welche aus Vertretern unterschiedlicher Ökogruppen bestehen.

	Fragaria vesca	Rubus fruticosus	Rubus idaeus	Rubus caesius	Rosa spec	Cornus sanguinea	Corylus avellana	Viburnum opulus	viburnum lantana	Moehringia trinervia	Tilia platyphyllos	Alnus spec.	Betula spec.	Prunus spinosa	Prunus mahaleb	Malus sylvestris	Fagus sylvatica	Quercus spec	Viscum album	Campanula rapunculoides	Physalis alkekengi
Fragaria vesca		x	x	x	x	x	x	x		x											
Rubus fruticosus			x	x	x	x	x		x		x					sa	x				
Rubus idaeus				x	x	x	x		x	x											
Rubus caesius						x		x							x		x		x		
Rosa spec						x	x		x					x							
Cornus sanguinea							x		x	x				x							
Corylus avellana																					
Viburnum opulus														x	x				x		
viburnum lantana														x							
Moehringia trinervia												x									
Tilia platyphyllos																p		x			
Alnus spec.													x								
Betula spec.																					x
Prunus spinosa																					
Prunus mahaleb																				x	
Malus sylvestris																x	x	x	st		
Fagus sylvatica																		x	x		
Quercus spec																			x		
Viscum album																					
Campanula rapunculoides																					
Physalis alkekengi																					

Abbildung 16: Korrelationen Wald-, Waldschlag- und Waldrandpflanzen

3.10.2 Zusammen auftretende Sammelpflanzen

Von den Sammelpflanzen gibt es relativ viele, die auffällig oft zusammen vorkommen (Abbildung 17). Es wurden 35 positiv signifikante Korrelationen (28.2%) von insgesamt 124 Taxa-Paaren festgestellt. In Abbildung 17 sind die Pflanzen-Paare dargestellt. *Sambucus* spec. und *Physallis alkekengi* treten mit keiner anderen Sammelpflanze zusammen auf.

	Fragaria vesca	Rubus fruticosus	Rubus idaeus	Rubus caesius	Rosa spec	Brassica rapa	Corylus avellana	Malus sylvestris	Fagus sylvatica	Quercus spec	Viscum album	Prunus spinosa
Fragaria vesca		x	x	x	x	x	x					
Rubus fruticosus			x	x	x	x	x	sa				
Rubus idaeus				x	x	x	x					
Rubus caesius									x	x	x	
Rosa spec							x					x
Brassica rapa												
Corylus avellana												
Malus sylvestris								x	x	x	st	
Fagus sylvatica										x	x	
Quercus spec											x	
Viscum album												
Prunus spinosa												

Abbildung 17: Korrelierende Sammelpflanzen. Malus sylvestris x: Samen, Perikarpien und Stiele korrelieren; sa: Samen korrelieren; st: Stiele korrelieren

	Arctium alle	Arctium minus	Brassica rapa	Silene cretica	Solanum nigrum	Sonchus asper	Cerastium fontanum	Prunella vulgaris	Verbena officinalis
Arctium alle		x	x				x		
Arctium minus									
brassica rapa				x	x		x		
Silene cretica					x	x	x		
Solanum nigrum							x		
Sonchus asper									
Cerastium fontanum									
Prunella vulgaris									x
Verbena officinalis									

Abbildung 18: Korrelierende Ruderal- und Wiesenpflanzen

Lycopus europaeus	UF2	Lapsana communis	RU
Moehringia trinervia	WD	Brassica rapa	RU
Moehringia trinervia	WD	Cerastium fontanum	WI
Moehringia trinervia	WD	Silene cretica	RU

Abbildung 19: Korrelierende Taxa verschiedener Ökogruppen

3.10.3 Treten unverkohlte und verkohlte Kulturpflanzenreste zusammen auf?

Von den Kulturpflanzen *Hordeum vulgare*(Gerste), *Triticum dicoccum* (Emmer), *Triticum monococcum* (Einkorn), *Triticum aestivum/durum/turgidum* (Nacktweizen), *Triticum* spec.(Weizen), Cerealia (Getreide), *Linim usitatissimum* (Lein) Samen und -Kapseln, und *Papaver somniferum* (Schlafmohn) Samen zeigen 25 von insgesamt 153 Taxa-Paaren (16%) eine signifikant positive Korrelation. 21 der Korrelationen sind zwischen zwei unverkohlten und 4 zwischen zwei verkohlten Resttypen. Es gibt keine signifikant positive Korrelation zwischen einem unverkohlten und verkohlten Resttyp (Abbildung 20). Erwähnenswert sind die Korrelationen zwischen unverkohltem Getreidedrusch (Emmer und Nackweizen) und Leinkapselbruch, da diese mit dem Resultat der Varianzanalyse übereinstimmen, indem genau diese Resttypen in den Gassenbereichen erhöhte Konzentrationen aufweisen (Kapitel 3.9, Abbildung 15).

	Cerealia Pe unv	Cerealia Dru unv	Hordeum vulgare SG unv	Triticum dicoccum HSB unv	Triticum aest/dur/turg SG unv	Linum usitatissimum Ka unv	Linum usitatissumum Sa unv	Papaver somniferum unv	Hordeum vulgare Ko vk	Triticum dicoccum HSB vk	Triticum aest/dur/turg Ko vk	Triticum monococcum HSB vk	Linum usitatissimum Sa vk	Linum usitatissimum Ka vk
Cerealia Pe unv		x	x	x	x	x	x							
Cerealia Dru unv				x	x	x	x							
Hordeum vulgare SG unv								x						
Triticum dicoccum HSB unv					x	x	x	x						
Triticum aest/dur/turg SG unv						x	x	x						
Linum usitatissimum Ka unv							x	x						
Linum usitatissumum Sa unv								x						
Papaver somniferum unv														
Hordeum vulgare Ko vk										x			x	
Triticum dicoccum HSB vk														x
Triticum aest/dur/turg Ko vk												x		
Triticum monococcum HSB vk														
Linum usitatissimum Sa vk														
Linum usitatissimum Ka vk														

Abbildung 20: Korrelierende Kulturpflanzen unverkohlt und verkohlt. Legende: Pe: Perikarp, Dru: Drusch, SG: Spindelglied, HSB: Hüllspelzenbasen, Sa: Samen, Ko: Körner, Ka: Kapselfragmente, unv: unverkohlt, vk: verkohlt

4 Diskussion

4.1 Schichterhaltung und Zusammensetzung

4.1.1 Samengesamtkonzentration und fragile Reste

Die durchschnittliche Samengesamtkonzentration von 7646 Stk. pro Liter (73 Proben) unverkohlter Makroreste liefert einen Hinweis auf eine sehr gute Schichterhaltung. Dieser Wert liegt deutlich über 1000 Stück pro Liter, was in Jacomet et al. (1989, 55) als unterer Grenzwert für eine gute Schichterhaltung angegeben wird. H. Schlichtherle (1985, 26) spricht von einer guten Schichterhaltung bei einem Korndichte-Wert von 1800 Samen und Früchten pro Liter Sediment. Bei hohen Anteilen von Erdbeernüsschen und Schlafmohnsamen kann die durchschnittliche Samengesamtkonzentration sehr hohe Werte annehmen. Brombacher und Jacomet (1997, 226) empfehlen, deshalb diese beiden Arten nicht zu berücksichtigen, wenn die Samengesamtkonzentration als Indikator für die Schichterhaltung betrachtet wird. Diese Werte wurden ohne Berücksichtigung allfällig auftretender Probleme bei der Aufbereitung der Proben (Schlämmen), welche die Samengesamtkonzentration beeinflussen(Hosch und Zibulski 2003, 852), herausgearbeitet. Da die Proben von Arbon Bleiche 3 zusätzlich zu hohen Anteilen von Schlafmohnsamen und Erdbeernüsschen hohe Anteile von Leinsamen und Leinkapselfragmenten aufweisen, werden auch diese nicht berücksichtigt. Die verbleibende Samengesamtkonzentration von 2650 Stk. pro Liter unverkohlter Diasporen spricht immer noch für eine sehr gute Schichterhaltung.

Ein weiteres Kriterium zur Beurteilung der Erhaltung ist die Präsenz von korrosionsanfälligen, fragilen Resten, wie unverkohlter Getreidedrusch und Leinkapselbruch (Brombacher und Jacomet 1997, 226; Schlichtherle 1985, 29). Da zahlreiche unverkohlte Dreschreste vorhanden sind, sofern sie nicht durch intensives Schlämmen eliminiert wurden (Hosch und Zibulski 2003), spricht auch dieses Kriterium für sehr gute Erhaltungsbedingungen.

4.1.2 Artenspektrum (Diversität)

Das Artenspektrum einer Kulturschicht ist unter anderem von der Anzahl untersuchter Proben abhängig (Brombacher und Jacomet 1997, 222) (Kapitel 2.3). Deshalb werden für einen Vergleich der Diversität verschiedener Siedlungen nur solche einbezogen, von welchen eine vergleichbare Anzahl Proben untersucht wurde. Es zeigt sich, dass die in Arbon Bleiche 3 nachgewiesenen 148 Taxa mit der Diversität anderer neolithischer Feuchtbodensiedlungen vergleichbar ist. In den Siedlungen von Raum Zürich wurden für die pfynzeitlichen Siedlungen Kanalisationssanierung-Zürich Seefeld Schicht 9 140Taxa (34 Proben), Zürich Mozartstrasse Schicht 4 139 Taxa (68 Proben) und für die horgenzeitlichen Siedlungen Kanalisationssanierung-Zürich Seefeld Schicht 4 142 Taxa (48 Proben), Kanalisationssanierung-Zürich Seefeld Schicht 3 167 Taxa (36 Proben), Zürich Mozartstrasse Schicht 3 158 Taxa (139 Proben), Kanalisationssanierung-Zürich Seefeld Schicht 2 123 Taxa (53 Proben) (Brombacher und Jacomet 1997, 222), Pfäffikon-Burg (3100-3000v. Chr) 142 Taxa (54 Proben) (Zibulski in prep, 3) und Horgen-Scheller (3080-3030 v. Chr.) 249 Taxa (62 Proben), wobei 187 Taxa einer ökologischen Gruppe zugewiesen werden konnten (Favre 2002, 161), gefunden. Es zeigt sich also, dass, sofern genügend Proben untersucht werden können, in Feuchtbodensiedlungen eine Artendiversität von etwa 140-150 Taxa erwartet werden kann.

4.1.3 Zusammensetzung der Kulturschicht beurteilt anhand von Resultaten der Korrespondenzanalyse und Spearman Rangkorrelation

Da die Korrespondenzanalyse keine Gruppierung der Proben entsprechend der jeweiligen Artenzusammensetzung ergab, kann davon ausgegangen werden, dass das Artenspektrum aller Proben sehr ähnlich ist. Man darf annehmen, dass die Kulturschicht aus einer Mischung von Resten unterschiedlicher Herkunft besteht, also eine Thanatocoenose darstellt. Dies sind in erster Linie Produkte der Nahrungszubereitung, landwirtschaftliche Produkte, Abfälle, menschliche und tierische Exkremente, zufällig an Bekleidung oder Fellen von Haustieren haftende Samen und lokal wachsende Pflanzen. Die teilweise erhöhten Konzentrationen einzelner Taxa in einigen Bereichen der Siedlungsfläche (Kapitel 3.9) reichen nicht aus, um die entsprechenden Proben anhand der Artenzusammensetzung zu unterscheiden und somit separat zu gruppieren. Dass aber mit geeignetem Material eine Gruppierung durchaus möglich ist, zeigen die Beispiele von Saint-Blaise/Bains des Dames und Horgen-Scheller: In Saint-Blaise/Bains des Dames konnten Steinhaufen

und Lehmlinsen teilweise abgegrenzt werden (Mermod 2000, 120-121) und in Horgen-Scheller wurden verschiedene Siedlungsphasen getrennt gruppiert Favre 2002, 164).

Im Unterschied zur Korrespondenzanalyse ergab die Spearman Rangkorrelation in Arbon Bleiche 3 Taxa-Paare, welche sehr oft zusammen in den Proben auftreten (Kapitel 3.10). Erwähnenswert ist in diesem Zusammenhang, dass es keine signifikant positiven Korrelationen von unverkohlten mit verkohlten Kulturpflanzenresten gibt. Dies zeigt, dass diese vermutlich auf unterschiedliche Weise in die Schicht gelangt sind. Die verkohlten Reste sind vermutlich während des Kochens und Backens unbeabsichtigt ins Feuer gefallen, als Abfall absichtlich ins Feuer geworfen worden oder beim Darren der bespelzten Körner verbrannt und deshalb verkohlt in der organischen Schicht erhalten geblieben. Da es keine Bereiche mit erhöhten Konzentrationen von verkohlten Kulturpflanzenresten gibt (Kapitel 3.9.3), kann nicht mit Sicherheit gesagt werden, ob diese tatsächlich im Bereich von Herdstellen entstanden, währenddem unverkohlte Reste direkt in die Kulturschicht unterhalb der Häuser und die Gassebereiche gelangten.

4.2 Korrelationen von Wildpflanzen innerhalb von Ökogruppen

4.2.1 Korrelationen von Wald-, Waldschlag-, Waldrand- und Gebüschpflanzen (Abbildung 16)

Sämtliche Taxa dieser Gruppe, die mit mindestens 20% Stetigkeit auftreten, sind Pflanzen, die genutzt werden können – einschliesslich der Sammelpflanzen. *Moehringia trinervia* ist die einzige Ausnahme. Samen von *Moehringia trinervia* treten auch in anderen Ufersiedlungen wie Sipplingen-Osthafen am Bodensee und im Raume Zürich recht häufig auf, weshalb es naheliegend erscheint, dass diese Samen mit irgendwelchem Sammelgut wie z.B. Moospolster oder sogar Erntegutproben (Abbildung 31) in die Siedlungen gelangt sind (Jacomet 1990, 314). In Arbon Bleiche 3 korreliert *Moehringia trinervia* (Dreisternigd Nabelmiere) mit *Fragaria vesca* (Erdbeeren), *Rubus idaeus* (Himbeeren) und *Corylus avellana* (Haselnussschalen), was die Annahme, dass die *Moehringia*-Samen im Zusammenhang mit Sammelgut in die Schicht gelangt sein könnten, bestärkt. Auch die drei Taxa *Eupatorium cannabinum*, *Sambucus* spec., *Solanum dulcamara*, welche keine Korrelationen zeigen, können genutzt werden. Da die Wald-, Waldschlag-, Waldrand- und Gebüschpflanzen also nur durch Taxa, welche von Menschen verwendet werden können, repräsentiert werden, ist es kaum möglich, aufgrund ihres gemeinsamen Auftretens in der Kulturschicht Rückschlüsse zu ziehen, ob und welche Pflanzen am selben Standort gewachsen sind. Mit den Korrelationen kann viel eher rekonstruiert werden, welche dieser Pflanzen wahrscheinlich zusammen gesammelt, im selben Bereich aufbewahrt oder verarbeitet worden sind, oder im Falle von *Moehringia trinervia*, mit dem Sammelgut oder Erntegut in die Siedlung gelangt sind.

4.2.2 Korrelationen von Ruderal- und Wiesenpflanzen (Abbildung 18)

Der geringe Anteil von 6.4% aller möglichen Korrelationen zeigt, dass die Samen der Ruderalen und Wiesenpflanzen in der Kulturschicht zufällig, im Sinne von unabhängig voneinander, verteilt sind. Eine Voraussetzung für ein gemeinsames Erscheinen in der Kulturschicht wäre Schneiden der reifen Kräuter, um beispielsweise Winterfutter (Heu) für das Vieh zu gewinnen. Heugewinnung kann vemutlich ausgeschlossen werden, da die Diversität der Samen/Früchte und Pollen in den untersuchten Geiss/Schaf Koprolithen und potentiellen Kuhdung zu gering ist (Hadorn und Kühn in prep.). Eine weitere Möglichkeit, dass Wildkräuter zusammen auftreten wäre, dass Samen verschiedener Pflanzen eines Standortes durch weidendes Vieh gefressen wurden und später in Exkrementen in die Siedlung gelangten. Geiss/Schafkoprolithen und potentieller Kuhdung enthalten tatsächlich einige Samen von Wildkräutern (Akeret und Rentzel 2001, 177; Kühn in prep.). Da es sich jedoch nur um Einzelfunde handelt, ist deren Anzahl und Häufigkeit zu gering, um einen Zusammenhang mit Spearman-Rankorrelation nachzuweisen. Ausser *Silene cretica* und *Cerastium fontanum* sind die zusammen auftretenden Pflanzen potentielle Nutzpflanzen (Maier 2001, 111ff; Pahlow 1994). D.h., es wäre möglich, dass sie durch Sammeln in die Siedlung gebracht wurden und danach zusammen in die Kulturschicht gelangten. Dies wäre durchaus denkbar, da sie doch immerhin mit einer minimalen Stetigkeit von 20% auftreten.

Auffallend ist jedoch, dass sieben der neun zusammen auftretenden Taxa auch mit Kulturpflanzen korrelieren (Abbildung 18 und Abbildung 8). Dies spiegelt vielleicht ihr gemeinsames Auftreten auf den Äckern wider, d. h. sie könnten gemeinsam mit dem Erntegut in die Siedlung gelangt sein (Kapitel 4.2.3). Somit wären sie als Vertreter der Ackerbegleitflora in der Kulturschicht vertreten und nicht aufgrund ihres gemeinsamen Auftretens an Ruderal- und Wiesenstandorten. Dies würde bedeuten, dass sich eine durch anthropogene Einwirkungen entstandene Pflanzengemeinschaft, die als solche in die Siedlung gebracht wird, in der Kulturschicht manifestiert, nämlich die Ackerbegleitpflanzen.

4.2.3 Korrelationen von Kulturpflanzen und Wildkräutern (Abbildung 8)

Die neun mit Kulturpflanzen korrelierenden Wildkräuter könnten als Ackerbegleitflora mit den geernteten Kulturpflanzen in die Siedlung gelangt sein (Abbildung 8). Die Feststellung, dass die meisten dieser Taxa (Kapitel 4.2.2) zusammen auftreten, kann als Hinweis, dass diese Pflanzen zusammen in die Siedlung gelangten und tatsächlich am selben Standort, dem Acker, gewachsen sind, interpretiert werden. Dies sind im Vergleich zu den in Horgen-Scheller gefundenen mit Kulturpflanzen korrelierenden Wildkräutern wenige (Favre und Jacomet in prep. 9, 12) (Abbildung 31). Von der Annahme ausgehend, dass die Samen dieser Wildkräuter tatsächlich mit dem Erntegut in die Siedlung gelangt sind, kann anhand der ökologischen Standortansprüche der einzelnen Ackerbegleitpflanzen auf die mögliche Bodenbeschaffenheit und Bewirtschaftung der Äcker geschlossen werden (Kapitel 4.7).

4.2.4 Korrelationen von Taxa verschiedener Ökogruppen (ohne Kultur- und Sammelpflanzen) (Abbildung 19)

Die meisten gefundenen Korrelationen bestehen zwischen Kultur- und Sammelpflanzen. Korrelationen von Taxa, die heute verschiedenen Ökogruppen zugeteilt werden, könnten zusätzlich zur aktualistischen Einteilung Hinweise für die Zuweisung einzelner Taxa zu Ökogruppen geben. Viermal sind solche Korrelationen aufgetreten. Die vier Taxapaare setzen sich einmal aus einer Ufer- und Ruderalpflanze, einmal aus einer Wald- und Wiesenpflanze und zweimal aus einer Wald- und Ruderalpflanze zusammen (Abbildung 19). *Lycopus europaeus* und *Lapsana communis* haben beide eine breite ökologische Amplitude und können deshalb zusammen auftreten (Abbildung 34). Drei Paare bestehen aus jeweils *Moehringia trinervia* und zweimal verschiedenen Ruderal-/Ackerpflanzen – *Silene cretica*, *Brassica rapa* – und einmal einer Wiesenpflanze – *Cerastium fontanum*. *Moehringia trinervia* hat eine nicht sehr breite ökologische Amplitude, sie wächst auf bewaldeten und aufgelichteten Standorten. *Silene cretica* und *Brassica rapa* wachsen am ehesten auf Äckern, wobei *Brassica rapa* auch gesammelt wurde. *Cerastium fontanum* kommt auch auf Äckern und im Wald vor. *Moehringia trinervia* kann wie oben erwähnt (siehe Korrelationen von Wald-, Waldschlag-, Waldrand- und Gebüschpflanzen) mit Sammelpflanzen in die Siedlung gelangt sein. Andererseits werden *Moehringia*-Samen auch in Getreide- und Leinvorräten nachgewiesen (Abbildung 31), was bedeutet, dass sie mit Erntegut in die Siedlungen gelangten (Brombacher und Jacomet 1997, 260-261; Maier 2001, 81). Da sowohl *Silene cretica* wie auch *Brassica rapa* mit Kulturpflanzen korrelieren und deshalb angenommen wird, dass sie auf Äckern wuchsen, könnte deren gemeinsames Auftreten mit *Moehringia trinervia* bedeuten, dass letztere vielleicht auch auf Feldern oder am Rande von Feldern wuchs. Solche Felder waren vermutlich mindestens teilweise von Wald umgeben oder die Ackerflächen wurden erst kürzlich gerodet. D.h eine deutliche Abgrenzung von Waldstandorten und Offenland-Flächen kann auf die damalige Landschaft nicht 1:1 übertragen werden. Dieser Eindruck aufgrund lediglich einer Art –*Moehringia trinervia* – erscheint zwar gewagt, deckt sich aber mit den in Kapitel 4.7.6 erwähnten Feststellung, dass die Pflanzengesellschaften vermutlich noch wenig differenziert waren.

4.2.5 Schlüsse aus den Korrelationen innerhalb und zwischen verschieden Ökogruppen

Die gefundenen Korrelationen lassen sich mit grösster Wahrscheinlichkeit auf anthropogene Einflüsse, zurückführen: Sammelpflanzen, Ackerbegleitpflanzen. Daraus geht hervor, dass sich natürliche Pflanzengemeinschaften nicht direkt in der Kulturschicht widerspiegeln und somit anhand offener Fundkomplexe kaum rekonstruiert werden können. Die aktualistische Einteilung der Pflanzen in Ökogruppen konnte mit dem vorliegenden Material nicht erweitert werden, und mit der aktualistischen Gruppierung konnten die Pflanzengesellschaften der Umgebung Arbons nicht erfasst werden.

4.3 Kulturpflanzen

4.3.1 Wurden Kulturpflanzen angebaut?

Das zahlreiche und regelmässige (stetige) Auftreten von Getreideresten kombiniert mit Geräten, die für den Ackerbau verwendet worden sein könnten (Geweihhacken und Erntemesser, evtl. ein potentielles Joch) (Deschler-Erb, Marti-Grädel und Schibler 2002, 326; Leuzinger 2002, 81, 87) deutet darauf hin, dass die Siedler von Arbon Bleiche 3 Getreide angebaut haben. Verschiedene Autorinnen (Bakels 2001; Smith 2001; van der Veen 1991) weisen darauf hin, dass Modelle, basierend auf Vorhandensein von Funden verschiedener Getreidereinigungsstadien allein nicht ausreichen, um Produzenten- und Konsumenten-Gemeinschaften zu erkennen. M. van der Veen stellt fest, dass es

nicht nur zwei Extreme gibt, sondern dass man mehrere Kategorien von Siedlungstypen definieren sollte: Produktion für den Eigenbedarf, Produktion mit Überschuss, kleine Konsumentensiedlung, grosse städtische Agglomerationen (van der Veen 1991, 357). Sie weist darauf hin, dass es wichtig sei, auch andere Daten (Knochen, Mühlen, Sicheln etc.) in die Bewertung miteinzubeziehen (Van der Veen 1991, 360). W. Smith erwähnt, dass Getreidedrusch als wertvoller Rohstoff ebenso wie Getreidekörner gehandelt werden und deshalb auch bei Konsumenten gefunden werden kann (Smith 2001, 289-290). Auch Getreidedrusch kann ein ackerbauliches Produkt darstellen (Smith 2001, 294). Diese Ausführungen beziehen sich in erster Linie auf Siedlungen aus der Römerzeit, während welcher ausgebaute Handelsbeziehungen bestanden. Es gab jedoch bereits während des Neolithikums gewisse Handelskontakte (Kapitel 4.13.2), wobei diese nicht so ausgeprägt waren. zudem stellt Smith (2001, 295) ebenfalls fest, dass der ganze Kontext einer Fundstelle beachtet werden sollte. C. Bakels bemerkt, dass eine Unterscheidung zwischen Produzenten- und Konsumenten-Siedlungen ausschliesslich anhand von archäobotanischem Material nicht möglich ist. Andere Elemente wie Werkzeuge, gehandelte Waren, Architektur sollten in die Beurteilung miteinbezogen werden (Bakels 2001, 300).

Da in Arbon Bleiche 3 neben den Kulturpflanzen selbst wie bereits erwähnt sowohl Werkzeuge für den Anbau als auch für die Verarbeitung von Kulturpflanzen vorhanden sind, kann also davon ausgegangen werden, dass Kulturpflanzen angebaut wurden.

4.3.2 Getreide

Getreidereste sind über die ganze Grabungsfläche verteilt vorhanden, wobei sie in den Gassenbereichen höher konzentriert auftreten als innerhalb der Hausgrundrisse. Getreide stellen als Kohlenhydratquelle einen wichtigen Beitrag an die Ernährung dar. Weizen enthält 58%-61% Kohlehydrate und 10%-14% Proteine und Gerste 61%-73% Kohlehydrate und ca. 10% Proteine (Franke 1997, 81-86, 88-90; Bickel-Sandkötter 2001, 388ff, 396; Jacomet et al. 1989, 94). Getreide können als Sommerfrucht (Aussaat im zeitigen Frühjahr) und Winterfrucht (Aussaat September bis Oktober) angepflanzt werden. Die Erträge der Wintergetreide sind für alle Arten höher als jene der Sommergetreide (Bickel-Sandkötter 2001, 388ff, 396; Franke 1997, 81-86, 88-90; Jacomet et al. 1989, 93-95).

Da die analysierten Proben aus der feucht erhaltenen Kulturschicht entnommen wurden (Kapitel i 2.2), war der grösste Anteil der gefundener Reste unverkohlt erhalten. Dies traf auch auf die Getreidereste zu. Die Körner jedoch blieben mit Ausnahme von zwei unverkohlten Exemplaren und Testafragmenten nur verkohlt erhalten. 65% aller quantitativ erfassten Getreidefunde (2074 Stk. Cerealia, 882 Stk. *Triticum* spec. inklusive *Triticum monococcum/dicoccum* und *Triticum aestivum/durum/turgidum/dicoccum*) konnten nicht auf die Art bestimmt werden. Dies führte dazu, dass man für die Interpretation, basierend auf den Getreidearten, nur etwas mehr als ein Drittel aller Getreidefunde einbeziehen konnte. Dieser Anteil von 34.7% auf die Art bestimmter Getreide war im Vergleich zum Fundplatz Horgen-Scheller, wo 69.3% aller Getreidereste bis auf die Art bestimmt werden konnten (Favre und Jacomet in prep., 10), relativ klein. Vermutlich ist dies darauf zurückzuführen, dass in der 0.5 mm Fraktion zahlreiche kleine Fragmente gefunden wurden, währenddem die Getreide von Horgen-Scheller aus grösseren Fraktionen (1 mm, 2 mm, 4 mm, und 8 mm) ausgelesen wurden (Favre und Jacomet in prep., 4).

Für die folgenden Ausführungen wurden die Nacktweizenreste von *Triticum aestivum/durum/turgidum* und *Triticum durum/turgidum* zusammengefasst, da tetraploide Nacktweizen in Arbon Bleiche 3, wie generell in Seeufersiedlungen im nördlichen Alpenvorland, vorherrschten (Jacomet und Kreuz 1999, 300). Interessant war der Fund eines Spindelgliedes mit morphologischen Merkmalen hexaploiden Nacktweizens, *Triticum aestivum* L., welcher im Alpenvorland sehr selten auftratt (Schlumbaum et al. 1998, 1112). Auch die Fundstelle Yverdon, Av. des Sports (2765-2530 v. Chr.) wies zwei Internodien von hexaploidem Nacktweizen auf (Schlichtherle 1985, 13-14). Von hexaploidem Nacktweizen gibt es keine Wildformen, sondern er entstand durch Kreuzung von bereits kultiviertem, tetraploidem *Triticum turgidum* und einem diploiden, wilden Gras, *Aegilops squarrosa* L., dessen Verbreitungsgebiet im kontinentalen und gemässigten Zentral-Asien liegt. Hexaploider Nacktweizen konnte vermutlich erst entstehen, als die Ausbreitung von tetraploidem Nacktweizen aus dem Ursprungsgebiet, dem "Fruchtbaren Halbmond" (Vorderer Orient) das Verbreitungsareal von *Aegilops squarrosa* erreicht hatte (Zohary und Hopf 2000, 55; Maier 1998, 210-211; vergleiche neu auch Salomoni et al. 2002, 429ff). Hexaploider Nacktweizen breitete sich in geringem Umfang wie die Spelzweizen Emmer und Einkorn aus dem Ursprungsgebiet im Vorderen Orient über die Balkan-Halbinsel und das Donaugebiet bis nach Ost- und Mitteleuropa aus (Maier 1998, 211; Zohary und Hopf 2000, 55). Die ältesten sicher bestimmten hexaploiden Nacktweizen wurden in einer Linearbandkeramischen Siedlung (6. Jahrtausend v. Chr.) und Rössener Siedlungen (5. Jahrtausend

v. Chr.) in Süddeutschland und den Niederlanden nachgewiesen (Maier 1998, 210-211; Schlumbaum et al. 1998, 1112).

Tetraploider Nacktweizen, der sich direkt aus dem Emmer entwickelte und aus dem Nahen Osten stammt, breitete sich vermutlich entlang der Küsten der Mittelmeerländer nach Mitteleuropa aus (Zohary und Hopf 2000, 55; Maier 1998, 211). Älteste Funde von tetraploidem Nacktweizen im Schweizerischen Mittelland traten in Egolzwiler Siedlungen (4400 – 4200 v.Chr.) auf (Maier 1998, 213). Aufgrund von Spindelgliedfunden in neolithischen Siedlungen des Alpenvorlandes gilt die Anwesenheit von tetraploidem Nacktweizen als sicher, er unterscheidet sich morphologisch von jenem hexaploider Nacktweizen. Nacktweizenkörner können jedoch morphologisch nicht unterschieden werden. Sie zeichnen sich durch eine grosse Formenvielfalt aus, weshalb Jacomet (in Schlumbaum et al. 1998, 1117) vermutet, dass verschiedene Rassen oder verschiedene Arten gleichzeitig angebaut wurden. DNA Untersuchungen an verkohlten Körnern aus der Cortaillod Siedlung Zürich Mozartstrass 16 zeigten, dass sowohl tetraploide wie auch hexaploide Nacktweizen in dieser Siedlung auftraten. Spindelglieder wurden keine gefunden. Ob die hexaploiden angebaut wurden oder durch Handel in die Siedlung gebracht wurden, ist unbekannt (Schlumbaum et al. 1998, 1117).

Aufgrund dieser Erkenntnisse wäre es nun vorstellbar, dass in Arbon Bleiche 3 neben vorwiegend tetraploidem Nacktweizen auch geringe Mengen von hexaploidem Nacktweizens vorhanden waren. Das verkohlte Spindelglied ist ein Hinweis dafür.

4.4 Das Verhältnis der verschiedenen Getreidearten

Um die Bedeutung der einzelnen Getreidearten zu beurteilen, wurden deren Prozentanteile (Abbildung 10) berechnet. Da der Prozentanteil der Dreschreste beider Erhaltungszustände (unverkohlt und verkohlt) und der Körner des Nacktweizens durchwegs gross war, scheint diese Art die wichtigste gewesen zu sein. Aufgrund der verkohlten Dreschreste erscheint die Bedeutung von Emmer und Gerste ähnlich gross. Unverkohlte Gerstendreschreste sind erhaltungsbedingt immer untervertreten (Brombacher und Jacomet 1997, 240). Den geringen Anteil unverkohlter Gerstendreschreste kann man deshalb kaum für die Beurteilung einbeziehen. Verkohlte Dreschreste und vor allem Körner, von Gerste nämlich, waren zahlreich. Aufgrund der Getreidekörner könnte man annehmen, Gerste sei das Hauptgetreide. Auffallend ist das nahezu vollständige Fehlen verkohlter Emmerkörner, da beträchtliche Mengen verkohlter und unverkohlter Dreschreste erfasst wurden. Dreschreste von Spelzgetreide sind aber allgemein besser repräsentiert und, auf die Anzahl Körner bezogen, fallen mehr Dreschreste an als von Nacktgetreiden (Brombacher und Jacomet 1997, 240). Zieht man dies in Betracht, könnte man annehmen, dass Emmer weniger bedeutend als Gerste war. Einkorn trat nur selten auf. Dieses Getreide wuchs vermutlich eher zufällig in den anderen Getreidefeldern und wurde folglich, falls gleichzeitig reif, mit diesen geerntet, verarbeitet und im Saatgut wieder ausgesät.

Ein Vergleich des Getreidespektrums bezogen auf die Korneinheiten ergibt eine weitere Vergleichsbasis (Abbildung 11a). Es zeigt sich auch hier, dass Nacktweizen das Hauptgetreide war, gefolgt von Emmer und Gerste, wobei hier Emmer stärker vertreten ist als Gerste. Einkorn war mit Sicherheit selten.

4.5 Vergleich der Getreideanteile mit anderen Siedlungen aus dem gleichen Zeitraum

Da Arbon Bleiche 3 in der Übergangsperiode zwischen der Pfyner und Horgener Kultur besiedelt war, wird das Verhältnis der einzelnen Getreidearten untereinander mit jenem anderer Fundplätze aus diesem Zeitraum verglichen (Abbildung 21). Eine Gegenüberstellung der Getreideanteile aus den offenen Fundkomplexen und den Profilkolonnen (Brombacher in prep.) ergaben unterschiedliche Prozentanteile je nach Probentyp (Jacomet schriftliche Mitteilung). Da im Folgenden nur Proben offener Fundkomplexe verglichen werden, ist die Gegenüberstellung aussagekräftig. Ein Vergleich der Getreidekonzentrationen ist, wie früher erwähnt, nicht sehr zuverlässig, da Konzentrationen von diversen Bedingungen wie z.B. Erhaltung, Fraktion, Schlämmweise, Probenvolumen (repräsentative Erfassung) abhängen (Hosch und Zibulski, 2003). Deshalb werden im Folgenden die verschiedenen Grabungen anhand der prozentualen Anteile der verkohlten Getreidedreschreste verglichen. Als Vergleichsbasis dienen die verkohlten Dreschreste, da diese weniger von den Erhaltungs- und Aufbereitungsbedingungen abhängen als die unverkohlten Reste (Abbildung 21). Die Daten stammen aus der Datenbank der Arbeitsgruppe Basel und wurden grösstenteils bereits publiziert. (Favre und Jacomet 2002; Brombacher 1997, 167-186; Brombacher 2000, 155-168; Brombacher und Jacomet 1997; Jacomet et al. 1989; Zibulski in prep.).

Vergleicht man nun die prozentualen Anteile der verkohlten Spindelglieder und Ährchengabeln in den organischen Schichten verschiedener Fundstellen aus der Pfyner und Horgener Kultur im

Alpenvorland, kann die Veränderung der Bedeutung der Getreidearten (siehe Einleitung) anhand der Getreidespektren gezeigt werden. In den zwei Pfyner Schichten Zürich Mozartstrasse Schicht 4 und Zürich Kansan Schicht 5 sowie in der frühesten horgenzeitlichen Schicht Nidau Schicht 5 dominieren Gerste und Nacktweizen. In den Horgener Schichten Zürich Kansan Schicht 4, Lattrigen VII, Zürich Kansan Schicht 3, Pfäffikon-Burg, Zürich Mozartstrasse Schicht 3 und Horgen-Scheller gewinnt neben Gerste und Nacktweizen zusätzlich Emmer an Bedeutung. Somit zeigt das Getreidespektrum von Arbon Bleiche 3 mit seinem Auftreten von Emmer mehr Ähnlichkeit mit den Horgener Siedlungen.

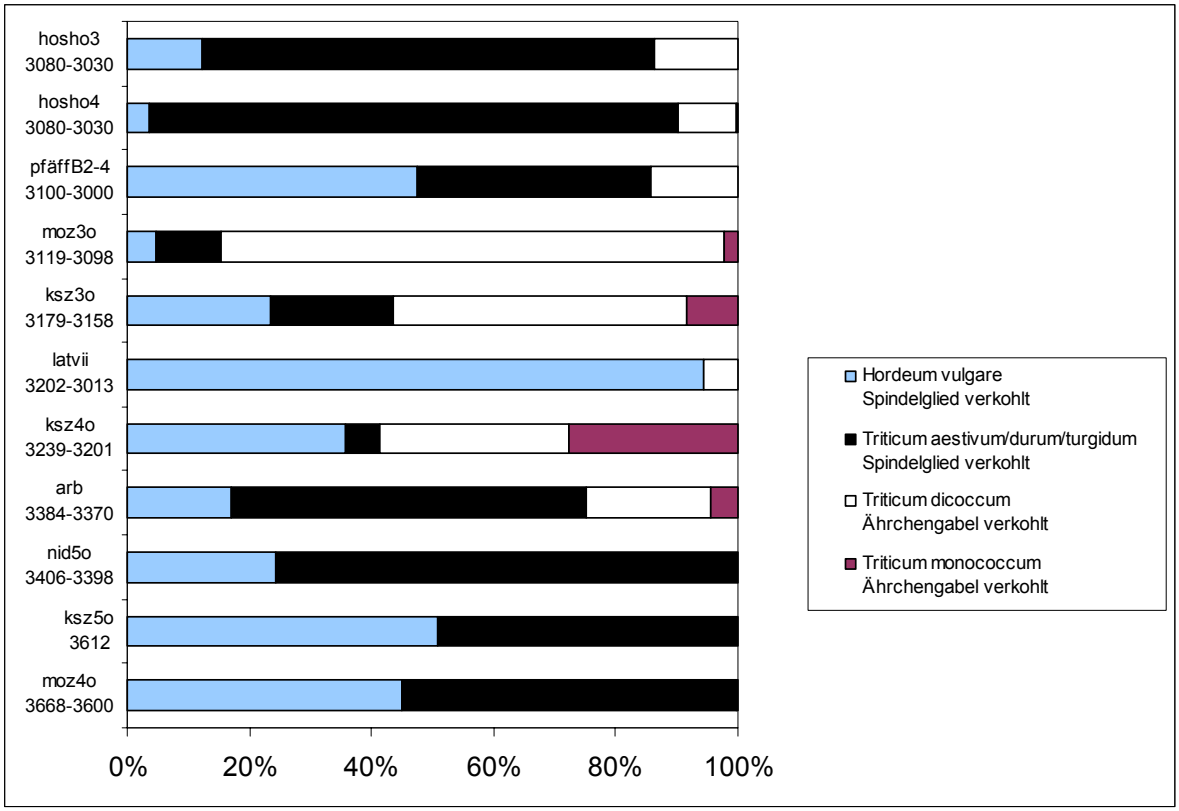


Abbildung 21: Vergleich der Prozentanteile der verkohlten Getreidereste verschiedener pfyn- und horgenzeitlicher Siedlungen. Die Daten stammen aus der Datenbank der Arbeitsgruppe Basel und wurden grösstenteils bereits publiziert (Favre 2002; Brombacher 2000, 155-168; Brombacher 1997, 167-186; Brombacher und Jacomet 1997; Jacomet et al. 1989; Zibulski in prep.).

moz4o	Zürich Mozartstrasse 4	3668 - 3600 BC
ksz5o	Kanalisationssanierung Zürich - Seefeld 5	3612 BC
nid5o	Nidau 5	3406 - 3398 BC
arb	Arbon Bleiche 3	3384 - 3370 BC
ksz4o	Kanalisationssanierung Zürich - Seefeld 4	3239 - 3201 BC
latVII	Lattrigen VII	3202 - 3013 BC
ksz3o	Kanalisationssanierung Zürich - Seefeld 3	3179 - 3158 BC
moz3o	Zürich Mozartsrasse 3	3119 - 3098 BC
pfäffB2-4	Pfäffikon Burg	3100 - 3000 BC
hosho	Horgen Scheller	3080 - 3030 BC

4.6 Lein (*Linum usitatissimum*)

Lein kann als Öl- und Faserpflanze genutzt werden. Er ist vermutlich die älteste unserer Kulturpflanzen und diente in erster Linie der Fasergewinnung (Zohary und Hopf 2000, 198). Wie Getreide kann man Lein als Sommer- (Aussaat im Frühling, Ernte im Sommer) und Winterlein

(Aussaat im Herbst, Ernte im Sommer, frühzeitiger als Sommerlein) anbauen. Die Pflanzen erreichen eine Höhe von 60-100 cm (170 cm). Die Samen enthalten 30%-50% fettes Öl (Bickel-Sandkötter 2001, 198; Franke 1997, 164-166; Jacomet et al. 1989, 114). Um Leinfasern zu gewinnen, rauft man die ganzen Pflanzen aus und trocknet sie gebündelt. Um die Fasern zu isolieren benötigt man diverse Reinigungsschritte: Riffeln (Abstreifen der Kapseln, indem man die Leinbündel durch einen Kamm zieht), Rösten (Auflösen von Mittellamellen und Zellen in der Rindenschicht), Brechen der gebündelten Stängel, um sie von Rinden- und Holzteilen zu befreien, Hecheln (die Faserbündel werden über Hechelbretter mit Hechelzähnen gezogen, um die Fasern parallel zu richten und die spinnfähigen Langfasern von den Kurzfasern, dem "Werg", zu trennen) (Bickel-Sandkötter 2001, 199-200; Franke 1997, 413).

In Arbon Bleiche 3 treten Leinsamen wie auch in anderen Seeufersiedlungen mit Feuchterhaltung, abgesehen von wenigen verkohlten Exemplaren, grösstenteils unverkohlt auf (Brombacher und Jacomet 1997, 249; Jacomet et al. 1989, 118; Favre und Jacomet in prep. 7; Zibulski in prep., 9). Wegen ihres hohen Ölgehaltes treten beim Verkohlen starke Verformungen auf, oder sie verbrennen vollständig (Jacomet und Kreuz 2001, 280).

Das gemeinsame Auftreten (signifikante Korrelation) von Leinsamen und Kapselbruch in allen Proben weist darauf hin, dass man die ganzen Kapseln in die Siedlung gebracht und verarbeitet hat. Die Konzentration der Kapselfragmente ist ausserhalb der Gebäude höher, was vermuten lässt, dass diese dorthin entsorgt wurden. Die Leinsamen sind jedoch über das ganze Siedlungsareal mehr oder weniger regelmässig verteilt vorhanden. Eine etwas andere Situation wurde in Horgen-Scheller angetroffen, indem sich dort die höchsten Konzentrationen von Leinsamen und Kapselfragmenten ausserhalb der Hausbereiche befinden. P. Favre interpretiert die hoch signifikante Korrelation von Leinsamen und Kapseln mit deren Auspressen zur Ölgewinnung. Die zurückbleibenden proteinhaltigen Presskuchen wurden an das Vieh verfüttert und die samen- und kapselhaltigen Exkremente erklären das gemeinsame Auftreten der Leinresttypen (Favre und Jacomet in prep. 7; Favre Synthese, 15-16).

Da in Arbon Bleiche 3 lediglich die Leinkapselfragmente höhere Konzentrationen in den Gassen zeigen, währenddem die Samen gleichmässiger über das Siedlungsareal verteilt sind, scheinen die Leinreste zumindest nicht ausschliesslich von Presskuchen zu stammen, sondern der vermehrt in den Gassen auftretende Kapselbruch gelangte vermutlich nach der Samengewinnung als Abfallprodukt dorthin. Aber letztendlich ist es nicht möglich nachzuweisen, ob neben direktem Verzehr der Samen Öl hergestellt wurde.

4.6.1 Verarbeitung von Lein zu Fasern?

Aufgrund von Funden von Leinsamen und Stofffragmenten (Leuzinger 2002, 134), sowie Geräten, die der Leinfaserherstellung und -verarbeitung dienten, kann davon ausgegangen werden, dass Lein sowohl zur Samen- wie auch zur Fasergewinnung angebaut wurde. Hechelkämme mit starkem Politurglanz weisen darauf hin, dass sie wahrscheinlich zum Kämmen gebrochener Flachsstängel verwendet wurden (Deschler-Erb, Marti-Grädel und Schibler 2002, 294). Tönerne Spinnwirtel und hölzerne Spindeln dienten zusammengesetzt zum Spinnen von Pflanzenfasern (Lein, Baumbast) (Leuzinger 2002, 99, 115-120). Die Verteilung der Spinnwirtel und Webgewichte (Leuzinger 2000, 121-122, 153) zeigt, dass in fast allen Häusern gesponnen wurde (Leuzinger 2002, 119).

Da im Siedlungsbereich nur wenige Leinstängel (total 162 Stk.) (P. Zibulski, mündliche Mitteilung) auftraten, wird vermutet, dass die zur Leinfasergewinnung notwendigen Prozesse ausserhalb der Siedlung durchgeführt wurden. Es ist allerdings schwierig abzuschätzen, wie umfangreich die sehr arbeitsintensive und aufwändige Herstellung der Leinfasern war, da Baumbaste im umliegenden Wald leicht gewonnen werden konnten und mit weniger Arbeitsschritten ebenfalls zu spinnbaren Fasern verarbeitet werden konnten (Rast-Eicher 1997, 303, 311). Textiluntersuchungen an den Zürcher Seeufersiedlungen zeigen, dass der Flachsanteil von der Cortaillod bis zur Horgener Zeit tendenziell zunimmt, wobei Bast (Eichen- und Lindenbast) in allen Kulturphasen klar über Lein dominiert: Die prozentualen Anteile der verwendeten Rohstoffe betragen während der Pfyner Kultur knapp 60% Bast, ca. 15% Flachs, ca. 8% Schneeball und ca. 18% diverse Materialien, und horgenzeitlich ebenfalls knapp 60% Bast, aber knapp 40% Flachs und etwas Schilf (Rast-Eicher 1997, 311). So stellt auch U. Leuzinger (2002, 120, 123-134) fest, dass in Arbon Bleiche 3 praktisch alle Textilreste aus Lindenbast hergestellt wurden. Aber in der horgenzeitlichen Siedlung Pfäffikon-Burg traten zahlreiche Leinstängel im Siedlungsbereich auf (Zibulski in prep, 9, 18-19), was beweist, dass dies durchaus möglich wäre. Zieht man alle diese Tatsachen in Betracht, könnte die geringe Anzahl Leinstängel in Arbon Bleiche 3 auch bedeuten, dass die Leinfaserherstellung verglichen mit der Samenproduktion weniger wichtig war, oder dass die Fasern nicht am Ort verarbeitet wurden.

4.6.2 Vergleich von Leinkonzentrationen mit anderen Siedlungen

Die folgenden Konzentrationsvergleiche werden eher als Grössenordnungen betrachtet, da die Zählweise (Methoden: Samen und Samenfragmente mit Hilum, Kapselfragmente mit Spitze) von jener der anderen Siedlungen abweicht. Überdies wurden die Leinreste von Horgen-Scheller aus Fraktionen über 1 mm ausgelesen (Favre und Jacomet in prep., 4). Da die Konzentrationen aber das einzig vergleichbare Mass darstellen, werden diese für Vergleiche beigezogen.

Bemerkenswert ist die hohe durchschnittliche Konzentration der Leinsamen verglichen mit einigen Fundplätzen aus dem gleichen Zeitraum (Abbildung 22). Sie übertrifft auch den Durchschnittswert der Siedlungsschichten von Pfäffikon-Burg, welche möglicherweise auf Lein- und Mohnanbau spezialisiert war (Zibulski in prep., 18) und Horgen-Scheller 4, wo dem Lein- und Mohnanbau im Vergleich mit Getreide grosse wirtschaftliche Bedeutung beigemessen wurde (Favre 2002, 165; Favre Synthese, 17). Die durchschnittliche Konzentration der Leinkapselfragmente in Arbon Bleiche 3 ist zwar hoch, erreicht jedoch die Werte der Samen nicht. Der Grund dafür ist vermutlich deren grössere Zerbrechlichkeit als jene der Samen.

Die hohe Leinkonzentration von Arbon Bleiche 3 im Vergleich zu anderen Siedlungen aus dem selben Zeitraum (Abbildung 22) weist eher auf eine Horgener Zeitstellung hin, da in dieser Kultur generell hohe Leinwerte gefunden werden (Kapitel 1).

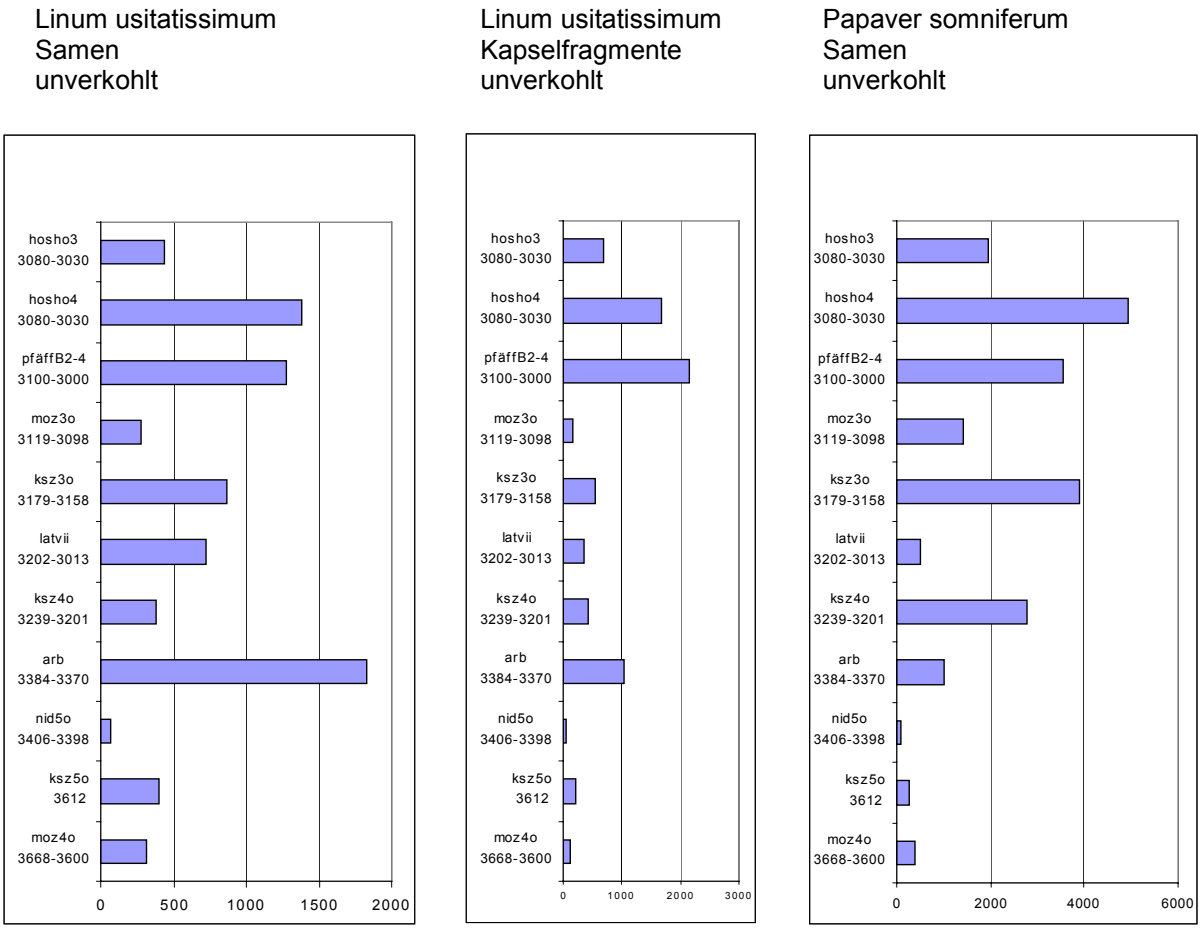


Abbildung 22: Vergleich der Konzentrationen von unverkohlten Leinsamen, Leinkapselfragmenten und Schlafmohnsamen verschiedener pfyn- und horgenzeitlicher Siedlungen. Die Daten stammen aus der Datenbank der Arbeitsgruppe Basel und wurden grösstenteils bereits publiziert (Abbildung 21).

4.6.3 Schlafmohn (*Papaver somniferum*)

Wie bereits für Lein festgestellt wurde, bleiben auch Schlafmohnsamen, mit Ausnahme weniger verkohlter Exemplare, unverkohlt erhalten (Maier 2001, 72; Brombacher und Jacomet 1997, 249; Jacomet et al. 1989, 118; Favre und Jacomet in prep., 8; Zibulski in prep., 9;).

Der wärmebedürftige Schlafmohn kann nur als Sommerfrucht angebaut werden und muss, da er eine lange Vegetationsperiode benötigt, im Frühjahr (März-April) angesät werden (Maier 2001, 73; Jacomet et al. 1989, 114). Aus den unreifen Kapseln kann Milchsaft zur Opiumgewinnung abgezapft werden, und später kann man die reifen, ölhaltigen Samen ernten. Der Ölgehalt der Samen beträgt 40%-55% (Bickel-Sandkötter 2001, 360; Franke 1997, 166-167). Man kann die Samen als solche konsumieren oder zur Ölgewinnung pressen.

Für den Nachweis der Opiumgewinnung benötigt man die ganzen Kapseln. In Pfäffikon-Burg (3100-3000 v. Chr.) und Concise-sous-Colachoz (3709-3701 v. Chr.) traten vereinzelte unverkohlte und in Hornstaad Hörnle IA auf (3917-3905 v. Chr.) verkohlte Frragmente von Mohnkapseldeckeln auf (Maier 2001, 73; Märkle 2000, 140; Zibulski in prep., 9). Da aber Funde der Mohnkapseln selber fehlen, ist nichts über die vorgeschichtliche Nutzung von Opium bekannt (Jacomet und Kreuz 1999; 282).

In Arbon Bleiche 3 sind Schlafmohnsamen in der ganzen Siedlungsfläche vorhanden und fallen in keinem Bereich durch erhöhte oder speziell niedrige Konzentrationen auf. Aus diesem Grund gibt es keine Anhaltspunkte, wo in der Siedlung Schlafmohnsamen verarbeitet worden sein könnten. Da überdies, wie auch in anderen Seeufersiedlungen des Alpenvorlandes (Jacomet und Kreuz 1999; 282; Jacomet et al. 1989, 115) keine ganzen Kapseln gefunden wurden, ist es nicht möglich nachzuweisen, ob die Kapseln als ganzes in die Siedlung gebracht wurden und ob bereits Opium gewonnen wurde. Ob die Samen direkt verzehrt oder zur Ölgewinnung verwendet wurden, kann nicht unterschieden werden.

4.6.4 Vergleich der Schlafmohnkonzentrationen mit anderen Siedlungen

Für den Vergleich basierend auf den Konzentrationen gelten dieselben Vorbehalte wie oben bereits erwähnt (Kapitel 4.6.2). Die Konzentration der in Arbon Bleiche 3 nachgewiesenen Schlafmohnsamen nimmt eine Mittelstellung zwischen den hier dargestellten Pfyner und Horgener Siedlungen ein (Abbildung 22). Abbildung 22 zeigt die eher niedrige Konzentration Konzentration von Schlafmohn während der Pfyner Kultur und einen Höhepunkt während der Horgener Kultur (Kapitel 1.3). Die Schlafmohnkonzentration von Arbon Bleiche 3 entspricht eher derjenigen von Pfyner Kulturschichten.

4.6.5 Erbse (*Pisum sativum*)

Als proteinhaltige Kulturpflanzen wurden im Jungneolithikum Erbsen angebaut (Maier 2001, 73; Brombacher 2000, 164; Brombacher und Jacomet 1997, 249; Karg 1990, 144). Jacomet und Kreuz (1999, 302) stellten jedoch fest, dass die Bedeutung der Hülsenfrüchte im Jungneolithikum des nördlichen Alpenvorlandes ungewiss oder rückläufig ist. In Arbon Bleiche 3 konnten lediglich 2 unverkohlte und ein verkohltes Exemplar nachgewiesen werden (alle 73 Proben: 5 verkohlte und 2 unverkohlte Exemplare), und wie von den anderen Kulturpflanzen wurde kein Erbsenvorrat gefunden. Auch in Niederwil wurden nur zwei Erbsen gefunden, weshalb dort angenommen wird, dass die Bedeutung dieser Kulturpflanze gering war (van Zeist und Boekschoten-van Helsdingen 1991, 107). Brombacher und Jacomet (1997, 249) jedoch weisen darauf hin, dass die Erhaltungsfähigkeit von unverkohlten Erbsen auch in Feuchtböden gering ist und nach dem Verzehr keine Reste übrig bleiben. In den organischen Schichten der Siedlungen am unteren Zürichsee sind nur wenige, meist verkohlte Erbsen gefunden worden. Unverkohlte und schwach angekohlte sind nur in einer Egolzwiler Kulturschicht gefunden worden (Jacomet et al. 1989, 59, 127). Auch Rösch (1990, 169) stellt fest, dass die Erhaltungsfähigkeit wesentlich dafür verantwortlich ist, dass heute nur geringe Mengen von unverkohlten Leguminosen gefunden werden und somit wenig über deren tatsächliche wirtschaftliche Bedeutung ausgesagt werden kann. In Hornstaad Hörnle IA (3917-3905 v. Chr.) wurden in einer Brandschicht mit sehr viel verkohltem Getreide (stellt eine momentaufnahme dar) nur einzelne verkohlte Erbsen gefunden, aber es traten, teilweise schichtbildend, unverkohlte Erbsenhülsen auf. Diese werden als Abfälle, die beim Enthülsen der Erbsen entstanden sind, angesehen (Maier 2001, 26, 73). Dies zeigt, dass sie dort wichtig waren. Generell scheint es somit schwierig zu sein, die Bedeutung der Erbse als Kulturpflanze abzuschätzen. Da sie aber regelmässig nachgewiesen werden und verbreitet auftreten, ist ihre Bedeutung war wohl höher als es scheint.

Erbsen können entweder unreif roh gegessen oder als Gemüse gekocht werden, oder man lässt die Samen ausreifen und erhält lagerfähige trockene Erbsen, die auch als Saatgut verwendet werden können. Unreife Samen sind mit 6.6% allerdings weniger proteinreich als die reifen Samen mit 22.9%

(Bickel-Sandkötter 2000, 379; Franke 1997, 134). Auch der Kohlenhydrat- und Mineralstoffgehalt ist bei unreifen Erbsen geringer, d.h. es wäre günstiger, erst die reifen Samen zu ernten. In Hornstaad Hörnle IA weisen die vielen Erbsenhülsen darauf hin, dass sie in reifem Zustand, als die Hülsen trocken und die Erbsen hart waren, geerntet wurden (Maier 2001, 74). Ein Minimum an Samen müsste immer reif geerntet werden, da andernfalls kein Saatgut für den Anbau im folgenden Jahr zur Verfügung stünde. (Erbsen werden im zeitigen Frühjahr ausgebracht (Bickel-Sandkötter 2000, 384)). Da nur wenige Erbsen nachgewiesen wurden, ist es schwierig abzuschätzen, wie gross deren Bedeutung für die Ernährung der Arboner Bevölkerung war. Der Proteinbedarf könnte ebensogut durch gesammelte Wildpflanzen, z.B. Eicheln, oder durch den Konsum von Fleisch und Fisch abgedeckt worden sein. Dass reichlich Fleisch und Fisch vorhanden waren, geht aus der Mindestindividuenzahl der Tiere hervor (S. Deschler-Erb und E. Marti-Grädel, mündliche Mitteilung).

4.7 Ackerbau

Die Bevölkerung von Arbon Bleiche 3 hat *Hordeum vulgare* (Gerste), *Triticum aestivum/durum/turgidum* (Nacktweizen), *Triticum dicoccum* (Emmer), *Linum usitatissimum* (Lein) und *Papaver somniferum* (Schlafmohn) angepflanzt (Kapitel 3.5). Da *Triticum monoccocum* (Einkorn) nur in kleinen Mengen auftritt, ist dessen Anbau fraglich. Vielleicht wuchs er vereinzelt in anderen Getreidefeldern und wurde mit deren Ernte ebenfalls eingebracht. Der Vergleich mit pfyn- und horgenzeitlichen Siedlungen zeigt, dass Einkorn nicht nur in Arbon Bleiche 3, sondern auch andernorts selten war (Abbildung 21). Wie gross die Bedeutung des Anbaus von Pisum sativum (Erbsen) war, ist ebenfalls kaum abzuschätzen, da nur einzelne Exemplare gefunden wurden (Kapiel 4.6.5).

Wiesen die verschiedenen Kulturpflanzen unterschiedliche Unkrautfluren auf?

