# Archäobotanische Untersuchungen zu Umwelt und Landwirtschaft jungbronzezeitlicher Flussmarschbewohner der Siedlung Rodenkirchen-Hahnenknooper Mühle, Ldkr. Wesermarsch

Von Dušanka Kučan

Mit 29 Tabellen und 49 Abbildungen

**Inhalt:** Parallel zu der Ausgrabung der jungbronzezeitlichen Siedlung Hahnenknooper Mühle bei Rodenkirchen, Ldkr. Wesermarsch, wurden umfangreiche pollen- und makrorestanalytische Untersuchungen durchgeführt.
Zwei Pollendiagramme aus dem unmittelbaren Siedlungsbereich zeigen die Vegetationsabfolge im Mittleren und Oberen Torf. Sie liefern wichtige Beiträge zum Verständnis der Vegetation und Landschaft vor Beginn der jungbronzezeitlichen Besiedlung. Die Pollenanalysen zeigen, dass die Waldstandorte im Atlantikum und Subboreal von edellaubholzarmen Eichenmischwäldern und erlenreichen Niederungswäldern beherrscht wurden. Die Siedlungszeiger blieben gering und geben daher keinen Hinweis auf eine Nutzungsaktivität in Rodenkirchen vor der jungbronzezeitlichen Besiedlung.
Die botanische Untersuchung der natürlichen und der vom Menschen beeinflussten Vegetation im Küstengebiet der Wesermarsch macht deutlich, dass die Schwankungen des Meeres- und Grundwasserspiegels einen starken Einfluss auf die Landschafts- und Vegetationsentwicklung hatten. Während der jungbronzezeitlichen Besiedlung herrschten Vegetationseinheiten des Süßwasserbereichs vor. Da im gesamten Fundspektrum wichtige Halophyten fehlen, kann von einem deutlichen Salzwassereinfluß nicht ausgegangen werden. Allerdings zeigen einige der nachgewiesenen Arten, dass es in der Umgebung Brackwasserstandorte gab, die zeitweise wohl auch in Siedlungsnähe auftraten.
Die Rolle von Ackerbau und Grünlandnutzung in der jungbronzezeitlichen Wesermarsch konnte durch Funde von Kultur- und Wildpflanzen sowie von Ackerunkräutern geklärt werden. Ackerbau trat gegenüber der Viehhaltung stark zurück. Es konnte aber gezeigt werden, dass dennoch mehrere Kulturpflanzen in der damals noch unbedeichten Marsch angebaut wurden. Der Getreidebau umfasste folgende Arten: Spelzgerste (*Hordeum vulgare* fo. *tetrastichum*), die Spelzweizen Emmer und Einkorn (*Triticum dicoccon* und *T. monococcum*), Echte Hirse (*Panicum miliaceum*) und möglicherweise Saat-Hafer (*Avena sativa*). Unter den Funden befinden sich die ersten bronzezeitlichen Nachweise des Anbaus von Ackerbohne (*Vicia faba*) und Leindotter (*Camelina sativa*) in Nordwestdeutschland. Die Proben erbrachten ferner zahlreiche Samen des Leins (*Linum usitatissimum*). Leindotter und Lein wurden vermutlich zur Ölgewinnung angebaut, wobei Leindotter stärker vertreten war.
Pollenanalytische Untersuchungen in den jungbronzezeitlichen Siedlungsschichten erbrachten neue Erkenntnisse zur Tierhaltung. So weisen deutlich erhöhte Pollenwerte auf eine Verwendung von Hasel und Birke für die winterliche Stallfütterung hin. Zudem konnte gezeigt werden, dass Menge und Zusammensetzung des Pollenniederschlags stark von der Nutzung der verschiedenen Pflanzen in der Siedlung beeinflusst wurden.
Zum Fundspektrum des Sammelobstes und der Nüsse zählen Schlehe (*Prunus spinosa*), Brombeere (*Rubus fruticosus*), Hagebutte (*Rosa* sp.), Erdbeere (*Fragaria vesca*), Weißdorn (*Crataegus monogyna*), Apfel (*Malus sylvestris*), Wacholder (*Juniperus communis*) und Haselnuss (*Corylus avellana*). Die relativ hohen Fundzahlen zeigen, dass die Sammelwirtschaft bei den jungbronzezeitlichen Siedlern von Rodenkirchen eine weit umfassendere Bedeutung hatte, als dies von jüngeren Flussmarschsiedlungen Nordwestdeutschlands bekannt war. Mutmaßlich wurden auch Wildkräuter gesammelt, wie die zahlreichen Funde von Echtem Eibisch (*Althaea officinalis*), Sellerie (*Apium graveolens*) und Wildrübe (*Beta vulgaris* ssp. *maritima*) belegen. Schilfrohr (*Phragmites australis*) kann ebenfalls als Sammelpflanze gewertet werden. Es wurde als Einstreu, Viehfutter und zur Bodenisolation genutzt.
Die Bestimmung von über 2000 unverkohlten Holzresten gewährte – unabhängig von der Pollenanalyse – einen Einblick in den Waldbestand der Uferwälle. Neben der vorherrschenden Erle (*Alnus*) konnten Esche (*Fraxinus*), Birke (*Betula*), Eiche (*Quercus*), Weide (*Salix*), Hasel (*Corylus*), Hainbuche (*Carpinus*) und Holunder (*Sambucus*) nachgewiesen werden. Auffallend ist der Mangel an Harthölzern. Dieser führte dazu, dass selbst für wichtige Konstruktionsteile des Hauses in großem Umfang Weichhölzer, vor allem Erlenholz, verwendet wurden.

**Schlüsselwörter:** Nordwestdeutschland, Flussmarsch, Jüngere Bronzezeit, Pollenanalyse, Makrorestanalyse, Landschaftsgeschichte, Vegetationsentwicklung, Meeresspiegelschwankungen, Kulturpflanzen, Winterfütterung, Grünland.

**Abstract:** Pollen analytical and archaeobotanical investigations have been carried out at the excavation of the Late Bronze Age dwelling site Hahnenknooper Mühle near Rodenkirchen, some 40 km northwest of Bremen.
Two pollen diagrams from the immediate vicinty of the dwelling site present the vegetation development during the formation of the middle peat layer and the Upper peat. The diagrams provide important details with respect to vegetation history and landscape development in pre-Bronze Age times during the Atlantic and Subboreal period. Pollen analyses show that the landscape was dominated by mixed oak and alder woodland and human impact was negligible.
Fluctuations of the sea level and groundwater table heavily influenced landscape and vegetation development. During the Late Bronze Age settlement phase plant communities characterised by fresh water prevailed. Since important halophytes have not been recorded, salt water influence was probably of minor influence. However, some of the species recorded point to some brackish conditions which have existed temporarily in the vicinity of the settlement.
The findings of cultivated plants and weeds as well as the records of wild plants illustrate the role of arable and pastoral farming in the Late Bronze Age of the riverine clay district of northwestern Germany. Although the archaeobotanical evidence has shown that some cultivated plants were grown in the undyked clay district, agriculture seems to have been less important than animal husbandry. The following cereals were cultivated: lax-eared six-row barley (*Hordeum vulgare* fo. *tetrastichum*), emmer (*Triticum dicoccon*), einkorn (*T. monococcum*), broomcorn millet (*Panicum miliaceum*) and perhaps also common oat (*Avena sativa*). The findings of horse bean (*Vicia faba*) and gold of pleasure (*Camelina sativa*) are the oldest records in northwestern Germany so far. The latter was cultivated as oil plant as well as flax (*Linum usitatissimum*), which has been recorded less frequently.
The results of four pollen diagrams from the Late Bronze Age settlement layers have provided new insights into animal husbandry. Considerably increased pollen percentages of *Corylus* and *Betula* indicate the use of winter fodder. Moreover it could be shown that amount and composition of the pollen content of the settlement layers is strongly dependent from the use of the various plants within the settlement.
Collected fruits and nuts included blackthorn (*Prunus spinosa*), blackberry (*Rubus fruticosus*), rosehip (*Rosa* sp.), strawberry (*Fragaria vesca*), hawthorn (*Crataegus monogyna*), crab apple (*Malus sylvestris*), juniper (*Juniperus communis*) and hazelnut (*Corylus avellana*). Their relatively high number of botanical remains shows that collecting wild fruits was far more important to the Late Bronze Age settlers of Rodenkirchen as it is known from younger settlements of the riverine clay district of northwestern Germany. Wild herbs were also deliberately collected as numerous findings of mallow drama (*Althaea officinalis*), celery (*Apium graveolens*) and sea beet (*Beta vulgaris* ssp. *maritima*) show. Reed (*Phragmites australis*) also belongs to the collected plants. It was used as litter, fodder and for isolation.
In addition to pollen analysis the identification of over 2000 fragments of uncarbonized wood provided an insight into the composition of the forest on the elevated levees along the river Weser. Alder (*Alnus*) wood was dominant. Less frequent records were of ash (*Fraxinus*), birch (*Betula*), oak (*Quercus*), willow (*Salix*), hazel (*Corylus*), hornbeam (*Carpinus*) and elder (*Sambucus*). A remarkable feature is the particularly low importance of hardwood. This favoured the use of softwood, especially alder, even for important constructive parts of the houses.

**Key words:** Northwestern Germany, Riverine clay district, Late Bronze Age, Pollen analysis, Macro-remains, Landscape history, Vegetation development, Sea-level change, Cultivated plants, Winter fodder, Grassland vegetation.

*Dipl.-Biol. Dušanka Kučan, Niedersächsisches Institut für historische Küstenforschung, Postfach 2062, 26360 Wilhelmshaven. – E-mail: kucan@nihk.de*

# Inhalt


1 Einleitung ... 20

2 Geologie und naturräumliche Gliederung ... 22

3 Pollenanalytische Untersuchungen zur Rekonstruktion der Vegetationsentwicklung ... 23

3.1 Stratigraphie und Torfzusammensetzung ... 23

3.2 Probenaufbereitung und Datierung ... 29

3.3 Zur Vegetationsentwicklung im Bereich des Mittleren und Oberen Torfs ... 29

3.3.1 Pollenspektren von 8,93 m bis 8,84 m u. O. (Mittlerer Torf) ... 29

3.3.2 Pollenspektren von 8,84 m bis 7,91 m u. O. ... 30

3.3.3 Pollenspektren von 7,91 m bis 7,52 m u. O. ... 31

3.3.4 Pollenspektren von 3,43 m bis 3,16 m u. O. (Oberer Torf) ... 32

4 Jungbronzezeitliche Besiedlung und Landwirtschaft ... 33

4.1 Böden und neuzeitliche Landwirtschaft ... 33

4.2 Probenbergung und -aufbereitung für die Makrorestanalyse ... 34

4.3 Kulturpflanzen ... 36

4.3.1 Gerste (*Hordeum vulgare* L.) ... 36

4.3.2 Weizen (*Triticum* spp. L.) ... 39

4.3.3 Echte Hirse (*Panicum miliaceum* L.) ... 40

4.3.4 Hafer (*Avena* sp. L.) ... 40

4.3.5 Ackerbohne (*Vicia faba* L.) ... 41

4.3.6 Leindotter (*Camelina sativa* [L.] Crantz) ... 41

4.3.7 Lein (*Linum usitatissimum* L.) ... 43

4.4 Die jungbronzezeitlichen Kulturpflanzen aus Rodenkirchen-Hahnenknooper Mühle im Vergleich mit Kulturpflanzenfunden aus prähistorischen Siedlungen in Norddeutschland und den Niederlanden ... 44

4.5 Pollenanalytische Untersuchungen an Grabungsprofilen und Siedlungsschichten ... 47

4.5.1 Westprofil 2000 ... 49

4.5.2 Südprofil 1999 ... 49

4.5.3 Westprofil 1999 ... 54

4.6 Sammelpflanzen ... 57

4.6.1 Wildobst und Nüsse ... 57

4.6.2 Gesammelte Wildkräuter ... 59

4.6.3 Schilfrohr und Meerbinse ... 60

5 Die Hölzer und ihre Verwendung ... 61

5.1 Bauhölzer ... 62

5.2 Bearbeitete Holzgeräte und weitere Holzfunde ... 63

5.3 Holzkohle ... 63

6 Die Vegetation im Bereich der jungbronzezeitlichen Siedlung Hahnenknooper Mühle ... 64

6.1 Acker- und Gartenunkräuter ... 64

6.2 Grünlandvegetation ... 66

6.2.1 Röhrichte und Großseggenrieder, Strandnelkenwiesen oder Salzrasen ... 67

6.2.2 Tritt- und Flutrasen ... 69

6.2.3 Zweizahn-Schlammfluren und Flussmeldefluren ... 70

6.2.4 Kleinseggenrieder ... 70

6.2.5 Hochmoor-Moorheiden ... 71

7 Zusammenfassung ... 72

8 Literatur ... 74

9 Anhang: Tab. 25–29 ... 79

# 1 Einleitung

Die unzureichenden Entwässerungsverhältnisse in den tief gelegenen Gebieten der Wesermarsch veranlassten die Sielacht Stadland Ende der 1960er Jahre nach Verbesserungsmöglichkeiten zu suchen. Im Zentrum des Problems standen die meliorationsbedürftigen Böden der Marsch- und Moorgebiete, die bei geregeltem Wasserhaushalt für die landwirtschaftliche Nutzung durchaus geeignet sind. Mit dem Bau eines Hauptsieltiefs als Vorflutgewässer wurde das gesamte Entwässerungssystem verbessert und umgestellt. Gleichzeitig verloren die alten Siele (u. a. das Strohausersiel) in der Hauptdeichlinie ihre Funktion und konnten aus dem Deich entfernt werden (vgl. Gerdes-Röben 1989).

Die massiven Erdbewegungen beim Bau des neuen Entwässerungssystems stellten starke Eingriffe in die Naturräume dar. Gleichzeitig ermöglichten sie Archäologen und Naturwissenschaftlern einen einmaligen Einblick in die Marschgenese.

Beim Bau des neuen Strohauser Sieltiefs in der Nähe der Hahnenknooper Mühle westlich von Rodenkirchen, Gde. Stadland, Ldkr. Wesermarsch (Abb. 1), wurden 1971 Siedlungsspuren aus der jüngeren Bronzezeit entdeckt. Die Siedlung war auf dem westlichen Hang des linken Uferwalls der Weser gegründet worden, wo sie dicht über dem Oberen Torf lag (Först 1991; Strahl 2005). Heute ist die Siedlung von mindestens 1,5 m Sediment bedeckt, das spätere Überschwemmungen hier abgelagert haben. In der jüngeren Bronzezeit konnte in der Marsch bei Rodenkirchen auf dem Uferwall der Weser und ggf. von Prielen bzw. auf Sedimenten der beginnenden Dünkirchen Ia-Transgressionsphase zu ebener Erde gesiedelt werden. Das Leben war in dieser Zeit trotz noch fehlender Deiche und auch ohne den Schutz von Wurten nicht ernsthaft durch das Wasser gefährdet. Nach einer Radiokarbondatierung (KI-4805,01) wurde der Obere Torf bei der Hahnenknooper Mühle bald nach 3220 ± 40 BP (kal. 1520–1442 v. Chr.; Tab. 1) durch Sedimente überdeckt. Im Zuge einer Notgrabung von H. Hayen konnten hier 1971 erste Baubefunde untersucht sowie zahlreiche Scherben geborgen werden. Hayen wies die Baubefunde zwei bzw. drei Häusern zu (Hayen 1972; Först 1985). Zwei Häuser lagen in einer Tiefe von -1,1 m bzw. -1,39 m NN und das dritte Haus – in einer Senke gelegen – wurde in einer Tiefe von -1,79 m NN angetroffen. Soweit damals festgestellt werden konnte, handelte es sich um Wohnstallhäuser, wie sie vor allem in den Niederlanden seit der Bronzezeit in großer Zahl auftreten. In Anlehnung an westfriesische Befunde könnten zu der Siedlung Einzelgehöfte oder Gruppen von jeweils zwei bis drei Häusern in Abständen von 100 bis 200 m gehört haben (van Es, Sarfatij u. Woltering 1988). Die begleitende Bohrprospektion von K. Brandt zeigte unmittelbar nördlich und südlich der Fundstelle einen Priel. Es ist allerdings noch nicht geklärt, ob sie zur Zeit der Siedlung bestanden haben.

Mit Unterstützung der Deutschen Forschungsgemeinschaft wurde die jungbronzezeitliche Siedlung Rodenkirchen-Hahnenknooper Mühle von 1996 bis 2001 durch das Niedersächsische Institut für historische Küstenforschung (NIhK), Wilhelmshaven, unter der Leitung von E. Strahl ausgegraben. Ab 1997 wurde hier ein mehrphasiges, bis zu knapp 27 m langes, dreischiffiges Wohnstallhaus mit seinen Zäunen, die es nacheinander umgeben haben, von Osten nach Westen fortschreitend vollständig untersucht. Die kalibrierten $^{14}$C-Datierungen von Holzpfosten dieser Anlage durch H. Erlenkeuser vom Leibniz-Labor für Altersbestimmung und Isotopenforschung der Christian-Albrechts-Universität Kiel fallen bei einer Spanne von 1 σ überwiegend in die Zeit zwischen 930 und 830 v. Chr. (Strahl 2005).

Der Stallteil des Hauses wies zwei Reihen schmaler Einzelboxen für das Vieh auf. Er lag im Osten; der Wohn- und Arbeitsbereich war nach Westen ausgerichtet. Im Stallgang hatte das hier nur ca. 5 m breite Haus keine gezimmerten Mistrinnen, wie sie anderswo in dreischiffigen Wohnstallhäusern gefunden wurden. Längs in der Mitte des Stallganges befand sich lediglich eine wohl mehrfach erneuerte Schilflage von maximal 70 cm Breite. Im Sommer 1999 wurde bei den Ausgrabungen der Übergang vom Stall- zum Wohnteil erreicht. Der Boden des Wohnteils war zunächst durch eine bis zu 45 cm starke Sodenpackung erhöht und später durch dünne Aufträge verschiedentlich erneuert worden. Das Haus war von einem immer wieder ersetzten Zaun umgeben, dessen Flecht-

| Material | Labor-Nr. | Tiefe unter Oberfläche | Tiefe NN | $^{14}$C-Jahre BP | kalib. Kalenderjahre (1 σ) |
|---|---|---|---|---|---|
| Radizellentorf | KI-4805,01 | 3,17 bis 3,21 m | -2,06 bis -2,10 m | 3220 ± 40 | 1520–1442 v. Chr. |
| Radizellentorf | KI-4805,02 | 3,35 bis 3,37 m | -2,24 bis -2,26 m | 3460 ± 75 | 1882–1691 v. Chr. |
| Schilftorf | KI-4805,03 | 7,65 bis 7,67 m | -6,54 bis -6,56 m | 3960 ± 45 | 2568–2350 v. Chr. |
| Schilftorf | KI-4805,04 | 7,93 bis 7,95 m | -6,82 bis -6,84 m | 4450 ± 35 | 3322–3025 v. Chr. |
| Schilftorf | KI-4805,05 | 8,40 bis 8,42 m | -7,29 bis -7,31 m | 4920 ± 45 | 3759–3649 v. Chr. |
| Schilftorf | KI-4805,06 | 8,86 bis 8,88 m | -7,75 bis -7,77 m | 5700 ± 55 | 4599–4461 v. Chr. |

Tab. 1. Zusammenstellung der Radiokarbondaten aus dem Mittleren und Oberen Torf (Bohrung GE-258).

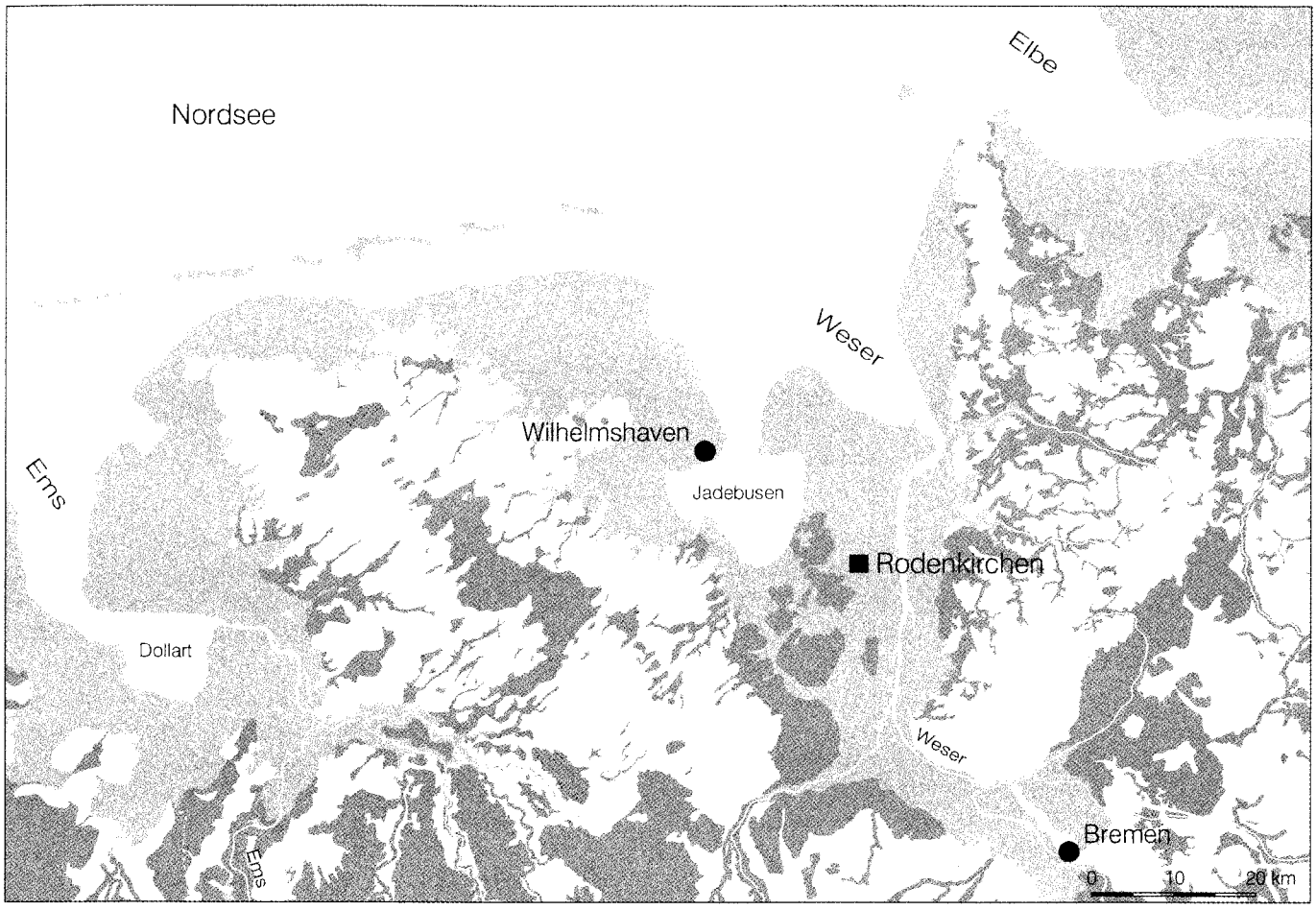



Abb. 1. Lage des Untersuchungsgebietes.
Grafik: M. Spohr.

werk sich mehrfach stellenweise erhalten hat (vgl. STRAHL 1999; 2000; 2003; 2005).

In der Bronzezeit erfuhr die Viehhaltung eine Veränderung, indem die Tiere im Winter aufgestallt wurden. Die große Pollenmenge kätzchentragender Arten wie etwa Birke, Erle, Hasel und Gagel, die in den Mistschichten gefunden wurden, sind sichere Indizien für Winterfütterung. Das Schneiteln von Laub dürfte die einzige Möglichkeit gewesen sein, das Vieh durch den Winter zu bringen, da größere, im Sommer nutzbare (trockene) Wiesenflächen für die Heugewinnung noch fehlten.

Die Auswertung von botanischen Makroresten und Pollenanalysen von Proben aus den Siedlungsschichten boten gute Möglichkeiten, Kenntnisse über Art und Umfang des Ackerbaus sowie über Ernährung und Viehhaltung in der Wesermarsch während der jüngeren Bronzezeit zu gewinnen. Die Ergebnisse dieser Auswertung werden in Kapitel 4 behandelt. Außerdem wurden im Laufe der Grabungskampagnen 2070 unverkohlte Bau- und Gerätehölzer sowie sonstige Holzreste geborgen und bestimmt.

Zur Ergänzung der geologischen Untersuchungen wurden zwei Pollendiagramme an so genannten „schwimmenden Torfen" (Torflagen in holozäner Aufspaltungssequenz) erarbeitet. Von besonderer Bedeutung war, mit ihrer Hilfe zu klären, wie stark die bronzezeitliche Marschbesiedlung von den geologischen Faktoren mitgeprägt wurde und wie weit in deren Folge Boden und Vegetation durch Überflutungen von Brackwasser geprägt waren.

Für die gute Zusammenarbeit und Unterstützung bei der Bergung der Bodenproben sowie für Auskünfte zur Fundsituation habe ich Dr. E. Strahl und D. Dallaserra zu danken. Mein besonderer Dank gilt an dieser Stelle auch den Technischen Assistentinnen T. Reiser und R. Siefkes für ihre sorgfältige und selbstständige Mitarbeit im Bereich der EDV-Auswertung, bei der Bearbeitung der umfangreichen botanischen Proben und der Holzartenbestimmung. Sie haben ferner die Pollendiagramme gezeichnet und die Tabellen, die im Laufe der Auswertung entstanden, angefertigt. Bis zu ihrem Ruhestand half E. Schulz gewissenhaft bei der Aufbereitung des Fundmaterials. Viele wertvolle Hinweise und Anregungen verdanke ich den Kollegen und Kolleginnen aus der Naturwissenschaftlichen Abteilung des Niedersächsischen Instituts für historische Küstenforschung: Prof. Dr. K.-E. Behre, Dr. F. Bittmann, Dr. B. Petzelberger und der Archäozoologin Drs. J. Grimm. Dr. S. Wolters möchte ich

für die redaktionelle Betreuung und weitere wertvolle Hinweise und Ratschläge danken. Ohne die Mitwirkung der Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter des NIhK wäre die vorliegende Publikation nicht zustande gekommen. Frau M. Janssen übernahm das Schreiben des Manuskriptes und dessen Korrekturen, die fotografischen Reproduktionen fertigte R. Kiepe, Dr. C. Umoh übersetzte das Abstract ins Englische und beim Literaturverzeichnis half Dipl.-Bibliothekar L. Spath. Ihnen allen bin ich zu Dank verpflichtet.

Ferner gilt mein Dank Prof. Dr. P. M. Grootes und Dr. H. Erlenkeuser vom Leibniz-Labor für Altersbestimmung und Isotopenforschung der Christian-Albrechts-Universität Kiel sowie Dr. Paul Pettitt vom Research Laboratory for Archaeology and the History of Art der Radiocarbon Accelerator Unit der Universität Oxford für die $^{14}$C-Datierungen.

## 2 Geologie und naturräumliche Gliederung

Zur Beschreibung der Standortverhältnisse gehört auch ein Blick auf die Geologie des jeweiligen Gebietes, besonders, wenn Naturereignisse wie Meeresspiegelanstieg, Setzung des Bodens und die Gefahr der Grundwasserversalzung noch das tägliche Leben beeinflusst haben können.

Zur Bildung holozäner Ablagerungen in der Flussmarsch der Weser und den damit in den vergangenen Jahrtausenden verbundenen Landschaftsveränderungen liegen viele Veröffentlichungen vor, die hier nur in einer Auswahl genannt werden. Die grundlegenden Arbeiten gehen auf Schütte (1935; 1939) und Haarnagel (1950) zurück. In letzter Zeit entstanden zahlreiche wissenschaftliche Publikationen zum Gesamtaufbau des Küstenholozäns, den Meeresspiegelbewegungen und den darauf beruhenden Veränderungen der Küstenlinien z. B. von Barckhausen u. Streif (1978), Behre (1970; 1978; 1999a; 1999b; 2003), Behre u. Streif (1980), Brandt (1984; 1987), Ey (1991), Krämer (1984; 1991), Reinhardt (1965; 1979) und Streif (1978; 1981; 1990).

Die folgende, sehr kurze Zusammenfassung der wichtigsten Forschungsergebnisse umfasst die Auswertung der oben genannten Arbeiten.

Der jüngste quartäre Meeresspiegelanstieg führte im Verlauf des Holozäns zur Vermoorung der tief liegenden Gebiete, da ihre Entwässerung nicht mehr möglich war. Der größte Teil der nördlichen Wesermarsch liegt heute unter dem Mitteltidehochwasser und ist entweder mit Hoch- und Niedermooren oder mit Marschen bedeckt. Die Marschböden (See-, Brack-, Fluss- und Moormarsch) verdanken ihre Entstehung Aufschlickungsvorgängen, an denen sowohl die Nordsee als auch die Weser mit ihren aufbauenden und gleichzeitig zerstörenden Kräften in gleichem Maße beteiligt waren.

Die holozäne Auflandung erfolgte dadurch, dass sich bei einer Transgressionsphase oder einer kurzfristigen Überflutung bei Sturm zunächst die spezifisch schwersten Teilchen, nämlich Grobsand und Schluff, an den Ufern absetzten und diese aufhöhten, während die feineren tonigen Schwebebestandteile in den weiter entfernten Gebieten zur Ablagerung gelangten. Durch die in Ufernähe besonders starke Sedimentation kam es dort zu einer höheren Anlandung, die vielerorts „Hochland" genannt wird. Auf diese Weise entstand der Weseruferwall, der sich ganz allmählich landeinwärts abdacht und das flache Hinterland überragt.

Zwischen dem Uferwall und dem Geestrand verbleibt ein Gebiet, dessen Aufschlickung mit zunehmender Erhöhung des Uferwalls erschwert wurde. Dieses Gebiet liegt daher, z. T. auch wegen späterer Senkungen, teilweise unter NN; man spricht hier von „Sietland". Da dieses tief liegende Gelände keine wesentliche Zufuhr von größeren Schlickmassen mehr erhielt, entwickelte sich hier allmählich im flachen, ausgesüßten Gewässer eine Vegetation, die von Röhrichten (u. a. Schilf und Seggen) geprägt wird.

Der Anstieg des Meeresspiegels führte zunächst zur Versumpfung und zum Moorwachstum, anschließend auch zur räumlichen Einengung des Moores und gebietsweise zum Abbruch des Moorwachstums sowie zur transgressiven Überlagerung des Torfes durch klastische Brackwasser- bzw. Wattablagerungen. Sinkt die Rate des Meeresspiegelanstiegs jedoch unter die Rate des Moorwachstums, so kommt es trotz weiter steigendem Meeresspiegel zu einer seewärtigen Ausbreitung der Küstenmoore, d. h. zu einer Überlagerung durch Hochmoortorf (vgl. Barckhausen u. Streif 1998). Eine erneute Beschleunigung des Meeresspiegelanstiegs kann anschließend wieder zur Überschlickung führen.

In der Bronzezeit kam es zu einem deutlichen Absinken des Meeresspiegels. In dieser Regressionsphase 2 nach Behre (2003) süßte der Ur-Jadebusen aus und verlandete. Im ganzen Jadegebiet bis in den Raum Wilhelmshaven begann die Bildung des Oberen Torfes.

In der Transgressionsphase Dünkirchen 1a entstanden die ältesten bisher bekannten Marschsiedlungen auf den Uferwällen von Ems und Weser. Haarnagel (1957) untersuchte bei Jemgum eine kleine Siedlung auf dem

Uferwall der Ems, die in die frühe Vorrömische Eisenzeit datiert wird (LÖBERT 1982). Botanische Untersuchungen im Rahmen der langjährigen Ausgrabungen von Siedlungen der Vorrömischen Eisenzeit an der Unterems bei Hatzum-Boomborg und Oldendorp zeigten, welche Landschaft und Vegetation die Bewohner anfangs vorfanden und wie sich die Vegetation unter dem Einfluss des Meeres in der darauf folgenden Zeit veränderte (vgl. HAARNAGEL 1969; BEHRE 1970; BRANDT u. BEHRE 1976; BRANDT 1980).

Die botanischen Ergebnisse der Ausgrabungen der jungbronzezeitlichen Siedlung bei Rodenkirchen – bislang die älteste deutsche Marschsiedlung – erweitern und vervollständigen unsere Kenntnisse zu den komplizierten Zusammenhängen zwischen geologischer Entwicklung und Vegetationsgeschichte im Küstengebiet wesentlich.

## 3 Pollenanalytische Untersuchungen zur Rekonstruktion der Vegetationsentwicklung

### 3.1 Stratigraphie und Torfzusammensetzung

Die stratigraphischen und pollenanalytischen Untersuchungen zur Vegetationsentwicklung bei der Hahnenknooper Mühle wurden an einer von J. Barckhausen (Niedersächsisches Landesamt für Bodenforschung, Hannover) im April 1997 entnommenen Stechrohrbohrung (GE-258) durchgeführt. Die Bohrkerne wurden im Juni 1997 am NIhK ausgepresst und beschrieben. Der Bohrpunkt liegt unmittelbar neben der Grabungsstelle (GK 25, Blatt Nr. 2516 Nordenham: r 34 61 250, h 59 19 410). Die geologische Kartierung des Blattes Nordenham wurde von STREIF (1993) durchgeführt. Das südlich anschließende Blatt Nr. 2616 Brake wurde von BARCKHAUSEN (1995) kartiert. Beide Kollegen waren am Fortgang der Ausgrabung sehr interessiert und haben im Umfeld weitere Bohrungen abgeteuft. Diese ergänzen die von B. Petzelberger in und um die Grabung herum durchgeführten Bohrungen zur Paläogeographie des Siedlungsplatzes.

Die holozänen Ablagerungen im Bereich der Bohrung GE-258 umfassen eine Sedimentfolge von 14,1 m unter der heutigen Oberfläche, also von +1,1 m NN bis -13 m NN, mit insgesamt zwei eingeschalteten Torflagen (Abb. 2 u. 3). Die Bohrung reicht im Liegenden bis in das Pleistozän. Zwischen 14,1 m und 12,95 m u. O. liegen grob- bis feinsandige Sedimente des Weichselglazials. Bei 12,95 m u. O. kam es zunächst zu einer Muddebildung, die in einer Tiefe von 12,88 m u. O. durch einen Bruchwaldtorf abgelöst wurde. An dieser Stelle fanden sich mehrere Holzfragmente; davon sind fünf Stücke als Erle (*Alnus*) bestimmt worden. Bei der darauf folgenden Transgression überlagerten klastische Sedimente den Bruchwaldtorf. Dabei kamen bis zu einer Tiefe von 11,78 m u. O. tonige sowie schluffig- bis feinsandige, schwach kalkige Sedimente zur Ablagerung. Sie waren bis zu einer Tiefe von 11,78 m u. O. kalkfrei und anschließend schwach oder mittel kalkig. Von 9,95 m bis 8,97 m u. O. wurden feinsandige, kalkig-lagunäre Wattsedimente abgelagert. Nach weiterer Aufschlickung und Aussüßung kam es zur Bildung einer ersten organischen Schicht.

Über den brackisch-lagunären Sedimenten begann die Ablagerung von Schilftorf, der vom späten Atlantikum bis zum mittleren Subboreal gebildet wurde. Nach $^{14}$C-Datierungen ist dieser Schilftorf etwa zwischen 4600 und 2400 v. Chr. entstanden (Tab. 1). Innerhalb dieser Zeitspanne konnte das Torfwachstum (Tiefe 8,93 bis 7,60 m u. O.) mit dem Meeresspiegel- bzw. dem Grundwasseranstieg Schritt halten. Dieser so genannte Mittlere Torf zeigt einen Rückgang des Meereseinflusses an, so dass sich ein Niedermoortorf von 1,33 m Mächtigkeit bilden konnte (detailliert in Abb. 3). Nach etwa 2400 v. Chr. kam es zu einer Überflutung überwiegend unter Wattbedingungen. Dabei wurden 4 m Sediment abgelagert.

Um eine Vorstellung von der bei der Verlandung herrschenden Vegetation zu erhalten, wurden die unittelbar im Liegenden des Mittleren Torfes befindlichen Sedimente (Tiefe 9,10 m bis 8,93 m u. O.) auf pflanzliche Großreste untersucht (Tab. 2). Das mineralische Sediment enthielt Schilfrhizome und zahlreiche Früchte des Sumpf-Teichfadens (*Zannichellia palustris*). Der Sumpf-Teichfaden bevorzugt brackische Gewässer im Küstenbereich sowie rückwärtige Lagen in Seebuchten. Er ist salzertragend und deutet auf basen- und nährstoffreiche, eutrophe Verhältnisse hin. In diesem Profilabschnitt fehlen Süßwasserarten, die gegen Versalzung nicht tolerant sind und im Brackwasser daher nicht Fuß fassen können. Es zeigt sich hier die Artenarmut des Brackwassermilieus. Der durch den fallenden Salzgehalt hervorgerufene

| Tiefe (m u. O.) | Makroreste | Summe |
|---|---|---|
| 8,93 bis 9,10 | *Cenococcum geophilum* | 1 |
| | Cyperaceae | 1 |
| | *Phragmites australis*, Frucht | 1 |
| | *Phragmites australis*, Halme | + |
| | *Schoenoplectus* sp., Innenfrucht | 2 |
| | *Zannichellia palustris* | 10 |
| | Holzpartikel | 14 |
| | Insektenreste | 186 |

Tab. 2. Makrorestanalyse des Mineralbodensedimentes im Liegenden des Mittleren Torfes (Bohrung GE-258). + bis 10 Stücke.

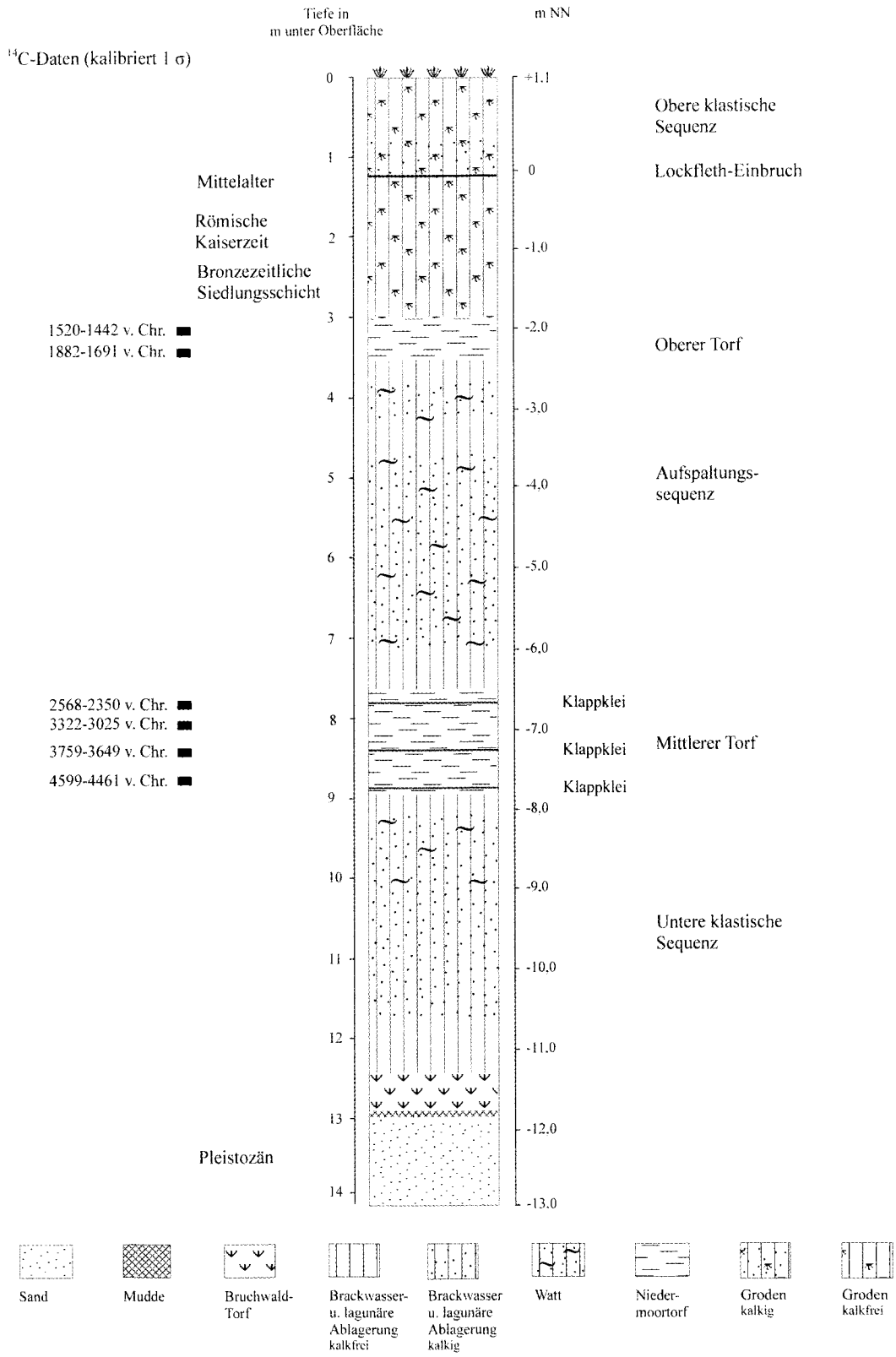



Abb. 2. Stratigraphie des Bohrkerns GE-258. Koordinaten: r 34 61 205, h 59 19 410.
Entwurf: D. Kučan, Grafik: R. Siefkes.

Rückgang mariner Arten kann nicht durch eine gleichzeitige Zunahme von Süßwasserarten kompensiert werden. Dieser Aspekt wird später bei der Interpretation der Makroreste von Wildpflanzen aus der prähistorischen Siedlung Hahnenknooper Mühle näher erörtert (vgl. Kapitel 6). An weiteren pflanzlichen Makrofossilien wurden hier kleine runde bis ovale, bis 2 mm dicke, schwarze – als *Cenococcum geophilum* bezeichnete – Pilzsklerotien gefunden. Abschließend ist noch auf zahlreiche Insektenreste hinzuweisen, die in größeren Mengen im Sediment gefunden wurden und von uns nicht bestimmt werden konnten.

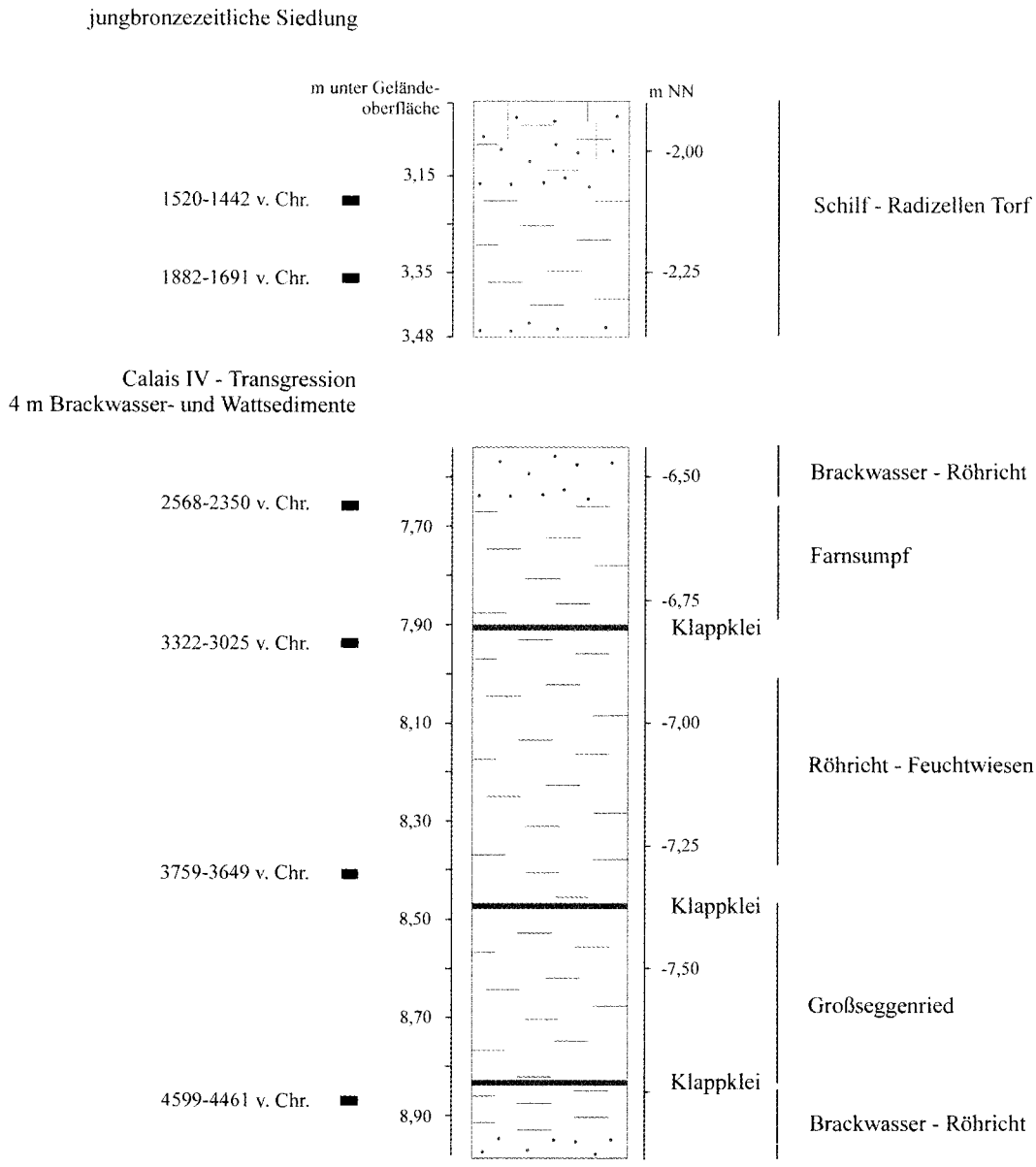



Abb. 3. Stratigraphie des Bohrkerns GE-258. Detaildarstellung des Mittleren und Oberen Torfs. Entwurf: D. Kučan, Grafik: R. Siefkes. Legende siehe Abb. 2.

In Tiefen von 8,84 m, 8,48 m und 7,91 m u. O. waren dünne, etwa 2 cm mächtige Tonbänder zu beobachten, die vermutlich durch randliches Aufschwimmen des Torfes und den Eintrag tonig-schluffiger Sedimente entstanden sind. Sie zeigen eine einheitliche Ausbildung und bestehen aus kalkfreiem grauen bis dunkelgrauen Ton mit Schluffanteilen. Wann diese Kleischichten abgesetzt wurden, lässt sich nicht feststellen. Möglicherweise entstanden sie dadurch, dass das Moor bei hohen Wasserständen im unteren Teil abriss und aufschwamm. Das Wasser hinterließ in dem dabei entstandenen Spalt eine Kleilage. Geologisch werden diese Sedimente als „Klappkleie" angesprochen. In der Regel reißt der schwimmende Torf immer in derselben Tiefe ab; stellenweise gibt es zusätzliche Abrisse wie in unserem Profil, wo das Moor in drei Bereichen aufschwamm. Das Phänomen von Klappkleien in küstennahen Torfen ist eine verbreitete und bekannte Naturerscheinung, die bereits oft beschrieben wurde. Zahlreiche Autoren haben auf diesen Vorgang hingewiesen. Heute wird das Aufklappen nur noch selten bei starken Sturmfluten am Sehestedter Außendeichsmoor am Jadebusen beobachtet (vgl. Brinkmann 1934; Künnemann 1941; 1968; Behre 2005; Behre u. Kučan 1999).

In den Torfschichten konnten durch die Makrorestanalyse Samen und Früchte von über 30 Pflanzenarten identifiziert werden. Beim Mittleren Torf (Tab. 3), in einer Tiefe von 8,93 m bis 7,60 m u. O., zeigt die Makrorestflora ähnlich wie die Pollenanalyse, dass die Vegetationsentwicklung über ein schwach brackisches Röhricht und eine Großseggenriedfazies bis hin zu einer Röhricht-Feuchtwiese und anschließend wieder zu einer schwach brackischen Röhricht-Gesellschaft ablief.

In einer Tiefe von 8,93 m bis 8,85 m u. O. weist die Torfschicht eine Verbrackung auf, die durch Früchte der Strandaster (*Aster tripolium*), Samen der Salz-Schuppenmiere (*Spergularia salina*) und Oogonien von Arm-

| Tiefe (m u. O.) | Makroreste | Summe |
|---|---|---|
| 7,60 bis 7,64 | *Aster tripolium* | 13 |
| | *Atriplex littoralis/prostrata* | 1 |
| | *Betula* sp., Zweige | 7 |
| | *Cladium mariscus* | 28 |
| | *Eupatorium cannabinum* | 1 |
| | *Lythrum salicaria* | 78 |
| | *Mentha arvensis/aquatica* | 3 |
| | *Thalictrum flavum* | 4 |
| | Insektenreste | 13 |
| 7,82 bis 7,88 | *Agrostis* sp. | 2 |
| | *Aster tripolium* | 1 |
| | *Atriplex littoralis/prostrata* | 15 |
| | *Betula* sp.,. Früchte | 2 |
| | *Cladium mariscus* | 4 |
| | *Hydrocotyle vulgaris* | 1 |
| | *Juncus articulatus* | 1 |
| | *Lychnis flos-cuculi* | 37 |
| | *Lycopus europaeus* | 1 |
| | *Lythrum salicaria* | 29 |
| | *Phragmites australis,* Früchte | 1 |
| | *Phragmites australis,* Halme | ++ |
| | *Potamogeton* sp. | 1 |
| | Ranunculaceae | 1 |
| | *Schoenoplectus lacustris* | 65 |
| | *Sphagnum* sp., Blätter | 105 |
| | *Typha* sp. | 4 |
| | Insektenreste | 172 |
| 7,91 Klappklei | | |
| 7,90 bis 8,00 | *Betula* sp., Früchte | 3 |
| | Braunmoosstängel. | 1 |
| | *Hydrocotyle vulgaris* | 18 |
| | *Lycopus europaeus* | 21 |
| | *Typha* sp. | 2 |
| | Holzpartikel | 2 |
| | verkohlte Blattreste | 3 |
| | Insektenreste | 92 |
| 8,07 bis 8,12 | *Agrostis* sp. | 1 |
| | *Atriplex littoralis/prostrata* | 1 |
| | Braunmoosstängel | 283 |
| | *Phragmites aust.,* Halme/Rhiz. | +++ |
| | *Schoenoplectus lacustris* | 23 |
| | *Schoenoplectus* sp., Innenfrucht | 5 |
| | Insektenreste | 222 |
| 8,35 bis 8,40 | *Brassicaceae* | 16 |
| | Braunmoosstängel | 166 |
| | *Lythrum salicaria* | 3 |
| | *Mentha arvensis/aquatica* | 30 |
| | *Schoenoplectus lacustris* | 6 |
| | *Schoenoplectus* sp., Innenfr. | 1 |
| | *Sium erectum* | 9 |
| 8,43 bis 8,47 | Braunmoosstängel | 25 |
| | *Cenococcum geophilum* | 17 |
| | Cyperaceae | 2 |
| | *Lythrum salicaria* | 19 |
| | *Mentha arvensis/aquatica* | 3 |
| | *Phragmites australis,* Früchte | 1 |
| | *Sphagnum* sp., Blätter | 9 |
| | Insektenreste | 82 |
| 8,48 Klappklei | | |
| 8,59 bis 8,65 | Braunmoosstängel | 4 |
| | *Galium* sp. | 1 |
| | *Lycopus europaeus* | 1 |
| | *Lythrum salicaria* | 4 |
| | *Mentha arvensis/aquatica* | 1 |
| | *Phragmites australis,* Früchte | 1 |
| | *Sium erectum* | 28 |
| | *Typha* sp. | 6 |
| | Insektenreste | 54 |
| 8,73 bis 8,83 | *Agrostis* sp. | 1 |
| | *Atriplex littoralis/prostrata* | 3 |
| | Braunmoosstängel | 49 |
| | *Carex hirta* mit Fruchtschlauch | 1 |
| | *Carex* sp. | 1 |
| | *Eupatorium cannabinum* | 19 |
| | *Lycopus europaeus* | 6 |
| | *Lythrum salicaria* | 23 |
| | *Mentha arvensis/aquatica* | 86 |
| | *Phragmites australis,* Frucht | 1 |
| | *Phragmites australis,* Halme | + |
| | *Schoenoplectus lacustris* | 151 |
| | *Schoenoplectus* sp., Innenfrucht | 7 |
| | *Schoenopl. tabernaemontani* | 6 |
| | *Sium erectum* | 19 |
| | Insektenreste | 61 |
| 8,84 Klappklei | | |
| 8,85 bis 8,93 | *Aster tripolium* | 2 |
| | *Chara* sp., Oogonien | 11 |
| | Chenopodiaceae, Kümmerlinge | 4 |
| | *Eupatorium cannabinum* | 8 |
| | *Mentha arvensis/aquatica* | 3 |
| | *Spergularia salina* | 1 |
| | *Urtica dioica* | 1 |

Tab. 3. Makrorestanalyse ausgewählter Torflagen aus dem Mittleren Torf (Bohrung GE-258, Tiefe: -7,60 m bis -8,93 m).
+ bis 10 – ++ 10–50 – +++ über 50 Stücke.

leuchteralgen (*Chara* sp.) deutlich belegt wird. *Chara* ist in Flüssen des Binnenlandes weit verbreitet, aber auch nicht selten in brackischen Küstengewässern zu finden. Als Süßwasserarten sind Wasserdost (*Eupatorium cannabinum*) und Acker- oder Wasser-Minze (*Mentha arvensis/aquatica)* in den Torfproben nachgewiesen.

Nach dem ersten Klappklei in einer Tiefe von 8,84 m lässt sich eine Aussüßung und damit verbunden ein deutlicher Wandel in der Vegetationsentwicklung feststellen. Hier war eine Ansammlung von Seebinsenfrüchten (*Schoenoplectus lacustris*) zu beobachten. Die Seebinse kommt im Röhricht an Ufern stehender oder langsam fließender Gewässer mit meist nährstoffreichen Schlickböden als Verlandungspflanze vor. Ferner konnten Früchte des Blutweiderichs (*Lythrum salicaria*), einer Kennart der Mädesüßfluren (Filipendulo-Geranietum palustris), nachgewiesen werden. Bemerkenswert ist das Vorkommen von vielen Glykophyten wie Ufer-Wolfstrapp (*Lycopus europaeus*), Acker- oder Wasser-Minze (*Mentha arvensis/aquatica*), Strand- oder Spießmelde (*Atriplex littoralis/prostrata*), Behaarte Segge (*Carex hirta*) sowie Straußgras (*Agrostis* sp.). Zahlreiche Früchte des Aufrechten Merk (*Sium erectum*) sind als zusätzliche Indikatoren für Röhricht- und Großseggengesellschaften zu werten.

Die darauf folgende Torfschicht (Tiefe 8,65 m bis 8,59 m u. O.) ergab fast dieselben Arten; es fehlten jedoch Seebinse, Graue Seebinse und Wasserdost. Neu nachgewiesen ist Rohrkolben (*Typha* sp.). Auch die Makroreste aus der folgenden Schicht (Tiefe 8,47 m bis 8,43 m u. O.) weisen in der Artenzusammensetzung keinen Unterschied auf.

Die Torfe bis 7,90 m u. O. haben fast keinen Mineralgehalt. Sie führen neben den oben genannten Arten stellenweise sehr viel Schilfrohr (*Phragmites australis*) und Insektenreste. Gelegentlich treten Holz- und Halmpartikel (verkohlt und unverkohlt), Braunmoosstängel und *Sphagnum*-Blätter auf. Der zwischen beiden Torfen bei 8,48 m u. O. liegende Klappklei ist zumeist kalkfrei und besteht aus grauem schluffigen Ton.

Die Vegetationsabfolge beginnt hier mit einem enormen Schilfwachstum, durch das zuerst ein Radizellen- und anschließend ein durch Rhizome charakterisierter Schilftorf abgelagert wurden. Wo Schilfrhizome auftreten, finden sich auch verhältnismäßig viele Wurzelhaare, die nach ihren morphologischen und histologischen Merkmalen keine weitere Bestimmung erlauben. Die flachgedrückten, dicken Schilfrhizome sind dagegen anhand ihres anatomischen Baus auch noch fossil anzusprechen. In der Rhizomepidermis von *Phragmites* treten neben lang gestreckten Zellen mit welligen Wänden mehr oder weniger häufig kurze Zellen auf. Die Langzellen sind oft sehr dickwandig, wodurch ihre Zelllumina extrem eingeengt sein können. Derartige „xeromorph" erscheinende Epidermen gibt es sonst bei keiner anderen Poaceae (vgl. Grosse-Brauckmann 1972). Probleme bereitete die Bestimmung von „Narben", „Knospen" und Internodien von Rhizomstauden, die in den Torfproben zahlreich vorhanden waren. Es handelt sich dabei um Blattanlagen zur Niederblattbildung bei Monokotylen bzw. Gräsern (vgl. Troll 1967), zu denen *Phragmites* gehört.

Die als Sprossachse geltenden Rhizome wachsen im Boden vorwiegend horizontal und können von Wurzeln unterschieden werden. Bei Blättern von Rhizomen (auch fossil erhalten) handelt es sich um schuppenartige Niederblätter. Von einer Rhizompflanze ausgehend können sich, wie beim Schilf, weit verzweigte unterirdische Sprosstriebe bilden, die schließlich große Bodenflächen durchdringen. Sie können u. U. sehr alt werden, obwohl die oberirdischen Sprossteile alljährlich absterben. Mit der Funktion der Rhizome als Überwinterungsorgane ist Schilf auch als Geophyt gekennzeichnet, der in den Verlandungszonen eine äußerst starke Bestockungsfähigkeit zeigt. Beim Absterben bleiben vergleichsweise hohe Basalstücke der Stängel übrig, die zusammen mit den kräftigen, weit ausgreifenden Ausläufern eine wirksame Sedimentbindung bewirken, die die Erde zusammenhält und den Boden allmählich festigt.

Schilf ist eine ökologisch anpassungsfähige Art; meistens kommt es in Massenausbreitung vor und bildet wie bei Rodenkirchen ausgedehnte, fast reine Bestände. Der Schilftorf wird als Bildung des Röhrichts in stehenden und schwach fließenden Gewässern abgelagert. In der Verlandungszone bei Rodenkirchen fanden sich in den subfossilen Torfschichten nur wenige Diasporen von weiteren krautigen Pflanzen, so dass man hier von einer fast reinen Schilfpopulation sprechen kann. Erstaunlicherweise wurden bei so hohen *Phragmites*-Beständen nur wenige Früchte im Torf gefunden. Im Gegensatz zu den wenigen Früchten zeigt die Korrelation mit den Ergebnissen der pollenanalytischen Untersuchungen in diesen schilfreichen Schichten einen starken Anstieg des Gramineen-Pollens, der zum größten Teil von *Phragmites* stammen dürfte (vgl. Abb. 4).

In der Tiefe von 7,90 m bis 8,00 m u. O. sind im Torf zahlreiche Früchte des Wassernabels (*Hydrocotyle vulgaris*) gefunden worden. In seiner Landform besiedelt er Feuchtwiesen, nasse neutrale bis mäßig saure Humusböden und nährstoffarme Flachmoore; vor allem tritt er in Initial- oder Störstadien des Magnocaricion auf. Tüxen (1951) führt ihn als Verbandskennart der Grauseggen-Sumpfwiesen (Caricion canescenti-fuscae) auf. Zu diesem Verband gehört auch die Glanzfrüchtige Binse (*Juncus articulatus*), die ebenfalls hier gefunden wurde.

In den Torfschichten der Tiefe von 7,88 m bis 7,60 m u. O. breitet sich neben Röhricht wiederholt die Strandaster aus, die im Brackröhricht auf feuchten bis nassen, meist salzreichen, im Küstengebiet überfluteten tonig-sandigen Böden vorkommt und als Ordnungskennart der Salzwiesen (Juncetalia maritimi) fungiert (vgl. Tüxen 1951).

In diesem Torfhorizont treten die charakteristischen Früchte der Schneide (*Cladium mariscus*) neu auf. Das sind kleine, eiförmige, kurz zugespitzte Nüsschen mit dreifüßig ausgezogener Basis. Die Schneide gilt als wärmezeitliches Relikt und ist häufig in prähistorischen Siedlungen im Bereich der Nord- und Ostsee nachgewiesen worden (vgl. Overbeck u. Schmitz 1931; Overbeck 1975; Grohne 1957; Wiermann 1962; Menke 1968). Aufgrund der Fundplätze ist anzunehmen, dass *Cladium* auch bis zu einem gewissen Grad Brackwasser verträgt. Daher ist damit zu rechnen, dass die Schneide in der Vergangenheit eine größere und dichtere Verbreitung als heute aufwies. Nach Menke (1968) bevorzugt *Cladium* heute die Verlandungsräume kalkreicher Gewässer, kommt aber auch allgemein an oligotrophen Gewässern vor. Es sind in beiden Fällen sehr nasse, mehr oder minder regelmäßig und lang andauernd überschwemmte Standorte meso- bis oligotrophen Charakters.

In 7,89 m bis 7,90 m u. O. dominieren im Pollendiagramm die Sporen des Sumpffarns *Thelypteris palustris*; in aufbereiteten Torfproben sind dagegen die Makroreste sehr selten. Gelegentlich fanden sich Blattfragmente, die aufgrund ihres Randes und der Nervatur leicht zu bestimmen sind. Es handelt sich hier um den Nachweis artenarmer *Thelypteris*-Sümpfe, ähnlich wie man sie im Verlandungssaum der Gewässer findet. Sumpffarn bevorzugt nasse, mäßig nährstoffreiche, etwas saure, torfige Böden.

Ab einer Tiefe von 7,88 m u. O. breiten sich Torfmoos (*Sphagnum*) und Heidekraut (*Calluna*) in der Moorvegetation aus. Da die bei der Torfbildung entstandene Humussäure nicht mehr durch basisches Grundwasser neutralisiert wird, kommt es zur Versauerung des Bodens. Er wird zunehmend durch Regenwasser ausgewaschen und verarmt (vgl. Menke 1968). Es treten azidophile Pflanzen mit geringeren Nährstoffansprüchen auf. Mit zunehmender Ausbreitung von *Sphagnum* kann die Entwicklung vom mesotrophen Übergangsmoor zum Hochmoor führen, das jedoch hier nicht ausgebildet wurde. Stattdessen entwickelte sich, wieder unter dem Einfluss von Brackwasser, eine Röhrichtfazies mit Schilf, Strandaster, Blutweiderich, Rohrkolben, Wiesenraute (*Thalictrum flavum*) sowie Binsen- und Gänsefußgewächsen.

Nach Lang (1994) stellen Übergangsmoore einen genetisch-entwicklungsgeschichtlichen Moortyp dar, der vom Niedermoor zum Hochmoor führt. Übergangsmoore können deshalb nur innerhalb der Hochmoorregionen vorkommen. Einen vegetationskundlich nahezu identischen Typ bilden die Zwischenmoore, die entwicklungsgeschichtlich nicht zum Hochmoor überleiten, sondern aus klimatischen oder auch edaphischen Gründen auf dieser Stufe verharren. Sie können innerhalb und außerhalb der Hochmoorregionen vorkommen. Um ein solches Zwischenmoor handelt es sich hier.

In der Mitte des Subboreals begann sich die Calais IV-Transgression auszuwirken. Im Laufe der Jahrhunderte bildete sich hier ein 4 m mächtiges Sediment, das bei einer Tiefe von 7,16 m u. O. lagunäre Brackwasserablagerungen aufweist (vgl. Abb. 2). Es sind schluffige Tone, die meist kalkfrei bis schwach kalkig sind und die regelmäßig von Schilfrhizomen und -stängeln durchsetzt sind. Im Bereich von 7,16 m bis 4,73 m u. O. treten durch Gezeiten und Sturmfluten abgelagerte Wattsedimente auf. Die Wattsedimente sind hier mehr oder weniger kalkhaltig und tonig-schluffig. Der Salzgehalt in diesem Milieu muss so gering gewesen sein, dass sich Schilf noch ungehindert entwickeln konnte. Das ungestörte Wachstum von Röhrichten ist durch Schilfreste im Sediment nachgewiesen.

Gegen Ende der Transgression ging der brackische Einfluss auf die Sedimentation zurück und eine ausgesüßte lagunäre Fazies griff auf das ehemalige Watt über. In einer Tiefe von 3,48 m u. O. beginnt erneut die Torfbildung, hier von Schilf-Radizellen-Torf. Die Torfsubstanz ist stark zersetzt und die Zahl an makroskopisch diagnostizierbaren Großresten daher minimal. Bestimmbar waren Schilfwurzeln, Rhizome, Halmbruchstücke und Früchte von *Lycopus europaeus*, *Mentha arvensis/aquatica*, *Schoenoplectus* sp., *Eupatorium cannabinum* und *Juncus bufonius* (Tab. 4). Die Verlandung erfolgte zu einem nassen Schilfröhricht, das gleichzeitig diese Torfschicht im Hangenden abschließt.

| Tiefe (m u. O.) | Makroreste | Summe |
|---|---|---|
| 3,00 bis 3,05 | *Eupatorium cannabinum* | 5 |
| | *Juncus bufonius* | 3 |
| | *Lycopus europaeus* | 1 |
| | *Mentha arvensis/aquatica* | 2 |
| | *Phragmites australis*, Halme, Rhizome | +++ |
| | *Schoenoplectus* sp., Innenfrüchte | 1 |
| | Insektenreste | 40 |
| 3,24 bis 3,29 | *Carex* sp. | 2 |
| | *Phragmites australis*, Halme, Rhizome | +++ |
| | Insektenreste | 128 |
| 3,43 bis 3,50 | *Phragmites australis*, Halme, Rhizome | +++ |
| | Insektenreste | 5 |

Tab. 4. Makrorestanalyse ausgewählter Torflagen aus dem Bereich des Oberen Torfs (Bohrung GE-258, Tiefe: -3,00 m bis -3,50 m). + bis 10 – ++ 10–50 – +++ über 50 Stücke.

Die jungbronzezeitliche Kulturschicht wurde in einer Tiefe von 2,62 m u. O. erbohrt. Darüber setzte Grodenbildung ein, die – mit Unterbrechung duch weitere Bodenbildungen – bis zur heutigen Oberfläche reichte. Die Grodenbildung ist zunächst kalkfrei; ab 1,14 m u. O. wird sie dann – durch den mittelalterlichen Lockfleth-Einbruch verursacht – kalkig. In einer Tiefe von 1,98 m u. O. befand sich im Aufschluss eine römisch-kaiserzeitliche

Landoberfläche. Dieser Horizont wird in der Region als „Blauer Strahl" oder „Schwarze Schnur" bezeichnet. Die mittelalterliche Landoberfläche liegt bei einer Tiefe von 1,44 m u. O. Darüber befinden sich feinsandige, kalkige Wattsedimente des Lockfleth-Einbruchs.

Im 13. Jahrhundert, ausgelöst vor allem durch den mit dem Seedeichbau verbundenen Anstieg des Sturmflutspiegels, begannen die tiefen Einbrüche in die Landschaft des Jadebusens. Mit dem Deichbau musste gleichzeitig auch die Entwässerung geregelt werden. Als Folge davon traten stellenweise starke Setzungen auf. Dabei sackte die Marschoberfläche unter ihr ursprüngliches Niveau. Diese Setzungen sowie der Bruch von Deichen bei den jetzt höher auflaufenden Fluten waren wesentliche Ursachen der erheblichen mittelalterlichen Landverluste. Derartige anthropogene Küstenveränderungen wurden besonders von Behre (1999a) beschrieben. Das Bohrprofil GE-258 endet bei einer Tiefe von 0,25 m u. O. mit kalkfreien Grodenschichten der oberen klastischen Sequenz.

### 3.2 Probenaufbereitung und Datierung

Die Aufbereitung der Pollenproben erfolgte nach dem üblichen Acetolyseverfahren nach Erdtman (1934). Wegen regelmäßig vorhandenem Ton oder Sand im Torf wurden die Proben vorher einer Behandlung mit kalter 40 %iger Flusssäure unterzogen. Insgesamt wurden 104 Proben untersucht, die in der Regel in einem Abstand von 2 cm, im Bereich von Klappkleischichten in einem Abstand von 1 cm lagen. Bei der Analyse wurden jeweils 500 Baumpollenkörner (BP) ausgezählt, nur bei extrem geringer Pollendichte (Tiefe 7,60 m bis 7,91 m u. O.) wurde die Zählung bei einer Summe von 300 BP abgeschlossen.

Nach der pollenanalytischen Bearbeitung wurden sechs Proben für die $^{14}$C-Datierung ausgewählt und am Leibniz-Labor für Altersbestimmung und Isotopenforschung der Universität Kiel von Dr. H. Erlenkeuser konventionell $^{14}$C-datiert (Tab. 1).

### 3.3 Zur Vegetationsentwicklung im Bereich des Mittleren und Oberen Torfs

Die Pollendiagramme aus dem Mittleren und Oberen Torf (Abb. 4 u. 5) zeigen einen Entwicklungsverlauf, der sich in den Rahmen der für Nordwestdeutschland typischen mittel- und spätholozänen Vegetationsabfolge einordnen läßt.

In Anlehnung an die erkennbaren Veränderungen der Nichtbaumpollenkurven wurde bei den Pollendiagrammen eine lokale Gliederung in Gruppen von Pollenspektren vorgenommen. Da die gebildeten Gruppen von Pollenspektren nicht biostratigraphischen Zonen entsprechen, wurde auf eine zusätzliche Bezifferung verzichtet. Die Gliederung erleichtert es, die sich von unten nach oben ändernden Pollenspektren zu verfolgen und sie anschließend zeitlich einzuordnen. Im Gegensatz zum Nichtbaumpollen verlaufen die Baumpollenkurven allgemein ruhig und ohne größere Schwankungen. Unter Berücksichtigung der $^{14}$C-Datierungen konnte der Vegetationsverlauf in den Pollendiagrammen den vegetationsgeschichtlichen Abschnitten nach Firbas (1952) zugeordnet werden. Es ist zu beachten, dass die Probennummern im Diagramm mit Tiefen in Zentimeter unter der heutigen Oberfläche identisch sind.