Aus der Abbildung 8, geht hervor, dass die meisten positiv mit Kulturpflanzen korrelierenden Wildkräuter mit mehreren Kulturpflanzen in Beziehung gesetzt werden können. Daraus kann man ableiten, dass es in Arbon Bleiche 3 vermutlich keine spezifische Ackerbegleitflora pro Kulturpflanzenart gegeben hat. Insbesondere die mit Getreide korrelierenden Unkräuter ergeben kein schlüssiges Bild. Basierend auf umfangreichen Untersuchungen zahlreicher Erntegutproben von Fundstellen am unteren Zürichsee (Jung-End-Neolithikum) stellten Brombacher und Jacomet (1997, 263) fest, dass sich das Artenspektrum der Ackerbegleitflora auf den verschiedenen Getreidefeldern, Nacktweizen, Emmer und Gerste, kaum unterschiedt. U. Maier (2001, 103, 108-109) stellte in Hornstaad Hörnle IA (3917-3905 v. Chr.) auch keine prinzipiellen Unterschiede im "Unkrautbestand" der verschiedenen Getreidevorräte Nacktweizen, Spelzweizen und Gerste fest. Dies dürfte auch für Arbon zutreffen, auch wenn es nicht gelungen ist, dafür positive Belege zu erbringen, da nur wenige Unkräuter mit Getreide korrelieren.

Als nächstes fragt sich, ob eventuell. die Leinfelder in Arbon eine etwas spezifischere Unkrautflora aufwiesen. Es fällt auf, dass wesentlich mehr Wildpflanzen (7) mit Lein korrelieren als mit Getreide. Ob dies mit der speziellen Erntemethode – nämlich dem Ausreissen ganzer Bündel von Pflanzen – und somit dem Miternten von mehr Unkräutern (Kapitel 4.7.4) zusammenhängen könnte, kann aber nicht entschieden werden. Im Folgenden soll diskutiert werden, ob es allenfalls möglich ist, die höhere Anzahl der mit Lein korrelierenden Taxa mit einer spezifischen Leinunkrautvegetation in Verbindung zu bringen.

Auffällig ist besonders *Brassica rapa,* welche die einzige Art ist, die mit keiner der Getreidearten, sondern nur mit Lein und Mohn korreliert. Dafür kann es allerdings zwei Gründe geben:

- Diese eher niedrigwüchsige Pflanze (20-40 cm (Maier 2001, 99)) wuchs schwerpunktmässig auf den Lein- und Mohnfeldern und wurde nur dort regelmässig mitgeerntet.
- *Brassica* wurde ihrer ölhaltigen Samen wegen gesammelt und am selben Ort wie Lein und Mohn aufbewahrt.

Wahrscheinlicher erscheint Möglichkeit 2, vor allem deshalb, weil anderenorts, etwa in Hornstaad Hörnle IA (3917-3905 v. Chr.), verkohlte Samen von *Brassica rapa* sehr regelmässig in Getreidevorräten vorkamen, und somit also fast sicher in Getreidefeldern wuchs. Allerdings kam in Hornstaad *Brassica rapa* auch in Leinproben vor, war jedoch seltener (es wurden aber nur 2 Leinproben untersucht!). In diesen fanden sich auch noch andere Brassicaceen, weshalb U. Maier (2001, 103) vermutet, dass diese Wildkräuter mit ölhaltigen Samen in den Feldern geduldet wurden und mit dem Lein geerntet und später genutzt wurden. Auch in Getreide- und Leinvorräten aus Siedlungen vom unteren Zürichsee (Neolithikum) wurden *Brassica rapa* Samen nachgewiesen (Brombacher und Jacomet 1997, 260, 268). *Brassica rapa* ist deshalb als unspezifisches Ackerunkraut im Neolithikum einzustufen und wuchs wohl auch in Arbon auf allen möglichen Feldern.

Ein weiteres, aus historischer Zeit bekanntes Flachsunkraut ist die Kretische Flachsnelke (*Silene cretica;* vgl. Brombacher 1993). *Silene cretica* kommt seit Beginn des Jungneolithikums ab ca. 4300 v. Chr. im Bereich der Seeufersiedlungen vor, und wurde vermutlich mit Lein unabsichtlich aus dem Mittelmeergebiet eingeschleppt (Brombacher 1993, 496). Ab der mittleren Pfyner Kultur nimmt ihre Häufigkeit und Stetigkeit parallel zum Anstieg von Lein zu. Ausserdem sind die Samen von *Silene cretica* in Lein"vorräten" eindeutig konzentriert vorhanden, so etwa in Port-Stüdeli (36. Jh. v. Chr.) und zur Zeit der Horgener Kultur (31. Jh. v. Chr.) am Zürichsee (Brombacher und Jacomet 2003, 81-85; Brombacher und Jacomet 1997, 263-264). Ihre Samen treten in Arbon Bleiche 3 mit einer sehr hohen Stetigkeit von 85 % auf; sie korrelieren aber nicht nur mit Lein, sondern auch mit Schlafmohn und Nacktweizen, (Abbildung 8). Aus diesem Grund wuchs die Kretische Flachsnelke wohl in verschiedenen Feldern, ein Umstand, der auch im Raum Zürich festgestellt wurde.

Ein anderes typisches Leinunkraut wäre der Leindotter (*Camelina sativa agg.*). Auch diese Pflanze stammt wie *Silene cretica* aus dem mediterranen Raum (Brombacher 1993, 496). Er konnte zwar in Arbon Bleiche 3 nachgewiesen werden, korreliert aber weder mit Lein noch mit anderen Kulturpflanzen. Am unteren Zürichsee sowie in Hornstaad Hörnle IA (3917-3905 v. Chr.) stellte Leindotter aufgrund der Funde in Erntegutproben ein wichtiges Unkraut in Leinfeldern dar, wuchs allerdings offenbar auch häufig in Getreidefeldern (Maier 2001, 39, 46, 84, 103; Brombacher und Jacomet 1997, 263). Dasselbe ist wohl für Arbon anzunehmen, auch wenn ein direkter Beweis dafür nicht möglich war.

Alles in allem scheint es also in Arbon keine spezifischen Leinunkräuter gegeben zu haben. Dies wurde auch für die (nur 2!) Leinvorräte von Hornstaad Hörnle IA festgestellt, in denen die gleichen Ackerbegleitpflanzen wie in den Getreidevorräten auftraten. Allerdings war die Häufigkeit der einzelnen Taxa von jener in Getreidevorräten verschieden (Maier 2001, 103, 108-109). In Port-Stüdeli (3560 v. Chr.) weisen die im Vergleich zu Getreideroben in Leinproben sehr hohen Anzahlen des typischen Leinunkrautes *Silene cretica* darauf hin, dass auf Leinfeldern mit einer von Getreidefeldern verschiedenen Unkrautflora zu rechnen ist (Brombacher und Jacomt 2003, 79). Auf den Äckern der neolithischen Siedlungen am unteren Zürichsee ist eine Veränderung der Ackerbegleitflora im Verlauf der Zeit festzustellen. So nahmen die winterannuellen Arten im Verlauf der Zeit zu und konzentrierten sich im Spätneolithikum (ab 3300 v. Chr.) auf Getreidefeldern. Sommerannuelle Arten hingegen nahmen im Verlauf des Neolithikums (ab 3300 v. Chr.) im Getreide ab, im Lein aber ist eine zunehmende Tendenz festzustellen (Brombacher und Jacomet 1997, 264, 269). Die Ackerbegleitpflanzen von Getreide und Leinfeldern veränderten sich also etwas verschieden. Das Artenspektrum der auf Leinfeldern wachsenden Pflanzen scheint am unteren Zürichsee etwas spezifischer gewesen zu sein, indem zum Beispiel in Leinproben mehr niedrigwüchsige Taxa auftraten als in Getreideproben (Brombacher und Jacomet 1997, 263). Der Beginn einer spezifischen Leinunkrautvegetation als Folge von Anpassung an die spezielle Anbau-, Ernte- und Aufbereitungsform des Leins muss aufgrund dieser Ergebnisse im Jungneolithikum angesiedelt werden. Gleichzeitig ist es ein Hinweis, dass Lein bereits um 3700 v. Chr. ähnlich wie bis vor kurzem angebaut, geerntet und verarbeitet worden ist (Brombacher und Jacomet 1997, 263-264). Es scheint also fast, dass die Ackerbegleitflora von Getreide und von Lein in der rund 200 Jahre älteren Siedlung Hornstaad Hörnle IA (3917-3905 v. Chr.) vielleicht noch weniger spezifisch als die Ackerbegleitflora nach 3700 v. Chr. am unteren Zürichsee und Port-Stüdeli (3560 v. Chr.) war, wo mit der Zunahme des Leinanbaus (Kapitel 1.3) ein Anfang der spezifischen Leinunkrautvegetation erkennbar wird. Allerdings ist hierzu anzumerken, dass die Datenbasis für diese Hypothese noch sehr schwach ist.

Eine Rekonstruktion der ackerbaulichen Massnahmen von Schlafmohnfeldern wird nicht vorgenommen, da keine reinen Schlafmohn "Vorräte" mit zugehörigen Ackerbegleitpflanzen zum Vergleich vorliegen (Maier 2001, 73; Brombacher und Jacomet 1997, 272). Dass die vier mit Schlafmohn korrelierenden Wildpflanzen auch mit Lein und Getreide in Beziehung stehen, kann vielleicht darauf zurückzuführen sein, dass auch die Schlafmohnfelder Arbons keine spezifische Ackerbegleitflora aufwiesen.

4.7.1 Standortverhältnisse, Böden

Wie bereits erwähnt, geben die Standortansprüche der nachgewiesenen Ackerbegleitpflanzen Informationen zur Beurteilung der Kulturpflanzenfelder. Die im Folgenden erwähnten Standortansprüche wurden den Angaben von Oberdorfer (2001), Binz und Heitz (1990) und die ökologischen Zeigerwerte aus Ellenberg (1991) entnommen.

Die in Arbon Bleich 3 nachgewiesenen Ackerbegleitpflanzen (Abbildung 8; Abbildung 31) haben ähnliche Standortansprüche: nämlich frische bis feuchte, milde bis mässig saure, humose, nährstoffreiche, lockere Lehm- und Tonböden. Vorausgesetzt, diese Taxa wuchsen tatsächlich auf

den Kulturpflanzenfeldern, deutet dies darauf hin, dass Lokalitäten mit vorteilhaften Bodenverhältnissen für die Ackerstandorte gewählt wurden.

Die für Arbon ermittelten Standorteigenschaften entsprechen jenen, die auch für Ackerflächen der Siedlungen am unteren Zürichsee (Neolithikum) festgestellt wurden – frische, schwach saure bis schwach basische Bodenreaktion und gut mit Stickstoff versorgte Böden – welche sich in unmittelbarer Siedlungsnähe über Grundmoräne befanden (Jacomet et al. 1989, 148-152). Auch für Hornstaad Hörnle IA (3917-3905 v. Chr.) wurde dasselbe rekonstruiert – lehmiges Substrat, neutral bis mässig sauer, deutlich humos, hoher Nährstoffgehalt, frische bis trockene Wasserverhältnisse – (Maier 2001, 94ff, 109). Demzufolge wurden auch anderenorts Ackerstandorte mit guten Standortbedingungen ausgewählt (Jacomet et al. 1989, 148-152; Maier 2001, 97). Für Hornstaad Hörnle IA (Vogt 2001, 446) und Tägerwilen TG (Bronzezeit) (Rentzel in Rigert et al. 2001, 73, 75) konnten fossile Parabraunerden belegt werden, welche genau die aufgrund der Unkrautspektren festgestellten Eigenschaften besitzen. (Vogt 2001, 446; Maier 2001, 97). Für Hornstaad wird deshalb vermutet, dass die Ackerflächen auf dem höher gelegenen Moränengelände in ca. 300 – 700 m Entfernung von der Siedlung lagen (Maier 2001, 109). Da in Arbon Bleiche 3 von den gleichen geologischen Voraussetzungen (Würmeiszeitliche Moräne; Leuzinger 2000, 10-13) ausgegangen werden kann, darf auch hier mit Parabraunerden gerechnet werden, wie von Philippe Rentzel und von Dr. P. Fitze (Universität Zürich, schriftliche Mitteilung) auf Anfrage bestätigt wurde. Da die Siedlung Arbon Bleiche 3 am Hang der flachen Moräne lag, wurden die Felder vermutlich direkt hinter der Siedlung, also möglicherweise bereits in weniger als einem Kilometer Entfernung, angelegt. Auf vernässten Stellen entlang von Bächen und in Mulden konnten an feuchten Standorten wachsende potentielle Ackerbegleitpflanzen wie z. B. *Eupatorium cannabinum*, *Prunella vulgaris*, *Myosoton aquaticum*, vorkommen.

4.7.2 Anbauweise

Einleitendes, Forschungsstand

Die Kulturpflanzen selbst geben nicht immer direkte Aufschlüsse über ihren Aussaatzeitpunkt; insbesondere können alle im Neolithikum vorkommenden Getreide als Sommer- oder Winterfrüchte angebaut worden sein. Aus diesem Grund werden die Lebensformen der Ackerunkräuter für eine Rekonstruktion der Anbauweise beigezogen. Theoretisch erlaubt das Auftreten kurzlebiger, einjähriger Pflanzen (Therophyten) auf den Kulturpflanzenfeldern, Rückschlüsse auf die Anbauweise, d.h. ob ein Acker im Frühjahr oder im Spätherbst angesät worden ist, zu ziehen. Manche Therophyten keimen im Frühjahr und blühen im selben Jahr, sind also Indikatoren für Sommeranbau, andere keimen im Herbst, überdauern als Jungpflanzen den Winter und blühen im darauffolgenden Jahr, sind demzufolge Indikatoren für Winteranbau. Die Realität zeigt allerdings, dass dies – abgesehen von Ausnahmefällen wie z B „ewigem Roggenanbau“ als Wintergetreide – kaum möglich ist (siehe Behre 1976, zitiert in Maier 2001, 94; oder auch Behre 1992, zitiert in Brombacher und Jacomet. 1997, 255). Dies gilt insbesondere auch für das Neolithikum, wie folgende Zusammenfassung des Forschungsstandes zeigt.

Untersuchungen neolithischer Kulturpflanzenproben von Getreide und Lein vom Gebiet der Stadt Zürich zeigten, dass winterannuelle und sommerannuelle Ackerbegleitpflanzen in Vorratsproben immer zusammen auftraten (Brombacher und Jacomet 1997, 257-259; Jacomet et al. 1989, 133). Parallel dazu werden auch in den übrigen Schichtproben (offene Fundkomplexe) während des Jungneolithikums Vertreter beider Gruppen häufig gefunden. Die für den Raum Zürich für das Jungneolithikum festgestellten Unkrautspektren der Therophyten sind auch in Getreideproben von anderen jungneolithischen Siedlungsplätzen ähnlich. So konnten auch in Getreideproben von Niederwil (3660-3030 v. Chr.) (van Zeist und Boekschoten-van Helsdingen 1991, 106; Waterbolk und Mook 1991, 27) und Getreideproben von Hornstaad Hörnle IA (3917-3905 v. Chr.) (Maier 2001, 93-94) mit Hilfe der dort auftretenden Ackerbegleitpflanzen kein klarer Aufschluss darüber gewonnen werden, in welcher Jahreszeit angesät wurde.

Das gleichzeitige Auftreten von sommer- und winterannuellen Unkräutern auf demselben Feld im Jungneolithikum wird unterschiedlich gedeutet. Während Brombacher und Jacomet (1997, 270) den Bodenbearbeitungsmassnahmen grössere Bedeutung zuweisen, tendiert U. Maier (2001, 93 ff.) eher dazu, zusammen mit modernen Pflanzensoziologen (etwa Hüppe und Hofmeister 1990, 65 ff) edaphischen Faktoren mehr Bedeutung zuzuweisen, da nämlich heutige Halm- und Hackfruchtunkrautgesellschaften auf gleichartigen Böden eine starke Übereinstimmung zeigen. Die Standortansprüche der nachgewiesenen Ackerbegleitprflanzen zeigen, dass die Getreideäcker von Hornstaad Hörnle IA auf fruchtbaren Böden lagen (Maier 2001, 94-97). Da die Anzahl der Ackerunkrautarten der Hornstaader Getreidevorräte nicht sehr hoch war (zwischen 3 und 12 Arten pro Vorrat) , geht U. Maier (2001, 90) davon aus, dass sich die Verunkrautung der Felder im allgemeinen

in Grenzen hielt. Als Grund dafür wird von einem dichten Stand der Getreide ausgegangen, welcher eine Ausbreitung der Ackerbegleitpflanzen verminderte. Zusätzlich wird von einer wirksamen Bodenbearbeitung und Unkrautbekämpfung ausgegangen, da perennierende Unkräuter kaum vorkamen (Maier 2001, 90, 92). Anhand von Untersuchungen von Ackerbegleitpflanzen von Sommer- und Winterfrüchten unter Anwendung von FIBS (functional interpretation of botanical survey) konnten Bogaard et. al. (2001, 1177-1178) allerdings zeigen, dass eine Unterscheidung von Ackerbegleitfloren von Sommer-und Winterfrüchten auf sauren und basischen Böden, sowie auf nährstoffarmen und –reichen Böden möglich war. Im Raum Zürich hingegen wird eher postuliert, dass die Kulturpflanzen auf dem Acker lückig standen, wobei der Abstand der Saatrillen (Kapitel 4.7.3) genügend gross gewesen sein muss, dass spätkeimende sommerannuelle Getreideunkräuter genügend Licht für ihre Entwicklung hatten und winterannuelle Getreideunkräuter ebenfalls gedeihen konnten (Brombacher und Jacomet 1997, 270; Jacomet et al. 1989, 133-134, 144, 154). Folglich könnte bereits allein das Auftreten von Winterannuellen als Hinweis auf Winteranbau interpretiert werden, da Winterannuelle bei Sommerfeldbau mit dem Umgraben des Bodens im Frühling zerstört würden, wohingegen Sommerannuelle bei lückigem Stand der Kulturpflanzen auch mit Winterfrüchten gedeihen können (Jacomet et al. 1989, 142-143; Brombacher und Jacomet 1997, 270). Somit stellen Jacomet et al. (1989, 144) die Hypothese auf, dass seit dem Jungneolithikum vermutlich Sommer- und Wintergetreide angebaut wurden, wobei sich dies direkt nicht belegen lässt. Manches spricht aber dafür, dass Emmer als Winterfrucht, Nacktweizen ebenfalls eher als Winterfrucht und Gerste möglicherweise als Sommerfrucht angebaut worden sein könnten.

Während des Spät- und Endneolithikums traten in den Seeufersiedlungen im Gebiet der Stadt Zürich die sommerannuellen Umkräuter zunehmend in den Hintergrund, während mehr Winterannuelle vorkamen; gleichzeitig gingen in den Kulturschichtproben (offene Fundkomplexe) die Stetigkeiten der Sommerannuellen kontinuierlich zurück, und jene der Winterannuellen stiegen an (Brombacher und Jacomet 1997, 264, 269, 271). Dieser Unterschied zwischen Jung- und Spät-/Endneolithikum wird vor allem auf Veränderungen des Ackerbaus zurückgeführt, vor allem mit dem Einsetzen einer intensiveren Bodenbearbeitung, flächiger Aussaat und dichterem Stand der Kulturpflanzen auf dem Acker (Brombacher und Jacomet 1997, 271; Jacomet et al. 1989, 133-134, 144, 154). Anders sieht es aus, wenn man horgenzeitliche Siedlungen ausserhalb Zürichs betrachtet. Favre und Jacomet (Favre 2002, 165; Favre und Jacomet in prep., 9, 13-14; Favre Synthese, 7-8) konnten z.B. für Horgen Scheller (3080-3030 v. Chr.) anhand der mit Getreide, Lein und Schlafmohn korrelierenden Unkräuter ausschliesslichen Sommeranbau wahrscheinlich machen. Favre 2001, Synthese 18-19) stellte für Horgen-Scheller aufgrund von Überproduktion eine Spezialisierung auf unter anderem Eibenholz, Getreidedrusch und Leinreste fest, konnte aber nicht abschliessend entscheiden, ob die Siedlung autark oder nicht autark war. Der Sommeranbau könnte hier möglicherweise als Folge der Spezialisierung notwendig werden, indem die geernteten und gesammelten Produkt im Herbst unter grösserem Zeitaufwand verarbeitet und eventuell für den Handel (?) vorbereitet wurden. Somit bliebe keine Zeit mehr für eine Aussaat im Herbst. Der Aussaatzeitpunkt wurde für Pfäffikon-Burg (3100-3000 v. Chr.) eine ebenfalls auf Leinanbau spezialisierte Siedlung nicht diskutiert. Trotz Spezialisierung wurde Pfäffikon-Burg als autarke Siedlung eingestuft (Zibulski in prep. 23-24). Es scheint also, dass für die Wahl des Zeitpunktes der Aussaat die Wirtschaftsweise einer Siedlung massgebend sein könnte. Bis heute ist man also noch weit entfernt alle Zusammenhänge zu begreifen.

Die Leinproben der neolithischen Siedlungen im Raum Zürich enthielten vorwiegend sommerannuelle Ackerbegleitpflanzen, weshalb angenommen wird, dass Lein eher als Sommerfrucht angebaut wurde (Brombacher und Jacomet 1997, 264). Die Ackerbegleitpflanzen der zwei Leinproben von Hornstaad Hörnle IA deuten an, dass Lein auf schlechteren Böden angebaut wurde als das Getreide, ermöglicht aber wie für die Getreide keine Aussage über den Zeitpunkt der Aussaat (Maier 2001, 103-105).

Von Schlafmohn und Erbsen liegen kaum "Vorratsfunde" vor , weshalb kaum etwas über die Anbauweise gesagt werden kann. Es wird aber vermutet, dass diese eher als Sommerfrüchte angebaut wurden (Maier 2001, 73; Brombacher und Jacomet 264, 272).

Als Fazit kann man festhalten, dass es die neolithischen Unkrautspektren kaum erlauben, Aussaatzeitpunkte eindeutig festzustellen (siehe auch Maier 2001, 93-93; Brombacher und Jacomet 1997, 272). Man kann höchstens Hypothesen aufstellen, unter Einbezug von Modellberechnungen für die Arbeitskapazität (vgl. Gross et al 1990). Daraus geht hervor, dass Winter- und Sommerfrüchte angebaut worden sein müssen, um den Anbau zeitlich besser über das Jahr zu verteilen (Gross et al. 1990, 95).

Aussaatzeitpunkt der Kulturpflanzen in Arbon: Auch in Arbon Bleiche 3 ergeben die mit den Getreide korrelierenden Wildkräuter keinen eindeutigen Hinweis darauf, ob die Kulturpflanzen als

Sommer- oder Winterfrüchte angebaut wurden, da zu wenige Taxa mit den einzelnen Getreidearten korrelieren. Von den restlichen potentiellen Ackerbegleitpflanzen, die in Vorräten anderer Siedlungen nachgewiesen wurden (Abbildung 31), dominieren in Arbon die sommerannuellen und ihre Stetigkeiten sind mit wenigen Ausnahmen höher als jene der Winterannuellen (Abbildung 31; Abbildung 9). Damit scheint es eher, dass in Arbon ein ausschliesslicher Sommeranbau postuliert werden muss. Die Anwesenheit der Winterannuellen und der Ackerbegleitpflanzen, welche mit Sommer- und Winterfrüchten vorkommen können stellen den ausschliesslichen Sommeranbau in Frage. Eine mögliche Erklärung für das Auftreten der sommerannuellen Ackerbegleitpflanzen könnte auch, wie oben erwähnt, an einem eher lückigen Stand der Getreide liegen. Auch die Modellrechnung von Gross et al. (1990, 95) zeigen, dass Winteranbau der besseren Arbeitseinteilung wegen nahezu notwendig ist.

Mit Lein korrelieren zwar mehr Ackerbegleitpflanzen, aber deren Aussagekraft bezüglich Aussaatzeitpunkt ist kaum grösser als für die Getreide, da die zwar sommerannuelle *Brassica rapa* gesammelt wurde (Kapitel 4.7). Auch für die Leinfelder gelten deshalb die oben erwähnten Einschränkungen bezüglich der Interpretation des Ackerbegleitpflanzenspektrums.

In Arbon Bleiche 3 kann also der Zeitpunkt der Aussaat von Getreide und Lein nicht eindeutig belegt werden. Die in Arbon gleichzeitig auftretenden sommer- und winterannuellen Ackerbegleitpflanzen deuten möglicherweise auf lückigen Stand der Kulturpflanzen hin. Es ist zu hoffen, dass sich zukünftig unter Anwendung der FIBS-Methoden, unter anderem unter Einbezug von Beginn und Dauer der Blühtezeit (Bogaard et. al. 2001, 1181) näheres über den Zeitpunkt der Aussaat sagen lässt.

Das Überwiegen der sommerannuellen Ackerbegleitpflanzen in Arbon Bleiche 3 entspricht eher jungneolithischen Unkrautspektren. Dieselbe Tendenz wurde für die zeitgleiche Siedlung Sipplingen-Osthafen Schicht 11 (3316-3306 v. Chr.) festgestellt, welche ebenfalls ein für das Jungneolithikum "übliches" Unkrautspektrum aufweist (Jacomet 1990, 319). Neuere Untersuchungen wie etwa Horgen-Scheller (Favre und Jacomet in prep., 9, 13-14) belegen allerdings, dass ein Überwiegen von sommerannuellen auch noch später vorkommen kann, und dass die für die Stadt Zürich festgestellten Tendenzen offenbar nicht allgemein gültig sind.

4.7.3 Bodenbearbeitungsmassnahmen

Aussagen basierend auf den Unkrautspektren: Die Lebensdauer der auf den Äckern wachsenden Pflanzen kann einen Anhaltspunkt für die Intensität der Bodenbearbeitung geben, da starkes Umlagern des Bodens und Pflügen mehrjährige (ausdauernde, perennierende) Pflanzen benachteiligt, indem deren Wurzeln regelmässig geschädigt werden (Willerding 1986, 232). Kommen also reichlich perennierende Ackerbegleitpflanzen vor, wird dies als Folge eher extensiver Bodenbearbeitungsmassnahmen interpretiert. Anbau-Versuche von Jones et al. (2000, 1081) zeigten jedoch, dass das Vorkommen perennierender Ackerbegleitpflanzen an sich nicht ausreicht um Rückschlüsse auf die Bodenbearbeitungsmassnahmen zu ziehen. Sie konnten unter Anwendung der FIBS-Methode (functional interpretation of botanical survey) zeigen, dass in heutigen Unkrautgesellschaften (Versuchsflächen in Griechenland) von acht vorkommenden, perennierenden Ackerbegleitpflanzen jene mit horizontal verlaufenden Wurzeln und Rhizomen, von welchen auch Bruchstücke wieder austreiben können, auf intensiv umgegrabenen (mit Hacken) Feldern vorkommen, während jene mit vertikalen Wurzeln benachteiligt wurden. Auch annuelle mit langer Blütezeit (mindestens vier Monate und mehr), welche während der ganzen Wachstumsperiode der Kulturpflanze auskeimen können, wuchsen auf intensiv bearbeiteten Äckern. Bogaards (2002, 160-161) Auswertung der Ackerbegleitpflanzen der Versuchsfelder des Kölner Experiments im Hambacher Forst, zeigte, dass nach intensivem und extensivem Umgraben des Bodens immer perennierende Ackerbegleitpflanzen dominierten (57-100%). Die Intensität der Bodenbearbeitungsmassnahmen wirkte sich aber auf die Präsenz von Ausdauernden verschiedener Habitate aus: Waldpflanzen waren häufiger in extensiv bearbeiteten Feldern, Arten gestörter Habitate hingegen waren auf intensiv bearbeiteten Feldern häufiger. Ein Vergleich mit Ackerbegleitpflanzen in Vorratsproben neolithischer Siedlungen (5500-2200 v. Chr.) zeigte jedoch, dass in diesen annuelle Ackerbegleitpflanzen dominierten (nur 2% der Proben enthielten 50% perennierende Ackerbegleitpflanzen). Deshalb verzichtet Bogaard (2002, 162-163) auf Aussagen bezüglich Bodenbearbeitungsmassnahmen, sondern führt das Fehlen von Perennierenden in Vorräte, insbesondere Waldpflanzen, auf Daueranbau zurück (Kapitel 4.7.5).

Das Verhältnis von annuellen und perennierenden Ackerbegleitpflanzen von Arbon Bleiche 3 zeigt, dass die Perennierenden schwach überwiegen (Perennierenden zu Annuellen 53% / 47%) (Taxa, die ein – mehrjährig sind, wurden nicht einbezogen) (Abbildung 31). Ein Vergleich der Stetigkeiten zeigt,

dass kaum ein Unterschied zwischen den Stetigkeiten der annuellen und perennierenden Ackerbegleitpflanzen besteht (Abbildung 9). (Dies gilt auch für die mit den Kulturpflanzen korrelierenden Taxa.) Da sich Die Ackerbegleitfloren auf Getreide- und Leinfeldern nicht unterschieden, werden die Bodenbearbeitungsmassnahmen für Getreide- und Leinfelder zusammen behandelt.

Es stellt sich nun die Frage, wie dieses Verhältnis von 53% perennierenden zu 47% annuellen Ackerbegleitpflanzen interpretiert werden kann. Ein Problem für die Rekonstruktion der Bodenbearbeitungsmassnahmen ergibt sich durch die Zusammenstellung möglicher Ackerbegleitpflanzen aus verschiedenen Vorräten, da auf diese Weise nicht nur Ackerbegleitpflanzen eines Ackers vertreten sind (Abbildung 31). Diese Kumulation (z.B. wenig ausdauernde pro Vorrat werden addiert) wirkt sich auf die Interpretation bezüglich Bodenbearbeitungsmassnahmen negativ aus. Zwei mögliche Interpretationen werden versucht:

1. Eine Möglichkeit zur Verminderung dieser Schwierigkeit bietet der Vergleich mit Boogards (2002, 160-161) Resultaten aus dem Kölner Experiment im Hambacher Forst: Da in Arbon Bleiche 3 mehr ausdauernde Ackerbegleitpflanzen gestörter Habitate (sieben Ruderale) als ausdauernde "Wald-Ackerbegleitpflanzen" (zwei Waldpflanzen) nachgewiesen wurden, könnte gemäss Bogaards (2002, 160-161) Resultaten tendenziell von wirksamen Bodenbearbeitungsmassnahmen ausgegangen werden, zumal die Stetigkeiten der beiden "Wald-Ackerbegleitpflanzen" unter 10% liegen (Abbildung 31).
2. Die zweite Möglichkeit besteht darin, nur die mit den Kultupflanzen korrelierenden Ackerbegleitpflanzen und deren Lebensdauer als Grundlage für die Interpretation einzubeziehen. Die Datenbasis ist dann allerdings sehr klein, weshalb sie kaum repräsentativ ist. Hier sind die Annuellen leicht in der Überzahl (fünf annuelle und vier perennierende), und die Stetigkeiten der annuellen und perennierenden unterscheiden sich kaum (Abbildung 8; Abbildung 31). Auch hier zeichnet sich tendenziell eine eher gute Bodenbearbeitung ab.

Beide Auswertungsversuche führen zu gleichen Resultat. Möglicherweise kann von einer tendenziell guten Bodenbearbeitung ausgegangen werden. Ob die Intensität mit anderen Siedlungen übereinstimmt ist aufgrund der eher kleinen Datenbasis fraglich: In Horgen-Scheller (3080-3030 v. Chr.) weisen die mit Lein und Schlafmohn korrelierenden Unkräuter auf eine intensive Bewirtschaftung dieser Felder, verbunden mit regelmässigem Jäten hin, währenddem die Getreidefelder vermutlich extensiv bewirtschaftet wurden (Favre 2002, 165; Favre und Jacomet in prep., 10, 12; Favre Synthese, 8). Auch in Hornstaad Hörnle IA, wo für die in Getreidevorräten gefundenen Taxa mit 74% Einjährigen und nur 26% Mehrjährigen ein klares Überwiegen der Einjährigen vorliegt (Maier 2001, 91) und zudem auch auf jedem Acker die annuellen Pflanzen überwiegen, wird interpretiert, dass die Bodenbearbeitungsmassnahmen damals bereits derart wirkungsvoll waren, dass die Mehrjährigen durch regelmässiges Umlagern des Bodens nur verminderte Wachstumschancen vorfanden (Maier 2001, 92).

Aussagen basierend auf Funden von Geräten: Vorausgesetzt, die mit Kulturpflanzen korrelierenden Taxa wuchsen tatsächlich auf den Feldern und gelangten mit dem Erntegut in die Siedlung, kann aufgrund des Vorhandenseins von annuellen und ausdauernden Taxa folgendes spekuliert werden: Die Bewirtschaftungsform der Ackerböden mit den in Arbon Bleiche 3 charakteristischen, nachgewiesenen Geweihhacken (unter anderen Typen 9 Spitzhacken und 10 Handhacken), welche vermutlich im Ackerbau verwendet wurden (Abbildung 23) (Deschler-Erb, Marti-Grädel und Schibler 2002, 325-326; Leuzinger 2002, 81-87) war zwar verhältnismässig gut, reichte aber nicht ganz aus, um das Aufkommen mehrjähriger Ackerbegleitpflanzen zu unterdrücken. Diese Geräte waren nicht wie die Furchenstöcke von Hornstaad Hörnle IA in jedem Haus vertreten, sondern kamen im nördlichen Teil des Dorfes vor. (Deschler-Erb, Marti-Grädel und Schibler 2002, 326).

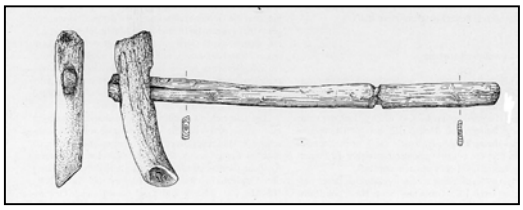


Abbildung 23: Geweihhacke mit hölzernem Stiel. Zeichnung AATG, E. Belz und M. Lier. aus Leuzinger (2002, 82, Abbildung 103)

Ob das gefundene potentielle Joch als Nachweis für den Einsatz von Tiergespannen, um z.B einen Pflug zu ziehen (Abbildung 24) Leuzinger 2002, 106-107), welcher intensivere Bodenbearbeitung zur Folge hätte, gelten darf, muss offen bleiben. Allerdings ergaben Untersuchungen an Hausrindknochen eine mögliche Nutzung der Tiere als Zugkraft (Marti-Grädel und Deschler-Erb, in prep.). Auch graben Schweine den Boden sehr effizient um und könnten deshalb als Pflugersatz eingesetzt werden (Brombacher u. Jacomet 1997, 272). Da Schweine für Arbon Bleiche 3 in grösserer Zahl belegt sind (Deschler-Erb, Marti-Grädel und Schibler 2002, 278) wäre ein möglicher Einsatz dieser Tiere durchaus denkbar.

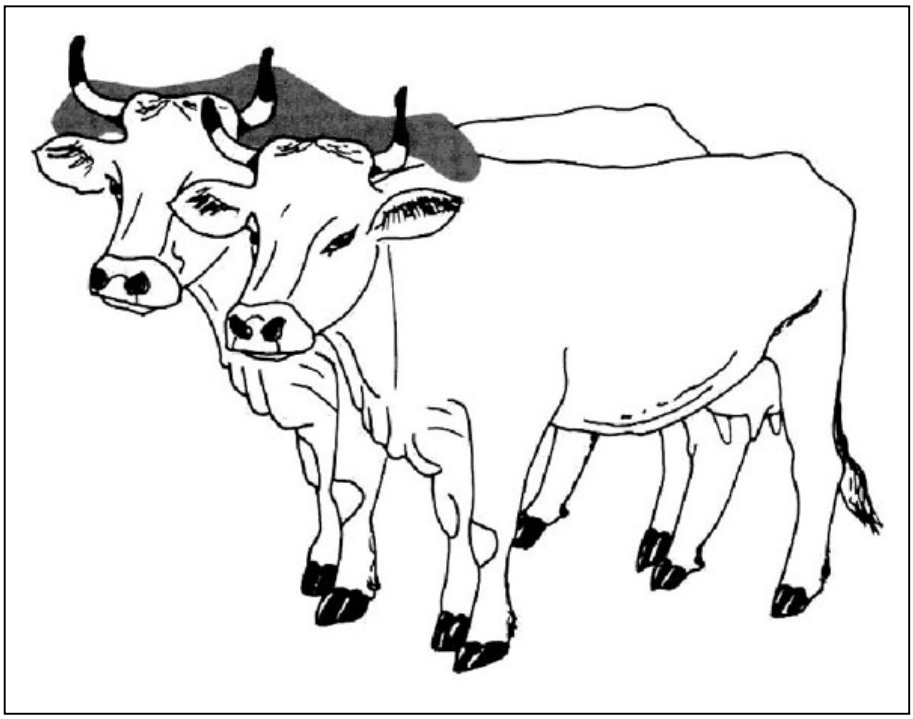


Abbildung 24: Tragweise des Jochs. Zeichnung AATG, E. Belz aus Leuzinger (2002, 107, Abbildung 134)

Das nebeneinander Auftreten von Hacken (in Arbon: Spitzhacken und Handhacken) und dem potentiellen Joch fügt sich zeitlich in eine von Schlichtherle (1992, 42) für den westlichen Bodenseeraum beschriebene Veränderung der Bodenbearbeitung während der Übergangsperiode vom Jung- zum Endneolithikum von Wald-Feldbau mit Furchenstöcken zu Ackerbau mit Hakenpflug ein (Abbildung 25).

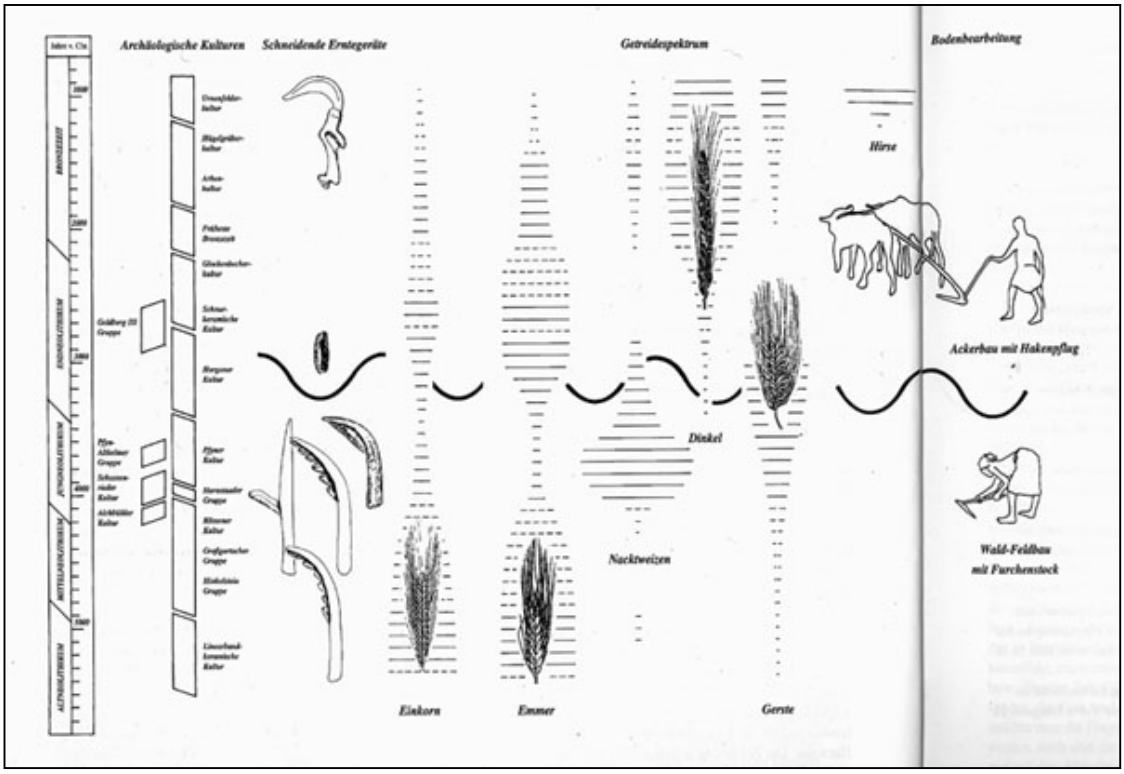


Abbildung 25: Die zeitlichen Abfolgen der Kulturgruppen im Raum Bodensee-Oberschwaben. aus Schlichtherle (1992, 42, Abbildung 18)

Fazit

Auch die umfangreichen Untersuchungen am unteren Zürichsee und im übrigen nördlichen Alpenvorland zeigen aufgrund des Vorkommens von sommerannuellen und perennierenden Ackerbegleitpflanzen, dass im Jungneolithikum die Bodenbearbeitungsmassnahmen nicht sehr intensiv gewesen sein können (Brombacher und Jacomet 1997, 270; Jacomet et al. 1989, 164, 236). U. Maier (2001, 92) beschreibt für die jungneolithische Siedlung Hornstaad Hörnle IA (3917-3905 v. Chr.) effiziente Bodenbearbeitungsmassnahmen, da in Vorräten kaum ausdauernde Arten auftraten. Sie bezieht die vorkommenden Sommerannuellen, welche für die Beurteilung der Bodenbearbeitungsmassnahmen vom Raum Zürich (Brombacher und Jacomet 1997, 270; Jacomet et al. 1989, 164, 236) mitberücksichtigt wurden, nicht mit ein. Der dadurch entstehende Widerspruch liesse sich möglicherweise mit einer Beurteilung aufgrund einheitlicher Kriterien aufheben. Die Untersuchungen von Jones et al. (2000, 1081) anhand von FIBS-Methoden, zeigen, dass für die Beurteilung der Bodenbearbeitungsmassnahmen "charakteristische Merkmale" von perennierenden Arten (siehe oben) ebenfalls einbezogen werden müssten. Im Spät- und Endneolithikum jedoch werden Veränderungen in der Ackerbegleitflora als Folge der Intensivierung der ackerbaulichen Massnahmen gedeutet und der Anteil mehrjähriger und sommerannueller Taxa in Erntegutproben geht deutlich zurück (Brombacher und Jacomet 1997, 271; Jacomet et al. 1989, 155).

Werden die Offenlandpflanzenspektren – die einen guten Teil der neolithischen Ackerflora umfassen dürften – verschiedenster neolithischer Siedlungen des Alpenvorlandes verglichen und statistisch ausgewertet, so zeichnen sich im Lauf der Zeit tatsächlich gewisse Veränderungen ab, auch wenn die Signifikanz nur schwach ist (Schibler und Jacomet in prep.). Die jungneolithischen Siedlungen bis und mit Pfyner Kultur wurden von den endneolithischen ziemlich klar getrennt gruppiert, die spätneolithischen (Horgener Kultur) nehmen eine Art Zwischenstellung ein. Arbon Bleiche 3 kam in die Gruppe der jungneolithischen Fundplätze zu liegen (Abbildung 26). Dies könnte in Bezug auf die Bodenbearbeitungsmassnahmen bedeuten, dass die Arboner Felder wie beschrieben tendenziell gut umgegraben wurden, aber noch nicht den Standard der horgenzeitlichen Felder erreichten. Das potentielle Joch ist möglicherweise ein Hinweis auf einen kommenden Umbruch.

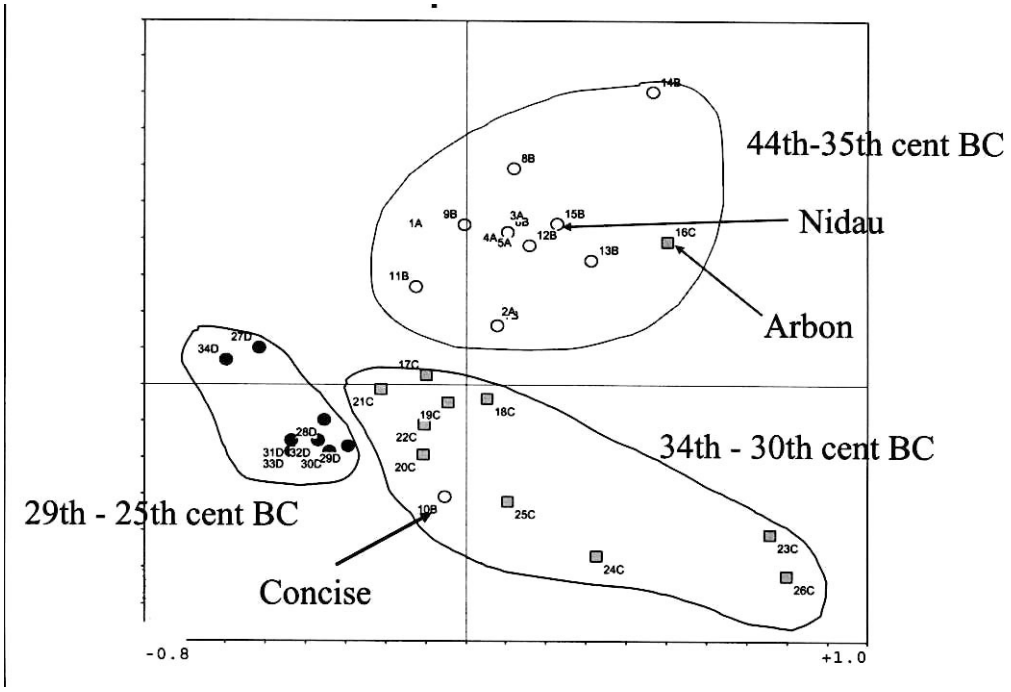


Abbildung 26: Diagramm der Korrespondenzanalyse: Aufgrund der Offenlandtaxa werden jungneolithische Siedlungen klar von den spätneolithischen getrennt gruppiert (siehe Text) (Abbildung aus Schibler und Jacomet in prep.). Arbon: 3384-3370 v. Chr., Nidau: 3406-3389 v. Chr., Concise: 3709-3701 v. Chr.

4.7.4 Erntemethoden

Anhand der Wuchshöhen von mit den Kulturpflanzen mitgeernteten Ackerbegleitpflanzen kann man versuchen, Rückschlüsse auf die Schnitthöhe der Getreidehalme bei der Getreideernte zu ziehen. So wurde in Hornstaad das Getreide etwa in einer Höhe von mindestens 40 cm, geerntet, was nicht nur die Wuchshöhen der Unkräuter zeigen, sondern auch Funde von Halmstücken, welche aufgrund ihres Durchmessers aus dem Bereich oberhalb des obersten Halmknotens stammten (Maier 2001, 98-99). Im Verlaufe des Neolithikums geht dann z.B. im Raum Zürich die Anzahl der hochwüchsigen Ackerbegleitpflanzen tendenziell zurück, die der mittelhohen bleibt stabil und die der niederwüchsigen nimmt deutlich zu, wobei sich beim Übergang vom Jung- zum Spätneolithikum ein Umbruch abzuzeichnen scheint (Jacomet et al. 1989, 156). Während dieser Zeitspanne wird also offenbar von einer Schnitthöhe der Halme in einem mittleren Bereich auf eine bodennahe übergegangen. Hierzu passt die Tatsache, dass sich vom Jung- zum Spät- und Endneolithikum im westlichen Bodenseeraum die schneidenden Erntegeräte verändern: Pfyn: Sicheln, Horgen: kurze Erntemesser (Abbildung 25) (Schlichtherle 1992, 42). Entsprechend vermuten Pétrequin et al. (2002, 57), dass im Verlauf des Neolithikums mit zunehmender Anwendung des Pfluges und dichteren Saatrillen die Sicheln verschwinden, währenddem zunehmend Erntemesser verwendet wurden. Im Folgenden soll analysiert werden, ob die in Arbon nachgewiesenen Unkräuter und Erntegeräte Hinweise auf die Ernteweise geben.

Getreideernte in Arbon: Die Mehrzahl der in Arbon nachgewiesenen Ackerbegleitpflanzen sind mittel- und hochwüchsig (Abbildung 31; Kapitel 3.5.5), insbesondere auch die mit Getreide korrelierenden Taxa (Abbildung 8), was eher auf eine Schnitthöhe im mittleren bis oberen Halmbereich hindeutet. Diese Schnitthöhe wäre auch für einen lückigen Stand der Kulturpflanzen (siehe oben) geeigneter als die bodennahe Schnittweise, welche einen dichteren Stand voraussetzt. Einzig *Cerastium fontanum* (Stetigkeit 88%), eine niederwüchsige Pflanze, die unter anderen mit Emmer korreliert (Abbildung 8), könnte – falls tatsächlich auf Getreidefeldern vorhanden – bei einer bodennahen Ernteweise mitgeerntet worden sein. Alles in allem erscheint aber am ehesten wahrscheinlich, dass mehrheitlich eine mittlere Erntehöhe für Getreide in Arbon bevorzugt wurde.

Leinernte in Arbon: Da mit Lein sowohl hoch- als auch niedrigwüchsige Pflanzen korrelieren und Lein neben der Gewinnung von Samen auch als Faserpflanze verwendet worden ist (Leuzinger 2002,

137), kann angenommen werden, dass die Arboner Siedler zur Gewinnung möglichst langer Fasern die ganzen Pflanzen von Hand ausgerissen und dabei auch niedrigwüchsige Unkräuter vermehrt mitgeerntet haben. Diese Erntetechnik wird für diese Zeit oft beschrieben (Lüning 2000, 87). So belegen Wurzelansätze an dicken Stängelteilen in Pfäffikon-Burg (3100-3000 v. Chr.), dass die Pflanzen als ganzes ausgerissen wurden (Zibulski in prep., 10, 19). In Hornstaad Hörnle IA (3917-3905 v. Chr.) lag in der Brandschicht ein ganzes Bündel verkohlter Pflanzen mit Stängeln, reifen Kapseln und teilweise waren Hypokotyl und Wurzeln vorhanden, was beweist, dass der Lein bei der Ernte ausgerauft wurde (Maier 2001, 70; Maier 1990, 126). In den zwei Leinvorräten wurden mit Ausnahme einer niedrigwüchsigen Art (*Brassica campestris*: Wuchshöhe: 20-40 cm) nur mittelhohe und hochwüchsige Arten gefunden, was gemäss Maier (2001, 105) durch Ausreissen von Leinbündeln zu erwarten wäre. Mit insgesamt nur sieben Ackerbegleitpflanzen (drei hochwüchsige, drei mittelhohe und eine niedrigwüchsige) erscheint diese Annahme eher zweifelhaft, zumal in Leinvorräten folgender Siedlungen niedrigwüchsige Arten nachgewiesen wurden. Für Horgen-Scheller (3080-3030 v. Chr.) zeigt die Korrelation von niedrigwüchsigen Unkräutern mit Lein und Schlafmohn, dass die ganzen Lein- und Mohnpflanzen ausgerauft wurden (Favre 2002, 165; Favre und Jacomet in prep., 10; Favre Synthese, 7). Auch für die Zürcher Siedlungen wird vermutet, dass die ganzen Leinpflanzen ausgerissen wurden, da das Auftreten vieler niedrigwüchsiger Taxa vermutlich mit dem Ernten der ganzen Pflanzen zusammenhängt (Brombacher und Jacomet 1997, 264; Jacomet et al. 1989, 179). In den zwei Leinproben von Port-Stüdeli (3560 v. Chr.) (Brombacher und Jacomet 2003, 81, Tabelle 21) kamen zwei extrem niedrigwüchsige Taxa und zwei niedrigwüchsige neben drei mittelhohen und fünf hochwüchsigen Taxa vor, was darauf hindeutet, dass auch hier ganze Leinpflanzen ausgerauft wurden.

Aussagen mit Hilfe von Erntegeräten: Arbon Bleiche 3 liegt zeitlich in der eingangs geschilderten Übergangsphase von Ernten mit Sicheln zu Ernten mit Messern (Abbildung 25). Im Inventar der potentiellen Erntegeräte treten in Arbon Bleiche 3 interessanterweise zwei Sorten von Silexklingen auf: gedrungene und lang-schmale Klingen (Abbildung 27; Abbildung 28). Die gedrungenen Klingen scheinen von Messern mit kurzen Griffen zu stammen. Da jedoch nur ein Exemplar mit einem Teil des Griffes, welcher sich sowohl von der typischen Horgener als auch Pfyner Griffform unterscheidet, gefunden wurde, konnte nicht entschieden werden, ob sich diese Griffform zeitlich in die Übergangsperiode zwischen Pfyner und Horgener Kultur einfügt. Die lang-schmalen Klingen scheinen in langen, nicht gebogenen Griffen gefasst gewesen zu sein (Leuzinger 2002, 28-29, 32). Einige Exemplare beider Klingentypen weisen Sichelglanzspuren (Leuzinger 2002, 28, 29), welche durch Schneiden von Getreide (oder zumindest Gräsern!) entstehen, auf (Schlichtherle 1992, 27). Eine Schnitthöhe im oberen Halmbereich ist für Sicheln besser geeignet. Da die genaue Form der längeren Messer nicht bekannt ist, bleibt aber deren Einsatzweise bei der Ernte offen, d.h. es kann nicht mit Sicherheit gesagt werden, ob sie an Stelle von Sicheln verwendet wurden. Die kurzen Erntemesser eignen sich dagegen besser, um das Getreide bodennah, im unteren Halmbereich, zu schneiden (Schlichtherle 1992, 37), wobei bodennahe Ernteweise einen dichteren Stand der Kulturpflanzen bedingt (Schlichtherle 1992, 37, 42-43; Jacomet et al. 1989, 156). Aufgrund der Geräte wäre also beides, eine Schnitthöhe im mittleren und oberen Halmbereich, möglich.

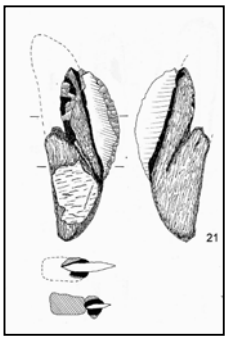


Abbildung 27: Messer. Zeichnung AATG, U. Leuzinger, aus Leuzinger (2002, 32, Abbildung 24)

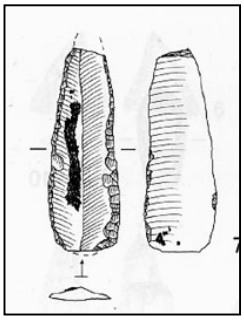


Abbildung 28: Retuschierte Klinge. Zeichnung AATG, U. Leuzinger, aus Leuzinger (2002, 32, Abbildung 24).

Fazit

Abschliessend kann man festhalten, dass die Getreide einerseits vielleicht meist bei einer mittleren Erntehöhe, möglicherweise mit langen Klingen geschnitten wurden, was auch dem vermuteten lückigen Stand der Getreide entsprechen würde und andererseits, wie kurze Klingen vermuten lassen, teilweise auch eine bodennahe Schnittweise angewandt wurde. Ersteres entspricht eher "jungneolithischen" (auch pfynzeitlichen) und letzteres eher "spätneolithischen" (horgenzeitlichen) Erntemethoden. Lein wurde vermutlich auch in Arbon Bleiche 3 wie seit 3700 v. Chr. (Kapitel 4.7) als ganze Pflanze geerntet.

4.7.5 Gab es Brachephasen?

Das Ackerbegleitpflanzenspektrum wird nicht nur von der Bewirtschaftungsweise der Felder beeinflusst, sondern es verändert sich auch durch kontinuierlichen Anbau der Kulturpflanzen auf demselben Feld. D. h. auf einer frisch gerodeten Fläche wachsen teilweise Pflanzen, die bei längerer Bewirtschaftung nicht mehr vorkommen, andere Arten siedeln sich erst später an. Zur Interpretation der neolithischen Ackerunkrautspektren betreffend der Dauer von Brachephasen gibt es ganz unterschiedliche Ansichten, die im folgenden kurz dargelegt sind.

A. Bogaard (2002) wertete die Daten einer älteren Untersuchung zur Entwicklung der Ackerbegleitpflanzen von unterschiedlich intensiv bewirtschaften Feldern während der ersten sechs Jahre nach der Rodung aus (Kölner Experimente im Hambacher Forst, um 1980). Sie stellte fest, dass unabhängig von der Intensität der Bodenbearbeitungsmassnahmen (Pflügen, Hacken, Jäten) der Anteil ausdauernder Taxa (80%) immer höher war als jener der einjährigen: auf wenig bearbeiteten Feldern traten ausdauernde Waldpflanzen am zahlreichsten auf, währenddem auf den am intensivsten bearbeiten Feldern ausdauernde Pflanzen "gestörter Standorte" wie Pionierpflanzen, Ruderale und Ackerbegleitpflanzen überwogen. Die annuellen Pflanzen (vorwiegend Pflanzen "gestörter Habitate") hingegen wuchsen auf allen Feldern (Bogaard 2002, 160-163). Diese Ackerbegleitpflanzenspektren wurden mit jenen neolithischer Siedlungen zwischen 5500-2200 v. Chr. verglichen. Es zeigte sich, dass in archäologischen Vorräten annuelle Unkräuter überwiegen und Waldpflanzen (speziell ausdauernde Waldpflanzen) rar sind, woraus A. Bogaard (2002, 163) folgerte, dass die Vorräte nicht von frisch gerodeten Feldern, wie sie bei häufigem Verlegen der Äcker ("shifting cultivation") zu erwarten wären, stammen können. Diese Erkenntnis zeigt also, dass im Neolithikum einmal gerodete Flächen über längere Zeit bepflanzt wurden (Bogaard 2002, 160-163).

Eine ähnliche Tendenz beschreiben Brombacher und Jacomet (1997, 272) aufgrund von Untersuchungen am unteren Zürichsee: Nicht eine Abnahme der ausdauernden Pflanzen im Verlaufe des Neolithikums, sondern eine Veränderung der Artenkombination mit mehr "Grünlandarten", wird in den Untersuchungen am unteren Zürichsee festgestellt. Jacomet et al. erwägen wegen geringer Beimengung einer zweiten Kulturpflanzenart in Vorratsfunden einen Kulturpflanzenanbau im Rahmen eines Fruchtwechsels. Dies bedeutet, dass eine gerodete Fläche während mehrerer Jahre bepflanzt wurde (Brombacher und Jacomet 1997, 252-253, 272; Jacomet et al. 1989, 236). Brombacher und Jacomet (1997, 271) tendieren also dazu, bereits für das Jungneolithikum kurze Brachezeiten anzunehmen. Auch die Anwesenheit von kurzlebigen Unkräutern ist fast nur durch dauernd offene Flächen zu erklären und weist zudem darauf hin, dass diese Flächen bereits vor dem Seeuferneolithikum kultiviert wurden (Brombacher und Jacomet 1997, 271). Im Spät- und Endneolithikum erachten sie kurze Brachezeiten (1 bis 3, max. 5 Jahre) sowie intensive Beweidung der Brachen als klar belegbar, da sie eine Zunahme ausdauernder "Grünlandarten" und Weidezeiger wie *Potentilla reptans*, *Trifolium repens* und *Ranunculus repens* festellten (Feld-Graswirtschaft)

(Brombacher und Jacomet 1997, 272). Noch extremer ist die Situation in Hornstaad Hörnle IA (3917-3905 v. Chr.), indem keine Hinweise – der Anteil mehrjähriger Ackerbegleitpflanzen ist sehr klein – auf die Einschaltung von Brachestadien gefunden wurden, was bedeutet, dass einmal gerodete Flächen jedes Jahr kontinuierlich bewirtschaftet wurden (Maier 2001, 92, 98, 109). Sie zieht in Erwägung, dass es vorteilhaft ist mühsam gerodete Felder kontinuierlich zu bewirtschaften, da diese Flächen nach einigen Jahren frei von Gehölzen und Wurzelresten wären (Maier 2001, 98).

Eine ganz andere Ansicht vertreten Rösch et al. (2002) aufgrund eines Getreideanbau-Experimentes zur Brandrodungs-Wirtschaft. Sie stellten fest, dass nach der Brandrodung Ernteeträge der ersten Anbauperiode hoch ausfielen, wesentlich höher als mit einer Drei-Felder-Wirtschaft. Die hohen Ernteerträge direkt nach der Brandrodung sind offenbar auf die Unterdrückung der Unkräuter durch den Brand, die Verdrängung der Unkräuter durch das Wachstum der Getreide selbst und das Fehlen von keimfähigen Unkrautsamen im ehemaligen Waldboden zurück zu führen. Im zweiten Jahr nach der Brandrodung hingegen wurde der Getreideanbau durch starkes Wachstum von Lichtungspflanzen, wie *Rubus* spec., *Cirsium* spec., *Deschampsia caespitosa* und *Eupatorium cannabinum*, stark beeinträchtigt, und in den folgenden Jahren führte kontinuierlicher Anbau von Getreide kombiniert mit Hacken oder Abbrennen der trockenen Kräuter zu minimalen oder überhaupt keinen Ernteerträgen. Die Erkenntnisse dieses Experimentes zeigten also, dass kontinuierlicher Anbau oder kurze Brachezeiten wenig oder keine Ernteerträge einbrachten. Deshalb schlagen Rösch et al. lange Brachestadien von mindestens 12 Jahren vor (Rösch et al. 2002, 147, 151-153).

In Arbon Bleiche 3 zeigen die mit Kulturpflanzen korrelierenden Taxa zwar kein deutliches Überwiegen annueller Ackerbegleitpflanzen, sie stammen aber nach heutigen Kriterien von Ruderal-, Acker- und Wiesenstandorten. Eine Ausnahme bildet *Eupatorium cannabinum*, eine ausdauernde Waldlichtungspflanze. Da nur eine mehrjährige Waldpflanze dabei ist, bedeutet dies nach A. Bogaards (2002, 163) Erkenntnissen, dass die Felder nicht frisch gerodet worden wären. Da die Stetigkeiten der der ausdauernden Wald- Waldrand- und Lichtungspflanzen die auch als potentielle Ackerbegleitpflanzen in Frage kommen, meist unter 10% liegen (Abbildung 31), kann vermutlich tendenziell von einem kontinuierlichen Anbau ausgegangen werden. Dies würde bedeuten, dass einmal gerodete Flächen dauerhaft bewirtschaftet wurden. Da, wie auch Maier (2001, 98) erwähnte, häufiges Verlagern der Ackerflächen sehr aufwändig ist, wäre eine dauerhafte Bewirtschaftung von Vorteil.