#### 3.3.1 Pollenspektren von 8,93 m bis 8,84 m u. O. (Mittlerer Torf)

Pollenfunde von wärmeliebenden Gehölzen an der Basis des Mittleren Torfs deuten auf die mittlere Wärmezeit (Abb. 4). Nach der Radiokarbondatierung von 5700 ± 55 BP (kal. 4599–4461 v. Chr.) ist dieser Abschnitt in das jüngere Atlantikum zu stellen (vgl. Behre u. Kučan 1994). Neben hohen Pollenwerten von Erle (*Alnus*) und Eiche (*Quercus*) ist auch die Kiefer (*Pinus*) mit Werten über 25 % vertreten. Letztere besetzte vorrangig die Standorte der nährstoffärmeren Bruchwälder, wie dies auch boreale und frühatlantische Stubbenhorizonte in der Region belegen. Im weiteren Verlauf des Atlantikums ändert sich dies jedoch. Mit der Entwicklung der großen Hochmoorflächen wurden die Kiefernstandorte mehr und mehr eingeengt. Eine Vorstellung von der Kiefernverbreitung im Atlantikum zu gewinnen wird dadurch erschwert, dass *Pinus* sowohl trockene und feuchte Sandböden und lehmige Standorte besiedelt, als auch auf Übergangsmooren stockt.

Die Pollenspektren dieses Abschnittes zeigen, dass der Eichenmischwald vor allem von Eiche (*Quercus*) gebildet wurde, während Linde (*Tilia*), Ulme (*Ulmus*) und Esche (*Fraxinus*) erheblich geringer vertreten waren. Ahorn (*Acer*) erreicht keine geschlossene Pollenkurve und verbleibt auf niedrigem Niveau stets unter 0,4 %. Vermutlich hängt dies mit seiner sehr geringen Pollenproduktion und -verbreitung zusammen. Hohe Frequenzen von *Ulmus* und *Tilia* kommen in Nordwestdeutschland auch während des Atlantikums kaum vor. Nur auf den nährstoffreichen, frischen Böden der Jungmoränengebiete steigen ihre Pollenwerte.

Die Buche (*Fagus*) ist hier erst sporadisch vertreten. Hasel (*Corylus*) und Birke (*Betula*) spielen im Wald keine nennenswerte Rolle. Verhältnismäßig geringe *Corylus*-Werte – bei starkem Hervortreten von Erle (*Alnus*) – kommen vor allem im Bereich der Niederungen von Ems und Weser vor und bestätigen die heute bestehende Haselarmut von Erlenbruchwäldern auch für das Atlantikum. Zum Verlauf der *Corylus*-Kurve sei hier nur angemerkt, dass sich nach dem borealen Maximum der Abfall der Pollenkurve im Atlantikum fortsetzt. Von kleineren Schwankungen abgesehen, bleibt die Haselkurve fast immer unter 30 % der Pollenwerte. Durch die Birkenkurve wird ein stellenweise lichterer Wald angezeigt.

Weide (*Salix*) fehlt in einigen Proben; wo sie auftritt, erreicht sie kaum 0,2–0,4 %. Vermutlich hängt das mit der Insektenbestäubung zusammen. Ihr Pollen belegt dementsprechend lokale Vorkommen. Die Weide wächst überall, wo der Boden feucht oder nass ist. Besonders an Flussauen ist sie häufig zu finden.

Die Pollenanteile der Fichte (*Picea*) sind im hier besprochenen Abschnitt ebenfalls gering. *Picea* weist sowohl eine hohe Pollenproduktion als auch eine gute Pollenverbreitungskapazität auf. Die niedrigen *Picea*-Pollenwerte dieser Spektren gehen daher auf Fernflug zurück und zeigen keine regionalen Fichtenvorkommen an. Mit der Frage der nacheiszeitlichen *Picea*-Standorte im Elbe-Weser-Gebiet hat sich zuletzt Heider (1995) ausführlich beschäftigt. Da bislang keine dokumentierten und datierten Holzfunde von sicher am Ort gewachsenen Bäumen vorliegen, ist eine nacheiszeitliche Fichtenausbreitung nach Nordwestdeutschland nicht anzunehmen.

Neben waldgeschichtlichen Aspekten liefert dieser Abschnitt des Profils auch Ergebnisse zur Rekonstruktion der lokalen Brackwasser- und Sumpfvegetation. Die Pollenuntersuchung ergab neben Niedermoorarten (*Symphytum officinale*, *Sparganium*, *Mentha*-Typ, *Filipendula*) auch Taxa (Chenopodiaceen, *Aster*-Typ z. T.), die eine zunehmende Verbrackung anzeigen. Die ständige Anwesenheit von *Pediastrum*-Arten, die im Plankton von Teichen und Seen massenhaft auftreten, ist ein Zeichen dafür, dass es zeitweise zur Ausbildung offenen Wassers kam. Sehr häufig waren einschichtige Kolonien von *Pediastrum boryanum* oder Kolonien von *P. duplex* festzustellen. Überdies waren auch Kolonien von *P. kawraiskii* nicht selten anzutreffen. Die Bestimmung der *Pediastrum*-Arten erfolgte nach Jankovská u. Komárek (2000).

### 3.3.2 Pollenspektren von 8,84 m bis 7,91 m u. O.

Die Pollenkurve der Eiche zeigt kontinuierlich hohe Werte (Abb. 4). Den maximalen Wert von 42 % erreicht sie bei einer Tiefe von 8,75 m u. O. Begünstigt durch ihre geringen Standortansprüche ist die Eiche weiterhin die führende Baumart des Eichenmischwaldes. Die geschlossenen Kurven von Linde und Ulme verlaufen gleichmäßig; eine größere Verbreitung erlangen diese Arten offenbar nicht. Ihre Anteile an der Baumpollensumme bewegen sich lediglich zwischen 2 % und 4 %. Buche (*Fagus*) ist meist vorhanden, bildet jedoch keine geschlossene Kurve. Das erste Auftreten von Hainbuchen-Pollen (*Carpinus*: 0,2 %) ist ebenfalls kennzeichnend für diesen Abschnitt. *Carpinus* wird auch im späteren Verlauf nur selten nachgewiesen.

Trotz des kurzzeitigen Rückgangs von *Pinus* auf 12 % bei 8,67 m u. O. bleiben die Kiefernwerte vergleichsweise hoch. Dies beweist ganz eindeutig, dass sich die Kiefer seit ihrer Ausbreitung im Boreal bis in das Subboreal in unserem Gebiet erhalten hat.

In die Zeit der Bildung des Mittleren Torfes fällt der Übergang vom Atlantikum zum Subboreal. Aus biostratigraphischer Sicht wird dafür häufig der erste auffällige Rückgang der Ulme, der klassische „Ulmenfall", herangezogen, der in unserem Pollendiagramm bei einer Tiefe von 8,57 m u. O. liegt. Durch Interpolation der $^{14}$C-Daten lässt sich dieser Ulmenfall in Rodenkirchen auf etwa 4000 v. Chr. datieren.

Die Ursache des *Ulmus*-Rückgangs war umstritten. Er wurde entweder als Folge klimatischer Veränderung gesehen oder einer Ulmenkrankheit oder anthropogenen Ursachen zugeschrieben (vgl. u. a. Fægri 1940; Iversen 1941; Troels-Smith 1955). Nachdem in jüngster Zeit in mehreren Publikationen der Ablauf des Ulmenfalls genau untersucht wurde, ist die Ulmenkrankheit als Ursache des neolithischen Ulmenfalls inzwischen unbestritten (Behre u. Kučan 1994). Der klassische Ulmenfall beschränkt sich als zeitgleicher Horizont auf das norddeutsche Tiefland, Skandinavien und England. Zusammenstellungen von Radiokarbondaten für den norddeutschen Raum sind in letzter Zeit durch Dörfler (1989), Behre u. Kučan (1994) und Wiethold (1998) veröffentlicht worden. Es überrascht nicht, dass die Ulme im norddeutschen Altmoränengebiet nicht einmal 5 % erreicht, da sie nicht nur arme Geestböden, sondern auch moorige Standorte meidet. Hohe Pollenwerte von *Ulmus* kommen vor allem auf den nährstoffreichen, frischen Böden der Jungmoränenlandschaft Schleswig-Holsteins (Wiethold 1998) und im Harz vor, wie Firbas (1949) sowie Beug, Henrion u. Schmüser (1999) nachgewiesen haben.

Die Untersuchung von über 1700 Hölzern aus der vorrömisch-eisenzeitlichen Siedlung Hatzum-Boomborg an der unteren Ems ermöglichte zum ersten Mal die Rekonstruktion eines Eschen-Ulmen-Hartholzauenwaldes. Hier ließ sich eine Auenvegetation rekonstruieren, die neben Eschen in ihren höhergelegenen Bereichen Eichen und sogar Ulmen enthielt und damit eindeutig als ein voll ausgebildetes Fraxino-Ulmetum einzustufen war (Behre 1970). Dabei zeigte sich, dass für die niedrig gelegenen Flächen die erwartete, von Weiden und Erlen beherrschte Weichholzaue angenommen werden kann. Außer an der Ems konnte später eine Hartholzaue auch an der Niederweser bei Rade, Ldkr. Osterholz, *in situ* erfasst werden (vgl. Behre 1985). Die Holzartenbestimmung der Stubben und vor allem der zahlreichen Pfosten aus den römisch-kaiserzeitlichen Schichten von Hatzum-Boomborg, Jemgumkloster und Bentumersiel zeigten eine Verschiebung der Waldnutzung in Richtung auf tiefer gelegene Flächen. Zu dieser Zeit war die endgültige Zerstörung der Auenvegetation in vollem Gange (Behre 1972; 1977).

Die Pollenspektren in diesem Abschnitt weisen vereinzelt Mistel (*Viscum* 0,2 % bei 8,65 m u. O.) und Efeu (*Hedera* je 0,2 % bei 8,53 m u. 8,79 m u. O.) auf, die als gute Indikatoren des nacheiszeitlichen Klimaoptimums gelten. Pollen beider Arten wird verhältnismäßig selten gefunden, da es sich um von Insekten bestäubte Pflanzen

mit nur schwacher Pollenstreuung handelt. Doch gerade dieser Umstand erhöht nach Overbeck (1975) ihre Aussagekraft als pollenanalytisch nachweisbare Klimaindikatoren, weil kaum die Gefahr eines Ferntransports besteht, der zur Missdeutung Anlass geben könnte.

Der ab einer Tiefe von 8,69 m u. O. zu beobachtende Anstieg der Erle (auf <50 %) ist in Norddeutschland charakteristisch für die *Alnus*-Ausbreitung im Atlantikum und Subboreal. Neben *Quercus* dominiert auch *Alnus* die Baumpollenwerte im Diagramm. Die Erle gewann hier immer neue Standorte, da bei dem fortdauernden Meeresspiegelanstieg die Bodenvernässung weiter um sich griff. Dadurch waren in großem Umfang nasse und feuchte Standorte vorhanden, die im Zuge der Vermoorung von Erlenbruchwäldern besiedelt wurden. In der gegenwärtigen Vegetation des norddeutschen Flachlandes finden sich Erlenbrüche mit Vorliebe auf nassen, zeitweilig überschwemmten Böden mit guter Nährstoffversorgung. Erlenbrüche der Ordnung Alnetalia glutinosae (Tüxen 1937) weisen eine charakteristische Artenzusammensetzung auf. Neben wenigen direkten Kennarten sind es vor allem die Arten der Phragmitetea, besonders der *Carex elata*-Gesellschaft, die zusammen mit Arten der Nasswiesen und Hochstauden-Gesellschaften des Filipendulions das charakteristische Spektrum bilden (Pott 1992). Im Unterwuchs dieser lichtdurchlässigen Wälder ist oft eine reiche Flora vorhanden. Die Krautschicht wird meist von *Carex*-Arten gebildet, daneben kommen zahlreiche Farne wie *Thelypteris palustris* und *Dryopteris felix-mas* vor. In unserem Pollendiagramm werden die Gesellschaften der Phragmitetea durch hohe Werte der Poaceen (besonders zwischen 8,45 und 8,06 m u. O.) angezeigt, die wahrscheinlich im Wesentlichen auf *Phragmites*-Pollen zurückgehen. *Lythrum salicaria*, *Rumex hydrolapathum*, *Sparganium*-Typ, *Calystegia sepium*, *Equisetum*, *Filipendula*, *Lysimachia* und *Typha*-Pollenwerte vervollständigen dieses Bild.

Erlen-Bruchwald entstand im Umfeld des Bohrpunktes auf Niedermoortorfen, die sich im Verlauf der Verlandung eutropher Gewässer bildeten. Entsprechend zeigen die NBP-Spektren hohe Chenopodiaceen- und Cyperaceen-Anteile. Das Pollenspektrum aus der Tonschicht (8,84 m u. O.) zeigt noch keine erhöhten Prozentwerte von Gänsefußgewächsen (4,2 %) und Sauergräsern (3,6 %). Aber unmittelbar danach steigen bei einer Tiefe von 8,83 m u. O. die Werte auf 28,8 % bei den Chenopodiaceen und 25 % bei den Cyperaceen an. Für Gänsefußgewächse gab es geeignete Standorte, da viele von ihnen salzreiche (brackische) Böden bevorzugen und entlang der Küste weit verbreitet sind. Als Hinweis auf Binsenröhricht und Salzwiesen sind Pollenfunde von Echtem Eibisch (*Althaea officinalis*, Tiefe 8,6 m u. O.: 1,4 %!) zu werten. Die Asteretea tripolii-Gesellschaft, zu welcher der Echte Eibisch gehört, entwickelt sich landeinwärts auf der Höhe des mittleren Tidehochwassers. Dort sind durch die Gezeiten Süß- und Salzwasser gemischt und die Flächen werden nur noch bei Sturmfluten überspült.

In den Tiefen 8,80 m und 8,81 m u. O. wurde 11 % bzw. 15 % *Rumex*-Pollen nachgewiesen, der aufgrund der Größe hier als *R. hydrolapathum* gedeutet wird. Insgesamt wurden 130 PK gemessen, welche Durchmesser von 36,8 bis 37,9 µm ergaben. Die Bestimmung von *Rumex* erfordert gute Beobachtung und selbst dann ist ein gewisser subjektiver Faktor in der Wahrnehmung morphologischer Merkmale unvermeidlich. Die nähere Bestimmung unseres *Rumex*-Pollens wurde zunächst intensiv versucht, später jedoch wieder aufgegeben, da die PK stark variieren und nur wenige Merkmale liefern, die zur Unterscheidung der einzelnen Arten dienen könnten. Für eine genaue Artenzuweisung wäre eine umfangreiche Vergleichsstudie an rezentem und gut erhaltenem fossilen Material notwendig. Nach Beug (2004) gehört *Rumex hydrolapathum* zum *Rumex aquaticus*-Typ, dessen Exine und Poren wie bei dem *Rumex acetosa*-Typ gestaltet sind. Die pericolpaten PK sind jedoch größer (33–50 µm).

Auch die weiteren Pollenwerte weisen auf eine Verzahnung von Süß- und Brackwasservegetation hin. Dies wird auch durch die Untersuchung der botanischen Makroreste bestätigt, wenngleich der brackische Einfluß weniger stark zur Geltung kommt (vgl. Tab. 3).

Bei einer Tiefe von 7,92 m u. O. macht *Pinus* 43,3 % der Baumpollensumme aus, nimmt jedoch bald zu Gunsten von *Alnus* ab. Das dürfte darauf zurückzuführen sein, dass am Untersuchungspunkt vorübergehend saure Verhältnisse herrschten. Entsprechend konnten in den Torfschichten extrem viele Farnsporen gezählt werden. In einer Tiefe von 7,89 m bis 7,90 m u. O. ist ein Anstieg der Farnsporen bis 322 % zu verzeichnen. Soweit sie bestimmbar waren, handelte es sich überwiegend um *Thelypteris palustris*-Sporen. Wahrscheinlich bestanden hier artenarme *Thelypteris*-Sümpfe, ähnlich wie man sie gelegentlich im Verlandungssaum nährstoffärmerer Gewässer findet. Das $^{14}$C-Datum aus diesem Bereich ergab 4450 ± 35 BP (kal. 3322–3025 v. Chr.).

### 3.3.3 Pollenspektren von 7,91 m bis 7,52 m u. O.

Mit dem Gipfel der *Alnus*-Kurve (Tiefe 7,88 m u. O.: 50 %) verliert *Pinus* nach und nach an Bedeutung. Die Prozentwerte liegen zwischen 6,8 % und 17 %; nur selten erreichen sie 20 % der Baumpollensumme (Abb. 4). Die späte Wärmezeit, die Zeit der Buchenausbreitung, müsste eigentlich einen Rückgang des Eichenmischwaldes mit sich bringen. Da die Ausbreitung der Buche in unserem Gebiet jedoch viel später erfolgte, bleiben ihre Prozentwerte bis zur Nachwärmezeit gering. Die ausgesprochen schwache *Fagus*-Kurve zeigt, dass die Rotbuche im Gebiet noch sehr selten ist. Auch Pollen weiterer Wärme liebender Bäume, wie *Tilia*, *Ulmus* und *Fraxinus*, tritt nur in geringer Menge auf.

Früheste Hinweise auf in der Nähe gelegene prähistorische Siedlungen geben in diesem Abschnitt nicht nur

*Plantago lanceolata* und einige andere Siedlungszeiger, sondern auch ein Pollenkorn des Cerealia-Typs, das bei einer Tiefe von 7,58 m u. O. gefunden wurde. Es konnte als Pollenkorn vom *Hordeum*-Typ bestimmt werden und datiert etwa auf etwa 2400 v. Chr. Die Aussagekraft solcher Einzelnachweise ist ausgesprochen gering. Dennoch weisen trichterbecherzeitliche Funde aus der Siedlung bei Gellener Deich in der Huntemarsch und vom Hohen Weg im Watt bei Fedderwardersiel sowie weitere Funde der jüngeren Steinzeit, die entlang der Weser von Altenesch bis Rodenkirchen bekannt geworden sind, auf menschliche Aktivität im Neolithikum der Marsch hin (vgl. Krämer 1991b; Fansa 1991). Die von Pätzold (1955) geborgenen Funde aus dem Baggergut bei Gellener Deich zeigten die zeitliche Ausdehnung dieser Siedlungsphase von etwa 3000 oder 2700 v. Chr. bis um 1700 v. Chr.

Anschließend beginnt sich die Calais IV-Transgression auszuwirken und es folgt eine Brackwasservegetation, die durch Pollenfunde der Chenopodiaceae, vom *Aster*-Typ und von *Althaea officinalis* belegt ist. Das rasche Ansteigen des Meeresspiegels führte zu einer räumlichen Einengung des Moores, anschließend zum Abbruch des Moorwachstums und zu einer 4 m mächtigen Überlagerung des Torfes durch klastische Brackwasser- bzw. Wattablagerungen.

### 3.3.4 Pollenspektren von 3,43 m bis 3,16 m u. O. (Oberer Torf)

Die oberen Schichten des Mittleren Torfes datieren auf 3960 ± 45 BP (kal. 2568–2350 v. Chr.). Kurz darauf bricht die Torfbildung ab. Nach der mineralischen Phase erfolgte bei einer Tiefe von 3,43 m u. O. erneut eine Torfbildung, die ihrer Zusammensetzung nach als Schilf-Radizellentorf angesprochen werden kann. Durch Extrapolation wurde das Einsetzen der erneuten Torfbildung auf etwa 1900 v. Chr. datiert.

Dieser jüngere Torf tritt von 3,16 m bis 3,43 m u. O. auf und wird als Oberer Torf bezeichnet. Er überdeckt die marin-brackischen Schichten im ganzen Jadebusen sowie bis weit in den Raum Wilhelmshaven und in den Landkreis Friesland hinein, wo er bereits von Haarnagel (1950) kartiert und datiert wurde. Auf die Zeitspanne, in der sich der Obere Torf in verschiedenen Höhenlagen gebildet hat, haben Behre (u. a. 1978; 1999a) und Streif (1981; 1984) mehrfach hingewiesen. Im Einzelnen weichen die $^{14}$C-Daten dabei je nach lokaler Situation etwas voneinander ab. Im küstennahen Bereich setzt der Obere Torf später ein als in den küstenferneren Gebieten, wo die Aussüßung früher begann. Entsprechend erfolgte auch die Überflutung küstennah früher als im Binnenland, wo die Torfvegetation zunächst weiter wachsen konnte und erst später überschlickt wurde.

Das Radiokarbonalter der Basis des Oberen Torfs in Rodenkirchen ist mit 3460 ± 75 BP (kal. 1882–1691 v. Chr.; vgl. Tab. 1) deutlich älter als im nicht weit entfernten Rönnelmoor mit 3065 ± 70 BP oder in Sehestedt mit 2980 ± 25 BP (Streif 1984; Behre u. Kučan 1999). Während der Bildung des Oberen Torfes kam es zu einer Regression, d. h. die Nordsee zog sich zurück. Dies führte zum Vordringen des Menschen in die Marschgebiete, wie wir es in Rodenkirchen feststellen konnten. Es handelt sich hier um die bislang früheste bäuerliche Lebensgemeinschaft in der Wesermarsch und gleichzeitig die bis heute älteste in der deutschen Marsch überhaupt. Sie hinterließ beachtliche Spuren eines regen wirtschaftlichen Geschehens. Die jungbronzezeitliche Siedlung lag etwa 38 cm über dem Oberen Torf auf einer kalkfreien Ton-Schluff-Schicht, die z. T. mit Schilf durchwachsen war.

Die Gleichförmigkeit der Pollenkurven setzt sich auch nach der Unterbrechung fast unverändert fort (Abb. 5). An Pollenfunden, die auf eine jüngere Entstehung hinweisen, treten *Fagus* mit geschlossener Kurve, mit geringen Werten *Carpinus* sowie vereinzelt Cerealia-Typ auf. Ohne erkennbare Veränderung verlaufen die Pollenkurven der Eiche und der anderen Arten des Eichenmischwaldes. Dies geht wohl in erster Linie darauf zurück, dass die Buche keinen Rückgang der Eiche herbeiführen konnte. Die Buchenwerte bleiben bis zum Ende des Torfwachstums unter 4 %. Die Buche besiedelt vor allem die Geest und ist selten in Auenwäldern anzutreffen.

*Pinus* ist auch im Oberen Torf mit kontinuierlichen Werten um 15 % vertreten. Sie machen darauf aufmerksam, dass im Subboreal das Vorkommen der Kiefer in dieser Landschaft durchaus möglich erscheint. Einen Kiefernwaldhorizont, der von 2000 v. Chr. bis ins Hohe Mittelalter verfolgt werden konnte, entdeckte Hayen (1969) im Südteil des Ipweger Moores. Zahlreiche weitere Funde von Kieferngroßresten sind bei Firbas (1949) zusammengestellt. Sie beweisen ganz eindeutig, dass sich die Kiefer seit ihrer Massenausbreitung in der frühen Wärmezeit bis in die historische Zeit an zahlreichen Orten Norddeutschlands erhalten hat. Es waren vor allem die Übergangswaldmoore, auf denen die Kiefer ihre Standorte behaupten konnte (Firbas 1949; Behre u. Kučan 1999). Bemerkenswert sind auch die Kiefern-Reliktvorkommen auf moorigen Böden im Jadegebiet und in der Wesermarsch wie im Mentzhausener Moor, wo Brinkmann (1934) in einer Torfschicht einen vom Westwind gelegten und vom Hochmoor erstickten Kiefernwald entdeckte. Die bis zu 1 m mächtigen Kiefernstämme standen in Abständen von 8 bis 10 m und wurden anhand der Pollenanalyse in die Zeit des Subatlantikums datiert. Dieser *Pinus*-Übergangswald ist von Sehestedt bis Mentzhausen zu verfolgen. Die Kiefernbestände scheinen mit der Entfernung von der Küste an Umfang und Mächtigkeit zuzunehmen (Brinkmann 1934).

Zwei Radiokarbondatierungen stellen den Oberen Torf in die Bronzezeit (vgl. Tab. 1). Getreide und andere Siedlungszeiger treten vereinzelt auf. Es ist bekannt, dass der pollenanalytische Nachweis menschlicher Aktivität in den Torfablagerungen der Marsch täuschen können, da mehrere der sonst überwiegend als Kulturbegleiter auf-

tretenden Pollentypen in Marsch- und Meeresnähe nicht als Siedlungszeiger gewertet werden dürfen. Chenopodiaceae, *Artemisia* und *Aster*-Typ repräsentieren hier auch Arten, die z. B. in natürlichen Salzpflanzengesellschaften an der Küste weit verbreitet sind. Pollen des Strandampfers (*Rumex maritimus*) ist zudem nicht von dem des Kleinen Sauerampfers (*Rumex acetosella*) zu unterscheiden und ebenfalls im *Rumex acetosa*-Typ enthalten.

Als wichtigster Siedlungszeiger im Pollendiagramm wird der Spitzwegerich (*Plantago lanceolata*) angesehen. Die Pollenwerte liegen an der Hahnenknooper Mühle fast immer unter 1 %. Spitzwegerich stellt jedoch keinen zwingenden Beweis für Siedlungstätigkeiten dar, da er in den stellenweise offenen Biotopen auch natürlich vorkommen konnte. Die *Plantago lanceolata*-Ausbreitung zu Beginn des Neolithikums ist bei Behre u. Kučan (1994) ausführlich beschrieben worden. Auch die Pollenkurve der Gräser (Poaceae) vermag auf Siedlungsaktivität hinzuweisen, aber nur dann, wenn sie nicht, wie in unserem Fall, durch *Phragmites*-Pollen stark erhöht ist.

Nach Behre (1981) wird angenommen, dass die niedrigen Werte an Siedlungszeigern in älteren Zeitabschnitten nicht unbedingt ein Beleg für geringen menschlichen Einfluss auf die Vegetation sind. Im Bereich der jungbronzezeitlichen Siedlung Hahnenknooper Mühle verbleiben die Getreidewerte und andere klassische Siedlungszeiger jedenfalls auf niedrigem Niveau.

In der stark tonigen Endphase der subborealen Torfbildung ist der Schilf-Radizellentorf reich am *Aster*-Pollentyp (14 % bei einer Tiefe von 3,04 m u. O.) und anderen Arten der Süß- und Brackwasservegetation.

Das Bohrprofil GE-258 dokumentiert somit eine Marschentwicklung mit mehreren Überflutungs- und Verlandungsphasen sowie die Torfbildung. Die Pollendiagramme zeigen die verschiedenen Entwicklungsstadien der Vegetation, die sich unter dem Einfluss eines eu- bis mesotrophen Gewässerhaushaltes entwickelt haben.

# 4 Jungbronzezeitliche Besiedlung und Landwirtschaft

## 4.1 Böden und neuzeitliche Landwirtschaft

Die Bohrung GE-258 unmittelbar neben der Grabungsstelle erlaubte auch Einblicke in Aufbau und Eigenschaften des anstehenden Bodens. Die holozänen Sedimente bestanden hier aus tonigem Schluff, der teilweise verkohlte Pflanzenreste enthielt, und aus kalkfreiem, braungrauen Sediment der oberen klastischen Sequenz. Darüber, ab einer Tiefe von 2,36 m bis 2,0 m u. O., setzte eine Grodenbildung ein, die bis zur Oberfläche reichte. Im Untergrund der Kleischicht wurden Torfe eines verlandeten Niedermoores angetroffen. Die Niedermoortorfe sind die wichtigsten Anhaltspunkte zur Gliederung der Marschengenese, da mit ihrer Hilfe die einzelnen Schichten datiert werden können. Der in einer Tiefe von 3,21 m bis 3,17 m u. O. angetroffene Niedermoortorf kann in die Zeit 3220 ± 40 BP (kal. 1520–1442 v. Chr.) datiert werden. Er entstand infolge einer Regression, verbunden mit einem Absinken des mittleren Meeresspiegels. Danach setzte die Bildung eines Bodens ein.

Wichtig für die erste Besiedlung war, dass die zunächst recht einheitliche Marsch geringe, aber immerhin vorhandene Höhenunterschiede aufwies und dadurch unterschiedliche Bodennutzungen auf engstem Raum erlaubte. Bevor näher auf die botanischen Untersuchungen zur Landwirtschaft und Ernährung eingegangen werden kann, sollen die Bodenverhältnisse in der Hahnenknooper Marsch aus heutiger Sicht geschildert werden.

Aus der geologischen Profiltypenkarte des Holozäns (GK 25, Blatt Nr. 2516 Nordenham) ist zu entnehmen, dass in der Region der bronzezeitlichen Siedlung Brackmarschen vorherrschen (vgl. Streif 1993). Nach Müller (1958) sind Brackmarschen Bodenbildungen auf kalkhaltigem bis kalkfreiem Schlick (Sedimentation bei einem Salzgehalt etwa um 20 bis 0,25 ‰) mit sedimentationsbedingt dichtem Gefüge. Es werden Rohbrackmarsch (jüngste Bodenbildung, noch stark salzhaltig), See-Brackmarsch (Übergangsbildung zu Seemarsch), Kalkbrackmarsch (ursprünglich kalkhaltig und dichtes Gefüge), Allgemeine Brackmarsch (kalkfreie Böden) und Knickige Brackmarsch, die im Umfeld der bronzezeitlichen Siedlung vorkommt, unterschieden. Knickige und Knick-Brackmarsch sind Bodenbildungen in kalkarmen bis kalkfreien, relativ dichten brackischen Sedimenten vor allem des mittleren Brackwassers. Der Natriumgehalt wechselt und liegt meist unter 5 %, das Calcium/Magnesium-Verhältnis bei 1,5–2,5 (vgl. Bodenkundlich-geologische Karte der Marschengebiete 1:25.000, Blatt Nordenham, 1961).

Brackmarschböden werden heute in geringem Umfang beackert. Als Ackerböden sind sie ausgesprochene Minutenböden, die ein hohes ackerbauliches Können verlangen. Die Grünlandnutzung herrscht daher vor. Sobald die Bodenfeuchtigkeit niedrig genug ist, lassen sich Brackmarschböden als Acker- wie als Grünland befriedigend nutzen. Nimmt allerdings der Knickcharakter zu, so entwickelt sich die Fläche chemisch, physikalisch und biologisch zu einem außerordentlich ungünstigen Standort und ist nur noch als Grünland nutzbar (vgl. Kuntze 1960). Als Knick wird allgemein eine sehr wenig durchlässige, stark bindende Sedimentationsschicht im Marsch-

boden bezeichnet, die einem Pflanzenstandort durch ungünstige Strukturverhältnisse größte Schwierigkeiten bereitet.

Infolge der natürlichen Umweltbedingungen der jungbronzezeitlichen Siedlung Hahnenknooper Mühle trat der Ackerbau gegenüber der Viehzucht stark zurück. Es kann aber gezeigt werden, dass mehrere Kulturpflanzen in der damals unbedeichten Marsch angebaut wurden. Der Ackerbau war auf die wenigen hochwasserfreien Uferwälle der Weser und von Prielen beschränkt, die sich nach ihrer Beschaffenheit und nach ihrer Lage zum Grundwasser dazu eigneten. Im Winter standen die Getreidefelder gelegentlich unter Wasser, so dass nur Sommerfrüchte angebaut werden konnten. Diese Befunde werden durch die Ergebnisse der Kultur- und Wildpflanzenanalysen bestätigt.

Große Veränderungen in der Landwirtschaft gab es bis in die Neuzeit hinein in der Wesermarsch nicht. Aufgrund der Bodenverhältnisse wurden Viehzucht und Grünlandnutzung bevorzugt. Während in Butjadingen und in der Wesermarsch ganz überwiegend Grünlandwirtschaft betrieben wurde, fällt das Jeverland durch einen mosaikartigen, kleinflächigen Wechsel von Grün- und Ackerland auf. Der Unterschied zwischen der Butjadinger und der jeverländischen Marsch beruht zum einen auf verschiedenen geologischen Grundlagen, zum anderen aber wurde er durch die spezifische agrarstrukturelle Entwicklung der einzelnen Regionen gefördert. Butjadingen mit dem Land Wührden und die Wesermarsch waren bis ins 19. Jahrhundert kontinuierlich durch ihre traditionelle Milch- und Jungrindwirtschaft bestimmt (vgl. Krämer 1987).

### 4.2 Probenbergung und -aufbereitung für die Makrorestanalyse

Dank der guten Erhaltungsbedingungen für organische Materialien konnten in Rodenkirchen bei den Grabungen von 1996 bis 2001 in großer Menge subfossile Pflanzenreste geborgen und anschließend untersucht werden. Die insgesamt 236 analysierten Bodenproben geben wichtige Hinweise auf die Herausbildung der frühen Kulturlandschaft in der damals unbedeichten Marsch. Vor allem weisen sie auf den Einfluss des Grund- und Brackwassers im Bereich der Siedlungs- und Wirtschaftsflächen hin.

Von der jungbronzezeitlichen Siedlung Hahnenknooper Mühle, die in einer Tiefe zwischen knapp 1,50 m und gut 2,00 m unter der heutigen Geländeoberfläche liegt, wurden insgesamt rund 650 m² in mehreren Schnitten archäologisch untersucht (850 m² an Geländeoberfläche vor Böschung der Profilwände). Dabei konnte auf einer Grabungsfläche von ca. 520 m² (650 m² an Geländeoberfläche vor Böschung der Profilwände) ein Haus vollständig erfaßt werden. Es ließen sich drei große Nutzungsphasen des Fundplatzes nachweisen, von denen fast 2000 Pfosten und Pfostenlöcher im Boden erhalten geblieben sind (zuletzt Strahl 2005). Die erste Nutzungsphase scheint mit einer schwächer ausgeprägten Bodenbildung verbunden gewesen zu sein. Nach einer Zeit der Vernässung und entsprechender Ausbildung eines dünnen Sedimentbandes war hier in der zweiten Nutzungsphase auf einer erneuten Bodenbildung ein O–W ausgerichtetes, dreischiffiges Wohnstallhaus errichtet worden, das mit Aus- und Rückbau drei große Bauphasen erlebte und nur wenige Jahrzehnte stand. Das Haus war bis auf einen größeren Abschnitt an der Südseite stets von einem vielfach erneuerten Zaun umgeben, der bis zu 3 m Abstand vom Haus hatte. Nach Aufgabe des Hauses diente diese Stelle in der dritten Nutzungsphase möglicherweise als Werkplatz weiter, wie einige Podeste mit Feuerstellen und Holzkohleschichten vermuten lassen. Die gesamte Nutzungsdauer des Platzes dürfte deutlich geringer als einhundert Jahre gewesen sein.

Während der Grabungskampagnen wurden nach beendeter archäologischer Dokumentation entweder vom Grabungstechniker D. Dallaserra oder von der Verfasserin selbst die Bodenproben entnommen und die Koordinaten der Probenentnahmestellen bestimmt. Die Probenmenge, 0,5 bis 1 kg, richtete sich nach dem zu erwartenden Gehalt an Pflanzenresten. Für Bodenproben aus Marschsiedlungen reichen teilweise bis zu 0,5 kg schwere Proben aus, da die anschließende Analyse ausreichend bis sehr viel botanische Reste ergibt. Eine Ausnahme machte die Probe aus dem Abtrag 14A, FdNr. 4511, die aus reinem Druschabfall von Leindotter (*Camelina sativa*) bestand. Die insgesamt fünf entnommenen Proben wogen über 8 kg! Alle fünf Proben wurden im Labor durchmustert, um sicher zu sein, dass es sich tatsächlich um *Camelina*-Druschreste handelt, da es sich hier um den frühesten Fund angebauten Leindotters in Nordwestdeutschland handelt.