4.7.6 Ruderalfluren und Krautfluren der Äcker (RU) – Wie entstand eine Ackerbegleitflora?

Ruderalfluren und Ackerkrautfluren sind Gesellschaften, die auf vom Menschen geschaffenen Flächen, wie Wege, Bauschutt, bewirtschaftete Felder oder ähnliche Standorte, entstehen. Einige der Arten waren schon vor menschlichen Eingriffen in Mitteleuropa vorhanden (Apophyten) (z.B. *Galeopsis tetrahit*, *Sonchus asper*, *Clinopodium vulgare* und *Lapsana communis*): In kurzlebigen Kräuterfluren sommertrockener Flussbetten, auf Teichböden und an Spülsäumen, auf Strandwällen, Brandflächen und Sturmlücken im Walde, an abbrechenden Steilufern von Flüssen und Seen, in feinerdereichen Schutthalden und Schlammböden im Hochgebirge, die bis in die montane Stufe hinabreichen, gibt es zeitweise offene Flächen. Wildwechsel und Tierbauten haben vermutlich zur Erhaltung und Ausbreitung von Pflanzenarten, die im geschlossenen Wald nicht wachsen können, beigetragen (Ellenberg 1996, 862-863, 870; Jacomet et al. 1989, 190). Andere Arten wurden eingeschleppt (Archäophyten): Sie kommen ursprünglich, wie die Wildformen der Getreidearten sowie der Getreideanbau, aus den Steppen, Gebirgssteppen und Halbwüsten Vorderasiens oder stammen aus dem Mittelmeerraum (Ellenberg 1996, 862-863, 870-871; Hüppe 1987, 25-27). Es ist oft nicht einfach zu entscheiden, ob es sich bei einer Pflanzenart um eine einheimische Art oder um einen Archäophyten handelt, da heute ursprüngliches und sekundäres Areal vieler Archäophyten kontinuierlich ineinander übergehen (Sukopp 1972 zitiert in Maier 2001, 100; Sukopp 1972 zitiert in Jacomet et al, 1989, 190). Auch stimmen die Angaben von verschiedenen Autoren über die Herkunft einer Art nicht immer überein (Maier 2001, 100). In Arbon Bleiche 3 nachgewiesene Archäophyten sind (Angaben nach Sebald et al. 1993a; 1993b; 1996a; 1996b; 1998; Maier 2001, 100): *Echinochloa crus-galli* (0% Stetigkeit) (Sebald et al. 1998, 233), *Polygonum aviculare* (21% Stetigkeit) (Sebald et al. 1993a, 514), *Valerianella dentata* (3% Stetigkeit) (Sebald et al.1996b, 11), *Nepeta cataria* (3% Stetigkeit) (Sebald et al. 1996a, 188), *Stachys annua* (3% Stetigkeit) (Sebald et al.1996a, 186). Zudem wurden einige Arten nachgewiesen, die wahrscheinlich Archäophyten sind: *Chenopodium album* (0% Stetigkeit), *Verbena officinalis* (55% Stetigkeit), *Camelina sativa* (45% Stetigkeit), *Vicia hirsuta* (3% Stetigkeit), *Fallopia convolvulus* (42% Stetigkeit) (Maier 2001, 100), *Arctium tomentosum* (6% Stetigkeit) (Sebald et al. 1996b, 235). Diese Archäophyten und wahrscheinlich Archäophyten wurden alle bereits ab dem 55. bis 40. Jahrhundert v. Chr. in Mitteleuropa nachgewiesen (Maier 2001, 100; Sebald et al. 1993a; 1993b; 1996a; 1996b; 1998).

In Arbon Bleiche 3 konnten 41 Taxa (32%) aus der heute in die Gruppe der Ruderalen und Ackerbegleitfluren eingeteilten Taxa nachgewiesen werden (Abbildung 7; Abbildung 34). Viele dieser Pflanzen – einige darunter sind Pionierpflanzen, können also neu entstandene oder neugeschaffene Freiflächen schnell besiedeln – gedeihen allerdings auch an Ufern, Gräben und/oder Waldschlägen, Waldsäumen und Hecken. Sie haben also eine weite ökologische Amplitude und können somit an diversen offenen Standorten wachsen. Es wird angenommen dass es damals noch keine klar differenzierten Offenlandgesellschaften gegeben hat: Ellenberg erwähnt, dass die Kulturpflanzenfelder mit ihren Ackerbegleitpflanzen in prähistorischer Zeit "grünlandähnlich" gewesen sein müssen (Ellenberg 1996, 873). Auch in Vorratsfunden treten Pflanzenarten zusammen auf, die heute in unterschiedlichen Ökogruppen vorkommen (Jacomet und Kreuz 1999, 145). Anhand einer Zusammenstellung zahlreicher nachgewiesener Unkrautarten wurde festgestellt, dass deren heutige Verbreitungsschwerpunkte nicht in Acker- und Ruderalfluren sind, sondern in Gesellschaften überwiegend offener Standorte wie Steinfluren, anthropo-zoogene Heiden und Wiesen sowie waldnahe Staudenfluren und Gebüsche (Willerding 1986, 332). Ebenso weist die chronologische Tendenz im Ruderalpflanzenspektrum darauf hin, dass besonders im Jungneolithikum die Pflanzengesellschaften vermutlich noch wenig differenziert waren, indem in Jungneolithischen Vorräten mehr Ruderalpflanzen nachgewiesen wurden als im Spätneolithikum (Jacomet et al. 1989, 137). Dasselbe kann man auch für die Grünlandpflanzen feststellen, da auch diese eine weite ökologische Amplitude bezüglich Offenlandgesellschaften aufweisen (Kapitel 4.12.4).

Letztlich kann man also kaum feststellen, von welchem oder welchen Standorten eine in der Siedlung nachgewiesene Offenlandpflanze stammt, es sei denn, wir hätten Vorräte ungereinigten Erntegutes gefunden. Dieselben Schwierigkeiten traten zum Beispiel in Pfäffikon-Burg auf, wo ebenfalls mangels Vorratsfunden offen bleiben musste, wo die nachgewiesenen Arten der Gruppen "Rasen- und Grünlandgesellschaften" gewachsen sind (Zibulski in prep., 12).

Aus dem Vorhandensein von potenziellen Ackerbegleitpflanzen in offenen Fundkomplexen kann man nicht unbedingt folgern, dass diese tatsächlich auf den Feldern wuchsen, da Brombacher und Jacomet (1997, 268) feststellten, dass einige zwar regelmässig bis häufig in Schichtproben vorkommen, in Vorratsproben jedoch nicht gefunden wurden. Einzig Therophyten, deren Verbreitungsschwerpunkt heute klar auf Äckern liegt, können als Ackerbegleitpflanzen bezeichnet werden (Brombacher und Jacomet 1997, 258).

Es stellt sich nun die Frage, wie eine Ackerbegleitflora auf neolithischen Äckern entstanden sein könnte. Für die Entstehung der Ackerbegleitflora von Hornstaad Hönle IA (3917-3905 v. Chr.) stellte U. Maier (2001, 101-103) fest, dass verschiedene Faktoren mitgewirkt haben müssen. Diese sind Besiedlung der Äcker durch Apophyten und bereits seit dem Alt- und Mittelneolithikum (es gab Siedlungen aus diesem Zeitraum im Hinterland) eingeschleppte Archäophyten. Zudem könnten einige Arten (z.B. *Lathyrus sativus/cicera*, *Vicia angustifolia*) mit Saatgut in die Felder gelangt sein. Überdies könnten sich einige Arten, welche ursprünglich als nützliche Wildpflanzen absichtlich mitgebracht wurden, als Unkräuter auf den Feldern einfinden (*Brassica campestris*, *Descurainia sophia*, *Camelina sativa*, *Anethum graveolens*) (Maier 2001, 101-103). Es fragt sich nun, wie die Ackerbegleitflora von Arbon Bleiche 3 entstanden sein könnte. Apophyten könnten zum Beispiel durch Wind, Tiere und Mensch aus der Umgebung der Siedlung in die Felder einwandern. Auch Archäophyten waren mit grosser Wahrscheinlichkeit bereits in der Region vorhanden, da mehrere Siedlungen zumindest seit der frühen Pfyner Kultur im südlichen Bodenseeraum existierten (Hasenfratz 1990, 204). Zudem fanden Brombacher und Hadorn (in prep.) (Makrorest- und Pollenuntersuchungen) Kulturzeiger in älteren Schichten der untersuchten Profilkolonnen von Arbon Bleiche 3. Vor allem die Makrorestfunde von Kulturpflanzen deuten auf eine mögliche, frühere Besiedlung in der Arboner Bucht hin, wohingegen Pollen auch aus grösseren Distanzen in das Siedlungsareal gelangt sein könnten. Leider ergaben die Dendrchronologischen Untersuchungen keinen Aufschluss über das Aussehen der Waldstandorte, beziehungsweise ob es Wiederbewaldungsflächen gab, in der Umgebung Arbons (T. Sormaz in prep.; schriftliche Mitteilung). Vor allem aufgrund der Kulturzeiger in den Makrorestproben, welche aus Schichten vor 3384 v. Chr. stammen, wäre es denkbar, dass die Bevölkerung von Arbon Bleiche 3 von bereits aufgelichteten Flächen früherer im Gebiet lebender Menschen (Arbon Bleiche 1, Pfyn) profitieren konnten. Ebenso wie für Hornstaad Hönle IA (Maier 2001, 102-103) könnten auch in Arbon Ackerbegleitpflanzen mit Saatgut in die Ackerflächen gelangt sein. Beispiele hierfür wären *Silene cretica* und *Camelina sativa* (Kapitel 4.7). Ob *Brassica rapa* und vielleicht auch *Camelina sativa* früher (vor 3384 v. Chr.) angepflanzt wurden und sich danach auch auf anderen auf Äckern ausgebreitet haben, kann hier nicht entschieden werden. Zum Schluss kann festgehalten werden, dass auch die Arboner Ackerbegleitflora auf ähnliche Weise wie jene von Hornstaad (Maier 2001, 100-103) entstanden sein könnte. In Übereinstimmung mit den im Raum Zürich grösstenteils aus Apohyten zusammengesetzten Unkrautgesellschaften (Jacomet et al. 1989, 192) bestand auch in

Arbon der überwiegende Anteil der Ackerbegleitflora aus Apophyten, welche mit grösseren Stetigkeiten auftraten, als die meisten der Archäophyten.

4.8 Rekonstruktion der Getreidereinigungsstadien - Gründe, weshalb sie hier nicht rekonstruiert werden können

Die Bestimmung der Getreidereinigungsstadien ist wichtig, da die Reinigungsvorgänge das ursprüngliche Unkrautspektrum (mitgeerntete Unkräuter) verändern. Wenn man von Unkräutern auf landwirtschaftliche Tätigkeiten schliessen möchte, darf man nur Proben des gleichen Reinigungsstadiums vergleichen (van der Veen 1992, 86-87; Jones 1987, 321).

Zur Gewinnung der Körner durchläuft das Getreide nach der Ernte eine Abfolge verschiedener Prozesse bis das Endprodukt, die gereinigten Körner, vorliegt. Basierend auf ethnographischen Modellen sind dies vereinfacht: Ernten, Dreschen, Worfeln, Grob-Sieben, Fein-Sieben (van der Veen 1992, 204). Es stellt sich nun die Frage, ob es mit dem vorliegenden Material möglich ist, Getreidereinigungsstadien nachzuweisen. Die verschiedenen Reinigungsprozesse beeinflussen die ursprüngliche Zusammensetzung der Ernte, d.h. die Verhältnisse von Körnern, Drusch und Unkrautsamen verändern sich. Durch Berechnen der Proportionen von Körnern, Dreschresten, Stroh und Unkräutern kann man die den diversen Reinigungsprozessen entsprechenden Produkte und Nebenprodukte identifizieren. Produkte sind zunehmend gereinigtes Erntegut, und Nebenprodukte stellen den Abfall der Reinigungsprozesse dar. Die besten Voraussetzungen in Trockenbodensiedlungen erhalten zu bleiben, haben Reinigungsstadien, die mit Feuer in Berührung kommen können. Dies sind Nebenprodukte von Worfeln, Grob- und Fein-Sieben sowie das Produkt nach dem Feinsieben (gereinigte Körner) (van der Veen 1992, 81).

In Feuchtbodensiedlungen bleiben neben verkohlten auch zahlreiche unverkohlte Getreidereste erhalten. In den offenen Fundkomplexen von Arbon Bleiche 3 waren dies Spindelglieder von Nacktweizen und Gerste, Ährchengabeln und Hüllspelzenbasen von Emmer und Einkorn, nicht näher identifizierbare unverkohlte Testafragmente, verkohlte Körner und selten einzelne verkohlte Grannenfragmente. Überdies wurden in allen Proben Unkrautsamen gefunden. Vergleicht man die nachgewiesenen Resttypen mit den Produkten und Nebenprodukten der einzelnen Reinigungsschritten, erhält man Anhaltspunkte von welchen Reinigungsvorgängen die Getreidereste allenfall stammen könnten. Beim Dreschen z.B. durch Schlagen der Pflanzen gegen eine Wand, ein Brett oder mit Dreschflegeln entstehen Stroh, Spindelstücke, Spelzen, Grannen und Unkrautsamen. Beim Worfeln d.h. durch Hochwerfen des gedroschenen Getreides gegen den Wind fallen die schweren Partikel wie Spindelstücke von Nacktweizen und Ährchen von Spelzweizen, Körner und Unkrautsamen auf den Boden, währenddem die leichten Spelzen, Grannenfragmente und kleinen Unkrautsamen davon geweht werden. Um die Spelzweizen weiter zu reinigen, bedarf es grösserer mechanischer Einwirkung auf die Ährchen, um die an den Körnern haftenden Spelzen zu entfernen. Sie können (fakultativ) gedarrt werden und anschliessend durch Mörsern entspelzt werden. Das Sieben dient der Abtrennung von Kümmerkörnern, Spindelstücken und teilweise Unkrautsamen. Dass zumindest in Hornstaad Hörnle IA (3917-3905 v. Chr.) gesiebt werden konnte, geht aus dem Fund eines Siebes hervor (Maier 2001, 55). Zum Schluss wird Handverlesen, um Vorräte von schönen Getreidekörnen zu erhalten (Maier 2001, 53; Jacomet et al. 1989, 169). Es zeigt sich also, dass die in Arbon Bleiche 3 nachgewiesenen Getreideresttypen teilweise beim Dreschen und, da kein Stroh gefunden wurde, möglicherweise grösserenteils beim Entspelzen entstanden. Dies ist in Übereinstimmung mit Hornstaad Hörnle IA, wo in den offenen Fundkomplexen der Schichten AH1 und AH3 ebenfalls Abfallprodukte des Dreschens und Entspelzens vorliegen (Maier 2001, 54).

M. van der Veen wandte zwei verschiedene Methoden an, um die Getreidereinigungsstadien zu rekonstruieren: 1.: Spelzweizen: Berechnung des Verhältnisses von Hüllspelzenbasen (Spelzweizen) beziehungsweise Spindelgliedern (Nacktgetreide) zu Körnern (van der Veen 1992, 82). 2.: Rekonstruktion der Getreidereinigungsstadien anhand von charakteristischen Eigenschaften der entsprechenden Unkrautsamen (van der Veen 1992, 84-89; Jones 1987, 312-313).

Da in Arbon Bleiche 3 die Anzahl der verkohlten Getreidereste zu klein war, zu wenig Unkrautsamen gefunden wurden und nicht jede Probe Körner enthielt, können diese Methoden nicht angewandt werden. Unverkohlte Dreschreste wären zahlreicher repräsentiert, aber unverkohlte Körner blieben nicht erhalten beziehungsweise ihre Fragmente sind nicht näher indentifizier- und quantifizierbar. Überdies lag in der Kulturschicht eine Mischung aller Getreidearten und Wildkräuter, die von diversen Standorten in die Siedlung gelangt sein können, vor. Es ist deshalb nur sehr eingeschränkt möglich, einzelne Getreidearten und die entsprechenden potenziellen Ackerbeikräuter als Grundlage für die Rekonstruktion von Getreidereinigungsstadien zu erhalten. Hierzu wären geschlossene Fundkomplexe (z.B. Vorräte) geeigneter.

4.9 Sammelwirtschaft

Im Fundmaterial von Arbon Bleiche 3 finden wir die allgemein für das Jungneolithikum im Alpenvorland beschriebenen Sammelpflanzen (z. B. Favre 2002, 17ff; Herbig 2002, 29-32; Maier 2001, 110ff; Brombacher 2000, 165; Brombacher und Jacomet 1997, 277ff; Brombacher 1997, 176-177; Schlichtherle 1985, 34-35; Zibulski, in prep, 20-21).

Als Ergänzung zum Ackerbau hatte das Sammeln von nutzbaren Wildpflanzen im Neolithikum eine grosse Bedeutung. Dies belegt auch für Arbon Bleiche 3 das gefundene Wildpflanzenspektrum, das sich aus zahlreichen potentiellen Nahrungspflanzen, Heilpflanzen und anderweitig nutzbaren Pflanzen zusammensetzt. Allerdings wurden nur Pflanzen, deren Samen oder Fruchtbestandteile in der Kulturschicht vertreten sind wie zum Beispiel Beerensamen, Wildapfel Samen und Kerngehäuse, Steinkerne von Hagebutten etc. Andere Pflanzenteile wie Blätter und Wurzeln, die möglicherweise als Salat-, Gemüse- oder Heilpflanze verwendet wurden, kann man nicht direkt anhand von "normalen" Makroresten belegen, sondern aufgrund von Mikroresten (Pollen) oder indirekt, aufgrund von Samenfunden der betreffenden Pflanzen, deren Nutzung vermuten. Zudem konnte ein beträchtlicher Anteil der Wildpflanzen als Rohstofflieferant (Bau- und Brennholz, Klebstoff (Birkenteer), Fasergewinnung und Färbepflanze) dienen (Abbildung 34).

Im Folgenden werden die in Arbon Bleiche 3 am häufigsten nachgewiesenen Sammelpflanzen beschrieben und mit deren Vorkommen in pfyn- und horgenzeitlichen Siedlungen verglichen (Abbildung 19). Die Vergleiche basieren auf Proben offener Fundkomplexe aus organischen Kulturschichten.

4.9.1 Beeren

Erdbeeren (*Fragaria vesca*), Himbeeren (*Rubus idaeus*) und Brombeeren (*Rubus fruticosus*) traten in Arbon Bleiche 3 mit sehr hohen durchschnittlichen Konzentrationen der unverkohlten Nüsschen/Steinfrüchte und einer Stetigkeit von 100% auf. Man kann also davon ausgehen, dass die Bevölkerung diese schmackhaften, Vitamin C-reichen Beeren (Franke 1997, 315) als willkommene Abwechslung und Ergänzung gegessen hat. Erdbeeren und Himbeeren können von Juni bis Juli und Brombeeren von August bis Oktober geerntet werden (Pahlow 1994, 24-25). Aus den jungen Blättern dieser drei Pflanzen (Mai bis Juni) kann man Tee, der auch als Heilmittel eingesetzt werden kann, zubereiten (Pahlow 1994, 96, 124, 162).

Auffallend sind die extrem hohen Werte der Erdbeernüsschen im Vergleich zu den übrigen Beeren (Abbildung 6). Auch wenn in anderen jungsteinzeitlichen Siedlungen (Abbildung 35) die durchschnittlichen Konzentrationen nicht derart extrem hoch waren, so waren doch Erdbeeren meistens (Ausnahme Horgen-Scheller (3080-3030v. Chr), und Zürich Mozartstrasse Schicht 4 (3668-3600 v. Chr.) die häufigsten Beeren (Maier 2001, 115; Brombacher und Jacomet 1997, 280).

Da Erdbeeren mehrere Nüsschen pro Frucht enthalten, werden die Beerennüsschen/-steinkerne in ganze Sammelfrüchte umgerechnet, um auf der Basis von Sammelfrüchten zu vergleichen, welche Früchte allenfalls häufiger sind (Abbildung 29). Die Angaben der Anzahl Samen pro Frucht wurde mir von Christoph Brombacher zur Verfügung gestellt. Die Werte wurden anhand von rezentem Vergleichsmaterial ermittelt (Brombacher unpubl.). Die Umrechnung ergibt 27 Erdbeeren, 20 Himbeeren und 7 Brombeeren pro Liter. D.h. der Vergleich zwischen Erdbeeren und Himbeeren ergibt kaum einen Unterschied mehr. Diese beiden Beerenarten wurden folglich etwa gleich häufig gesammelt. Von den Brombeeren hingegen wurden weniger gepflückt.

In Arbon Bleiche 3 waren, wie in den meisten Pfyner und Horgener Siedlungen, Himbeeren zahlreicher als Brombeeren (Abbildung 35). Brombacher und Jacomet (1997, 280) haben ebenfalls festgestellt, dass in jung- und spätneolithischen Siedlungen Himbeeren tendenziell häufiger waren als Brombeeren. Ob dies mit den Sammelgewohnheiten oder der Vegetation in der Umgebung zusammenhängt bleibt offen. P. Zibulski (in prep., 20-21) zieht in Erwägung, dass Schafe /Ziegen während des Winters die in der folgenden Vegetationsperiode fruchtenden Triebe durch Fressen der immergrünen Blätter (Himbeeren verlieren ihre Blätter im Winter) schädigten, so dass diese in der Folge weniger Früchte trugen. Da Geiss/Schaf Koprolithen Brombeerdornen und -steinkerne enthielten, vermuten Akeret et al. (1999,178), dass diese Tiere im Winterhalbjahr Brombeerblätter und die noch an den Zweigen hängenden Beeren frassen. D.h. P. Zibulskis Vermutung könnte auch auf Arbon Bleiche 3 und auch andere Ufersiedlungen zutreffen.

Kratzbeeren (*Rubus caesius*): Kratzbeeren zeigten im Vergleich zu den oben erwähnten Beeren eine deutlich tiefere Konzentration und eine geringere Stetigkeit. Auch in den anderen in der Abbildung 35 aufgeführten Siedlungen (3668-3030 v. Chr.) waren Kratzbeeren vergleichsweise weniger häufig als Erdbeeren, Himbeeren und Brombeeren. Da auch in Hornstaad Hörnle IA weniger Kratzbeeren gefunden wurden, vermutet U. Maier (2001, 115), dass diese Pflanzen im Neolithikum

noch nicht so häufig waren wie heute. Mit häufigem Auftreten wären die schmackhaften Beeren vermutlich zahlreicher in der Kulturschicht vertreten.

Früchte	durchschnittliche Konzentration Stk./l	Diasporen pro Frucht	Anzahl Früchte pro Liter
Fragaria vesca	1875	70	27
Rubes idaeus	814	40	20
Rubus fruticosus	269	40	7
Rosa spec.	5	20	0.25
Malus sylvestris	24	7	3.4
Sambucus spec.	5	3	1.6

Abbildung 29: Umrechnung einiger zahlreich nachgewiesener Diasporen in Fruchteinheiten. Die Angaben über die Anzahl Diasporen pro Frucht wurden mir von C. Brombacher zur Verfügung gestellt. Verwendet wurde jeweils der mittlere Wert. Bei den Äpfeln wurden für die Umrechnung nur die Samen einbezogen, wobei fünf Samenfragmente einem Ganzen Samen entsprechen (120 Samenfragmente entsprechen somit 24 ganzen Samen).

4.9.2 Rübkohl (Brassica rapa)

Die ältesten prähistorischen Nachweise von Samen des wilden Rübkohls wurden in neolithischen Siedlungen des nördlichen Alpenvorlandes gefunden. Es konnte gezeigt werden, dass sie als Acker- und Siedlungsunkräuter wuchsen und gesammelt wurden (Körber-Grohne 1987, 165, 170).

Rübkohl kann man auf verschiedene Weise nutzen: Die ölhaltigen Samen können in Speisen mitgekocht werden, und die Wurzel bietet sich als kohlenhydrathaltiges, relativ Vitamin C-haltiges Gemüse an (Bickel-Sandkötter 2001, 152ff). Letztere kann man jedoch kaum nachweisen.

Aufgrund der hohen Stetigkeit und verhältnismässig hohen durchschnittlichen Konzentration von Rübkohlsamen (Abbildung 35) kann man annehmen, dass diese gesammelt wurden. Vorratsfunde und Ansammlungen von Rübkohlsamen in verschiedenen neolithischen Siedlungen belegen, dass die ölreichen Samen genutzt wurden (Maier 2001, 125; Schlichtherle 1981, 119). Brombacher und Jacomet (1997, 280) stellen mit generell zunehmender wildbeuterischer Tätigkeit möglicherweise in Folge von Klimaverschlechterung um 3600 v. Chr. hohe Konzentrationen von Rübkohlsamen fest.

Rübkohl weist in den Pfyner Siedlungen (hier Zürich Mozartstrasse Schicht 4 (3668-3600 v. Chr.) und Kanalisationssanierung-Zürich Seefeld Schicht 5 (3612 v. Chr.) die höchsten Konzentrationen und Stetigkeiten auf. Die Konzentrationen in den jüngeren Siedlungen sind deutlich tiefer, währenddem die Stetigkeiten in den Siedlungen Kanalisationssanierung-Zürich Seefeld Schicht 3 (3179-3158 v. Chr.) und Kanalisationssanierung-Zürich Seefeld Schicht 4 (3239-3201 v. Chr.) hoch sind und jene der restlichen Schichten deutlich tiefer (Abbildung 35). Aufgrund der Konzentrationswerte scheinen Rübkohlsamen während der späten Pfyner Kultur eine wichtigere Rolle für die Ernährung gespielt zu haben als während der Horgener Kultur. Zürich Seehofstrasse AKAD (3728 v. Chr.) und Kanalisationssanierung-Zürich Seefeld Schicht Schicht 9 (3827v. Chr.) zeigten jedoch mit ca. 20 Stück pro Liter und unter 10 Stück pro Liter eine niedrigere Konzentration (Brombacher und Jacomet 1997, 279, Abbildung 257), was zeigt, dass die hohen Konzentrationen der Schichten Mozartstrasse Schicht 4 und Kanalisationssanierung-Zürich Seefeld Schicht 5 nicht allgemein für Pfyner Kultur repräsentativ sind, sondern eher mit der Klimaverschlechterung in Zusammenhang stehen (Kapitel 4.10.4). Die Konzentrations- und Stetigkeitswerte der Rübkohlsamen von Arbon Bleiche 3 liegen zwischen den späten Pfyner und Horgener Werten. Die positiven Korrelationen, also das gemeinsame Auftreten von Rübkohlsamen einerseits mit den Beeren und andererseits mit Lein und Schlafmohn, deutet darauf hin, dass Rübkohlsamen absichtlich zum Verzehr gesammelt wurden.

4.9.3 Hagebutten (*Rosa* spec.)

Die hohe Stetigkeit und positiven Korrelationen mit diversen Beeren (Abbildung 17) weist darauf hin, dass Hagebutten trotz geringer durchschnittlicher Konzentration genutzt wurden (Abbildung 4). Sie können von September bis November gesammelt werden (Pahlow 1994, 25, 148) und sind dann auch getrocknet über längere Zeit haltbar (Machatschek 1999, 161).

Die Früchte enthalten viel Vitamin C, und Hagebuttentee wirkt lindernd bei Fieber und Infektionskrankheiten (Bickel-Sandkötter 2001, 322). Hagebutten, die mit Kernen gegessen werden, sollen den Bandwurm abführen (Pahlow 1994, 150). Es ist nicht nachweisbar, ob diese Wirkung damals schon bekannt war. Jedenfalls konnte nachgewiesen werden, dass Bandwurmbefall damals

auftrat. M. Le Bailly (2002, 41, 44) fand neben zahlreichen Parasiten auch Bandwurmeier verschiedener Arten/Gattungen (*Taenia sanginata* (Rinderbandwurm), *Taenia solium* (Schweinebandwurm) und *Diphyllobothrium* sp. (Fischbandwurm) in menschlichen Koprolithen von Arbon Bleiche 3.

4.9.4 Wildapfel (*Malus sylvestris*)

Wildäpfel gehörten zu den häufigsten Obstarten, wie die zahlreichen und stetig auftretenden Samen und Kernhausfragmente belegen. Rechnet man die durchschnittliche Samenkonzentration (Annahme: fünf Samenfragmente entsprechen einem Samen) auf ganze Früchte um (Brombacher unpubliziert, siehe Beeren), ergibt dies 3.5 Äpfel pro Liter (Abbildung 29). Vergleiche mit den 27 Erdbeeren und 20 Himbeeren zeigen, dass auch den Wildäpfeln bezüglich Gewicht und Kalorien eine grosse Bedeutung zukam. Auch sind sie ihrer guten Haltbarkeit frisch und gedörrt wertvoll (Bickel-Sandkötter 2001, 317).

Die Zusammenstellung einiger Siedlungen (Abbildung 35) zeigt, dass Wildäpfel meist mit einer hohen Stetigkeit gefunden werden. Aufgrund umfangreicher Untersuchungen von Siedlungen am unteren Zürichsee stellten Brombacher und Jacomet (1997, 280) fest, dass sich über eine grössere Zeitspanne keine Veränderungen in der Häufigkeit der Wildapfelfunde abzeichneten. Wildäpfel wurden demnach regelmässig genutzt.

4.9.5 Judenkirschen (*Physalis alkekengi*)

Judenkirschen traten in jungneolithischen und Horgener Siedlungen im Raum Zürich regelmässig auf und wurden in schnurkeramischen Siedlungen seltener (Brombacher und Jacomet 1997, 279-280). Dass sie auch anderenorts genutzt wurden, belegen zwei Samenkonzentrationen von Himbeeren und Judenkirschen in Reute-Schorrenried (3738-3732 v. Chr.) (Hafner 1998, 395). Im Vergleich zu einigen Pfyner und Horgener Siedlungen (Abbildung 35), sowie den zeitgleichen Siedlungen Sipplingen Osthafen Schicht 11 (3316-3306 v. Chr.) am Bodensee, wo Judenkirschen nur vereinzelt auftraten (Jacomet 1990, 313), und Torwiesern II (3276 v. Chr.) im Federseegebiet, wo keine nachgewiesen wurden (Herbig 2002), waren sie in Arbon Bleiche 3 zahlreich und stetig vorhanden. Es wird deshalb davon ausgegangen, dass diese Beeren als Nahrung gesammelt wurden. Funde von Judenkirschen in Kochtöpfen bestätigen, dass diese tatsächlich gekocht wurden (Martinez in prep.).

Die Beeren enthalten viel Vitamin C und B und können auch als Heilmittel gegen Husten und Durchfall eingesetzt werden. Man kann sie trocknen und lagern, ohne dass der Vitamingehalt abnimmt (Machatschek 1999, 158; Pahlow 1994, 450). Dies kann für die Vitaminversorgung während des Winters von Bedeutung sein.

4.9.6 Bucheckern (*Fagus sylvatica*)

Da die Bucheckern bis zu 46% Öl enthalten (Franke 1997, 175), bilden sie eine wertvolle Nahrungsergänzung. Sie können roh und geröstet verzehrt werden, zu Mehl verarbeitet oder zur Ölgewinnung ausgepresst werden (Kiple 2000, 1730; Moermann 1998; 231-232; Maurizio 1979, 56; Hegi 1957, 211). Bucheckern reifen gegen Ende Oktober und können durch Abschütteln und Herunterschlagen geerntet werden (Machatschek 1999, 100). Sie eignen sich zur Vorratshaltung. Da Buchen nur in sogenannten Mastjahren in Abständen von 5 bis 10 Jahren grössere Samenmengen produzieren, bilden sie keine regelmässig ergiebige Nahrungsquelle. Dies könnte ein Grund für niedrige Konzentrationen, kombiniert mit hohen Stetigkeiten sein.

Perikarp- und Cupulafragmente von Bucheckern zeigen in Arbon Bleiche 3 eine nicht sehr hohe durchschnittliche Konzentration, treten aber mit einer hohen Stetigkeit auf (Abbildung 6). Trotz der niedrigen Konzentration verglichen mit jenen von Pfäffikon Burg (3100-3000 v. Chr.), Lattrigen VII (3202-3010 v. Chr.) und Horgen-Scheller Schicht 3 (3080-3030 v. Chr.) (Abbildung 35), kann davon ausgegangen werden, dass Bucheckern in Arbon Bleiche 3 gesammelt wurden, da sie mit Apfelresten und Eicheln positiv korrelieren (Abbildung 17).

4.9.7 Eicheln (*Quercus* spec.)

Eicheln haben einen hohen Kohlenhydrat- (40-80%) und relativ hohen Proteingehalt (4-8%) (Karg und Haas 1996, 430), weshalb sie zusätzlich zu Getreide oder als Ersatz eine weitere Nahrungsquelle darstellen. Allerdings enthalten die Eicheln aber auch bitter schmeckende Gerbstoffe. Um letztere vor dem Verzehr zu entfernen, müssen Eicheln geschält und dann mehrmals aufgekocht und in Wasser eingelegt und/oder geröstet werden. Dann erst kann man sie zu Brei verarbeiten oder mahlen und das Mehl zum Herstellen von Broten verwenden (Kiple 2000, 1714; Machatschek 1999, 105-110;

Moermann 1998, 458-467; Karg und Haas 1996, 430; Maurizio 1979, 56). Die reifen Eicheln fallen gegen Ende Spätherbst von alleine vom Baum (Machatschek 199, 105). Da sie sich zur Lagerhaltung eignen, können sie ohne weiteres bis in den Winter aufbewahrt werden (Karg und Haas 1996, 433). Die Quantifizierbarkeit aufgrund der Perikarpfragmente ist schwierig, da Fragmente unterschiedlicher Grösse gefunden wurden. Für die Berechnung der Anteile verschiedener Nahrungspflanzen wurde angenommen, dass 16 Perikarpfragmente einer Eichel entsprechen (Kapitel 4.10.4).

Wie die Perikarpe von Bucheckern zeigen auch Perikarp- und –Cupulafragmente von Eicheln keine sehr hohen durchschnittlichen Konzentrationen, aber eine hohe Stetigkeit (Abbildung 6). Weil Eicheln mit Bucheckern und Apfelresten korrelieren wird angenommen, dass sie als Nahrungsmittel gesammelt wurden (Abbildung 17). Diese Annahme basiert neben der hohen Stetigkeit auf der Kombination von Nutzpflanzen, die zusammen auftraten. Für Horgen-Scheller (3080-3030 v. Chr.) konnte das Gegenteil nachgewiesen werden, dass nämlich die über die ganze Siedlungsfläche verteilten Eichelperikarpien nicht mit den an Haselnussschalen reichen Abfallbereichen zusammenfallen. Es wird deshalb angenommen, dass Eicheln nicht als Nahrungsmittel gesammelt wurden, sondern mit Kleinviehkot in die Kulturschicht gelangten (Favre Synthese, 15). Im Unterschied zu Interpretationen aufgrund von Artenkombinationen kann die Konzentration ausschlaggebend sein: Brombacher und Jacomet (1997, 280) ziehen in Erwägung, dass die Eicheln in jenen Siedlungen – eine Pfyner und eine Horgener – die über 50 Stk./l aufweisen, als Nahrungsmittel verwendet worden sind. In Hornstaad Hörnle IA (3917-3905 v. Chr.) werden Eicheln als Nahrungsmittel ausgeschlossen, da sie nur spärlich auftraten und da aufgrund des intensiven Getreideanbaus kein weiterer Bedarf an Kohlenhydraten bestand (Maier 2001, 129). Anhand dieser beschränkten Anzahl Beispiele kann vielleicht gezeigt werden, dass nicht alle Dorfgemeinschaften Eicheln als Nahrungsmittel nutzten. Es muss somit von Fall zu Fall entschieden werden, ob Eicheln zu diesem Zweck gesammelt wurden und jenachdem bei Ernteausfall als Nahrung dienten.

4.9.8 Haselnüsse (*Corylus avellana*)

Als kalorienreiches Nahrungsmittel, das überdies gelagert werden kann, sind Haselnüsse ein willkommenes Sammelgut. Sie enthalten 60% fettes Öl und 10% Kohlenhydrate (Bickel-Sandkötter 2001, 365).

Schalenfragmente von Haselnüssen sind in Arbon Bleiche 3 sehr zahlreich vertreten und treten mit einer Stetigkeit von 100% auf. Dies zeigt, dass diese Nüsse wahrscheinlich in relativ grossen Mengen gesammelt wurden. Im Vergleich mit den in den Siedlungen Horgen-Scheller (3080-3030 v. Chr.) und Pfäffikon-Burg (3100-3000 v. Chr.) gefundenen Konzentrationen könnten in Arbon Bleiche 3 mehr gesammelt worden sein (Abbildung 35). In Yverdon Av. des Sports (2765-2530 v. Chr.) wurden in etlichen Schichten noch höhere Konzentrationen (700-800 Stk./1000cm^3) nachgewiesen (Schlichtherle 1985, Tabelle 5.4.23). In Hornstaad Hörnle IA(3917-3905 v. Chr.) wurden direkt über dem Brandhorizont teilweise "Haselnussschichten" gefunden, die möglicherweise auf intensives Sammeln von Haselnüssen nach dem Brand zurückzuführen sind (Maier 2001, 127). Wie gross die Bedeutung der Haselnüsse, stellvertretend für die Sammelpflanzen, in Arbon Bleiche 3 war, wird später diskutiert (Kapitel 4.10.4).

4.9.9 Schlehe (*Prunus spinosa*)

Die Verteilung der Schlehensteine über die untersuchte Grabungsfläche war relativ gleichmässig. Dies trifft für die 237 unbearbeiteten Fruchtsteine und die 10 Perlen zu. Ein Grund, dass viel mehr unbearbeitete Steine gefunden wurden, könnte damit zusammenhängen, dass die Perlen, sei dies in Form einer Kette oder aufgenäht auf Textilien, beim Verlassen der Siedlung nach dem Brand mitgenommen wurden. Die Perlen wurden von U. Leuzinger (2000, 132-133; 2001, 104; 1997) bereits mehrfach beschrieben. Schlehenstein Perlen wurden auch in der Feuchtbodensiedlung Hocevarica (3650-3390 v. Chr) südwestlich des Ljubljana Moors in Slovenia gefunden (M. Jeraj schriftliche Mitteilung). In Arbon Bleiche 3 zeigen sich keine Anzeichen dafür, dass sich einzelne Hausgemeinschaften in Form einer Arbeitsteilung auf die Perlenproduktion spezialisiert hätten, wie dies für Hornstaad Hörnle IA (3917-3905 v. Chr.) beschrieben wird (Maier 2001, 118).

Schlehen wurden bestimmt nicht ausschliesslich gesammelt, um Perlen herzustellen, sondern auch zum Verzehren. Zur Reifezeit sind sie sehr herb und sauer, entwickeln jedoch nach Frosteinwirkung einen herb-süssen Geschmack (Franke 1997, 300; Schlosser et al. 1991, 369). Man kann die Früchte bis in den Winter hinein ablesen und getrocknet sehr gut lagern. Sie bieten eine Vitamin C-reiche Ergänzung zur Nahrung während des Winters.

Die Konzentration von Schlehensteinen von Arbon Bleiche 3 ist vergleichbar mit jenen anderer Siedlungen, ausgenommen der hohen Konzentration in offenen Fundkomplexen von Lattrigen VII (3202-3013 v. Chr.). Die Stetigkeit ist jedoch mit 76% ausgesprochen hoch und entspricht den 80%

Stetigkeit der Kanalisationssanierung-Zürich Seefeld Schicht 5 (3612 v. Chr.) (Abbildung 35). Für die Siedlungen am unteren Zürichsee werden steigende Konzentrationen und Anhäufungen ab der Pfyner Kultur festgestellt, und, da Schlehen an Waldrändern und Hecken wachsen, mit zunehmender Rodungstätigkeit in Zusammenhang gebracht (Brombacher und Jacomet 1997, 279-280).

4.9.10 Holunder (*Sambucus* spec.)

Samenfragmente der verschiedenen Holunderarten werden zusammen gefasst, da sie nicht unterschieden werden können. Bei vollständigen Samen kann man Zwergholunder (*Sambucus ebulus*) abgrenzen (Jacomet et al. 1989, 204). Da nur ein Exemplar eines vollständigen Zwergholundersamens gefunden wurde, kann davon ausgegangen werden, dass die Samenfragmente zum grössten Teil von Trauben/Schwarzholunder (*Sambucus nigra/racemosa*) stammen. Holunder zeigt in Arbon Bleiche 3 sowie in den in Abbildung 35 aufgeführten Siedlungen im Vergleich mit den anderen potentiellen Sammelpflanzen eine niedrige Konzentration, auch die Stetigkeiten sind eher gering: Holunder 21% und Trauben/Schwarzholunder 30%, alle Holunderfunde zusammen 42%. Auch in Hornstaad Hörnle IA (3917-3905 v. Chr) sind Holunderarten nur schwach vertreten, wobei dort nur einzelne Samen von Zwergholunder auftraten. U. Maier (2001,122) vermutet deshalb, dass Holunder zu jener Zeit noch nicht sehr verbreitet war. Dies trifft wohl sehr generell zu.

Trotzdem wohl ad hoc gesammelt können Holunderbeeren von September bis Oktober gesammelt werden (Flück 1978, 21) und enthalten 18 mg Vitamin C auf 100 g (Bickel-Sandkötter 2001, 338; Franke 1997, 306). Roh verzehrt sind die Beeren leicht giftig, da sie geringe Mengen von Blausäureglycosiden und harzhaltige Inhaltsstoffe enthalten, die zu Brechreiz führen und abführend wirken. Zu Mus gekocht sind sie jedoch sehr gesund und die Gifte werden durch Kochen zerstört (Bickel-Sandkötter 2001, 338; Franke 1997, 306; Pahlow 1994, 168). Dass aber Holunderbeeren – ob roh oder gekocht kann nicht entschieden werden – verzehrt wurden, beweisen Steinkernfunde in menschlichen Koprolithen von Hornstaad Hörnle IA (Maier 2001, 146) und Ödenahlen (3698 v. Chr.) (Maier 1995, 192-193). Neben den Beeren können auch Blüten, Blätter und Rinde zu Tee zubereitet werden (Pahlow 1994, 168). Die relativ geringen Fundmengen von Holundersamen in Arbon Bleiche 3 sind möglicherweise auf die noch geringe Verbreitung des Baumes zurückzuführen.

4.9.11 Misteln (*Viscum album*)

Misteln wachsen parasitisch auf den dem Licht ausgesetzten Ästen von Laub- und Nadelbäumen (Sebald, Seybold und Philippi 1992, 75-78).

In Arbon Bleiche 3 wurden über die ganze Siedlungsfläche verteilt reichlich Mistelreste gefunden. Meistens liegen sie in Form von Epidermisfragmenten von Trieben, Stängeln und Ästchen, seltener von Blättern, Beeren und Knospen vor. Es wurden auch Mistellagen, die jedoch nicht dokumentiert wurden, beobachtet (Leuzinger schriftliche Mitteilung). Die Auswertung der Mistelepidermen und Zweige erfolgt durch P. Zibulski (in Vorbereitung).

Eine Zusammenstellung von Mistelfunden neolithischer Fundstellen der Schweiz, des Elsass, Nordrheinwestfalens und Bayerns zeigt, dass vielerorts Mistelreste vorlagen (Abbildung 36). Als mögliche Nutzung werden Tierfutter und Heilpflanze aufgeführt. Zu medizinischen Zwecken können Misteln zur Linderung bei Epilepsie, Schwindel und Bluthochdruck eingesetzt werden (Pahlow 1994, 234; Hegi 1957, 318). Neben medizinischer Anwendung nutzen verschiedene Indianerstämme rohe, gekochte oder getrocknete Mistelbeeren (Fam. Viscaceae, Gattung *Phoradendron*), als Nahrung oder Notnahrung (Moermann 1998, 393-394). Aus abgekochten Mistelbeeren können bei Verstauchung und Zerrungen warme Auflagen und Tragverbände, welche während des Trocknens aushärten, hergestellt werden (Machatschek 1999, 114). Eine weitere Verwendung von Mistelbeeren wäre "Vogelleim", welcher auf von Vögeln regelmässig besuchten Ästen aufgetragen werden kann (Machatschek 1999, 113-114; Hegi 1910, 148). Darüber, welche dieser Nutzungsmöglichkeiten von der Bevölkerung von Arbon Bleiche 3 angewandt wurden, kann nur spekuliert werden. Die Nutzung als Heilpflanze kann in Betracht gezogen werden. Die Verwendung als Viehfutter, möglicherweise als immergrüne Pflanze im Winter, kann durch Funde von Mistelepidermen in potentiellem Kuhdung (Kühn und Hadorn in prep.) und Geiss/Schaf Koprolithen (Akeret et al. 1999, 177) belegt werden. Funde von Vogelknochen sind durch archäozoologische Bestimmungen belegt (Deschler-Erb, Marti-Grädel und Schibler 2002, 278). Allerdings sind Vogelreste kleiner Singvögel selten (Hüster-Plogmann in prep.). Die Anwendung von "Vogelleim" kann nicht belegt werden, wohingegen Vogelpfeile (Leuzinger 2002, 99-100) vorliegen.

4.10 Pflanzliche Ernährung

4.10.1 Grundlagen für die Berechnungen

Die Berechnung der Nahrungspflanzenanteile beruht auf den in der Kulturschicht nachgewiesenen Pflanzenresten. Da die Überlieferungschance nicht für alle Arten gleich ist, müssen folgende Ausführungen als eine Hypothese angesehen werden. Die Anzahl gefundener Reste ist abhängig davon, ob und wie viele in die Kulturschicht gelangen, zusätzlich sind Erhaltungsfähigkeit und Erhaltungschancen der einzelnen Taxa verschieden. Blätter und Wurzeln sowie zu Mehl oder Brei verarbeitete Pflanzenteile können meist nicht nachgewiesen werden, da sie oft keine erkennbaren Strukturen mehr aufweisen. Diese Faktoren führen dazu, dass die gefundenen Pflanzenreste, die als Berechnungsgrundlagen dienen, nur einen Ausschnitt der ursprünglich in die Siedlung gebrachten Nahrungspflanzen und minimalwerte darstellen (Leuzinger 2002, 69).

Ergänzend zu den kalorienreicheren Kultur- und Sammelpflanzen bildeten vermutlich zahlreiche Wildpflanzen einen wichtigen Anteil der menschlichen Ernährung. Dies zeigen die Funde beträchtlicher Mengen von gesammeltem Wildobst und Beeren. Da die meisten der Wildpflanzen, sei dies roh oder gekocht, als potentielle Nahrungsmittel in Frage kommen, ist anzunehmen, dass diese auch verwendet wurden. Als mögliche Süssstoffe kommen Honig, der Blutungssaft von Bäumen wie Spitz- und Bergahorn (Maurizio 1927, 448) und Birken (Hegi 1957, 151-152) in Frage.

4.10.2 Welche Getreideart könnte am meisten zur Ernährung beigetragen haben?

Das Verhältnis der Getreidearten, das anhand von Konzentrations- und Stetigkeitsberechnungen ermittelt wurde (Abbildung 10), stimmt mit den Gewichts- und Kalorienanteilen überein. Die deutliche Dominanz des Nacktweizens kommt auch bei diesen Berechnungen wieder deutlich zum Ausdruck, wobei auch hier anzumerken ist, dass Gerste vermutlich unterrepräsentiert ist (Kapitel 3.6). (Abbildung 11a und b). Somit kann für Arbon Bleiche 3 davon ausgegangen werden, dass Nacktweizen am meisten Kalorien lieferte.

4.10.3 Welche Kulturpflanzen waren für die Ernährung wichtig?

Gewichts- und Kalorienanteile der verschiedenen Kulturpflanzen ergeben ein übereinstimmendes Bild. Der Getreideanteil (Gewicht: 60%, Kalorien: 54%) ist etwas grösser als jener von Lein, (Gewicht: 38%, Kalorien: 44%) und der Anteil des Schlafmohns (Gewicht und Kalorien: 2%) ist minimal (Abbildung 11c und d). Dies könnte bedeuten, dass Lein eine nahezu ebenso wichtige Energiequelle wie die Getreide darstellte. Die Bedeutung der Erbsen bleibt ungewiss, da diese wie bereits erwähnt kaum angebaut oder nicht erhalten blieben (Kapitel 3.5.4).

Wenn man das Verhältnis von Getreide zu Lein von Arbon Bleiche 3 jenem der Siedlungen am unteren Zürichsee gegenüberstellt (Jacomet et al. 1989, 219-221), kann eine recht gute Übereinstimmung mit den zwei Pfyner Siedlungen Zürich-Seehofstrasse-AKAD Schicht J (3827 v. Chr.) und Zürich Mozartstrasse Schicht 4 (3668-3600 v. Chr.) festgestellt werden. Die Horgener Siedlung Zürich Mozartstrasse Schicht 3 (3119-3098 v. Chr.) weist einen höheren Leinanteil auf. Der Anteil des Mohns ist in Arbon Bleiche 3 wie in Zürich Mozartstrasse Schicht 4 gering, während er in Zürich-Seehofstrasse-AKAD Schicht J und Zürich Mozartstrasse Schicht 3 höher ist.

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass Nacktweizen vermutlich das Hauptgetreide war und dass Lein im Vergleich zum Getreide einen etwas kleineren Beitrag zur Ernährung lieferte. Der Vergleich mit pfyn- und horgenzeitlichen Siedlungen zeigt, dass das Getreidespektrum jenem der Horgener Kultur entspricht, die Bedeutung des Leins scheint jedoch noch nicht den in der Horgener Kultur typischen Höhepunkt erreicht zu haben.

4.10.4 Trugen Kulturpflanzen oder Sammelpflanzen mehr zur Ernährung bei?

Die pflanzliche Nahrung der Bewohner von Arbon Bleiche 3 wurde neben den Kulturpflanzen mit gesammelten Wildpflanzen ergänzt. Um die verschiedenen Anteile abzuschätzen, wurden stellvertretend für die Sammelpflanzen Haselnüsse und Eicheln eingesetzt, da diese den grössten Anteil der Energiezufuhr ausmachen (Kapitel 2.6.2). Obwohl das Modell zur Berechnung einer möglichen Kaloriendeckung von vielen Annahmen abhängig und deshalb sehr hypothetisch ist, erlaubt es doch die Bedeutung der verschiedenen Nahrungskomponenten abzuschätzen, indem alles in eine gemeinsame Einheit umgerechnet wird und so eine einheitliche Vergleichsgrundlage entsteht. Die Gewichts- und Kalorienanteile der Kultur- und Sammelpflanzen zeigen, dass je etwa ein Drittel der Energiezufuhr von Getreide, Ölpflanzen und Sammelpflanzen stammte (Abbildung 12a und b). Die gesammelten Wildpflanzen stellten demnach einen bedeutenden Beitrag der pflanzlichen Nahrung. Vergleiche mit den Siedlungen am unteren Zürichsee (Jacomet et al. 1989, 217-220) können nur

beschränkt vorgenommen werden, da dort die grossfrüchtigen Reste, kleiner Proben wegen, nicht repräsentativ erfasst wurden (Brombacher und Jacomet 1997, 222-223; Jacomet et al. 1989, 72). Unter diesem Vorbehalt kann auch dort ein Überwiegen der Gewichts- und Kalorienanteile der Kulturpflanzen gegenüber jenen der Sammelpflanzen festgestellt werden. Detailliertere Gegenüberstellungen bezüglich der Differenz zwischen Kultur- und Sammelpflanzen können unter diesen Voraussetzungen sinnvollerweise nicht vorgenommen werden.

Da die Besiedlungszeit von Arbon Bleiche 3 in eine klimatisch kühlere Phase (Piora II) (Jacomet, Magny und Burga 1995, 55-56) fällt und am Beginn eines zweiten Kälteeinbruches während dieser Phase (Gross-Klee und Maise 1997, 89; Magny mündliche Mitteilung) steht, würde man erwarten, dass die wildbeuterische Nahrungsbeschaffung zunimmt, um allenfalls auftretende Missernten zu kompensieren. Das von Suter und Schibler (1996, 23-24) graphisch dargestellte Modell der Kaloriendeckung einer jungsteinzeitlichen, bäuerlichen Gesellschaft im schweizerischen Mittelland von ca. 3800-2700 v. Chr. zeigt denn auch für Seeufersiedlungen um 3600 v. Chr., welche in die kühle Phase des ersten Kälteeinbruches der Kaltphase Piora II fallen, eine Zunahme des Sammelpflanzenanteils und einen Rückgang des Kulturpflanzenanteils. Parallel dazu steigt auch der Wildtieranteil (Suter und Schibler 1996, 23-24; Brombacher 1995, 94; Gross, Jacomet und Schibler 1990, 94-97). Die Kaloriendeckung um 3400 v. Chr. setzt sich im Modell folgendermassen zusammen: Kulturpflanzen ca. 45%, Sammelpflanzen 30%, tierische Produkte (Fleisch, Fisch und wenig Milch) 25% (Suter und Schibler 1996, 23-24). Daraus geht hervor, dass der Anteil der Kulturpflanzen 60% und der Anteil der Sammelpflanzen 40% der pflanzlichen Kalorienzufuhr deckt. Die entsprechenden berechneten Werte für Arbon Bleiche 3 betragen für die Kulturpflanzen (Getreide und Ölpflanzen) 63% und für die Sammelpflanzen 37%. D.h. die berechneten Komponenten der Kaloriendeckung durch pflanzliche Nahrung der Arboner Bevölkerung ist fast identisch mit der im Modell erarbeiteten pflanzlichen Kalorienzufuhr.

Anhand einer Gegenüberstellung der Arboner Werte und der Modell-Werte kann somit gezeigt werden, dass der beginnende Kälteeinbruch vermutlich noch keine Einbusse an Ernteerträgen, welche durch Sammeln von Wildpflanzen kompensiert werden müssten, zur Folge hatte. Nicht ausgeschlossen werden kann jedoch eine Kompensation von Ernteeinbussen durch erhöhten Konsum von Fleisch, da die zoologischen Untersuchungen einen hohen Wildtieranteil (hauptsächlich Rothirsch) von 50% ergaben (Deschler-Erb, Marti-Grädel und Schibler 2002, 31, Bukranien). Dass auch der Fischfang einen hohen Standard erreicht hatte, wurde von H. Hüster-Plogmann am Beispiel der Wels-Fischerei dargestellt (Vortrag 4. Dez. 2002).

Abschliessend kann festgehalten werden, dass für die Bewohner von Arbon Bleiche 3 die pflanzliche Nahrung zum überwiegenden Teil aus Kulturpflanzen bestand, die Sammelpflanzen aber ebenfalls einen beträchtlichen Anteil ausmachten. Der beginnende Kälteeinbruch hatte vermutlich noch keine negativen Auswirkungen auf die Ernteerträge der Kulturpflanzen.

4.11 Aktivitätsbereiche

4.11.1 Verteilung der pflanzlichen Reste

In diesem Kapitel wird anhand des Vergleiches der Nutzpflanzenspektren der verschiedenen archäologischen Strukturen (Häuser/Gassen) (Kapitel i.2.2) und zusammen auftretenden (korrelierenden) Nutzpflanzen herausgearbeitet, ob und wo sich in der Siedlung verschiedene Aktivitätsbereiche herauskristallisieren. Auch stellt sich die Frage, ob es spezialisierte Hausgemeinschaften gab. Anhand von Gefässfragmenten, welche keine einseitigen Streuungen zeigten, sondern in alle Richtungen verlagert wurden, geht hervor, dass keine Homogenisierung der Kulturschicht durch natürliche Phänomene wie Überschwemmungen oder Bodenfliessen entstanden Auch liessen sich keine Schichtgrenzen zwischen Haus und Gassenbereichen feststellen (Leuzinger 2000, 149, 157).

Erste Erkenntnisse einer Untersuchung von 17 Proben aus Feld 47 ergaben für einen Vergleich zwischen den Häusern und den Gassen eine tendenziell höhere Samengesamtkonzentration in den Gassen (Hosch und Jacomet 2001, 67). Die auf die ganze Grabungsfläche ausgedehnte Untersuchung bestätigt diese Tendenz nicht. Dies steht im Gegensatz zu den tendenziell höheren Funddichten archäologischer Artefakte und Keramik innerhalb der Hausbereiche gegenüber der Dorfgasse (Leuzinger 2000, 156-157; de Capitani 2002, 172).

Generell kann festgehalten werden, dass sämtliche Kultur- und Sammelpflanzen in allen Häusern und Gassen vorhanden sind. Lediglich drei Häuser (Haus 3, Haus 14 und Haus 20) und die Gassen fallen durch erhöhte Konzentrationen einer oder mehrerer Arten auf (Abbildung 15).

4.11.2 Getreidedrusch und Leinkapselbruch in den Gassen

Die Anwesenheit von Getreidedrusch und Leinkapselbruch in der Siedlung deutet darauf hin, dass Getreide und Lein im Siedlungsareal gereinigt wurden. Ein zentraler Dreschplatz, also ein Bereich, in welchem auffallend hohe Dreschrestdichten, evtl. mit Halmfragmenten, erwartet würden, wurde mit den Proben im untersuchten Bereich aber keine erfasst. Die Verteilung von Getreidedrusch und Leinkapselbruch (Kapitel 3.9.3) deutet darauf hin, dass im Bereich aller untersuchter Häuser gedroschen wurde. Spelzweizenkörner wurden vielleicht portionenweise vor der Zubereitung von Mahlzeiten gedarrt und vollständig gereinigt (van der Veen 1999, 216), sich dies ohne entsprechende Erntegutproben nicht nachweisen lässt.

Die Korrelation sowie die hohen Funddichten von Getreidedrusch und Leinkapselbruch in den Gassen könnte ein Hinweis darauf sein, dass Drusch teilweise dorthin gekehrt wurde und sich deshalb dort stärker anreicherte als im Bereich von Häusern. Auch in Horgen-Scheller ist die Funddichte von Leinkapselfragmenten ausserhalb der Häuser grösser (Favre und Jacomet in prep. 7).

Mit der Anwesenheit von Getreidedrusch und Leinkapselfragmenten im Bereich aller Häuser und Gassen kann man davon ausgehen, dass jede Hausgemeinschaft ihr Getreide und ihre Leinsamen – vielleicht zum täglichen Gebrauch – gereinigt hat. Dies untermauert die Annahme, dass, da mit wenigen Ausnahmen in jedem Haus mindestens eine Handmühle gefunden worden ist, jede Hausgemeinschaft ihr Mehl selbst herstellte (Leuzinger 2000, 147). Das Vorhandensein von Getreide, Leinsamen und Schlafmohnsamen im ganzen Siedlungsbereich wird dahingehend interpretiert, dass jede Hausgemeinschaft alle Kulturpflanzen verarbeite.

4.11.3 Anhäufungen von "Schalen" in den Bereichen von Haus 3 und Haus 14 – Küchenabfälle?

Oft werden Anhäufungen von pflanzlichen Resten in neolithischen Seeufersiedlungen als "Abfallhaufen" oder Vorräte interpretiert.

Haus 14: Haus 14 liegt im südlichen Bereich der ausgegrabenen Siedlungsfläche. Es wurde um 3380/3379 v. Chr. errichtet (Abbildung 1), ist 8 m lang und 4 m breit. Die Benutzungsdauer konnte jedoch nicht ermittelt werden (Leuzinger 2000, 76). (Kapitel i. 2.2)

Im Bereich von Haus 14 fallen die im Vergleich zum restlichen Siedlungsareal hohen Haselnussschalenkonzentrationen (maximal 934 Stk./Liter, Durchschnitt: 172 Stk./Liter) auf. Vielleicht haben die Bewohner von Haus 14 am meisten Haselnüsse verarbeitet, die Schalen unter das Haus entsorgt und dadurch grössere Mengen an Haselnussschalen produziert. Ähnliche Befunde, die für Entsorgung von Abfällen sprechen, wurden auch andernorts gefunden: Auch in Horgen-Scheller (3080-3030 v. Chr.) wurde ein Bereich mit hohen Konzentrationen von Haselnussschalen als möglicher Abfallbereich angesehen, da es sich um Schalenfragmente und nicht um ganze Nüsse handelte und weil diese Fundstelle isoliert von Bereichen anderer hoher Makrorestfunddichten lag und direkt an eine Zone hoher Wildtierknochendichte anschloss (Favre 2002, 169). Ebenfalls eine Anhäufung von Haselnussschalenfragmenten wurde in der Pfyner Kulturschicht von Zürich-Seehofstrass-AKAD (3728-3681 v. Chr.) neben einem Gebäude festgestellt und als möglichen Abfallhaufen angesprochen (Jacomet 1981, 136-137). In Hornstaad Hörnle IA (3917-3905 v. Chr.) sprechen Konzentrationen von Schlehensteinen, Hartriegelkernen und Haselnussschalen, welche nur im Detritus, jedoch höchstens vereinzelt in Hauslehmen nachgewiesen wurden für mögliche Abfälle (Dieckmann et al. 2001, 44).

Haus 3: Haus 3 liegt am westlichen Rand der ausgegrabenen Siedlungsfläche und wurde nicht vollständig erfasst (Abbildung 1). Es ist eines der ältesten Häuser und wurde im Jahr 3383 v. Chr. gebaut. Es ist etwa 8 m lang und 4 breit (Leuzinger 2000, 64). (Kapitel i 2.2) Südöstlich an Haus 3 schliesst eine ebenerdige Stangenlage von 3.5 m x 4 m an, welche den Boden einer pferchartigen Installation, welche auch im Jahr 3383 v. Chr. errichtet wurde, darstellte. Nach einer dreijährigen Nutzung wurde dieser "Pferch" zerstört und teilweise durch die Errichtung von Haus 15 überbaut. Als mögliche Nutzung kommen ein Pferch für Kleinvieh (es lagen keine mistähnlichen Ablagerungen vor) oder ein umzäunter Werkplatz in Frage (Leuzinger 2000, 123-134).

Zur Zeit des Siedlungsbrandes befanden sich in Haus 3 mit vier Mahlplatten und fünf Läufern deutlich mehr Handmühlen als in den übrigen Häusern. Darüber ob ein Zusammenhang zwischen Anzahl Handmühlen und der Anzahl Hausbewohner besteht, kann lediglich spekuliert werden (Leuzinger 2000, 147). Da aber Haus 3 nicht grösser als die anderen Häuser ist, kann man auch annehmen, dass hier nicht mehr Personen wohnten. Überdies wurden im Bereich von Haus 3 viele sehr grosse Töpfe gefunden (de Capitani 2002 179). A. de Capitani (2002, 187) vermutet jedoch, dass sich im Bereich von Haus 3 aufgrund der in diesem Grabungsabschnitt hohen Scherbendichte viele grosse Töpfe zusammensetzen liessen. Zudem wurde im Bereich von Haus 3 ein Abfallpaket mit

extrem vielen Funden wie Steinartefakte, sowie Fischschuppenlagen und kalzinierten, stark fragmentierten Tierknochen akkumuliert (Leuzinger 2000, 129).

Eine weitere Anhäufung von Nahrungsmittelresten – *Quercus* spec.Perikarpien (Eicheln), *Fagus sylvatica* Perikarpien (Bucheckern) und *Viscum album* Epidermisfragmente (Mistelepidermen) – befand sich im Bereich von Haus 3. Für die Entstehung dieser Akkumulation werden folgende Hypothesen erarbeitet:

1.: Im Zusammenhang mit dem "Pferch" könnte das gehäufte Vorkommen von Eicheln, Bucheckern und Mistelresten im Bereich von Haus 3 als Viehfutter gedeutet werden, da Eicheln und Bucheckern auch als Futter für Schweine angesehen werden können (Kiple 2000, 1714, 1730; Machatschek 1999, 99, 105; Ellenberg 1996, 46; Hegi 1910, 99). Die Misteln können als immergrüne Pflanzen während des Winters als Viehfutter gedient haben (Machatschek 1999, 115; Hegi 1910, 148). So wurden in Hornstaad Hörnle IA "Mistelschichten" als Reste von Mist und Viehfutter interpretiert (Maier 2001, 138). Ebenso werden im Raume Zürich Misteln in Zusammenhang mit Viehfutter geracht (Brombacher und Jacomet 1997, 278, 281). Zudem enthielten Geiss/Schaf Koprolithen und potentieller Kuhdung von Arbon Bleiche 3 Mistelepidermen (Akeret et al. 1999, 177; Kühn und Hadorn in prep.). Es fragt sich jedoch, ob Früchte wie Eicheln und Bucheckern, die der menschlichen Ernährung dienen können, tatsächlich gesammelt und an das Vieh verfüttert wurden. Da Sammeln der Früchte aufwändig ist, wird eher angenommen, dass die Schweine zur Reifezeit von Eicheln und Bucheckern in den Wald getrieben wurden. Ob Eicheln und Bucheckern eventuell in Notsituationen an das Vieh verfüttert wurden, kann nicht entschieden werden.

2.: Das gemeinsame Auftreten höherer Funddichten von Eichel- und Bucheckerperikarpien mit erhöhter Anzahl Handmühlen in Haus 3 wirft die Frage auf, ob eventuell für die Verarbeitung von Eicheln und Bucheckern zu Mehl oder Brei (Kapitel 4.9.6 und 4.9.7) nicht dieselben Handmühlen verwendet wurden wie für das Mahlen von Getreide. Wurden in diesem Haus speziell viele Eicheln und Bucheckern geschält und gemahlen? Das Schälen der Früchte vor der Verarbeitung und vor dem Mahlen würde die höhere Konzentration von Eichel- und Bucheckernperikarpien im Bereich von Haus 3 erklären.

3.: "Vorrat"? Auf eine mögliche Vorratshaltung von Bucheckern wiesen in Horgen-Scheller (3080-3030 v. Chr.) drei Bereiche erhöhter Konzentrationen, die nicht mit Abfallbereichen zusammenfielen aber benachbart zu Herdstellen lagen, hin (Favre 2002, 171). Interessanterweise korrelieren in Arbon Bleiche 3 Apfel Samen und -Kerngehäse (Apfelsamen und -Kerngehäuse) mit Eicheln, Bucheckern und Misteln. Daraus geht hervor, dass sich diese vier Früchte nicht zufällig am gleichen Ort befanden. Vielleicht wurden Eicheln, Bucheckern, Misteln und Wildäpfel zusammen aufbewahrt. Der Zusammenhang von Eicheln mit Äpfeln ist kein Einzelfall, da S. Karg und J.N. Haas (1996, 432-433) bei einer Zusammenstellung von Fundstellen mit Eichelfunden feststellten, dass Eicheln mehrmals in Zusammenhang mit Wildäpfeln und Haselnüssen gefunden wurden. Das gemeinsame Auftreten von Eichelperikarpien mit anderen Nahrungspflanzen spricht folglich dafür, dass in Arbon Bleiche 3 die Eicheln als Nahrungsmittel verwendet wurden (Kapitel 4.9.7). In Anbetracht der Anhäufung von Nahrungsmittelresten und vielen grossen Töpfen im Bereich von Haus 3 (de Capitani 2002, 179) käme Vorratshaltung in Frage. Ob es sich nun um Küchenabfälle oder Vorräte handelte, kann nicht mit Sicherheit entschieden werden. Vorrat und Abfall könnten auch an derselben Stelle auftreten, falls Lagerung, Verarbeitung selben Haus stattfänden und Entsorgung unter das Haus.

4.11.4 Anhäufungen von Beeren im Bereich von Haus 20 – "Toilette"?

Haus 20: Haus 20 liegt im nördlichen Teil der ausgegrabenen Siedlungsfläche (Abbildung 1). Das Gebäude war etwa 7 m lang und 3 m breit. Es wird davon ausgegangen, dass Haus 20 im Jahr 3376 v. Chr. errichtet und mindestens bis ins Jahr 3373 genutzt wurde (Leuzinger 2000, 80-81).

Konzentriert auftretende Beerensamen in der Kulturschicht können als Reste von Exkrementen interpretiert werden, da diese wahrscheinlich nach dem Verzehr mit Fäkalien in die Schicht gelangten (Schlichtherle 1985, 8). Haus 20 weist die höchsten Konzentrationen von *Rubus idaeus* Samen (Himbeeren) (maximale Konzentration: 5724 Stk. pro Liter, Durchschnitt: 823 Stk. pro Liter) und *Rubus caesius* Samen (Kratzbeeren) (maximale Konzentration: 360 Stk. pro Liter, Durchschnitt: 30 Stk. pro Liter) auf. Die hohen Beerendichten weisen, falls sie von Exkrementen herrühren, möglicherweise auf eine Toilette hin, die während der Zeit, in welcher die entsprechenden Beeren verzehrt wurden, aufgesucht wurde. Auch in Hornstaad Hörnle IA hat U. Maier (2001, 153) Zonen bestehend aus beerenhaltigen Koprolithen als Sommer-Toiletten interpretiert. Es ist jedoch anzunehmen, dass es mehr als eine Toilette gegeben hat; andere wurden lediglich nicht erfasst. Haus

20 wurde erst im Jahre 3376 v. Chr. erbaut (Leuzinger 2000, 81), d.h. die unbebaute "Parzelle" könnte vorher ohne weiteres zeitweise als Abort gedient haben.

4.11.5 Anhäufungen von Klettensamen im Bereich von Haus 20 – Wildbeuterische Aktivitäten?

Die ebenfalls im Bereich von Haus 20 häufig gefundenen *Arctium* spec. Samen (Kletten) (maximale Konzentration: 15 Stk. pro Liter, Durchschnitt: 1 Stk. pro Liter) sind fetthaltig (Brombacher und Jacomet 1997, 248) und die nutzbaren Klettenwurzeln können im Herbst ausgestochen werden (Pahlow 1994, 186). Möglicherweise haben die Bewohner die ganzen Pflanzen gesammelt und zu Nahrung und Arzneimitteln weiterverarbeitet. Nachweisbar sind jedoch nur noch die Samen. Verschiedene Indianerstämme nutzen diverse Pflanzenteile von *Arctim minus* (Kleinen Klette) zu medizinischen Zwecken und wenden sie innerlich und äusserlich an (Moerman 1998, 84). Zudem haben E. Marti-Grädel und S. Deschler-Erb (in prep.) unter anderem in Haus 20 sehr viele Wildtierknochen von Iltis, Dachs, Ur und Hirschautopodien mit Schnittspuren (Das Auftreten von Autopodien weist auf Fellabziehen hin) nachgewiesen. Vielleicht wurden die Kletten-Fruchtstände mit Widerhaken am Fell der erbeuteten Tieren haftend in die Siedlung gebracht. Die Kombination von Wildtierknochen und die hohe Funddichte von Klettensamen könnte als Folge intensiver wildbeuterischer Tätigkeiten der Bewohner von Haus 20 interpretiert werden. Eine Anhäufung von Fruchtständen der Kleinen Klette (*Arctium minus*) ist in Hornstaad Hörnle IA aufgetreten. Es fand sich aber kein direkter Hinweis auf eine mögliche Nutzung (Maier 2001, 162). In Pfäffikon-Burg sind Klettensamen auffällig häufig und eine 149 Samen enthaltende Probe könnte darauf hinweisen, dass diese gesammelt wurden. P. Zibulski schliesst jedoch nicht aus, dass Kletten in der Siedlung wuchsen, oder unabsichtlich an Kleidung haftend in die Siedlung gelangten (Zibulski in prep., 11-12). Man kann auch für Arbon Bleiche 3 nicht ausschliessen, dass Kletten in der Siedlung wuchsen, zumal an der Stelle von Haus 20 lange kein Gebäude stand.

4.11.6 Welche Sammelpflanzen wurden vielleicht zusammen verzehrt? – eine Hypothese

Aufgrund der Zusammensetzung von Koprolithen kann man rekonstruieren, welche Nahrungsmittel mehr oder weniger gleichzeitig konsumiert wurden. Korrelationen von verschiedenen Samen, die andernorts in Koprolithen auftraten, werden deshalb entsprechend interpretiert.

Die signifikanten Korrelationen zwischen den Beeren, Hagebutten und Rübkohl in Arbon Bleiche 3 (Abbildung 17), legen die Vermutung nahe, dass diese nach Verzehr zusammen ausgeschieden wurden und in die Schicht gelangten. Ähnliche Zusammensetzungen von Exkrementen wurden auch andernorts beschrieben: In den Seeufersiedlungen des Wauwilermoos interpretiert E. Neuweiler (1924, 18) ganze Stücke zusammenhängender Beläge, vorzugsweise aus *Rubus*, als menschlichen Kot. Koprolithen aus Ödenahlen enthielten meist massenhaft Himbeersamen und in etwas kleineren Mengen Erdbeernüsschen. Sie enthalten zudem Samen des Schwarzen Holunders, Wildapfel, Hagebutten und Gewöhnlichen Schneeball (Maier 1995, 192-193). Das Spektrum der verschiedenen Obstarten in Koprolithen von Hornstaad Hörnle IA war ähnlich. Hier gab es überdies Brombeeren, in kleineren Mengen Kratzbeeren und Judenkirschen. Holunder hingegen wurde dort nur selten nachgewiesen (Maier 2001, 151, Tabelle 13). Die Kombination der in diesen Koprolithen nachgewiesenen Obstarten stimmt zu einem grossen Teil mit den in Arbon Bleiche 3 korrelierenden Sammelpflanzen überein (Abbildung 17). Holundersamen und Judenkirschen korrelieren in Arbon Bleiche 3 mit keiner der häufig vorkommenden gesammelten Nahrungspflanzen. Dies könnte eine Folge von seltenerem Verzehr oder Verzehr in Kombination mit anderen Gerichten sein.

Die Korrelation der diversen Beeren und Hagebutten mit Haselnussschalen könnte bedeuten, dass letztere tendenziell an denselben Lokalitäten wie die beerenhaltigen Fäkalien entsorgt wurden. Auch in Horgen-Scheller korrelieren Haselnussschalen und Hagebutten. Dort wird daraus geschlossen, dass Hagebutten vor dem Verzehr entsteint wurden und die Samen wie die Schalen auf Abfallhaufen entsorgt wurden, also nicht mitgegessen wurden (Favre 2002,169).

Die verschiedenen Gruppen von Abfallprodukten ("Küche" und "Fäkalien") repräsentieren verschiedene Jahreszeiten (Abbildung 17): Die Beeren reifen im Sommer, Eicheln, Bucheckern und Wildäpfel im Herbst, Hagebutten und Schlehen sind nach dem ersten Frost schmackhafter und können deshalb bis in den Spätherbst gesammelt und getrocknet bis in den Winter konsumiert werden. Die unterschiedlichen Abfälle sind eine Folge des Konsumierens der entsprechenden Früchte in verschiedenen Jahreszeiten. Wenn man diese Hypothese weiterverfolgt, käme man zum Schluss, dass einerseits die Beeren und Rübkohlsamen kombiniert verzehrt wurden und andererseits Nahrung aus Eicheln und Bucheckern mit Äpfeln zusammen gesammelt und konsumiert wurden. Diese Trennung könnte damit in Zusammenhang gebracht werden, dass sich Beeren im Gegensatz zu Eicheln, Bucheckern und Äpfeln weniger für Lagerhaltung eignen. Das gemeinsame Vorkommen von Haselnussschalen und Beerensamen könnte darauf zurückzuführen sein, dass Exkremente und

Schalen an derselben Lokalität deponiert wurden. Haselnüsse können gelagert werden, und können deshalb während des ganzen Jahres konsumiert werden. Hagebutten und Schlehen bieten eine gute Vitamin C – Quelle während des Winters. Getreide, Leinsamen und Schlafmohnsamen wurden vermutlich, solange Vorrat, täglich verzehrt.

4.11.7 Fazit – Es gab keine spezialisierten Hausgemeinschaften

Zusammenfassend geht aus dem Vergleich zwischen den archäologischen Strukturen und den zusammen auftretenden Taxa hervor, dass jedes Haus bezüglich der Nahrungspflanzen eine wirtschaftliche Einheit darstellte. Es wurden keine einseitig spezialisierten Hausgemeinschaften gefunden. Dies wurde bereits aufgrund der Verteilung archäologischer Artefaktgruppen (Leuzinger 2000, Abb. 186-242, 157) und der regelmässig über das Grabungsareal verteilten Töpfe (de Capitani 2002, Abb. 290, 187) festgestellt. Häuser als Wirtschaftseinheiten liessen sich auch in der älteren Siedlung Hornstaad-Hörnle I (3915 v. Chr.) (Dieckmann et al. 2001, 32, 35) und der jüngeren Siedlung Saint-Blaise/Bains des Dames (2526-2450 v. Chr.) (Mermod 2000, 124) nachweisen. Ausserdem wurden in Arbon Bleiche 3 keine Unterschiede zwischen zu Beginn der Siedlung errichteten Häusern und solchen die später gebaut wurden festgestellt. Dasselbe gilt auch für die Keramik, für welche keine Beziehung zwischen Menge und "Lebensalter" der einzelnen Häuser festgestellt wurde (de Capitani 2002, 172-174), und für die Verteilung archäologischer Funde, für welche kein direkter Zusammenhang zwischen Funddichte und Gebäudealter besteht (Leuzinger 2000, 155). Es zeigen sich keine unterschiedlichen Konzentrationen von Nutzpflanzen zwischen den nördlich gelegenen Häusern 1, 4 und 20, welche höhere Anteile an Hausrindknochen und Fischresten von Flachwasserfischen aufwiesen und den südlicher gelegenen Häusern, in denen höhere Anteile an Hausschweinknochen und Freiwasser-Fischen nachgewiesen wurden sind (Deschler-Erb und Marti-Grädel in prep.; Hüster-Plogmann in prep.). Sämtliche Nutzpflanzen wurden – mit zum Teil unterschiedlichen Konzentrationen – überall gefunden worden. Dieser Befund stimmt mit der Fundverteilung jeglicher Artefaktgruppen, die ebenso in allen Haushalten vertreten sind (Leuzinger 2000, 157), überein. Hervorzuheben sind eine mögliche "Toilette" und zwei Bereiche mit Abfällen/Vorräten unterschiedlicher Zusammensetzung. Letztere sind Ansammlungen von "Nahrungsresten": im Bereich von Haus 3 Perikarpien von Eicheln und Bucheckern, sowie Mistelreste, und im Bereich von Haus 14 Haselnussschalen. Im Falle von Abfällen untermauern diese Ansammlungen die "steinzeitliche Abfallentsorgung", belegt durch Silexkonzentrationen von Schlagplatzabfällen (Leuzinger 2000, 157). Getreidedreschreste und Leinkapselsegmente fielen in jedem Haushalt an und wurden wahrscheinlich in die Gassen entsorgt. Kurze Distanzen für die Abfallentsorgung vorausgesetzt, kann man annehmen, dass, wie dies für die Produktion von Artefakten vermutet wird (Leuzigner 2000, 157), jede Hausgemeinschaft Getreide und Leinsamen und Schlafmohnsamen verarbeitet hat. Im Unterschied zu den Grundnahrungsmitteln könnten die in den erwähnten Hausbereichen konzentriert vorliegenden Sammelpflanzenreste auf eine im entsprechenden Haushalt vermehrt ausgeführte Tätigkeit hinweisen: Die Bewohner von Haus 3 verarbeiten vielleicht grössere Mengen von Eicheln, Bucheckern und Misteln, die Bewohner von Haus 14 mehr Haselnüsse. Die Bewohner von Haus 20 gingen vielleicht vermehrt wildbeuterischen Tätigkeiten nach. A. de Capitani (2002, 222) schliesst aufgrund von Gefässen mit ähnlichen "handschriftlichen" Merkmalen, welche in bestimmten hausübergreifenden Siedlungszonen beobachtet wurden, dass möglicherweise eine Person für mehrere Haushalte Gefässe herstellte. Demzufolge gab es zwar keine spezialisierten Haushalte, aber es ist nicht auszuschliessen, dass gewisse Hausgemeinschaften nicht nur für sich selber, sondern auch für andere produzierten.

4.12 Artendiversität – Naturräume

4.12.1 Wasser- und Ufervegetation (UF)

In der Kulturschicht wurden insgesamt 26 Wasser- und Uferpflanzen nachgewiesen (Abbildung 34). Da nicht mit vollständiger Sicherheit ausgeschlossen werden kann, dass Teile des "Hangenden" in den Proben vertreten sind, könnten Wasserpflanzen Verunreinigungen aus der über den Kulturschicht liegenden Schicht darstellen. Die Makrorestuntersuchungen der Profilkolonnen zeigten, dass Wasserpflanzen oberhalb der Kulturschicht vermehrt auftraten (Brombacher und Hadorn in prep.). Trotz dieses Vorbehaltes wird im Folgenden auf die Wasser- und Uferpflanzen eingegangen. Die Wasserpflanzen (UF1), *Najas marina/intermedia*, *Nuphar lutea*, *Polygonum amphibium*, *Ranunculus aquatilis* und *Zannichellia palustris*, wachsen in nährstoffreichen, meso- bis eutrophen, stehenden oder langsam fliessenden Gewässern. Vermutlich wuchsen sie in der der Siedlung vorgelagerten Seebucht, deren Wasser durch die Siedlungsabfälle und Fäkalien gedüngt wurde. Auch

während der Besiedlungszeit von Hornstaad Hörnle IA stellte U. Maier eine Zunahme der Artenvielfalt von Wasserpflanzen mit meso- bis eutrophen Standortansprüchen fest (Maier 2001, 167).

Die Wasserpflanzen traten in der Kulturschicht von Arbon Bleiche 3 nur vereinzelt und mit geringer Stetigkeit auf, nur *Chara*-Arten wurden häufiger nachgewiesen und zeigen eine Stetigkeit von 42%. Möglicherweise sind die Oogonien mit Brauch-Wasser in die Siedlung gelangt. Auch mit den Fischen oder an den Netzen haftend könnten Oogonien in die Kulturschicht gelangt sein. Die Wasserpflanzen wurden mehrheitlich im Bereich der Häuser belegt, was tatsächlich auf den Gebrauch von Seewasser hindeuten könnte. Eine ähnliche Beobachtung machte P. Favre (Synthese, 9) in Horgen-Scheller, wo Wasserpflanzen in Herdstellen höher konzentriert auftraten. Dies lässt ein Hantieren mit Seewasser vermuten, oder für die Herstellung der Herdstellen könnte Lehm aus dem See verwendet worden sein.

Aus der Verlandungszone (UF2) wurden 10 Taxa nachgewiesen. Sie wachsen an Ufern stehender oder langsam fliessender Gewässer und bevorzugen basen- und nährstoffreiche (meso- bis eutroph) Böden. Sie können entweder in der Verlandungszone des Seeufers, in Gräben oder an feuchten Stellen in Äckern oder nassen Wiesen gewachsen sein. Einzig *Nasturtium officinale* gedeiht auch an schnell fliessenden Gewässern, möglicherweise an einem der Bäche im Hinterland. Ausser *Lycopus europaeus* mit einer Stetigkeit von 33% und *Schoenoplectus lacustris* mit einer Stetigkeit von 27% traten die übrigen Uferpflanzen nur vereinzelt auf. Die geringen Fundmengen deuten darauf hin, dass es zu dieser Zeit vermutlich noch keinen Röhricht- und Schilfgürtel gab. Dies wurde auch für das Ufer von Sipplingen-Osthafen (Jacomet 1990, 313), am unteren Zürichsee (Brombacher und Jacomet 1997, 285) und in Hornstaad Hörnle IA (Maier 2001, 168) festgestellt. Einige dieser Taxa könnten auch auf der Siedlungsfläche gewachsen sein, da sie aber doch selten auftraten, kann dies vermutlich ausgeschlossen werden. Allerdings ist *Lycopus europaeus* am Lac de Clairvaux unter einem rekonstruierten neolithischen Haus sehr häufig (Jacomet mündliche Mitteilung).

Ausserdem sind die Wurzeln von *Schoenoplectus lacustris* und *Phragmites australis* stärkehaltig und könnten deshalb zu Nahrungszwecken ausgegraben und die Blätter und Stängel könnten zu Geflechten verarbeitet worden sein (Maier 2001, 131; Rast-Eicher 1997, 301; Maurizio 1979, 118).

Thalictrum flavum/morisonii , welche auf zeitweise überschwemmten Böden von Moorwiesen und Auenwäldern wächst und *Rorippa islandica*, welche feuchte Orte und Schuttstellen besiedeln kann, sind die einzigen nachgewiesenen Pflanzen aus dem Feuchtgrünland (UF3).

Aus der Gruppe der Uferpioniere (UF4) wurden sechs Arten nachgewiesen. *Polygonum hydropiper*, *Polygonum lapathifolium*, *Polygonum minus* und *Ranunculus sceleratus* wachsen auf schlammigen, nährstoffreichen Böden. Letzteres trifft auch für *Myosoton aquaticum* und *Polygonum mite* zu. Alle erwähnten Arten haben eine weite ökologische Amplitude (Abbildung 34) und wachsen auch im Bereich von Auenwäldern, an Ufern und an feuchten Waldwegen oder auf vernässten Stellen von Äckern. Da der Boden im Bereich der Siedlung durch den Eintrag von Abfällen und Fäkalien nährstoffreich war, könnten sich diese Pflanzen auch dort angesiedelt haben. Mit einer Stetigkeit von 52% trat *Myosoton aquaticum* am häufigsten auf. Dieselben Arten treten in den Detritusproben von Hornstaad Hörnle IA auf, es wird vermutet, dass sie im Siedlungsbereich gewachsen sein könnten. Auch dort war *Myosoton aquaticum* die am häufigsten nachgewiesenen Art (Stetigkeit AH1 36% bzw. AH3 68%). Da sie nur selten in Vorräten (Stetigkeit von 4%), aber häufig in den Detritusproben auftrat, schliesst Maier weitgehend aus, dass sie auf vernässten Äckern gewachsen ist, sondern interpretiert das massenhafte Auftreten der Wassermiere in Detritusproben dahingehend, dass sie im Siedlungsbereich selbst gewachsen ist. In den Siedlungen Sipplingen-Osthafen und AKAD-Seehofstrasse ist das Spektrum der Uferpflanzen ähnlich, aber da es Argumente gibt, die für und gegen das Wachstum dieser Pflanzen auf dem Siedlungsareal sprechen (Jacomet 1985,63), konnte nicht mit Gewissheit entschieden werden, ob diese Uferpflanzen am Siedlungsplatz wuchsen (Jacomet 1985, 63; Jacomet 1990, 313). So kann letztlich auch für Arbon Bleiche 3 nicht festgestellt werden, woher und wie diese Pflanzen in die Kulturschicht gelangten.

4.12.2 Wald- und Waldrandvegetation (WD, WD2)

Pollenanalytische Untersuchungen an einem im Jahr 1993 entnommenen Profil aus der Grabungsfläche von Arbon Bleiche 3 ergaben für die Zeitspanne von ca. 4000 – 3800 v. Chr. Eichenmischwalddominanz mit vereinzelt Kulturzeigern. Dies bedeutet, dass dichter Wald den zukünftigen Siedlungsplatz umgab (Haas 1995, 2-3 Vorbericht).

Die Makrorestanalyse zeigte, dass die Wald- und Waldrandtaxa mit 42 belegten Vertretern die grösste Gruppe (34%) aller nachgewiesenen Taxa darstellen. Da Mitteleuropa in der unteren kollinen Stufe ursprünglich nahezu lückenlos mit Laubmischwald bewachsen war (Burga und Perret 1998, 654, 656; Ellenberg 1996, 111), ist der grosse Anteil Waldpflanzen nicht erstaunlich. Die nachgewiesenen Wald- und Waldrandpflanzen haben keine sehr breite ökologische Amplitude, d.h. sie wachsen mit Ausnahme von *Ajuga reptans*, welche auch in Wiesen gedeihen kann, auf bewaldeten Standorten. Am

häufigsten belegt sind Taxa, die Standorte mit frischen, sickerfrischen, feuchten, nährstoffreichen und basenreichen, milden bis mässig sauren Lehmböden bevorzugen und die als Nährstoff-, Stickstoff-, Basen-, Nitrifizierungs-, Frische-, Sickerwasser-, Feuchtigkeits- und Lehmzeiger gelten wie z.B. *Circaea lutetiana*, *Geum urbanum*, *Moehringia trinervia*. Auf etwas trockeneren Böden wachsen *Crataegus monogyna*, *Prunus spinosa*, *Rubus fruticosus, Viburnum lantana* und *Ilex aquifolium*, welche mehrheitlich Waldrandpflanzen sind. *Viscum album* wächst als Halbschmarotzer auf Laub- und Nadelhölzern. *Alnus* spec., *Betula* spec. , *Picea abies*, *Rubus caesius*, *Clematis vitalba*, *Cornus sanguinea*, *Corylus avellana*, *Prunus spinosa* und *Rubus idaeus* Pionierpflanzen sind, könnten sie als solche auf offene Flächen in der Umgebung der Siedlung hinweisen. Weil Arbon Bleiche 3 nicht die erste Siedlung an dieser Bucht ist (Leuzinger 2000, 12-13), wäre es möglich, dass es sich dabei um aufgelassene Äcker früherer verlassener Siedlungen handelt.

Vor allem Birken- und Erlenfrüchte traten in Arbon Bleiche 3 mit hohen Stetigkeiten in der Kulturschicht auf. Da Birkenfrüchte mit unverkohlten Dreschresten von Gerste, Nacktweizen, Emmer, unverkohlten Leinsamen und Leinkapselfragmenten korrelieren, könnte man vermuten, dass im Umkreis der Getreide- und Leinfelder Birken wuchsen und deren Früchte mit dem Erntegut in die Siedlung gebracht wurden und somit während der Reinigung mit den Dreschabfällen in die Kulturschicht gelangten. U. Maier (2001, 103-104) fand in Hornstaad Hörnle IA nur in Leinvorräten zahlreiche Birkenfrüchte, währenddem diese in Getreidevorräten seltener auftraten. Daraus wird gefolgert, dass Lein auf nährstoffärmeren Standorten in der Nähe von Pioniergehölzen wuchs, und dass Birkenfrüchte nur mit dem geernteten Lein in die Siedlung gelangten, da Birkenfrüchte anderenfalls auch in Getreidevorräten vorkämen. Da in Arbon Bleiche 3 Birken- und Erlenfrüchte mit Lein und Getreide positiv korrelieren und die Ackerböden aufgrund der Standortansprüche der Ackerbegleitpflanzen als gut eingestuft wurden (Kapitel 4.7.1) wird eher angenommen, dass die Birken- und Erlenfrüchte entweder aus grösserer Distanz auf die Felder oder aus der näheren Siedlungsumgebung in die Siedlung geweht wurden.

Dass Wald und Waldrand intensiv genutzt wurden sind, zeigen die zahlreich gesammelten Wildobstarten, Nüsse, Eicheln und Bucheckern. Diese bilden zahlenmässig den grössten Anteil der Waldpflanzenreste und traten auch mit der höchsten Stetigkeit auf. Auch für den Hausbau und die Herstellung von Werkzeugen und anderen Artefakten sowie für die Gewinnung von Brennholz hatten die Waldpflanzen eine wichtige Bedeutung für die Bevölkerung. Ebenso war in anderen neolithischen Seeufersiedlungen wie z.B. den Siedlungen im Raum Zürich, Pfäffikon-Burg, Hornstaad Hörnle IA und Sipplingen-Osthafen der Anteil nutzbarer Arten der Wald- und Waldrandpflanzen hoch (Maier 2001, 170, 177; Brombacher und Jacomet 1997, 277-278; Jacomet 1990, 113ff; Zibulski in prep., 11, 14).

Abschliessend kann im Grossen und Ganzen davon ausgegangen werden, dass das Hinterland der Siedlung Arbon Bleiche 3 mehrheitlich bewaldet war. Allein aufgrund der Makroreste kann diese Annahme nicht abschliessend geklärt werden. Hier sind die Resultate der Pollenuntersuchungen aufschlussreicher (Hadorn in prep.). Da Waldrandarten durch die Sammeltätigkeit übervertreten sind, scheint es schwierig abzuschätzen, wie umfangreich Waldränder damals bereits waren, wobei sicher ist, dass durch Anlegen von Ackerflächen vermehrt Waldränder entstanden.

4.12.3 Waldnahe Staudenfluren, Gebüsche und Schlagfluren (SC)

Waldlichtungen entstanden in den damaligen Urwäldern z.B. durch Windbruch, Blitzschläge und Überalterung von Bäumen, so dass sich dort Arten der Waldlichtungen und Kahlschläge ansiedeln konnten (Ellenberg 1996, 29, 766). Das Entstehen von Lichtungen, vermutlich durch anthropogene Einwirkungen, wird in einem Pollenprofilabschnitt (Profil von Jahr 1993) um ca. 3400 v. Chr. mit hohen Haselwerten und Getreidewerten erkennbar (Haas 1995, 3-4, Vorbericht).

Es wurden mit den Makroresten 10 Taxa, die heute auf Waldlichtungen wachsen, nachgewiesen (Abbildung 34). *Silene dioica* gedeiht auch auf feuchten Wiesen, auf Magerrasen und Magerweiden können *Agrimonia eupatoria*, *Hypericum perforatum* und *Origanum vulgare* vorkommen. Somit zeigen nur sechs der insgesamt 10 Pflanzen aus dieser Gruppe abgrenzbare Standortansprüche und sind somit bezüglich ihrer Herkunft aussagekräftiger. Die Mehrzahl der Taxa dieser Gruppe wachsen auf frisch bis feuchten, nährstoff- und basenreichen Lehmböden; einige sind Nitrifizierungszeiger, Feuchtigkeitszeiger, Nährstoff- und Stickstoffzeiger. *Clinopodium vulgare*, *Hypericum perforatum*, ein Magerkeitszeiger, *Agrimonia eupatoria* und *Origanum vulgare* wachsen auf eher trockenen und weniger nährstoffreichen Böden (Ellenberg Feuchtezahl 3 oder 4). C. Brombacher und S. Jacomet erwägen, dass *Agrimonia eupatoria*, *Hypericum perforatum* und *Origanum vulgare* an besonnten Stellen im Gebiet der Felder vorkamen (Brombacher und Jacomet 1997, 277).

Einige der heute auf Lichtungen wachsenden Wildkräuter sind in Anhäufungen von Kulturpflanzen nachgewiesen worden und werden deshalb den Ackerunkräutern zugewiesen (Brombacher et al. 1997, 260-261): Unter anderem sind dies *Torilis japonica*, *Agrimonia eupatoria*, *Campanula*

rapunculoides, *Clinopodium vulgare*, *Origanum vulgare* und *Eupatorium cannabinum*, welche auch für Arbon Bleiche 3 belegt sind, wobei letztere mit Kulturpflanzen korreliert (Abbildung 8).

Fragaria vesca und *Sambucus nigra/racemosa* wachsen auf aufgelichteten Standorten und zeigen die höchsten Stetigkeiten aller Lichtungspflanzen (Abbildung 34). Allerdings könnten auch die meisten der anderen Gebüsch- und Lichtungspflanzen genutzt und somit gesammelt worden sein, obwohl sie nicht sehr häufig in den Proben auftraten. Das Vorkommen dieser Arten, vor allem jener, die ausschliesslich auf Lichtungen wachsen, deuten vielleicht darauf hin, dass es aufgelichtete Stellen gegeben haben muss. *Eupatorium cannabinum* kann natürlicherweise an Ufern vorhanden gewesen sein. Lichtungen können durch brachliegende, nicht mehr bebaute Äcker oder durch Roden von Bäumen z.B. für den Hausbau entstanden sein (Kapitel 4.12.2). Entscheidend für das Gedeihen von Waldlichtungs-Kräutern, Hecken- und Gebüschgesellschaften sind Lichtgenuss und mechanische Beanspruchung durch Schlag oder Brand. Boden und Klima-Einflüsse spielen keine entscheidende Rolle (Ellenberg 1996, 769, 775). Kreuz (1992, 390-392) konnte zeigen, dass Brennholz von 10 Bandkeramischen Siedlungen von Büschen und Bäumen, welche aus Hecken, die möglicherweise entlang von Feldern wuchsen, verwendet wurde.

Ob Auch in Arbon Bleiche 3 Hecken, die als lebende Zäune zugleich Barrieren für Wild- und Haustiere darstellen (Ellenberg 1996, 779), angelegt wurden, kann nicht belegt werden.

4.12.4 Grünlandpflanzen (Wl)

Die Gruppe der heute den Grünlandpflanzen zugeordneten Arten umfasst nur acht Taxa. *Achillea millefolium*, *Campanula glomerata*, *Cerastium fontanum* und *Poa pratensis/trivialis* können auch in Wäldern, Waldrändern und Äckern, *Prunella vulgaris* an Ufern und Waldwegen, *Leucanthemum vulgare* auch in Halbtrockenrasen und an Wegrändern wachsen. Somit weisen diese heute als Wiesen- und Weidepflanzen eingestuften Taxa eine weite ökologische Amplitude auf und erlauben deshalb kaum, aufgrund ihres Auftretens in der Siedlung Rückschlüsse auf das Vorhandensein von ausgedehnten Grünlandflächen.

Vor dem Einfluss des Menschen waren offene, waldfreie Stellen in der Waldlandschaft nur an Sonderstandorten vorhanden (z.B. Felsenstandorte, Uferzone oder Moorränder). Auch im Neolithikum existierten noch kaum Grünlandgesellschaften im heutigen Sinne (Burga u. Perret 1998, 669). Eher ist anzunehmen, dass sich diese typischen Arten auf gerodeten und/oder durch Beweidung geöffneten Waldflächen, auf Brachen, Wegen, etwas ausgebreitet haben (Jacomet et al. 1989, 228). Die Vermutung, dass im Hinterland von Arbon Bleiche 3 noch keine ausgedehnten Grünlandflächen vorhanden waren, steht auch in Übereinstimmung mit dem Fehlen von Tieren, z.B. Feldhasen, die offene Flächen als Lebensraum benötigen (Deschler-Erb und Marti-Grädel, in prep.). Allerdings wurden aufgrund der Insektenuntersuchungen Käfer offener, besonnter Standorte nachgewiesen, was darauf hindeutet, dass es offenbar kleinflächig offene Stellen gegeben haben muss (Lemdahl in prep.). Es ist auch denkbar, dass die Wiesenpflanzen auf den Äckern günstige Wachstumsbedingungen fanden. *Cerastium fontanum* zum Beispiel korreliert mit Emmer, Lein und Schlafmohn (Abbildung 8), was andeuten könnte, dass diese Samen mit dem Erntegut in die Siedlung gebracht wurden und während des Reinigungsprozesses mit den Dreschabfällen in die Schicht gelangten. Dass Grünlandpflanzen auch als Ackerbegleitpflanzen in Frage kommen, belegen die Samenfunde in Anhäufungen von Kulturpflanzen (Brombacher u. Jacomet 1997, 261). Der Abbildung 31 kann entnommen werden, dass etliche der nachgewiesenen "Grünlandpflanzen" in Vorräten auftraten*: Campanula glomerata*, *Leucanthemum vulgare* und *Prunella vulgaris*. Man muss allerdings in Betracht ziehen, dass diese Pflanzen ihrer ökologischen Amplitude entsprechend auch von anderen Standorten als Äcker in die Siedlung gelangt sein können.

Die in Arbon Bleiche 3 gefundenen Grünlandpflanzen (*Prunella vulgaris* und *Leucanthemum vulgare*) wachsen auf frischen (Feuchtezahl 4-6), eher stickstoffarmen (Stickstoffzahl 3) Böden. *Veronica alpina* hat eine subalpin bis alpine Verbreitung, wächst also nicht in der unmittelbaren Umgebung von Arbon Bleiche 3.

Einzelne pionierhafte Grünlandpflanzen könnten sich auf frisch gerodeten Flächen angesiedelt haben. Alle sind ausdauernde Pflanzen. Weil die meisten dieser Pflanzen genutzt werden könnten, wurden sie vielleicht gesammelt (Abbildung 34). Vor allem *Cerastium fontanum* und *Prunella vulgaris* treten mit einer hohen Stetigkeit auf. Da in den meisten Fällen nicht die Samen verwendet werden, wäre für das Auftreten der Samen in der Siedlung vorausgesetzt, dass die Pflanzen erst zur Reifezeit der Samen gesammelt wurden.

4.12.5 Öffnung der Landschaft

Mit Untersuchungen zum zeitlichen Verlauf des Auftretens von Grünlandpflanzen während des Neolithikums stellen Brombacher und Jacomet (1997, 275-276) fest, dass nicht die Anzahl Taxa von

Offenlandpflanzen zunimmt, sondern die Veränderung beruht auf einer Zunahme der Stetigkeit einiger Taxa. Von den typischen Grünlandpflanzen und "Grünlandzeigern", welche ab der Horgener Kultur mit hoher Stetigkeit vorkommen, können in Arbon Bleiche 3 folgende Taxa ebenfalls belegt werden: *Cerastium fontanum* (Stetigkeit: 88%), *Poa pratensis/trivialis* (Stetigkeit 3%), *Prunella vulgaris* (Stetigkeit: 55%), *Rumex*-Arten (Stetigkeit: 33%), *Plantago major* (Stetigkeit: 1%) und *Ranunculus repens* (Stetigkeit: 33%). Eine hohe Stetigkeit, welche mit den Werten der Horgener Schichten vom Zürichsee vergleichbar ist, weisen jedoch nur *Cerastium fontanum*, *Prunella vulgaris* und *Rumex*-Arten auf. Die Stetigkeit von *Poa pratensis/trivialis* und *Plantago major* liegt im Bereich der Pfyner Werte vom Zürichsee. *Ranunculus repens* zeigt einen niedrigeren Stetigkeitswert als in allen Zürcher Siedlungen.

Eine Öffnung der Landschaft ab der Horgener Kultur kann S. Jacomet (in prep.) anhand einer Korrespondenzanalyse, die 34 neolithischen Siedlungen aus dem Alpenvorland aufgrund des Spektrums der Offenlandpflanzen (total 84 Taxa) zeitlich gruppiert, bestätigen. Ausschlaggebend für die Anordnung der Siedlungen sind vermehrt auftretende annuelle Ackerbegleitpflanzen (z.B. *Agrostemma*, *Aphanes arvensis*, *Cirsium arvense*), Wiesen- und Wegrandpflanzen (z.B. *Daucus carota*, *Prunella vulgaris*, *Stellaria graminea*) sowie Ruderalpflanzen (z.B. diverse *Arctium* Arten, *Clematis vitalba*, *Galeopsis tetrahit*) während des Spätneolithikums (Jacomet und Schibler in prep.). Arbon Bleiche 3 wird aufgrund seines Spektrums der Offenlandpflanzen mit den jungneolithischen Siedlungen (vorwiegend Pfyner Kultur) gruppiert; d.h. eine Entwicklung von ausgedehnteren offenen Flächen ist hier vermutlich noch nicht weit fortgeschritten. Dies stimmt mit den oben erwähnten eher tiefen Stetigkeitswerten von "Grünlandzeigern" überein. Auch die Vermutung, dass die Äcker eher dauerhaft bewirtschaftet wurden, also keine Brachestadien eingeschoben wurden, könnte dazu führen, dass in der Umgebung von Arbon Bleiche 3 eher kleine, grünlandähnliche Flächen vorhanden waren. Insektenspektren weisen unter anderem auf offene, besonnte Habitate hin (G. Lemdahl in prep.). Zwischenbrachen würden den Bedarf an gerodeten Flächen erhöhen. Aufgrund dieser Erkenntnisse kann angenommen werden, dass es in der Umgebung von Arbon Bleiche 3 während der Übergangszeit zwischen Pfyner- und Horgener Kultur vermutlich noch weniger ausgedehnte offene Flächen als im Spätneolithikum gab.

4.12.6 Weiden

Als mögliche Weideflächen kommen aufgelichtete Waldflächen, abgeerntete Ackerflächen zwischen Ernte und Aussaat, Brachen und Wiederbewaldungsflächen in Frage. Als Hinweis für eine mögliche Beweidung abgeernteter Felder von Arbon Bleiche 3 könnten die trittresistenten, deshalb auch als Weidezeiger angesehenen Pflanzen *Polygonum aviculare*, *Verbena officinalis*, *Plantago major*, *Ranunculus repens* und *Prunella vulgaris* angesehen werden. Da aber während der Besiedlungszeit von Arbon Bleiche 3 nicht von ausgedehnten Bracheflächen ausgegangen werden kann, da eher kontinuierlicher Kulturpflanzenanbau angenommen wird (Kapitel 4.7.5), wäre eine Beweidung der Ackerflächen direkt nach der Ernte, vor der erneuten Aussaat denkbar.

Weil der Wald der Siedlungsumgebung neben gerodeten Flächen für Ackerbau Waldschläge, Lichtungen und eventuell Wiederbewaldungsflächen von früheren Siedlungen oder Holzgewinnung aufwies, gab es genügend Raum, der als Waldweide genutzt werden konnte. Zudem gelten die in der Siedlung nachgewiesenen dornigen und stachligen Pflanzen wie *Rosa* spec., *Prunus spinosa*, *Crataegus monogyna* und *Ilex aquifolium* als Waldweidezeiger, da sie vom Vieh verschmäht und deshalb in ihrem Wachstum gefördert werden (Brombacher und Jacomet 1997, 277; Ellenberg 1996, 48-49). Auch viele unbestachelte Kräuter können wegen ihres Gehaltes an ätherischen Ölen und oft zugleich giftiger Stoffe wegen als Weideunkräuter auftreten (Ellenberg 1996, 47). Zu dieser Gruppe gehören die auch in Arbon Bleiche 3 auftretenden *Mentha* Arten (z.B. *Mentha aquatica/arvensis*) und die meisten Hahnenfussgewächse(z.B. *Ranunculus repens*). Das Auftreten von beispielsweise *Mentha aquatica/arvensis* und *Ranunculus repens* könnte darauf zurückzuführen sein, dass erstere als Heilpflanze gesammelt wurde und letztere eine potentielle Ackerbegleitpflanze ist (Abbildung 34; Abbildung 31). Solche Weideunkräuter werden vor allem gefördert, wenn dem Vieh genügend Raum mit geniessbaren Pflanzen zur Verfügung steht (Ellenberg 1996, 48-49).

Brombacher und Jacomet (1997, 276-277) stellten fest, dass die Nutzung brachliegender Flächen als Weide im Verlaufe des Neolithikums stark zunahm und dass sich ab der Horgener Kultur eine Intensivierung der Waldweide abzeichnet (Brombacher und Jacomet 1997, 276-277). *Ilex aquifolium*, von welcher in Arbon Bleiche 3 lediglich ein Same nachgewiesen wurde, gilt als Waldweidezeiger, deren Pollen vereinzelt im Jungneolithikum auftreten und ab der Horgener Kultur zunehmen. Samen sind jedoch erst ab der Horgener Kultur belegt (Brombacher und Jacomet 1997, 277). Dies bedeutet, dass der Arboner *Ilex aquifoliu*m Same ein früher Fund ist.

Das Spektrum der in potentiellem Kuhmist sowie in Geiss/Schaf Koprolithen nachgewiesenen Samen, Früchte und vegetativen Reste wie *Abies alba* Nadeln und Rosaceen Dornen, vermutlich *Rubus fruticosus*, (Akeret et al. 1999, 177-181; Kühn und Hadorn in prep.) deutet darauf hin, dass potentieller Kuhmist und Geiss/Schaf Koprolithen aus dem Winterhalbjahr (wenig Samen, Früchte, Pollen aber *Rubus*-Steinkerne und -Dornen oder *Abies alba* Nadeln und *Corylus* Antheren und – Pollen, sowie *Alnus* Pollen) in der Siedlung vorliegen (Akeret et al, 1999, 177-181; Kühn und Hadorn in prep.). Akeret et al. (1999, 179-180) stellten unter anderem anhand der häufig in Geiss/Schaf Koprolithen auftretenden *Rubus fruticosus* Reste (auch im Winter grüne Blätter) fest, dass Geissen/Schafe auch während des Winterhalbjahres tagsüber vermutlich in der näheren Umgebung der Siedlung weideten und vermutlich nachts in der Siedlung gehalten wurden. Auch die vereinzelt auftretenden Samen von Ackerbegleitpflanzen in Geiss/Schaf Koprolithen (Akeret et al. 1999, 177 Tabelle 1) und potentiellem Kuhmist (Kühn in prep.) können möglicherweise als Belege für eine Beweidung von im Herbst abgeernteten Feldern betrachtet werden (Kapitel 4.12.6).

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass das Vieh neben Waldweide möglicherweise auch abgeerntete Felder beweidete. Darauf weisen die trittresistenten Pflanzen, die Ackerbegleitpflanzen sowie dornige und stachlige Weideunkräuter, welche als Weidezeiger angesehen werden können, hin. Weitere Untersuchungen von Geiss/Schaf Koprolithen und potentiellem Kuhmist sind noch im Gange und liefern vielleicht noch weitere Hinweise auf mögliche Weidegründe (Hadorn und Kühn in prep.).

4.13 Nicht einheimische Pflanzen: Aktionsradius/Handel

In Arbon Bleiche 3 kamen einige Pflanzen zum Vorschein, die nicht in der Umgebung von Arbon Bleiche 3 gewachsen sein können (Kapitel 3.8.2). Sie müssen also über kürzere oder weitere Distanzen in die Siedlung gebracht worden sein. Ihre Verbreitungsgebiete (Walenseegebiet/Alpstein, Oberhalbstein, Mittelmeerraum, Atlantikküste) decken sich mit den Herkunftsgebieten von ebenfalls nicht aus der näheren Umgebung von Arbon Bleiche 3 stammenden Rohmaterialien (Silex, Dentaliumschnecken, Kupfer, Keramik), welche zur Herstellung diverser archäologischer Artefakte verwendet wurden (Leuzinger 2002, 24-25; de Capitani 2002, 210, 216; Leuzinger 2001, 22-24).

4.13.1 Felsenkirsche (*Prunus mahaleb* L.), Alpen-Ehrenpreis (*Veronica alpina* L.), Arve (*Pinus cembra* L.): Aktionsradius?

In Arbon Bleiche 3 wurden unbearbeitete und zu Perlen verarbeitete Fruchtsteine von Felsenkirschen gefunden. Nur noch in Robenhausen (ZH) (spätes Pfyn) wurde bis anhin ein unsicher bestimmtes Exemplar eines Felsenkirschensteines nachgewiesen (Messikommer 1913, 87).

Die Felsenkirsche wächst in warmen Lagen an felsigen Hängen, in sonnigen Buschwäldern und kommt in den Zentral- und Südalpen, im Rhonetal, im Jura, in der Oberrheinischen Tiefebene und im Walenseegebiet vor (Hess, Landolt und Hirzel 1970, 462). Heute befindet sich ein Standort bei Wil (Kanton St. Gallen), welcher ca. 30 km von Arbon Bleiche 3 entfernt liegt. Etwas weiter entfernt sind Standorte im Kanton Schaffhausen und im Walenseegebiet (Welten und Sutter 1982, 779) (Abbildung 30). Da anzunehmen ist, dass aus orographischen Gründen auch während des Neolithikums keine Felsenkirschen in der Umgebung von Arbon Bleiche 3 wuchsen, müssen diese entweder durch Handel oder während Sammeln und Jagen in grösserer Entfernung in die Siedlung gebracht worden sein. Aufgrund von Mikro- und Makrorestuntersuchungen von Geiss/Schaf Koprolithen erwogen Akeret et al. (1999,178) die Möglichkeit von Sommerweiden in der weiteren Region, da nur Koprolithen aus dem Winterhalbjahr (Kapitel 4.12.6) in der Siedlung vorlagen. Aber auch zum Sammeln von Wildpflanzen und zur Jagd wurden vermutlich grössere Distanzen zurückgelegt. Auffallend ist, dass sich die Höhenlage der ebenfalls in Arbon Bleiche 3 vorkommenden Alpen-Ehrenpreis und Arven in der Alpstein- und Walenseeregion mit jenen von Felsenkirschen mehr oder weniger überschneiden. Es wäre deshalb denkbar, dass diese Region aufgesucht wurde, vielleicht nicht nur auf dem Landweg, sondern auch auf dem Wasserweg via Bodensee und Rhein. Auch die einerseits zahlreichen Funde von Felsenkirschsteinen im Vergleich zu nur einer Kornelkirschenstein-Perle (Kapitel 4.13.2) und andererseits doch deutlich spärlichere Auftreten von Felsenkirschsteinen im Vergleich zu den in grösserer Zahl nachgewiesenen Schlehensteinen, spricht eher für ein Sammeln in entfernteren Regionen als für Import. Auch der Beleg eines Felsenkirschenzweiges mit Knospe (P. Zibulski in prep.) könnte darauf hinweisen, dass die Arboner auch weit entfernte Gebiete aufsuchten. In diesem Zusammenhang interessant sind je ein Knochen eines Steinbockes und einer Gämse, welche möglicherweise in den das Rheintal flankierenden Bergen gejagt wurden (Deschler-Erb und Marti-Grädel in prep.). Dies weist wieder Richtung Alpstein- und Walenseegebiet.

Abschliessend kann festgehalten werden, dass mehrere Anhaltspunkte dafür sprechen, dass die Arboner möglicherweise die Region von Wil und das Gebiet um die Alpstein- und Walenseeregion

aufsuchten. Letzteres liegt allerdings auch auf der Verbindung vom Bodensee in den Alpenraum und nach Italien, weshalb nicht ausgeschlossen werden kann, dass die Felsenkirschen und Arvennüsse unterwegs zu den Handelsgütern (Kapitel 4.13.2) beigefügt wurden.

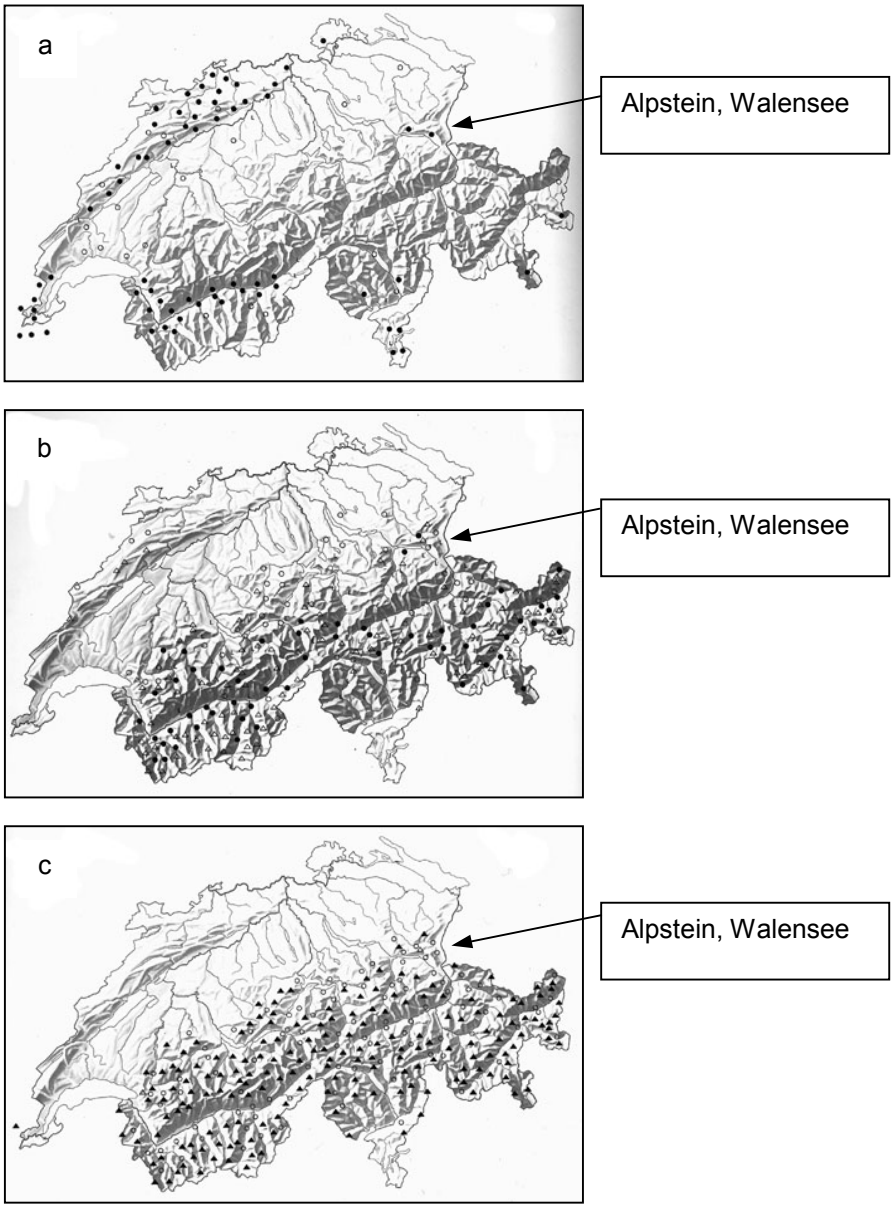


Abbildung 30: Verbreitung von a: *Prunus mahaleb*, b: *Pinus cembra*, c: *Veronica alpina* aus Welten und Sutter (1982)

4.13.2 Handel, Fernimport

Sellerie (Apium graveolens)

In Arbon Bleiche 3 wurde nur eine unverkohlte Teilfrucht von Sellerie gefunden. Auch in anderen neolithischen Seeufersiedlungen wie z.B. Zürich Seehofstrasse-AKAD Schicht J (3728-3681 v. Chr.), Zürich Mozartstrasse Schicht 4 (3668-3600 v. Chr.), Zürich Mozartstrasse Schicht 3 (3119-3098 v. Chr) (Brombacher und Jacomet 1997, Tabelle D358), Sipplingen-Osthafen (3316-3260 v. Chr.) (Jacomet 1990, 304), Hornstaad Hörnle IA (3917-3905 V. Chr.) (Maier 2001, 76), Nidau 5 (3406-3398 v. Chr.), Lattrigen VII (3202-3013 v. Chr.) (Brombacher 1997, 171) wurden nur wenige Sellerieteilfrüchte nachgewiesen. Wilder Sellerie wächst an salzhaltigen Stellen (vorzugsweise Meeresstrand), auf Wiesen, in Sümpfen, an Ufern, Gräben, Strassen, Zäunen und auf Ödland, meist

in Nähe menschlicher Siedlungen, zuweilen auch an kalkreichen Quellen (Hegi 1925/26, 1143). Die zweijährige Pflanze bildet im ersten Jahr eine Sprossrübe, die im zweiten Jahr unter Verbrauch der Speicherstoffe zu einem blühenden Spross austreibt. Die Kulturform ist nicht winterhart und muss deshalb abgedeckt werden (Bickel-Sandkötter 2001; 185 Franke 1997, 202). Als Nahrung kann man heute die Knolle und Blattstiele verwenden (Franke 1997, 203). Sellerie enthält neben Kalium (276-350 mg) weitere Mineralien und Vitamine – nur wenig Vitamin C (Bickel-Sandkötter 2001, 185; Franke 1997, 201; Körber-Grohne 1987, 239). Ursprünglich ist Sellerie eine submediterrane bis mediterrane Pflanze (Oberdorfer 2001, 708; Jacomet 1988, 205), kommt aber auch an der Atlantikküste vor (Franke 1997, 202). Da es im Alpenvorland keine salzhaltigen Böden gibt, schliesst U. Maier (2001, 76-77) aus, dass es sich bei den Selleriefunden in Hornstaad Hörnle IA und anderen Seeufersiedlungen um gesammelte Wildpflanzen handelt. Sie geht davon aus, dass es sich um importierte – wahrscheinlich aus dem Mittelmeerraum – Früchte handelt (Maier 2001, 76-77). Auch S. Jacomet (1988, 206-207) schliesst natürliche Vorkommen von wildem Sellerie in der Schweiz aus, was bedeutet, dass dieser mit Sicherheit von ausserhalb in die Siedlungen gelangt ist (Jacomet und Kreuz 1999, 302; Jacomet 1988, 206-207). C. Brombacher zieht jedoch eine mögliche Kultivierung des Selleries in Betracht (Brombacher 2000, 158; Brombacher 1997, 176; Brombacher und Jacomet 1997, 234). Anhand der Teilfrüchten kann nicht entschieden werden, ob sie von Wild- oder Kultursellerie stammen (Jacomet 1988, 206). Auch kann man nicht beurteilen, ob dieser mit direktem Import wandernder Bevölkerungsgruppen oder durch Handelskontakte in die Schweiz gelangte (Jacomet 1988, 211). Da Handelsbeziehungen zum Mittelmeerraum zu dieser Zeit bestanden haben (Hoffstadt u. Maier 1999, 26; Brombacher 1993, 496) und auch Funde (Silices, Dentaliumperlen) aus Italien in der Siedlung Arbon Bleiche 3 auftreten (Leuzinger 2002, 24, 74-75), ist ein Import gut möglich. Da Sellerie auf salzhaltigen Böden wie z.B. Meerestrand wächst, wäre eine "Einfuhr" von Sellerieteilfrüchten im Zusammenhang mit Salzhandel denkbar. Im Grunde genommen würde eine höhere Stetigkeit von Selleriesamen erwartet, wenn er angepflanzt worden wäre, da man einen Teil der Pflanzen stehen lassen müsste um Saatgut zu gewinnen. Gemüse von Blattstielen kann man kaum nachweisen. So kann für Arbon Bleiche 3 vermutet werden, dass Sellerie importiert wurde. Letztlich kann aber nicht ausgeschlossen werden, dass Sellerie angepflanzt wurde.

Arve (Pinus cembra)

In Arbon Bleiche 3 wurde ein Arvennüsse gefunden. Arvennüsse können nicht nur aus dem Alpsteingebiet (siehe oben), sondern auch aus anderen Regionen des Alpenraums nach Arbon Bleiche 3 gebracht worden sein. Diese könnten während der Alpenüberquerungen von Süden her (siehe oben) mittransportiert worden sein, und/oder sie wurden im Zusammenhang mit Kupfer, welcher aus dem Oberhalbstein, der Gegend von Savognin (GR) stammt (Leuzinger 2001, 24) mitgebracht. Auch die in der Siedlung Yverdon Av. des Sports gefundenen Arvennüsse wurden mit der transalpinen Verbindung, die durch das Wallis führte, in Zusammenhang gebracht (Schlichtherle 1985, 35).