Es wurde versucht, möglichst flächendeckend innerhalb des Hauses und um das Haus herum Proben zu entnehmen, um so im Hinblick auf die Nutzung von Kultur- und Sammelpflanzen repräsentative Zahlenwerte zu erhalten. Als großer Vorteil erwies sich bei der Auswertung, dass wir sowohl verkohltes als auch unverkohltes botanisches Material vorfanden, wobei unverkohlte Pflanzenreste überwogen. Probenmaterial lieferten vor allem die Zwischenräume zwischen Stall- und Wohnbereich sowie zwischen Haus und Zaun, wo wir sehr viele Druschreste und Grünlandarten, die durch die Bewirtschaftung in die Siedlung gebracht wurden, vorfanden.

Für die weitere Bearbeitung im Labor wurden die tonreichen Bodenproben in zehnprozentiger KOH-Lösung eingeweicht bis sie gänzlich zerfielen. Mittels eines Siebsatzes mit einer Maschenweite von 3,15 mm, 0,75 mm und 0,25 mm wurden sie anschließend geschlämmt. Aus den einzelnen Siebfraktionen wurden die pflanzlichen Makroreste nass unter einer Binokularlupe ausgelesen und bestimmt. Als wichtigste Bestimmungshilfe diente die umfangreiche Vergleichssammlung des Institutes, daneben die Fachliteratur, vor allem von Kör-

BER-GROHNE 1967; BEHRE 1976; 1991a und BEIJERINCK 1929; 1947. Die nachgewiesenen Kultur- und Sammelpflanzen (einschließlich 1996) wurden in Tab. 5, die Wildpflanzen der Grabungsjahre 1997–2001 in den Tab. 22–29 aufgeführt. Die Funde des Grabungsjahres 1996 blieben in diesen Tabellen unberücksichtigt, da die Nachweise nicht in die einzelnen Funktionsbereiche (Außenbereich, Stallbereich, Wohnbereich) unterteilt werden konnten. Die Messwerte ausgewählter Kulturpflanzen sind in den Tab. 6–16 zusammengestellt. Die wissenschaftliche und deutsche Nomenklatur in den Tabellen folgt der jüngsten Auflage der Exkursionsflora von OBERDORFER (2001).

| Grabungsjahr | 1996 | | 1997 | | 1998 | | 1999 | | 2000 | | 2001 | | Summe | Stetigkeit |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Probenanzahl | n=23 | | n=52 | | n=21 | | n=34 | | n=85 | | n=21 | | | n= 236 |
| | verk. | unv. | verk. | unv. | verk. | unv. | verk. | unv. | verk. | unv. | verk. | unv. | Gesamt | Gesamt |
| *Hordeum vulgare* | | | | | | | | | | | | | | |
| Körner entspelzt | 316 | | 4 | | 96 | | 200 | | 69 | 4 | 10 | | 699 | 60 |
| Körner bespelzt | 144 | 1 | 2 | | 6 | | 44 | | 33 | | 2 | | 232 | 14 |
| Körner besp./Krs. | 5 | | | | 8 | | | | 16 | | | | 29 | 8 |
| Deckspelzen | 346 | 1 | | | | | 4 | | 26 | 3 | | | 380 | 9 |
| Spgl. o. Rachis | 1162 | 33 | 5 | 19 | 9 | 260 | 47 | 1013 | 68 | 135 | 3 | | 2754 | 75 |
| Grannen | 1263 | | | | 6 | | | | 3 | | | | 1272 | 7 |
| Bruch | 172 | | 3 | | | | | | | | | | 175 | 5 |
| *Hordeum vulgare* var. *nudum* | | | | | | | 1 | | | | | | 1 | 1 |
| *Triticum monococcum* | | | | | | | | | | | | | | |
| Körner | 8 | | 8 | | 1 | | 7 | | | 1 | | | 25 | 11 |
| Spelzengabeln | 10 | 1 | 1 | 3 | 4 | 8 | 13 | 49 | 28 | 32 | 4 | | 153 | 40 |
| *Triticum dicoccon* | | | | | | | | | | | | | | |
| Körner | 12 | | 3 | | 10 | 1 | 18 | | 7 | | | | 51 | 20 |
| Spelzengabeln | 30 | 55 | 3 | 95 | 6 | 174 | 8 | 491 | 13 | 294 | | 2 | 1171 | 85 |
| Ährchen | | | | 1 | | | | | | | | | 1 | 1 |
| *Triticum aestivum* s.l. | | | | | | | | | | | | | | |
| Körner | | | | | 1 | | 1 | | | | | | 2 | 2 |
| *Triticum* sp. | | | | | | | | | | | | | | |
| Körner | | | | | 2 | | 4 | | | 1 | | | 7 | 3 |
| Spelzengabeln | 14 | 1 | 15 | 17 | 12 | 157 | 5 | 328 | 45 | 332 | 5 | 5 | 936 | 90 |
| *Avena sativa* | | | | | | | | | | | | | | |
| Körner bespelzt | | | | | | | | | 1 | | | | 1 | 1 |
| Abbruchnarben | | | | | | | | | 1 | | | | 1 | 1 |
| Getreide Epidermis | | 1 | | 226 | | 66 | 42 | 289 | 2 | 21 | | | 647 | 24 |
| Getreidebruch | 4 | | | 2 | 28 | 1 | 3 | 2 | 72 | 6 | 12 | | 130 | 27 |
| *Panicum miliaceum* | | | | 8 | 1 | 25 | | 32 | | 6 | | 1 | 73 | 17 |
| *Vicia faba* | | | | | 1 | | | | | | | | 1 | 1 |
| *Linum usitatissimum* | | | | | | | | | | | | | | |
| Samen | 4 | 38 | | 358 | | 69 | 2 | 201 | 5 | 865 | | 22 | 1564 | 116 |
| Kapselsegmente | | 2 | | 168 | | 63 | | 112 | | 2605 | | 16 | 2966 | 78 |
| Stängel | | | | 7 | | | | | | | | | 7 | 1 |
| *Camelina sativa* | | | | | | | | | | | | | | |
| Samen | 17 | 261 | 4 | 163 | 3 | 1420 | 423 | 915 | 24 | 1590 | | 1 | 4821 | 89 |
| Schötchenbruch | 21 | 178 | | 419 | 5 | 784 | 76 | 275 | | 4292 | | 6 | 6056 | 85 |
| Kapselfäden | | | | | | 1 | | 84 | 1 | 301 | | | 387 | 16 |
| Stängel | | | | | | | | 18 | | 164 | | 1 | 183 | 8 |
| *Corylus avellana* Brst. | | 1 | | | | 1 | | | | 1 | | | 3 | 3 |
| *Crataegus monogyna* | | | | | | 2 | | 2 | | | | | 4 | 3 |
| *Fragraria vesca* | | | | | | | | | | 1 | | | 1 | 1 |
| *Juniperus communis* | | | | | | | 1 | | | | | | 1 | 1 |
| *Malus sylvestris* | | | | | | | | | | 1 | | | 1 | 1 |
| *Prunus spinosa* | | | | | | 84 | | | | 32 | | | 116 | 5 |
| *Rosa* sp. Brst. | | 1 | | 1 | | 5 | | | | | | | 7 | 3 |
| *Rubus fruticosus* | | 11 | | | | 3 | | | | 5 | | | 19 | 4 |

Tab. 5. Gesamttabelle der nachgewiesenen Kultur- und Sammelpflanzen
besp. bespelzt – Brst. Bruchstücke – Krs. Krummschnabel – Spgl. Spindelglied – unv. unverkohlt – verk. verkohlt.

## 4.3 Kulturpflanzen

### 4.3.1 Gerste (*Hordeum vulgare* L.)

Gerste wurde in 75 Proben gefunden. Dabei traten neben verkohlten entspelzten und bespelzten Körnern zahlreiche unverkohlte und verkohlte Spindelglieder, Rachisteile und Bruchstücke von Gerstengrannen auf, die mit Sicherheit darauf schließen lassen, dass Gerste in der Siedlung gedroschen wurde. Der größte Fund von bespelzten und entspelzten Gerstenkörnern wurde bei der Ausgrabung 1996 (FdNr. 570) gemacht. Zur Absicherung der archäologischen Datierung wurden an verkohlten Gerstenkörnern Radiokarbondatierungen durchgeführt. Die $^{14}$C-Jahre des hier behandelten Materials lauten 2720 ± 50 BP (kal. 905–819 v. Chr.; OxA 7221) und 2655 ± 45 BP (kal. 889–793 v. Chr.; OxA 7223).

Zur Bestimmung der Gerste wurden die Merkmale der Spindelglieder und Rachisteile, die Bespelzung der Körner sowie die Grannen herangezogen. Die bespelzten Gerstenkörner waren im Durchschnitt 6,68 mm lang, 2,64 mm breit, 2,04 mm hoch, spindelförmig, von der Mitte aus nach beiden Seiten schmaler werdend (Tab. 6). Die Rückenseite ist flach gewölbt; die Längsfurche verbreitert sich und verflacht zum Scheitel des Kornes hin (Abb. 6 u. 7). Die Körner waren fest mit den Spelzen verwachsen. Auf Grund der gut erkennbaren Merkmale der bespelzten Körner konnten 232 gerade und nur 29 etwas verdrehte Exemplare, so genannte Krummschnäbel (Abb. 8), unterschieden werden. Nach Schiemann (1948) finden sich krumme und gerade Körner nur bei der lockerährigen Mehrzeilgerste. Bei der Formengruppe *Hordeum vulgare* fo. *tetrastichum* liegen die Mittelkörner eng an der Spindel und stehen senkrecht übereinander, während die beiden Seitenkörner etwas von der Ährenspindel abstehen. Während das Mittelkorn symmetrisch ist, sind die beiden Seitenkörner unsymmetrisch ausgebildet; man nennt sie deswegen Krummschnäbel. Für die Vierzeilgerste ist das theoretische Verhältnis zwischen krummen und geraden Körnern 2:1. Bei unseren verkohlten Funden wird das zu erwartende Verhältnis nicht erreicht (Tab. 7). Dies ist jedoch nur selten der Fall, da sich seitliche Körner häufig einigermaßen gerade ausbilden können (Behre 1969).

| Grabungs-kampagne | Fd.-Nr. | Zahl der Messungen | Mittelwert | | | Maximum | | | Minimum | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | L | B | H | L | B | H | L | B | H |
| 1996 | 570 | 100 | 6,68 | 2,64 | 2,04 | 8,30 | 3,80 | 3,20 | 4,90 | 2,00 | 0,90 |

Tab. 6. Größenmaße verkohlter Körner der bespelzten Vierzeilgerste (*Hordeum vulgare*). Maße in mm von Spelzenbasis bis Kornende.

| Grabungskampagne | Fd.-Nr. | beurteilte Körner | krumm | gerade | Verhältnis |
|---|---|---|---|---|---|
| 1996 | 570 | 126 | 88 | 38 | 2,32 : 1 |

Tab. 7. Verhältnis von krummen zu geraden Gerstenkörnern (*Hordeum vulgare*).

Abb. 6. *Hordeum vulgare*, bespelzt (Spelzgerste), verkohlt. M. 4:1.

Abb. 7. *Hordeum vulgare*, bespelzt, verkohlt.
Ansichten: ventral (li), dorsal (mi) und lateral (re).
M. 6:1.

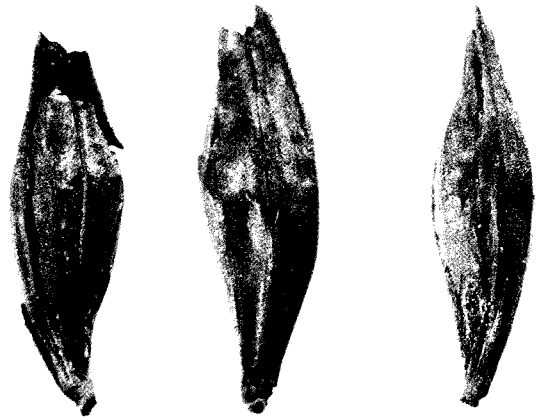


Abb. 8. *Hordeum vulgare*, bespelzt, verkohlt.
„Krummschnäbel".
M. 6:1.

| Grabungs-kampagne | Fd.-Nr. | Zahl der Messungen | Mittelwert L | Mittelwert B | Mittelwert H | Maximum L | Maximum B | Maximum H | Minimum L | Minimum B | Minimum H |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1996 | 570 | 100 | 4,98 | 2,61 | 2,14 | 6,20 | 3,50 | 3,00 | 3,80 | 1,70 | 1,30 |
| 1996 | 737 | 100 | 5,80 | 2,95 | 2,36 | 7,40 | 4,00 | 3,40 | 4,00 | 2,00 | 1,10 |
| Gesamt | | 200 | 5,39 | 2,78 | 2,25 | 6,80 | 3,75 | 3,20 | 3,90 | 1,85 | 1,20 |

Tab. 8. Größenmaße verkohlter, entspelzter Gerstenkörner (*Hordeum vulgare*).
Maße in mm ohne Embryo.

Die meisten der verkohlten, entspelzten Gerstenkörner sind relativ gut erhalten und lassen typische Gerstenmerkmale erkennen (Abb. 9 u. 10). Die Körner sind zur apikalen und basalen Seite verjüngt, nach oben abgeflacht, die Bauchseite ist stärker gewölbt und mit einer Längsfurche versehen. Die Messwerte von 200 entspelzten Körnern ergaben als Durchschnittswerte eine Länge von 5,39 mm, eine Breite von 2,78 mm und eine Höhe von 2,25 mm (Tab. 8).

Abgesehen von be- und entspelzten Körnern bestand die Hauptmenge der Gersten-Druschreste aus Spindelgliedern, von denen 1294 verkohlte und 1460 unverkohlte Exemplare gefunden wurden (Abb. 11 u. 12). Überwiegend waren sie einzeln vorhanden, hinzu kamen aber auch Spindelstücke mit bis zu vier zusammenhängenden Internodien. Die Spindelglieder waren entweder glatt oder mit den feinen, kurz und dicht nebeneinander sitzenden Haaren umrandet und an der Basis scharf umgebogen. Zur Bestimmung der Gerste wurden auch die Maße der Spindelglieder berücksichtigt (Tab. 9). Es wurden die Längenmaße von 350 unverkohlten Spindelgliedern ermittelt; diese waren im Durchschnitt 2,89 mm lang. Die Längenmaße von 100 verkohlten Internodien betrugen im Durchschnitt 2,74 mm. Hinsichtlich der Spindelgliederlänge für rezente Gerste wird die Grenze bei 2,5 mm festgesetzt (Schiemann 1948). Kürzere Spindelglieder als diese gehören zur sechszeiligen, längere zur vierzeiligen Gerste. Mit den mittleren Längenwerten, ob verkohlt oder unverkohlt, liegen unsere Spindelglieder deutlich im Bereich der lockerährigen Vierzeilgerste (*Hordeum vulgare* fo. *tetrastichum*).

| Grabungskampagne | Fd.-Nr. | Zahl der Messungen | Mittelwert L | Maximum L | Minimum L |
|---|---|---|---|---|---|
| *Hordeum vulgare* (unverkohlt) | | | | | |
| 1998 | 2666 | 75 | 2,81 | 3,40 | 2,10 |
| 1999 | 4418 | 100 | 2,92 | 3,90 | 2,40 |
| 1999 | 4420 | 100 | 2,82 | 3,70 | 2,20 |
| 1999 | 4511 | 75 | 3,00 | 3,70 | 2,40 |
| Gesamt | | 350 | 2,89 | 3,90 | 2,10 |
| *Hordeum vulgare* (verkohlt) | | | | | |
| 1996 | 570 | 100 | 2,74 | 3,80 | 1,70 |

Tab. 9. Längenmaße unverkohlter und verkohlter Spindelglieder der Gerste (*Hordeum vulgare*).

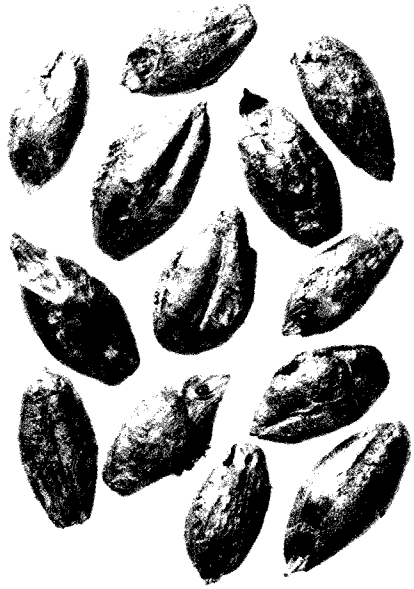


Abb. 9. *Hordeum vulgare*, entspelzt, verkohlt.
M. 4:1.

Verkohlte Grannenbruchstücke wurden in insgesamt sieben Proben entdeckt. Die Grannen der an den Seitenähren befindlichen Körner verlaufen mehr oder weniger gebogen und weisen mannigfache Variationen in Länge und Form auf. Grannen haben beim Dreschen eine unterschiedliche Neigung abzubrechen. Bei geringer Feuchtigkeit treten mehr brüchige Grannen auf als bei hohen Feuchtigkeitswerten. Nach dem Verkohlen, wie es in der Siedlung Rodenkirchen-Hahnenknooper Mühle der Fall war, zerbrechen sie in sehr kleine, nur einige Millimeter lange Bruchstücke. Durch ihre typische randliche Bezahnung waren sie jedoch leicht zu bestimmen.

In den Proben fanden sich selten unverkohlte Bruchstücke von Gerstenkaryopsen. Sie waren schlecht erhalten, doch einige davon konnten (wegen wechselnder Wanddicke und den unter der Epidermis auf der Vorderseite liegenden Langzellen mit dünnen Wänden) als Gerste bestimmt werden.

Abb. 11. *Hordeum vulgare*,
Spindelglieder, verkohlt.
M. 6:1.

Abb. 10. *Hordeum vulgare*, entspelzt, verkohlt.
Ansichten: lateral (li), dorsal (mi) und ventral (re).
M. 6:1.

Ähnlich wie in anderen Marschensiedlungen fehlt der Nachweis von Getreide(Gersten-)-Stroh. Dies dürfte darauf zurückzuführen sein, dass eine reine Ährenernte betrieben wurde. Das Fehlen von Halmresten ist nach Behre (1976) eine generelle Erscheinung bei Wurtenuntersuchungen in der Marsch. Bei der großen Menge Schilfrohr, die für Streu- und Bedachungszwecke aus der Umgebung zur Verfügung stand, war die Nutzung des Getreidestrohs offenbar nicht notwendig.

Von der Nacktgerste (*Hordeum vulgare* var. *nudum*) wurde ein einziges Korn gefunden. Da die Körner bei der Nacktgerste lose in den Spelzen sitzen, ist die Form der Körner nicht durch den Druck der Spelze geprägt. Bei unserem Fund ist die markante Querrunzelung nur auf der dorsalen Seite erkennbar.

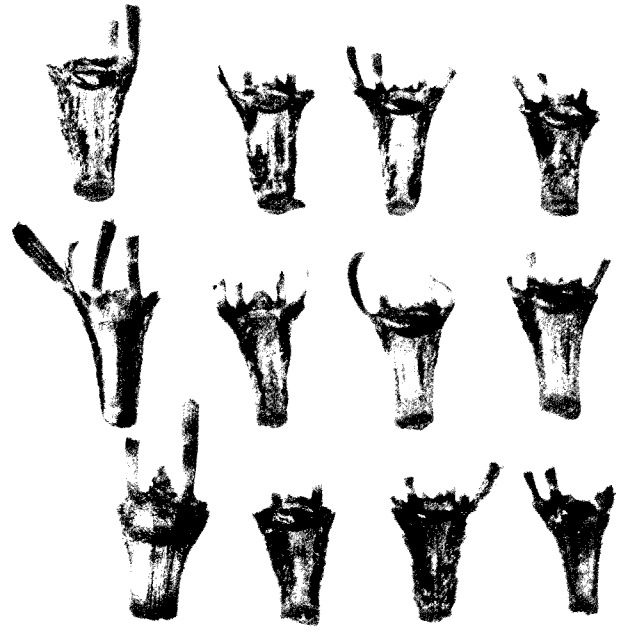


Abb. 12. *Hordeum vulgare*, Spindelglieder mit zusammenhängenden Internodien, verkohlt.
M. 6:1.

4.3.2 Weizen (*Triticum* spp. L.)

Nach der Häufigkeit der Funde zu schließen, waren die Spelzweizen Emmer und Einkorn (*Triticum dicoccon* SCHRANK und *T. monococcum* L.) nach Gerste die nächstwichtigen Getreidearten.

Das verkohlte Getreidematerial erbrachte 51 entspelzte Emmerkörner. Ihre Bestimmung wurde durch die schlechte Erhaltung der Körner erschwert, die auf die Verkohlung zurückzuführen ist (Abb. 13). Die Bestätigung, dass es sich um Emmer handelt, erhielten wir durch 1111 unverkohlte und 60 verkohlte Spelzengabeln (Abb. 14 u. 15). Die dem Emmer zugeordneten Spelzengabeln hatten an der Basis meist zwei Kornansatzstellen, breite Basen und leicht gespreizte Hüllspelzenreste.

Die Körner des Einkorns, 25 Stück aus elf Proben, sind unverwechselbar und meist leicht zu bestimmen. In der lateralen Ansicht sind die dorsale und ventrale Seite gleichmäßig gewölbt und die Bauchfurche ist eng zusammengedrückt. Im Unterschied zum Emmer sind die Körner deutlich schlanker sowie am basalen und apikalen Ende zugespitzt. Aus den Proben wurden 60 verkohlte und 93 unverkohlte Spelzengabeln ausgelesen, die anhand der charakteristischen Merkmale gut zu bestimmen waren (Abb. 16).

Vom diploiden Einkorn ist Emmer durch die doppelte Chromosomenzahl zu unterscheiden. Im Zusammenhang damit ist auch der gesamte Habitus stärker, der Ährenbau kräftiger und der Kornertrag höher. Die Körner von beiden Arten sind fest von den Spelzen umschlossen und können nur durch Rösten oder Gerben freigelegt werden. Das erfordert gegenüber anderem Getreide einen zusätzlichen Arbeitsgang und bringt geringen Ertrag im Vergleich zum Saatweizen.

Abb. 13. *Triticum* cf. *dicoccon*, verkohlt.
M. 6:1.

Abb. 14. *Triticum dicoccon* (Emmer). Unverkohlte Spelzengabel mit Karyopse (li), 3 Spelzengabeln (re).
M. 6:1.

Abb. 15. *Triticum dicoccon*, zwei Spelzgabeln (li).
*Triticum* sp., Spelzgabel (re).
M. 6:1.

Anhand der Funde ist es nicht einfach, die Bedeutung der nachgewiesenen Spelzweizenarten und damit deren Anbauanteile abzuschätzen. Reine Funde von Emmer und Einkorn liegen nicht vor; denkbar wäre auch ein Gemengeanbau. Die Untersuchungen von Pflanzenresten aus weiteren Marschsiedlungen Norddeutschlands zeigten, dass sich Emmer bis zum Frühmittelalter als eigenständige Getreideart behaupten konnte. Einkorn dagegen wurde offenbar nicht mehr angebaut. Der Emmer hielt sich auf den feuchten Marschböden erheblich länger als auf der Geest (BEHRE 1986; 1991a).

Über Saatweizen (*Triticum aestivum* s. l.) kann aufgrund nur zwei gefundener Körner nicht viel ausgesagt werden. In Kultur ist der Saatweizen bezüglich Boden- und klimatischer Verhältnisse sehr anspruchsvoll, daher ist ein gezielter Anbau in Rodenkirchen-Hahnenknoo-

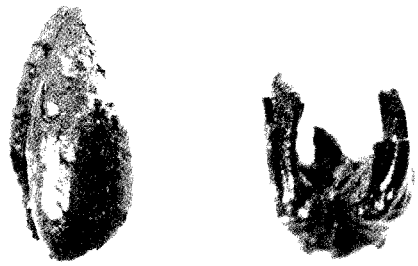


Abb. 16. *Triticum monococcum* (Einkorn).
Verkohlte Karyopse (li), verkohlte Spelzengabel (re).
M. 10:1.

| Grabungs-kampagne | Fd.-Nr. | Zahl der Messungen | Mittelwert L | B | H | Maximum L | B | H | Minimum L | B | H | Verhältnis L:B |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Avena fatua* (verkohlt) | | | | | | | | | | | | |
| 1996 | 570 | 17 | 5,61 | 1,52 | 1,28 | 8,30 | 2,90 | 2,40 | 4,00 | 0,90 | 0,80 | 3,86 |
| *Avena* sp. (verkohlt) | | | | | | | | | | | | |
| 1996 | 570 | 17 | 4,93 | 1,74 | 1,61 | 6,70 | 2,60 | 2,30 | 3,80 | 1,10 | 1,20 | 2,89 |

Tab. 10. Größenmaße und -verhältnisse bespelzter Flughaferkörner (*Avena fatua*) und entspelzter Haferkörner (*Avena* sp.). Maße in mm ohne Embryo.

per Mühle nicht vorstellbar. Demgegenüber ist Zwergweizen (*Triticum aestivum* L. *grex aestivo-compactum* SCHIEMANN) etwas resistenter und gedeiht auf Geestböden gut (BEHRE u. KUČAN 1994).

### 4.3.3 Echte Hirse (*Panicum miliaceum* L.)

Die 73 Früchte der Echten Hirse bestanden aus den etwas gewölbten Vor- und Deckspelzen ohne Inhalt. Davon wurden einige Spelzen mikroskopisch auf Anordnung und Bau ihrer Zellen untersucht und einwandfrei als *Panicum miliaceum* identifiziert.

Echte Hirse ist frostempfindlich und wird erst im Mai ausgesät. Dennoch ist Hirse wegen ihrer besonders kurzen Vegetationszeit als Sommergetreide auch in rauen Lagen anbaufähig. Echte Hirse wie auch andere Hirsearten gedeihen gut auf leichten, sandigen, sich schnell erwärmenden Böden, sofern diese nicht sauer sind. Auch lehmige, lockere, humose Böden gelten als optimal. Mit dem Aufkommen der Pflugkultur ging der an Hackkultur gebundene Hirseanbau in Europa stark zurück. Die Kornernte wird bei Vollreife vorgenommen; trotzdem ist Nachtrocknen der Körner auf dem Speicher unerlässlich.

Im norddeutschen Raum trat Echte Hirse während der jüngeren Bronzezeit auf. In Rullstorf fand sich der bislang älteste *Panicum miliaceum*-Vorratsfund (KIRLEIS 2003). Unter den Holzbohlen des prähistorischen Bohlenweges im Ipweger Moor wurde die Hälfte eines gut erhaltenen Brotimitates mit *Panicum miliaceum* entdeckt, das dendrochronologisch auf 713 v. Chr. datiert wurde (BEHRE 1991b). Auch Funde aus der Vorrömischen Eisenzeit sind in Norddeutschland selten. Die wichtigsten sind ein großer Vorratsfund von bespelzter Echter Hirse des 1. Jh. v. Chr. aus Stelle, Ldkr. Harburg (KROLL 1980), und ein größerer Fund aus der Marschsiedlung Jemgumkloster, Ldkr. Leer (BEHRE 1972).

### 4.3.4 Hafer (*Avena* sp. L.)

Von Hafer wurden lediglich zwei bespelzte Körner gefunden, die mit Sicherheit als Saat-Hafer (*Avena sativa*) bestimmt werden konnten. Daraus lässt sich nichts zur Bedeutung von Hafer als Kulturpflanze innerhalb der Siedlung schließen. Ebenfalls in verkohlter Form traten 16 Deckspelzen-Abbruchnarben und 21 gut erhaltene, bespelzte Körner vom Flug-Hafer (*Avena fatua* L.) auf (Messwerte von 17 Körnern vgl. Tab. 10), die wir bei den Acker- und Gartenunkräutern eingeordnet haben. Die restlichen 29 entspelzten Haferkörner (Messwerte von 17 Körnern vgl. ebenfalls Tab. 10) sind vermutlich auch dem Flug-Hafer zuzuweisen und dürften sein unkrauthaftes Vorkommen in Getreidefeldern anzeigen. Die verkohlten, bespelzten Flug-Haferkörner in unseren Proben besaßen kurz abgebrochene Grannen (Abb. 17). Dabei handelt es sich um stachelartige Fortsätze, die auf dem Spelzenrücken inseriert sind. Bei der Bestimmung von Saat-Hafer wird zwischen dem ersten und dem zweiten Korn des Ährchens unterschieden. Die ersten Körner eines Ährchens sind teilweise begrannt, die zweiten stets unbegrannt (PASTERNAK 1991). Die Grannen fehlen bei zwei Saat-Haferkörnern aus dem Fundmaterial, während sie beim Flug-Hafer vorhanden sind. Sie dienen dem Schutz der Getreidefrüchte vor Tierfraß, aber auch ihrer Verbreitung durch den Wind oder Tiere. Generell unterscheidet sich der Flug- vom Saat-Hafer durch die stärkere Behaarung des Kornes und durch seine gedrehten, kräftigen und deutlich gewinkelten Grannen. In verkohltem Zustand sind dagegen entspelzte Körner kaum voneinander zu unterscheiden.

Ein Sammelfund von entspelzten, verkohlten Haferkörnern aus Flögeln-Eekhöltjen aus dem Übergang von der Bronze- zur Vorrömischen Eisenzeit legt Haferanbau nahe. Ob damals auch Flug-Hafer kultiviert wurde, konn-

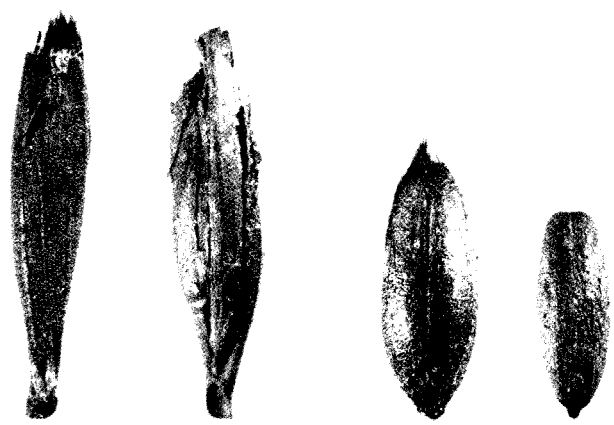


Abb. 17. *Avena fatua* (Flughafer), bespelzt, verkohlt (li). *Avena* sp. (Hafer) entspelzt, verkohlt (re). M. 5:1.

| Grabungs-kampagne | Fd.-Nr. | Zahl der Messungen | Mittelwert L | Mittelwert B | Maximum L | Maximum B | Minimum L | Minimum B |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Schötchen | | | | | | | | |
| 2000 | 6180 | 100 | 7,24 | 3,97 | 9,90 | 5,30 | 5,40 | 3,10 |
| Samen | | | | | | | | |
| 1998 | 2666 | 100 | 1,65 | 1,04 | 2,20 | 1,40 | 1,10 | 0,70 |
| 1998 | 3115 | 50 | 1,81 | 1,12 | 2,20 | 1,40 | 1,60 | 0,80 |
| 1999 | 4508 | 100 | 1,70 | 1,03 | 2,00 | 1,40 | 1,40 | 0,80 |
| 2000 | 6099 | 100 | 1,72 | 1,11 | 2,00 | 1,40 | 1,40 | 0,80 |
| 2000 | 6180 | 75 | 1,65 | 1,07 | 2,00 | 1,40 | 1,20 | 0,70 |
| Gesamt | | 425 | 1,70 | 1,07 | 2,08 | 1,40 | 1,34 | 0,76 |

Tab. 11. Größenmaße der unverkohlten Schötchen und Samen des Leindotters (Camelina sativa). Maße in mm (Schötchen ohne Griffel gemessen).

te anhand des Materials nicht beantwortet werden (Behre u. Kučan 1994). Das gleiche gilt für den Funde aus der Vorrömische Eisenzeit bei Hamburg-Langenbek (Kučan 1986).

Seit den Funden von Rullstorf, Ldkr. Lüneburg, ist bekannt, dass in Norddeutschland schon in der Vorrömischen Eisenzeit stellenweise Saat-Hafer kultiviert wurde (Kroll 1980; Behre 1990). Aber erst seit der Römischen Kaiserzeit ist Haferanbau hinreichend belegt: u. a. auf der Feddersen Wierde (Körber-Grohne 1967) und in Loxstedt (Behre 1998), beide Ldkr. Cuxhaven. Saat-Hafer kommt als Brotgetreide kaum in Betracht, umso größer ist seine Bedeutung als Futtergetreide sowie für die Herstellung von Brei und – in geringerem Maße – auch von Haferbier. Neben Körnerfutter und Haferschrot für das Vieh liefert Hafer ein hochwertiges Futterstroh.

### 4.3.5 Ackerbohne (*Vicia faba* L.)

In einer Probe aus der Grabungskampagne 1998 fanden wir nur einen verkohlten Samen der Ackerbohne (Abb. 18), der aber besonders erwähnenswert ist, da wir mit einem so frühen Fund nicht rechneten. Die Zusammenstellung von Funden aus Norddeutschland zeigt, dass alle frühen, d. h. jungbronzezeitlichen Vorkommen von *Vicia faba* östlich der Elbe/Saale-Linie liegen (Hopf 1982). Ein besonderer Schwerpunkt ist im Bereich der Lausitzer Kultur zu beobachten.

Abb. 18. *Vicia faba* (Ackerbohne), verkohlt. M. 8:1.

Erst in der älteren Vorrömischen Eisenzeit (Hatzum-Boomborg: Behre 1986; Jemgumkloster: Behre 1972) und in der Römischen Kaiserzeit (Feddersen Wierde: Körber-Grohne 1967) erfolgt die Ausbreitung des Anbaus dieser Leguminosenart in die Flussmarsch der Ems und in die Wurster Marsch an der Wesermündung. Auf der frühmittelalterlichen Wurt Elisenhof an der Eidermündung war die Ackerbohne später sogar die wichtigste Kulturpflanze. Wie man es von anderen Marschensiedlungen kennt, fanden sich auch im frühmittelalterlichen Niens (Butjadingen) zahlreiche unverkohlte Samen und vor allem ausgedroschene Hülsen und Bohnenstroh von *Vicia faba* (Behre 1991a). In den hochmittelalterlichen Wurtensiedlungen in der Marsch des Landes Wursten war die Ackerbohne zusammen mit Gerste und Lein eine wichtige Anbaupflanze (Lempiäinen u. Behre 1997).

Mit unserem Fund haben wir den ersten Nachweis, dass die Ackerbohne in der jungbronzezeitlichen Siedlung Hahnenknooper Mühle vorhanden war. Da das Bohnenstroh und die leeren Hülsen, also die Druschreste, fehlen, ist der Anbau vor Ort nicht sicher nachgewiesen. Die Bohne mit den Maßen 6,7 × 4,0 × 3,6 mm gehört der kleinsamigen Form der Ackerbohne an. In der Siedlung Bovenkarspel-Het Valkje (West-Friesland, NL) wurde ebenfalls die kleinsamige Ackerbohne (*Vicia faba* var. *minor*) für die Jungbronzezeit nachgewiesen (Buurmann *et al.* 1995).

### 4.3.6 Leindotter (*Camelina sativa* [L.] crantz)

Besondere Bedeutung gewann die Beprobung der Siedlungsschicht unmittelbar nördlich des Hauses (Abtrag 14A, FdNr. 4511), die aus fast reinem Druschabfall

Abb. 19. *Camelina sativa* (Leindotter), Schötchen und Samen, unverkohlt. M. 8:1.