Kornelkirsche (Cornus mas)

Es wurde ein Exemplar eines Kornelkirschensteins, der zu einer Perle verarbeitet war, gefunden. Die Kornelkirsche ist eine ostmediterrane Pflanze, die in der Schweiz wohl nur am Alpensüdfuss, im Rhonetal, am Genfersee und aufwärts bis ins Unterwallis ursprünglich wuchs (Hess, Landolt und Hirzel 1970, 891 Bd2). P. Hadorn hat während seinen Pollenuntersuchungen von Arbon Bleiche 3 keine Kornelkirschenpollen nachgewiesen (P. Hadorn, mündliche Mitteilung). In den Siedlungen Allensbach-Strandbad (2828-3150 v. Chr.) am Bodensee, Kanalisationssanierung Zürich-Seefeld Schicht 9 (3827 v. Chr.) und Wallhausen (3700-3600 v. Chr.) am Bodensee hingegen wurden Pollen der Kornelkirschen nachgewiesen (Brombacher und Jacomet 1997, 281; Karg 1990, 149; Rösch 1990, 255, 262). Es stellt sich nun die Frage, von woher diese Pollen in die Kulturschicht der Siedlungen gelangten, da in diesen Siedlungen keine Steine gefunden wurden. Wenn Kornelkirschen in der Umgebung dieser Siedlungen gewachsen wären, könnte man davon ausgehen, dass die Früchte gesammelt wurden, ähnlich jenen der Schlehen.

Zahlreiche Kornelkirschensteine (59 Stück) wurden in Hornstaad Hörnle IA (3917-3905 v. Chr.) am Bodensee nachgewiesen (Maier 2001, 119). U. Maier stellte fest, dass es in urgeschichtlicher Zeit zwei Zentren der Nutzung von Kornelkirschen gab: Balkan und Norditalien, wovon zwei der Fundstellen in Italien neolithisch sind, also im natürlichen Verbreitungsgebiet. Ebenfalls im natürliichen Verbreitungsgebiet sind Kornelkirschenfunde in der Siedlung Hocevarica (3650-3390 v. Chr.) beim Ljubljana Moor (M. Jeraj schriftliche Mitteilung). Der isolierte Fund in Hornstaad Hörnle IA spricht also für Import (Maier 2001, 120; Hoffstadt und Maier 1999, 26). Zu einer anderen Feststellung führte eine im Jahr 2003 durchgeführte Flächengrabung in Allensbach-Strandbad (Horgener Kultur), wo

zahlreiche (89 Stück) Kornelkirschensteine zum Vorschein kamen. Da die Kornelkirschen in Allensbach-Strandbad , im Unterschied zu Hornstaad-Hörnle IA, wo sie an einigen Stellen konzentriert auftraten (Maier 2001,119),über die ganze Grabungsfläche verteilt waren, ist U. Maier (Manuskript) nun der Meinung , dass vielleicht doch vereinzelte Kornelkirschbäume in der Umgebung der Siedlung "kultiviert" wurden. Die Pollenfunde (siehe oben) könnten somit erklärt werden. Auch in der Siedlung Hornstaad Hörnle IB (3586-3507 v. Chr.) wurde eine Kornelkirsche gefunden (Maier, schriftliche Mitteilung). Sebald, Seybold und Philippi (1992, 64 Bd4) geben an, dass Kornelkirschen zur Römerzeit als Kulturpflanzen genutzt und in Süd- und Mitteleuropa eingebürgert wurden. Demnach müssen Früchte oder Fruchtsteine während des Neolithikums eher durch Handel ins Alpenvorland gelangt sein. Da das Verbreitungsgebiet der Kornelkirschen, wie oben erwähnt, im mediterranen und südalpinen Raum liegt, fügt sich der Fund dieses Kornelkirschensteins ins Gesamtbild der Kontakte zum südalpinen Raum ein. Die Tatsache, dass der nachgewiesene Kornelkirschenstein von Arbon Bleiche 3 ein Einzelfund ist und zu einer Perle verarbeitet wurde, spricht eher für Handel. Kontakte zum Mittelmeerraum stellte bereits U. Leuzinger (2002, 74; 2001, 24) fest, indem Silex aus Oberitalien und Dentalium-Schnecken der Küstenregion in Arbon Bleiche 3 gefunden wurden (siehe oben).

Prunus avium (Süsskirsche)

Süsskirschen sind heute in der ganzen Schweiz verbreitet, und anscheinend im Gebiet urwüchig. Sie ist jedoch archäologisch erst aus der römischen Zeit gesichert nachgewiesen (Sebald et al. 1970, 222). Auch Schultze-Motel und Gall (1994, 39) erwähnen, dass erste Edelkirschensorten von Lucius Lucullus um 65 v. Chr. aus dem Norden Kleinasiens nach Rom gebracht und von hier aus verbreitet wurden. Jedenfalls wurden in neolithischen Seeufersiedlungen des Alpenvorlandes bis anhin keine Kirschensteine gefunden. Dies deutet eher darauf hin, dass keine Kirschbäume in den Siedlungsumgebungen wuchsen, da ansonsten mehr Kirschensteine durch Sammeln der Früchte, wie jenen anderer *Prunus* Arten, in den Siedlungen zu erwarten wären. Es muss also vermutlich davon ausgegangen werden, dass Kirschensteine möglicherweise aus dem Süden gehandelt wurden. Auch die Tatsache, dass die nachgewiesenen Steine zu Perlen verarbeitet wurden, spricht für etwas eher besonderes.

4.13.3 Emmer (*Triticum dicoccum*)

Während des Jungneolithikums (4300-3500 v. Chr) tritt Emmer im Alpenvorland vom Bodensee/Federsee an westwärts nur spärlich auf und gewinnt ab der Horgener Kultur (3200-2800 v. Chr.) am Zürichsee und Bodensee (Abbildung 21) an Bedeutung (Brombacher und Jacomet 1997, 244; Schlichtherle 1992, 42-43). Die zahlreichen Emmernachweise in Arbon Bleiche 3 zeigen, dass auch Emmer neben Nacktweizen an Bedeutung gewinnt. Dies ist in Übereinstimmung mit den zeitgleichen Siedlungen Sipplingen-Osthafen (Jacomet 1990, 17-18, Tabelle 5a) und Wallhausen (Rösch 1990, 248) am Bodensee. Am Bielersee hingegen wurde in den zeitgleichen Siedlungen Nidau BKW, Lüscherz – Kleine Station und Sutz-Lattrigen-Lattrigen-Riedstation (Lattrigen "VI") eine letztmalige Nacktweizendominanz festgestellt (Brombacher 2000, 164; Brombacher 1997, 170-175).

Interessant ist unter diesen Gegebenheiten die Zunahme von Emmer am Bodensee, da sie in der Übergangsphase zwischen Jung- und Spätneolithikum im 34. Jahrhundert v. Chr. liegt. Hafner und Suter (2001, 309) stellten fest, dass sich bei der Keramik und Dorfarchitektur ein Ost-West gerichteter, zeitlich gestaffelter Wandel abzeichnet. Der kontinuierliche Kulturwandel erfolgte durch Weiterentwicklung regionaler Traditionen und durch äussere Einflüsse. So weisen in Arbon Bleiche 3 Gefässformen der Bolérazgruppe (Badener Kultur) auf Kontakte zu östlichen Bevölkerungsgruppen hin (de Capitani 2002, 210). Bonzon (in prep.) konnte aufgrund von petrographischen Untersuchungen von Keramikgefässen (Sonderformen) zeigen, dass die Sonderformen mit Verwendung fremder Technologie (Form Karpathisches Becken, Knochenmagerung Holland und Pariser Becken) lokal hergestellt wurden. Deshalb wurde spekuliert, dass Menschen aus dem Badener Kulturraum ins Bodenseegebiet einwanderten (de Capitani 2002, 216). Ebenfalls auf östliche Einflüsse weisen die tönernen Spinnwirtel, welche sich ab dem 34. Jahrhundert vom Bodensee über den Zürichsee bis in die Westschweiz ausbreiteten hin. Dies könnte mit dem in dieser Zeit vermehrten Leinanbau zusammenhängen (Leuzinger 2002, 120). Inwieweit die Zunahme von Emmer und seine Bedeutung als zweitwichtigste Getreideart neben Nacktweizen im Zusammenhang mit den erwähnten Boléraz Gefässformen steht, kann nicht entschieden werden. Es ist jedoch anzumerken, dass Emmer, der sich von seinem Ursprungsgebiet in Nahen Osten über den Balkan nach Zentral Europa ausbreitete, seit dem 6. Jahrtausend v. Chr. in Linearbandkeramischen Siedlungen vorkommt (Zohary und Hopf 2000, 48). Auch die Funde der hexaploiden Nacktweizenspindelglieder könnten allenfalls im Zusammenhang mit möglichen Ostkontakten gesehen werden, da auch der hexaploide Nacktweizen von Nordosten her die Schweiz erreichte (Kapitel 4.3.2). Als Hinweis auf mögliche östliche Einflüsse

auf die Zunahme von Emmer um 3400 v. Chr. am Bodensee könnte allenfalls die zeitlich verschobene Zunahme von Emmer am Bielersee, wo um 3400 v. Chr. noch Nacktweizen dominierte, interpretiert werden.

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass es viele mögliche Fremdeinflüsse und Handelsbeziehungen gibt. Felsenkirschen und Arvennüsse wurden möglicherweise in einer von Arbon Bleiche 3 aus erreichbaren Region (Alpstein, Wil SG) gesammelt. Arvennüsse aus dem Alpenraum sowie Kornelkirschen und Sellerie aus Oberitalien und der Küstenregion wurden vermutlich durch Handel importiert. Hinweise für die Zunahme von Emmer in Arbon Bleiche 3 deuten möglicherweise auf Kontakte zu östlichen Bevölkerungsgruppen hin. Somit wurden nicht einheimische pflanzliche Güter aus den gleichen Regionen importiert, aus welchen Silices, Dentaliumperlen, Kupfer und Keramik (Gefässformen) stammen.

5 Erkenntnisse aus der Untersuchung der Samen und Früchte

5.1 Ernährung, angebaute und gesammelte Pflanzen

Die pflanzliche Ernährung der Bewohner von Arbon Bleiche 3 basierte kalorienmässig zu je einem Drittel auf Getreide, Lein und Sammelpflanzen (vor allem Haselnüsse und Eicheln). Unter den Getreidearten Nacktweizen, Emmer und Gerste, dominierte Nacktweizen (tetraploid) während Emmer und Gerste etwa gleichbedeutend waren. Da Einkorn selten auftrat, wird vermutet, dass dieses Getreide eher zufällig auf den anderen Getreidefeldern wuchs. Neben dem kohlenhydratreichen Getreide trugen die ölhaltigen Leinsamen ebenfalls wesentlich zur pflanzlichen Nahrung bei. Schlafmohnsamen hingegen wurden zwar in grossen Mengen gefunden, waren aber kalorienmässig unbedeutend. Die Bedeutung der Erbsen konnte anhand der vereinzelt auftretenden Samen nicht ermittelt werden. Fett- und proteinhaltige Sammelpflanzen wie z.B. Haselnüsse und Eicheln hatten einen beträchtlichen Anteil an der Ernährung. Die zahlreich gesammelten Äpfel und Beeren sowie weitere wildwachsende Früchte waren saisonal wichtige Vitaminquellen. Zusätzlich nachgewiesene Wildpflanzen könnten als Salat und Gemüse sowie als Heil- und Gewürzpflanzen verwendet worden sein. Das Verhältnis von Kultur- zu Sammelpflanzen deutet auf keine überdurchschnittliche Sammeltätigkeit im Vergleich zu anderen neolithischen Siedlungen hin. Die Ernteerträge scheinen also zu Beginn des Kälteeinbruches, welcher in diese Zeit fällt, noch ausreichend gewesen zu sein.

5.2 Ackerbauliche Massnahmen

Anhand der ökologischen Standortansprüche der potentiellen Ackerbegleitpflanzen konnte rekonstruiert werden, dass die Felder am ehesten auf dem hinter der Siedlung gelegenen Moränenrücken angelegt wurden. Dort kann mit Parabraunerde als Untergrund gerechnet werden. Die potentiell auf den Äckern gewachsenen Wildkräuter deuten auf gute Bodenverhältnisse hin. Der Boden scheint nicht sehr intensiv bearbeitet worden zu sein, und es gibt Hinweise auf eher lückigen Stand der Kulturpflanzen. Die Zeit der Aussaat (Herbst oder Frühling) konnte jedoch nicht ermittelt werden. Möglicherweise wurden zwei Erntemethoden für die Getreide angewandt: einerseits wurden die Halme in einer mittleren Höhe, andererseits bodennah geschnitten. Lein wurde als ganze Pflanze ausgerauft. Es konnte nicht abschliessend entschieden werden, ob die Felder dauerhaft bewirtschaftet wurden. Da jedoch ein Verschieben der Felder sehr aufwändig ist, wäre eine dauerhafte Bepflanzung derselben Flächen sicher vorteilhaft.

5.3 Vergleich der Pflanzeninventare verschiedener archäologischer Strukturen

Der Vergleich von acht Häusern zeigte, dass in jedem Haus alle Nutzpflanzen auftraten, dass aber drei Häuser mit deutlich höheren Konzentrationen gewisser Sammelpflanzen hervortraten. Haus 3 wies am meisten Apfelreste, Eichel- und Bucheckerperikarpien sowie Misteln auf, Haus 14 fiel durch viele Haselnussschalen auf, und Haus 20 zeigte die höchsten Beeren- und Klettensamendichten. Daraus wurde geschlossen, dass diese Hausgemeinschaften möglicherweise mehr der entsprechenden Nahrungsmittel aufbewahrten oder zubereiteten als sie selbst benötigten, also vielleicht auch für andere Hausgemeinschaften produzierten. Der Gassenbereich fiel durch höhere Konzentrationen von Getreidedrusch und Leinkapselsegmenten als in den Hausbereichen auf. Dies wurde dahingehend interpretiert, dass jede Hausgemeinschaft Getreide gereinigt hat, vielleicht portionenweise vor jeder Malzeit, und den Abfall, die Dreschreste und Leinkapselsegmente, unter das Haus entsorgte. Sowohl die in jedem Haus vorkommenden Kultur- als auch Sammelpflanzen sprechen dafür, dass jede Hausgemeinschaft eine Wirtschaftseinheit darstellte.

5.4 Hinweise auf Handel mit Hilfe von nicht in der Umgebung der Siedlung wachsenden Pflanzen

Die Funde einiger nicht in unmittelbarer Nähe der Siedlung wachsender Pflanzen deuten auf einen relativ grossen Aktionsradius und Handelsbeziehungen hin. So besteht die Möglichkeit, dass die Walensee- und Alpsteinregion, vielleicht via Rheintal, und die Umgebung von Wil (SG) aufgesucht wurden und aus erstgenannter Region Felsenkirschen und Arvennüsse sowie aus letztgenannter Felsenkirschen mitgebracht wurden. Eine Kornelkirschensteinperle, ein Sellerieteilfrüchte und ein Arvennüsse weisen auf dieselben Handelskontakte wie andere in Arbon Bleiche 3 gefundene Rohmaterialien wie Silex, Dentaliumperlen und Kupfer hin: Mittelmeerraum, Atlantikküste und Oberhalbstein. Das Auftreten von Emmer und die Spindelglieder von hexaploidem Nacktweizen

könnten auf Kontakte zu östlichen Bevölkerungsgruppen hinweisen, worauf auch Gefässe, welche die Herstellungstechnik der Boléraz Kultur aufweisen, hindeuten. Die Übereinstimmung der Herkunftsorte der Rohmaterialien und "nicht einheimischer" Pflanzen lässt vermuten, dass sich Handelsbeziehungen nicht nur auf eine Ware beschränkten, sondern dass wohl in grösserem Umfang verschiedene Handelsgüter transportiert wurden.

5.5 Hinweise auf den Verlauf des Kulturwandels zwischen der Pfyner und Horgener Kultur

Arbon Bleiche 3 liegt zeitlich in der Übergangsphase zwischen der Pfyner und Horgener Kultur und bietet deshalb die Möglichkeit, Anhaltspunkte über den Verlauf der Veränderungen zu gewinnen. So weist das Getreidespektrum mit seinem hohen Emmeranteil Richtung Horgener Kultur, wobei aber, wie während der Pfyner Kultur, Nacktweizen dominiert. Die hohen Leinkonzentrationen hingegen entsprechen horgenzeitlichen Siedlungen, während die Schlafmohnsamenkonzentration eine Mittelstellung zwischen jenen von Pfyner und Horgener Siedlungen einnimmt.

Die ackerbaulichen Massnahmen erscheinen eher nach "Pfyner Art" ausgeführt worden zu sein, wobei ansatzweise Methoden (Erntemethode), die während der Horgener Kultur "üblich" waren, festgestellt wurden. Auch das Spektrum der Offenlandpflanzen entspricht jenem der pfynzeitlichen Siedlungen, was bedeutet, dass es noch weniger waldlose Flächen als während der Horgener Kultur gab. Diese je nach Kriterium wechselnde Ähnlichkeit mit der Pfyner oder Horgener Kultur deutet aus archäobotanischer Sicht auf einen kontinuierlichen Übergang von der Pfyner zur Horgener Kultur hin.

6 Anhang

Die Abbildungen 31 bis 36 sind am Ende der Arbeit, nach der Literatur, angefügt.

Abbildung 31: In Arbon Bleiche 3 nachgewiesene Wildpflanzentaxa, die in Vorräten und Ansammlungen von Kulturpflanzen der neolithischen Siedlungen im Raum Zürich (Brombacher und Jacomet 1997), in Hornstaad-Hörnle IA (Maier 2001) vorkommen und in Horgen-Scheller mit Kulturpflanzen korrelieren (Favre und Jacomet in prep.), eingeteilt nach Ökogruppen (aktualistische Einteilung) und Stetigkeit. Angaben zur ökologischen Amplitude, Lebensdauer, Lebensform und Zeigerpflanzen

Ökogruppe: RU: Ruderale, RUS: sommerannuell, RUW: winterannuell, WD: Wald, WD2: Waldrand, SC: Waldschlag und Gebüsch, UF: Wasser- und Uferpflanzen, UF1: Wasserpflanzen, UF2: Verlandungsvegetation, UF3: Feuchtgrünland, UF4: Uferpioniere

Ackerbegleitpflanzen: AK: Wildräuter, die mit Kulturpflanzen korrelieren (Abbildung 8), A: Wildpflanzen in Vorräten

Ökologische Amplitude: A: Acker, WI: Wiese, WE: Weide, MR: Magerrasen, TR: Trockenrasen, MW: Magerweide, L: Lägerstelle, U:Ufer, G: Graben, H: Hecke, Gebüsch, WS: Waldschlag, WL: Waldlichtung, WR: Waldrand, W: Wald, AW: Auenwald, SW: Schluchtwald, WW: Waldweg, P: Pionierpflanze, WG: Wegrand, Q: Quelle, FK: Felskopf, Felshang

Zeigerpflanzen: N: Nährstoffe, S: Stickstoff, FI: Frischezeiger, FE: Feuchtezeiger, ST: Störezeiger, B: Basenzeiger, W: Wärmezeiger, L: Lehmzeiger, V: Bodenverdichtungszeiger, VN: Vernässungszeiger, T: Tonzeiger, NI: Nitrifizierungszeiger, M: Magerkeitszeiger, NA: Nässezeiger, SI: Sickerwasserzeiger, VL: Verlandungszeiger, G: Grundwasserzeiger, SU: Säurezeiger

Lebensform: T: Therophyt, H: Hemikryptophyt, G: Geophyt, C: krautiger Chamaephyt li: Liane oder Spreizklimmer

Literatur: Maier (2001); Brombacher und Jacomet (1997); Oberdorfer (1994), Ellenberg (1991), Binz und Heitz (1990), Hanf (1982), Häfliger und Brun-Hool (1968), Favre und Jacomet (in prep.)

Abbildung 32**:** Beschreibung der analysierten Proben: Das Probenvolumen einiger Proben war vor dem Schlämmen unterschiedlich (10 Liter, 1Liter), da diese für eine Untersuchung bezüglich optimaler Probengrösse verwendet wurden (siehe Text: Probenvolumen, Probenaufbereitung und Stichprobenvolumen).

Abbildung 33: Alphabetische Liste der nachgewiesenen Taxa

Alphabetische Liste der in Arbon Bleiche 3 nachgewiesenen Taxa. Angegeben sind Stetigkeit, Durchschnittliche Konzentration und die Summe der nachgewiesenen Exemplare pro Fraktion alle 73 Proben und für die 33 angemessen geschlämmten Proben, welche für die quantitativen Auswertungen verwendet wurden.

* Taxa, die nur in den ungenügend geschlämmten Proben nachgewiesen wurden (siehe Text: Auswirkungen der unterschiedlichen Schlämmweise auf die Auswertung).

HSB: Hüllspelzenbasen, HS: Hüllspelzen, SG: Spindelglieder, RAL: Rachilla

cf: A: Artzuweisung unsicher, G: Gattungszuweisung unsicher, F: Familienzuweisung unsicher

Abbildung 34: Übersicht über die nachgewiesenen Wildpflanzen eingeteilt nach Ökogruppen (aktualistische Einteilung) und Angaben zur ökologischen Amplitude, Lebensdauer und Zeigerpflanzen sowie deren mögliche Nutzung als Nahrungs-, Heil- und Gewürzpflanzen sowie technische Verwendung.

Ökogruppe: RU: Ruderale, RUS: sommerannuell, RUW: winterannuell, WD: Wald, WD2: Waldrand, SC: Waldschlag und Gebüsch, UF: Wasser- und Uferpflanzen, UF1: Wasserpflanzen, UF2: Verlandungsvegetation, UF3: Feuchtgrünland, UF4: Uferpioniere

Ökologische Amplitude: A: Acker, WI: Wiese, WE: Weide, MR: Magerrasen, TR: Trockenrasen, MW: Magerweide, L: Lägerstelle, U=Ufer, G: Graben, H: Hecke, Gebüsch, WS: Waldschlag, WL: Waldlichtung, WR: Waldrand, W: Wald, AW: Auenwald, SW: Schluchtwald, WW: Waldweg, P: Pionierpflanze, WG: Wegrand, Q: Quelle, FK: Felskopf, Felshang

Zeigerpflanzen: N: Nährstoffe, S: Stickstoff, FI: Frischezeiger, FE: Feuchtezeiger, ST: Störezeiger, B: Basenzeiger, W: Wärmezeiger, L: Lehmzeiger, V: Bodenverdichtungszeiger, VN: Vernässungszeiger, T: Tonzeiger, NI: Nitrifizierungszeiger, M: Magerkeitszeiger, NA: Nässezeiger, SI: Sickerwasserzeiger, VL: Verlandungszeiger, G: Grundwasserzeiger, SU: Säurezeiger

Nutzung: FR: Frucht, SA: Same, BT: Blüte, BL: Blatt, ST: Stengel, WU: Wurzel, KR: Kraut, KN: Knolle (Wurzelknolle), RI: Rinde, TR: junge Triebe, Knospen, ZW: Zweig, NA: Nadel, ZA: Zapfen, HA: Harz, HO: Holz, RI: Rinde, FA: Faser, F: färben

Literatur: Bickel-Sandkötter (2001), Maier (2001), Machatschek (1999), Brombacher et Jacomet (1997), Flück (1997), Oberdorfer (1994), Pahlow (1994), Binz und Heitz (1990), Körber-Grohne (1987), Hanf (1982), Maurizio (1979), Schlosser et al. (1978), Häfliger und Brun-Hool (1968)

Abbildung 35: Vergleich von a: Konzentrationen und b: Stetigkeiten der Sammelpflanzen verschiedener pfyn- und horgenzeitlicher Siedlungen aus den offenen Fundkomplexen (unverkohlte Reste). Die Daten stammen aus der Datenbank der Arbeitsgruppe Basel und wurden grösstenteils bereits publiziert (Abbildung 21).

Abbildung 36: Zusammenstellung von Fundstellen, in welchen Reste von *Viscum album* (Mistel) nachgewiesen wurden. KSZ: Kanalisationssanierung Zürich-Seefeld, MOZ: Zürich Mozartstrasse

7 Synthese/Zusammenfassung

Im Folgenden werden die drei Untersuchungen Hosch und Jacomet (2001), Hosch und Zibulski (2003) und vorgehende Arbeit zusammengefasst.

7.1 Ergebnisse zur Methodik

7.1.1 Vergleich der Probenentnahme-Methoden

Der Vergleich von zwei Probenentnahme-Methoden (systematisch (regelmässig) und zufällig (mit Los)) zeigt, dass beide zum gleichen Ergebnis führen. Die Prozentanteile der neun häufigsten Taxa zeigen keine signifikanten Unterschiede. Bereits Djindjan (1991, 53ff) stellte auch für archäologische Funde keine Unterschiede zwischen den beiden hier angewandten Probenentnahme-Methoden fest. Dies bedeutet, dass archäobotanisches Material von Seeufersiedlungen regelmässig über die Grabungsfläche verteilt oder zufällig entnommen werden kann.

7.1.2 Optimales Probenvolumen

Die Untersuchung zweier verschiedener Probenvolumen (1 l und 10 l) ergab im Falle von Arbon Bleiche 3 ein optimales Probenvolumen von 3 l, um eine statistisch signifikante Anzahl grosser Makroreste (≥ 2 mm) zu erreichen (siehe auch Brombacher und Jacomet 1997, 222). Dies ist jedoch kein allgemein gültiger Wert, da das optimale Probevolumen von der Funddichte abhängig ist.

7.1.3 Anzahl zu untersuchender Proben

Die 17 Proben aus Feld 47 enthielten in der grossen Fraktion 27 Taxa, in der kleinen Fraktion 73 Taxa und in beiden Fraktionen 90 Taxa, wobei Taxa, die in beiden Fraktionen auftreten nur einmal gezählt wurden. Anhand einer Rarefaction Analyse wurde festgestellt, dass mit der Untersuchung von 17 Proben mehr als 90 Taxa in der Siedlungsfläche erwartet werden könnten. Das heisst, 17 Proben reichen nicht aus, um alle in der untersuchten Siedlungsfläche vorhandenen Taxa repräsentativ zu erfassen. Dies ist auf die selten auftretenden Taxa zurückzuführen. Dieses Ergebnis ist in Übereinstimmung mit Jacomet et al. (1989, 73ff), welche eine Analyse von mindestens 20 bis 50 ausgewählten Proben (200-500 ml) vorschlagen, um 75% der zu erwartenden Taxa zu erfassen. Da ein Ziel der Untersuchung von Arbon Bleiche 3 die Rekonstruktion der Acker- und Sammelwirtschaft darstellte, und ein Vergleich der Nutzpflanzeninventare der verschiedenen archäologischen Strukturen geplant war, wurde die Rarefaction Analyse ausschliesslich für die 18 in Arbon Bleiche 3 am häufigsten aufgetretenen Nutzpflanzen (Kultur- und Sammelpflanzen) gerechnet. Es konnte gezeigt werden, dass für die untersuchte Fläche acht Proben genügt hätten, um diese 18 Nutzpflanzen zu erfassen. Es muss jedoch für jeden Haus- und den Gassenbereich separat geprüft werden, ob die Anzahl untersuchter Proben genügt. Um aufgrund von Ackerbeikräutern Anhaltspunkte über Ackerbau und Erntemethoden zu gewinnen, müssten mehr als 17 Proben untersucht werden, um ein repräsentatives Spektrum der seltener als Nutzpflanzen auftretenden Wildkräuter zu erfassen. Die Analyse der 73 Proben zeigte, dass der zahlreichen, selten auftretenden Taxa wegen, auch diese nicht ausreichen, um alle auf der Grabungsfläche vorhandenen Taxa zu erfassen. Dies stand jedoch nicht im Vordergrund, da das Hauptziel der archäobotanischen Untersuchung eine möglichst detaillierte Darstellung der Wirtschaftsweise war. Die häufigsten und stetig auftretenden Taxa wurden sicher erfasst.

7.1.4 Einfluss verschiedener Schlämmweisen auf die Konzentration der Makroreste

Die Aufbereitung der Proben, das Schlämmen (Siebsatz von zwei Sieben mit Maschenweiten von 2 mm und 0.5 mm), wurde grösstenteils nach Abschluss der Grabung von fachfremdem Hilfspersonal erledigt. Dies führte trotz derselben Instruktionen zu Unterschieden von Inhalt und Volumen der geschlämmten Proben. Es entstanden vier verschiedene Kategorien: A: unvollständig geschlämmte Proben, B: vorsichtig geschlämmte Proben, C: intensiv geschlämmte Proben, D: auf der Grabung geschlämmte Proben. Folgende Merkmale fielen bei den Proben der verschiedenen Kategorien auf:

- Das Wasser der A-Proben war durch Vorhandensein von vielen Schwebeteilchen und winzigen Makrorestfragmenten getrübt, wodurch beim Durchmustern der Probe leicht etwas übersehen werden kann, und die Zeit des Auslesens erheblich verlängert wird. Überdies blieben viele kleine Diasporen in der grossen Fraktion hängen, d.h. die Fraktionen waren ungenügend getrennt.
- Das Wasser der B-Proben war nahezu klar, und die Fraktionen gut getrennt.

- Ein relativ hoher Verlust an Makroresten wurde in beiden Fraktionen der C-Proben festgestellt. Einige Taxa traten hier nicht oder nur vereinzelt auf oder waren stark fragmentiert. Am schwerwiegendsten war der fast vollkommene Verlust von unverkohlten Getreidedreschresten und Leinkapselfragmenten.
- Die D-Proben waren mit den bereits erwähnten Proben ihres grösseren Volumens (mehreitlich 10 l statt 3 l) und auch grösseren Stichproben nicht direkt vergleichbar.

Aufgrund diverser Kriterien wie Diversität, Fehlen gewisser Taxa, hoher Fragmentierungsgrad gewisser Taxa, Anteil Feinmaterial und damit verbunden ein hoher Zeitaufwand zum Auslesen, wurde festgestellt, dass nur B-Proben angemessen geschlämmt waren. Die D-Proben, deren genauer Schlämmweise wir uns nicht bewusst waren, wurden durch eine Korrespondenzanalyse zum grössten Teil mit den A-Proben gruppiert, woraus geschlossen werden kann, dass auf der Grabung mehrheitlich sorgfältig geschlämmt wurde.

Die ermittelte unterschiedliche Schlämmweise der Proben erlaubte es festzustellen, wie verschiedene Taxa auf die Schlämmweise reagieren: Mittels zweifaktorieller Varianzanalyse (Faktoren Schlämmen und archäologische Strukturen) wurde berechnet, welche Unterschiede sich auf die Schlämmweise und welche sich auf die archäologische Struktur zurückführen lassen. Als sehr empfindlich gegenüber der Schlämmweise erwiesen sich unverkohlte Getreidedreschreste und -perikarpien und unverkohlte Leinkapselfragmente. Diese drei Reste zeigen bei intensivem Schlämmen nahezu Totalverluste. Verkohlter Getreidedrusch wurde mit intensivem Schlämmen reduziert, die Konzentration der verkohlten Getreidekörner hingen wurde von der Schlämmweise nicht beeinflusst. Sehr empfindlich erwiesen sich auch die Perikarpien von Äpfeln, Buchen und Eichen. Halselnussschalenfragmente und Steine von Schlehen und Felsenkirschen zeigten sich hingegen als robust. Ebenfalls resistent gegen die Einflüsse des Schlämmens waren kleine, rundliche Diasporen wie z.B. Rübkohlsamen, Erdbeernüsschen, Dreinervige Nabelmiere und Schlafmohn.

Als Schlussfolgerung können folgende Punkte hervorgehoben werden: Das Nasssieben wird in Pearsall (1998) als die geeignetste Methode zur Aufbereitung von feucht erhaltenem Material beschrieben. Allerdings scheint die Methode nach Kenward et al. (1980, 8) geeigneter: Das Material wird in einem Behälter flottiert, und die schwimmenden Reste werden portionenweise auf das oberste Sieb des Siebsatzes abdekantiert. Neben einer Anpassung der Schlämmmethode wäre es ausserdem von Vorteil, wenn Material einer Grabung von möglichst wenig verschiedenen Personen bearbeitet wird.

Wichtig sind diese Erkenntnisse auch in Bezug auf die Auswertung. Um verschiedene Proben und/oder Siedlungen zu vergleichen, können Konzentrationen, Stetigkeiten und Anteile der Taxa berechnet werden. Wegen der Folgen der unterschiedlichen Schlämmweisen ist dies im vorliegenden Fall nicht vorbehaltlos möglich: Konzentrationsvergleiche sind deshalb nur für gegen Schlämmeinflüsse unempfindliche Makroreste zulässig. Ein Vergleich von Stetigkeiten wäre für alle Taxa, die durch die intensive Schlämmweise nicht vollständig aus einzelnen Proben eliminiert wurden möglich. Proben verschiedener archäologischer Strukturen oder Grabungen können aufgrund der von Miller (1988, 72) vorgeschlagenen Anteile verschiedener Taxa zueinander verglichen werden. Auch hier sollen nur Reste verglichen werden, die gleich auf die Schlämmeinflüsse reagieren. Für die Auswertung von zweifelhaften Daten gibt es generell zwei Möglichkeiten: gezählte/ermittelte Werte können mittels statistischer Verfahren vereinheitlicht werden (dann können alle Daten für die weiteren Auswertungen verwendet werden) oder die Grabung sollte nur aufgrund der besten Proben ausgewertet werden.

7.2 Ergebnisse zu Schichterhaltung und Zusammensetzung

Kriterien wie die durchschnittliche Samengesamtkonzentration (Anzahl pro Liter) von 1'000 Stk/l (Jacomet et al. 1989, 55) und 1'800 Stk/l (Schlichtherle 1985, 26) und die Erhaltung korrosionsanfälliger Reste wie z.B. unverkohlter Getreidedrusch und unverkohlter Leinkapselbruch (Brombacher und Jacomet 1997, 226; Schlichtherle 1985, 29) können zur Beurteilung der Erhaltungsbedingungen beigezogen werden. Diese Werte wurden allerdings ohne Berücksichtigung der Aufbereitungsweise ermittelt. Für das Material von Arbon Bleiche 3 kann von sehr guten Erhaltungsbedingungen ausgegangen werden, da die durchschnittliche Samengesamtkonzentration hoch ist (7'647 Stk/l, nach Abzug häufig auftretender Reste 2'650 Stk/l) und zahlreiche unverkohlte Dreschreste und Leinkapselbruch vorhanden sind.

7.3 Ergebnisse zu Ackerbau, Ernährung, Aktivitätsbereiche und Handel

Im Folgenden werden die wichtigsten Erkenntnisse der Untersuchung der Samen und Früchte der Seeufersiedlung Arbon Bleiche 3 zusammengefasst. Diese beziehen sich auf die menschliche

Ernährung und damit verbunden auf den Anbau der Kulturpflanzen und die Vielfalt der gesammelten Wildpflanzen. Es wurde soweit als möglich rekonstruiert nach welchen landwirtschaftlichen Methoden die Kulturpflanzen angebaut wurden, und wo sich die Äcker möglicherweise befanden. Ein Vergleich der Nutzpflanzeninventare zwischen den archäologischen Strukturen (acht Hausgrundrisse und der Gassenbereich) zeigte einige Bereiche erhöhter Konzentrationen einzelner Taxa. Die Entstehung dieser Bereiche wurde verschiedenen Aktivitäten der damaligen Bevölkerung zugeordnet. Die Funde einiger Pflanzen, die nicht in der Siedlungsumgebung gewachsen sein können, werden als Anzeichen möglicher Handelsbeziehungen und eines möglichen Aktionsradius interpretiert. Da die Zeit der Besiedlung in der Übergangsperiode zwischen den Kulturen Pfyn und Horgen liegt, könnten Hinweise über den Verlauf des Kulturwandels herausgearbeitet werden.

7.4 Ackerbau

7.4.1 Kulturpflanzen

Das kombinierte Auftreten von vier Getreidearten Gerste, Nacktweizen, Emmer und Einkorn, den Öl- und Faserpflanzen Lein und Schlafmohn zusammen mit Werkzeugen, die für den Anbau und die Weiterverarbeitung der Kulturpflanzen eingesetzt werden können, sind Hinweise dafür, dass Kulturpflanzen angebaut wurden. Aufgrund der Vergleiche der Prozentanteile der vier Getreidearten wurde festgestellt, dass Nacktweizen das Hauptgetreide war, gefolgt von Emmer und Gerste. Einkorn wurde selten gefunden, weshalb man annehmen kann, dass diese Getreideart nicht separat angebaut wurde, sondern vermutlich in den anderen Getreidefeldern – "unkrautartig" – gewachsen ist.

Ebenfalls angebaut wurde Lein, welcher sowohl als Öl- wie auch als Faserpflanze genutzt werden konnte. Das gemeinsame Auftreten von Leinsamen, Leinkapselbruch sowie Leinstängeln deutet darauf hin, dass die ganzen Kapseln in die Siedlung gebracht und hier verarbeitet wurden. Allerdings wurden nur wenig Leinstängel nachgewiesen (P. Zibulski mündliche Mitteilung). Dies könnte darauf hinweisen, dass trotz Anwesenheit aus Stofffragmenten von Lein (Leuzinger 2002, 134) sowie Geräten, die der Leinfaserherstellung und Verarbeitung dienen, die Bedeutung der Leinfaserherstellung verglichen mit der Samenproduktion weniger wichtig war. Für diese Annahme sprechen auch die vielen aus Lindenbast angefertigten Textilreste (Leuzinger 2002, 120, 123-124).

Anhand der zahlreich auftretenden Schlafmohnsamen kann nicht entschieden werden, ob die Samen direkt verzehrt oder zur Ölgewinnung verwendet wurden. Auch fehlen Hinweise auf mögliche Gewinnung von Opium, da Kapselfunde fehlen.

Als letzte der aus dem Jungneolithikum bekannten Kulturpflanzen, soll auch die Erbse erwähnt werden. Der Stellenwert der Erbse während des Jungneolithikums wird unterschiedlich eingeschätzt. Einige Autoren gehen von deren Anbau aus (Maier 2001, 73; Brombacher 2000, 164; Brombacher und Jacomet 1997, 249; Karg 1990, 144) und andere nehmen an, dass deren Bedeutung eher gering war (van Zeist und Boekschoten-van Helsdingen 1991, 107). Des weiteren muss in Betracht gezogen werden, dass die Erhaltungsfähigkeit unverkohlter Erbsen gering ist und nach dem Verzehr keine Reste übrig bleiben (Brombacher und Jacomet 1997, 249; Rösch 1990, 169). Da in Arbon Bleiche 3 lediglich einzelne Erbsen nachgewiesen wurden, ist es schwierig, deren Bedeutung für die Ernährung abzuschätzen. Gesammelte Wildpflanzen, z.B. Eicheln, der Konsum des reichlich vorhandenen Fleisches (S. Deschler-Erb und E. Marti-Grädel, mündliche Mitteilung) und von Fisch könnten den Proteinbedarf ebenso abgedeckt haben.

7.4.2 Ackerbegleitpflanzen

Standortansprüche und Lebensform der Ackerbegleitpflanzen ermöglichen es Rückschlüsse auf die Bewirtschaftung und Beschaffenheit der Ackerböden zu ziehen. Da in Arbon Bleiche 3 keine Vorräte vorlagen, wurden als Basis für die Rückschlüsse auf die ackerbaulichen Tätigkeiten von neun Wildkräutern ausgegangen, die auffällig oft mit den Kulturpflanzen zusammen in den Flächenproben auftraten (Spearman Rangkorrelation). Zusätzlich wurden jene Wildkräuter, die in Erntegutproben zeitgleicher Siedlungen nachgewiesen wurden und jene, die in anderen Siedlungen mit Kulturpflanzen positiv korrelierten, ebenfalls als potentielle Ackerbegleitpflanzen betrachtet (Maier 2001; Brombacher und Jacomet 1997; Favre und Jacomet in prep.). Überdies geben die Geräte, die für Ackerbau und Ernte eingesetzt worden sein könnten ebenfalls Hinweise auf mögliche Bewirtschaftungsformen.

Das Spektrum der Ackerbegeitflora von Arbon Bleiche 3 scheint nicht spezifisch für eine der Kulturpflanzen gewesen zu sein, obwohl mit Lein am meisten Wildkräuter korrelieren. Dies steht mehrheitlich in Übereinstimmung mit den Erkenntnissen aus umfangreichen Untersuchungen von Fundstellen am unteren Zürichsee, wo sich die Ackerbegleitflora der Getreidefelder nicht unterscheidet und nur jene der Leinfelder etwas spezifischer zu sein scheint (Brombacher und

Jacomet 1997, 263), Port-Stüdeli (3600-3500 v. Chr.) am Bielersee (Brombacher und Jacomet 2003) und Hornstaad Hörnle IA (Maier 2001, 109), wo keine prinzipiellen Unterschiede zwischen den einzelnen Kulturpflanzenfeldern bestehen. Man kann also für Arbon Bleiche 3 davon ausgehen, dass sich keine Differenzierung von Ackerbegleitfloren auf den verschiedenen Getreidefeldern abzeichnet. Ob die höhere Anzahl korrelierender Ackerbegleitpflanzen von Lein und Schlafmohn mit den von den Getreide verschiedenen Anbau- und Erntemethoden und der damit verbundenen Entwicklung einer spezifischen Leinunkrautvegetation ab 3700 v. Chr. (Brombacher und Jacomet 1997, 263-264) in Verbindung gebracht werden könnte, kann nicht entschieden werden.

7.4.3 Standortverhältnisse, Böden

Aufgrund der ähnlichen Standortansprüche der potentiellen Ackerbegleitpflanzen von Arbon Bleiche 3, kann davon ausgegangen werden, dass die Kulturpflanzenfelder auf frischen bis feuchten, mild bis mässig sauren, humosen, nährstoffreichen, lockeren Lehm- und Tonböden angelegt wurden. Man kann folglich davon ausgehen, dass die Bodenverhältnisse der potentiellen Ackerflächen recht gut waren. Auch die damaligen Bewohner der Siedlungen am unteren Zürichsee und Hornstaad Hörnle IA wählten Ackerstandorte, welche entsprechend der Standortansprüche der Ackerbeikräuter gute Standortbedingungen zeigten, aus (Maier 2001, 94ff, 97, 109; Jacomet et al. 1989, 148-152). Die Ackerflächen der Zürcher Siedlungen befanden sich mit grösster Wahrscheinlichkeit auf der Grundmoräne in unmittelbarer Siedlungsnähe (Jacomet et al. 1989, 148-152). In Hornstaad Hörnle IA wurden fossile Parabraunerde, deren Eigenschaften mit den Standortansprüchen der Ackerbegleitpflanzen übereinstimmen, nachgewiesen (Vogt 2001, 446). Deshalb wird vermutet, dass die Hornstaader Felder auf höher gelegenem Moränenglände ca. 300-700 m von der Siedlung entfernt lagen (Maier 2001, 97, 109; Vogt 2001, 446). Fossile Parabraunerde wurden auch in Tägerwilen gefunden (Rentzel In Rigert et al 2001, 73, 75). Aufgrund der gleichen geologischen Voraussetzungen in Arbon Bleiche 3 (Würmeiszeitliche Moräne) (Leuzinger 2000, 10-13) darf angenommen werden, dass die Ackerflächen auf Parabraunerden direkt hinter der am Hang der flachen Moräne liegenden Siedlung angelegt wurden.

7.4.4 Anbauweise

Kurzlebige einjährige Pflanzen (Therophyten) erlauben Rückschlüsse auf die Anbauweise (Winter- oder Sommeranbau). Jacomet et al. (1989, 133) stellen bei Untersuchungen von Erntegutproben (nur Getreide) und Schichtproben fest, dass im Jungneolithikum winter- und sommerannuelle Ackerbegleitpflanzen zusammen auftreten, währenddem im Spät- und Endneolithikum die sommerannuellen zurückgehen und mehr winterannuelle vorkommen. Gleichzeitig gehen die Stetigkeiten der Sommerannuellen in offenen Fundkomplexen kontinuierlich zurückgeht, während die Stetigkeiten der Winterannuellen ansteigen. Dieser Unterschied wird auf Veränderungen des Ackerbaus mit lückigem Stand der Kulturpflanzen im Jungneolithikum und intensiverer Bodenbearbeitung im Spätneolithikum zurückgeführt. Die in Arbon Bleiche 3 nachgewiesenen Ackerbegleitpflanzen lassen keine Rückschlüsse über den Zeitpunkt der Aussaat zu. Das regelmässige Vorkommen sommerannueller Ackerbegleitpflanzen – zusammen mit winterannuellen – weist eher auf einen lückigen Stand der Kulturpflanzen hin. Dieser lässt sich gut mit der Bodenbearbeitung mit Hacken (siehe unten) in Zusammenhang bringen.

7.4.5 Bodenbearbeitungsmassnahmen

Anhaltspunkte über die Intensität der Bodenbearbeitungsmassnahmen können anhand der Lebensdauer der auf den Äckern wachsenden Pflanzen gewonnen werden. Da die meisten Ackerbegleitpflanzen in Arbon Bleiche 3 ausdauernd sind, aber auf gestörten Standorten (Ruderal- und Ackerstandorte) wachsen, also keine Waldpflanzen sind, könnte man annehmen, dass der Boden mehr oder weniger effizient umgelagert wurde. Das Bearbeiten des Bodens mit den nachgewiesenen Ackergeräten (Spitz- und Handhacken) (Deschler-Erb, Marti-Grädel und Schibler 2002, 325-326; Leuzinger 2002, 81, 87) war offenbar einigermassen wirkungsvoll. Ob das Gefundene potentielle Joch (Leuzinger 2002, 106-107) ein Hinweis für den Einsatz von Tiergespannen um z. B. einen Pflug zu ziehen, welcher intensivere Bodenbearbeitung zur Folge hätte, ist, kann nicht entschieden werden. Das gemeinsame Auftreten von Hacken (in Arbon Spitzhacken und Handhacken) und dem potentiellen Joch entspricht dem von Schlichtherle (1992, 42) beschriebenen Übergang von Wald-Feldbau mit Hacken (Furchenstöcke) während des Jungneolithikums zu Ackerbau mit Hakenpflug, und damit verbunden eine intensivere Bodenbearbeitung, im Spät- und Endneolithikum. Übereinstimmend stellen Brombacher und Jacomet (1997, 271) aufgrund der Ackerbegleitflora eine Intensivierung des Ackerbaus im Spät- und Endneolithikum fest. S. Jacomet (Schibler und Jacomet in

prep.) konnte diesen Wechsel von einer extensiven Bodenbearbeitung während des Jungneolithikums zu einer eher intensiven im Spät- und Endneolithikum (ab Horgen) anhand einer Korrespondenzanalyse, mit welcher neolithische Siedlungen des Alpenvorlandes aufgrund ihres Offenlandpflanzenspektums verglichen wurden, zeigen. Die jungneolithischen Siedlungen bis und mit Pfyner Kultur wurden von den spätneolithischen ab der Horgener Kultur mehr oder weniger getrennt gruppiert. Arbon Bleiche 3 wurde sich in der Gruppe der jungneolithischen Fundstellen eingeordnet, wodurch sich der vorgehend beschriebene Eindruck einer nicht sehr intensiven Bodenbearbeitung bestätigt. Das potentielle Joch weist vielleicht auf einen kommenden Umbruch hin.

7.4.6 Erntemethoden

Die Erntemethode kann aufgrund der Wuchshöhe der mit den Getreidepflanzen mitgeernteten Ackerbegleitpflanzen abgeschätzt werden.

Getreide: Die meisten in Arbon Bleiche 3 nachgewiesenen Ackerbegleitpflanzen, insbesondere auch die mit Getreide korrelierenden Taxa, sind mittel- bis hochwüchsig, was auf eine Erntehöhe im mittleren bis oberen Halmbereich hindeutet. Zusätzlich wird versucht, die Schnitthöhe auch aufgrund der in Arbon Bleiche 3 nachgewiesenen möglichen Erntegeräte und in etwa zeitgleichen Siedlungen vermuteten Erntetechniken zu rekonstruieren. Als mögliche Erntegeräte kommen einerseits lang-schmale und andererseits kurze Silexklingen (Leuzinger 2002, 28-29, 32) in Frage. Beide Klingenformen weisen teilweise Sichelglanzspuren (Leuzinger 2002, 28-29) auf, die beim Schneiden von Gräsern (insbesondere auch Getreide) (Schlichtherle 1992, 27) entstehen. Kurze Messer eignen sich besser für eine bodennahe Schnitthöhe von dicht stehendem Getreide, währenddem sich Sicheln für eine Schnitthöhe im oberen Halmbereich besser eignen (Schlichtherle 1992, 37, 42-43; Jacomet et al. 1989, 156). Ob die lang-schmalen Klingen an Stelle von Sicheln eingesetzt wurden, bleibt offen, da deren genaue Form nicht bekannt ist.

Während des Neolithikums zeichnen sich einige mit der Ernte in Zusammenhang stehende Veränderungen ab: Die Schnitthöhe verschiebt sich vom oberen bis mittleren auf einen bodennahen Bereich (Jacomet et. al. 1989, 156) und im westlichen Bodenseeraum verändert sich parallel zur Ernteweise die schneidenden Erntegeräte: Pfyn Sicheln, Horgen kurze Erntemesser (Schlichtherle 1992, 42). Arbon Bleiche 3 liegt also zeitlich in dieser Übergangsphase von Ernten mit Sicheln zur Ernte mit Messern. Die Arboner könnten beide Erntetechniken angewendet haben: eine niedrigwüchsige Pflanze könnte aufgrund bodennaher Schnitthöhe mit der Ernte eingebracht worden sein. Für eine Schnitthöhe im mittleren und oberen Halmbereich spricht aber die Mehrzahl der Ackerbegleitpflanzen und der lückige Stand der Kulturpflanzen (siehe oben). Vielleicht wurde das Getreide mehrheitlich, möglicherweise mit den langen Klingen in einer mittleren Höhe geschnitten. Parallel dazu wurden eventuell, wie die kurzen Klingen vermuten lassen, teilweise eine bodennahe Schnittweise angewendet. Ersteres entspricht eher Jung- (pfynzeitlichen) und letzteres eher Spätneolithischen (horgenzeitlichen) Erntemethoden.

Lein: Da mit Lein sowohl hoch als auch niedrigwüchsige Wildpflanzen korrelieren, und Lein neben der Gewinnung von Samen auch als Faserpflanze verwendet worden ist (Leuzinger 2002, 137), kann angenommen werden, dass Lein zur Gewinnung möglichst langer Fasern als ganze Pflanze ausgerauft wurde. Diese Ernteweise wird allgemein für diese Zeit beschrieben (Favre 2002, 165; Maier 2001, 66; Brombacher und Jacomet 1997, 264; Maier 1990, 126; Jacomet et al. 1989, 179; Favre und Jacomet in prep.; Zibulski in prep.) und ist heute noch für Fasergewinnung üblich.

7.4.7 Gab es Brachen?

Die in Arbon Bleiche 3 nachgewiesenen potentiellen Ackerbegleitpflanzen geben keinen deutlichen Aufschluss darüber, ob einmal gerodete Flächen kontinuierlich bewirtschaftet wurden, oder ob Brachestadien eingeschoben wurden.

Untersuchungen über den zeitlichen Verlauf des Auftretens von Grünlandpflanzen während des Neolithikums zeigen, dass nicht die Anzahl von Offenlandtaxa, sondern die Stetigkeit einiger Taxa zunimmt (Brombacher und Jacomet 1997, 275-276). Zudem kann S. Jacomet (Schibler und Jacomet in prep.) anhand einer Korrespondenzanalyse, die 34 Seeufersiedlungen aus dem Alpenvorland aufgrund des Spektrums der Offenlandpflanzen (total 84 Taxa) zeitlich gruppiert, eine Öffnung der Landschaft ab der Horgener Kultur bestätigen. Da Arbon Bleiche 3 aufgrund seines Offenlandpflanzenspektrums mit den jungneolithischen Siedlungen (vorwiegend Pfyner Kultur) gruppiert wird und die Stetigkeit von ab der Horgener Kultur mit hoher Stetigkeit auftretenden "Grünlandpflanzen" niedrig ist, kann man vermuten, dass die Entwicklung von ausgedehnteren dauernd offenen Flächen noch nicht weit fortgeschritten war. Diese Erkenntnis spricht dafür, dass die Felder eher dauerhaft bewirtschaftet wurden, da anderenfalls durch eingeschobene Zwischenbrachen zusätzlich gerodet werden müsste, d.h. mehr offene Flächen entstünden. Folglich kann man

annehmen, dass Arbon Bleiche 3 während der Übergangszeit zwischen Pfyner- und Horgener Kultur vermutlich von weniger ausgedehnten, offenen Flächen umgeben war als jüngere spätneolithische Siedlungen. Dass es aber kleinflächige offene, sonnenbeschienene Stellen gab, zeigen Insektenuntersuchungen von G. Lemdahl (in prep.).

7.4.8 Weiden

Trittresistente Pflanzen, sowie dornige und stachlige oder aetherische Öle und oft zugleich giftige Stoffe enthaltende Weideunkräuter weisen darauf hin, dass das Vieh neben der Waldweide möglicherweise auch abgeerntete Felder beweidete. Untersuchungen von Geiss/Schaf-Koprolithen und potentiellem Kuhdung sind noch im Gange und liefern vielleicht noch weitere Hinweise auf mögliche Weidegründe (Hadorn und Kühn in prep.).

7.5 Sammelpflanzen

In Arbon Bleiche 3 wurden die allgemein für das Jungneolithikum im Alpenvorland beschrieben Sammelpflanzen nachgewiesen (z.B. Favre 2002, 17ff; Herbig 2002, 29-32; Maier 2001, 110ff; Brombacher 2000, 165; Brombacher und Jacomet 1997, 277ff; Brombacher 1997, 176-177; Schlichtherle 1985, 34-35; Zibulski, in prep, 20-21). Die hohen Steigkeiten und Konzentrationen von nutzbaren Wildpflanzen belegen die grosse Bedeutung des Sammelns. Das Wildpflanzenspektrum besteht aus zahlreichen potentiellen Nahrungspflanzen, Heilpflanzen, Salat- und Gemüsepflanzen sowie einem beträchtlichen Anteil Wildpflanzen, die als Rohstofflieferanten dienen z.B. Bau- und Brennholz, Klebstoff (Birkenteer), Fasergewinnung, Färbemitel.

7.6 Zusammensetzung der Pflanzlichen Ernährung

Die Berechnung der Nahrungspflanzenanteile anhand von Tausendkorngewichten und Kalorien bleibt hypothetisch, da die Überlieferungschancen nicht für alle Arten dieselben sind. Die Grundlage der pflanzlichen Nahrungsmittel lieferten vermutlich die kalorienreichen Kultur- und Sammelpflanzen.

Von den Kulturpflanzen stellten die Getreide, mit Nacktweizen als Hauptgetreide, eine etwas grössere Energiequelle dar als Lein. Der Nahrungsbeitrag des Schlafmohns war hingegen minimal. Der Vergleich mit pfyn- und horgenzeitlichen Siedlungen am unteren Zürichsee (Jacomet et al. 1989, 119-121) zeigt, dass das Getreidespektrum jenem der Horgener Kultur entspricht, die Bedeutung des Leins scheint jedoch noch nicht den in der Horgener Kultur typischen Höhepunkt erreicht zu haben. Neben den Kulturpflanzen lieferten die Sammelpflanzen, für welche stellvertretend die kalorienreichen Haselnüsse und Eicheln in die Berechnung einbezogen wurden, einen beträchtlichen Kalorienanteil. Die Gewichts- und Kalorienanteile der Kultur- und Sammelpflanzen zeigen, dass je etwa ein Drittel der Energiezufuhr von Getreide, Ölpflanzen und Sammelpflanzen stammte, d.h. die Sammelpflanzen lieferten einen beträchtlichen Anteil der menschlichen Ernährung. Der Vergleich mit einem graphisch dargestellten Modell der Kaloriendeckung einer jungsteinzeitlichen, bäuerlichen Gesellschaft im schweizerischen Mittelland von ca. 3800-2700 v. Chr. zeigt, dass in Arbon Bleiche 3, welches zu Beginn eines Kälteeinbruches während der Piora II-Kaltphase besiedelt war, vermutlich noch keine negativen Auswirkungen auf die Ernteerträge der Kulturpflanzen zu verzeichnen waren.

7.7 Aktivitätsbereiche

Anhand eines Vergleiches der Nutzpflanzeninventare der verschiedenen archäologischen Strukturen (Häuser und den dazwischen liegenden Flächen, den "Gassen") (Varianzanalyse) und zusammen auftretenden (korrelierenden) Nutzpflanzen konnten verschiedene Aktivitätsbereiche herausgearbeitet werden. Generell kann jedoch festgehalten werden, dass sämtliche Kultur- und Sammelpflanzen in allen Häusern und Gassen vorhanden sind. Die allgemeine Präsenz und Korrelation von Getreide, Leinsamen und Schlafmohnsamen wird dahingehend interpretiert, dass jede Hausgemeinschaft alle Kulturpflanzen verarbeitete. Lediglich drei Häuser und die zwischen den Häusern liegenden Flächen fallen durch erhöhte Konzentrationen einer oder mehrerer Arten auf.

Die Anwesenheit von Getreidedrusch und Leinkapselbruch deutet darauf hin, dass Getreide und Lein in der Siedlung gereinigt wurden. Eigentliche Dreschplätze wurden, vermutlich der dichten Bebauung wegen, im untersuchten Siedlungsareal aber keine gefunden. Korrelationen und höhere Funddichten von Dreschresten in den Gassenbereichen könnten darauf hinweisen, dass Getreide und Lein in jedem Haus portionenweise gereinigt wurde (van der Veen 1999, 216) und der Drusch anschliessend in die Gassen entsorgt wurde. Andererseits konnten sie auch verbrannt worden sein (van der Veen 1999, 216-221), weshalb auch verkohlter Drusch entstand und in die Kulturschicht gelangen konnte.

Anhäufungen pflanzlicher Reste werden oft als "Abfallhaufen" oder "Vorräte" interpretiert. Die im Bereich von Haus 14 gefundene hohe Konzentration von Haselnussschalen wird als Abfallzone interpretiert, die möglicherweise auf im Vergleich zu anderen Hausgemeinschaften im Haus 14 vermehrt verarbeitete Haselnüsse hindeutet. Als weitere Abfallzone können die hohen Konzentrationen von Eichel- und Bucheckernperikarpien und Mistelreste im Bereich von Haus 3 interpretiert werden. Da jedoch Eicheln, Bucheckern und Misteln mit Apfelresten korrelieren, käme auch Vorratshaltung in Frage, indem die Korrelation darauf hindeutet, dass diese vier Früchte zusammen in die Schicht gelangt oder am selben Ort deponiert wurden. Eine gegenüber den anderen Häusern grössere Anzahl Handmühlen und Läufer in Haus 3 (Leuzinger 2000, 147) könnte als Hinweis auf die zusätzliche Verarbeitung von Eicheln und Bucheckern zu Mehl gedeutet werden. Letztlich kann aber nicht entschieden werden, ob im Bereich von Haus 3 ein Abfallbereich oder ein Vorrat vorliegt, aber "Vorrat" und Abfall können auch an derselben Stelle auftreten, falls Lagerung, Verarbeitung und Entsorgung an der selben Stelle stattfinden.

Hohe Konzentrationen von Himbeeren und Kratzbeeren im Bereich von Haus 20 werden als mögliche "Toilette" angesehen, weil Beerenkerne wahrscheinlich nach dem Verzehr mit Fäkalien in die Schicht gelangten (u.a. Schlichtherle 1985, 8). Da Haus 20 erst im Jahre 3376 v. Chr. erbaut wurde (Leuzinger 2000, 81) wäre es durchaus denkbar, dass die vorher unbebaute Parzelle zeitweise als Abort gedient haben könnte.

Eine Anhäufung von Klettensamen im Bereich von Haus 20 könnte die Folge von wildbeuterischer Tätigkeit (Sammeln und Jagd) der Bewohner von Haus 20 darstellen, da Klettensamen fetthaltig sind (Brombacher und Jacomet 1997, 248) und die nutzbaren Klettenwurzeln im Herbst ausgegraben werden können (Pahlow 1994, 186). Ebenso für wildbeuterische Tätigkeiten sprechen die von E. Marti-Grädel und S. Deschler Erb (Zwischenbericht 2002) gefundenen zahlreichen Wildtierknochen in Haus 20. Auch könnten die Klettensamen am Fell von erlegten Tieren haftend in die Siedlung gelangt sein. Man kann jedoch nicht ausschliessen, dass Kletten in der Siedlung wuchsen, zumal an dieser Stelle lange kein Gebäude stand.

Aufgrund der Zusammensetzung von Koprolithen kann man vermuten, welche Nahrungsmittel mehr oder weniger gleichzeitig konsumiert wurden. Korrelationen von verschiedenen Samen, die andernorts in Koprolithen auftreten, wurden deshalb entsprechend interpretiert. So wurden möglicherweise Beeren, Hagebutten und Rübkohl sowie Eicheln und Bucheckern mit Wildäpfeln, welche etwa zur gleichen Zeit reifen, oft zusammen verzehrt. Ausserdem scheinen die verschiedenen Abfallprodukte ("Küche" und "Fäkalien") möglicherweise verschiedene Jahreszeiten zu repräsentieren: Der Sommer wird durch die Beeren, der Herbst durch Eicheln, Bucheckern und Wildäpfel, der Spätherbst bis Winter durch Hagebutten und Schlehen widerspiegelt. Getreide, Leinsamen und Schlafmohnsamen wurden vermutlich solange der Vorrat reichte täglich verzehrt.