Abb. 20. *Camelina sativa* (Leindotter) Samen, unverkohlt. M. 15:1.

von Leindotter (*Camelina sativa*) bestand. Die insgesamt fünf entnommenen Proben wogen über 8 kg! Davon wurden zwei Proben eingeweicht und verlesen, der Rest durchmustert und aufbewahrt.

Nach einer Radiokarbondatierung (KIA-9543) sind die *Camelina sativa*-Druschreste 2614 ± 28 Jahre alt (kal. 809–789 v. Chr.). Aus 89 weiteren Proben wurden 4821 Samen, 6056 Schötchen und 183 Stängel ausgelesen (Abb. 19 u. 20). Die Leindottersamen waren klein, flachgedrückt und häufig zerfetzt. Ihre Messwerte zeigen, dass die Samen deutlich kleiner als die aus dem Spätmittelalter waren (Tab. 11). Für die Wurtensiedlung Misselwarden 22 aus dieser Zeit im Land Wursten wurde eine mittlere Länge von 2,21 mm und eine Breite von 1,24 mm ermittelt (Lempiäinen u. Behre 1997). Die Samen und ebenso die Schötchen der Vorrömischen Eisenzeit aus Jemgumkloster (Behre 1972) und die der Römischen Kaiserzeit aus der Wurtensiedlung Feddersen Wierde (Körber-Grohne 1967) zeigen dagegen ähnliche Werte wie die aus Rodenkirchen-Hahnenknooper Mühle. Vielleicht wurden im Späten Mittelalter schon bessere Leindottersorten angebaut.

Innerhalb des Leindotter-Druschabfalls wurden zahlreiche Acker- und Gartenunkräuter gefunden (Tab. 12). Bei den meisten handelt es sich um Kennarten der Sommerfrüchte oder sie gehören zu deren regelmäßigem Bestand, auch wenn sie keine Charakterarten sind. Mit Sumpffarn (*Thelypteris palustris*) und Seebinse (*Schoenoplectus lacustris*) sind feuchte, von Süß- bis Brackwasser beeinflusste Standorte belegt. Nachgewiesen wurden weiterhin *Puccinellia distans*, *Spergularia salina* und *Sp. media*. Es handelt sich um Ordnungscharakterarten der Salzrasen, die in der Marsch an der Küste vorkommen. Anhand dieser Unkräuter wird deutlich, dass die Anbauflächen im Bereich zeitweise überfluteter Standorte lagen.

Wie Ackerbauversuche in der Außendeichsmarsch von Cappelersiel gezeigt haben, ist rezenter Leindotter gegenüber Sturmfluten mit Salzeinwirkung unter allen Versuchspflanzen bei weitem am widerstandsfähigsten

| Pflanzenreste | Summe |
|---|---|
| *Hordeum vulgare* (Spindelglieder, Rachisteile) | 109 |
| *Triticum monococcum* (Spelzengabeln) | 17 |
| *Triticum dicoccum* (Spelzengabeln) | 10 |
| *Triticum* sp. (Spelzengabelhälften) | 47 |
| *Panicum miliaceum* | 2 |
| *Linum usitatissimum* (Samen, Samenbruch) | 22 |
| *Elymus repens/athericus* | 1 |
| *Agrostis* sp. | 3 |
| *Alnus glutinosa* | 1 |
| *Atriplex littoralis/hastata* | 56 |
| *Atriplex patula* | 2 |
| *Chenopodium album* | 1 |
| *Chenopodium ficifolium* | 43 |
| *Chenopodiaceae* (Kümmerlinge) | 39 |
| *Plantago major* | 15 |
| *Polygonum lapathifolium* | 7 |
| *Puccinellia distans* | 2 |
| *Schoenoplectus lacustris* | 1 |
| *Sonchus asper* | 34 |
| *Spergularia salina* | 1 |
| *Spergularia media* | 4 |
| *Stellaria media* | 14 |
| *Thelypteris palustris* (Blätter) | 9 |
| Wildgramineen-Bruch | 49 |

Tab. 12. Übersicht der unverkohlten Pflanzenfunde aus ca. 1 kg Drusch von *Camelina sativa* (Fd.-Nr. 4511).

(Körber-Grohne 1967). Auch die Ackerbauversuche in holländischen Marschgebieten haben ähnliche Ergebnisse gebracht (van Zeist *et al.* 1976).

Für die Vorrömische Eisenzeit und die Römische Kaiserzeit ist der Anbau von Leindotter als eigenständige Kulturpflanze in der Marsch (Behre 1970; 1972; Körber-Grohne 1967) und auf der Geest (Kučan 1986) vielfach belegt. Außer auf der Feddersen Wierde, wo viel *Came-*

| Grabungs-kampagne | Fd.-Nr. | Zahl der Messungen | Mittelwert L | Mittelwert B | Maximum L | Maximum B | Minimum L | Minimum B | Verhältnis |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1999 | 4420 | 50 | 3,74 | 2,06 | 4,20 | 2,50 | 3,40 | 1,80 | 1,82 |
| 2000 | 6099 | 45 | 3,90 | 2,24 | 4,30 | 2,50 | 3,50 | 2,00 | 1,75 |
| 2000 | 6178 | 25 | 3,89 | 2,23 | 4,40 | 2,50 | 3,40 | 1,90 | 1,75 |
| 2000 | 6181 | 100 | 3,91 | 2,22 | 4,30 | 2,60 | 3,00 | 1,70 | 1,77 |
| 2000 | 6349 | 50 | 3,89 | 2,26 | 4,30 | 2,60 | 3,40 | 1,90 | 1,72 |
| 2000 | 6398 | 50 | 3,92 | 2,26 | 4,30 | 2,50 | 3,50 | 1,90 | 1,74 |
| Gesamt | | 320 | 3,87 | 2,21 | 4,30 | 2,53 | 3,37 | 1,87 | 1,76 |

Tab. 13. Größenmaße und -verhältnisse unverkohlter Leinsamen (*Linum usitatissimum*). Maße in mm.

| Grabungs-kampagne | Fd.-Nr. | Zahl der Messungen | Segmentbreite Mw | Segmentbreite Max | Segmentbreite Min | Kapselumfang Mw | Kapselumfang Max | Kapselumfang Min | Kapseldurchmesser Mw | Kapseldurchmesser Max | Kapseldurchmesser Min |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 2000 | 6099 | 100 | 1,78 | 2,00 | 1,40 | 17,83 | 20,0 | 14,0 | 5,68 | 6,37 | 4,46 |
| 2000 | 6180 | 100 | 1,85 | 2,10 | 1,40 | 18,46 | 21,0 | 14,0 | 5,88 | 6,68 | 4,46 |
| 2000 | 6181 | 100 | 1,80 | 2,10 | 1,50 | 17,98 | 21,0 | 15,0 | 5,72 | 6,68 | 4,77 |
| 2000 | 6349 | 100 | 1,80 | 2,10 | 1,50 | 17,96 | 20,0 | 15,0 | 5,72 | 6,68 | 4,77 |
| 2000 | 6398 | 100 | 1,78 | 2,00 | 1,50 | 17,78 | 20,0 | 15,0 | 5,66 | 6,37 | 4,77 |
| Gesamt | | 500 | 1,80 | 2,06 | 1,46 | 18,00 | 20,6 | 14,6 | 5,73 | 6,56 | 4,65 |

Tab. 14. Durchmesserberechnung unverkohlter Leinkapseln (*Linum usitatissimum*) aus den Segmentbreiten. Maße in mm.

*lina*-Material gefunden wurde, waren es im Allgemeinen kleine Fundmengen, die einen Anbau vermuten ließen. Große Bestände von Leindotter, die auf einen so frühen feldmäßigen Anbau in Norddeutschland hindeuten, wurden in Rodenkirchen zum ersten Mal angetroffen.

Leindotter ist eine sehr alte sekundäre Kulturpflanze, die noch heute, wenn auch nur in beschränktem Umfang, angebaut wird. Seine Samen enthalten reichlich fettes Öl, so dass bei der Pressung das goldgelbe, anfangs scharf riechende und scharf schmeckende Leindotteröl gewonnen wird. Das Öl wird zum Kochen, zur Herstellung von Schmierseife und auch als Brennöl (Hegi 1958, 345) verwandt. Das frische Kraut soll für das Vieh zu scharf sein. Das Verfüttern der Pressrückstände von Leindotter verschlechtert den Geschmack von Milch.

*Camelina sativa* ist bereits früh als Unkraut in Leinkulturen eingewandert. Hier war Leindotter daher scharfer Auslese ausgesetzt und nahm eine ganze Reihe von Eigenschaften des kultivierten Leins an. Der Habitus der ganzen Pflanze wurde dem des Leins ähnlich. Die Früchte vergrößerten sich; die Schötchen platzten bei der Reife nicht mehr auf, so dass die Samen erst beim Dreschen zugleich mit den Leinsamen frei wurden. Die Behaarung, die schon von *Camelina microcarpa* zu *C. sativa* erheblich vermindert war, ging noch mehr zurück (Schwanitz 1967). Dementsprechend bildete sich beim Leindotter eine Reihe von Rassen heraus, die jeweils an ganz bestimmte Leinformen angepasst sind. Diese können zusammen mit dem Lein im Gemenge angebaut oder für sich allein kultiviert werden.

4.3.7 Lein (*Linum usitatissimum* L.)

Durch eine Analyse von Druschrestfunden konnte auch ein intensiver Leinanbau nachgewiesen werden, der durch Samenfunde (1564 Exemplare, Abb. 21), Kapselsegmente (2966 Exemplare) und sieben Stengelbruchstücke fassbar wurde. Die Erhaltung vieler Samen und Kapselsegmente war gut, so dass 320 Samen und 500 Kapselsegmente vermessen werden konnten (Tab. 13 u. 14).

Die Vermessung der Samen zeigte, dass diese etwa genauso groß waren wie unverkohlte Samen aus Jemgumkloster, Bentumersiel und von der Feddersen Wierde, jedoch nicht an die Maße anderer mittelalterlicher Funde aus Haithabu, Elisenhof, Cappeln und Niens heranreichten (Körber-Grohne 1967; Behre 1970; 1976; 1977; 1983; 1991a; Lempiäinen u. Behre 1997). Um den Kapselumfang und Kapseldurchmesser des Leins zu berechnen, wurden

Abb. 21. *Linum usitatissimum* (Lein), Samen, unverkohlt. *M. 10:1.*

insgesamt 500 Kapselsegmentbreiten aus fünf Proben gemessen (Tab. 14). Im Vergleich zu den wenigen verfügbaren Messungen aus anderen Grabungen lagen der mittlere Kapseldurchmesser mit 5,73 mm und der mittlere Kapselumfang mit 18,0 mm etwas höher. Der mittlere Kapseldurchmesser in Haithabu mit 5,57 mm (auf der Grundlage von 700 Segmentbreiten) und der aus der Grabung Niens mit 5,52 mm sind fast gleich, während die mittelalterlichen Kapseln aus Elisenhof mit einem Durchmesser von 5,38 mm etwas kleiner waren. Die Kapsellänge bei Leinsegmenten ist schwer zu ermitteln, da in der Regel der untere Teil abgerissen ist.

Im Mist fanden sich einmal abgedroschene Leinstängel ohne Hinweis auf Faserverwertung. Für die Leinfasergewinnung liegen keine sicheren Nachweise vor. Lein schätzte man in Rodenkirchen wohl hauptsächlich wegen seiner ölhaltigen Samen.

Lein ist eine uralte einjährige Kulturpflanze. Als Früchte entstehen Kapseln, die sich beim Spring-Lein selbständig, beim Schließ-Lein erst auf starken Druck hin öffnen. In jedem der fünf Fächer einer Kapsel befinden sich ein bis zwei große bräunliche, stark öl- und eiweißhaltige Samen. Der Habitus der Leinpflanze hängt vom Standort und von der Tageslänge ab. Es bestehen erhebliche morphologische Unterschiede zwischen dem buschigen Öl-Lein und dem schlank gewachsenen Faser-Lein: Faser-Lein ist meist unverzweigt und weist relativ kleine Kapseln auf. Im Gegensatz dazu ist Öl-Lein stark verzweigt und weist große Blüten und Kapseln auf. Analog zur großen Bandbreite der Klima- und Standortverhältnisse in den verschiedenen Anbaugebieten ist die Zahl der Landsorten beim Lein sehr groß. Heute zielen die züchterischen Bemühungen auf die Entwicklung von Öl-Faser-Lein ab. Dies sind Sorten, die bei verbesserter Ertragssicherheit sowohl Öl- als auch Fasererträge erbringen sollen.

Der kultivierte Lein wird von *Linum angustifolium* Huds. (syn. *L. bienne* Mill.) abgeleitet. Die domestizierte Form gelangte bereits im Neolithikum nach Mittel- und Nordeuropa. Mit unseren Funden ist der Anbau von Lein zur Ölgewinnung für die Bronzezeit in Norddeutschland belegt.

## 4.4 Die jungbronzezeitlichen Kulturpflanzen aus Rodenkirchen-Hahnenknooper Mühle im Vergleich mit Kulturpflanzenfunden aus prähistorischen Siedlungen in Norddeutschland und den Niederlanden

Die Kulturpflanzenfunde einiger bronze- und eisenzeitlicher Fundplätze im norddeutschen Flachland und in den Niederlanden sind in Tab. 15 zusammengefasst. Dabei sind einzelne Siedlungen vom Übergang von der Bronze- zur Eisenzeit wie Altenwalde, Appeln, Hesel und Marmstorf (Behre 1998) nicht berücksichtigt worden. Diese sind mit Funden aus Hüzingen (Hopf 1982), Inden (Knörzer 1968) und Güttrup (Neef 1985) in Tab. 26 bei Kirleis (2003) zusammengestellt.

Den Gesamtbestand der Kulturpflanzen, insgesamt 15 Arten, bildet überwiegend Getreide. Nur ein kleiner Teil entfällt auf Lein, Leindotter, Ackerbohne und Erbse. Die Funde zeigen, dass Gerste (*Hordeum vulgare* L.) mit Abstand das wichtigste Getreide war, jedoch schwanken die Anteile von Spelzgerste (*Hordeum vulgare* L. var. *vulgare*) und Nacktgerste (*Hordeum vulgare* L. var. *nudum*) innerhalb der Fundstellen erheblich. Abgesehen von 699 entspelzten und 232 bespelzten, verkohlten Körnern bestand die Hauptmenge der Gerstenfunde in Rodenkirchen, ähnlich wie in bronze- und eisenzeitlichen Siedlungen West-Frieslands (Buurmann 1989; 1999), aus Spindelgliedern oder Rachisfragmenten und anderen Druschresten.

Als zweites wichtiges Getreide ist Emmer (*Triticum dicoccon* Schrank) zu nennen, der in Rodenkirchen und weiteren Marschsiedlungen überwiegend als Druschrest vorkommt. Bis zur Vorrömischen Eisenzeit nimmt die Bedeutung des Emmeranbaus stetig zu. Anschließend, im Verlauf der Römischen Kaiserzeit, geht er deutlich zurück. Die Funde von diploidem Spelzweizen, dem Einkorn (*Triticum monococcum*), sind sehr selten. Offenbar wurde Einkorn nicht mehr angebaut und war als Kulturpflanze in Nordwestdeutschland und den Niederlanden bedeutungslos geworden.

Das verkohlte Material aus Hamburg-Langenbek erhielt als Einziges eine große Menge an gut erhaltenen Körnern und Spelzengabeln von hexaploidem Dinkel (*Triticum spelta* L.; Kučan 1986). Aus den Fundzahlen für Langenbek geht hervor, dass der Anteil des Dinkels bedeutend größer war als der des Emmers. Obwohl Dinkel zum festen Kulturpflanzenbestand der Vorrömischen Eisenzeit gehörte, sind die prähistorischen Nachweise aus dem Norden Deutschlands und aus den Niederlanden sehr selten. Neben den Funden aus Hamburg-Langenbek sind nur noch Dinkel-Druschreste in Hooidonksche Akkers, Prov. Noord-Brabant, nachgewiesen worden (Bakels u. van der Ham 1980). Wegen seiner außergewöhnlichen Widerstandsfähigkeit und seiner hohen

Tab. 15. Jungbronzezeitliche Kulturpflanzen von Rodenkirchen-Hahnenknooper Mühle im Vergleich mit einigen prähistorischen Siedlungen aus Norddeutschland und den Niederlanden.
Die Datierungen sind vereinheitlicht dargestellt.
1 van Zeist 1970, 2 Bakels u. van der Ham 1980, 3 van Zeist 1997, 4 Buurman 1999, 5 Buurman 1989, 6 Kirleis 2003, 7 Behre 1979, 8 Buurman, van Geel u. van Reenen 1995, 9 Behre 1982, 10 Brandt u. Behre 1976, 11 Behre u. Kučan 1994, 12 Behre 1970, 13 Kučan 1986, 14 van Zeist 1974, 15 Buurman 1993, 16 Behre 1990, 17 Behre 1972, 18 Kroll 1980.
r 1–2 Exemplare – + bis 50 Exemplare – ++ bis 100 Exemplare – +++ über 100 Exemplare – x nur Druschreste.

| | | *Hordeum vulgare* | *Hordeum vulgare var. nudum* | *Avena sativa* | *Avena fatua* | *Avena sp.* | *Triticum dicoccum* | *Triticum monococcum* | *Triticum spelta* | *Triticum aestivum s.l.* | *Secale cereale* | *Panicum miliaceum* | *Linum usitatissimum* | *Camelina sativa* | *Vicia faba var. minor* | *Pisum sativum* | *Proben* |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Zijderveld / Prov. Zuid-Holland, NL | 18.–16. Jh. v. Chr. [1] | +++ | | | | | + | | | | | | | | | | 4 |
| Elp 69 / Prov. Drenthe, NL | 18.–15. Jh. v. Chr. [1] | | +++ | | | | | | | | | | | | | | 1 |
| Emmerhout 215, Emmen / Prov. Drenthe, NL | 17.–16. Jh. v. Chr. [1] | | +++ | | | | +++ | | | | | | | | | | 1 |
| Elp 98 / Prov. Drenthe, NL | 15.–13. Jh. v. Chr. [1] | +++ | +++ | | + | | +++ | | | | | r | | | | | 1 |
| Hooidonksche Akkers / Prov. Noord-Brabant, NL | 15.– 3. Jh. v. Chr. [2] | +++ | | | | + | + | | xx | | | ++ | r | + | | r | 10 |
| Den Burg / Texel, NL | 14.– 5. Jh. v. Chr. [3] | +++ | +++ | | | + | +++ | + | | r | r | r | r | | | | 41 |
| Westwoud / Prov. Noord-Holland, NL | 14.– 8. Jh. v. Chr. [4] | +++ | | | xx | +++ | +++ | | | | | | + | | | | 41 |
| Twisk / Prov. Noord-Holland, NL | 13.–12. Jh. v. Chr. [5] | +++ | +++ | | | | +++ | | | | | | | | | | 11 |
| Rullstorf / Ldkr. Lüneburg | 13.–11. Jh. v. Chr. [6] | +++ | + | | | + | +++ | + | | + | r | +++ | | | | | 38 |
| Brill / Ldkr. Wittmund | 12.–10. Jh. v. Chr. [7] | +++ | + | | | | +++ | | | | | | | | | | 5 |
| Bovenkarspel / Prov. Noord-Holland, NL | 12.– 8. Jh. v. Chr. [8] | + | | | | r | r | | | | | | ++ | | r | | 24 |
| Wiesens / Ldkr. Aurich | 12.– 4. Jh. v. Chr. [9] | r | +++ | | | | | | | | | | | | | | 1 |
| Rodenkirchen / Ldkr. Wesermarsch | 10.– 8. Jh. v. Chr. | +++ | r | r | + | + | ++ | + | | r | | ++ | +++ | +++ | r | | 236 |
| Harkenbleck / Ldkr. Hannover | 10.– 9. Jh. v. Chr. [9] | +++ | r | | | | +++ | r | | | | ++ | | | | | 3 |
| Elp 45 / Prov. Drenthe, NL | 10.– 9. Jh. v. Chr. [1] | | r | | | + | +++ | | | | | | | | | | 1 |
| Angelsloo 84, Emmen / Prov. Drenthe, NL | 9.–6. Jh. v. Chr. [1] | +++ | +++ | | | + | +++ | | | | | + | | | | | 1 |
| Gees / Prov. Drenthe, NL | 8.–5. Jh. v. Chr. [1] | +++ | | | | + | +++ | | | | | | | | | | 1 |
| Oldendorp / Ldkr. Leer | 8.–5. Jh. v. Chr. [10] | + | | | | | + | | | | | | +++ | +++ | | | 3 |
| Flögeln / Ldkr. Cuxhaven | 8.–5. Jh. v. Chr. [11] | +++ | +++ | | | +++ | ++ | r | | ++ | | | | | | | – |
| Ermelo / Prov. Gelderland, NL | 8.–5. Jh. v. Chr. [1] | +++ | | | | r | +++ | | | | | + | | r | | | 1 |
| Boomborg / Ldkr. Leer | 7.–5. Jh. v. Chr. [12] | + | | | | | + | | | | | | ++ | + | + | | 26 |
| Langenbek / Hamburg | 6.–5. Jh. v. Chr. [13] | +++ | +++ | | | +++ | +++ | r | +++ | +++ | + | r | | + xxx | | | 4 |
| Leeuwarden / NL | 6.–5. Jh. v. Chr. [14] | | | | | | | | | | | | + | r | | | 2 |
| Opperdoes / Prov. Noord-Holland, NL | 6.–5. Jh. v. Chr. [15] | +++ | | | x | r | + | | | | | r | + | +++ | | | 28 |
| Vlaardingen / Prov. Zuid-Holland, NL | 6.–3. Jh. v. Chr. [14] | r | | | | | | | | | | + | +++ | +++ | | | 7 |
| Rullstorf / Ldkr. Lüneburg | 6.–1. Jh. v. Chr. [16] | +++ | +++ | +++ | r | +++ | +++ | + | | +++ | | +++ | +++ | | | + | 5 |
| Tritsum / Prov. Friesland, NL | 5. Jh. v. Chr.–2. Jh. n. Chr. [14] | ++ | | | | | | | | | | | ++ | + | | | 15 |
| Ezinge / Prov. Groningen, NL | 3.–1. Jh. v. Chr. [14] | | | | | | | | | | | | + | + | | | 2 |
| Paddepoel, Groningen / Prov. Groningen, NL | 2. Jh. v. Chr.–3. Jh. n. Chr. [14] | + | | | | + | + | | | | | | + | +++ | r | | 9 |
| Jemgumkloster / Ldkr. Leer | 1. Jh. v. Chr. [17] | + | | | | | + | | | | | +++ | +++ | ++ | + | | 7 |
| Stelle / Ldkr. Harburg | 1. Jh. v. Chr. [18] | + | +++ | | | r | r | | | | | +++ | | | | | 1 |

Mehlqualität wird Dinkel auch heute noch in bescheidenem Maße in Süddeutschland angebaut.

Funde von hexaploidem Saat-Weizen (*Triticum aestivum* L. s. l.) wurden häufiger gemacht. Meistens handelt es sich nur um ein bis zwei Körner, wie in den Proben aus Rodenkirchen, Den Burg auf Texel (NL) und Rullstorf (Kirleis 2003). Im jungbronzezeitlichen Material von Flögeln-Eekhöltjen war die Menge größer, so dass vermutlich ein gezielter Anbau stattfand. Nennenswerte Vorkommen des Saatweizens während der Vorrömischen Eisenzeit zeichnen sich in Norddeutschland nur bei den Funden aus Hamburg-Langenbek (Kučan 1986) und Rullstorf (Behre 1990) ab. Die Körner des Saat-Weizens waren hier von unterschiedlicher Ausprägung. Neben der charakteristischen *compactum*-Form fanden sich die etwas längeren Weizenkörner von *Triticum aestivum* s. str. Aus dem Mittel- und Spätneolithikum sind in den Niederlanden mehrere Fundstellen mit Funden von Nacktweizen (*Triticum aestivum/durum/turgidum*) bekannt, z. B. Maastricht-Randwijck (Bakels 1991; Bakels *et al.* 1993), Vlaardingen (van Zeist 1970) und Aartswoud (Pals 1984). In der Bronze- und Vorrömischen Eisenzeit sind dagegen Weizenfunde auch in den Niederlanden sehr selten (vgl. Tab. 15).

Unter den übrigen nachgewiesenen Getreidearten in Rodenkirchen sind Funde von Echter Hirse (*Panicum miliaceum* L.) relativ häufig. Der bislang älteste größere Vorratsfund stammt aus Rullstorf (Kirleis 2003). Eine AMS-Datierung ergab dort ein Radiokarbonalter von 2963 ± 29 BP (kal. 1258–1129 v. Chr.) Zusammen mit den Funden aus Rodenkirchen, Harkenbleck, Hooidonksche Akkers, Den Burg auf Texel (van Zeist 1997) betrachtet, zeigt sich, dass die Echte Hirse in der Bronzezeit sicher kultiviert wurde.

Vom Hafer wurden in Rodenkirchen nur zwei Körner gefunden, die man mit Sicherheit als Saat-Hafer (*Avena sativa*) bestimmen konnte. Hafer ist jedoch mehrfach in entspelzter Form nachgewiesen, ohne dass die Art bestimmt werden konnte. Dieses gilt besonders für die Funde von Hafer aus Westwoud (Buurmann 1999) und Flögeln (Behre u. Kučan 1994), wo es sich um umfangreicheres, ausschließlich entspelztes Material handelt. Meistens wurde damals Flug-Hafer (*Avena fatua* L.) in Gersten- und Spelzweizenfeldern geduldet, ohne eigens angebaut zu werden. Dieser Wildhafer unterscheidet sich vom Saat-Hafer außer durch morphologische Merkmale der Ährchen auch dadurch, dass die reifen Ährchen an der Basis leicht abbrechen. Daher ist er nicht als Anbaugetreide geeignet und seine Ernte wäre mit großem Verlust an Körnern verbunden. Der große Fund von Saat-Hafer aus Rullstorf (Behre 1990) ist bemerkenswert und zeigt, dass der Saat-Hafer schon in der Vorrömischen Eisenzeit in Norddeutschland sicher kultiviert wurde.

Für Vergleiche der Siedlungen hinsichtlich der Bedeutung der einzelnen Getreidearten wäre es erforderlich, die Zahl der jeweils untersuchten Proben zu berücksichtigen. So kann vermieden werden, dass ein einziger Vorratsfund mit systematisch beprobten Siedlungen verglichen wird. Vorratsproben, die mehrere Kulturpflanzenarten aufweisen, sind selten. Mehrfach finden sich dagegen Proben, in denen nur eine oder höchstens zwei Arten stark vertreten sind. Eine Gegenüberstellung von Ergebnissen aus Feuchtboden-Grabungen, in denen meistens unverkohlte Kulturpflanzenreste anzutreffen sind, und von Trockenboden-Untersuchungen kann nur ungefähre Anhaltspunkte zur Bedeutung der einzelnen Getreide liefern. Dies wiederum verhindert eine objektive Beurteilung von Anbaumenge und Bedeutung der einen oder anderen Getreideart.

Ölpflanzen waren im Fundmaterial aus Rodenkirchen-Hahnenknooper Mühle durch Leindotter (*Camelina sativa* L.) und Lein (*Linum usitatissimum* L.) vertreten. Während Lein schon zum neolithischen Kulturpflanzeninventar gehörte, kann Leindotter erst ab der Bronzezeit nachgewiesen werden. Es handelt sich bei unseren Funden um den bis heute ältesten archäobotanischen Nachweis dieser Art in Nordwestdeutschland. In vielen Marschensiedlungen der deutschen und niederländischen Küstenregion wie in Hatzum-Boomborg, Oldendorp, Operdoes, Vlaardingen, Paddepoel und Jemgumkloster hatten Lein und Leindotter den größten Anteil an den Kulturpflanzenfunden. Auf den trockenen Geestböden wurden Lein und Leindotter ebenfalls regelmäßig angebaut. Die bisherigen Funde und die nachgewiesene Menge an Samen sind jedoch nicht repräsentativ für ihr tatsächliches Vorkommen. Der verkohlte Fund von *Camelina* aus Hamburg-Langenbek, ohne Lein, zeigt, dass Leindotter hier in der älteren Vorrömischen Eisenzeit ebenfalls als eigenständige Ölpflanze kultiviert wurde.

Aufschlussreich sind weiterhin die niedrigen Werte der Ackerbohne (*Vicia faba* var. *minor*). Sie gehört nicht zum Kulturpflanzenspektrum des frühesten Ackerbaus in Norddeutschland, doch kann man mit dieser Hülsenfrucht ab der jüngeren Bronzezeit rechnen, wie die Nachweise aus Bovenkarspel in West-Friesland (Buurmann 1988) und in Rodenkirchen gezeigt haben. Die reichen Funde aus den frühmittelalterlichen Marschsiedlungen belegen einen späteren intensiven Anbau dieser Kulturpflanze.

Prähistorische Samenfunde von Erbsen (*Pisum sativum* L.) sind in unserer Zusammenstellung selten. Sie beweisen, dass der Erbsenanbau in den Niederlanden bis in die Bronzezeit (Hooidonksche Akkers) zurückgeht. Im fünften vorchristlichen Jahrhundert spielten sie auch in Ermelo als Nahrungsmittel eine Rolle. In Rodenkirchen fehlt die Erbse.

Anhand der in Rodenkirchen-Hahnenknooper Mühle nachgewiesenen Arten konnte gezeigt werden, dass im Küstenbereich während der Bronze- und Vorrömischen Eisenzeit Getreide, Ölpflanzen und vielleicht in beschränktem Umfang auch Hülsenfrüchte angebaut wur-

Abb. 22. Lage der untersuchten Pollenprofile aus den Siedlungsschichten im Bereich des Wohnstallhauses.
1 Haus- und Zaunpfosten – 2 Herdstellen – 3 Probenentnahmestellen – 4 Rutenbündel – 5 Holzobjekte – 6 Hauseingänge.
Bearbeitung: D. Dallaserra.

den. Unter den Getreiden besaßen Gerste und Emmer die größte Bedeutung. Eine gewisse Rolle dürften Echte Hirse und Dinkel gespielt haben. Anhand von häufigen kleinen Funden von Einkorn konnte eine gezielte Nutzung auch dieses Getreides belegt werden. Die Haferfunde zeigen, dass hier möglicherweise eine Nutzung stattfand. Ein gezielter Anbau von Saat-Hafer konnte bislang nur in Rullstorf nachgewiesen werden. Ölpflanzen waren im Fundmaterial durch Lein und Leindotter vertreten.

Wegen der geringen Erhaltungschance von verkohlten Leguminosen in prähistorischen Siedlungen und der sich daraus ergebenen geringen Zahl von Funden können sichere Aussagen zur damaligen Bedeutung dieser Arten nicht gemacht werden.

### 4.5 Pollenanalytische Untersuchungen an Grabungsprofilen und Siedlungsschichten

Während des Neolithikums begünstigte im norddeutschen Raum mildes küstennahes Klima durch lange Vegetationsperioden den Weidewuchs wie auch die Weidenutzung, so dass Vieh über das gesamte Jahr im Freien gehalten werden konnte. Der Weidegang vollzog sich überwiegend auf Grünlandflächen in Siedlungsnähe, häufig auf für die Tiere ungünstigen Böden.

Aus der mittleren – teilweise auch schon der älteren – Bronzezeit ist eine größere Zahl Stallbauten im Raum südlich und östlich der Nordsee archäologisch belegt. Die Gründe für die Einführung und Beibehaltung des Stalls sind bei Zimmermann (1999) ausführlich beschrieben worden. Besonders hervorzuheben ist, dass seit dieser Zeit auch die Düngung nachgewiesen werden konnte. Von der Anzahl der im Stall oder auf dem Düngerhof gehaltenen Tiere hing die Größe des Ackerlandes ab, das gedüngt werden konnte.

Begünstigt durch die gute Eignung der Marsch für die Sommerweide wurde in der jungbronzezeitlichen Siedlung Rodenkirchen-Hahnenknooper Mühle Viehwirtschaft bevorzugt (Grimm 2003). Der Nachweis von Stallhaltung während klimatisch ungünstiger Monate und von Winterfütterung ergab sich durch die Untersuchung von Makroresten und durch Pollenanalysen an Material aus den Siedlungsschichten. Die Lage der untersuchten Profile ist in Abb. 22 dargestellt.

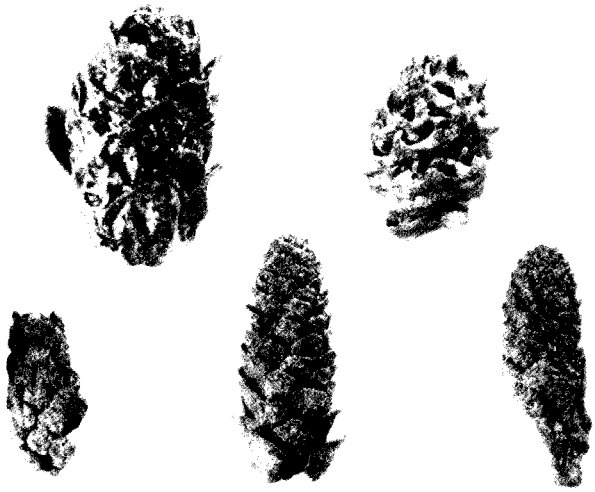


Abb. 23. Blütenstände kätzchentragender Arten. M. 10:1.

In den Viehboxen des dreischiffigen Hauses sowie im Raum zwischen der Hauswand und dem nahe gelegenen Zaun befand sich sehr viel Mist. Dies deutet darauf hin, dass die Tiere für längere Zeit in der Siedlung bzw. im Stall gehalten wurden. Die Gründe dafür können nasse, schwer begehbare Marschböden im Winterhalbjahr gewesen sein, ferner ein damit verbundener Mangel an Viehfutter in der Umgebung der Siedlung sowie die Sammlung von Tiermist zur Düngung der Felder.

Der Mist bestand vorwiegend aus *Phragmites*-Resten, Getreidedrusch, Pflanzenarten aus dem Bereich der Röhrichte und Großseggenrieder, der Strandnelkenwiesen oder Salzrasen, der Tritt- und Flutrasen sowie aus Pflanzenarten der Zweizahn-Schlammfluren-Gesellschaft, die mit dem Viehfutter in die Siedlung gebracht wurden. Besonderes Interesse erweckten die Blütenstände kätzchentragender Arten, die wir wegen fehlender, für die Bestimmung entscheidender Merkmale nicht näher ansprechen konnten. Sie stammen entweder von Hasel, Birke oder Erle (Abb. 23). Dazu passt der enorm hohe Anteil von Pollenkörnern dieser Arten, die in den Grabungsprofilen der jungbronzezeitlichen Siedlung gefunden wurden. Offensichtlich handelte es sich um die Überreste von Viehfutter, das in Form von Reisig noch in laublosem Zustand während des Winters in die Siedlung gebracht wurde Die Gewinnung des winterlichen Futtermaterials durch Schneiteln von Bäumen und Sträuchern beschränkte sich nicht nur auf das Abschneiden beblätterter Äste, Verwendung fanden auch laublose Zweige, so genanntes Reisigfutter.