Der Vergleich der archäologischen Strukturen und die zusammen auftretenden Taxa zeigen, dass jedes Haus eine wirtschaftliche Einheit darstellte. Es wurden also keine spezialisierten Hausgemeinschaften gefunden. Einzig die erwähnten Abfall-/Vorratsbereiche (Haus 3 und Haus 14) könnten ein Anzeichen dafür sein, dass gewisse Hausgemeinschaften nicht nur für sich selber sondern auch für andere produzierten.

7.8 Artendiversität-Naturräume

In der Kulturschicht traten Reste von Pflanzen der Wasser- und Ufervegetation, Wald- und Waldrandvegetaion, waldnahe Staudenfluren, Gebüsche und Schlagfluren, Grünlandpflanzen und Ruderalfluren sowie Krautfluren der Äcker auf.

Die Wasserpflanzen, welche im nährstoffreichen, meso- bis eutrophen, stehenden oder langsam fliessenden Gewässer wachsen, wuchsen vermutlich in der der Siedlung vorgelagerten Seebucht, deren Wasser durch Siedlungsabfälle und Fäkalien gedüngt wurde. Da Wasserpflanzen mehrheitlich in den Häusern auftreten, könnten sie vor allem mit dem Gebrauch von Seewasser in die Siedlung gelangt sein.

Die geringen Fundmengen von Pflanzen der Verlandungszone lassen vermuten, dass es, wie in Sipplingen-Osthafen (Jacomet 1990, 313) und am unteren Zürichsee (Brombacher und Jacomet 1997, 285) sowie in Hornstaad-Hörnle IA (Maier 2001, 188) zu dieser Zeit in unmittelbarer Siedlungsnähe noch kein ausgedehnter Röhricht- und Schilfgürtel gegeben hat.

Die nachgewiesenen Uferpionierpflanzen haben alle eine weite ökologische Amplitude und wachsen auch im Bereich von Auenwäldern, feuchten Waldwegen oder vernässten Stellen von Äckern. Woher und wie diese Pflanzen in die Kulturschicht gelangten, kann deshalb nicht festgestellt werden.

Die Gruppe der Wald- und Waldrandpflanzen ist die am zahlreichsten vertretene Gruppe. Dies ist in Anbetracht der vor der Besiedlung grösstenteils bewaldeten Landschaft (Burga und Perret 1998

654, 656; Ellenberg 1996, 111; Haas 1995, 2-3 Vorbericht) nicht erstaunlich. Pionierpflanzen wie z.B. Erle, Birke, Gewöhnliche Waldrebe und Hartriegel könnten als solche auf offenen Flächen, möglicherweise aufgelassenen Äckern früherer Siedlungen in der Umgebung (Leuzinger 2000, 12-13), gewachsen sein. Dass Wald- und Waldrand intensiv genutzt worden sind, zeigen die zahlreich gesammelten Wildobstarten, Haselnüsse, Eicheln und Bucheckern, sowie die Holz- und Bastgewinnung, für Hausba , Werkzeugherstellung und Brennholz. Die Pflanzen aus waldnahen Staudenfluren, Gebüschen und Schlagfluren deuten darauf hin, dass es natürliche (z.B. Windwurf , Blitzschlag) und durch menschliche Eingriffe (z.B. Rodungen, brachliegende Äcker, Gewinnung von Brennholz) aufgelichtete Stellen gegeben haben muss. Auch in dieser Gruppe sind einige Wildobstarten, Erdbeeren und Schwarzer/Traubenholunder, sowie viele nutzbare Gebüsch- und Lichtungspflanzen, welche gesammelt worden sein könnten, vertreten. Ob bereits Hecken, die als lebende Zäune Barrieren für Wild- und Haustiere darstellen (Kreuz 1992, 390; Ellenberg 1996, 779) angelegt wurden, kann nicht entschieden werden.

Die wenigen nachgewiesenen Grünlandpflanzen haben alle eine weite ökologische Amplitude und erlauben es deshalb kaum, aufgrund ihres Auftretens im Siedlungsareal Rückschlüsse auf das Vorhandensein von Grünlandflächen zu schliessen. Möglicherweise siedelten sich die nachgewiesenen Taxa auf gerodeten und/oder durch Beweidung aufgelichteten Waldflächen, auf Brachen und Wegen an. Oder sie fanden günstige Wachstumsbedingungen auf Äckern (z.B. *Cerastium fontanum*). Dass Grünlandpflanzen auch als Ackerbegleitpflanzen in Frage kommen, belegen die Samenfunde in Anhäufungen von Kulturpflanzen (z.B. Brombacher und Jacomet 1997, 261). Da die meisten der Grünlandpflanzen genutzt werden können, wurden sie vielleicht gesammelt.

Die nachgewiesenen Pflanzen, die heute in die Gruppe der Ruderal- und Krautfluren der Äcker eingeteilt werden, gedeihen auf diversen neu geschaffenen Flächen wie Ufer, Gräben und/oder Waldschlägen, Waldsäumen und Hecken. Sie haben also eine weite ökologische Amplitude und können an diversen offenen Standorten wachsen. Überdies konnte anhand von zahlreichen in Vorräten aufgetretenen Pflanzenarten gezeigt werden, dass eine chronologische Tendenz im Ruderalpflanzenspektrum darauf hinweist, dass besonders im Jungneolithikum die Pflanzengesellschaften des Offenlandes noch wenig differenziert waren, da in jungneolithischen Vorräten mehr Ruderalpflanzen nachgewiesen wurden als im Spätneolithikum (Jacomet et al. 1989, 137). Dasselbe kann man auch für die "Grünlandpflanzen" feststellen, da auch diese, wie oben schon erwähnt, eine weite ökologische Amplitude bezüglich Offenlandgesellschaften aufweisen. Folglich kann kaum festgestellt werden von welchem oder welchen Standorten eine in der Siedlung nachgewiesene Offenlandpflanze stammt. Einzig Vorräte nicht gereinigten Erntegutes ermöglichen eine Zuweisung zu einem Standort, dem Acker.

7.9 Nicht einheimische Pflanzen: Aktionsradius, Handel

Aktionsradius: In Arbon Bleiche 3 kamen einige Pflanzen wie Felsenkirsche, Alpen-Ehrenpreis, Arve, Sellerie, sowie Kornelkirsche, zum Vorschein, die nicht in der unmittelbaren Umgebung der Siedlung gewachsen sein dürften. Sie müssen also über weitere Distanzen in die Siedlung gebracht worden sein. Für einen möglichen ausgedehnten Aktionsradius sprechen Felsenkirschensteine (Perlen und unbearbeitete Steine), welche heute bei Wil (Kanton St. Gallen), im Kanton Schaffhausen und im Walenseegebiet als siedlungsnächsten wachsen. Ebenfalls in der Walensee- und Alpsteinregion kommen Alpen-Ehrenpreis und Arven vor. Es wäre denkbar, dass diese Gebiete auch in Verbindung mit möglichen Sommerweiden (Akeret et al. 1999, 178) zum Sammeln von Wildpflanzen und zur Jagd aufgesucht wurden. Je ein Knochen einer Gämse und eines Steinbockes wurden möglicherweise in den das Rheintal flankierenden Bergen gejagt (Deschler-Erb und Marti-Grädel, schriftliche Mitteilung). Diese liegen auf dem Weg Richtung Alpstein- und Walenseegebiet.

Einflüsse aus dem mediterranen Raum und der Atlantikküste: Sellerie und Kornelkirschen deuten eher auf Handelsbeziehungen hin, da ihre Verbreitungsgebiete südlich der Alpen (Sellerie auch Atlantikküste) in Oberitalien und Mittelmeerraum liegen. Allerdings traten in Allensbach-Strandbad (Grabung 2003), am anderen Bodenseeufer, zahlreiche Kornelkirschen auf, weshalb U. Maier, aufgrund der Verteilung der Steine über die gesamte Grabungsflächem, vermutet, dass Kornelkirschen dort "kultiviert" wurden (Maier, mündliche Mitteilung). Da Handelsbeziehungen zum Mittelmeerraum zu dieser Zeit bestanden haben (Hoffstadt und Maier 1999, 26; Brombacher 1993, 496) und auch Funde (Silices, Dentaliumperlen) aus Italien in der Siedlung Arbon Bleiche 3 auftreten (Leuzinger 2002, 24, 74-75), ist ein Import gut möglich. Arven, welche auch im Alpenraum wachsen, könnten nicht nur aus dem Alpstein- und Walenseegebiet, sondern auch während der Alpenüberquerung mittransportiert worden sein, und/oder sie wurden im Zusammenhang mit Kupfer, welcher aus dem Oberhalbstein, der Gegend von Savognin (GR), stammt (Leuzinger 2001, 24) mitgebracht.

Einflüsse aus Osten: Auf möglichen Ostkontakt könnte der steigende Emmeranteil in Arbon Bleiche 3 hinweisen, da während des Jungneolithikums (4300-3500 v. Chr.) Emmer im Alpenvorland nur spärlich auftritt und erst ab der Horgener Kultur (3200-2800 v. Chr.) an Bedeutung gewinnt (Brombacher und Jacomet 1997, 244; Schlichtherle 1992, 42-43). Auch die Gefässformen der Boléraz-Gruppe (Badener Kultur) (de Capitani 2002, 210) weisen auf östlich gerichtete Kontakte hin. Ebenfalls auf östlichen Eifluss deuten der vermehrte Leinanbau und die zahlreich auftretenden tönernen Spinnwirtel hin (Leuzinger 2002, 120). Somit kann generell eine Übereinstimmung der Herkunftsgebiete nicht einheimischer Pflanzen mit jener eingeführter Silices, Dentaliumperlen, Kupfer und Keramik (Gefässformen) festgestellt werden.

7.10 Arbon Bleiche 3 – Pfyn oder Horgen?

Die Makrorestuntersuchungen von Arbon Bleiche 3 sprechen aus archäobotanischer Sicht aus folgenden Gründen für einen kontinuierlich verlaufenden Übergang von der Pfyner zur Horgener Kultur:

Das Getreidespektrum weist mit seinem hohen Emmeranteil Richtung Horgener Kultur, aber die Nacktweizendominanz entspricht der Pfyner Kultur. Hohe Leinkonzentrationen entsprechen der Horgener Zeit, während die Schlafmohnkonzentration eine Mittelstellung einnimmt. Die landwirtschaftlichen Massnahmen scheinen eher den jungneolithischen (pfynzeitlichen) Methoden zu entsprechen, wobei die Erntemethoden ansatzweise der Horgener Kultur ähnlich sein könnten. Das Spektrum der Offenlandpflanzen entspricht jenem der pfynzeitlichen Siedlungen, was ein Anzeichen für weniger offene Flächen als während der Horgener Kultur ist. Arbon Bleiche 3 nimmt also eine "Zwischenstellung" ein.

8 Literatur

Akeret,Ö., Haas, J. N., Leuzinger, U. und Jacomet, S. (1999). Plant macrofossils and pollen in goat/sheep faeces from the Neolithic lake-shore settlement Arbon-Bleiche 3, Switzerland. The Holocene 9, (2), 175-182.

Akeret, Ö., Rentzel, P. (2001) Micromorphology and plant macrofossil analysis of cattle dung from the Neolithic Lake shore settlement of Arbon Bleiche 3. Geoarchaelolgy: An International Journal 16, (6), 687-700.

Anderberg, A-L. (1994) Atlas of Seeds and Small Fruits of Northwest-European Plant Species with Morphological Descriptions. Part 4: Resedaceae – Umbelliferae. Stockholm: Risbergs Trryckeri AB Uddevalla.

Badham, K. und Jones, G. (1985). An experiment in manual processing of soil samples for plant remains. Circaea 3 (1), 15-26.

Bakels, C. (2001) Producers and consumers in Archaeobotany. A comment on Smith W. (2001) "When method meets theory. The use and misuse of cereal Producer/Consumer models in archaeobotany". In: Environmental Archaeology: Meaning and purpose. Edited by Umberto Albarella, Klumwer Academic Publishers 2001 Dordrecht/Boston/Coridon

Baudais, D., Grudler, A. und Lundström-Baudais, K. (1997). Les paléosemences du niveau VIII et leur répartition spatiale. Les sites littoraux néolithiques de Clairvaux-les -Lacs et de Chalain (Jura), In Pétrequin P (ed.), Les Sites Littoraux Néolithiques de Clairvaux-les-Lacs et de Chalain (Jura) lll Chalain station 3 3200-2900 av. J.-C. 2, 723-32. Paris: Edition de la Maison des Sciences de l'Homme

Berggren, G. (1981) Atlas of Seeds and Small Fruits of Northwest-European Plant Species with Morphological Descriptions. Part 3: Salicaceae – Crucifrerae. Stockholm: Berlings, Arlöv.

Binz, A. und Heitz, C. (1990) Schul- und Exkursionsflora für die Schweiz. Basel: Schwabe.

Bickel-Sandkötter, S. (2001) Nutzpflanzen und ihre Inhaltsstoffe. UTB Quelle und Meyer Verlag Wiebelsheim

Bogaard, A. (2002) Questioning the relevance of shifting cultivation to Neolithic farming in the loessbelt of Europe: evidence from the Hambach Forest experiment. Veget. Hist. Archaeobot. 11, 155-168.

Bogaard, A., Jones, G. und Charles, M. (2001).On the archaeobotanical inference of crop sowing time using FIBS method. Journal of Archaeological Science , 28, 1171-1183.

Bollinger, T. (1994). Samenanalytische Untersuchung der früh-jungsteinzeitlichen Seeufersiedlung Egolzwil 3. Dissertationes Botanicae 221, 1-172.

Bonzon, J. (2002) Study of the Bone Temper Used in Four Neolithic Ceramics of Arbon-Bleiche 3, Canton of Thurgau, Switzerland.

Bonzon, J. (in prep.) Mineralogische Untersuchungen der Keramik. In: Jacomet, S. Leuzigner, U. und Schibler, J. (Hrsg). Die jngsteinzeitliche Seeufersiedlung Arbon Bleiche 3: Umwelt und Wirtschaft. Archäologie im Kanton Thurgau 12.

Brombacher, C. (1993) Prähistorischer Nachweis der Kretischen Flachsnelke (Silene cretica L.) nördlich der Alpen. Dissertationes Botanicae (Festschrift Zoller) 196, 491-498.

Brombacher, C. (1995). Wirtschaftliche Entwicklung aufgrund archäobotanischer Daten. In: Stöckli, W.E., Niffeler, U. and Gross-Klee, E. (Hrsg.), SPM II. Neolithikum. Basel: SGUF 1995, 86-96.

Brombacher, C. (1997) Archaeological investigations of Late Neolithic lakeshore settlements (Lake Biel, Switzerland). Veget. Hist. Archaeobot. (1997) 6. 167-186.

Brombacher, C. (2000) Archäobotanische Untersuchungen. In: Hafner, A. und Suter, P. J. – 3400 Die Entwicklung der Bauerngesellschaften im 4. Jahrtausend v. Chr. am Bielersee. Ufersiedlungen am Bielersee 6, Berner Lehrmittel- und Medienverlag 2000, 155-168.

Brombacher, C. und Jacomet, S. (1997). Ackerbau Sammelwirtschaft und Umwelt: Ergebnisse archäobotanischer Untersuchungen, 220-299. In Schibler, J. Ökonomie und Ökologie neolithischer und bronzezeitlicher Ufersiedlungen am Zürichsee. Monographien der Kantonsarchäologie Zürich 20. Zürich: Zürich und Egg.

Brombacher, Ch. und Jacomet, S. (2003). Ackerbau, Sammelwirtschaft und Umwelt. In: Zwahlen, H. P., Die jungneolithische Siedlung Port-Stüdeli. Ufersiedlungen am Bielersee 7, Bern, 66-86.

Brombacher c. und Hadorn, P. (in prep.) Pollen- und Makrereste aus den Profilsäulen. In: Jacomet, S. Leuzigner, U. und Schibler, J. (Hrsg). Die jngsteinzeitliche Seeufersiedlung Arbon Bleiche 3: Umwelt und Wirtschaft. Archäologie im Kanton Thurgau 12.

Burga, A. und Perret, R. (1998) Vegetation und Klima der Schweiz seit dem jüngeren Eiszeitalter. Ott Verlag Thun.

Cameron, J.R., Skofronick, J.G. und Grant, R.M. (1999). Physics of the Body. Medical Physics Publishing. Madison, Wisconsin 1999.

de Capitani, A (2002). Gefässkeramik. In: de Capitani, A. Deschler-Erb, S., Leuzinger, U., Marti-Grädel, E. und Schibler, J. (2002). Die jungsteinzeitliche Seeufersiedlung Arbon Bleiche 3, Funde. Archäologie im Thurgau Band 11, Veröffentlichungen des Amtes für Archäologie des Kantons Thurgau. Departement für Erziehung und Kultur des Kantons Thurgau 2002, 135-276.

de Capitani, A. und Leuzinger, U. (1998) Arbon-Bleiche 3. Siedlungsgeschichte, einheimische Traditionen und Fremdeinflüsse im Übergangsfeld zwischen Pfyner und Horgener Kultur. Jahrbuch der Schweizerischen Ur- und Frühgeschichte 81, 1998, 237-249.

Deschler-Erb, S., Marti-Grädel, E. und Schibler, J. (2002a). Die Knochen-, Zahn- und Geweihartefakte. In: de Capitani, A. Deschler-Erb, S., Leuzinger, U., Marti-Grädel, E. und Schibler, J. (2002). Die jungsteinzeitliche Seeufersiedlung Arbon Bleiche 3, Funde. Archäologie im Thurgau Band 11, Veröffentlichungen des Amtes für Archäologie des Kantons Thurgau. Departement für Erziehung und Kultur des Kantons Thurgau 2002, 277-366.

Deschler-Erb, S. und Marti-Grädel, E. (2002b) Bukranien in der jungsteinzeitlichen Siedlung Arbon-Bleiche 3 – Status, Kult oder Zauber? as. 25. 2002. 4, 25-33.

Deschler-Erb , S. und Marti-Grädel, E. (in prep.) Viehaltung und Jagd: In: Jacomet, S. Leuzigner, U. und Schibler, J. (Hrsg). Die jngsteinzeitliche Seeufersiedlung Arbon Bleiche 3: Umwelt und Wirtschaft. Archäologie im Kanton Thurgau 12.

Dieckmann, B., Maier, U. und Vogt, R. (2001) Hornstaad – zur inneren Dynamik einer jungsteinzeitlichen Dorfanlage am westlichen Bodensee. In Lippert, A., Schultz, M., Shennan, S. und Tedler-Nicola, M. (Hrsg.) Mensch und Umwelt während des Neolithikums und der Frühbronzezeit, in Mitteleuropa. Verlag Marie Leidorf GmbH Rahden/Westf. 2001, 29-51.

Djindjian, F. (1991). Méthodes pour l`Archéologie. Paris: Armand Colin

Ellenberg, H. (1991) Zeigerwerte der Pflanzen in Mitteleuropa. Scripta Geobtanica Verlag Erich goltze KG, Göttingen.

Ellenberg, H. (1996) Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen. Fünfte stark veränderte und verbesserte Auflage. Verlag Eugen Ulmer Stuttgart.

Favre, P. (2002) Archäobotanik In: Achour-Uster, Chr., Eberli, U., Ebersbach, R. und Favre, P. Die neolithischen und bronzezeitlichen Fundstellen Dampfschiffsteg und Scheller. Monographien der Kantonsarchäologie Zürich 36. Zürich und Egg 2002, 150-181.

Favre, P. und Jacomet, S. (1998). Branch wood from the lake shore settlements of Horgen Scheller, Switzerland: Evidence for economic specialisation in the late Neolithic period. Vegetation History and Archaeobotany 7, 167-78.

Favre, P., Jacomet, S. (in prep. (2001, in Dissertation)). Cultural plants and the associated weed flora from the late Neolithic lake shore settlements of Horgen Scheller. PhD Thesis, University of Basel.

Flück, H. (1978). Unsere Heilpflanzen. Ott Verlag AG Thun, 1978.

Franke, W. (1997) Nutzpflanzenkunde. Georg Thieme Verlag Stuttgart, New York.

Gross, E., Jacomet, S. und Schibler, J. (1990) Stand und Ziele der wirtschaftsarchäologischen Forschung an neolithischen Ufer- und Inselsiedlungen im unteren Zürichseeraum (Kt. Zürich, Schweiz). In: Schibler, J., Sedlmeier, J. und Spycher, H. (Hrsg.) Festschrift für Hans R. Stampfli. Helbing und Lichtenhahn Verlag AG Basel 1990, 77-100.

Gross-Klee, E. und Maise, C. (1997) Sonne, Vulkane und Seeufersiedlungen. Jahrbuch der Schweizerischen Gesellschaft für Ur- und Frühgeschischte 80, 1997, 85-94.

Haas, J.N. (1995) Pollenanalytische Untersuchungen zur Vegetationsgeschichte und zum Kulturlandschaftswandel vor, während und nach der neolithischen Besiedlung der Station Arbon Bleiche 3 (Kanton Thurgau, Schweiz) – Erste Ergebnisse (unpubliziert)

Haas, J. N. (in prep) Tierkot aus Ziegen-/Kuhmiststücken aus der 1. Projektperiode. In: Jacomet, S. Leuzigner, U. und Schibler, J. (Hrsg). Die jngsteinzeitliche Seeufersiedlung Arbon Bleiche 3: Umwelt und Wirtschaft. Archäologie im Kanton Thurgau 12.

Haas, J. N. und Magny, M. (in prep.) Pollen- und Sedimentanalyse des "Hauptprofils". In: Jacomet, S. Leuzigner, U. und Schibler, J. (Hrsg). Die jngsteinzeitliche Seeufersiedlung Arbon Bleiche 3: Umwelt und Wirtschaft. Archäologie im Kanton Thurgau 12.

Häfliger, E. und Brun-Hool, J. (1968). Ciba-Geigy Unkrauttafeln. Eine synoptische Darstellung der Begleitflora der Landwirtschaftlichen Kulturen. Dokumenta Ciba-Geigy, Basel.

Hafner, A. (1998) Archäobotanische Untersuchungen in Reute-Schorrenried, Gedanken zur Rekonstruktion von Wirtschaft und Umwelt der jungneolithischen Moorsiedlung. In: Mainberg, M. Das Moordorf von Reute, Archäologische Untersuchungen in der jungneolithischen Siedlung Reute-Schorrenried. Teraqua CAP, Staufen i. BR. 1998, 385-411.

Hafner, A. und Suter, P. J. (2001) Das Neolithikum der Schweiz im 4. Jahrtausend v. Chr. – Traditionen, Einflüsse und Entwicklungen. Archäologische Informationen 24/2, 2001, 291-309.

Hanf, M. (1982) Ackerunkräuter Europas. BASF Aktiengesellschaft, Ludwigshafen.

Hasenfratz, A. (1990) Pfahlbauten in südlichen Bodenseeraum. In: Die ersten Bauern. Schweizerisches Landesmuseum, 201-205

Hasenfratz, A. (1997) Pfahlbauten im südlichen Bodenseeraum. In Schlichtherle, H. (Hrsg). Pfahlbauten rund um die Alpen. Sonderheft 1997 der Zeitschrift "Archäologie in Deutschland". Theiss, Stuttgart 1997, 36-41.

Hegi, G. (1925, 1926) Illustrierte Flora von Mitteleuropa. Band V / Teil 2 Carl Hanser Verlag München

Hegi, G. (1957) Illustrierte Flora von Mitteleuropa. Band III / Teil 1 Carl Hanser Verlag München

Herbig, Chr. (2002) Archäobotanische Untersuchungen in der spätneolithischen Moorsiedlung Torwiesen II im Federseemoor, (Stadt Bad Buchau, Kreis Biberach). Magisterarbeit.

Hess, E., Landolt, E. und Hirzel, R. (1967, 1976) Flora der Schweiz Band 1 Pteridophyta bis Caryophyllaceae. Birkhäuserverlag, Basel und Stuttgart.

Hess, E., Landolt, E. und Hirzel, R. (1970, 1977) Flora der Schweiz Band 2 Nymphaeaceae bis Primulceae. Birkhäuserverlag, Basel und Stuttgart.

Hess, E., Landolt, E. und Hirzel, R. (1972) Flora der Schweiz Band 3 Plumbaginaceae bis Compositae. Birkhäuserverlag, Basel und Stuttgart.

Hillman, G., Mason, S., Moulins, D. und Nesbitt, M. (1996) Identification of archaeological remains of wheat: the 1992 London workshop. Circaea 12, 195-210.

Hoffstadt, J. und Maier, U. (1999). Handelsbeziehungen während des Jungneolithikums im westlichen Bodenseeraum am Beispiel der Fundplätze Mooshof und Hornstaad Hörnle IA. Archäologisches Korrespondenzblatt 29, 21-34.

Hosch, S. und Jacomet, S. (2001) New Aspepcts of Archaeobotanical Research in Central European Neolithic Lake Dwelling Sites. Environmental Archaeology 6, 2001, 59-71.

Hosch, S. und Zibulski, P. (2003) The influence of wet-sieving procedures on the macroremain concentration in waterlogged sediments. Journal of Archaeological Science 30, 894-857.

Hüppe, J. und Hofmeister, H. (1990) Syntaxonomische Fassung und Übersicht über die Ackerunkrautgesellschaften der Bundesrepublik Deutschland. Berichte der Reinhold Tüxen-Gesellschaft 2, 61-81. Hannover.

Hüster-Plogmann, H. und Leuzinger, U. (1995) Fischerei und Fischreste in der jungsteinzeitlichen Seeufersiedlung in Arbon (TG). Archäologie der Schweiz, 18, 3, 109-117.

Hüster-Plogmann, H. (in prep.) Fischfang und Kleintierbeute. In: Jacomet, S. Leuzigner, U. und Schibler, J. (Hrsg). Die jngsteinzeitliche Seeufersiedlung Arbon Bleiche 3: Umwelt und Wirtschaft. Archäologie im Kanton Thurgau 12.

Jacomet, S. (1981) Neue Untersuchungen botanischer Grossreste an jungsteizeitlichen Seeufersiedlungen im Gebiet der Stadt Zürich (Schweiz). Zeitschr. Arch. 15, 125-140.

Jacomet, S. (1985) Botanische Makroreste aus den Sedimenten des neolithischen Siedlungspflatzes AKAD-Seehofstrasse am untersten Zürichsee. Zürcher Studien zur Archäologie. Juris Druck und Verlag, Zürich

Jacomet, S. (1987) Prähistorische Getreidefunde. Eine Anleitung zur Bestimmung Prähistorischer Gersten- und Weizenfunde. Basel, Eigenverlag.

Jacomet, S. (1988) Pflanzen mediterraner Herkunft in neolithischen Seeufersiedlungen der Schweiz. In: Festschrift Körber-Grohne, Der prähistorische Mensch und seine Umwelt. Forschungen und Berichte der Vor- und Frühgeschichte in Baden-Württembeerg 31, 205-212.

Jacomet, S. (1990). Veränderungen von Wirtschaft und Umwelt während des Spätneolithikums im westlichen Bodenseegebiet. Ergebnisse samenanalytischer Untersuchungen an einem Profilblock Sipplingen-Osthafen (Tauchsondierungen Ruoff 1980). Forschungen und Berichte zur Vor- und Frühgeschichte in Baden-Württemberg 37, 295-324.

Jacomet, S., Brombacher, C. und Dick, M. (1989) Archäobotanik am Zürichsee. Ackerbau, Sammelwirtschaft und Umwelt von neolithischen und bronzezeitlichen Seeufersiedlungen im Raum Zürich. Berichte der Zürcher Denkmalpflege, Monographien 7. Zürich.

Jacomet, S. und Kreuz, A. (1999). Archäobotanik. Stuttgart, Eugen Ulmer

Jacomet, S., Magny, M. und Burga C.A. (1995) Klima- und Seespiegelschwankungen im Verlauf des Neolithikums und ihre Auswirkungen auf die Besiedlung der Seeufer. In Stöckli, W.E.,Niffeler, U., Gross-Klee, E. (Hrsg.), SPM II. Neolithikum. Basel, SGUF, 53-8.

Jacomet, S. und Schibler, J. (1985). Die Nahrungsversorgung eines jungsteinzeitlichen Pfynerdorfes am unteren Zürichsee. Archäologie der Schweiz Bd. 8, 125-141.

Jones, G. (1987) A statistical Approach to Archaeological Identification of Crop Processing. Journal of Archaeological Science 14, 311-323.

Jones et al. (2000). Distinguishing the effects of agricultural practices relating to fertility and disturbance: a functional ecological approache in archaeobotany. Journal of Archaeological Science 27, 1073-1084.

Karg, S. (1990). Pflanzliche Grossreste der jungsteinzeilichen Ufersiedlungen Allensbach-Strandbad, Kr. Konstanz. Forschungen und Berichte zur Vor- und Frühgeschichte in Baden-Württemberg 37, 113-154.

Karg, S. und Haas J.-N. (1996) Indizien für Gebrauch von mitteleuropäischen Eicheln als prähistorische Nahrungsressourcen. In: Compen, I., Hahn, J. und Uepermann, M. (Hrsg.): Spuren der Jagd – Die Jagd nach Spuren. Tübingen Monographien für Urgeschichte 11, 1996, 429-435.

Kenward, H. K., Hall, A. R. und Jones, A. K. G. (1980). A tested set of techniques for the extraction of plant and animal macrofossils from waterlogged archaeological deposits. Science and Archaeology 22, 3-15.

Kiple, K. F. und Ornelas, K. C. (2000) The Cambridge World History of Food. Volume 2. Cambridge University Press 2000.

Knörzer, K.H. (1971). Römerzeitliche Getreideunkräuter von kalkreichen Böden. In Rheinische Ausgrabungen Band 10, 467-481, Beiträge zur Archäologie des Römischen Rheinlandes II, Rheinland-Verlag Düsseldorf 1971

Knörzer, K. H., (1995) Pflanzenfunde aus dem bandkeramischen Brunnen von Kückhoven bei Erkelenz. Vorbericht. In: Res archaeobotanicae. Berichte des Neunten Symposiums Kiel.

Körber-Grohne, U. (1987) Nutzpflanzen in Deutschland. Theiss Stuttgart

Körber-Grohne, U. (1964 und 1991) Bestimmungsschlüssel für subfossile Gramineen-Früchte, identification key for subfossil Gramineae fruits. Sonderdruck aus : ”Probleme der Küstenforschung im südlichen Nordseegebiet” Band 18 1991. Verlag August Lax Hildesheim.

Kreuz, A. (1992) Charcoal from ten early Neolithic settlements in Central Europe and its intepretation in terms of woodland management and wild-wood resources. Bull. Soc. bot. Fr., 139, Actual. bot. (2/3/4), 384-394.

Kühn, M, und Hadorn, P. (in prep.) Tierkot: Mikro- und Makroreste. In: Jacomet, S. Leuzigner, U. und Schibler, J. (Hrsg). Die jngsteinzeitliche Seeufersiedlung Arbon Bleiche 3: Umwelt und Wirtschaft. Archäologie im Kanton Thurgau 12.

Le Bailly, M. (2002). Etude paléoparasitologique du site néolithique d'Arbon-Bleiche 3 (Thurgovie, Suisse).

Le Bailliy, M. (in prep.) Menschenkot: Parasiten. In: Jacomet, S. Leuzigner, U. und Schibler, J. (Hrsg). Die jngsteinzeitliche Seeufersiedlung Arbon Bleiche 3: Umwelt und Wirtschaft. Archäologie im Kanton Thurgau 12.

Lemdahl, G. (in prep.) Insekten. In: Jacomet, S. Leuzigner, U. und Schibler, J. (Hrsg). Die jngsteinzeitliche Seeufersiedlung Arbon Bleiche 3: Umwelt und Wirtschaft. Archäologie im Kanton Thurgau 12.

Lennstrom, H.A. und Hastorf, C.A. (1992). Testing old wives' tales in palaeoethnobotany: a comparison of bulk and scatter sampling schemes from Pancán, Peru. Journal of Archaeological Science 19, 205-29

Leonti, M. (1996) Ein Abriss der Geschichte von Drogenpflanzen vom Neolithikum bis ins späte Mittelalter. Diplomarbeit (1996).

Leuzinger, U. (1997a). Schmuck und Zier in der jungneolithischen Seeufersiedlung Arbon TG Bleiche 3. Plattform, Zeitschrift für Pfahlbau und Heimatkunde E. V. 5/6, 1996/97

Leuzinger, U. (1997b) Die jungsteinzeitlichen Kupferfunde aus dem Kanton Thugau. Archäologie der Schweiz, 20, 2, 51-53.

Leuzinger, U. (2001) Seesicht verbaut. Leben im Pfahlbaudorf Arbon-Bleiche 3 vor 5400 Jahren. Südtiroler Archäologiemuseum

Leuzinger, U. (2000) Die jungsteinzeitliche Seeufersiedlung Arbon Bleiche 3, Befunde. Archäologie im Thurgau 9, Veröffentlichungen des Amtes für Archäologie des Kantons Thurgau. Departement für Erziehung und Kultur des Kantons Thurgau

Leuzinger, U. (2002). Steinartefakte, Holzartefakte, Textilherstellung. In: de Capitani, A., Deschler-Erb, S., Leuzinger, U., Marti-Grädel, E. und Schibler, J. (2002). Die jungsteinzeitliche Seeufersiedlung Arbon Bleiche 3, Funde. Archäologie im Thurgau Band 11, Veröffentlichungen des Amtes für Archäologie des Kantons Thurgau. Departement für Erziehung und Kultur des Kantons Thurgau, 22-134.

Lorenz, R. J. (1992). Grundbegriffe der Biometrie. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, Jena, New York.

Lozàn, J. L. (1992) Angewandte Statistik für Naturwissenschaftler. Verlag Paul Parey, Berlin / Hamburg 1992.

Lüning, J. (2000) Steinzeitliche Bauern in Deutschland Die Landwirtschaft im Neolithikum. Universitätsforschungen zur prähistorischen Archäologie 58. Habelt, Bonn

Machatschek, M. (1999) Nahrhafte Landschaft. Böhlau Verlag Wien, Köln Weimar

Maier, U. (1990) Botanische Untersuchungen in Hornstaad-Hörnle IA, neue Ergebnisse zu Landwirtschaft und Ernährung einer jungsteinzeitlichen Uferrandsiedlung. Ber. RGK 71, 110-135.

Maier, U. (1995) Moorstratigraphische und paläoethnobotanische Untersuchungen in der jungsteinzeitlichen Moorsiedlung Ödenahlen am Federsee. Siedlungsarchäologie im Alpenvorland III. 143-253, Theiss, Stuttgart.

Maier, U. (1996) Morphological studies of free-threshing wheat ears from a Neolithic site in southwest Germany, and the history of the naked wheats. Veget Hist Archaeobot 5, 39-55.

Maier, U. (1998). Der Nacktweizen aus den neolithischen Ufersiedlungen des nördlichen Alpenvorlandes und seine Bedeutung für unser Bild von der Neolithisierung Mitteleuropas. Archäologisches Korrespondezblatt 28, 205-218.

Maier, U. (2001). Archäobotanische Untersuchungen in der neolithischen Ufersiedlung Hornstaad-Hörnle IA am Bodensee. Siedlungsarchäologie im Alpenvorland VI, Forschungen und Berichte zur Vor- und Frühgeschichte in Baden-Württemberg 74, 9-384.

Maier, U. (schriftliche Mitteilung) Liste der gefundenen Pflanzen aus 10 Proben (3400 cm) Hornstaad-Hörnle IB Pfyner Kultur (3586-3507 BC cal. Dendrodat.

Maier, U. (Manuskript) Archäobotanische Untersuchungen von Kulturschichtproben aus der Fundstelle Allensbach-Strandbad, Grabung 2003. Manuskript.

Märkle , T. (2000) Wildpflanzen der Cortaillod moyen-zeitlichen Besiedlung von Concise-sous-Colachoz, Kt Waadt, Schweiz. Magisterarbeit

Marti-Grädel, E. und Deschler-Erb, S., Gerber, Y. Schibler, J. (2002) Schamanismus am Bodensee? Ungewöhnliche Verkohlungsspuren an Tierschulterblättern in der neolithischen Siedlung Arbon-Bleiche 3 am Bodensee und ihre möglichen Ursachen. Archäologisches Korrespondenzblatt 32., 31-49.

Martinez, S. (in prep.) Speisereste: Mikromorphologie. In: Jacomet, S. Leuzigner, U. und Schibler, J. (Hrsg). Die jngsteinzeitliche Seeufersiedlung Arbon Bleiche 3: Umwelt und Wirtschaft. Archäologie im Kanton Thurgau 12.

Maurizio, A. (1927, 1979) Die Geschichte unserer Pflanzennahrung von den Urzeiten bis zur Gegenwart. Paul Parey, Berlin Hamburg.

Mermod, O. (2000). Die endneolithische Seeufersiedlung Sanit-Blaise/Bains des Dames NE. Botanische Untersuchungen zur Vegetation, Landwirtschaft und Ernährung in der Auvernier cordé Kultur (2640-2450 BC). Dissertation: ETH Zürich.

Messikommer, H. (1913) Die Pfahlbauten von Robenhausen. Verlag Art. Institut Orell Füssli, Zürich.

Meyer, K. und Renztel, P. (in prep.) Mikromorphologie. In: Jacomet, S. Leuzigner, U. und Schibler, J. (Hrsg). Die jngsteinzeitliche Seeufersiedlung Arbon Bleiche 3: Umwelt und Wirtschaft. Archäologie im Kanton Thurgau 12.

Miller, N. F. (1988). Ratios in paleoethnobotanical analysis. In (C. A. Hastorf & V. S. Popper, Eds) Current paleoethnobotany. Chicago and London: The University of Chicago Press, pp. 72-85.

de Moulins, D. (1996). Sieving experiment: the controlled recovery of charred plant remains from modern and archaeological samples. Vegetation History and Archaeobotany 5, 153-156.

Moerman, D. E. (1998) Native American Ethnobotany. Timber Press Portland, Oregon.

Neuweiler, E. (1924) Pflanzenreste aus den Pfahlbauten des ehemaligen Wauwilersees. Mitteilungen der Naturforschenden Gesellschaft Luzern, Bd 9 1924, 301-323.

Oberdorfer, E. (1949, 2001) Pflanzensoziologische Exkursionsflora für Deutschland und angrenzende Gebiete. Eugen Ulmer GmbH.

Pahlow, M. (1994) Das grosse Buch der Heilpflanzen; gesund durch die Heilkräfte der Natur. Gräfe und Unzer, München.

Payne, S. (1972). Partial recovery and sample bias: The result of some sieving experiments. In (E. S. Higgs, Ed) Papers in Economic Prehistory. Cambridge: University Press, pp. 49-64.

Pearsall, D. M. (1989). Paleoethnobotany. A Handbook of Procedures. San Diego, California: Academic Press, Inc.

Pétrequin, P., Lobert, G. und Maitre, A. (2002) A propos des outiles de moisson au Néolithique: expérimentation et approche fonctionelle. De l'araire au chariot. Premières tractions animales en Europe occidentale de Néolithique à l'âge du bronze moyen. Table ronde international – Le Franois (Jura), France 12 du 15 juin 2002, 57.

Rast-Eicher, A. (1997) Die Textilien. In Schibler, J. Ökonomie und Ökologie neolithischer und bronzezeitlicher Ufersiedlungen am Zürichsee. Monographien der Kantonsarchäologie Zürich 20. Zürich, Zürich und Egg.

Rigert, E., Stehreberger, Th. Rentzel, Ph. und Joos, M. (2001) Tägerwilen-Hochstross – Dörfer und Gehöfte der Bronze- und Eisenzeit. In: Rigert, E. A7 – Ausfahrt Archäologie Prospektion und Grabungen im Abschnitt Schwaderloh – Landesgrenze. Archäologie im Thurgau 10. Veröffentlichungen des Amtes für Archäologie des Kantons Thurgau, 71-78.

Rösch, M. (1990) Veränderungen von Wirtschaft und Umwelt während Neolithikum und Brozezeit, am Bodensee. Ber. RGK 71, 161-186.

Rösch, M., Ehrmann, O., Herrmann, L., Schulz, E., Bogenrieder, A., Goldammer, J. P., Hall, M., Page, H. und Schier, W. (2002) An experimental approach to Neolithic shifting cultivation. Veget. Hist. Archaeobot 11, 143-154.

Salamini, F., Özkan, H., Brandolini, A., Schäfer-Pregl, R. und Martin, W. (2002) Genetics and Geography of wild cereal domestication in the Near East. Nature Reviews, Genetics 3, 429-441.

Saxer, F. (1965) Geologischer Atlas der Schweiz 1:25'000, Blatt 1075 Rorschach, Erläuterungen. Kommissionsverlag: Kümmerli und Frey AG Geographischer Verlag Bern

Sebald, O., Seybold, S. und Philippi, G. ((1990)1993a; (1990) 1993b; 1992; 1996a; 1996b;.1998) die Farn- und Blütenpflanzen Baden-Würtembergs. Bd 1; 2; 4; 5; 6; 7 Eugen Ulmer, Stuttgart (Hohenheim)

Schibler, J. (1997) Haus- und Wildtiernutzung in den jungsteinzetlichen Feuchtbodensiedlungen des Kantons Thurgau. Archäologie der Schweiz, 20, 2, 57- 61.

Schibler, J. und Jacomet, S. (in prep.) Is it possible to detect the use of animal traction power in archaeozoological and archaeobotanical data in Swiss Neolithic? De l'araire au chariot. Premières tractions animales en Europe occidentale de Néolithique à l'âge du bronze moyen. Table ronde international – Le Franois (Jura), France 12 du 15 juin 2002.

Schlichtherle, H. (1981) Cruciferen als Nutzpflanzen in neolithischen Ufersiedlungen Südwestdeutschlands und der Schweiz. Zeitschrift für Archäologie 15, 113-124.

Schlichtherle, H. (1985). Samen und Früchte Konzentrationensdiagramme pflanzlicher Grossreste aus einer Seeuferstratigraphie. In: Strahm, Ch. und Uepermann, H.-P (hersg.). Quantitative Untersuchungen an einem Profilsockel in Yverdon, Av. des Sports. Freiburg im Breisgau

Schlichtherle, H. (1990). Die Sondagen 1973-1978 in den Ufersiedlungen Hornstaad-Hörnle I. Forschungen und Berichte zur Vor- und Frühgeschichte in Baden-Württemberg 36, 221.

Schlichtherle, H. (1992) Jungsteinzeitliche Erntegeräte am Bodensee. Plattform 1, 24-44.

Schlosser, S., Reichoff, L. und Hanelt, P. (1991) Wildpflanzen Mitteleuropas Nutzung und Schutz, Deutscher Landwirtschaftsverlag Berlin GmbH, Berlin.

Schlumbaum, A., Neuhaus, J-M. und Jacomet, S. (1998). Coexistence of tetraploid and hexaploid naked wheat in a Neolithic lake dwelling of Central Europe: evidence from morphology and ancient DNA. Journal of Archaeological Science 25, 1111-1118.

Schoch, W.H., Pawlik, B., Schweingruber, F.H. (1981). Botanische Makroreste. Atlas zur Bestimmung häufig gefundener und ökologisch wichtiger Pflanzensamen. Verlag Paul Haupt, Bern u. Stuttgart

Schultze-Motel, J. und Gall, W. (1994) Archäologische Kulturpflanzenreste aus Thüringen. Weimarer Monographien zur Ur- und Frühgeschichte 32. Theiss, Stuttgart.

Smith, W. (2001) When method meets theory. The use and misuse of cereal Producer/Consumer models in archaeobotany. In: Umberto A. Environmental Archaeology: Meaning and purpose. Academic Publishers, Dordrecht/Boston/Coridon

Sormaz, T. (in prep.) Dendrochronologie. In: Jacomet, S. Leuzigner, U. und Schibler, J. (Hrsg). Die jngsteinzeitliche Seeufersiedlung Arbon Bleiche 3: Umwelt und Wirtschaft. Archäologie im Kanton Thurgau 12.

Spangenberg, J. (in prep.) Speisereste. Chemie. In: Jacomet, S. Leuzigner, U. und Schibler, J. (Hrsg). Die jngsteinzeitliche Seeufersiedlung Arbon Bleiche 3: Umwelt und Wirtschaft. Archäologie im Kanton Thurgau 12.

Stöckli, W.E. (1995). Geschichte des Neolithikums in der Schweiz, In: Stöckli, W.E., Niffeler, U.und Gross-Klee, E. (Hrsg.), SPM II. Neolithikum. Basel, SGUF, 19-52.

Suter, P.J. und Schibler, J. (1996) Ernährung während der Jungsteinzeit am Bielersee, Modelle und Hypothesen. In: Beier, J.-J. (Hrsg.) Studien zum Siedlungswesen im Jungneolithikum. Beiträge zur Ur- und Frühgschichte Mitteleuropas 10, 23-42. Beier und Beran, Weissbach

van der Veen, M. (1991) Consumption or production? Agriculture in the Cambridge Fens? New light on early farming. In: Renfrew, J. M. (ed.) Edinburgh University Press 1991, 349-361.

van der Veen, M. (1992) Crop Husbandry Regimes. An archaeological study of farming in northern England 1000 BC-AD 500, Sheffield Archaeological Monographs 3 J.R. Collis Publicatins, Department of Archaeology and Prehistory University of Sheffield 1992.

van der Veen , M. (1999) The economic value of chaff and straw in arid and temperate zones. Vegetation History and Archaeobotany 8, 211-224.

van der Veen, M. und Fieller, N. (1982) Sampling seeds. Journal of Archaeological Science 9, 287-298.

Vogt, R. (2001) Bodengesellschaften im Umfeld der neolithischen Ufersiedlungen von Hornstaad-Hörnle am Bodensee mit Diskussion der landbaulichen Nutzungsmöglichkeit zur Zeit des Neolithikums und heute. Siedlungsarchäologie im Alpenvorland VI, Forschungen und Berichte zur Vor- und Frühgeschichte in Baden-Württemberg 74, 405-452.

Wagner, G. E. (1988). Comparability among recovery techniques. In (C. A. Hastorf und V. S. Popper, Eds) Current paleoethnobotany. Chicago and London: The University of Chicago Press, 17-35.

Waterbolk, H. T. und Mook, w. G. (1991) Das absolute Alter der Siedlungen Niederwil und Pfyn. In: In: Waterbolk, H.T. und van Zeist, W. (Hrsg.), Niederwil, eine Siedlung der Pfyner Kultur. Band III: Naturwissenschaftliche Untersuchungen, (Academia Helvetica 1). Bern und Stuttgart: Paul Haupt.

Welten, M. und Sutter, R. (1982) Verbreitungsatlas der Farn- und Blütenpflanzen der Schweiz. Birkhäuserverlag Basel 1982.

Willerding, U. (1986) Zur Geschichte der Unkräuter Mitteleuropas. Karl Wachholtz Verlag, Neumünster.

van Zeist, W. und Boekschoten-van Helsdingen, A. M. (1991) Samen und Früchte aus Niederwil, In: Waterbolk, H.T. und van Zeist, W. (Hrsg.), Niederwil, eine Siedlung der Pfyner Kultur. Band III: Naturwissenschaftliche Untersuchungen, 49-113, (Academia Helvetica 1). Bern und Stuttgart: Paul Haupt.

Zibulski, P. (in prep.) Pfäffikon-Burg (ZH) Leinanbau und noch viel mehr.

Zibulski, P. (in prep.) Knospen und Zweige: Viehfutter? In: Jacomet, S. Leuzigner, U. und Schibler, J. (Hrsg). Die jngsteinzeitliche Seeufersiedlung Arbon Bleiche 3: Umwelt und Wirtschaft. Archäologie im Kanton Thurgau 12.

Zohary, D. und Hopf, M. (2000). Domestication of Plants in the Old World Third Edition. Oxford University Press.

Abbildung 31

												Vorräte Zürich							Vorräte Hornstaad				Horgen	
Wildpflanzen Arbon	Wuchshöhe cm	Ökogruppe	Ackerbegleitpflanzen	Stetigkeit % 73 Proben	Stetigkeit % 33 Proben	Konzentration 73 Proben Stk/l	Konzentration 33 Proben Stk/l	Lebensdauer	Lebensform	ökologische Amplitude	Zeigerpflanzen	Gerste	Nachtweizen	Emmer	Emmer/Gerste	Lein	Lein/Mohn	Leinprobe	Gerste	Nachtweizen	Emmer/Einkorn	Lein	Getreide	Lein/Mohn
Arenaria serpyllifolia agg.	5-20	RU	A	1	0	0.03		1-2-j / RU^{SW}	T,C	WG, TR	W, B					x			x	x	x		x	x
Chenopodium album s. str.	10-100	RU	A	1	0	0.11		1-j / RU	T	U, WS, P			x	x					x	x	x			
Plantago major	10-30	RU	A	*1	0	0		ausd	H	U, WE, P													x	
Sambucus ebulus	50-150	RU	A	*1	0	0		ausd	H	WS, WW, H, P	S	x		x		x								
Trifolium arvense	5-20 (-40)	RU	A	1	0	0.12		1-j / RU^{W}	T	MR, FK, P	SU			x										
Anagallis arvensis	5-30	RU		1	3	0.08	0.19	1-j / RU^{SW}	T		L, N													
Echinochloa crus-galli	30-80	RU		1	3	0	0.01	1-j / RU^{S}	T	U, G, P	N, S													
Nepeta cataria	40-100	RU	A	7	3	0.76	0.87	ausd		WG										x				
Stachys annua	10-25	RU		3	3	0.35	0.39	1-j / RU^{WS}	T	W (St. sylv)														
Valerianella dentata	15-35 (-50)	RU	A	5	3	0.99	0.09	1-j / RU	T	TR			x	x		x			x	x				
Vicia hirsuta	15-50	RU	A	1	3		0.15	1-j / RU^{W}	Tli	WI, WG, H		x	x	x	x				x	x	x			
Arctium tomentosum	50-120	RU		4	6	0.04	0.06	ausd	H	U, WG	L													
Chenopodium polyspermum	10-50	RU	A	5	6	0.57	0.83	1-j / RU^{S}	T	U, WG	FE		x	x					x	x				
Viola tricolor	10-25	RU	A	4	6	0.43	0.57	1-j / RU^{WS}	T	WG							x							
Galeopsis tetrahit	10-50 (-80)	RU	A	15	12	0.05	0.06	1-j / RU^{S}	T	WS	S	x	x	x					x	x	x			x
Stellaria media agg.	5-30	RU	A	10	12	1.96	3.42	1-j / RU^{SW}	T	U, WS, L	S		x			x				x			x	x
Arctium minus s. str.	50-120	RU	A^{K}	14	21	0.16	0.33	ausd	H	U, WG	S												x	
Polygonum aviculare agg.	10-50	RU	A	21	21	1.88	2.37	1-j / RU^{S}	T	WG, P	S			x		x				x				
Verbascum spec.	(30) 50-100 (130)	RU	A	10	21	0.58	1.27	cf ausd	H	WL, U, WG													x	
Polygonum persicaria	10-60	RU	A	19	27	1.99	2.69	1-j / RU^{S}	T	G, U, P				x	x					x			x	x
Sonchus asper	30-80	RU	A^{K}	25	27	3.33	5.11	1-j / RU^{SW}	T			x		x		x		x						
Ranunculus repens	10-30 (-50)	RU	A	41	33	4.87	2.89	ausd	H	U, G, AW, WI, P	L, V	x	x			x	x			x			x	x
Fallopia dumetorum	100-300	RU	A	27	36	1.77	1.25	1-j / RU	Tli	H, WS, U, AW			x	x					x	x				x
Solanum nigrum	10-80	RU	A^{K}	19	36	4.5	9.29	1-j / RU^{S}	T	WG	S					x			x					
Fallopia convolvulus	10-80	RU	A^{K}	30	42	0.76	0.99	1-j / RU^{WS}	Tli	P	S	x	x	x	x	x		x	x	x	x			
Camelina sativa agg.	30-90	RU	A	21	45	2.98	6.58	1-j (mehrj) / RU^{WS}	T, H,T			x	x			x			x cf	x cf		x sp		
Verbena officinalis	20-50	RU	A	56	55	12.96	10.51	1-mehrj / RU^{SW}	H,T	WG, WE,		x	x							x		x	x	
Silene cretica	10-70	RU	A^{K}	77	85	30.63	44.07	1-j / RU				x				x								
Lapsana communis	30-100	RU	A	88	88	24.33	24.51	1-2-mehrj / RU^{SW}	H,T	H, WS, WG		x	x	x	x	x			x	x	x		x	

												Vorräte Zürich							Vorräte Hornstaad				Horgen	
Wildpflanzen Arbon	Wuchshöhe cm	Ökogruppe	Ackerbegleitpflanzen	Stetigkeit % 73 Proben	Stetigkeit % 33 Proben	Konzentration 73 Proben Stk/l	Konzentration 33 Proben Stk/l	Lebensdauer	Lebensform	ökologische Amplitude	Zeigerpflanzen	Gerste	Nachtweizen	Emmer	Emmer/Gerste	Lein	Lein/Mohn	Leinprobe	Gerste	Nachtweizen	Emmer/Einkorn	Lein	Getreide	Lein/Mohn
Brassica rapa	20-40	RU	A^K	90	91	66.4	98.5	1-j / RU^S				x		x		x		x	x	x	x	x		
Origanum vulgare	30-50	SC	A	1	0	0.13		ausd	H,C	MR, WG, P						x				x			x	
Torilis japonica	30-90 (-120)	SC	A	4	6	0.76	1.38	1-2-mehr / RU^{SW}	T,H	WS, WR, WW			x	x										x
Agrimonia eupatoria	30-50 (-100)	SC	A	8	9	0.06	0.08	ausd	H	MR, MW				x					x					
Hypericum perforatum	30-60	SC	A	4	9	0.49	1.08	ausd	H	MW, MR, WI, P	M									x			x	
Silene dioica	30-80	SC	A	4	9	0.67	1.49	ausd	H	W, WI	N												x	
Arctium nemorosum s. str.	100-250	SC	A	8	12	0.04	0.07	ausd	H	WS, WL, WW	NI												x	
Clinopodium vulgare	20-50	SC	A	19	18	1.33	0.92	ausd	H	WG						x								
Eupatorium cannabinum	50-150 (-200)	SC	A^K	11	24	2.65	5.86	ausd	H	U, W	NI, FE				x								x	x
Campanula rapunculoides	30-80	SC	A	16	33	2.47	5.38	ausd	H	W, WR, WG		x	x											
Polygonum minus	15-30	UF4	A	4	3	0.23	0.17	1-j / RU^S	T	U, G, WW (feucht)											x			
Myosoton aquaticum	20-40	UF4	A	40	52	6.92	10.72	ausd	G,H	A, AW, WS, WW, G	N, NA							x		x	x			
Circaea lutetiana	20-50	WD	A	1	3	0	0.01	ausd	G	AW, WL, WW	N, FE									x				
Ajuga reptans	15-30	WD	A	4	6	0.16	0.25	ausd	H	WI	N, FI		x											
Moehringia trinervia	10-30	WD	A	71	61	15.71	15.34	1-mehrj	H,T	WL, WW	NI		x	x		x				x	x			
Campanula glomerata	20-40 (-60)	WI	A	4	3	0.45	0.18	ausd	H	WR, WG, MR														x
Leucanthemum vulgare agg.	20-50 (-80)	WI	A	3	6	0.27	0.61	ausd	H	WR													x	
Prunella vulgaris	10-20 (-30)	WI	A	53	55	8.77	10.44	ausd	H	U, WW, P	FE		x										x	
Cerastium fontanum agg.	10-40	WI	A^K	53	88	15.03	31.11	ausd	C,H	A, W													x	
Arctium alle			A^K		97			ausd															x	

Abbildung 32

Haus	Proben-nummer	Proben-volumen 2mm ml	Proben-volumen 0.5mm ml	Fraktions-volumen 2mm ml	Fraktions-volumen 0.5mm ml	Stichproben-volumen 2mm ml	Stichproben-volumen 0.5mm ml	Anzahl 2mm Stk.	Anzahl 0.5mm Stk.	Konzentra-tion 2mm Stk./l	Konzentra-tion 0.5mm Stk./l
Haus 01	ARB5004	1570	1570	230	100	230	5	322	1183	205.1	15070.1
Haus 01	ARB5111	1500	1500	150	150	150	5	173	479	115.3	9580.0
Haus 01	ARB5112	3700	3700	390	200	390	5	722	897	195.1	9697.3
Haus 01	ARB5115	2300	2300	270	125	270	10	68	501	29.6	2722.8
Haus 03	ARB5129	10000	10000	2200	520	1780	20	699	438	86.4	1138.8
Haus 03	ARB5132	6500	6500	1050	160	1050	10	1256	707	193.2	1740.3
Haus 03	ARB5155	7500	7500	800	350	800	5	1749	713	233.2	6654.7
Haus 03	ARB5175	10000	10000	1200	200	1200	10	1925	665	192.5	1330.0
Haus 03	ARB8563*	3000	3000	560	340	560	20	786	631	262.0	3575.7
Haus 03	ARB8610	3000	3000	200	320	200	10	361	394	120.3	4202.7
Haus 03	ARB8657	3000	3000	300	80	300	10	636	767	212.0	2045.3
Haus 03	ARB8731*	3000	3000	870	180	250	10	988	631	1146.1	3786.0
Haus 04	4108/4146*	2500	2500	600	350	600	10	203	455	81.2	6370.0
Haus 04	ARB4112	1750	1750	100	135	100	5	377	516	215.4	7961.1
Haus 04	ARB4141	3000	3000	330	100	330	5	349	576	116.3	3840.0
Haus 04	ARB4145	1000	1000	120	45	120	5	280	853	280.0	7677.0
Haus 04	ARB4170	2500	2500	165	70	165	5	379	658	151.6	3684.8
Haus 04	ARB5113	1900	1900	330	150	330	10	286	444	150.5	3505.3
Haus 04	ARB5118	2300	2300	200	100	200	5	306	771	133.0	6704.3
Haus 05	4093/4102	3500	3500	500	260	500	5	742	691	336.6	10266.3
Haus 05	ARB4080	1800	1800	230	125	230	15	327	547	181.7	2532.4
Haus 05	ARB4082	1800	1800	150	125	150	15	118	951	65.6	5312.5
Haus 05	ARB4151	1300	1300	200	80	200	5	482	969	370.8	11926.2
Haus 05	ARB4153	3000	3000	350	130	350	5	1379	703	459.7	6092.7
Haus 05	ARB4167	2250	2250	150	140	150	10	318	1095	141.3	10086.2
Haus 05	ARB4171	2000	2000	180	110	180	5	429	487	214.5	5357.0
Haus 05	ARB4599	1800	1800	220	60	220	5	224	474	124.4	3160.0
Haus 14	ARB3783*	10000	1000	3500	60	700	10	456	903	228.0	5418.0
Haus 14	ARB3803*	10000	1000	4000	45	1400	10	582	1062	166.3	4779.0
Haus 14	ARB3835*	10000	1000	7200	60	300	8	585	1272	1404.0	9540.0
Haus 14	ARB3836	10000	1000	2100	35	400	10	509	860	267.2	3010.0

Haus 14	ARB3873*	10000	1000	2700	45	400	10	664	624	448.2	2808.0
Haus 14	ARB3971*	10000	1000	3400	130	700	10	490	1161	238.0	15093.0
Haus 14	ARB4078	2000	2000	350	185	350	5	912	629	456.0	11636.5
Haus 14	ARB4096	700	700	250	90	250	5	648	584	925.7	15017.1
Haus 14	ARB4125*	1000	1000	450	250	450	10	928	512	928.0	12800.0
Haus 14	ARB4132	3000	3000	500	170	500	5	576	535	192.0	6063.3
Haus 15	ARB5140	3000	3000	440	190	440	10	455	726	151.7	4598.0
Haus 15	ARB5141	3200	3200	600	320	600	10	385	558	120.3	5580.0
Haus 15	ARB5165	9500	9500	1200	390	1200	10	1102	566	164.9	2323.6
Haus 15	ARB5166	9000	9000	1500	190	900	5	1250	455	231.5	1921.1
Haus 15	ARB5168	3000	3000	300	150	300	15	635	419	211.7	1396.7
Haus 15	ARB5173	8000	8000	1200	120	1200	5	1184	615	178.0	1845.0
Haus 15	ARB5176	3000	3000	260	75	260	10	926	540	308.7	1350.0
Haus 15	ARB8735*	3000	3000	700	250	300	10	920	567	715.6	4725.0
Haus 15	ARB8815*	3000	3000	640	250	640	10	645	458	215.0	3816.7
Haus 20	ARB3137	1500	1500	100	90	100	5	264	1051	176.0	12612.0
Haus 20	ARB3139	1500	1500	150	110	150	15	110	579	73.3	2830.7
Haus 20	ARB4088	1750	1750	200	135	200	5	548	971	313.1	14981.1
Haus 24	ARB3645*	10000	1000	1500	62	600	10	808	976	202.0	6051.2
Haus 24	ARB3724	10000	1000	3400	50	1400	5	478	767	116.1	7670.0
Haus 24	ARB4084*	10000	1000	1850	55	400	10	2344	905	1084.1	4977.5
Haus 24	ARB4085*	10000	1000	2500	45	250	10	1635	1229	1635.0	5530.5
Haus 24	ARB4095*	10000	1000	1300	35	250	10	1240	1008	644.8	3528.0
Haus 24	ARB4598*	10000	1000	1200	30	250	10	1338	861	642.2	2583.0
Haus 24	ARB4099*	10000	1000	1000	25	250	10	1182	622	472.8	1555.0
Haus 24	ARB4101*	10000	1000	1700	35	250	10	828	743	563.0	2600.5
Gasse	ARB3161*	3000	1300	1000	320	1000	5	1073	611	944.7	30080.0
Gasse	ARB3643*	10000	1000	3000	65	800	10	559	980	209.6	6370.0
Gasse	ARB3955*	10000	1000	2600	95	650	8	626	831	250.4	9868.1
Gasse	ARB4002*	10000	1000	2500	45	900	5	577	593	160.3	5337.0
Gasse	ARB4098*	1500	1500	500	250	250	5	489	426	652.0	14200.0
Gasse	ARB4104*	1650	1650	420	210	420	10	872	714	711.5	9087.3
Gasse	ARB4105*	1700	1700	400	310	250	5	544	469	512.0	17104.7
Gasse	ARB4106*	1500	1500	500	210	250	5	680	477	906.7	13356.0
Gasse	ARB4119*	1400	1400	340	200	340	5	567	436	405.0	12457.1
Gasse	ARB4144	1500	1500	180	60	180	5	231	870	154.0	6960.0
Gasse	ARB4159*	1900	1900	500	300	250	5	450	534	472.6	16863.2

Gasse	ARB4163*	1800	1800	750	360	250	5	505	422	841.7	16880.0
Gasse	ARB4165*	1400	1400	550	450	275	10	671	772	958.6	24814.3
Gasse	ARB5145*	3000	3000	700	450	700	10	765	497	255.0	7455.0
Gasse	ARB8592*	3000	3000	400	470	400	10	775	553	258.3	8663.7
Gasse	ARB8742*	3000	3000	550	400	275	10	707	595	471.3	7933.3
Summe		339970	185270	73125	12577	33585	611	50602	50734	378.8	7425.9

Unvollständig geschlämmte Proben

Haus	Proben-nummer	Proben-volumen 2mm ml	Proben-volumen 0.5mm ml	Fraktions-volumen 2mm ml	Fraktions-volumen 0.5mm ml	Stichproben-volumen 2mm ml	Stichproben-volumen 0.5mm ml	Anzahl 2mm Stk.	Anzahl 0.5mm Stk.	Konzentra-tion 2mm Stk./l	Konzentra-tion 0.5mm Stk./l
Haus 03	ARB5129		10000		2000		10		362		7240.0
Haus 03	ARB5132		6500		1300		10		526		10520.0
Haus 03	ARB5155	7500	7500	2150	2200	260	5	1466	827	1616.4	48517.3
Haus 03	ARB5175		10000		1650		10		685		11302.5
Haus 03	ARB8610	3000	3000	600	340	250	10	1025	482	820.0	5462.7
Haus 04	ARB4112	1750	1750	360	300	260	5	1218	532	963.7	18240.0
Haus 05	ARB4167	2250	2250	700	160	250	5	2016	768	2508.8	10922.7
Haus 14	ARB4078	2000	2000	700	230	250	5	1331	791	1863.4	18193.0
Haus 15	ARB5165		9500		1450		5		553		16881.1
Haus 15	ARB5166		9000		1400		5		476		14808.9
Haus 15	ARB5173		8000		1200		5		724		21720.0
Haus 20	ARB3137	1500	1500	300	225	300	5	1634	785	1089.3	23550.0
Haus 20	ARB3139	1500	1500	650	175	250	10	627	1058	1086.8	12343.3
Haus 20	ARB4088	1750	1750	500	300	250	5	1629	764	1861.7	26194.3

Abbildung 33

				alle 73 Proben				33 angemessen geschlämmte Proben			
cf	Taxa	Rest-Typ	Erhaltung	Stetigkeit	Durchschnitt Stk./l	Anzahl 2mm Stk.	Anzahl 0.5mm Stk.	Stetigkeit angem.. geschl.	Durchschnitt Stk./l	Anzahl 2mm Stk.	Anzahl 0.5mm Stk.
	Cerealia	Drusch	unv	62%	302.26			100.0%	647.8	24	1603
	Cerealia	Drusch	verk	77%	23.60			90.9%	35.3		139
	Cerealia	Korn	angek	5%	0.04			6.1%	0.1	3	
	Cerealia	Korn	unv	1%	0.36			3.0%	0.8		2
	Cerealia	Korn	verk	71%	5.22			60.6%	5.7	61	20
	Cerealia	Perikarp	unv	55%	37.04			78.8%	77.8	34	188
G	Hordeum	SG	unv	1%	0.01			3.0%	0.0		
	Hordeum spec.	Same/Frucht	verk	1%	0.00			0.0%			
	Hordeum vulgare L.	Drusch	verk	8%	0.57			15.2%	1.1	1	6
	Hordeum vulgare L.	Korn	angek	3%	0.02			3.0%	0.0	1	
	Hordeum vulgare L.	Korn	verk	82%	2.18			75.8%	1.6	79	
G	Hordeum vulgare L.	Korn	verk	5%	0.05			9.1%	0.1	7	
	Hordeum vulgare L.	SG	angek	5%	0.17			9.1%	0.2	3	1
	Hordeum vulgare L.	SG	unv	16%	2.49			33.3%	5.5	28	13
G	Hordeum vulgare L.	SG	unv	3%	0.32			6.1%	0.7	1	3
	Hordeum vulgare L.	SG	verk	58%	7.13			69.7%	7.5	51	18
G	Hordeum vulgare L.	SG	verk	3%	0.21			3.0%	0.3		1
	Hordeum vulgare var. nudum	Korn	verk	8%	0.02			3.0%	0.0	1	
A	Hordeum vulgare var. nudum	Korn	verk	1%	0.01			3.0%	0.0	1	
	Hordeum vulgare var. nudum	SG	verk	1%	0.00			0.0%			
	Linum usitatissimum L.	Kapselsegment	unv	99%	498.97			100.0%	1034.2		2738
	Linum usitatissimum L.	Kapselsegment	verk	14%	1.23			27.3%	2.5		10
	Linum usitatissimum L.	Same/Frucht	angek	1%	0.07			0.0%			
	Linum usitatissimum L.	Same/Frucht	unv	99%	409.28			100.0%	733.9		1236
	Linum usitatissimum L.	Same/Frucht	verk	41%	12.93			54.5%	23.1		57
	Linum usitatissimum L. Fragment	Same/Frucht	unv	100%	1125.85			100.0%	1091.1		2766
	Linum usitatissimum L. Fragment	Same/Frucht	verk	1%	0.03			3.0%	0.1		1
	Papaver somniferum L.	Same/Frucht	unv	100%	578.69			100.0%	709.1		1926
	Papaver somniferum L.	Same/Frucht	verk	8%	2.86			18.2%	6.3		10
	Papaver somniferum L. Fragment	Same/Frucht	unv	100%	333.89			100.0%	281.8		1019
G	Pisum sativum L.	Nabel/Hilum	unv	1%	0.06			3.0%	0.1		1
	Pisum sativum L.	Same/Frucht	unv	3%	0.02			6.1%	0.0	2	
	Pisum sativum L.	Same/Frucht	verk	4%	0.04			3.0%	0.0	1	

				alle 73 Proben				33 angemessen geschlämmte Proben			
cf	Taxa	Rest-Typ	Erhaltung	Stetigkeit	Durchschnitt Stk./l	Anzahl 2mm Stk.	Anzahl 0.5mm Stk.	Stetigkeit angem.. geschl.	Durchschnitt Stk./l	Anzahl 2mm Stk.	Anzahl 0.5mm Stk.
	Triticum dicoccum Schübl.	HSB	angek	3%	0.58			6.1%	1.3	6	1
	Triticum dicoccum Schübl.	HSB	unv	52%	96.27			100.0%	210.6	57	444
A	Triticum dicoccum Schübl.	HSB	unv	3%	1.13			6.1%	2.5		10
	Triticum dicoccum Schübl.	HSB	verk	58%	17.16			45.5%	16.6	19	35
A	Triticum dicoccum Schübl.	HSB	verk	3%	0.21			6.1%	0.5		2
A	Triticum dicoccum Schübl.	Korn	angek	1%	0.01			3.0%	0.0	1	
	Triticum dicoccum Schübl.	Korn	verk	8%	0.07			12.1%	0.1	6	
A	Triticum dicoccum Schübl.	Korn	verk	14%	0.08			9.1%	0.1	4	
	Triticum monococcum L.	HSB	unv	23%	6.51			48.5%	14.2	9	70
A	Triticum monococcum L.	HSB	unv	3%	0.15			6.1%	0.3	1	3
	Triticum monococcum L.	HSB	verk	15%	2.11			21.2%	3.9	1	9
A	Triticum monococcum L.	HSB	verk	4%	0.18			9.1%	0.4	2	3
	Triticum monococcum L./dicoccum Schübl.	HSB	unv	48%	40.78			97.0%	88.7	7	256
	Triticum monococcum L./dicoccum Schübl.	HSB	verk	16%	2.03			6.1%	0.9	1	5
	Triticum aestivum L./durum Desf./turgidum L.	Drusch	verk	1%	0.12			3.0%	0.3		2
	Triticum aestivum L./durum Desf./turgidum L.	HS	verk	32%	6.16			45.5%	11.7	2	44
	Triticum aestivum L./durum Desf./turgidum L.	Korn	angek	4%	0.05			9.1%	0.1	3	1
	Triticum aestivum L./durum Desf./turgidum L.	Korn	verk	68%	0.99			66.7%	1.1	65	
A	Triticum aestivum L./durum Desf./turgidum L.	Korn	verk	3%	0.02			6.1%	0.0	2	
	Triticum aestivum L./durum Desf./turgidum L.	RAL	unv	3%	0.61			6.1%	1.3		2
	Triticum aestivum L./durum Desf./turgidum L.	RAL	verk	55%	7.17			66.7%	10.5		41
	Triticum aestivum L./durum Desf./turgidum L.	SG	angek	8%	0.43			12.1%	0.7	2	3
	Triticum aestivum L./durum Desf./turgidum L.	SG	unv	56%	49.07			100.0%	106.7	81	288
	Triticum aestivum L./durum Desf./turgidum L.	SG	verk	63%	11.76			57.6%	9.8	12	30
A	Triticum aestivum L./durum Desf./turgidum L.	SG	verk	1%	0.02			3.0%	0.0	1	
A	Triticum durum Desf./turgidum L.	HS	verk	1%	0.18			3.0%	0.4		1
	Triticum durum Desf./turgidum L.	SG	angek	3%	0.03			6.1%	0.1	6	
	Triticum durum Desf./turgidum L.	SG	verk	53%	10.07			57.6%	14.6	70	45
A	Triticum aesivum L.	SG	verk	3%	0.08			6.1%	0.2	1	1
	Triticum aest. L./dur. Desf./turg. L./dic. Schübl.	Drusch	unv	7%	2.44			15.2%	5.4	2	9
	Triticum aest. L./dur. Desf./turg. L./dic. Schübl.	Drusch	verk	4%	0.49			6.1%	0.9	1	2
	Triticum aest. L./dur. Desf./turg. L./dic. Schübl.	Korn	verk	0%	0.00			0.0%			
	Triticum spec.	Drusch	unv	36%	108.12			72.7%	238.6	42	420
	Triticum spec.	Drusch	verk	60%	19.06			84.8%	34.4	6	87
	Triticum spec.	Korn	angek	1%	0.00			0.0%			

				alle 73 Proben				33 angemessen geschlämmte Proben			
cf	Taxa	Rest-Typ	Erhaltung	Stetigkeit	Durchschnitt Stk./l	Anzahl 2mm Stk.	Anzahl 0.5mm Stk.	Stetigkeit angem.. geschl.	Durchschnitt Stk./l	Anzahl 2mm Stk.	Anzahl 0.5mm Stk.
	Triticum spec.	Korn	verk	29%	0.28			21.2%	0.3	14	

				alle 73 Proben				33 angemessen geschlämmte Proben			
cf	Taxa	Rest-Typ	Erhaltung	Stetigkeit	Durchschnitt Stk./l	Anzahl 2mm Stk.	Anzahl 0.5mm Stk.	Stetigkeit angem.. geschl.	Durchschnitt Stk./l	Anzahl 2mm Stk.	Anzahl 0.5mm Stk.
	Abies alba Miller	Same/Frucht	unv	5%	0.05	4		12%	0.10	4	
G	Acer campestre L.	Flügelfragment	unv	1%	0.02	1		3%	0.04	1	
	Acer campestre L:	Same/Frucht	unv	1%	0.03	2		3%	0.06	2	
	Acer platanoides L.	Flügelfragment	unv	0%	0.00	1*		0%			
	Acer platanoides L.	Same/Frucht	unv	11%	0.10	16		12%	0.17	8	
	Acer pseudoplatanus L.	Same/Frucht	unv	1%	0.01	1		3%	0.03	1	
	Acer L. spec.	Flügelfragment	unv	1%	0.00	1		3%	0.01	1	
	Achillea millefolium L. s.l.	Same/Frucht	unv	0%	0.00	1*		0%			
	Agrimonia eupatoria L.	Same/Frucht	unv	8%	0.06	8		9%	0.08	5	
	Ajuga reptans L.	Same/Frucht	unv	4%	0.16	1	2	6%	0.25	1	1
	Alisma L.	Same/Frucht	unv	0%	0.00		3*	0%			
	Alnus Miller	Kätzchen	unv	5%	0.04	1		9%	0.06	4	
	Alnus Miller	Same/Frucht	unv	45%	8.28	126	42	64%	15.10	121	22
G	Alnus Miller	Same/Frucht	unv	1%	0.06		1	0%			
	Alnus Miller	Zapfenteil	unv	38%	0.83	263		39%	0.66	34	
	Anagallis arvensis L.	Same/Frucht	unv	1%	0.08		1	3%	0.19		1
	Anthriscus nitida (Wahlenb)/sylvestris (L.) Hoffm.	Same/Frucht	unv	0%	0.00	1*		0%			
	Apiaceae	Same/Frucht	unv	3%	0.47	1	1	6%	1.03	1	1
	Apium graveolens L.	Same/Frucht	unv	1%	0.10		1	3%	0.23		1
	Arctium L.	Same/Frucht	unv	51%	0.71	62	1	64%	0.92	41	
	Arctium minus (Hill) Bernh.	Same/Frucht	unv	14%	0.16	16		21%	0.33	12	
	Arctium nemorosum Lejeune	Same/Frucht	unv	8%	0.04	6		12%	0.07	4	
	Arctium tomentosum Miller	Same/Frucht	unv	4%	0.04	4		6%	0.06	3	
	Arenaria serpyllifolia L. s.l.	Same/Frucht	unv	1%	0.03		1	0%			
F	Asteraceae	Hüllblatt	unv	1%	0.04	5		3%	0.09	5	
	Asteraceae	Same/Frucht	unv	0%	0.00		2*	0%			

				alle 73 Proben				33 angemessen geschlämmte Proben			
cf	Taxa	Rest-Typ	Erhaltung	Stetigkeit	Durchschnitt Stk./l	Anzahl 2mm Stk.	Anzahl 0.5mm Stk.	Stetigkeit angem.. geschl.	Durchschnitt Stk./l	Anzahl 2mm Stk.	Anzahl 0.5mm Stk.
	Atriplex L. spec.	Same/Frucht	unv	1%	0.08		1	3%	0.18		1
G	Betonica officinalis L.	Same/Frucht	unv	4%	0.02	4		9%	0.04	4	
	Betula L.	Kätzchen	unv	1%	0.01	1		3%	0.01	1	
	Betula L.	Kätzchen	verk	1%	0.01	2		0%			
	Betula L.	Same/Frucht	unv	75%	26.40	4	184	97%	45.87	4	124
	Brassica L:	Same/Frucht	verk	1%	0.06		1	3%	0.14		1
	Brassica rapa L.	Same/Frucht	unv	90%	65.21	6	413	91%	95.95	5	225
G	Brassica rapa L.	Same/Frucht	verk	1%	0.18		1	3%	0.40		1
	Brassica rapa L.	Same/Frucht	verk	5%	1.15		5	12%	2.55		5
	Brassicaceae	Same/Frucht	unv	1%	0.08		1	3%	0.18		1
	Bromus L.	Same/Frucht	unv	1%	0.01	1		3%	0.01	1	
	Bunium bulbocastanum L.	Same/Frucht	unv	1%	0.01	1		3%	0.02	1	
	Camelina sativa L.	Same/Frucht	unv	21%	2.98	1	19	45%	6.58	1	19
G	Camelina Crantz	Same/Frucht	unv	1%	0.19		1	3%	0.42		1
	Campanula glomerata-Typ	Same/Frucht	unv	4%	0.45		3	3%	0.18		1
	Campanula rapunculoides L.-Typ	Same/Frucht	unv	16%	2.47		15	33%	5.38		14
	Carex L:	Same/Frucht	unv	0%	0.00	3*		0%			
	Carex elata All./gracilis Curtis	Same/Frucht	unv	1%	0.03		1	0%			
	Carex spec. bicarpellat	Same/Frucht	unv	10%	0.50		7	12%	0.63		4
	Carex spec. tricarpellat	Same/Frucht	unv	21%	1.60	2	21	24%	2.13	2	11
	Caryophyllaceae	Same/Frucht	unv	16%	1.42		19	24%	2.49		13
	Caryophyllaceae	Same/Frucht	verk	1%	0.06		1	3%	0.14		1
	Cerastium fontanum Baumg.-Typ	Same/Frucht	unv	53%	15.03	1	94	88%	31.11		82
	Chara	Oogonien	unv	11%	16.16	1	185	18%	31.51		171
	Chara mit Kalk	Oogonien	unv	11%	12.51		55	15%	26.65		50
	Chara ohne Kalk	Oogonien	unv	8%	1.13		11	9%	2.11		7
	Chenopodium album L.	Same/Frucht	unv	1%	0.11		1	0%			
	Chenopodium album L./opulifolium Schrader	Same/Frucht	unv	5%	0.45		4	9%	0.65		3
	Chenopodium polyspermum L.	Same/Frucht	unv	5%	0.57		4	6%	0.83		2
A	Chenopodium polyspermum L.	Same/Frucht	unv	1%	0.06		1	0%			
	Circaea lutetiana L.	Same/Frucht	unv	1%	0.00	1		3%	0.01	1	
	Clematis vitalba L.	Same/Frucht	unv	5%	0.05	3	1	6%	0.04	2	
	Clinopodium vulgare L.	Same/Frucht	unv	19%	1.33	1	19	18%	0.92	1	6
	Cornus mas L. Perle	Same/Frucht	unv	1%	0.00	1		0%			
	Cornus sanguinea L:	Same/Frucht	unv	26%	0.25	36		39%	0.43	27	

				alle 73 Proben				33 angemessen geschlämmte Proben			
cf	Taxa	Rest-Typ	Erhaltung	Stetigkeit	Durchschnitt Stk./l	Anzahl 2mm Stk.	Anzahl 0.5mm Stk.	Stetigkeit angem.. geschl.	Durchschnitt Stk./l	Anzahl 2mm Stk.	Anzahl 0.5mm Stk.
	Corrigiola litoralis L.	Same/Frucht	unv	3%	0.91		3	3%	1.91		2
	Corylus avellana L.	Nuss unreif	unv	22%	0.13	23		21%	0.18	8	
	Corylus avellana L.	Schale	unv	100%	172.41	24860		100%	205.99	9605	
	Corylus avellana L.	Schale	verk	42%	1.21	223		30%	0.76	35	
	Crataegus L.	Same/Frucht	unv	1%	0.03	1		3%	0.07	1	
	Crataegus monogyna JACQ.	Same/Frucht	unv	15%	0.26	14	1	9%	0.43	2	1
	Cyperaceae	Same/Frucht	unv	12%	1.50	1	11	6%	0.39	1	1
	Echinochloa crus-galli P.B.	Same/Frucht	unv	1%	0.00	1		3%	0.01	1	
	Eleocharis palustris (L.) R.et S. s.l.	Same/Frucht	unv	3%	0.72			6%	1.58		2
	Epilobium L.	Same/Frucht	unv	0%	0.00	2*	2	0%			
	Eupatorium cannabinum L.	Same/Frucht	unv	11%	2.65		10	24%	5.86		10
G	Eupatorium cannabinum L.	Same/Frucht	unv	0%	0.00		1*	0%			
G	Euphorbia helioscopa L.	Same/Frucht	unv	1%	0.16		1	0%			
	Fabaceae	Same/Frucht	unv	0%	0.00	1*		0%			
	Fabaceae	Same/Frucht	verk	4%	0.02	3		6%	0.04	2	
	Fagus sylvatica L.	Cupula	unv	4%	0.02	5		3%	0.03	2	
	Fagus sylvatica L.	Perikarp	unv	78%	5.20	961		82%	7.10	297	
	Fallopia ADANSON (Bilderdykia DUM.)	Same/Frucht	unv	1%	0.01	1		3%	0.02	1	
	Fallopia convolv/Polygonum avic	Same/Frucht	unv	1%	0.19		1	3%	0.42		1
	Fallopia convolvulus (L.) A. Löve	Same/Frucht	unv	30%	0.76	22	9	42%	0.99	13	5
	Fallopia dumetorum (L.) Holub	Same/Frucht	unv	27%	1.77	29	10	36%	1.25	28	1
	Fragaria vesca L.	Same/Frucht	unv	100%	2028.61	11	14895	100%	1874.50	9	5462
	Fragaria vesca L.	Same/Frucht	verk	5%	0.59		5	9%	1.14		4
G	Galeopsis tetrahit L.-Typ s.l.	Same/Frucht	unv	0%	0.00		1*	0%			
	Galeopsis tetrahit L.-Typ s.l.	Same/Frucht	unv	15%	0.05	11		12%	0.06	4	
	Geum urbanum L.	Same/Frucht	unv	1%	0.01	1		3%	0.02	1	
	Humulus lupulus L.	Same/Frucht	unv	0%	0.00		1*	0%			
	Hypericum perforatum L.	Same/Frucht	unv	4%	0.49	1	2	9%	1.08	1	2
A	Hypericum perforatum L.	Same/Frucht	unv	1%	0.06		1	3%	0.14		1
	Ilex aquifolium L.	Same/Frucht	unv	1%	0.00	1		3%	0.01	1	
	Indeterminata		unv	96%	52.56	44	455	100%	79.30	35	277
	Indeterminata		verk	59%	15.37	21	157	76%	26.04	14	110
	Juncus L.	Same/Frucht	unv	0%	0.00		1*	0%			
	Lamiaceae	Same/Frucht	unv	8%	0.97	2	5	12%	1.32	2	2
	Lamiaceae	Same/Frucht	verk	0%	0.00		1*	0%			

				alle 73 Proben				33 angemessen geschlämmte Proben			
cf	Taxa	Rest-Typ	Erhaltung	Stetigkeit	Durchschnitt Stk./l	Anzahl 2mm Stk.	Anzahl 0.5mm Stk.	Stetigkeit angem.. geschl.	Durchschnitt Stk./l	Anzahl 2mm Stk.	Anzahl 0.5mm Stk.
	Lapsana communis L.	Same/Frucht	unv	88%	24.33	14	187	88%	24.51	14	59
	Lathyrus L./Vicia L.	Same/Frucht	verk	1%	0.04	1	1	0%			
G	Lathyrus hirsutus L.	Same/Frucht	unv	1%	0.00	1		3%	0.01	1	
	Leucanthemum vulgare Lam. s.l.	Same/Frucht	unv	3%	0.27		2	6%	0.61		2
G	Leucanthemum vulgare Lam. s.l.	Same/Frucht	unv	0%	0.00		1*	0%			
	Linaria vulgaris Miller	Same/Frucht	unv	1%	0.03		1	3%	0.08		1
	Luzula DC.	Same/Frucht	unv	1%	0.25	1*	1	0%			
	Lycopus europaeus L.	Same/Frucht	unv	55%	7.57		62	64%	10.11		33
	Malus sylvestris Miller	Fruchtteil	unv	26%	0.21	36		15%	0.22	9	
	Malus sylvestris Miller	Perikarp	unv	99%	73.24	7654		100%	148.44	6405	
	Malus sylvestris Miller	Same	verk	1%	0.01	1		3%	0.01	1	
A	Malus sylvestris Miller	Same	verk	1%	0.01	1		3%	0.02	1	
	Malus sylvestris Miller	Same/Frucht	unv	100%	71.54	9124		100%	119.62	5267	
	Malus sylvestris Miller	Stiel	unv	77%	2.79	327		88%	5.09	207	
	Mentha arvensis L./aquatica L.	Same/Frucht	unv	11%	0.93	1*	9	6%	0.55		2
	Mentha/Origanum	Same/Frucht	unv	1%	0.03		1	0%			
	Mercurialis perennis L.	Same/Frucht	unv	1%	0.04	2		3%	0.08	2	
	Moehringia trinervia L. Clairv.	Same/Frucht	unv	71%	15.71	1	121	61%	15.34		43
	Myosoton aquaticum(L.) Moench	Same/Frucht	unv	40%	6.92	1	54	52%	10.72	1	38
G	Myosoton aquaticum(L.) Moench	Same/Frucht	unv	0%	0.00	1*	2*	0%		7	
	Najas marina L./intermedia Wolfg. ex Gorski	Same/Frucht	unv	8%	1.18	7	2	18%	2.60		2
	Nasturtium officinale R.Br.	Same/Frucht	unv	1%	0.34		1	3%	0.76		1
	Nepeta cataria L.	Same/Frucht	unv	7%	0.76		6	3%	0.87		1
	Nuphar lutea (L.) Sm	Same/Frucht	unv	3%	0.01	2		0%			
F	Oenotheraceae (Onagraceae)	Same/Frucht	unv	1%	0.08		1	3%	0.18		1
	Origanum vulgare L.	Same/Frucht	unv	1%	0.13		1	0%			
G	Origanum vulgare L.	Same/Frucht	unv	0%	0.00		1*	0%			
	Oxalis acetosella L.	Same/Frucht	unv	0%	0.00	1*		0%			
	Phragmites australis (Cav.)Trin.	Same/Frucht	unv	1%	0.21		1	0%			1
	Physalis alkekengi L.	Same/Frucht	unv	92%	46.28	57	430	85%	26.03	56	
	Physalis alkekengi L.	Same/Frucht	verk	3%	0.47		7	0%			
	Physalis/Solanum	Same/Frucht	unv	1%	0.13		2	0%			
	Picea abies (L.) H. Karsten	Flügelfragment	unv	1%	0.00	1		3%	0.01	1	
	Pinaceae	Zapfenschuppe	unv	5%	0.02	4		0%			
	Pinus cembra L.	Same/Frucht	unv	1%	0.01	1		3%	0.03	1	

				alle 73 Proben				33 angemessen geschlämmte Proben			
cf	Taxa	Rest-Typ	Erhaltung	Stetigkeit	Durchschnitt Stk./l	Anzahl 2mm Stk.	Anzahl 0.5mm Stk.	Stetigkeit angem.. geschl.	Durchschnitt Stk./l	Anzahl 2mm Stk.	Anzahl 0.5mm Stk.
	Plantago major L.	Same/Frucht	unv	0%	0.00		2*	0%			
	Poa L.	Same/Frucht	unv	1%	0.06		1	3%	0.14		1
	Poa L.	Same/Frucht	verk	3%	0.21		2	0%			
	Poa nemoralis L.	Same/Frucht	unv	7%	0.66	1*	5	15%	1.46		5
	Poa pratensis L./trivialis L.	Same/Frucht	unv	4%	0.88	1*	4	3%	0.97		1
	Poaceae	Same/Frucht	unv	8%	0.56	4*	7	9%	0.73		3
	Poaceae	Same/Frucht	verk	1%	0.04		1	0%			
	Polygonaceae	Same/Frucht	unv	22%	2.11		26	9%	0.80		4
	Polygonum L.	Same/Frucht	unv	25%	3.74	1	28	39%	6.61	1	22
	Polygonum L.	Same/Frucht	verk	1%	0.07		1	0%			
	Polygonum amphibium L.	Same/Frucht	unv	0%	0.00	1*		0%			
	Polygonum amphibium/minus	Same/Frucht	unv	1%	0.06		1	0%			
	Polygonum aviculare L.	Same/Frucht	unv	21%	1.88	5	19	21%	2.37	5	11
A	Polygonum aviculare L.	Same/Frucht	unv	1%	0.01	1		3%	0.01	1	
	Polygonum hydropiper L.	Same/Frucht	unv	0%	0.72	5	1	15%	1.60	5	1
	Polygonum lapathifolium L.	Same/Frucht	unv	4%	0.18	1	2	6%	0.14	1	1
A	Polygonum lapathifolium L.	Same/Frucht	unv	1%	0.03		1	3%	0.08		1
	Polygonum lapathif/persicaria L.	Same/Frucht	unv	3%	0.04	3	5	6%	0.09	3	
	Polygonum minus Hudson	Same/Frucht	unv	4%	0.23		3	3%	0.17		1
	Polygonum mite Schrank	Same/Frucht	unv	4%	0.68		3	6%	1.06		2
	Polygonum mite/minus	Same/Frucht	unv	1%	0.08		1	3%	0.19		1
	Polygonum persicaria L.	Same/Frucht	unv	19%	1.99	2	12	27%	2.69	2	
A	Polygonum persicaria L.	Same/Frucht	unv	0%	0.00	1*		0%			7
	Potamogeton L.	Same/Frucht	unv	8%	0.39	6	3	12%	0.23	6	1
	Potentilla L.	Same/Frucht	unv	5%	0.76	1*	4	9%	1.52		3
	Prunella vulgaris L.	Same/Frucht	unv	53%	8.74	7	87	55%	10.44	6	41
	Prunella vulgaris L:	Same/Frucht	verk	1%	0.03		1	0%			
	Prunus L.	Same/Frucht	unv	1%	0.11		1	3%	0.25		1
G	Prunus L.	Same/Frucht	unv	0%	0.00	2*		0%			
A	Prunus avium L.	Same/Frucht	unv	0%	0.00	1*		0%			
	Prunus avium Perle	Same/Frucht	unv	1%	0.01	1		3%	0.03	1	
	Prunus mahaleb L.	Same/Frucht	unv	19%	0.40	30	3	18%	0.50	9	1
	Prunus mahaleb Perle	Same/Frucht	unv	7%	0.05	5		12%	0.09	4	
	Prunus padus L.	Same/Frucht	unv	12%	0.16	17		18%	0.26	10	
	Prunus spinosa L.	Same/Frucht	unv	70%	1.81	237		76%	2.34	87	

				alle 73 Proben				33 angemessen geschlämmte Proben			
cf	Taxa	Rest-Typ	Erhaltung	Stetigkeit	Durchschnitt Stk./l	Anzahl 2mm Stk.	Anzahl 0.5mm Stk.	Stetigkeit angem.. geschl.	Durchschnitt Stk./l	Anzahl 2mm Stk.	Anzahl 0.5mm Stk.
	Prunus spinosa Perle	Same/Frucht	unv	14%	0.23	9	1	9%	0.08	3	
	Quercus L.	Cupula	unv	11%	0.08	12		15%	0.14	8	
	Quercus L.	Perikarp	unv	85%	7.77	1473		88%	10.88	557	
	Quercus L.	Perikarp	verk	1%	0.01	1		3%	0.02	1	
	Quercus L.	Same/Frucht	verk	1%	0.01	1		3%	0.02	1	
	Ranunculus aquatilis L.	Same/Frucht	unv	7%	0.43		5	9%	0.56		3
G	Ranunculus flammula L.	Same/Frucht	unv	1%	0.08		1	3%	0.18		1
	Ranunculus repens L.-Typ	Same/Frucht	unv	41%	4.87	14	43	33%	2.89	13	11
	Ranunculus sceleratus L.	Same/Frucht	unv	10%	1.04		7	9%	1.76		3
	Rorippa amphibia L. Besser	Same/Frucht	unv	1%	0.11		1	3%	0.25		1
	Rorippa islandica (oeder) Borbas	Same/Frucht	unv	1%	0.17		1	3%	0.39		1
	Rosa L. spec.	Same/Frucht	unv	67%	3.61	260	13	73%	4.58	155	3
	Rubus L.	Brei/Fruchtfleisch	verk	1%	0.01	2		3%	0.03	2	
	Rubus L:	Same/Frucht	unv	1%	0.00	1		0%			
	Rubus caesius L.	Same/Frucht	unv	67%	30.31	104	152	73%	25.92	97	36
	Rubus fruticosus L.	Same/Frucht	unv	100%	328.35	2096	1839	100%	296.74	1694	423
	Rubus fruticosus L.	Same/Frucht	verk	3%	0.23		2	0%			
	Rubus idaeus L.	Same/Frucht	angek	1%	0.06		1	0%			
	Rubus idaeus L.	Same/Frucht	unv	100%	823.13	537	5471	100%	814.33	535	2011
	Rubus idaeus L.	Same/Frucht	verk	27%	4.81	3	34	12%	5.67	3	6
	Rubus idaeus/fruticosus	Same/Frucht	unv	90%	48.03	22	310	88%	53.56	21	93
	Rubus idaeus/fruticosus	Same/Frucht	verk	7%	0.69		12	12%	1.23		8
	Rumex L.	Same/Frucht	unv	26%	3.72	3*	28	21%	3.21		9
	Rumex L.	Same/Frucht	vk	1%	0.09		1	0%			
	Rumex conglomeratus Murray-Typ	Same/Frucht	unv	4%	0.50	19*	3	6%	0.97		2
	Rumex crispus L.	Same/Frucht	unv	3%	0.02	2		6%	0.05	2	
	Sagittaria sagittifolia L.	Same/Frucht	unv	1%	0.00	1		3%	0.01	1	
	Salvia glutinosa L.	Same/Frucht	unv	16%	1.00	16	5	21%	1.65	13	3
	Sambucus L.	Same/Frucht	unv	22%	2.60		25	21%	3.49		13
	Sambucus L.	Same/Frucht	verk	1%	0.07		1	0%			
	Sambucus ebulus L.	Same/Frucht	unv	0%	0.00	1*		0%			
	Sambucus nigra L./racemosa L.	Same/Frucht	unv	25%	2.20	15	16	30%	1.34	15	2
	Sanicula europaea L.	Same/Frucht	unv	1%	0.21		1	3%	0.47		1
	Schoenoplectus lacustris (L.) Palla	Same/Frucht	unv	27%	2.31	11	15	27%	3.32	11	4
G	Schoenoplectus lacustris (L.) Palla	Same/Frucht	unv	1%	0.03		1	0%			

				alle 73 Proben				33 angemessen geschlämmte Proben			
cf	Taxa	Rest-Typ	Erhaltung	Stetigkeit	Durchschnitt Stk./l	Anzahl 2mm Stk.	Anzahl 0.5mm Stk.	Stetigkeit angem.. geschl.	Durchschnitt Stk./l	Anzahl 2mm Stk.	Anzahl 0.5mm Stk.
	Silene L.	Same/Frucht	unv	18%	2.79	3	14	15%	3.03		
	Silene L.	Same/Frucht	verk	1%	0.05		1	0%			
	Silene alba Miller-Typ	Same/Frucht	unv	40%	5.43	1	41	42%	4.86	1	14
	Silene cretica L.	Same/Frucht	unv	77%	30.21	3	210	85%	44.07	3	126
	Silene cretica L.	Same/Frucht	verk	1%	0.42		2	0%			
	Silene dioica (l.)Clairv.	Same/Frucht	unv	4%	0.67		5	9%	1.49		5
	Solanum L.	Same/Frucht	unv	18%	2.48		19	30%	4.74		15
A	Solanum dulcamara L.	Same/Frucht	unv	1%	0.11		1	3%	0.25		1
G	Solanum dulcamara L:	Same/Frucht	unv	0%	0.00		1*	0%			
	Solanum dulcamara L.	Same/Frucht	unv	10%	0.32	4	3	21%	0.70	4	3
	Solanum nigrum L.	Same/Frucht	unv	19%	4.50	3*	19	36%	9.29		17
	Sonchus asper L. Hill	Same/Frucht	unv	25%	3.33	1	21	27%	5.11		13
G	Sparganium L.	Same/Frucht	unv	1%	0.00	1		3%	0.01	1	
	Stachys L.	Same/Frucht	unv	0%	0.00	1*		0%			
	Stachys annua (L.)L- Typ	Same/Frucht	unv	3%	0.35		2	3%	0.39		1
	Stellaria L	Same/Frucht	unv	1%	0.06		1	0%			
G	Stellaria L	Same/Frucht	unv	0%	0.00	1*		0%			5
	Stellaria media L. (Vill.)	Same/Frucht	unv	10%	1.96	8*	8	12%	3.42		
	Tanacetum vulgare L.	Same/Frucht	unv	3%	0.21		2	6%	0.46		2
	Thalictrum flavum L./morisonii C. C. Gmelin	Same/Frucht	unv	1%	0.16		1	3%	0.36		1
	Tilia L.	Same/Frucht	unv	1%	0.22		2	0%			
G	Tilia L.	Same/Frucht	unv	1%	0.04		1	0%			
	Tilia platyphyllos Scop.	Fruchtfragment	unv	32%	0.40	60		33%	0.52	22	
	Tilia platyphyllos Scop.	Same/Frucht	unv	30%	0.18	24		24%	0.18	8	
	Torilis japonica (Houttuyn) DC.	Same/Frucht	unv	4%	0.76	2*	3	6%	1.38		2
G	Trifolium L.	Same/Frucht	unv	1%	0.21		1	0%			1
	Trifolium arvense L. -Typ	Same/Frucht	verk	1%	0.12		1	0%			
	Trifolium spec. L.	Same/Frucht	verk	3%	0.52		2	3%	0.76		
	Urtica dioica L.	Same/Frucht	unv	33%	4.30		35	36%	5.32		16
	Valerianella dentata (L.) Pollich	Same/Frucht	unv	5%	0.99		5	3%	0.09		1
	Verbascum L.	Same/Frucht	unv	10%	0.58		7	21%	1.27		7
	Verbena officinalis L.	Same/Frucht	unv	56%	12.96		185	55%	10.51		54
	Veronica alpina L.	Same/Frucht	unv	1%	0.03		1	3%	0.08		1
	Viburnum lantana L.	Same/Frucht	unv	32%	0.29	44		39%	0.45	25	
	Viburnum opulus L.	Same/Frucht	unv	30%	0.28	30		39%	0.49	18	

				alle 73 Proben				33 angemessen geschlämmte Proben			
cf	Taxa	Rest-Typ	Erhaltung	Stetigkeit	Durchschnitt Stk./l	Anzahl 2mm Stk.	Anzahl 0.5mm Stk.	Stetigkeit angem.. geschl.	Durchschnitt Stk./l	Anzahl 2mm Stk.	Anzahl 0.5mm Stk.
	Vicia hirsuta (L.) S:F. Gray	Same/Frucht	verk	1%	0.07		2	3%	0.15		2
	Viola L.	Same/Frucht	unv	0%	0.00	1*		0%			
	Viola reichenbachiana Jordan ex Boreau - Typ	Same/Frucht	unv	10%	0.77	1	2	6%	0.12	1	1
	Viola tricolor L.-Typ	Same/Frucht	unv	4%	0.43		3	6%	0.57		2
	Viscum album L.	Beere	unv	49%	0.90	236		64%	1.18	68	
	Viscum album L.	Knospe	unv	4%	0.31		3	6%	0.60		2
	Viscum album L.	Same/Frucht	unv	5%	0.46		4	9%	0.89		3
	Zannichellia palustris L.	Same/Frucht	unv	8%	0.82		6	6%	0.45		2
	Summe						7804.60		9669.36	26480	23445

Abbildung 34

Taxa	Ökogruppe	Stetigkeit % 73 Proben	Stetigkeit % 33 Proben	Konzentration 73 Proben Stk/l	Konzentration 33 Proben Stk/l	Lebensdauer	ökologische Amplitude	Zeigerpflanzen	Nahrung	Heilpflanzen, Gewürze	technische Verwendung
Apium graveolens	(KP)			0.1	0.2						
Atriplex spec.	RU	1	3	0.1	0.2		U, G		KR		
Echinochloa crus-galli	RU^{S}	1	3	0	0.01	1-j	U, G, P	N, S	SA		
Linaria vulgaris	RU	1	3	0.03	0.08	ausd	WS, P	ST		KR	
Arenaria serpyllifolia	RU^{SW}	1	0	0.03		1-2-j	WG, TR	W, B	BL, ST, WU		
Brassica rapa	RU	90	91	66.4	98.5	1-j			SA, WU, KR		
Chenopodium album	RU	1	0	0.11		1-j	U, WS, P		BL, FR		F
Chenopodium album/opulifolium	RU^{S}	5	9	0.45	0.65	1-j					
Chenopodium polyspermum	RU^{S}	5	6	0.57	0.83	1-j	U, WG	FE	BL, ST, WU		
Galeopsis tetrahit	RU^{S}	15	12	0.05	0.06	1-j	WS	S	SA	X	
Mentha arvensis/aquatica	RU	11	6	0.93	0.55	ausd	U, (Bach), P			BL	
Polygonum aviculare	RU^{S}	21	21	1.88	2.37	1-j	WG, P	S	ST, BL	KR	F
Polygonum persicaria	RU^{S}	19	27	1.99	2.69	1-j	G, U, P		SA	X	F
Solanum nigrum	RU^{S}	19	36	4.5	9.29	1-j	WG	S	KR, FR	KR	F
Sonchus asper	RU^{SW}	25	27	3.33	5.11	1-j			BL, ST, TR, WU		
Stellaria media	RU^{SW}	10	12	1.96	3.42	1-j	U, WS, L	S	KR, WU	KR	
Verbena officinalis	RU^{SW}	56	55	12.96	10.51	2-mehrj	WG, WE,		KR	KR	
Arctium minus	RU	14	21	0.16	0.33	2-j	U, WG	S	BL, WU, ST, SA	WU, BL, FR	
Arctium tomentosum	RU	4	6	0.04	0.06	1-j	U, WG	L			
Fallopia dumetorum	RU	27	36	1.77	1.25	1-j	H, WS, U, AW		SA		
Lapsana communis	RU^{SW}	88	88	24.33	24.51	1-2-mehrj	H, WS, WG		BL, ST, WU	X	
Nepeta cataria	RU	7	3	0.76	0.87	ausd	WG			X	
Plantago major	RU	*1	0	0		ausd	U, WE, P		BL, ST, WU	BL	
Ranunculus repens	RU	41	33	4.87	2.89	ausd	U, G, AW, WI, P	L, V	BL		
Rumex conglomeratus	RU	4	6	0.5	0.97	ausd	U, W, WS	S, VN, V			
Rumex crispus	RU	3	6	0.02	0.05	ausd	U, G, WI, WE, P	V, S	BL	WU	
Sambucus ebulus	RU	*1	0	0			WS, WW, H, P	S	FR	KR, SA, WU	F
Silene alba	RU	40	42	5.43	4.89	1-2, mehrj	WG				
Tanacetum vulgare	RU	3	6	0.21	0.46	ausd	U, WG		KR, BT	SA (Wurmmittel)	
Urtica dioica	RU	33	36	4.3	5.32	ausd	AW, WR, U, P	S, FE	BL, ST	KR, SA, WU	FA, F
Verbascum spec.	RU	10	21	0.58	1.27		WL, U, WG			BL	
Anagallis arvensis	RU^{SW}	1	3	0.08	0.19	1-j		L, N		KR	
Bunium bulbocastanum	RU	1	3	0.01	0.02	ausd	WG, TR	T	KN, BL, FR	KN	
Camelina sativa	RU^{WS}	21	45	2.98	6.58	1-j (mehrj)			SA		
Fallopia convolvulus	RU^{WS}	30	42	0.76	0.99	1-j	P	S	SA		F

Taxa	Ökogruppe	Stetigkeit % 73 Proben	Stetigkeit % 33 Proben	Konzentration 73 Proben Stk/l	Konzentration 33 Proben Stk/l	Lebensdauer	ökologische Amplitude	Zeigerpflanzen	Nahrung	Heilpflanzen, Gewürze	technische Verwendung
Silene cretica	RU	77	85	30.63	44.07	1-j					
Stachys annua	RU^{WS}	3	3	0.35	0.39	1-j	W (St. sylv)				
Trifolium arvense	RU^{W}	1	0	0.12		1-j	MR, FK, P	SU		KR	
Valerianella dentata	RU	5	3	0.99	0.09	1-j	TR		BL		
Vicia hirsuta	RU^{W}	1	3		0.15	1-j	WI, WG, H		SA		
Viola tricolor	RU^{WS}	4	6	0.43	0.57	1-mehrj	WG			KR, (WU)	
Arctium alle			97								
Rumex spec.			33	3.81	3.21						
Achillea millefolium	WI	*1	0	0		ausd	A, W, WE, P	N	BL	BL, BT, KR,	
Campanula glomerata	WI	4	3	0.45	0.18	ausd	WR, WG, MR		BL, ST, WU		
Cerastium fontanum	WI	53	88	15.03	31.11	ausd	A, W				
Leucanthemum vulgare	WI	3	6	0.27	0.61	ausd	WR		BL	Tee	
Poa pratensis/trivialis	WI	4	3	0.88	0.97	ausd	W, WG, WE, P				FA
Prunella vulgaris	WI	53	55	8.77	10.44	ausd	U, WW, P	FE	BL, ST, WU	KR	
Trifolium spec.	WI	3	3	0.52	0.76						
Veronica alpina	*WI*	1	3	0.03	0.08	ausd	subalp				
Anthriscus nitida/sylvestris		*1	0	0		2-j-ausd	W(A. nitida)				
Abies alba	WD	5	12	0.05	0.1					NA, HA, ZA	HO, F
Acer campestre	WD	1	3	0.03	0.06		AW, H		BL, Blutungssaft	BL, RI	HO
Acer platanoides	WD	11	12	0.1	0.17		AW, SW		Blutungssaft		HO
Acer pseudoplatanus	WD	1	3	0.01	0.03		SW		Blutungssaft, BL		HO
Ajuga reptans	WD	4	6	0.16	0.25	ausd	WI	N, FI	BL, ST, WU	X	
Alnus spec.	WD	64	79	8.28	15.1		AW, U, P			BL	HO, F
Betula spec.	WD	77	97	26.4	45.87		P		Blutungssaft	BL	HO, RI, FA, F
Circaea lutetiana	WD	1	3	0	0.01	ausd	AW, WL, WW	N, FE			F
Cornus mas	WD	1	0	0			AW (verwildert)		FR	FR	HO, F
Fagus sylvatica	WD	78	82	5.22	7.13				FR	Buchenholzteer	HO, RI, F
Geum urbanum	*WD*	1	3	0.01	0.02	ausd	AW, WW	N	BL, WU	KR, WU	F
Humulus lupulus	WD	*1	0	0		ausd	AW, WR, H		WU, ST	BT	
Ilex aquifolium	WD	1	3	0	0.01					BL	
Malus sylvestris	WD	100	100	144.78	258.06		AW, H		FR		HO, F
Mercurialis perennis	WD	1	3	0.04	0.08	ausd	AW	N, SI		KR	
Moehringia trinervia	WD	71	61	15.71	15.34	1-mehrj	WL, WW	NI			
Oxalis acetosella	WD	*1	0	0		ausd			BL	BL	
Physalis alkekengi	WD	92	85	46.28	26.03	ausd	WG, H, AW		FR	FR	
Picea abies	WD	1	3	0	0.01		P auf MW		HA (Vanillin), TR	HA, NA, Nadelholzteer	HO, RI, F
Pinus cembra	*WD*	1	0	0.01	0.03				SA	TR	HO

Taxa	Ökogruppe	Stetigkeit % 73 Proben	Stetigkeit % 33 Proben	Konzentration 73 Proben Stk/l	Konzentration 33 Proben Stk/l	Lebensdauer	ökologische Amplitude	Zeigerpflanzen	Nahrung	Heilpflanzen, Gewürze	technische Verwendung
Poa nemoralis	WD	7	15	0.66	1.46	ausd	WR, H	VL			
Prunus avium	WD	1	3	0			WR, H	L	FR		HO
Prunus mahaleb	*WD*	19	27	0.45	0.59		FK		FR		HO
Prunus padus	WD	12	18	0.16	0.26		AW, WR	G	FR		
Quercus spec.	WD	85	88	7.87	11.06				FR	FR, RI	HO, RI
Rubus caesius	WD	67	73	30.31	25.92	ausd	AW, U, WG, WR, A, P	V, N	FR	BL, TR	
Salvia glutinosa	WD	16	21	1	1.65	ausd	AW, WR				
Sanicula europaea	WD	1	3	0.21	0.47	ausd	AW	L, B		KR, WU	
Solanum dulcamara	WD	10	21	0.32	0.7		AW, U, G, WL			ST	
Tilia platyphyllos	WD	53	55	0.58	0.7		SW		SA, BL	BL, BT	HO, RI
Viola reichenbachiana	WD	10	6	0.77	0.12	ausd					
Viscum album	WD	49	64	1.67	2.67					BL, FR, ZW	HO, FR
Clematis vitalba	WD2	5	6	0.04	0.05	ausd	AW, WL, P	S			F, HO, FA
Cornus sanguinea	WD2	26	39	0.25	0.43		W, AW, P	L	FR, SA	X	HO, ZW, SA, F
Corylus avellana	WD2	100	100	173.74	205.93		W, P		FR		HO,ZW
Crataegus monogyna	WD2	15	9	0.26	0.43		W		FR	BL, BT, FR	HO
Prunus spinosa	WD2	70	76	0.31	2.42		P		FR	BT, FR, BL	HO, F
Rosa spec.	WD2	67	73	3.61	4.58				FR	FR, BL, Wurmmittel	F, HO
Rubus fruticosus	WD2	100	100	328.58	296.74	ausd	WL, WR, WG		FR	BL, FR	F
Rubus idaeus	WD2	100	100	828	820	ausd	WL, WW, AW, P	NI	FR	FR, BL	
Viburnum lantana	WD2	32	39	0.29	0.45		W		FR		HO, F
Viburnum opulus	WD2	30	39	0.28	0.49		AW, U	FE	FR (gekocht)	X	HO, F
Agrimonia eupatoria	SC	8	9	0.06	0.08	ausd	MR, MW			KR	F, G
Arctium nemorosum	SC	8	12	0.04	0.07	2-j	WS, WL, WW	NI		X	
Campanula rapunculoides	SC	16	33	2.47	5.38	ausd	W, WR, WG		BL, ST, WU		
Clinopodium vulgare	SC	19	18	1.33	0.92	ausd	WG				
Eupatorium cannabinum	SC	11	24	2.65	5.86	ausd	U, W	NI, FE		KR	
Fragaria vesca	SC	100	100	2029.2	1875.6	ausd	WS, WL, WW, WR	NI	FR	BL, FR, WU	
Hypericum perforatum	SC	4	9	0.49	1.08	ausd	MW, MR, WI, P	M		KR	F
Origanum vulgare	SC	1	0	0.13		ausd	MR, WG, P		BL, ST, WU	KR	F
Sambucus nigra/racemosa	SC	25	30	2.2	1.34	ausd	WL	S	FR, BL	FR, BL, BT, RI	F, HO
Silene dioica	SC	4	9	0.67	1.49	1-2j, ausd	W, WI	N			
Torilis japonica	SC	4	6	0.76	1.38	1-2j	WS, WR, WW				
Sambucus spec. alle			42								
Corrigiola litoralis	UF	3	3	0.91	1.91		P				
Juncus spec.	UF	3	0	0		1-j					
Chara spec.	UF1	27	42	29.79	60.27						

Taxa	Ökogruppe	Stetigkeit % 73 Proben	Stetigkeit % 33 Proben	Konzentration 73 Proben Stk/l	Konzentration 33 Proben Stk/l	Lebensdauer	ökologische Amplitude	Zeigerpflanzen	Nahrung	Heilpflanzen, Gewürze	technische Verwendung
Najas marina/intermedia	UF1	8	18	1.18	2.6	1-j					
Nuphar lutea	UF1	3	0	0.01		ausd			WU, BL, SA,	X	
Potamogeton spec.	UF1	8	12	0.39	0.23	ausd					
Ranunculus aquatilis	UF1	7	9	0.43	0.56	1-j, ausd			X		
Zannichellia palustris	UF1	8	6	0.82	0.45	ausd					
Alisma spec.	UF2	*2	0	0			U, G		BL, ST, WU		
Carex elata/gracilis	UF2	1	0	0.03		ausd	U, G, WI (Sumpf)				FA
Eleocharis palustris s.l.	UF2	3	6	0.72	1.58	ausd	U, WI (nass), P				
Lycopus europaeus	UF2	55	33	7.57	10.11	ausd	U, G, AW, A	NA (Acker)		KR	F
Nasturtium officinale	UF2	1	3	0.34	0.76	ausd	G, Q		KR, BL, SA	KR	
Phragmites australis	UF2	1	0	0.21		ausd	AW, WI (Moor), P		ST, WU, SA	X	FA, F,
Polygonum amphibium	UF2	*1	0	0		ausd	WI, A				
Rorippa amphibia	UF2	1	3	0.11	0.25	ausd	U, G, P				
Sagittaria sagittifolia	UF2	1	3	0	0.01	ausd	G, U		KN		
Schoenoplectus lacustris	UF2	27	27	2.31	3.32	ausd	U, G, P		WU		FA
Rorippa islandica	UF3	1	3	0.17	0.39	1-2j,(mehrj)	U, G, A , WG	S			
Thalictrum flavum/morisonii	UF3	1	3	0.16	0.36	ausd	AW, G, P				BL, F
Myosoton aquaticum	UF4	40	52	6.92	10.72	1-mehrj	A, AW, WS, WW, G	N, NA			
Polygonum hydropiper	UF4	7	15	0.72	1.6	1-j	G, U, WW (feucht), Q	S, FE	SA	KR	F
Polygonum lapathifolium	UF4	4	6	0.18	0.14	1-j	A, G, P		SA	X	
Polygonum minus	UF4	4	3	0.23	0.17	1-j	U, G, WW (feucht)		SA		
Polygonum mite	UF4	4	6	0.68	1.06	1-j	U, G, WW, Q, P				F
Ranunculus sceleratus	UF4	10	9	1.04	1.76	1-2j	U, G, P		BL	X	

Abbildung 35

a:		Horgen							34. Jh		Pfyn		
	Rest-Typ	hosh3o	hosh4o	pfäff B2-4	moz3o	ksz3o	latvii	ksz4o	arbon	nid5o	ksz5o	moz4o	
Datierung v. Chr.		3080	3080	3100	3119	3179	3202	3239	3384	3406	3612	3668	
Brassica rapa	Same/Frucht	2.07	6.87	7.3	0.84	6.96	0.32	13.76	95.9	1.58	133.6	162.39	Rübkohl
Corylus avellana	Same/Frucht	48.76	28.37	10.6	13.8	20.83	20.8	20.74	206	1.37	27.34	50.61	Haselstrauch
Fagus sylvatica	Same/Frucht	15.02	1.84	33.4	3.08	0.75	31.38	0.18	7.1	0.5	0.65	0	Rotbuche
Fagus sylvatica	Fruchtbecher/	0.57	0.1		0	0.14	0.06	0		0.18	0	0	Rotbuche
Fragaria vesca	Same/Frucht	322.79	78.9	800.8	50.62	428.81	164.2	157.4	1874.5	62.33	153.77	115.13	Wald-Erdbeere
Malus sylvestris	Same/Frucht	46.46	9.51	49.9	9.14	32.86	241.02	16.89	119.6	1.26	18.01	10.4	Holzapfel
Malus sylvestris	Perikarp	242.49	25.19	207.3	20.11	69.52	220.93	24.8	148.4	3.97	54.69	76.75	Holzapfel
Physalis alkekengi	Same/Frucht	6.79	3.28	4.7	4.63	12.89	1.71	2.08	26	15.06	11.81	16.17	Judenkirsche
Prunus spinosa	Same/Frucht	1.84	2.52	1.3	3.74	3.55	31.94	1.6	2.4	1.15	1.58	2.77	Schwarzdorn
Quercus spec.	Same/Frucht	52.86	21.32	0.5	4.78	56.71	35.09	0.45	11	0.54	0	0.03	Eiche
Quercus spec.	Fruchtbecher/	0.02	0		0	0	0	0		0	0	0	Eiche
Rosa spec.	Same/Frucht	6.6	4.54	0.5	0.56	8.89	11.11	4.73	4.6	0.42	4.04	2.61	Rose
Rubus caesius	Same/Frucht	1.18	0.33	0.2	0.46	2.6	1.2	0.63	25.9	0.36	0	0.38	Hechtblaue Brombeere
Rubus fruticosus	Same/Frucht	33.2	68.38	9.4	27.05	125.8	55.57	58.3	296.7	37.59	55.81	273.63	Brombeere
Rubus idaeus	Same/Frucht	922.49	206.78	213.3	93	263.91	37.44	155.21	814.3	33.12	80.72	70.21	Himbeere
Sambucus ebulus	Same/Frucht			1.4	1.47	0.67	1.45	0.12		1.46	0.65	0.52	Attich, Zwergholunder
Sambucus nigra	Same/Frucht				0.03	0.03	0.12	0		0.29	0	0	Schwarzer Holunder
Sambucus nigra/racemosa	Same/Frucht	1.3	2.72	1.9	0	0	0	0.07	1.3	0.34	0	0	Schwarzer Holunder/Traubenholunder
Sambucus racemosa	Same/Frucht				0.05	0.1	0	0		0	0	0	Roter Holunder
Sambucus spec.	Same/Frucht	0.32	0.53	1.7	0.03	1.56	0.25	0.63	3.5	0.47	1.33	0.43	Holunder
Viscum album	Same/Frucht	0.5	2.48	0.2	0	0.88	0	0	2.1	0	0	0	Mistel

b:		Horgen							34. Jh		Pfyn		
	Rest-Typ	hosh3o	hosh4o	pfäffB2-4	moz3o	ksz3o	latvii	ksz4o	arbon	nid5o	ksz5o	moz4o	
Datierung v. Chr.		3080	3080	3100	3119	3179	3202	3239	3384	3406	3612	3668	
Brassica rapa	Same/Frucht	58.5	90.5	34.6	29.4	86.4	14.5	90	90.9	52.6	100	96.1	Rübkohl
Corylus avellana	Same/Frucht	92.7	100	92.3	58.8	86.4	43.5	90	100	47.4	100	74.5	Haselstrauch
Fagus sylvatica	Same/Frucht	78	66.7	100	33.8	22.7	26.1	15	81.8	26.3	20	0	Rotbuche
Fagus sylvatica	Fruchtbecher/	24.4	4.8		0	4.6	2.9	0		21.1	0	0	Rotbuche
Fragaria vesca	Same/Frucht	100	100	100	86.8	95.5	65.2	100	100	94.7	100	92.2	Wald-Erdbeere
Malus sylvestris	Same/Frucht	92.7	95.2	100	83.8	90.9	49.3	80	100	57.9	100	78.4	Holzapfel
Malus sylvestris	Perikarp	100	100	100	85.3	95.5	56.5	95	100	57.9	100	94.1	Holzapfel
Physalis alkekengi	Same/Frucht	75.6	76.2	45.5	35.3	86.4	26.1	50	84.8	89.5	100	82.4	Judenkirsche
Prunus spinosa	Same/Frucht	53.7	47.6	42.3	30.9	68.2	31.9	40	75.8	57.9	80	23.5	Schwarzdorn
Quercus spec.	Same/Frucht	95.1	100	19.2	25	63.6	46.4	20	87.9	36.8	0	2	Eiche
Quercus spec.	Fruchtbecher/	19.5	4.8		0	0	0	0		0	0	0	Eiche
Rosa spec.	Same/Frucht	82.9	85.7	63.6	20.6	81.8	50.7	45	72.7	26.3	80	47.1	Rose
Rubus caesius	Same/Frucht	51.2	28.6	3.8	14.7	54.6	24.6	20	72.7	36.8	0	19.6	Hechtblaue Brombeere
Rubus fruticosus	Same/Frucht	97.6	100	57.7	70.6	95.5	56.5	100	100	94.7	100	92.2	Brombeere
Rubus idaeus	Same/Frucht	100	100	96.2	86.8	95.5	55.1	100	100	89.5	100	90.2	Himbeere
Sambucus ebulus	Same/Frucht			30.8	32.4	31.8	36.2	10		68.4	40	23.5	Attich, Zwergholunder
Sambucus nigra	Same/Frucht				2.9	4.6	7.3	0		15.8	0	0	Schwarzer Holunder
Sambucus nigra/racemosa	Same/Frucht	56.1	61.9	30.8	0	0	0	5	30.3	5.3	0	0	Schwarzer Holunder/Traubenholunder
Sambucus racemosa	Same/Frucht				2.9	4.6	0	0		0	0	0	Roter Holunder
Sambucus spec.	Same/Frucht	14.6	25.8	23.1	2.9	31.8	10.1	20	21.2	26.3	40	9.8	Holunder
Viscum album	Same/Frucht	36.6	52.4	30.8	0	9.1	0	0	64	0	0	0	Mistel

Abbildung 36

Grabung/Schicht	Land	Datierung	Kultur	Stetigkeit (%), Menge	mögliche Nutzung	Literatur
Zürich KSZ B/C	CH, Osten	2685 BC	Schnurkeramik	Blatt 6.3%	Heilpfl. Tierfutter?	Brombacher, C. Jacomet, S.1997
Seebachtal	CH, Osten	2700-2600 BC	Schnurkeramik	Pollen		Haas, J.-N. u. Hadorn, Ph. 1998
Hegne-Galgenacker	D, BWB	2650 BC	Schnurkeramik	1 Stk Spross, Pollen		Rösch, M. 1990a
Zürich KSZ D	CH, Osten	2705 BC	Schnurkeramik	Blatt 21.4%, Knospe 7.1%	Heilpfl. Tierfutter?	Brombacher, C. Jacomet, S.1997
Zürich Pressehaus Ringier untererTeil C2	CH, Osten	2719-2713 BC	Schnurkeramik	Holz 0.12%		Jacomet, S. 1980
Zürich KSZ E/F	CH, Osten	2718 BC	Schnurkeramik	Blatt 15.4%, Beere 7.7%	Heilpfl. Tierfutter?	Brombacher, C. Jacomet, S.1997
Clairvaux Station III	F, Osten	2800/3000 BC	Lüscherz	kleine Zweige Pollen in Coprolithen	evtl Medizin	Lundström-Baudais, K. 1986 Richard, Hervé 1986
Clairvaux Station III	F, Osten	1. Phase Mitte 3. Jt BC, 2. Phase kurz danach, 3. Phase 2./3. Jt BC	Lüscherz	weniger als 5 Zweige	Medizinalpfl.	Lundström-Baudais, K. 1983
Allensbach-Strandbad	D, BWB	2828-3150 BC	Horgen	5%	Heilpfl.	Karg, S. 1990
Zürich KSZ 2A	CH, Osten	2912 BC	Horgen	Blatt 14.3%, Knospe 14.3%	Heilpfl. Tierfutter?	Brombacher, C. Jacomet, S.1997
Stockwiesen von Seekirch D, (Federseemoor)	D, BWB	3036-3050 BC	Späthorgen/ Goldberg III	Gewebereste		Maier, U. 1993
Zürich KSZ 2	CH, Osten	3078 BC	Horgen	Blatt 13.3%, Knospe 6.7%	Heilpfl. Tierfutter?	Brombacher, C. Jacomet, S.1997
Horgen-Scheller	CH, Osten		Horgen	HOS4: 774 Stk: 37/l HOS3: 255 Stk: 6.7/l		Favre, P. Manuskript
Horgen-Scheller	CH, Osten	3080-3030 BC	Horgen	2 Stk. in Schicht 3: 2.1%		Favre, P. , Jacomet, S. 1998
Weier	CH, Osten	3100 BC- über 3Jh (3x besiedelt)	Horgen	5 Stk. 0.07% aller Zweigfragm.	Futter in grösster Notlage (Kuhstallprobe)	Robinson, D., Rasmussen, P. 1989
Zürich MOZ 3	CH, Osten	3119 BC	Horgen	Blatt 1.5%	Heilpfl. Tierfutter?	Brombacher, C. Jacomet, S.1997
Pfäffikon	CH, Osten	3150-3050 BC	Horgen	Rinde, Blätter, Beeren: 64%, 0.9/l		Zibulski, P. in Bearbeitung
Wangen am Bodensee (D)	D, BWB		Horgen	Misteln 130 Stk. 66%, 14,6/l		Riehl,S., 1993
Twann	CH, Westen		Horgen	Pollen	Heilpfl, Tierfutter	Furger, A.R. 1980
Zürich KSZ 3	CH, Osten	3179 BC	Horgen	Blatt 13.6%, Knospe 4.6%, Same/Frucht 9.1%	Heilpfl. Tierfutter?	Brombacher, C. Jacomet, S.1997
Zürich KSZ 4	CH, Osten	3239 BC	Horgen	Blatt 40%	Heilpfl. Tierfutter?	Brombacher, C. Jacomet, S.1997
Arbon Bleiche 3	CH, Osten	3384-3370 BC	Pfyn/Horgen	Rinde, Blätter,Beeren: 100%, 931/l		in Bearbeitung
Nidau BKW, Schicht 5	CH, Westen	3405-3398 BC	Horgen, Lüscherz	Same/Frucht 9 Stk, 0.3/l, 5.3%		Brombacher, C. 2000
Nidau 5	CH, Westen	3400 BC	Horgen, Lüscherz	Blatt 5.3%		Brombacher, C. 1997
Hornstaad-Hörnle 1B	D, BWB	3586-3507 BC	Pfyn	Epidermis: 223 Stk:100% Beeren: 5 Stk: 30%		Maier, U. Artenliste
La Motte-aux-Magnins niveau V	F, Osten	3659-3525 BC	Cortaillod	Zweige >1% Pollen in Geissen Coprolithen		Lundström-Baudais, K. 1989
Niederwil	CH, Osten	3660-3585 BC	Pfyn	11% aller Zweige.		van Zeist, W., Boekschoten-van Helsdingen, a.M.1991
Zürich KSZ 5	CH, Osten	3613 BC	Pfyn	Blatt 20%	Heilpfl. Tierfutter?	Brombacher, C. Jacomet, S.1997

Grabung/Schicht	Land	Datierung	Kultur	Stetigkeit (%), Menge	mögliche Nutzung	Literatur
Zürich MOZ 4	CH, Osten	3668 BC	Pfyn	Blatt 3.9%	Heilpfl. Tierfutter?	Brombacher, C. Jacomet, S.1997
Wallhausen-Dingelsdorf, WI1	D, BWB	3700-3600 BC	Pfyn	Pollen		Rösch, M. 1990b
Ödenahlen	D, BWB	3698 BC	Pfyn-Altheim	Holz, 7 Zweigstk in Profil G20 4a	heilkundlich	Maier, U. 1995
Heilbronn-Klingenberg (trocken)	D, BWB		Michelsberg	10 verkohlte Samen: 1%		Stika, H.-P. 1996
Zürich KSZ 9	CH, Osten	3827 BC	Cortaillod-Pfyn	Blatt 17.9%	Heilpfl. Tierfutter?	Brombacher, C. Jacomet, S.1997
Twann	CH, Westen		Cortaillod Profil	Splitter, 6 Stk.		Amman, B. et al. 1981
Zürich MOZ 5	CH, Osten	3864 BC	Cortaillod	Blatt 6.3%	Heilpfl. Tierfutter?	Brombacher, C. Jacomet, S.1997
Seebachtal	CH, Osten	3900-3600 BC	Cortaillod	Pollen		Haas, J.-N. u. Hadorn, Ph. 1998
Hornstaad-Hörnle IA	D, BWB	ca. 3917-3905 BC	Hornstaader Gruppe, frühes Pfyn	Massenhaft Epidermen, und Zweige	Heilpfl., medizinisch, Kultpfl. Tierfutter	Maier, U. 1996; Maier, U. 2001
Zürich MOZ 6	CH, Osten	3908 BC	Cortaillod	Blatt 6.9%	Heilpfl. Tierfutter?	Brombacher, C. Jacomet, S.1997
Seebachtal	CH, Osten	4500-4200 BC	Egolzwil	Pollen		Haas, J.-N. u. Hadorn, Ph. 1998
Seebachtal	CH, Osten	5600-5100 BC	Frühneolithikum	Pollen		Haas, J.-N. u. Hadorn, Ph. 1998

Zusammenfassung (Abstract)

Die neolithische Seeufersiedlung Arbon Bleiche 3 am südlichen Ufer des Bodensees (Kanton Thurgau, Schweiz) war von 3384-3370 v. Chr. (dendrochronologische Datierung) besiedelt. Aus der ca. 1000 m^2 umfassenden Siedlungsfläche (schätzungsweise etwa die Hälfte der ganzen Siedlung), welche 27 Hausgrundrisse enthielt, wurden 73 Flächenproben aus acht Hausgrundrissen und dem Gassenbereich für die Makrorestanalyse ausgewählt.