Ähnliche Befunde sind wiederholt aus den Resten von Haustierkot (Schaf/Ziege) in neolithischen und bronzezeitlichen Feuchtbodensiedlungen des Alpenvorlands und Norditaliens belegt. Funde von Kotklümpchen mit Zweigen und dazugehörigem Pollen aus der jungneolithischen Siedlung von Egolzwil-3, Thayngen-Weier sowie aus der bronzezeitlichen Station in Fiavé-Carera (Trentino) zeigen auf, dass die Laub- und Reisigfutterwirtschaft damals eine wichtige Rolle in der Landwirtschaft spielte. In der jungneolitischen Siedlung Egolzwil-3 zeigten die Untersuchungen, dass im Kot Pollen von Erle, Hasel und Birke dominierte, und unter den beigemengten Zweigen konnten hauptsächlich Erle und Hasel bestimmt werden. Die an den Zweigen durchgeführten Jahrringanalysen ergaben, dass ein großer Teil der Zweige im frühen Frühling gesammelt worden war (Rasmussen 1993; Haas u. Rasmussen 1993; Karg 1998).

Ziegen- oder Schafskot liegt aus den Grabungsflächen an der Hahnenknooper Mühle nicht vor. Es fanden sich lediglich wesentlich größere, verkohlte und mineralisierte Mistklümpchen, die mit den zur Verfügung stehenden Methoden nicht weiter untersucht werden konnten (Abb. 24 u. 25).

Die Pollenuntersuchung am Westprofil vom August 1999 (zweite jungbronzezeitliche Nutzungsphase der Fundstelle: Mistablagerungen innerhalb und außerhalb des Wohnstallhauses im Übergang vom Stall- zum Wohnteil) erbrachte vielversprechende Resultate, die Anlass zu weiteren Untersuchungen gaben. Es folgte im September 2000 die Beprobung des unteren Teils des Südprofils der Fläche 1999 mit fossilen Böden und Besiedlungsphasen von der jüngeren Bronzezeit (zwei Bodenbildungen) bis zur Römischen Kaiserzeit. Im Mai 2001 wurde das Westprofil der Grabungsfläche 2000 beprobt.

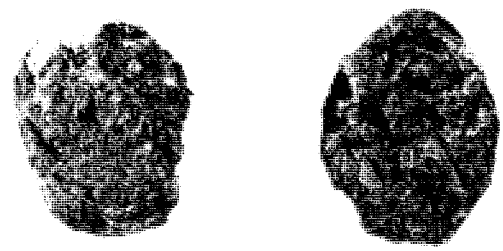


Abb. 24. Mist- oder Kotklümpchen (zwei Hälften), verkohlt. M. 3:1.

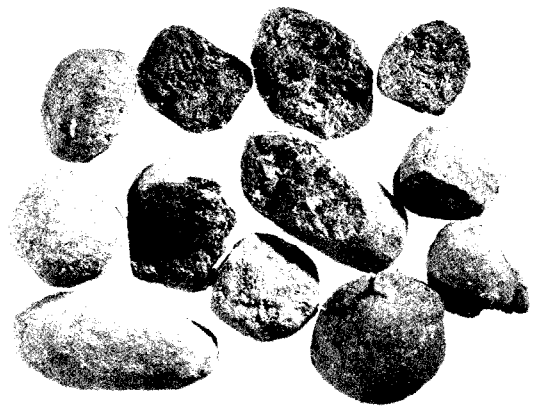


Abb. 25. cf. Mist- oder Kotklümpchen z. T. (mineralisch) mit Klei fest vermengt. M. 2:1.

Dies geschah mit dem Ziel, Pollenproben aus dem kompletten Grabungsprofil zu untersuchen und neben den oben bereits genannten Siedlungsphasen auch die des Mittelalters zu erfassen. Aus diesem Grund wird zuerst das Pollendiagramm aus dem Westprofil 2000 besprochen, das alle Siedlungsphasen widerspiegelt.

Für die Untersuchungen wurden die Pollenproben mit Hilfe von Gläschen an den Grabungsprofilen entnommen und analysiert. Die stratigraphischen Verhältnisse in den Profilen sind in den Abb. 26 und 27, die Pollendiagramme in den Abb. 28–30 dargestellt. Seltene, nicht in den Pollendiagrammen dargestellte Pollen- und Sporentypen sind in den Tab. 25–29 im Anhang aufgeführt.

### 4.5.1 Westprofil 2000

Die Pollenerhaltung im Westprofil 2000 war unterschiedlich. Sie reichte von mäßig bis schlecht in Schichten mit starkem Mineralbodenanteil; dementsprechend wechselte die Pollendichte. Trotzdem wurden die meisten Pollenpräparate bis auf eine Mindest-Baumpollensumme von 300 BP ausgezählt. Wegen des extrem hohen Holzkohleanteils von -0,770 bis -0,953 m NN wurden hier die vollständigen Probeninhalte untersucht, um die nötigen Baumpollensummen für die Auswertung zu erreichen. Leider wurden bei -0,770 m NN insgesamt nur 184 Baumpollenkörner gefunden. Es folgten Proben aus -0,825 m NN Tiefe mit nur 30 BP und aus -0,862 m NN Tiefe mit 160 BP; die Probe aus einer Tiefe von -0,899 m NN erbrachte nur 126 BP. Dies beeinflusste die Ergebnisse aus den sehr wichtigen Schichten des Wohnbereichs des Hauses im Westprofil 2000 negativ.

Das Pollendiagramm Westprofil 2000 (Abb. 28) reicht vom Boden der älteren Phase der jüngeren Bronzezeit (-1,510 m bis -1,450 m NN, FdNr. 6931–6935) über den der jüngeren Phase der jüngeren Bronzezeit (-1,370 m bis -0,770 m NN, FdNr. 6936–6954) bis zum Boden der Römischen Kaiserzeit (-0,510 m bis -0,450 m NN, FdNr. 6955–6958) und dem des Mittelalters (-0,250 m bis -0,110 m NN, FdNr. 6959–6965).

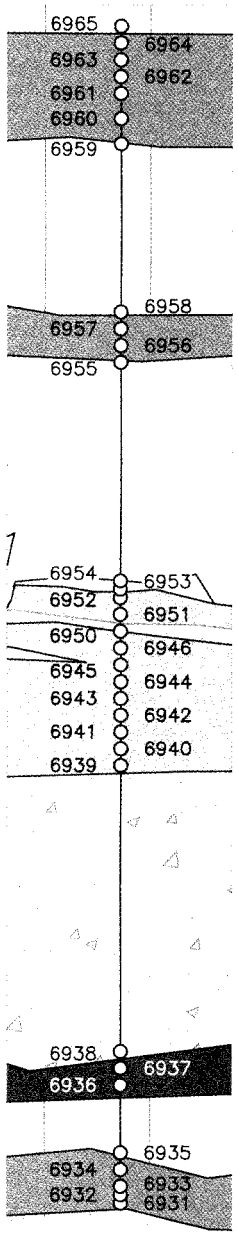
In der ersten Phase der jüngeren Bronzezeit besteht der Eichenmischwald vor allem aus Eiche (*Quercus*), während Linde (*Tilia*), Ulme (*Ulmus*) und Esche (*Fraxinus*) deutlich schwächer vertreten sind. Die relativ hohen Werte von Kiefer (*Pinus*) und Erle (*Alnus*) sind Anzeichen dafür, dass diese Bäume in der Nähe wuchsen. Birke (*Betula*), Hasel (*Corylus*) und Gagel (*Myrica*) sind auffallend selten vertreten. In diesem Teil des Pollendiagramms sind – anders als es der archäologische Befund zu der entsprechenden alten Oberfläche bisher anzudeuten scheint – noch keine Siedlungsaktivitäten festzustellen. Mit dem Beginn der zweiten Phase der jüngeren Bronzezeit (Wohnstallhaus-Phase) setzt im Pollendiagramm (Stallbereich) der Nachweis der Besiedlung ein, allerdings nur mit einer geschlossenen Getreidekurve. Die Zusammensetzung des Baumpollens zeigt noch keine verstärkten Eingriffe in die Wälder an. Erst ab einer Tiefe von -0,99 m bis -0,77 m NN steigen die Werte von Birke (über 90 %), Hasel (bei einer Tiefe von -0,770 m NN sogar auf 702,2 % !) und Gagel (über 100 %) rasant an. Die Zunahme des Pollens dieser Baum- und Straucharten kann auf die Nutzung der Wälder zur Beschaffung von Winterfutter zurückzuführen sein. Leider ist dieser auffallende Anstieg im Diagramm bei einigen Proben aus dem Wohnbereich nicht ausreichend abgesichert, da Baumpollen nicht in auswertbaren Mengen vorhanden war. Dazu gehört auch der Anstieg des Getreidepollens auf 150 % und des Wildgräserpollens auf 183,3 % bei einer Tiefe von -0,825 m NN.

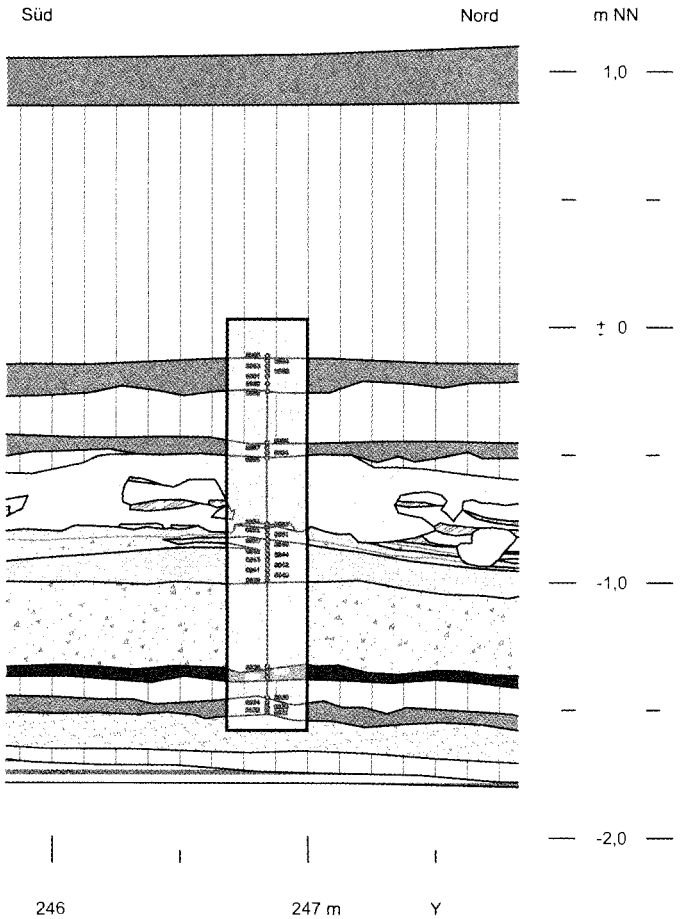
Über einer ca. 26 cm mächtigen Störung lag zwischen -0,510 m und -0,450 m NN der Boden der Römischen Kaiserzeit. Pollen- und Makrorestanalysen aus diesen Schichten zeigten keine Spuren menschlicher Tätigkeit. Es fehlen die Getreide; lediglich ein paar Siedlungszeiger (*Rumex*, Brassicaceae und Liguliflorae) deuten an, dass in größerer Entfernung vom Fundort Siedlungen lagen.

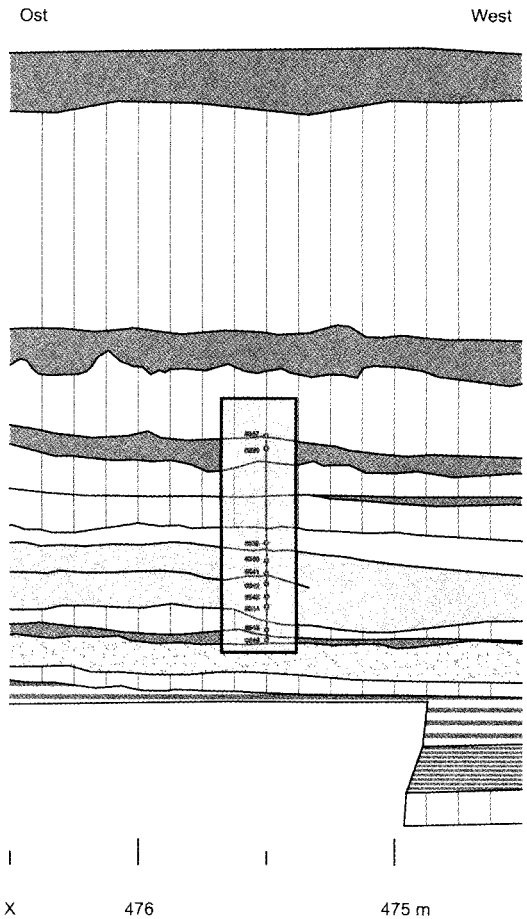
Nach etwa 20 cm Sediment auf dem Boden der Römischen Kaiserzeit folgt die ehemalige mittelalterliche Oberfläche. Hier zeigt das Profil ab einer Tiefe von -0,250 m NN höhere Getreidewerte. Nun ist auch in jeder Probe Roggenpollen (*Secale*) vorhanden. Mit dem Anbau von Roggen im Mittelalter wechselte auch der Bestand an Unkräutern. Die nun vorhandenen Unkräuter gehören zu den Wintergetreide-Unkräutern. Als Beispiel für diese Gruppe ist die Kornblume (*Centaurea cyanus*) zu nennen, deren Pollen in mittelalterlichen Schichten nachgewiesen wurde. Die niedrigen Werte des windblütigen Roggens zeigen, dass die Roggenfelder weit entfernt von der Siedlung lagen. Im Verlauf des Spätmittelalters breitete sich der Anbau von Buchweizen (*Fagopyrum*) in Norddeutschland aus. Die damaligen Anbaugebiete lagen im Bereich der ärmeren Sandböden und in Moorgebieten. Das in einer Tiefe von -0,250 m NN entdeckte Buchweizenpollenkorn (0,2 %) lässt einen Anbau auch in der Nähe von Rodenkirchen vermuten.

### 4.5.2 Südprofil 1999

Die Pollenspektren des Südprofils 1999 (FdNr. 6538–6547; Abb. 29) setzten sich ähnlich wie beim Westprofil 2000 aus dem Pollenniederschlag der regionalen Vegetation und dem lokalen Pollengehalt, der mit Baumaterial, Viehfutter und Getreide in die Siedlung gebracht wurde, zusammen. Die sich im archäologischen Befund andeutende ältere Besiedlungsphase der jüngeren Bronzezeit (erste Bodenbildung: Tiefen -1,18 m und -1,22 m NN, FdNr. 6545 und 6546) hinterließ im Pollendiagramm noch keine Spuren. Die noch in der Nähe vorhandenen Kiefern- und Erlenbruchstandorte spiegeln sich zunächst in den gegenüber dem Eichenmischwald



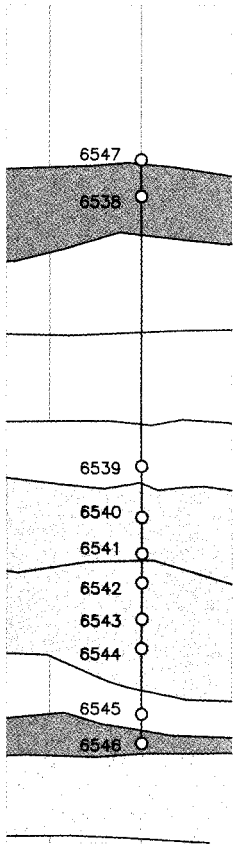




Abb. 26. Lage der pollenanalytisch untersuchten Sedimentsäulen in der Grabungsprofilwand. Pollenanalysen Westprofil 2000 (li) und Pollenanalysen Südprofil 1999 (re). Legende s. Abb. 27. Bearbeitung: D. Dallaserra.

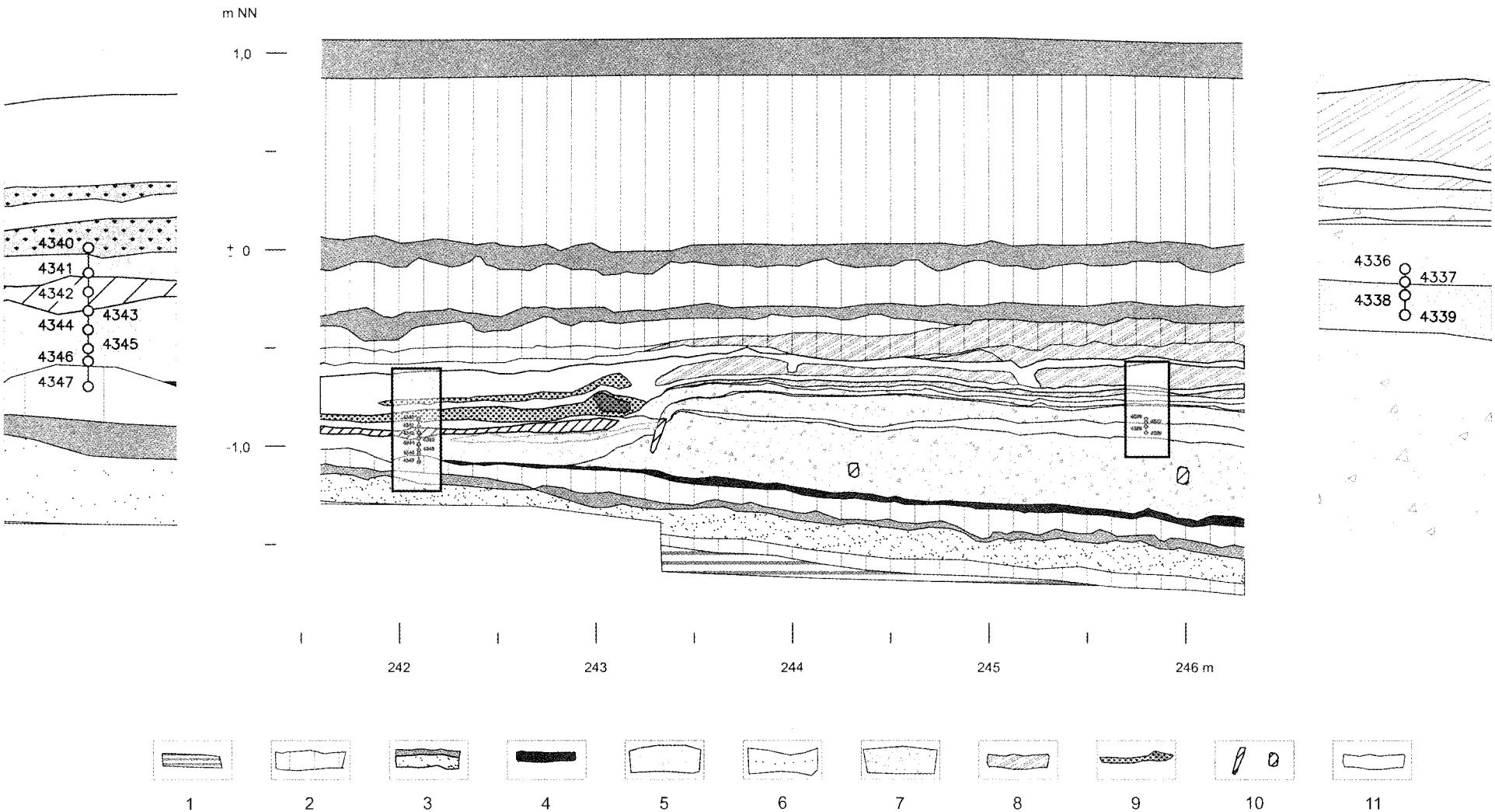



Abb. 27. Lage der pollenanalytisch untersuchten Sedimentsäulen in der Grabungsprofilwand.
Pollenanalysen Westprofil 1999 südlich des Hauses (li) und aus dem Hausbereich (re).
1 Niedermoortorf – 2 Sediment – 3 Bodenbildung mit alter Oberfläche – 4 Isolierschicht Wohnteil
5 Siedlungsboden mit Mist – 6 Siedlungsboden ohne Mist – 7 Auftrag Wohnteil – 8 Auftrag Podest
9 Hüttenlehm – 10 Holzpfosten – 11 Störung durch Tiergänge.
Bearbeitung: D. Dallaserra.

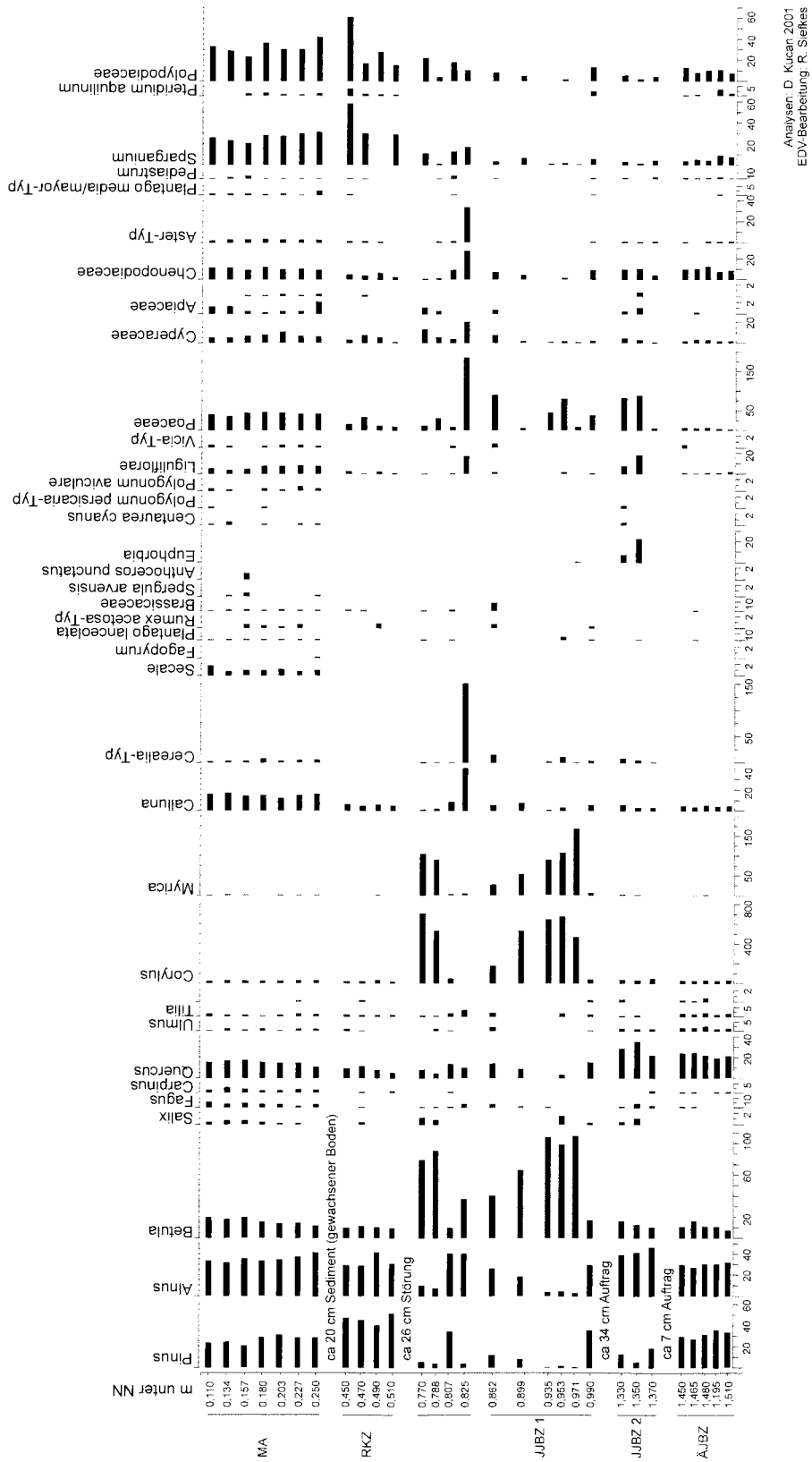



Abb. 28. Pollendiagramm 3 Rodenkirchen-Hahnenknooper Mühle, Ldkr. Wesermarsch. Westprofil 2000.
MA Mittelalter – RKZ Römische Kaiserzeit – JJBZ 1 Jüngere Jungbronzezeit (Laufhorizont Wohnbereich) – JJBZ 2 Jüngere Jungbronzezeit (Laufhorizont Stall) – ÄJBZ Ältere Jungbronzezeit.

relativ hohen *Pinus*- (35,0 u. 38,3 %) und *Alnus*-Pollenwerten (28,7 u. 23,0 %) wider. Die niedrigen Hasel-, Birken- und Gagelwerte reflektieren noch keine Nutzung dieser Arten. Gleichzeitig fehlen die Getreide- und Siedlungszeiger. Die Poaceaen-Pollenwerte sind niedrig (6,7 %), obwohl vor allem Schilf den Großteil der umliegenden Vegetation ausmachte.

Erst nach 9 cm Sediment aus einer Vernässungsphase kommt es bei der zweiten Bodenbildung in -1,09 m NN Tiefe (FdNr. 6544) zu deutlichen Verschiebungen der Pollenwerte zugunsten der Sträucher und des Nichtbaumpollens. Ursache dieser Veränderung sind die Siedlungsaktivitäten jungbronzezeitlicher Menschen. Hier erreicht Hasel 169,0 %, Gagel bis zu 52,0 % und Birke

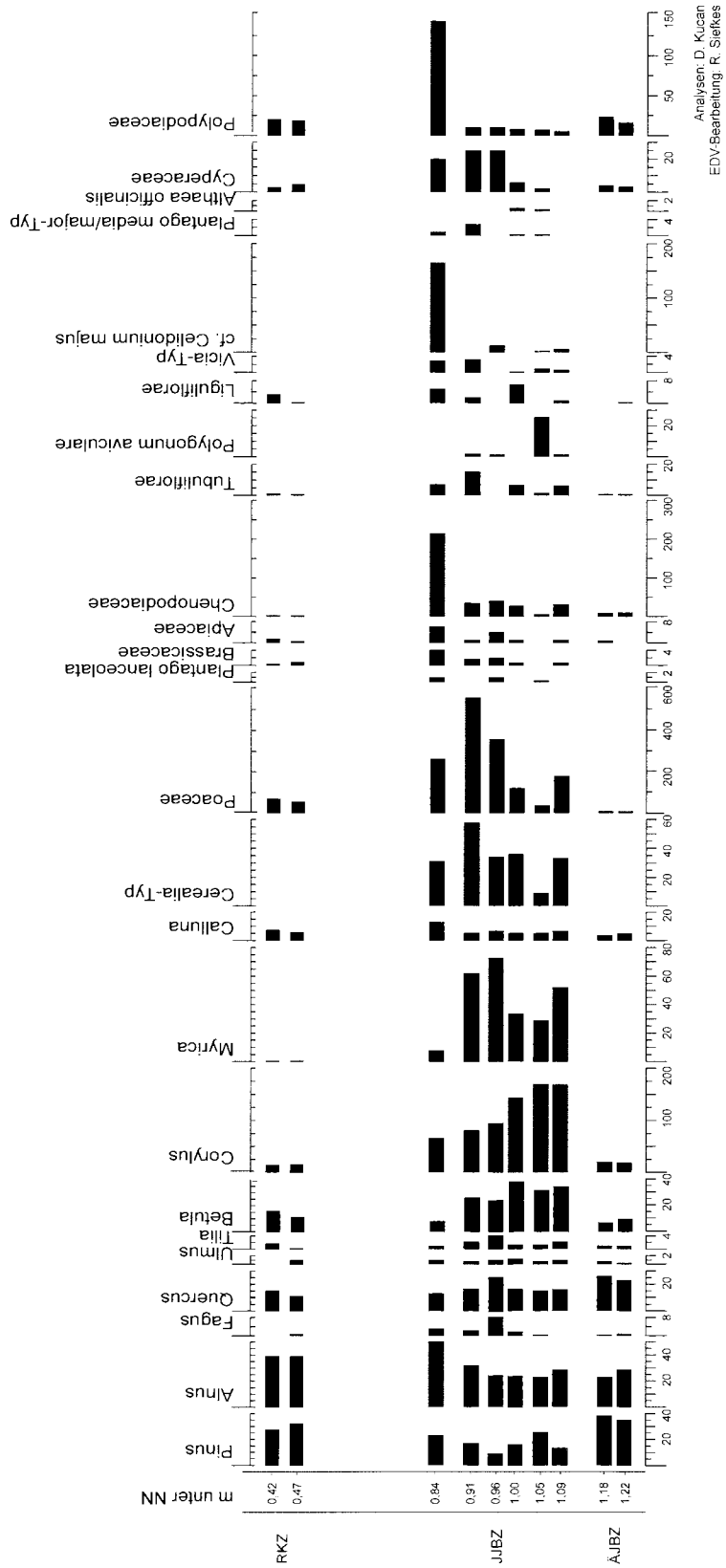



Abb. 29. Pollendiagramm 4 Rodenkirchen-Hahnenknooper Mühle, Ldkr. Wesermarsch. Südprofil 1999.
RKZ Römische Kaiserzeit – JJBZ Jüngere Jungbronzezeit – ÄJBZ Ältere Jungbronzezeit

38,7 %. Der Anstieg von Cerealia-Pollen auf 58,0 % ist ein sicheres Indiz von Getreideverarbeitung in der Siedlung.

Bei -0,84 m NN (FdNr. 6539) wird das Ende der jüngeren Phase der jungbronzezeitlichen Besiedlung durch einen Anstieg der Chenopodiaceae, Apiaceae, Papaveraceae (cf. *Chelidonium majus*) und von Polypodiaceaen-Sporen sowie durch einen gleichzeitigem Abfall von Hasel-, Gagel-, Getreide- und Gräserpollen angezeigt. Damit spiegeln sich die in der Nähe vorhandenen, vom Brackwasser beeinflussten Wiesen wider, auf denen gegen Salzwasser unempfindliche Arten wie Sellerie, Eibisch und einige Gänsefußgewächse vorgekommen sein

können. Die Werte der Polypodiaceae (143,0 %), vor allem vom Sumpffarn (*Thelypteris palustris*), zeigen eine starke Vernässung der Umgebung an, die möglicherweise zur Aufgabe der Siedlung führte.

In der nachfolgenden Römischen Kaiserzeit (-0,47 m NN, FdNr. 6538 und -0,42 m NN, FdNr. 6547) wurde der Wald im Einzugsbereich der Siedlung nur äußerst gering von Menschen genutzt, wie die niedrigen Werte von Hasel, Birke und Gagel erkennen lassen. Der Poaceae-, Brassicaceae-, Tubuliflorae- und Liguliflorae-Pollen ist weiterhin vertreten. Das lässt auf eine vermutlich weit entfernte Siedlung schließen. Die Zusammensetzung des Baumpollens zeigt auch keine anthropogenen Veränderungen an.

### 4.5.3 Westprofil 1999

In den beiden Diagrammen sind Baum- und Strauch-Pollenwerte aussagekräftigen Nichtbaumpollen-Taxa gegenüber gestellt (Abb. 30). Neben Getreide sind es vor allem die Siedlungszeiger und die Wildgräser, die auf die jungbronzezeitliche Siedlungstätigkeit hinweisen. In den Diagrammen dominiert der Pollenniederschlag aus dem Wirtschaftsraum, so dass spezifische Arbeitsvorgänge der Siedler hier erfasst werden können. Es bleibt allerdings unklar, in welchen Zeiträumen sich diese abspielten, da das dreischiffige Wohnstallhaus mehrere Bauphasen erlebte.

Im Bereich des Hauses (Abb. 30 oben) wurden zwei Proben aus dem ersten Laufhorizont auf der Sodenpackung des Wohnbereichs entnommen und untersucht. Die eine Probe stammt aus dem oberen Bereich des Laufhorizonts (-0,93 m NN: FdNr. 4338), die andere lag geringfügig darüber im mistdurchsetzten Boden (-0,90 m NN: FdNr. 4339). Im Pollenspektrum -0,93 m NN fällt besonders der hohe Anteil Getreidepollens auf. Es wurden 193 % Cerealia bei einer Summe von 300 BP errechnet. Die Ursache dürfte im Dreschen von Getreide in der Siedlung liegen, so dass sich dort sehr viel Getreidepollen ablagerte. Die mit dem Getreide eingebrachten Ackerunkräuter machen sich ebenfalls bemerkbar. Vor allem ist Spitzwegerich *Plantago lanceolata* (0,3 %) zu nennen, der häufig an Wegen, auf frischen, meist tiefgründigen, sandigen oder reinen Tonböden vorkommt und auf der Ackerkrume als ausgeprägter Siedlungszeiger durch die Landwirtschaft verbreitet und gefördert wird. Die Wildgräser-Pollenwerte (131,0 %) sind durch *Phragmites*-Pollen stark erhöht und zeigen möglicherweise eine Nutzung von Schilf für Futterzwecke oder als Streu an.

Bei der darüber liegenden Probe (-0,90 m NN) steigen die Pollenwerte von Sträuchern, vermutlich wegen starker Nutzung, extrem an. Dabei erreichen die Birke 85,6 %, Hasel 310 % und Gagel 392,6 %. Gegenüber der Erle mit 13 % sind dies außergewöhnlich hohe Prozentwerte. Allerdings wird der Rückgang von *Alnus*, wie auch von *Pinus* und *Quercus* statistisch durch die Zunahme von *Betula* kompensiert. Die Getreide- (jetzt nur noch 0,8 %) und die Wildgäserwerte (9,6 %) sind dagegen sehr niedrig.

Birke, Hasel und Gagel gehören zu einem triporaten Pollentyp, bei dem die Gattungsbestimmung bei schlechter Pollenerhaltung äußerst schwierig sein kann. Die Bestimmung des *Corylus*- und *Myrica*-Pollentyps ist normalerweise unproblematisch. Im hier vorgelegten Material erforderte sie jedoch eine sehr genaue Beobachtung, weil bei vielen Pollenkörnern wegen schwach ausgeprägter Vestibula nicht zu erkennen war, wo die Endexine endete: unter dem konischen Porenbereich wie bei *Myrica* oder am Porenrand wie bei *Corylus*. Auch die Vestibula der *Betula*-Pollenkörner waren häufig undeutlich ausgeprägt und das Tectum (Ektexine) am Porus war weniger stark verdickt als üblich. Die Trennung von Ektexine und Endexine konnte gelegentlich an der Basis der Vestibula erkannt werden.

Wenn auch nur achtzig Prozent des triporaten Pollens korrekt bestimmt wurde, stellt sich die Frage, wozu man die in die Siedlung gebrachten Pflanzen gebrauchte. Wie schon häufig erwähnt, könnten die Hasel- und Birkenbestände als Viehfutter für die winterliche Stallhaltung genutzt worden sein. Der Gagelstrauch dagegen ist eine aromatisch duftende Pflanze, die als Tierfutter weniger in Frage kommt; vielmehr wurde sie im Mittelalter – und wahrscheinlich bereits in der Vorrömischen Eisenzeit – als Biergewürz genutzt. In den letzten Jahren haben Ausgrabungen in städtischen und ländlichen Siedlungen des Mittelalters zahlreiche Reste von Gagel geliefert. Vor allem die Blätter wurden dem Bier zur Geschmacksverbesserung und zur Förderung der Haltbarkeit zugesetzt (Behre 1984; 1999c; Kučan 1998). Noch im 20. Jahrhundert wurde *Myrica* zum Vertreiben von Ungeziefer benutzt.

Die Birke ist bis heute im Frühling ein symbolträchtiger Baum. Der im ganzen Lande verbreitete Brauch, am Vorabend der Walpurgisnacht (1. Mai) Häuser, Kirchen und Ställe mit frischen Birkenzweigen zu zieren, hatte ursprünglich wohl tiefere Bedeutung als bloßer Schmuck. Sie sollten das Haus vor Blitzschlag und Hexen schützen und im Stall das Vieh vor Unfällen und Krankheit bewahren (Hegi 1957). Vielleicht wurden aus ähnlichen Gründen und nicht als Viehfutter blühende Birkenzweige im Frühling in die bronzezeitliche Siedlung gebracht.

In Rodenkirchen wurde zum ersten Mal Pollen von Lein (*Linum usitatissimum*: 0,3 %) in einer bronzezeitlichen Siedlung nachgewiesen. Die zahlreichen Samen- und Kapselfunde in der Siedlung weisen darauf hin, dass Lein in erster Linie zur Ölgewinnung angebaut wurde (Tab. 16). Auffallend ist, dass gleichzeitig kaum Siedlungszeiger auftreten.

Im Auftrag über dem ersten Laufhorizont im Wohnteil bleiben die Pollenwerte von Kiefer, Erle, Eichenmischwald-Arten sowie der Getreide weiterhin relativ niedrig (-0,88 m NN: FdNr. 4337). Dagegen treten hohe

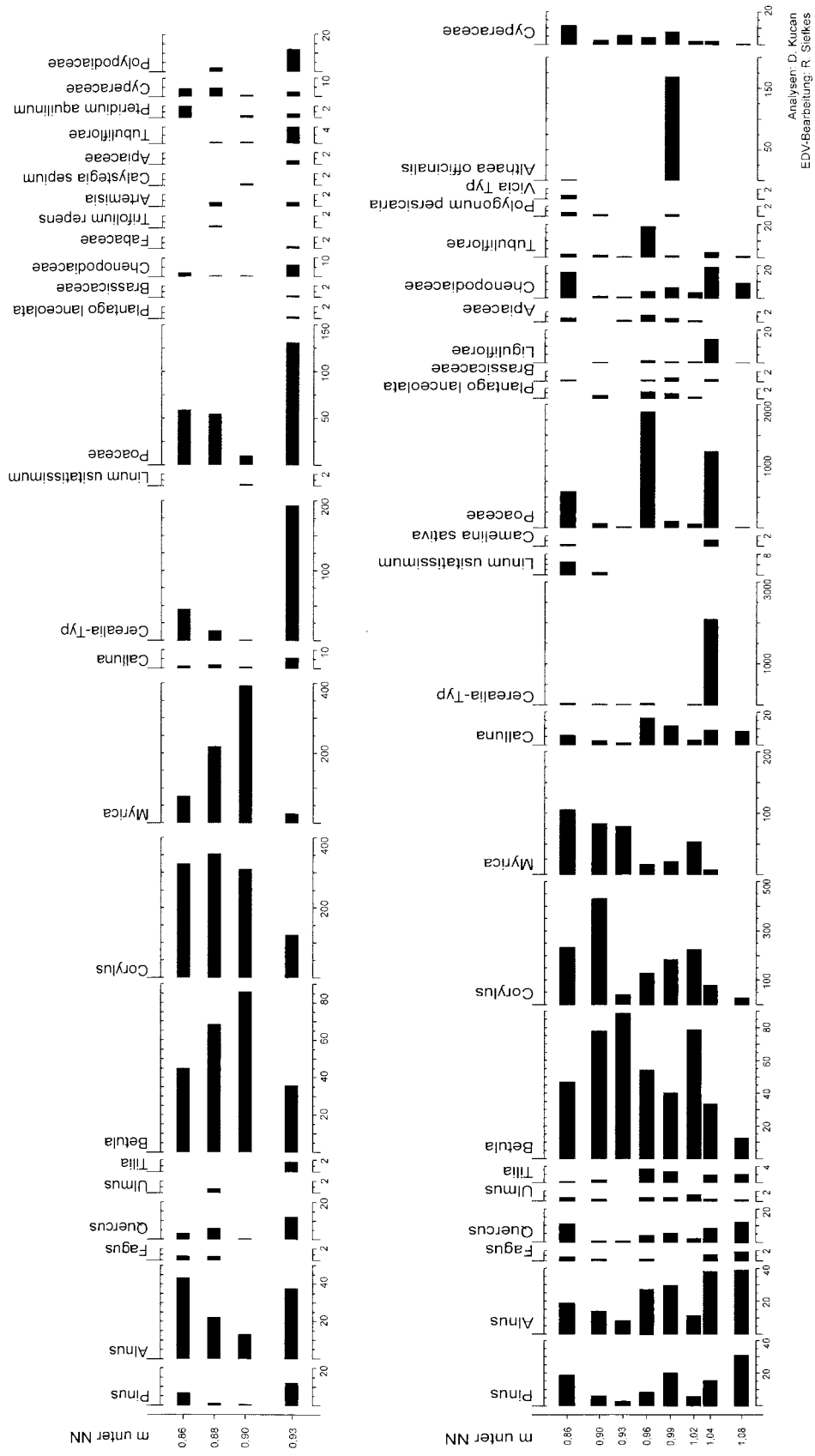



Abb. 30. Pollendiagramme 5 und 6 Rodenkirchen-Hahnenknooper Mühle, Ldkr. Wesermarsch.
Oben: Westprofil 1999, Hausbereich.
Unten: Westprofil 1999, Mistablagerungen außerhalb des Hauses.

Prozentwerte von Birke (68,3 %), Hasel (354,7 %) und Gagel (218,3 %) auf, die durch die lokale Nutzung dieser Arten bedingt sein müssen. Bei einer weiteren Probe aus diesem Auftrag erreicht die Erle 43,3 % bei noch stabilen Haselwerten von 324,3 % (-0,86 m NN: FdNr. 4336). Beim Nichtbaumpollen nehmen vor allem Poaceen (59,0 %) und Getreide (44,7 %) zu.

Die Pollenwerte von vier Proben, die aus unterschiedlichen Tiefen im Hausbereich entnommen wurden, zei-

| Bereich<br>Probenanzahl | Außenbereich<br>n = 166 | | Stallbereich<br>n = 31 | | Wohnbereich<br>n = 16 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | verkohlt | unverk. | verkohlt | unverk. | verkohlt | unverk. | Gesamt |
| *Hordeum vulgare* | | | | | | | |
| Körner entspelzt | 148 | 4 | 202 | | 29 | | 383 |
| Körner bespelzt | 41 | | 44 | | 2 | | 87 |
| Körner bespelzt/krumm | 22 | | 2 | | | | 24 |
| Deckspelzen | 9 | | | | 21 | 3 | 33 |
| Spindelglieder oder Rachis | 64 | 653 | 47 | 763 | 21 | 11 | 1559 |
| Grannen | 8 | | | | 1 | | 9 |
| Bruch | 3 | | | | | | 3 |
| *Hordeum vulgare* var. *nudum* | | | 1 | | | | 1 |
| *Triticum monococcum* | | | | | | | |
| Körner | 10 | 1 | 6 | | | | 17 |
| Spelzengabeln | 13 | 58 | 17 | 29 | 20 | 5 | 142 |
| *Triticum dicoccon* | | | | | | | |
| Körner | 17 | | 19 | 1 | 2 | | 39 |
| Spelzengabeln | 16 | 428 | 11 | 593 | 3 | 35 | 1086 |
| Ährchen | | | | 1 | | | 1 |
| *Triticum aestivum* s.l. | | | | | | | |
| Körner | | | 2 | | | | 2 |
| *Triticum* sp. | | | | | | | |
| Körner | 2 | 1 | 4 | | | | 7 |
| Spelzengabeln | 40 | 475 | 8 | 312 | 34 | 52 | 921 |
| *Avena sativa* | | | | | | | |
| Körner bespelzt | 1 | | | | | | 1 |
| Abbruchnarben | | | | | 1 | | 1 |
| Getreide Epidermis-Reste | | 192 | 42 | 408 | 2 | 2 | 646 |
| Getreidebruch | 50 | 8 | 21 | 1 | 44 | 2 | 126 |
| *Panicum miliaceum* | | 41 | 1 | 30 | | 1 | 73 |
| *Vicia faba* | | | 1 | | | | 1 |
| *Linum usitatissimum* | | | | | | | |
| Samen | 7 | 1126 | | 375 | | 14 | 1522 |
| Kapselsegmente | | 2711 | | 252 | | 1 | 2964 |
| Stängel | | | | 7 | | | 7 |
| *Camelina sativa* | | | | | | | |
| Samen | 437 | 3959 | 17 | 121 | | 9 | 4543 |
| Schötchenbruch | 81 | 5365 | | 407 | | 4 | 5857 |
| Kapselfäden | 1 | 386 | | | | | 387 |
| Stängel | | 165 | | 18 | | | 183 |
| *Corylus avellana* Bruch | | 2 | | | | | 2 |
| *Crataegus monogyna* | | 4 | | | | | 4 |
| *Fragraria vesca* | | 1 | | | | | 1 |
| *Juniperus communis* | | | 1 | | | | 1 |
| *Malus sylvestris* | | 1 | | | | | 1 |
| *Prunus spinosa* | | 116 | | | | | 116 |
| *Rosa* sp. Bruch | | 6 | | | | | 6 |
| *Rubus fruticosus* | | 8 | | | | | 8 |

Tab. 16. Kultur- und Sammelpflanzen aus den Grabungsbereichen 1997–2001.

gen, dass Menge und Artenzusammensetzung des Pollenniederschlags von den Arbeitsvorgängen in der jungbronzezeitlichen Siedlung bestimmt wurden.

Acht Pollenproben aus den Schichten unmittelbar südlich des Hauses (-1,08 m bis -0,86 m NN: FdNr. 4347–4340) zeigen ebenfalls sehr hohe Werte lichtliebender Bäume und Sträucher, vor allem von Birke, Hasel und Gagel, sowie eine starke Repräsentanz von Getreiden und Gräsern (Abb. 30 unten). Auf Grund der hohen Bedeutung des entdeckten Getreidepollens erwies sich eine detailiertere Bestimmung als notwendig. Bei -1,04 m NN (FdNr. 4346) wurden sehr hohe Cerealia-Werte (2080,8 %!) festgestellt. Mittels Phasenkontrast wurde ein Teil der Pollenkörner den Kriterien nach Beug (2004) folgend, untersucht. Die meisten ließen sich nach der Anordnung der Strukturelemente dem *Hordeum*-Typ, sehr wenige dem *Triticum*-Typ zuordnen. Die Pollenbestimmung bestätigte damit das Ergebnis der Makrorestanalyse aus Rodenkirchen, dass ganz überwiegend Gerste angebaut wurde. Die hohen *Hordeum*-Werte können nur so erklärt werden, dass Getreide – in unserem Fall die Gerste – in der Siedlung gedroschen wurde. Dabei wurde der in den Spelzen eingeschlossene Pollen freigesetzt und lagerte sich anschließend in den Siedlungsschichten ab. Der in gleicher Tiefe nachgewiesene Poaceae-Pollen (1233,0 %!) wurde anhand der Pollenkorngröße und der Anulus-Form vom Getreidepollen getrennt. Wildgräserpollen hat eine schwach ausgebildete verrucate Skulptur, die bislang nicht für diagnostische Zwecke herangezogen werden kann.

Bemerkenswert ist der Wert von 168,0 % *Althaea officinalis*, der in der Tiefe -0,99 m NN (FdNr. 4344) festgestellt wurde. *Malva neglecta* und *M. pusilla* bilden zwar Pollenkörner gleichen Typs. Aufgrund der zahlreichen Makrorestfunde von *Althaea officinalis* dürfte der Pollen allerdings von dieser Art stammen. Als fakultative Salzpflanze besiedelt der Echte Eibisch neben Salzwiesen häufig auch Schuttplätze und andere stark ammoniakalkalische Orte. Seit alters her wurde er als geschätzte Arznei- und Gewürzpflanze gesammelt sowie als wichtige Heilpflanze gefördert und genutzt.

## 4.6 Sammelpflanzen

Unter diesen Begriff fallen alle von Menschen gesammelten und in irgendeiner Form wirtschaftlich genutzten Pflanzen. Wildobst und Beerenarten sind einige davon, die bei ausgeprägter extensiver Wirtschaftsweise durch Auflichtung des Waldes gefördert werden. Dazu sind auch Wildkräuter zu zählen, die wegen ihrer Mineralsalze und Vitamine zur Ergänzung und Bereicherung der Nahrung gesammelt wurden. Sie besiedeln gern nährstoffreiche Abfallplätze in der Umgebung von Siedlungen und wachsen dort in so großen Beständen, dass sie sich als pflanzliche Nahrung geradezu anbieten.

Wildkräuter lassen sich anhand ihrer Blätter nur schwer nachweisen. In Rodenkirchen gelang es, einige von ihnen durch zahlreiche Früchte und Samen zu belegen. Die Zahl der gefundenen Arten zeigt, dass die Sammelwirtschaft für die jungbronzezeitlichen Bewohner der Siedlung Rodenkirchen-Hahnenknooper Mühle eine weit umfassendere Bedeutung hatte, als dies in anderen uns bekannten – allerdings jüngeren – Flussmarschsiedlungen der Fall war. Dort hatte das Sammeln von Wildobst kaum eine Bedeutung, sonst hätten – bei überwiegend guter Erhaltung des organischen Materials – häufiger Wildobstreste in den Bodenproben entdeckt werden müssen (Behre 1976; 1986).

### 4.6.1 Wildobst und Nüsse

Bronzezeitliche Funde von 116 Steinkernen der Schlehe (*Prunus spinosa*) zeigen, dass das Sammeln und die Nutzung dieses Steinobstgewächses üblich waren (Abb. 31). Die Schlehe gehört zu den Prunoideae, einer Unterfamilie der Rosaceae. Der Strauch, selten Baum, wird bis zu 3 m hoch und trägt zahlreiche Seitenzweige, die in spitzen Dornen auslaufen. Die dunkelblauen Früchte sind erst nach dem ersten Frost im Herbst genießbar. Diagnostisch wichtig sind vor allem die Schlehensteine, die eine gerunzelte Oberfläche aufweisen. In der Heilkunde werden Blüten, Blätter und Rinde der Schlehe verwendet. Die wirtschaftliche Bedeutung liegt aber – zumindest seit der Neuzeit – beim Keltern bzw. Schnapsbrennen der Früchte für Schlehenwein und Schlehenschnaps. Die Schlehe dürfte im europäischen Raum in prähistorischer Zeit diejenige Steinobst-Wildart mit der weitesten Verbreitung und Nutzung gewesen sein.

Eine Übersicht über die weiteren gesammelten Rosengewächse zeigt Tab. 16, in der die Brombeer- (*Rubus fruticosus*) und Hagebuttenfunde (*Rosa* sp.) aufgeführt

Abb. 31. *Prunus spinosa* (Schlehe), unverkohlt. M. 2:1.

Abb. 32. *Rubus fruticosus* (Brombeere), unverkohlt.
M. 10:1.

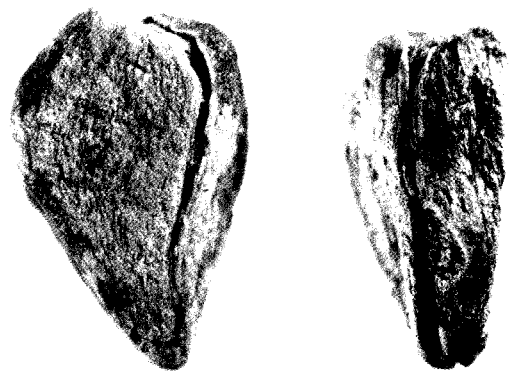


Abb. 33. *Rosa* sp. (Wildrose), unverkohlt.
M. 10:1.

sind (Abb. 32 u. 33). Der Brombeerstrauch ist eine Sammelart, die mehrere hundert Kleinarten umfasst. Er liebt feuchte Böden und gedeiht in lichten Wäldern sowie an sonnigen Hängen. Die Sammelsteinfrucht ist glänzendschwarz, unbereift und schmeckt auch als rohe Frucht angenehm. Die Steinfrüchtchen bleiben bei der Reife miteinander sowie mit den saftig werdenden Fruchtblättern verbunden.

Das Auftreten von Hagebutten-Fruchtsteinen weist darauf hin, dass Früchte von Wildrosen ebenfalls gesammelt wurden (Abb. 33). Für die Bestimmung der Art ist wenigstens ein gut entwickelter Zweig mit vorjährigem Holz und unreifen Früchten notwendig, damit die Bestachelung der Zweige sowie Form und Stellung der Kelchblätter festgestellt werden können. Der Artenreichtum der Rosengewächse macht es unmöglich, allein anhand fossiler Fruchtsteine die Art zu bestimmen. Hagebutten eignen sich nach Frosteinwirkung ausgezeichnet zur Herstellung von Mus und Konfitüre.

Die Proben erbrachten auch einen Steinkern der Erdbeere (*Fragaria vesca*), der das Sammeln und den Gebrauch dieser Art wahrscheinlich macht.

Vier halbkugelige Steinkerne von Eingriffeligem Weißdorn (*Crataegus monogyna*) zeigen, dass die roten, etwa erbsengroßen, wenig fleischigen Früchte gesammelt wurden (Abb. 34). Das relativ häufige Auftreten in der bronzezeitlichen Siedlung spricht für die Nutzung von Weißdornfrüchten. Weißdorn bastardisiert leicht, so dass eine exakte Bestimmung sehr schwierig oder gar unmöglich ist. Für medizinische Zwecke eignen sich viele Arten. Die Blätter, Blüten und Früchte des Weißdorns werden heute zur Unterstützung der Behandlung bei Herzinsuffizienz verwendet.

Im Zuge der Untersuchungen fand sich nur ein Apfelkern (*Malus sylvestris*). Die Nutzung des Apfels lässt sich in Europa bis in die Steinzeit zurückverfolgen. Ganze Früchte werden selten gefunden; überwiegend handelt es sich um Spelzen des Kerngehäuses oder Kerne.

Von geringer Bedeutung für die Ernährung sind die Beerenzapfen des Wacholders (*Juniperus communis*), von denen sich nur ein Same in den Proben fand. Bei der Reife umwachsen die an der Basis miteinander vereinigten und fleischig werdenden Deckblätter die Samen und lassen nur an der Spitze einen dreieckigen Spalt frei. Damit wird eine Beere vorgetäuscht. In Wirklichkeit hat Wacholder wie jedes andere Nadelholz Zapfen, die aber beerenartig ausgebildet sind. Die Wacholderbeeren enthalten viel ätherisches Öl und werden einerseits in der Heilkunde, andererseits kulinarisch genutzt. Durch De-

Abb. 34. *Crataegus monogyna* (Eingriffliger Weißdorn), unverkohlt.
M. 6:1.

Abb. 35. *Corylus avellana* (Hasel), Perikarp-Bruchstücke, unverkohlt.
M. 3:1.

stillation wird aus ihnen Öl gewonnen, das bei der Likör- und Schnapsfabrikation Verwendung findet.

Haselnüsse (*Corylus avellana*) waren auf Grund ihres Nährwerts von besonderem Interesse für die menschliche Ernährung. In den Proben von Rodenkirchen wurden nur drei Fragmente von Nussschalen entdeckt, die eine Nutzung belegen (Abb. 35). Die Hasel ist auf fruchtbarem Boden fast überall anzutreffen. Arme Sand- und Sumpfböden meidet der Strauch im Allgemeinen; er kommt jedoch auch in Schwarzerlen-Beständen vor.

### 4.6.2 Gesammelte Wildkräuter

In allen Kulturen wurde versucht, Krankheiten mit Mitteln der Natur zu heilen. Zahlreiche in der Vergangenheit gesammelte Pflanzenarten wurden auch mit den Methoden moderner Naturwissenschaften und der Medizin erforscht. Sie werden in der modernen Kräuterheilkunde akzeptiert und genutzt.

Möglicherweise als Heilpflanze genutzt wurde der Echte Eibisch (*Althaea officinalis*), der in der jungbronzezeitlichen Siedlung Hahnenknooper Mühle durch insgesamt 490 unverkohlte und zehn verkohlte Teilfrüchte nachgewiesen wurde (Abb. 36). Es handelt sich um eine Art, die zur heimischen Brackwasserflora gehört und schon vor Beginn der menschlichen Ansiedlung in der Region vorkam. Dies belegen zahlreiche Pollenfunde von Echtem Eibisch (*Malva neglecta*-Typ), die in Pollenspektren der Bohrung GE-258 von 8,73 m bis 8,69 m Tiefe u. O. gefunden wurden. Während der bronzezeitlichen Besiedlung wurde der Eibisch als Wildpflanze möglicherweise wegen seiner heilkräftigen Wirkung gesammelt.

*Althaea* weist in Wurzeln, Sprossen und Früchten einen besonders hohen Gehalt an Pflanzenschleim auf. Dieser hat eine reizlindernde und die Schleimhaut schützende Wirkung, dämpft den Hustenreiz und kann das Abhusten erleichtern. Gesammelt werden vor allem die Wurzeln, seltener Blüten und Blätter vor Eintritt der Blüte.

Subfossile Nachweise von Echtem Eibisch sind bislang ausgesprochen selten und an salzbeeinflusste Feuchtbodenstandorte gebunden. Behre (1976) fand im Bereich der frühgeschichtlichen Marschsiedlung Elisenhof insgesamt 219 Teilfrüchte, davon allein 191 in einer einzigen Probe. Sehr wahrscheinlich wurde *Althaea* in Elisenhof als Arzneipflanze genutzt. Sie wurde deshalb von Behre (1976) unter den Sammelpflanzen eingehend behandelt. Einige fossile Früchte konnte auch Beijerinck (1929) aus der prähistorischen Wurt Ezinge in Holland nachweisen.

Zu einer weiteren Art der Strandnelkenwiesen oder Salzrasen, deren Samen in der jungbronzezeitlichen Siedlung Hahnenknooper Mühle gefunden wurden, gehören die 278 Teilfrüchte (davon 1 verkohlt)] des Selleries (Abb. 37). Bei Sellerie entwickelt sich der zweifächerige Fruchtknoten zu einer Spaltfrucht, die bei Reife in der Regel in zwei Hälften oder Teilfrüchte zerfällt. Die Gestalt der Teilfrüchte ist je nach Art verschieden: langgestreckt, sichelförmig oder auch scheibenförmig flach. Unterschiede bei den dorsalen Rippen und den Ölstriemen (Ölgängen) können zur Unterscheidung der Gattungen und Arten herangezogen werden. Die Gestaltung und Größe der jungbronzezeitlichen Teilfrüchte aus Rodenkirchen entsprechen den Früchten des Garten-Selleries (*Apium graveolens*).

Die Wildform von *Apium graveolens* ist eine Kennart der Meerbinsen-Ried-Assoziation und wächst auf salzigen Tonböden. Die fossilen Funde aus der Siedlung Hahnenknooper Mühle belegen ihr Vorkommen an der deutschen Nordseeküste während der jüngeren Bronzezeit. Eine Nutzung der Pflanze als Wildgemüse wäre möglich. In der Heilkunde wurde die gesamte Pflanze verwendet. Neben ätherischem Öl enthält Sellerie auch Bitterstoffe, die die Verdauung anregen. Die 123 fossilen Teilfrüchte aus der frühgeschichtlichen Wurt Elisenhof und die vier Teilfrüchte aus der frühmittelalterlichen Wurt Niens in Butjadingen zeigen, dass die Pflanze an ihren natürlichen

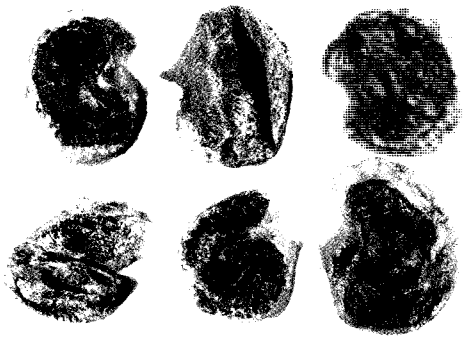


Abb. 36. *Althaea officinalis* (Eibisch), unverkohlt. M. 6:1.

Abb. 37. *Apium graveolens* (Sellerie), unverkohlt. M. 15:1.

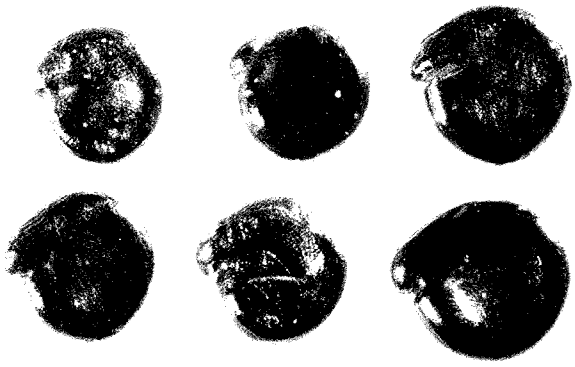


Abb. 38. *Atriplex littoralis/prostrata* (Melde), unverkohlt. M. 15:1.

Standorten gesammelt wurde. Bei Garten-Sellerie könnte es sich um eine Übernahme der einheimischen Wildform in Kultur handeln. Dies hätte dann wohl schon vor der Römischen Kaiserzeit bzw. dem Mittelalter stattgefunden (Willerding 2003). Die Sellerie genoss in prähistorischer Zeit hohes Ansehen als Gewürz, Heil- und Gemüsepflanze. Die ältesten eindeutigen Funde der Kulturform der Garten-Sellerie kamen zahlreich in den Lagern und Kastellen des römisch besetzten Germaniens zutage (Knörzer 1973; Körber-Grohne u. Piening 1983; Kučan 1992).

Im Zuge der Ausgrabung in Rodenkirchen fanden wir fünf Samen einer Wildrübenart (*Beta vulgaris* ssp. *maritima*), von der mit hoher Wahrscheinlichkeit die Art *Beta vulgaris* ssp. *vulgaris* mit ihren Varietäten Mangold, Futterrübe, Zuckerrübe und Rote Bete abstammt. Infolge der großen Mannigfaltigkeit der Gattung *Beta* ist die Zuordnung der verschiedenen Wildformen z. T. bis heute umstritten. So können die Kulturformen *Beta vulgaris* und die Wildrüben *Beta maritima*, *Beta macrocarpa* und *Beta patula* als selbstständige Arten aufgefasst oder auch als eine gemeinsamen Art *Beta vulgaris* verstanden werden. In ihren zahlreichen Formen ist diese Pflanze in den durch den Golfstrom beeinflussten Küstengebieten des Mittelmeeres bis hinauf zur Nordsee als halophile Küstenpflanze verbreitet (Lippmann 1925; Brücher 1977). Der älteste Hinweis zur mutmaßlichen Nutzung durch Menschen stammt aus der neolithischen Siedlung von Aartswoud (2000 v. Chr.), Prov. Noord-Holland (Pals 1984).

Auffallend ist der Reichtum an weiteren Gänsefußgewächsen in unseren Proben. Dabei handelt es sich um eine Pflanzenfamilie, die auch eine große Zahl von Unkräutern auf stark gedüngten Böden stellt und deren Vertreter insgesamt die nitrophile Vegetation prägen. Eine Nutzung als Blattgemüse wäre deshalb auch bei weiteren Chenopodiaceen-Arten möglich, die sich auf stickstoffreichen Böden in der Nähe der prähistorischen Siedlung oder in der Siedlung selbst ausbreiten konnten. Darunter befand sich Melde (*Atriplex litoralis/prostrata*), die durch 5753 unverkohlte Samen in Rodenkirchen vertreten war (Abb. 38). Auf der Suche nach Nahrungsergänzungen haben Menschen früher derartige Pflanzen gesammelt und gegessen. Strand- oder Spießmelde (*Atriplex littoralis/prostrata*) darf nicht in Verbindung mit Garten-Melde (*Atriplex hortensis*) gebracht werden. *Atriplex hortensis* ist eine vorderasiatische Art, die von den Römern nach Deutschland gebracht wurde. Sie unterscheidet sich von der Wildform durch ihre Größe und die Beschaffenheit der Blätter. Von der Pflanze können nur die Blätter, nicht deren Stiele als Blattgemüse verwendet werden, weil nur sie zart genug sind (Körber-Grohne 1987).

### 4.6.3 Schilfrohr und Meerbinse

Bei der Untersuchung der Baubefunde der jungbronzezeitlichen Siedlung Hahnenknooper Mühle konnten auf den Grabungsflächen neben zahlreichen Holzfunden erstaunlich große Mengen Schilfrohr (*Phragmites australis*) beobachtet werden. Schilfstängel sind am Vorhandensein einer Beiknospe (oder ihrer Vertiefung) unterhalb des dunkel gefärbten Teils eines Internodiums bereits makroskopisch leicht zu erkennen. Bei fossilen Schilfstängeln kann an allen unteren, dickeren Stücken eine Beiknospe erwartet werden, während die oberen dünnen Internodien keine Knospe besitzen.

Das Auslegen und Verteilen von Schilfbündeln in einzelnen Hausbereichen wurde mehrfach von Strahl (1999; 2000) beschrieben. Im gesamten Stallteil zeigten sich, besonders an der Sohle der Mistschicht, unregelmäßig ausgerichtete Schilflagen, die offensichtlich als Einstreu nach jedem Ausmisten neu auf dem Boden ausgebracht wurden. Das Schilfmaterial war relativ rein und kaum vom Viehdung durchsetzt. Der nur etwa 5 m breite Stall des Hauses hatte keine gezimmerte Mistrinne, wie sie in anderen dreischiffigen Wohnstallhäusern entdeckt wurde. Ihre Funktion übernahm der stellenweise tiefer eingetretene Stallgang, in dem in Längsrichtung ebenfalls mehrfach erneuerte Schilflagen festgestellt wurden.

Die im Stall beobachtete Schilfbedeckung setzte sich unter dem Sodenauftrag des Wohnbereichs fort. Wahrscheinlich waren die Soden hier erst aufgebracht worden, nachdem der Boden mit Schilf zur Isolierung gegen Feuchtigkeit abgedeckt worden war. Weitere in den Mistproben entdeckte Schilfreste werden als herabgefallene Dachdeckung gedeutet, da das Wohnstallhaus ein vermutlich mit Schilf gedecktes Walmdach hatte. Für einen Zaun war Schilf als Flechtwerk verwendet worden. Dieser Befund ist im gesamten Nordseeküstengebiet bislang ohne Parallele (Strahl 1999). Ferner konnte Schilf als zusätzlicher Schutz der nördlichen Außenwand des Hauses und als Belag einer Zuwegung zum Haus beobachtet werden. Junge Schilfbestände sind mit Sicherheit auch als Viehfutter verwendet worden.

Die enorme Verbreitung von Schilf in unseren Proben ist mit dessen Verwendung als universales Baumaterial zu erklären, dass in der Marsch problemlos gewonnen werden konnte. Schilf wurde in der jungbronzezeitlichen

Siedlung Hahnenknooper Mühle als Dachbedeckung, als Einstreu und Viehfutter, zur Bodenisolation sowie als Flechtwerk genutzt. Die in Tab. 19 angegebenen Schilfwerte beziehen sich nur auf die Früchte und Halmbruchstücke, die in den Proben gefunden wurden. Deshalb dürfen sie nicht als Gradmesser für das Vorhandensein von Schilf benutzt werden.

Bemerkenswert ist das stete Auftreten der Meerbinse (*Bolboschoenus maritimus*), die in den Proben mit 6831 unverkohlten Früchten vertreten ist (Abb. 39). Sie besiedelt überflutete, nasse, nährstoff- und basenreiche, meist salzhaltige (brackige), schwere Schlick-, Sand- und Tonböden. Das Mähen der Meerstrandbinse zur Gewinnung von dünnen Halmen, die sich besonders zur Herstellung von Körben und Matten eignen, ist bekannt und wurde in den Marschgebieten häufig praktiziert. In den Proben wurden lediglich Samen, jedoch keine Halmreste gefunden, die dieses Handwerk bestätigen könnten.

Abb. 39. *Bolboschoenus maritimus* (Meer-Binse), unverkohlt. M. 10:1.

## 5 Die Hölzer und ihre Verwendung

Mit der Bestimmung von 2074 unverkohlten Holzresten aus der jungbronzezeitlichen Siedlung Hahnenknooper Mühle, die zum Hausbau, für Zäune und Geräte gedient hatten, konnte – unabhängig von der Pollenanalyse – ein guter Einblick in den Waldbestand der näheren Umgebung gewonnen werden. Eine Zusammenstellung der Holzfunde ist in Tab. 17 sowie im Kreisdiagramm (Abb. 40) dargestellt.

Die Bestimmungen der Hölzer zeigen, dass Erle (*Alnus*) mit 81,9 % aller Funde wichtigste Holzart war. Daneben konnten Esche (*Fraxinus*) mit 5,1 %, Birke (*Betula*) mit 3,1 %, Eiche (*Quercus*) mit 1,2 %, Weide (*Salix*) mit 0,8 %, Hasel (*Corylus*) mit 0,4 %, Hainbuche (*Carpinus*) mit 0,05 % und Holunder (*Sambucus*) mit 0,05 % nachgewiesen werden. Die übrigen 7,4 % des Materials stellen morsche, nicht weiter bestimmbare Holzreste und Rindenstücke dar. Durch die hohe Zahl identifizierter

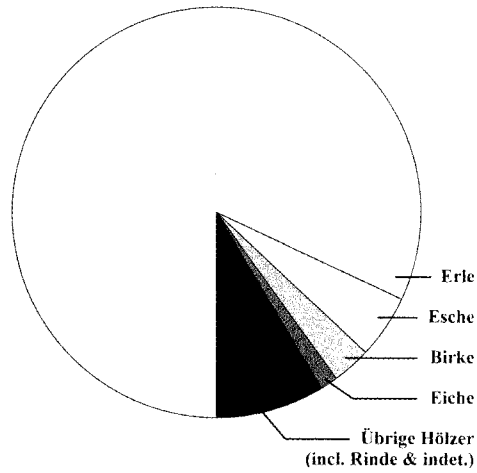



Abb. 40. Gesamtholzspektrum der Grabungskampagnen 1996–2001. Bezugssumme: 2070 Hölzer.

| | 1996 | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 | gesamt | Anteil in % |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Alnus* (Erle) | 88 | 236 | 236 | 285 | 179 | 674 | 1698 | 81,9 |
| *Betula* (Birke) | 1 | 1 | 5 | 4 | 3 | 50 | 64 | 3,1 |
| *Carpinus* (Hainbuche) | | | | | 1 | | 1 | < 0,1 |
| *Corylus* (Haselnuß) | 4 | 2 | 1 | | 1 | 1 | 9 | 0,4 |
| *Fraxinus* (Esche) | 21 | 10 | 18 | 9 | 15 | 32 | 105 | 5,1 |
| *Quercus* (Eiche) | 9 | 12 | | 1 | 2 | | 24 | 1,2 |
| *Salix* (Weide) | 2 | 12 | | 3 | | | 17 | 0,8 |
| *Sambucus* (Holunder) | | | | | 1 | | 1 | < 0,1 |
| ∑ Hölzer | 125 | 273 | 260 | 302 | 202 | 757 | 1919 | |
| Rinde | 16 | 38 | | 15 | | 1 | 69 | 3,3 |
| Übrige Hölzer (indet.) | 16 | 52 | 7 | 7 | 1 | 2 | 85 | 4,1 |
| ∑ gesamt | 157 | 363 | 267 | 324 | 203 | 760 | 2074 | 100,0 |

Tab. 17. Das Gesamtholzspektrum (unverkohlt). Grabungskampagnen 1996–2001. Alle Arten mit cf. wurden zu den entsprechenden Arten ohne cf. dazugezählt.