Unter den Kulturpflanzen spielten Getreide (Gerste, Nacktweizen, Emmer und Einkorn) und Ölpflanzen (vorwiegend Lein, in geringerem Umfang Schlafmohn) eine etwa gleich grosse Rolle für die Ernährung, wobei unter den Getreidearten Nacktweizen vor Emmer und Gerste dominierte. Ebenfalls einen bedeutenden Beitrag zur pflanzlichen Nahrung trugen die gesammelten Wildpflanzen bei. Kalorienmässig fielen vor allem Haselnüsse und Eicheln ins Gewicht, Obst, Beeren, evtl. Salat und Gemüse waren wichtige Vitaminquellen.

Grundlagen für Rückschlüsse auf ackerbauliche Massnahmen bilden ökologische Ansprüche potentieller Ackerbegleitpflanzen. Da keine Vorräte, welche oft Samen von Ackerbegleitpflanzen enthalten, vorkamen, wurden die als potentielle Ackerbegleitpflanzen in Frage kommenden Taxa anhand statistischer Methoden ermittelt. Die Ackerflächen lagen vermutlich auf dem flachen Moränenrücken hinter der Siedlung.

Ein Vergleich der Nutzpflanzeninventare von acht Häusern und dem Gassenbereich zeigte, dass jedes Haus alle Nutzpflanzen enthielt, dass aber drei Häuser durch erhöhte Konzentrationen einzelner gesammelter Wildpflanzen auffielen. Im Gassenbereich wurden erhöhte Konzentrationen von Getreidedrusch und Leinkapselbruch festgestellt, welche wohl als Abfälle dorthin entsorgt wurden.

Nachgewiesene Pflanzen, die nicht in der Umgebung der Siedlung gewachsen sein können, geben Hinweise auf einen relativ grossen Aktionsradius und mögliche Handelsbeziehungen. Mögliche Herkunftsgebiete dieser Pflanzen decken sich in etwa mit jenen der ebenfalls durch Handel erworbenen Rohmaterialien, welche für Werkzeuge und Schmuck verwendet wurden.

Da Arbon Bleiche 3 in die Übergangsphase zwischen der Pfyner und Horgener Kultur fällt, war ein Ziel der Untersuchung, Hinweise auf den Vorgang des Kulturwandels herauszuarbeiten. Aufgrund diverser Resultate betreffend Kulturpflanzen, Ackerbau und Landschaft kann geschlossen werden, dass dieser Übergang mit grosser Wahrscheinlichkeit kontinuierlich war.

Aceraceae, Ahorngewächse ... 1
Alismataceae, Froschlöffelgewächse ... 2
Apiaceae, Doldengewächse ... 2
Asteraceae, Korbblütler, Köpfchenblütler ... 3
Brassicaceae, Kreuzblütler ... 4
Campanulaceae, Glockenblumengewächse ... 4
Caprifoliaceae, Geissblattbgewächse ... 5
Caryophyllaceae, Nelkengewächse ... 5
Chenopodiaceae, Gänsefussgewächse ... 7
Cornaceae, Hornstrauchgewächse ... 8
Euphorbiaceae, Wolfsmilchgewächse ... 8
Fabaceae, Schmetterlingsblütler ... 8
Lamiaceae, Lippenblütler ... 9
Linaceae, Leingewächse ... 11
Nymphaeaceae, Seerosengewächse ... 11
Papaveraceae, Mohngewächse ... 12
Pinaceae, Föhrengewächse ... 12
Poaceae, Echte Gräser (Kulturpflanzen) ... 13
Poaceae (ohne Kulturpflanzen) ... 16
Primulaceae, Schlüsselblumengewächse ... 16
Ranunculaceae, Hahnenfussgewächse ... 17
Rosaceae, Rosengewächse ... 18
Scrophulariaceae, Braunwurzgewächse, Rachenblütler ... 18
Tiliaceae, Lindengewächse ... 19

Katalog einiger nachgewiesener Taxa

Der Fundkatalog umfasst die Beschreibung einiger in Arbon Bleiche 3 nachgewiesener Taxa. In der Regel wurden nur ganze Samen gemessen. Ausnahmen bilden Einzelexemplare von welchen mindestens eine Messstrecke vollständig erhalten blieb. Alle Masse werden in "mm" angegeben. Die Angaben umfassen Mittelwert und in Klammern Minimal- und Maximalwert. Die Nomenklatur der lateinischen Namen wurde von Binz und Heitz (1990) übernommen.

Aceraceae, Ahorngewächse

Acer campestre L., Berg-Ahorn

nicht messbar

Gefunden wurden zwei unverkohlte Fragmente des Lokulamentes: Im Umriss ist das Lokulament rundlich. Der Flügel ist nicht mehr erhalten. Die Fugenfläche (Abbruchkante) der Spaltfrucht ist kleiner als der breiteste Durchmesser des Lokulamentes (*Acer platanoides* weist eine längere Kante auf). Bei einem der Exemplare ist noch ein Rest des Diskusses am Ende der Fugenfläche erhalten. Die Oberfläche des Lokulamentes weist keine Struktur auf. Die "Wand" des Lokulamentes ist massiv, da die innere "Wand" verholzt ist. Dies ist ein Merkmal für *Acer campestre*.

Acer platanoides L., Spitz-Ahorn

nicht messbar

Es wurden mit Ausnahme eines nahezu ganzen Samens nur Samenfragmente gefunden. Alle sind unverkohlt und platt gepresst. Die Durchmesser liegen in einem Bereich von 6-10 mm. Die Beschreibung bezieht sich vorwiegend auf das am vollständigsten erhaltene Exemplar. Dies ist im Umriss etwas asymmetrisch rundlich. Der Nabel liegt auf einer abgeflachten Kante. Die Oberfläche weist kurze, dicht aneinander liegende, wulstartige Erhebungen auf. Diese sind ein Merkmal, um die Samen von den anderen Ahorn-Arten abzugrenzen.

Acer pseudoplatanus L., Berg-Ahorn

nicht messbar

Die Form des zerbrochenen, unverkohlten Samens ist rundlich-eiförmig, plattgedrückt. Die Oberfläche ist etwas rauh und schwach glänzend. Die neben dem Nabel beginnende Primärwurzel ist als Wulst deutlich erkennbar.

Alismataceae, Froschlöffelgewächse

Alisma L. spec., Froschlöffel

Messung: 1 unverkohlter Embryo
L: 1.2, B: 0.5

Gefunden wurden 3 Embryonen (ohne Fruchthüllen). Die Embryonen sind U-förmig gekrümmt und die Oberfläche ist fein-gestreift. Die Oberfläche unterscheidet sich von *Alisma lanceolatum* welche kleine Warzen aufweist. Die Oberfläche der Samen von *Alisma plantago-aquatica* und *A*lisma *gramineum* lassen sich kaum voneinander unterscheiden. Es kommen folglich diese beiden Arten in Frage.

Sagittaria sagittifolia L., Gewöhnliches Pfeilkraut

Messung 1 unverkohltes Nüsschen
L: Embryo: 3.0

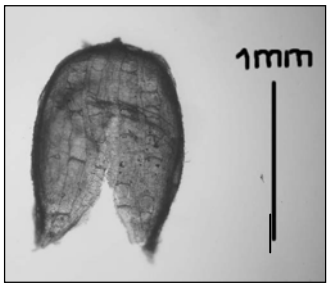
Das Nüsschen ist hufeisenförmig, und der U-förmige Embryo ist durch die Fruchtschale hindurch erkennbar. Ein Ende des Embryos verschmälert sich allmählich, das andere Ende ist etwas dicker, wenig länger und verengt sich abrupt zu einem hakenförmigen Fortsatz. Die Fruchthülle ist nicht vollständig erhalten. Nur das Samenfach und ein Teil des geflügelten Randes sind erhalten. Die Oberfläche des Samenfaches weist dünne längliche in Reihen angeordnete Zellen auf, welche ihr ein fein längsgestreiftes Aussehen verleihen. Die Zellen des geflügelten Randes sind eher quadratisch.

Apiaceae, Doldengewächse

Apium graveolens L., Sellerie

Messung: 1 unverkohlte Teilfrucht
L: 1.4, B: ca. 0.9 - 1

Die Form des Früchtchens ist rundlich-oval. Die Längen- und Breitenmasse stimmen mit den in Jacomet et al. (1988, 207) angegebenen Massen für *Apium graveolens* überein. Das gefundene Exemplar ist einseitig längs gespalten, weshalb die Breite nicht genauer gemessen werden kann. Die Oberfläche ist korrodiert, aber die fünf längs verlaufenden schmalen Rippen sind am basalen Ende noch vorhanden. Da die Fruchtwand transparent ist, sind die zwischen den Rippen eingesenkten Oelkanäle deutlich erkennbar. Mit der rundlichen Form und den schmalen Längsrippen, sowie den eingesenkten Oelkanälen lässt sich dieses Exemplar eindeutig von *Apium nodiflorum* sowie *Apium repens* unterscheiden (Jacomet 1988, 206).



Apium graveolens L.
Foto: G. Haldimann

Bunium bulbocastanum L., Erdkastanie

Messung: 1 unverkohlte Teilfrucht
L: 3.5, B: 1.1

Die Teilfrucht ist länglich, die Oberfläche ist glatt und glänzend. Die Ölkanäle laufen nicht im untersten Punkt zusammen, sondern die dorsalen Kanäle ziehen sich über den untersten Punkt zur Ventralseite hin. An Hand des Verlaufes der Ölkanäle kann *Bunium bulbocastanum* von *Torilis japonica* unterschieden werden. Dies ist im Vergleich von mit in KOH fossilisierten Exemplaren deutlich zu sehen. Das vorliegende Exemplar wird deshalb als *Bunium bulbocastanum* bestimmt.

Torilis japonica (Houttuyn) DC., Gemeine Borstendolde

Messungen: 4 unverkohlte Teilfrüchte, Spaltfrucht
L: (2.4) 2.88 (3.2), B: 1.5 (n=1)

Die Spaltfrucht ist länglich. Die von Knörzer, K.H. (1971, 478) beschriebenen artcharakteristischen Merkmale von *Torilis japonica*, etwa gleich viele lange und kurze leicht nach vorne geneigte Stacheln auf der Oberfläche, sind klar erkennbar. Dies im Unterschied zu *Torilis arvensis*, bei welcher alle Stacheln gleich lang sind und senkrecht aus der Oberfläche ragen.

Asteraceae, Korbblütler, Köpfchenblütler

Arctium L. spec., Klette

Die Bestimmung der Arten der Gattung *Arctium* ist relativ schwierig, da die Merkmale teilweise fliessend ineinander übergehen. Trotzdem wurde versucht an Hand der Merkmalskombinationen, beschrieben in Brombacher und Jacomet (1997, 286), Art-Bestimmungen vorzunehmen. Wenn Fragmente, oder Oberflächenstruktur so stark korrodiert sind, dass die artcharakteristischen Merkmale nicht mehr erkennbar sind, kann keine Art-Bestimmung vorgenommen werden.

Arctium minus Bernh., Kleine Klette

Messungen: 16 unverkohlte Achänen
L: (4.8) 5.85 (6.9), B: (2.0) 2.53 (2.9)

Die Achäne hat vier deutliche Kanten, die in eine Spitze auslaufen. Die Oberfläche weist am oberen und unteren Ende Runzeln auf. Im mittleren Bereich ist sie mehr oder weniger glatt. Die ganze Oberfläche ist gescheckt, da die Vertiefungen zwischen den Runzeln dunkel sind. Bei *Arctium lappa* gibt es auch gescheckte Exemplare aber dort sind die dunklen Flecken kaum vertieft. Die Achänen können auch länger als die in Brombacher und Jacomet (1997, 286) angegebenen 6.6 mm sein, wie der Vergleich mit rezenten Belegen gezeigt hat.

Arctium nemorosum Lejeune, Hain-Klette

Messungen: 7 unverkohlte Achänen
L: (6.1) 7.1 (8.4), B: (2.8) 3.2 (3.4)

Am oberen Rand der Achäne, wo die Kanten auslaufen, sind schwache Spitzen erkennbar. Die Achäne hat ein bis zwei deutliche Längskanten pro Seitenfläche und Runzeln treten vor allem im oberen und unteren Bereich hervor.

Arctium tomentosum Miller, Filzige Klette

Messungen: 2 unverkohlte Achänen
L: 5.6, B: 2.9

Die Achäne hat fünf Kanten, die am Ende nicht in eine Spitze auslaufen, weshalb der obere Rand ebenmässig ist. Dieses Merkmal scheint typisch für *Arctium tomentosum* zu sein. Es sind zwei bis drei scharfe Längskanten pro Seitenfläche vorhanden, und die ganze Oberfläche ist ± gleichmässig runzlig.

Brassicaceae, Kreuzblütler

Camelina sativa L. agg., Saat-Leindotter

Messungen: 5 unverkohlte Samen
L: (1.1) 1.26 (1.35)
Breite nicht messbar, da die Samen verformt sind.

Die Samen sind länglich-oval mit einem rundlichen Querschnitt, der erhaltungsbedingt etwas abgeflacht ist. Die Oberfläche zeigt eine deutliche Netzstruktur, deren Zellen im apikalen Bereich etwas kleiner und länglicher sind. Die Furche zwischen Kotyledonar- und Radikularschenkel ist deutlich sichtbar. Die Längenmasse entsprechen Vergleichen mit rezenten Samen und jenen der Samen aus den neolithischen Seeufersiedlungen am unteren Zürichsee (Jacomet et al. 1989, 292-293, Tab 77).

Rorippa amphibia L. Besser, Wasserkresse

Messung:1 unverkohlter Same
L: ca. 0.6, B: nicht messbar

Der Same hat eine unregelmässig rundliche Form. Die Cotyledonen sind etwa doppelt so breit wie die Radikula und haben eine scharfe Kante. Die Spitze der Radikula ist etwas kürzer als jene der Cotyledonen. Die Radikula ist auf einer Seite durch eine schwache Grube abgegrenzt und zeigt an der Aussenseite eine schwache Kante. Die Oberfläche weist rundliche netzförmige Zellen auf. Im Vergleich mit rezenten *Rorippa*-Samen wurden die Seitenkanten als Unterscheidungskriterium für *Rorippa amphibia* beigezogen.

Rorippa islandica (Oeder) Borbas, Gemeine Sumpfkresse

Messung: 1 unverkohlter Same
L: ca. 0.6, B: nicht messbar

Der Same ist im Umriss rundlich-oval. Der Nabel ist am schmalen Ende eingezogen. Eine Schicht von dicken, netzartigen Epidermiszellen hüllt den Samen ein. Ein grosser Teil dieser Epidermiszellen blieb nicht erhalten und fehlt.

Campanulaceae, Glockenblumengewächse

Campanula glomerata L. – Typ, Knäuelblütige Glockenblume

Messungen: 3 unverkohlte Samen
L: (1.0) 1.07 (1.2); B: (0.6) 0.65 (0.7)

Die Samenform ist im Umriss breit-oval und im Querschnitt etwas abgeflacht. Die Testa weist längliche, schmale Epidermiszellen auf. Die gefundenen Exemplare sind randlich nicht geflügelt. Im Vergleich mit rezenten Samen gibt es nicht-geflügelte und geflügelte Samen.

Die gefundenen Samen werden auf Grund der gemessenen Längen- und Breitenmasse und ihrer gedrungenen Form wegen als *Campanula glomerata* – Typ bestimmt. (Jacomet et al. 1989, S. 308/309). *Campanula thyrsoides und Campanula bononiensis* haben dieselben Abmessungen und können deshalb nicht abgegrenzt werden.
Die Abgrenzung zu anderen Campanulaceae Gattungen ist auf Grund der langen Epidermiszellen der Testa möglich (Jacomet et al. 1989, 308).

Campanula rapunculoides L: – Typ, Ausläufertreibende Glockenblume

Messungen: 19 unverkohlte Samen
L: (1.3) 1.42 (1.6), B: (0.65) 0.86 (1.0)

Die Samenform ist im Umriss länglich-oval und im Querschnitt abgeflacht. Die Testazellen sind lang und schmal. Die Samen sind geflügelt. Auf Grund der Abmessungen (Jacomet et al. 1989, 308-310) kommen *Campanula trachelium* und *Campanula rapunculoides* in Frage. Abgrenzung zu anderen Campanulaceae Gattungen siehe oben.

Caprifoliaceae, Geissblattbgewächse

Sambucus nigra L./*racemosa* L., Schwarzer/Trauben Holunder

Messungen: 24 unverkohlte Samen
L: (2.8) 3.8 (4.6), B: (1.6) 1.9 (2.3)

Die Samen sind länglich-oval und verschmälern sich am Nabel zu einer stumpfen Spitze. Die Dorsalseite ist flach oder schwach gewölbt, die Ventralseite ist schwach gekielt und die Seitenkanten verlaufen parallel. Die für *Sambucus* charakteristische Oberfläche ist quergeriffelt. D.h. eine Unterscheidung zu *Sambucus ebulus* ist nur auf Grund der Samenform möglich. *Sambucus* nigra und *Sambucus* racemosa weisen parallel verlaufende Seitenkanten auf und können kaum unterschieden werden, wohingegen die Seitenkanten von *Sambucus ebulus* gewölbt sind.

Caryophyllaceae, Nelkengewächse

Cerastium fontanum Baumg-Typ, Gewöhnliches Hornkraut

Messung: 1 unverkohlter Same
L: 0.65, B: 0.75

Die leicht asymmetrisch, hufeisenförmigen Samen sind meist deformiert. Der Rücken geht mit abgerundeten Kanten in die Seitenflächen über. Der Nabel ist eingesenkt. Oberfläche: die Testazellen haben erhabene Papillen, welche im Rückenbereich eher länglich und auf den Seitenflächen eher oval sind. Die Zellen sind ineinander verzahnt. Die Samen sind meist rötlich durchschimmernd.
Cerastium. fontanum-Typ umfasst die Arten: *Cerastium fontanum*, *Cerastium arvense*, *Cerastium glomeratum*, *Cerastium pumilum*, *Cerastium semidecandum* (Jacomet et al. 1989, 294). Zusätzlich werden hier die kleineren Arten *Cerastium alpinum* und *Cerastium holosteoides* miteinbezogen, da vor allem auch Fragmente, welche häufig auftraten, kaum zu unterscheiden sind. Die Ausprägung der Höcker ist zu ähnlich.

Corrigiola litoralis L., Hirschsprung

Messungen: 3 unverkohlte Samen
L: (0.9) 1.0 (1.0), B: (0.7) 0.77 (0.8)
(L ohne Blütenrest gemessen)

Die Samenform ist elliptisch, verkehrt-eiförmig mit einer apikalen Spitze. An der Basis sind Reste der Blüte erhalten, welche ein weisses "Krönchen" bilden. Drei stumpf gekielte Kanten verlaufen längs von der Spitze zur Basis. An der Basis sind sie schwächer ausgebildet. Die Oberfläche ist dunkelbraun mit deutlich erkennbaren rundlichen, glänzenden Zellen.

Silene alba Miller – Typ, Weisse-Waldnelke

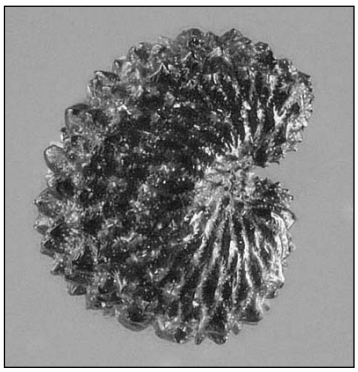
Messungen: 18 unverkohlte Samen
L: (0.9) 1.08 (1.15), B: (1.0) 1.3 (1.5)

Im Umriss sind die Samen rundlich-nierenförmig. Der Rücken ist konvex (bei einigen Exemplaren ist er leicht abgeflacht), die Kante zur Seitenfläche ist sehr schwach ausgebildet, oder es ist keine Kante vorhanden und der Übergang ist fliessend. Der Nabel bildet zwei seitliche Lappen, die vorstehen. Oberfläche: Die Höcker stehen nicht sehr dicht. Sie sind konisch mit einer stumpf abgerundeten Spitze. Auf der Seitenfläche sind die Höcker mehr oder weniger konzentrisch angeordnet. Oft erscheint die Oberfläche von *Silene alba* weiss. Die Testazellen sind länglich-oval und ineinander verzahnt.
Die Samen der Arten *Silene alba*, *Silene noctiflora*, *Silene vulgaris* und *Silene nutans* sind kaum voneinander zu unterscheiden, da die Merkmale (Jacomet et al. 1989, 298) nicht ausschliesslich auf nur eine Art zutreffen.

Silene cretica L., Kretische Flachsnelke

Messungen: 2 unverkohlte Samen
L: 1.1, B: 1.4

Die Samen sind im Umriss nierenförmig. Der Rücken ist flach und bildet eine klar ausgeprägte Kante zu den Seitenflächen. Der Nabel ist eingesenkt. Oberfläche: Die Testazellen sind länglich und bilden eine wulstförmige Erhebung mit einem Grat, so dass sie in Seitenansicht zackig erscheinen. Die Erhebungen auf den Seitenflächen sind deutlich schwächer. Die Zellenumrisse sind ineinander verzahnt. Die grobe Struktur ist unverwechselbar, weshalb auch Bruchstücke als solche erkennbar sind. Die Samen sind meist rötlich-braun und durchscheinend.



Silene cretica L.
Foto: G. Haldimann

Silene dioica (l.) Clairv., Rote Waldnelke

Messungen: 2 unverkohlte Samen
L: 1.2, B: 1.35

Der Same ist im Umriss rundlich-nierenförmig. Der Rücken ist konkav und geht fliessend in die Seitenfläche über. Die Testazellen der Oberfläche sind rundlich und sternförmig ineinander verzahnt. Struktur der Höcker: Die Spitzen sind länger als jene vom *Silene alba* – Typ und zur Spitze hin seitlich flach. Sie stehen etwas dichter als jene beim *Silene alba* – Typ. Der Nabel ist rund, etwas vorstehend und ohne mediane Lappen.

Chenopodiaceae, Gänsefussgewächse

Atriplex L. spec., Melde

Messung: 1 unverkohltes Früchtchen
L: 1.2, B: 1.15

Das linsenförmige Früchtchen ist schwarz glänzend und die Seitenflächen sind schwach strukturiert. Die Radicula bildet ausserhalb der Fruchtmitte eine zum Umfang der Frucht parallel verlaufende, kurze Furche. Die Radikulaoberfläche ist parallel zum Umfang gestreift. Da alle Arten dieser Gattung sehr ähnlich sind, wird keine Art-Bestimmung vorgenommen.

Chenopodium album L., Weisser Gänsefuss

Messung: 1 unverkohltes Früchtchen
L: 1.4, B: 1.35

Das Früchtchen ist linsenförmig. Die Radikularspitze ist etwas vorstehend. Die Furche ist auf der Nabelseite bis zum Nabel deutlich erkennbar. Auf der Seite der Griffelwarze reicht die Furche nicht bis ins Zentrum, die Griffelwarze ist nur schwach erkennbar. Auf der Oberfläche sind beiderseits radial verlaufende Streifen erkennbar. Das Früchtchen hat eine deutliche, scharfe Seitenkante. *Chenopodium opulifolium* hat keine scharfe Kante und *Chenopodium hybridum* hat keine Streifen auf der Oberfläche sondern Vertiefungen, so dass eine netz-ähnliche Musterung entsteht.

Chenopodium album L./*opulifolium* Schrader, Wasser-/Schneeballblättriger-Gänsefuss

Messungen: 3 unverkohlte Früchtchen
L: 1.3 (n=2), B: (1.2) 1.25 (1.3)

Das Früchtchen ist linsenförmig. Da die Früchtchen entlang der Seitenkante zerbrochen sind, kann man nicht klar erkennen, ob eine Kante vorhanden wäre. Da dieses Bestimmungsmerkmal fehlt, kann nur *Chenopodium album/opulifolium* bestimmt werden. *Chenopodium hybridum* kann auf Grund seiner Oberflächenstruktur (siehe *Chenopodium album*) ausgeschlossen werden.

Chenopodium polyspermum L., Vielsamiger Gänsefuss

Messungen: 4 unverkohlte Früchtchen
L: (0.9) 0.94 (1.0), B: (0.85) 0.89 (0.95)

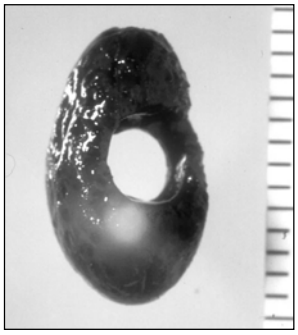
Das Früchtchen ist linsenförmig mit einer etwas vorstehenden Radikularspitze. Die Furche ist breit und reicht nicht bis ins Zentrum. Die Seitenkante ist abgerundet. Auf der Nabelseite sind enge radiale Streifen erkennbar, welche für *Chenopodium polyspermum* charakteristisch sind. Die Griffelwarze ist klar erkennbar und auf dieser Seite ist die Oberfläche feinkörnig rauh.

Cornaceae, Hornstrauchgewächse

Cornus mas L., Kornelkirsche

Messung: 1 unverkohlter Steinkern
L: 12.3, B: 7.5

Der Steinkern ist länglich, walzenförmig und im Querschnitt rundlich. Am einen Ende ist die Ansatzstelle des Fruchtstiels erkennbar und am anderen Ende sind drei radiär verlaufende, schmale ca. 1-1.5 mm lange Furchen erkennbar. Da die Oberfläche korrodiert und/oder angeschliffen ist, sind grosse Poren in der Kernwand erkennbar. Im Querschnitt sind die beiden Samenfächer sichtbar.



Cornuns mas L. Perle
Foto: AATG, D. Steiner

Euphorbiaceae, Wolfsmilchgewächse

Mercurialis perennis L., Ausdauerndes Bingelkraut

nicht messbar

Die Grösse der zwei unverkohlten Samenfragmente beträgt je etwa ein Drittel des kugelförmigen Samens, wobei der Nabel fehlt. Die Oberfläche ist mit feinen, unregelmässigen, netzartigen Runzeln bedeckt. *Mercurialis perennis* kann an Hand der Oberflächenstruktur und Grösse von anderen *Euphorbia* Arten abgegrenzt werden (Brombacher und Jacomet 1997, 287-288).

Fabaceae, Schmetterlingsblütler

cf *Lathyrus hirsutus* L., Behaartfrüchtige Platterbse

Messung: 1 unverkohlter Same:
L: 3.1, B: 2.5, NL: 1.4, NB: 0.7

Der Same ist kugelförmig, auf einer Seite eingedellt und auf der gegenüberliegenden abgeflacht. Die eingedellten/abgeflachten Seiten befinden sich in der Verlängerung des Nabels (nicht seitlich des Nabels). Der Nabel ist länglich-oval mit stumpfen Enden. Die Oberfläche ist längs des Nabels aufgesprungen, weshalb der Nabel etwas erhaben liegt. Der gefundene Same ist etwas kleiner als die rezenten, deshalb wird nur eine unsichere (cf) Bestimmung vorgenommen.

Pisum sativum L., Erbse

Messungen: 5 verkohlte Samen
L: (2.1) 2.68 (3.2) (n=4), B: (2.5) 2.9 (3.2) (n=3), NL: (0.7) 0.78 (0.8), NB: (0.5) 0.55 (0.6)

Messungen: 2 unverkohlte Samen
L: 4.4 (n=1), B: nicht messbar, NL: (1.4) 1.4 (1.4), NB: (0.6) 0.65 (0.6)

Verkohlte Samen: Die Erbsensamen haben eine kugelige Form mit leicht abgeplatteten Seiten. Der Nabel ist bei allen Exemplaren erhalten. Er ist oval, relativ breit, an den längs liegenden Enden stumpf. Der Nabel wird entlang der Längsseite von einem mehr oder weniger deutlich erkennbaren Wulst umgeben. Die Oberfläche ist glatt oder teilweise abgeblättert.

Pisum sativum L.
Foto: G. Haldimann

Trifolium arvense L.-Typ, Hasen-Klee

Messung: 1 verkohlter Same
L: 0.95, B: 0.9

Der Same ist asymmetrisch herzförmig, der Radiula-Schenkel ist etwa gleich lang wie der ganze Same. Er ist kaum hervortretend. Der Nabel ist rundlich und liegt zwischen Radikula und Cotyledonen. *Trifolium campestre* Samen sind auch so klein, sind aber in der Regel länglicher. Auf Grund der Grösse sind *Trifolium arvense* und *Trifolium campestre* aber schwierig zu unterscheiden, weshalb hier von einer näheren Bestimmung abgesehen wird. *Trifolium arvense*-Typ schliesst *Trifolium campestre* mit ein.

Vicia hirsuta (L.) S.F. Gray, Rauhhaarige Wicke

Messungen: 2 verkohlte Samen
L: (1.3) 1.45 (1.6), B: nicht messbar, NL: (1.1) 1.15 (1.2), NB: (0.2) 0.2 (0.2)

Beide Samen sind beschädigt (aufgeplatzt, Oberfläche korrodiert). Die Samen sind kugelförmig seitlich abgeflacht. Der Nabel ist lang und schmal. An einem der Exemplare ist die Abbruchstelle des Funikulus erkennbar.

Lamiaceae, Lippenblütler

Ajuga reptans L., Kriechender Günsel

Messung: 1 unverkohlte Klause
L: 2, B: 1.2

Die Klause (hier die dorsale Hälfte) ist im Umriss länglich-oval. Die artcharakteristischen Merkmale (Jacomet et al. 1989, 306) sind bei den zwei gefundenen Fragmenten erkennbar, d.h. die grobe Netzstruktur ist klar erkennbar und unterscheidet sich damit von *Ajuga genevensis*, welche eine

feinere Struktur aufweist. Die Netz-bildenden Rippen von *Ajuga reptans* sind gröber und die Netzmaschen grösser.

Nepeta cataria L., Echte Katzenminze

Messungen: 5 unverkohlte Klausen
L: (1.6) 1.76 (1.9), B: (1.2) 1.26 (1.3)

Die Klause ist im Umriss oval, die Dorsalseite leicht gewölbt und die Ventralseite dachförmig. Ein stumpfer Kiel verläuft über die ganze Ventralseite. Der kleine oft als schwarzer Punkt erkennbare Nabel liegt auf dem Kiel in einer Vertiefung, welche sich quer zum Kiel über die ganze Breite der Ventralseite zieht. Diese Vertiefung scheint typisch für *Nepeta cataria* zu sein. Die Samenoberfläche ist glänzend und strukturlos.

Salvia glutinosa L., Klebriger Salbei

Messungen: 7 unverkohlte Klausen
L: (2.7) 3.49 (3.7), B: (1.9) 2.4 (2.7) (Da die Samen weich sind, ist die Breite davon abhängig, ob die Samen etwas platt gedrückt sind.)

Die Samen sind länglich-oval, gegen das Nabelende schwach zugespitzt, mit schwach gewölbter Dorsalseite und dachförmiger Ventralseite, deren Kante stumpf abgerundet ist. Der Kiel nimmt ca. einen Viertel bis einen Drittel der Samenlänge ein. Der Nabel ist relativ klein und die Schultern seitlich des Nabels sind eher abgerundet, höchstens direkt am Nabel angrenzend etwas schärfer kantig. Die Oberfläche ist matt und weist dunklere, längs verlaufende Nerven auf, welche sich hauptsächlich im apikalen Bereich netzartig verzweigen. *Salvia glutinosa* lässt sich gut von den anderen Arten abgrenzen.

Stachys annua (L.)-Typ, Einjähriger Ziest

Messungen: 2 unverkohlte Klausen
L: (1.4) 1.65 (1.9), B: (1.5) 1.5 (1.5)

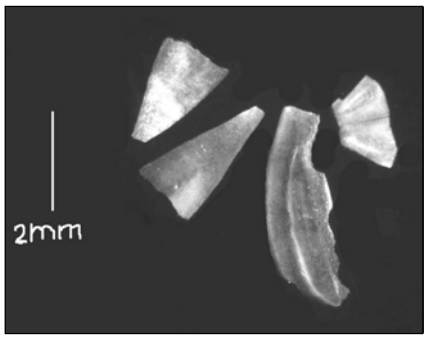
Die Klausen sind rundlich, die Bauchkante ist nicht scharf ausgeprägt, die Kanten (Schultern) seitlich des Nabels sind relativ scharf ausgebildet. Die Oberfläche ist matt und zeigt ein feines Netzmuster. Da die Testa nicht erhalten blieb, kann *Stachys sylvatica*, mit einer deutlich schärferen Bauchkante nicht abgegrenzt werden. Rezente *Stachys annua*, *Stachys arvensis*, *Stachys sylvatica* lassen sich kaum unterscheiden wenn die Testa fehlt. Die restlichen Arten haben abgrenzbare Formen.
Stachys annua-Typ umfasst also die drei Arten *Stachys annua*, *Stachys arvensis*, *Stachys sylvatica* (siehe auch Jacomet et al. 1989, 308).

Linaceae, Leingewächse

Linum usitatissimum L., Saat-Lein, Flachs

Messungen: 37 unverkohlte Samen
L: (2.7) 2.9 (3.1), B: (1.6) 1.7 (1.8)

Die Leinsamen sind im Umriss oval, weisen aber im apikalen Bereich eine Einbuchtung, in welcher der Nabel liegt, auf. Durch die Einbuchtung entsteht oberhalb dieser ein kurzer, spitzer Fortsatz ("Schnabel"). Die Samen sind im Querschnitt flach und der Rand ist gerade. Die Oberfläche ist glatt wobei rundliche Zellen erkennbar sind.
Die Leinkapselfragmente weisen an ihrer Innenseite oft längs verlaufende Kanten, welche Reste der Kapselscheidewände sind, auf. Die Kapselsegmente laufen nach oben spitz zu und sind am unteren Ende eher stumpf. Ganze Segmente wurden keine gefunden. Es traten aber Fragmente aus allen Bereichen der Kapselsegmente auf.



Linum usitatissimum L.
Foto: G. Haldimann

Nymphaeaceae, Seerosengewächse

Nuphar lutea (L.) Sm, grosse Teichrose

nicht messbar

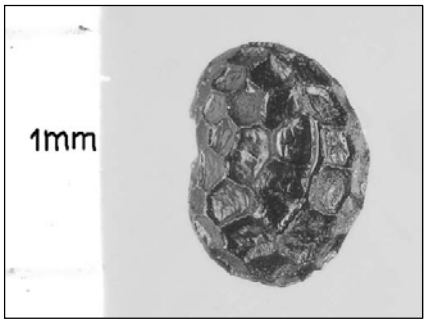
Das gefundene unverkohlte Samenfragment kann aufgrund seiner Grösse und von *Nuphar pumila* und Zellform von *Nymphaea alba* unterschieden werden (Beschreibung in Schoch, W.H., Pawlik, B., Schweingruber, F.H. 1981, 123; Jacomet et al. 1989, 278).

Papaveraceae, Mohngewächse

Papaver somniferum L.; Schlaf-Mohn

Messungen: 57 unverkohlte Samen
L: (0.7) 0.9 (1.1), B: (0.5) 0.7 (0.8)

Die Schlafmohnsamen sind rundlich-nierenförmig. Die Seitenflächen gehen gleichmässig abgerundet in die Rückenfläche über. Auf der Oberfläche sind fünf- bis sechseckige Netzmaschen erkennbar, die gegen den Nabel hin kleiner werden. Die Anzahl der Netzmaschen wurde von M. Leonti (1996, 57, Tabelle 6) ausgezählt: 30 Netzmaschen pro Samenhälfte.



Papaver somniferum L.
Foto: G. Haldimann

Pinaceae, Föhrengewächse

Pinus cembra L., Arve

nicht messbar

Zwei Fragmente der Samenschale des eiförmigen und dachartigen Samens mit ungleichmäßig abgeflachten Seitenflächen und sehr stumpfen Kanten lassen sich zusammenfügen. Die Samen Oberfläche ist rauh. Die Innenseite ist faserig glatt. *Pinus pinea* Samen wären grösser und können deshalb ausgeschlossen werden.

Poaceae, Echte Gräser (Kulturpflanzen)

Die Bestimmung der verschiedenen Getreidearten wurden anhand des Bestimmungsschlüssels von S. Jacomet (1987) und der Vergleichssammlung vorgenommen.

Hordeum vulgare L., Saat-Gerste

Messungen: 29 verkohlte Spindelglieder
L: (1.0) 1.93 (3.1)
Messungen: 54 verkohlte Körner
L: (3.6) 4.3 (5.9, B: (2.1) 2.7 (4.6), H: (1.6) 2.1 (3.2)

Messungen: 7 verkohlte Körner (Nacktgerste)
L: (4.5) 4.9 (5.0), B: (2.7) 3.1 (3.6), H: (2.0) 2.7 (3.7)

Spindelglieder: Die Spindelglieder der Gerste sind länglich, im oberen Bereich breiter als das untere Ende. Die Seitenkanten sind ziemlich gerade. In den meisten Fällen sind im apikalen Bereich der Spindelglieder Reste der Hüllspelzen oder zumindest deren Abbruchstelle erkennbar. Viele zeigen deutliche Stielung, was auf das Vorhandensein von Nacktgerste hindeutet. Es wurden behaarte und unbehaarte Spindelglieder gefunden. Behaart sind die Seitenkanten der Spindelglieder und die Stielchen.

Körner: Die Gerstenkörner sind in Aufsicht und Seitenansicht spindelförmig. In Aufsicht laufen sie gegen die Enden mehr oder weniger spitz zu. In Seitenansicht ist die maximale Kornhöhe etwa in der Mitte des Kornes. Die Bauchfurche ist geschlossen. Der Embryo liegt, wenn vorhanden, eingesenkt in einer Vertiefung. Wenige Körner zeigen Merkmale von Nacktgerste: Die Kornenden sind eher abgerundet oder eingezogen. Sie sind im Querschnitt runder und die Bauchfurche ist teilweise etwas breiter.

Hordeum vulgare L.
Foto: G. Haldimann

Triticum aestivum L./*durum* Desf./*turgidum* L., Nacktweizen

Messungen: 39 verkohlte Spindelglieder
L: (1.0) 1.74 (2.5)

Messungen: 53 verkohlte Körner
L: (3.0) 3.9 (4.9), B: (2.1) 2.9 (3.6), H: (1.8) 2.4 (3.1)

Spindelglieder: Die Spindelglieder von Nacktweizen sind länglich mit gerade verlaufenden Kanten. Sie sind im oberen Teil breiter als unten. Wenige Exemplare zeigen behaarte Seitenkanten. Die gut erhaltenen Spindelglieder zeigen unterhalb der Hüllspelzenbasen eine wulstförmige Verdickung. Oft ist in der Mitte des Wulstes im Bereich zwischen den Hüllspelzenbasen eine aufgesetzte, runde Papilla erkennbar. Aufgrund der wulstförmigen Verdickung kann davon ausgegangen werden, dass es sich um tetraploiden Nacktweizen (*Triticum durum/turgidum*) handelt. Ein Spindelglied zeigt gebogene Seitenkanten und die Hüllspelzen sind abgebrochen. Diese Form und die Bruchweise des Spindelgliedes deutet auf hexaploiden Nacktweizen (*Triticum aestivum*) hin. Alle unverkohlten und schlecht erhaltenen Spindelglieder, bei welchen diese Bestimmungsmerkmale nicht erkennbar sind, werden deshalb allgemein als Nacktweizen (*Triticum aestivum/durum/turgidum*) bestimmt.

Körner: Nacktweizenkörner sind in Aufsicht eher gedrungen mit stumpfen Enden. In Seitenansicht ist die Bauchlinie gerade oder konvex und die Rückenlinie mehr oder weniger gleichmässig gewölbt, mit der maximalen Höhe in der Mitte der Körner. Die Bauchfurche ist breit und tief. Der Embryo liegt, wenn vorhanden, in der Vertiefung.

Triticum aestivum L./*durum* Desf./*turgidum* L.
drei Spindelglieder: tetraploider Nacktweizen, ein Spindelglied: wohl hexaploider Nacktweizen
Foto: G. Haldimann

Triticum dicoccum Schübl., Emmer

Messungen: 17 verkohlte Ährchengabeln
Breite der Ährchengabel: (1.0) 1.74 (2.0)
Breite der Hüllspelzenbasis: (0.6) 0.78 (1.0)

Messungen: 9 verkohlte Körner
L: (3.4) 4.5 (6.0); B: (2.2) 2.7 (3.2), H: (1.9) 2.3 (2.6)

Ährchengabel: Die Ährchengabeln von Emmer sind im Bereich der Abbruchnarbe von den Internodien abgebrochen. Die Hüllspelzen bilden an ihrer Ansatzstelle am Spindelglied einen Knick und laufen nach oben mehr oder weniger stark auseinander. Die Hüllspelzenbasen sind im Querschnitt schmal-rechteckig.

Körner: Emmerkörner sind in Aufsicht schlank, am oberen und unteren Ende spitz zulaufend. In Seitenansicht zeigt die Rückenlinie einen deutlichen Buckel, dessen maximale Höhe im Bereich oberhalb des Embryos liegt. Die Bauchfurche ist eher eng und tief. Die Bauchlinie verläuft gerade oder etwas konvex. Der Embryo steht schräg in der Vertiefung. Für die Mehrzahl der Emmerkörner war die Art-Zuweisung nur unsicher, da nicht alle Merkmale deutlich erscheinen.

Triticum dicoccum Schübl.
Foto: G. Haldimann

Triticum monococcum L., Einkorn

Messungen: 3 verkohlte Ährchengabeln
Breite der Ährchengabel: (1.3) 1.4 (1.6)
Breite der Hüllspelzenbasis: (0.5) 0.6 (0.7)

Die Ährchengabeln von Einkorn wirken massiv. Gefunden wurden nur die apikalen Teile der Internodien, welche bei der Ansatzstelle zum nächst-höheren Spindelglied abgebrochen sind. Die am Spindelglied anhaftenden Hüllspelzenreste verlaufen relativ senkrecht nach oben und sind im Querschnitt massiv und leicht rechteckig.

Poaceae (ohne Kulturpflanzen)

Die Poaceen Bestimmung wurde mit Hilfe des Bestimmungsschlüssels von U. Körber-Grohne (1991, 173 und 1964, 14) vorgenommen. Bestimmungsmerkmale sind Form und Grösse der Karyopsen, Form, Grösse und Lage des Nabels und die Struktur der Fruchtwand.

Phragmites australis (Cav.) Trin., Schilfrohr

Messungen: 2 unverkohlte Karyopsen
L: (1.5) 1.55 (1.6), B: (0.65) 0.5 (0.5)

Poaceae, Echte Gräser

Messung: 1 verkohlte Karyopse
L: 1.3, B: 0.6

Poa nemoralis L., Hain-Rispengras

Messungen: 9 unverkohlte Karyopsen
L: (1.4) 1.57 (1.75), B: (0.6) 0.72 (0.75)

Poa pratensis L./*trivialis* L., Wiesen-/Gemeines-Rispengras

Messungen: 5 unverkohlte Karyopsen
L: (1.45) 1.65 (1.7), B: (0.65) 0.74 (0.85)

Poa L. *spec*. Rispengras

Messungen: 3 unverkohlte Karyopsen
L: (1.3) 1.4 (1.5), B: (0.6) 0.65 (0.7)

Messungen: 3 verkohlte Karyopsen
L: (1.1) 1.17 (1.2) , B: (0.5) 0.5 (0.5)

Primulaceae, Schlüsselblumengewächse

Anagallis arvensis L., Acker-Gauchheil

Messung: 1 unverkohlter Same
L: 1.4, B: 1.1

Der Same ist unregelmässig pyramidenförmig mit unterschiedlich grossen Seitenflächen. Die Kante zwischen den Seitenflächen und der Grundfläche ist abgerundet. Die Oberfläche ist feinwarzig. Der Nabel ist länglich und bildet somit eine stumpfe Spitze gegenüber der Grundfläche. *Anagallis foemina* hat einen längeren Nabel und *Anagallis tenella* ist kleiner und feiner warzig. *Anagallis arvensis* lässt sich somit von den anderen Arten abgrenzen.

Ranunculaceae, Hahnenfussgewächse

Rumex L. spec., Ampfer

Messungen: 4 unverkohlte Samen
L: (1.3) 1.55 (1.8), B: (1.0) 1.1 (1.25)

Rumex-Samen aller Arten sind dreikantig mit drei gleich grossen Seitenflächen. Die einzelnen Arten können ohne Perianth kaum unterschieden werden. *Rumex conglomeratus*, *Rumex sanguineus* und *Rumex acetosella* haben zwar stumpfere Kanten, aber da in der Vergleichssammlung auch Samen dieser Arten relativ scharfkantig sind, bleibt eine Artzuweisung problematisch. Einzig *Rumex acetosella* kann aufgrund seiner deutlich kleineren Samen abgegrenzt werden. Kriterien, welche die Artunterscheidung ermöglichen, zeigen die Perianthblätter. Dies sind Grösse, Form, Schwielen und Nervatur. Da die Bestimmung anhand der Seitenkanten der Samen nicht eindeutig möglich ist, wird ohne Perianth auf eine nähere Bestimmung verzichtet.

Rumex conglomeratus Murray-Typ, Knäuelblütiger Ampfer

Messungen: 4 unverkohlte Samen
L: (1.8)1.93 (2.1), B. (1.2) 1.2 (1.15)

Die Perianthblätter sind schmal-eiförmig und ganzrandig. Bei *Rumex conglomeratus* haben alle drei die gleiche Grösse und je eine grosse Schwiele und bei *Rumex sanguineus* sind nicht alle Blätter gleich gross und nur am grössten Blatt ist eine Schwiele ausgebildet. Die Blattform des grossen ist dieselbe wie jene von *Rumex conglomeratus*. Da bei den gefundenen Exemplaren nicht überall das vollständige Perianth vorhanden ist, und fünf Samen kein Perianth aufweisen, sind keine eindeutigeren Bestimmungen möglich. Die Samen haben deutlich abgerundete Kanten.
Rumex conglomeratus-Typ umfasst die zwei Arten *Rrumex conglomeratus* und *Rumex sanguineus*. *Rumex acetosella* kann ausgeschlossen werden, da dessen Samen deutlich kleiner sind. Die Samen dieser Arten haben abgerundete Kanten und können auf Grund dieses Merkmals von den übrigen Arten abgegrenzt werden.

Rumex crispus L., Krauser Ampfer

nicht messbar

Die Samen beider unverkohlter Exemplare sind von den Perianthblättern umgeben. Die Perianthblätter sind herzförmig und ganzrandig. Jedes der drei Perianthblätter trägt eine Schwiele, aber nur eine ist gross ausgebildet. Eine der beiden kleinen Schwielen ist abgebrochen, wobei die Abbruchstelle klar erkennbar ist.

Thalictrum flavum L./*morisonii* C.C.Gmelin, Gelbe/Hohe Wiesenraute

Messungen: 2 unverkohlte Samen
L: (1.45) 1.56 (1.7), B: (1.1) 1.2 (1.3)

Die Frucht ist spindelförmig, an der Basis etwas stumpf und am Apex spitzer zulaufend. Die Oberfläche ist längs gerippt. Die Rippen sind stumpf und keine ist geflügelt. Auf Grund der Samenform und Rippenform kommen *Thalictrum flavum und Thalictrum morisonii* in Frage.

Rosaceae, Rosengewächse

Prunus avium L., Süsskirsche

Messung: 1 unverkohlter Steinkern (Perle)
L: 7.6, B: 6.3

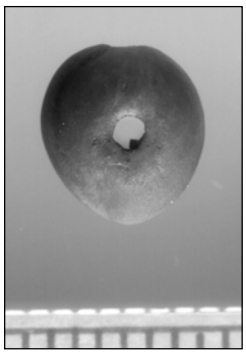
Der Steinkern ist länglich-kugelig, leicht zugespitzt. Die Seitenflächen sind angeschliffen. Der ovale Nabel ist nur leicht eingesenkt. Die Dorsalnaht ist schwach erkennbar und die Ventralnaht bildet einen breiten, schwach erhabenen, glatten Wulst. Dieses Exemplar zeigt keine vom Nabel ausgehenden radiär verlaufenden Rippen über die Steinoberfläche, wie dies bei *Prunus avium* Steinkernen vorkommen kann.

Prunus avium L.
Foto: AATG, D. Steiner

Prunus mahaleb, L., Felsenkirsche

Messungen: 3 unverkohlte Steinkerne:
L: (6.0) 6.5 (7.3), B: (4.9) 5.3 (5.8)

Die Steinkerne sind kugelig manchmal länglich und haben am dem Nabel gegenüber liegenden Ende eine deutliche, kleine Spitze. Der Nabel ist rundlich. Die Bauchfurche ist breit und deutlich erhaben, die Rückennaht ist als dünne Rippe klar erkennbar. Die Oberfläche ist glatt und die Wand dünn, und somit von den anderen *Prunus* Arten klar unterscheidbar.



Prunus mahaleb, L.
Foto: AATG, D. Steiner

Scrophulariaceae, Braunwurzgewächse, Rachenblütler

Linaria vulgaris Miller, Gemeines Leinkraut

Messung: 1 unverkohlter Same
B: 1.9 mm, (von der Länge fehlt ein Teil)

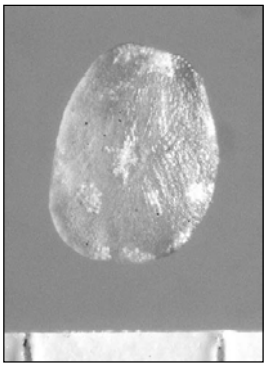
Der Same ist scheibenförmig mit einem breiten Flügelrand. Die Flügelbreite beträgt etwa einen Viertel des Samendurchmessers. Der Flügel ist durchscheinend mit länglichen Zellen, die radiär nach aussen

angeordnet sind. Der zentrale Bereich der Samenoberfläche ist vorgewölbt und mit runden Warzen bedeckt. Eine Seite weist am Übergang von der Wölbung zum Flügelrand einen bis drei Kiele auf. Das gefundene Exemplar zeigt nur einen. Ein kleiner Teil des Samens fehlt. *Linaria vulgaris* ist nicht von *Linaria angustissima* zu unterscheiden. Letztere kann jedoch ausgeschlossen werden, da ihr Verbreitungsgebiet südlich der Alpen liegt (Binz und Heitz 1990, 393).

Veronica alpina L., Alpen-Ehrenpreis

Messung: 1 unverkohlter Same
L: 1.2 B: 0.9

Der Same ist im Umriss oval, die Dorsalseite ist flach, die Ventralseite ist leicht vorgewölbt und der Nabel ist als runde Vertiefung deutlich erkennbar. Der Same ist durchscheinend und auf der Oberfläche ist ein grobmaschiges Zellnetz erkennbar. Ein Vergleich mit rezenten *Veronica urticifolia* Samen zeigt, dass diese ähnlich sind. Letztere sind jedoch etwas grösser und die Ventralseite ist kaum vorgewölbt. Charakteristisch für *Veronica alpina* sind die groben Netzmaschen und eine nicht bis höchstens schwach ausgerandete Kante an der Ansatzstelle des Wurzelspitzchens.



Veronica alpina L.
Foto: G. Haldimann

Tiliaceae, Lindengewächse

Tilia platyphyllos Scop., Sommerlinde

Messungen:12 unverkohlte Nüsse
L: (4.2) 5.94 (9.4); B: (3.3) 4.37 (6.1)

Messungen:15 unverkohlte Nüsse (kleine Exemplare)
L: (2.3) 2.8 (3.4), B: (2.1) 2.62 (2.9)

Die ganzen Nüsse sind oval-kugelförmig mit 4 bis 5 deutlichen, längs verlaufenden Kanten. Diese laufen an der Griffelansatzstelle zusammen. Die Oberfläche ist dicht behaart, was bei den meisten Exemplaren noch deutlich erkennbar ist. Die Fruchtwand ist verholzt und ihre Innenseite oft haarig. Dieses Merkmal kann als Unterscheidungskriterium gegenüber *Tilia cordata*, welche eine deutlich dünnere Fruchtwand aufweist beigezogen werden (Anderberg, 1994, 80/81). An Hand dieses Merkmals können auch Bruchstücke bestimmt werden.
Es wurden viele kleine möglicherweise unreife Exemplare gefunden. Ein Exemplar wurde quer geschnitten, so dass man die 5 Samenanlagen und die dicke Fruchtwand deutlich erkennen kann.

Verdankungen

Als erstes möchte ich Stefanie Jacomet herzlich danken, dass sie mir mit dieser Arbeit die Möglichkeit geboten hat, mich in die Archäobotanik einzuarbeiten, und dass sie mich während dieser Zeit sehr gut betreute. Herrn J. Bürgin vom Kantonalen Amt für Archäologie des Kantons Thurgau sei an dieser Stelle für die Zurverfügungstellung des Untersuchungsmaterials gedankt. Das Projekt (Nr. 1253.063539.00/1) wurde durch den Schweizerischen Nationalfonds finanziert. Petra Zibulski danke ich für die Hilfe beim aufwändigen Auslesen der Makroreste. Für die anregenden Diskussionen danke ich Urs Leuzinger, Sabine Deschler-Erb, Elisabeth Marti-Grädel, Philippe Rentzel, Christoph Brombacher, Philippe Hadorn und Marlu Kühn. Marijke van der Veen und Glynis Jones möchte ich meinen Dank für die wertvolle Beratung bei der Anwendung statistischer Methoden aussprechen. Petra Zibulski und Danièle Martinoli gebührt auch der Dank für die Durchsicht des Manuskriptes. Ich bedanke mich bei allen Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern des Labors für Archäobotanik für die diversen Hilfestellungen und Diskussionen.