Hölzer ist auch gewährleistet, dass zumindest qualitativ alle Arten erfasst sind, abgesehen von einigen ausgesprochen seltenen Gehölzen. Die Hauptmenge der bestimmten Hölzer stammt aus dem Haus und von den verschiedenen Phasen des Zauns, der es umgeben hat. Das untersuchte Material, mit nur zwei verkohlten Stückchen der Ulme und mit wenig Esche und Eiche unter den unverkohlten Hölzern, weist auf eine stärkere Nutzung der tief gelegenen Weichholzaue. Die geringe Anzahle an Hartholzelementen spricht möglicherweise auch dafür, dass in der natürlichen Landschaft um Rodenkirchen eine Hartholzaue gar nicht (mehr) ausgebildet war.

## 5.1 Bauhölzer

Als Bauholz wurden vor allem Erle und Esche eingesetzt. Die übrigen Holzarten wie Birke, Eiche, Hasel, Weide, Weißdorn und Holunder spielten als Bauholz, mit Ausnahme der Birke, keine Rolle. Sogar dachtragende Pfosten waren bis auf einen, für den ein Eschenstamm benutzt wurde, aus Erlenholz.

Die in der Siedlung nachgewiesenen Bauhölzer werden im Folgenden nach der Häufigkeit ihres Vorkommens aufgeführt. In Norddeutschland ist die Gattung *Alnus* (Erle) hauptsächlich durch Schwarzerle (*Alnus glutinosa*) und Grauerle (*Alnus incana*) vertreten. Beide Arten sind holzanatomisch nicht zu trennen, deswegen werden sie gemeinsam behandelt, wobei letztere hier jedoch nicht zu erwarten ist. Erlenholz ist zerstreutporig und weist im Querschnitt die typischen, breiten falschen Markstrahlen auf. Im Radialschnitt sind leiterförmige Gefäßdurchbrechungen mit bis zu 20 Sprossen charakteristisch. Das hellgelbe Holz verfärbt sich an der Luft sehr schnell – zunächst rostrot, dann gelbbraun. Das Holz ist leicht, weich und reißt während und nach der Bearbeitung nicht. Es weist neben verschiedenen Vorzügen auch eine Reihe von Nachteilen auf. So ist es einerseits in beständiger Feuchtigkeit sehr dauerhaft, andererseits widersteht es dem Wechsel von Trockenheit zu Nässe nicht. Es wird unter Wasser im Laufe der Zeit steinhart und ist hier von größter Haltbarkeit (Hegi 1957). Das Holz wird vielfach bei Wasser- und Grubenbauten sowie für Drechselarbeiten verwendet. Infolge des großen Ausschlagvermögens der Wurzelstöcke erweist sich Erle für den Niederwaldbetrieb als sehr geeignet.

Die Esche (*Fraxinus*) hat ein festes, elastisches sowie äußerst biegsames Holz. Daher fand sie zu allen Zeiten in großem Umfang Verwendung. Bei der ältesten Form von Futterwirtschaft in Mitteleuropa war Esche das bedeutendste Laubfutter- und Schneitelholz. Sie liefert außerdem ein gutes Brennholz mit langanhaltender Glut.

Die Zusammensetzung der Hölzer aus der Siedlung Hahnenknooper Mühle zeigt, dass die Birke (*Betula*) als (Bau-)Holz eine gewisse Rolle spielte. Wegen des hohen Gehaltes an Birkenteer stellte sie ein geschätztes Brennholz dar, das auch in feuchtem Zustand entflammbar ist. Ihre nützlichen Eigenschaften waren den Menschen sehr früh bekannt. Da das Holz nicht splittert, wird es gerne zur Herstellung von Deichseln verwendet. In der Heilkunde werden heute fast ausschließlich die Blätter der Birke verwendet, während man früher auch die Rinde, die Knospen und das Harz (Teer) nutzte. Die Birke hatte in und vor der christlichen Mythologie eine positive Bedeutung als Symbol für den Frühling und für die Gesundheit von Menschen und Haustieren.

Holzuntersuchungen aus weiteren prähistorischen und frühmittelalterlichen Marschsiedlungen zeigen, dass die Verwendung der Erle für den Hausbau häufig vorkam. Möglicherweise hängt dies mit den Eigenschaften des Erlenholzes zusammen, das in beständiger Feuchtigkeit sehr dauerhaft sein kann. So ergab die Analyse von 1723 unverkohlten Hölzern aus der eisenzeitlichen Siedlung Hatzum-Boomborg am Emsufer einen hohen Anteil der Erle (826 Stücke). Obwohl eine Eschen-Ulmen-Hartholzaue (Fraxino-Ulmetum) entlang der Ems existierte und besseres Holz bot, wurde in der niedrig gelegenen Weichholzaue Erle als Bauholz geschlagen. Für die tragenden Pfosten wurde freilich meist Eiche, Esche und Ulme verwendet (Behre 1970). Auf eine große Rolle der Erle weisen auch die frühmittelalterlichen Marschsiedlungen von Elisenhof und Niens hin (Behre 1976; 1991a). Die Funde aus der Wurt Elisenhof an der Eidermündung zeigen, dass – bei 32,9 % Anteil von Eiche und Esche – die Erle unter den Bauhölzern mit 56,6 % einen hohen Anteil hatte und bei Niens (Butjadingen) 53,4 % erreichte, während hier Eiche und Esche seltener verbaut wurden. Die mit mehr als 80 % vorherrschende Verwendung von Erle als Bauholz in der Siedlung Hahnenknooper Mühle stellt allerdings einen Sonderfall im Vergleich mit anderen prähistorischen und frühgeschichtlichen Flussmarschsiedlungen im norddeutschen Raum dar. Dies ist insofern erstaunlich, da die Pollendiagramme (Abb. 5 und 28–30) im gesamten Subboreal und bis in die Siedlungszeit hinein mit *Quercus*-Werten um 20 % Eichenstandorte belegen.

Trotz der verhältnismäßig leichten Bauweise mit dachtragenden Pfosten von im Durchschnitt 15 cm und Außenpfosten von 10 cm Durchmesser war das dreischiffige Wohnstallhaus offensichtlich ausreichend stark gebaut. Die Baukonstruktion entsprach dem, was in anderen Marschgebieten in dieser Zeit die Regel war (Strahl 1999; 2000). Mit Hilfe der Pfostendurchmesser lassen sich Angaben zur Stärke der verwendeten Hölzer gewinnen. Dabei ist zu berücksichtigen, dass durch die bronzezeitliche Fälltechnik mit einem Beil die Basis der Stämme nicht erfasst wurde. Bei den übrig bleibenden Baumstümpfen kam es leicht zum Austrieb neuer Zweige und schlanker, biegsamer Ruten, die in der Siedlung nachgewiesen wurden. Das gilt speziell für Holzarten mit guter Regenerationsfähigkeit. Dazu gehören fast alle Laubbaumarten, unter denen die äußerst biegsamen dünnen Zweige von Erle, Weide und Hasel sehr häufig verwendet wurden.

Abb. 41. Rutenbündel aus Erlenholz.

## 5.2 Bearbeitete Holzgeräte und weitere Holzfunde

Zur Herstellung von Holzgeräten wurde nur lokales Holz benutzt. Das betrifft etwa den Rest einer ovalen, 26x11 cm großen Schale aus Erlenholz (*Alnus*) und ein Rutenbündel (FdNr. 4837). Die Ruten, 13 Stockausschläge aus Erle, lagen außen vor der nördlichen Hauswand vor allem neben-, aber auch etwas übereinander (Abb. 41). Die Stöcke hatten eine Länge von 2,24 m und wurden an zwei Stellen von drei Bändern aus Weidenholz (*Salix*) zusammengehalten. Sie hätten etwa zum Bau einer Fischreuse verwendet werden können. Unter der Last des aufliegenden Bodens war das Rutenbündel flach gedrückt worden, so dass die drei Bänder zerrissen (Strahl 2000).

Ferner wurde im Mist einer Stallbox ein 31 cm langes und 3 cm dickes, schlegelähnliches Gerät aus Eschenholz (*Fraxinus*) entdeckt (Abb. 42). Es hatte an seinem breiten Ende eine langrechteckige Durchlochung und am schmal ausgezogenen Griffende einen quer verlaufenden Knauf. Es könnte zum Rühren gedient haben (Strahl 1999). Unter den Funden der Grabungskampagne 2000

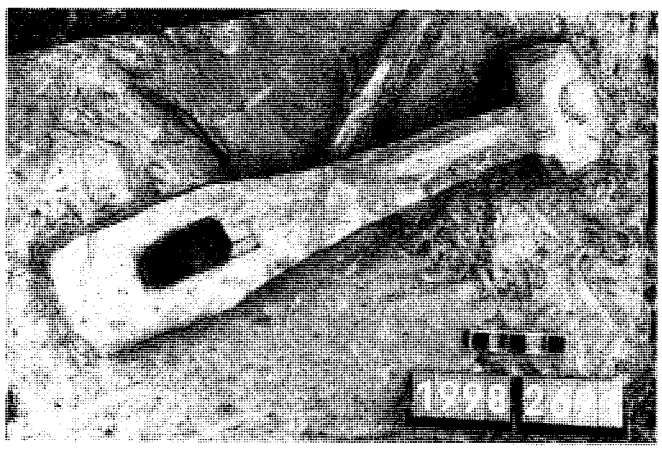


Abb. 42. Schlegelähnliches Gerät aus Eschenholz.

fiel besonders ein gut 180 cm langes Gerät aus Eichenholz (*Quercus*) auf, das einem Doppelpaddel ähnelt. Es lag außen vor der südlichen Hauswand im Bereich des Wohnteils. Das Gerät, das anscheinend fertiggestellt war, konnte wegen der Dicke und auch der Form seiner beiden „Blätter" weder zum Paddeln noch als „Doppelpaddel-Spaten" zum Graben (Lerche 1977) und wohl auch kaum als Schieber für einen Backofen benutzt werden. Die genaue Funktion dieses Stückes ist unbekannt (Strahl 2000). Für die Herstellung von Holzgeräten wurden die gleichen Holzarten verwendet wie beim Hausbau. Dabei wurde meistens Stammholz mit etwas größeren Durchmessern benutzt.

## 5.3 Holzkohle

Bei einer Verkohlung bleiben die anatomischen Holzmerkmale in der Regel gut erhalten. Dadurch kann mit Hilfe eines Auflichtmikroskopes meistens die Gattung, selten jedoch die Holzart bestimmt werden. Für diese aufwendige Bestimmungsmethode fehlte uns die erforderliche Zeit und in Anbetracht der Bestimmung von 2074 unverkohlten Holzresten aus der jungbronzezeitlichen Siedlung Hahnenknooper Mühle erschien sie uns auch nicht notwendig. Deswegen fallen die Informationen zur Holzkohleuntersuchung bescheiden aus.

Zu Beginn der Untersuchungen (1996 und 1997), wurden beim Verlesen von 57 Proben alle verkohlten Holzpartikel herausgesucht, aber nicht weiter bearbeitet. Im Laufe der weiteren Ausgrabungen wurden aus 132 Proben etwa 7000 verkohlte, meist sehr kleine Hölzer ausgelesen. Die verkohlten Holzstückchen aus 79 von diesen Proben wurden in zerstreutporiges (2891 Stücke) und halb- bis ringporiges Holz (435 Stücke) getrennt. Einige Stückchen konnten aufgrund ihrer guten Erhaltung bestimmt werden. Zum größten Teil bestanden sie aus Erle, daneben fanden wir Esche (6 Stück), Birke

(8 Stück) und von Eiche, Ahorn und Ulme lagen je zwei Stücke vor.

Die dritte und letzte jungbronzezeitliche Nutzungsphase des Fundplatzes bestand aus drei offenen Podesten, die in mehreren Phasen aus Klei bis zu einer noch erkennbaren Höhe von ca. 60 cm aufgetragen worden waren. Ein Podest war der erhöhte Wohnbereich des Hauses, der sekundär weiter genutzt worden ist; die beiden anderen Podeste lagen über dem Stallteil bzw. südlich des Hauses. Es ist unklar, ob die drei Podeste gleichzeitig oder nacheinander bestanden haben. In allen Auftragsphasen befanden sich auf den Podesten jeweils mindestens eine einfache Feuerstelle und z. T. mächtige Holzkohlelagen (Strahl 1999).

Möglicherweise hat es sich bei diesen Podesten um Werkplätze gehandelt. Deshalb wurden hier 70 Proben mit durchschnittlich vier verkohlten Holzstückchen entnommen. Die Bestimmung der gefundenen Holzkohlereste könnte wertvolle Hinweise zum Brennholzeinsatz vielleicht bei der Bronzeverarbeitung liefern. Das Material ist zum größten Teil unbearbeitet geblieben. Die Bestimmung kann nachgeholt werden, wenn die Funktion der Podeste archäologisch geklärt ist.

Ein ganz geringer Teil des Materials wurde durchgesehen. Dabei konnte häufig Erle nachgewiesen werden. Die Brennkraft von Erle ist nicht hoch. Zur Verarbeitung von Metall werden höhere Heizwerte benötigt, als sie durch das Verbrennen von minderwertigen Hölzern erreicht werden können.

In diesem Zusammenhang sind die Reste von Gusstiegeln und Gussformen aus Ton von besonderer Bedeutung. Diese sehr selten zu findenden Fragmente belegen, dass sich die Siedler an der Hahnenknooper Mühle nicht nur mit Bronze zu versorgen wussten, sondern dass sie auch die komplizierte Technik des Bronzegusses beherrschten (Strahl 2000). Für die Technologie der Bronzeverarbeitung ist Brennholz mit hohem Heizwert erforderlich oder wertvolle, in Meilern hergestellte Holzkohle. Hier wird deutlich, dass die Auswertung der Holzkohle unter Berücksichtigung des archäologischen Kontextes zusätzliche Informationen zu diesem Thema liefern könnte.

## 6 Die Vegetation im Bereich der jungbronzezeitlichen Siedlung Hahnenknooper Mühle

Im Rahmen des botanischen Untersuchungsprogramms wurden 213 Bodenproben bearbeitet. Ein Großteil davon, 166 Proben, stammt aus den Mistschichten außerhalb des Hauses und aus dem Bereich zwischen der Hauswand und den Zäunen (sog. Außenbereich). Weitere 31 Proben wurden aus dem Stall entnommen und 16 weniger reichhaltige Proben stammen aus dem Wohnbereich (Tab. 16, 18–24). Zusätzlich zu diesen 213 Bodenproben wurden 23 Proben aus dem Grabungsjahr 1996 untersucht, wobei damals aufgrund der noch fehlenden Baubefunde eine Zuordnung nicht erfolgen konnte. Daher werden die Nachweise in den Tabellen 16 und 18–24 nicht aufgeführt.

Die Beprobung richtete sich nach dem „Mistreichtum"; deswegen wurden verhältnismäßig wenige Proben aus den beinahe mistfreien Schichten des Wohnbereichs entnommen. Die fast ausschließlich unverkohlten Makroreste standen für die Auswertung in großer Menge zur Verfügung. Insgesamt konnten 128 Arten bzw. Gattungen nachgewiesen werden.

Zu gemeinsamen Vegetationseinheiten fasst man heute Pflanzenbestände zusammen, die hinsichtlich ihres Artengefüges weitgehend übereinstimmen. Neben der Artenzusammensetzung werden zusätzlich Physiognomie und Standortbedingungen berücksichtigt (Hofmeister u. Garve 1986). Eine exakte Zuordnung unserer subfossilen Funde zu Vegetationseinheiten erfordert viel Erfahrung, da das Material aus verschiedenen, stark durchmischten Pflanzengesellschaften stammt. In der noch unbedeichten Marschlandschaft muss mit dem Vorkommen von Pflanzengesellschaften gerechnet werden, die heute wegen fehlender Standorte nicht mehr existieren. In Anlehnung an die neuesten Erkenntnisse zu den Umweltbedingungen in prähistorischen und frühgeschichtlichen Marschsiedlungen von Körber-Grohne (1967) und Behre (1970; 1972; 1976; 1977; 1979; 1985; 1986; 1991a) wurde eine Rekonstruktion der Vegetation der jungbronzezeitlichen Siedlung Hahnenknooper Mühle durchgeführt. In den botanischen Resten ließen sich zahlreiche Wildpflanzenarten nachweisen, die den in den Tab. 18–23 zusammengestellten Vegetationseinheiten zugewiesen wurden.

Nach ihrem Vorkommen in der heutigen Vegetation konnten die nachgewiesenen Arten in Acker- und Gartenunkräuter, Röhrichte, Großseggenrieder, Strandnelkenwiesen, Salzrasen, Tritt- und Flutrasen, Feuchtwiesen, Schlammfluren, Kleinseggenrieder und Hochmoor-Moorheiden und so genannte übrige Arten unterteilt werden. Bei den letzteren war eine genaue Zuweisung nicht möglich, da sie an verschiedenen Standorten wachsen können oder nur bis zur Gattung bestimmt werden konnten.

### 6.1 Acker- und Gartenunkräuter

Hierbei handelt es sich um Wildpflanzen, die mit Kulturpflanzen in Konkurrenz treten und von deren verbesserter Nährstoffversorgung profitieren. Ackerunkräuter

| Bereich<br>Probenanzahl | Außenbereich<br>n = 166 | | Stallbereich<br>n = 31 | | Wohnbereich<br>n = 16 | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | verk. | unverk. | verk. | unverk. | verk. | unverk. |
| *Aethusa cynapium* | | 1 | | | | |
| *Atriplex patula*-Typ | 2 | 19 | | 48 | | |
| *Avena fatua* | | | | | | |
| Abbruchnarben | | | | | 3 | |
| *Avena* sp. | | | | | | |
| Körner entspelzt | 4 | | 3 | | 4 | |
| *Brassica nigra* | | 9 | | 2 | | |
| *Brassica* sp. | | 4 | | 4 | | |
| *Bromus arvensis* | | | | 1 | | |
| *Bromus hordeaceus/secalinus* | | 1 | | | | |
| *Bromus* sp. | | 1 | | | | |
| *Chenopodium album* | | 9 | | 3 | | |
| *Chenopodium ficifolium* | 2 | 5814 | | 161 | | 1 |
| *Erysimum cheiranthoides* | | 10 | | | | |
| *Fallopia convolvulus* | | 2 | | | | |
| *Galeopsis tetrahit/speciosa* | | 1 | | | | |
| *Juncus bufonius* | | 1640 | | 806 | | 5 |
| *Lepidium campestre* | | 1 | | | | |
| *Lepidium* sp. | | | | 9 | | |
| *Polygonum persicaria* | 1 | 63 | | 11 | | 1 |
| *Raphanus raphanistrum* | | 1 | | | | |
| *Rumex acetosella* | | 1 | | | | |
| *Solanum nigrum* | | 20 | | 2 | | 1 |
| *Sonchus asper* | 1 | 829 | | 480 | | 4 |
| *Stellaria media* | | 206 | | 19 | | 10 |
| *Matricaria perforata* | | | | 4 | | |
| *Urtica dioica* | | 233 | | 9 | | |
| *Urtica urens* | | 43 | | 3 | | |
| *Valerianella locusta* | | | 1 | | | |

Tab. 18. Acker- und Gartenunkräuter. Grabungskampagnen 1997–2001.
Nachweise der Grabung 1996 sind hier nicht aufgelistet.

haben sich als Indikatoren für die Bodenreaktion, den Stickstoffhaushalt, die Bodenfeuchtigkeit und in Grenzen auch für den Humus- und Phosphatgehalt erwiesen.

Rezente Ackerunkrautgesellschaften werden von verschiedenen Pflanzensoziologen recht unterschiedlich gegliedert. Oberdorfer (1957) und Passarge (1964) setzten sich für eine Einteilung in die Klasse der Getreide-Unkrautgesellschaften (Secalietea) einerseits und der annuellen Ruderal-Gesellschaften und Hackfrucht-Unkrautgesellschaften (Chenopodietea) andererseits ein. Demgegenüber wird von Tüxen (1950), Hilbig (1967), Wilmanns (1978) und anderen die Auffassung vertreten, dass eine Trennung in zwei Klassen für Ackerunkrautgesellschaften, die durch regelmäßigen Fruchtwechsel und moderne Anbaumethoden geprägt sind, nicht aufrecht zu erhalten ist. Diese Autoren fassen deshalb die einjährigen Ruderal- und Ackerunkrautgesellschaften zu einer einheitlichen Klasse der Stellarietea mediae zusammen. Verschiedene Pflanzensoziologen gehen so weit, dass sie die durch Fruchtwechsel verbundenen Halm- und Hackfruchtgesellschaften nur als Ausprägungen oder Aspekte einer Assoziation bewerten (Hofmeister u. Garve 1986).

Das ökologische Verhalten einer Art lässt sich durch eine ökologische Kennzahl-Kombination formelhaft und zweckmäßig ausdrücken. Diese Methode, von Ellenberg (1950) für Ackerunkräuter eingeführt, ist von ihm und anderen Autoren später auch auf Grünland- und Waldarten angewandt worden (Ellenberg 1996; Wilmanns 1978). Derartige Zuordnungen lassen sich, so aufschlussreich sie sind, bei fossilem Pflanzenmaterial nicht immer erfolgreich durchführen, doch können wenigstens vage Korrelationen zwischen Pflanzen und ihrem Standort aufgedeckt werden. Bei fossilem Material stellt sich allerdings immer die Frage nach der quantitativen wie auch qualitativen Erfassung der Unkrautvegetation. Deswegen sind die möglichen Aussagen über Standort- und Bodenverhältnisse sowie das Klima recht spärlich.

| Bereich<br>Probenanzahl | Außenbereich<br>n = 166 | | Stallbereich<br>n = 31 | | Wohnbereich<br>n = 16 | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | verk. | unverk. | verk. | unverk. | verk. | unverk. |
| Röhrichte und Großseggenrieder | | | | | | |
| *Carex vulpina* | 6 | 569 | | 105 | | |
| *Carex vulpina* mit Fruchtschlauch | | | | 1 | | |
| *Eleocharis palustris* | 5 | 478 | | 21 | | 7 |
| *Iris pseudacorus* | 1 | 185 | | 121 | | 1 |
| *Lycopus europaeus* | | 112 | | 13 | | 3 |
| *Phalaris arundinacea* | | 36 | | 10 | | 11 |
| *Phragmites australis* Früchte | 4 | 1276 | | 191 | | 12 |
| *Phragmites australis* Halme | 560 | 1543 | 196 | 264 | 183 | 4 |
| *Ranunculus lingua* | | 3 | | 1 | | 2 |
| *Rumex hydrolapathum* | | 3 | | | | |
| *Rumex hydrolapathum* Perigon | | 1 | | | | |
| *Schoenoplectus lacustris* | 7 | 2072 | | 14 | | |
| *Schoenoplectus tabernaemontani* | 5 | 88 | | 2 | | |
| *Schoenoplectus* sp. | 3 | 21136 | | 508 | | 3 |
| *Solanum dulcamara* | | 3 | | | | |
| *Thelypteris palustris* | 1 | 799 | | 82 | | 26 |
| *Typha* sp. | | 22 | | 5 | | |
| Brackwasserröhrichte | | | | | | |
| *Bolboschoenus maritimus* | 16 | 6787 | 2 | 44 | | |

Tab. 19. Arten der Röhrichte und Großseggenrieder. Grabungskampagnen 1997–2001. Nachweise der Grabung 1996 sind hier nicht aufgelistet.

In der vorliegenden Arbeit werden die Unkrautarten nach eigenen Erfahrungswerten und in Anlehnung an Arbeiten von Behre (1991a und frühere Arbeiten) nach ihrem vermutetem Schwerpunktvorkommen in die Einheiten der Sommerfruchtäcker (Chenopodietalia albi) und Getreide- oder Winterfruchtgesellschaften (Secalietea) heutiger Vegetation gestellt. Mit Hilfe dieser Gliederung und mit Hilfe der zahlreichen Funde von Gerste, Leindotter und Lein sowie beigemengten Unkräutern konnte die wichtige Frage beantwortet werden, ob Getreide und Ölpflanzen in Form von Sommerfruchtanbau im Bereich der Marschen angebaut wurden.

In unseren Proben fehlen, wie in allen prähistorischen Marschsiedlungen, die Unkräuter des Wintergetreides. Es wurde also, wie zu erwarten war, nur Sommerfruchtbau betrieben. Wichtige und häufige Arten in unseren Proben sind vor allem der *Atriplex patula*-Typ, *Avena fatua*, *Chenopodium album*, *Chenopodium ficifolium*, *Juncus bufonius*, *Polygonum persicaria*, *Solanum nigrum*, *Sonchus asper*, *Stellaria media* und *Urtica urens*, die mit Ausnahme der Frostperiode das ganze Jahr hindurch keimen und blühen (Tab. 18). Für die Beurteilung von prähistorischen Ackerstandorten hat sich die Zusammenfassung der nachgewiesenen Arten zu ökologischen Gruppen bewährt. Darin werden Pflanzenarten zusammengefasst, die in ihrem soziologischen und ökologischen Verhalten weitgehend übereinstimmen.

## 6.2 Grünlandvegetation

Unter Grünlandvegetation wird der gesamte aus höheren Pflanzen bestehende Aufwuchs des Wirtschaftsgrünlands verstanden – soweit er mit seiner Umwelt mehr oder weniger im Gleichgewicht ist. Umwelt in diesem Sinne beinhaltet sowohl den Boden, das Klima, die Nutzung und Pflege der Flächen als auch die Wettbewerbsverhältnisse zwischen den verschiedenen Pflanzenarten (Klapp 1965).

Die Grünlandvegetation gibt zunächst zuverlässig Auskunft über die Gesamtsituation des Standortes einschließlich seiner wirtschaftlichen Nutzung. Eine Rekonstruktion der ehemaligen Vegetationseinheiten und die Gliederung der in unserer Proben nachgewiesenen Grünlandarten unter landwirtschaftlichen Gesichtspunkten ist sehr schwierig und erfordert viel Erfahrung mit paläobotanischen Untersuchungen im Küstengebiet. Die entscheidende Frage bei Untersuchungen innerhalb der Marschlandschaft, sowohl in den Fluss- als auch in den Seemarschgebieten, ist die nach dem Grad des Meereseinflusses und damit auch nach der Versalzung des Bodens. Sie lässt sich in unserem Gebiet über die Auswertung der vorgefundenen Grünlandarten besonders gut beantworten.

Die Artenzusammensetzung zeigt, dass hier auf kleinstem Raum verschiedene Pflanzengesellschaften verzahnt

| Bereich<br>Probenanzahl | Außenbereich<br>n = 166 | | Stallbereich<br>n = 31 | | Wohnbereich<br>n = 16 | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | verk. | unverk. | verk. | unverk. | verk. | unverk. |
| *Althaea officinalis* | 10 | 281 | | 209 | | |
| *Apium graveolens* | 1 | 28 | | 249 | | 1 |
| *Apium graveolens* Innenfrucht | | 1 | | | | |
| *Aster tripolium* | | 506 | | 89 | | |
| *Beta vulgaris* | | 5 | | | | |
| *Blysmus rufus* | | 1 | | | | |
| *Carex distans* | | 46 | | 1 | | |
| *Cochlearia officinalis* | | | | 4 | | |
| *Glaux maritima* | | 1 | | | | |
| *Juncus gerardi* | | 12 | | 5 | | |
| *Puccinellia distans* | | 134 | | 20 | | |
| *Spergularia salina* | | 830 | | 151 | | |
| *Spergularia media* | | 45 | | 5 | | |
| *Matricaria maritima* | | 1 | | 2 | | |

Tab. 20. Arten der Strandnelkenwiesen und Salzrasen. Grabungskampagnen 1997–2001. Nachweise der Grabung 1996 sind hier nicht aufgelistet.

vorkamen. Ursache dafür sind Flächen, die leicht über dem Niveau des Grundwasserspiegels lagen. Sie wurden seltener überflutet und ihr eventueller Salzgehalt sank infolge von Auswaschung durch Regen. So wurde die Ansiedlung von Süßwasservegetation (Glykophyten) möglich. Daneben hatten vor allem der schwankende Grundwasserspiegel und Staunässe Einfluss auf die Vegetation, wie sich besonders schön an der Zusammensetzung der Pflanzenarten in unseren Proben zeigte. Um die Mannigfaltigkeit der Pflanzenbestände überschaubar zu machen, haben wir in wenigen, weit gefassten Tabellen die gefundenen Pflanzenarten zusammengestellt (Tab. 19–23). Solche weit gefassten Vegetationseinheiten sind beim heutigen Stand der paläobotanischen Forschung üblich und werden häufig benutzt.

Während Viehzucht in der Wesermarsch als wirtschaftliche Basis schon lange unbestritten ist (Grimm 2003), stellt sich die Frage, ob die im Winter gelegentlich von schwachem Brackwasser überflutete Marsch zum Anbau von Getreide geeignet war. Mit der Auswertung der nachgewiesenen Kulturpflanzen, der Ackerunkräuter und besonders der Röhrichte und Großseggenrieder sowie der Arten der Strandnelkenwiesen oder Salzrasen lässt sich diese Frage am leichtesten beantworten.

### 6.2.1 Röhrichte und Großseggenrieder, Strandnelkenwiesen oder Salzrasen

In den botanischen Resten ließen sich mehrere Wildpflanzenarten nachweisen, die nach ihrem jeweiligen Vorkommen in die Klassen Phragmitetea (Süßwasserröhrichte und Großseggenrieder, 14 Arten, Tab. 19) sowie Asteretea tripolii (Strandnelkenwiesen bzw. Salzrasen incl. Brackwasser-Röhrichte, 14 Arten, Tab. 20) einzuordnen sind. Es handelt sich meist um Arten geschlossener Grasfluren, die auf frischen bis nassen Böden oder im Wasser wachsen. Die Arten der ersten Klasse benötigen Süßwasser, die der zweiten kommen im Einflussbereich des Salzwassers vor. Die Anzahl der entsprechenden Arten in unseren Proben ist nicht überwältigend, aber die Menge der gefundenen Makroreste zeigt, dass diesen Vegetationsgruppen ein besonderes Gewicht bei der Beurteilung der Standortverhältnisse zukommt. Da Röhrichte und Großseggenrieder wie Hydrophyten im wasserdurchtränkten Boden oder im Wasser wachsen, denkt man sofort an ein allgemein sumpfiges Gelände mit entsprechendem Pflanzenbewuchs, der im Gezeitenbereich an Flüssen und Meeresküsten auftritt.

Die Klasse Phragmitetea wird von Tüxen (1956), Parssarge (1964), Klapp (1965), Ellenberg (1996) und Wilmanns (1978) sehr unterschiedlich in mehrere Verbände und Assoziationen aufgeteilt, letztlich besteht jedoch in vielen Punkten eine gewisse Einigkeit. Wilmanns (1978) unterscheidet drei Verbände: Fließgewässerröhrichte mit den Assoziationen des Flutschwaden-Röhrichts (Sparganio-Glycerietum fluitantis) und des Rohrglanzgrasröhrichts (Phalaridetum arundinaceae), die Röhrichte des Phragmition und die Großseggenrieder.

Im Kern des Phragmition steht bei Wilmanns (1978) ein sehr weit gefasster Scirpo-Phragmitetum-Verband. Dieser wird heute meist in mehrere Assoziationen aufgeteilt; da die einzelnen Arten doch recht unterschiedliche Standortoptima haben: Seebinsenröhricht (Scirpetum lacustris), Schilfröhricht (Phragmitetum australis), Rohrkolbenröhricht (Typhetum angustifolio-latifoliae), Wasserschwaden-Röhricht (Glycerietum maximae) und Schneidenröhricht (Cladietum marisci). Zum Verband des Magno-Caricion elatae (Großseggenrieder), gehören: Steifseggenried (Caricetum elatae), Schlankseggen-

Abb. 43. *Phragmites australis* (Schilfrohr), Schilfrohr-Bündel, unverkohlt. M. 2:1.

ried (Caricetum gracilis) und Schnabelseggenried (Caricetum rostratae). Eine ähnliche Unterteilung von Pflanzenbeständen haben auch andere Pflanzensoziologen vorgenommen, da viele Arten in mehreren Gesellschaften, teils als Charakterarten, teils als Begleit- oder Trennarten vorkommen können.

Die Erfassung von mehreren tausend *Schoenoplectus* sp.-Früchten und *Phragmites*-Resten (Abb. 43) in unseren Proben zeigt, dass diese Arten bei der Verlandung eine große Rolle spielten. Allein fast 2500 Früchte der Seebinse (*Schoenoplectus lacustris*) wurden gefunden, einer bis in 5 m Wassertiefe vordringenden Pionierpflanze. Ihre chlorophyllführenden, laubblattlosen Sprossachsen sind wenig bruchfest und kommen daher nur in ruhigen Gewässern vor. Im Verlandungsgürtel des Scirpetums wächst Schilfrohr (*Phragmites australis*) auf mäßig nährstoffreichen Böden; es bildet meistens geschlossene Felder. Anschließend stellen sich auch andere Pflanzen ein, Süßwasserarten und solche, die einen gewissen Salzanteil des Bodens ertragen können. Periodische Überschwemmungen mit Brackwasser sind ein gelegentlicher Faktor derartiger Standorte. *Phragmites* und *Schoenoplectus tabernaemontani* sind fähig, zeitweilig schwach brackisches Wasser ohne Dauerschaden zu überstehen. Im Übergangsbereich zur nächst höheren Zone breiten sich dann reine Süßwasserarten wie *Iris pseudacorus* (Abb. 44), *Ranunculus lingua*, *Solanum dulcamara*, *Thelypteris palustris* und *Typha* pp. (*T. latifolia*) aus. Auch diese Arten sind in unserem Proben mehrfach gefunden worden.

Die Großseggenrieder (Magno-Caricion elatae) stellen mehr oder weniger eine reine Süßwasservegetation dar. Einige Arten dieser Gesellschaft sind nicht fest an Süßwasser gebunden und wachsen auch in Brackwasserbereichen. In dieser Landschaft, die ständigen Veränderungen durch Überschwemmungen unterworfen war, siedeln die Arten der Großseggen-Gesellschaften in Verlandungszonen, in Gräben und an stehenden oder langsam fließenden eutrophen Gewässern. Von dieser Gesellschaft wurden folgende Arten in unseren Proben entdeckt: *Carex vulpina* (Abb. 45), *Eleocharis palustris* (Abb. 46), *Lycopus europaeus*, *Phalaris arundinacea* und *Rumex hydrolapathum*.

Im Gezeitenbereich an der Meeresküste und den Flussunterläufen siedeln Brackwasserröhrichte, die durch

Abb. 44. *Iris pseudacorus* (Wasser-Schwertlilie), unverkohlt. M. 2,5:1.

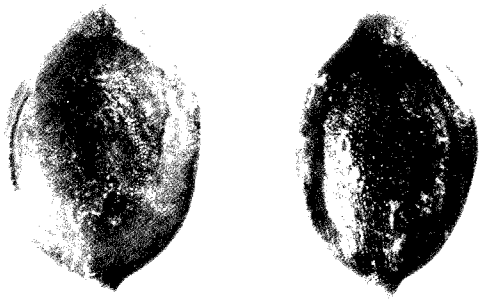


Abb. 45. *Carex vulpina* (Fuchs-Segge), unverkohlt. M. 20:1.

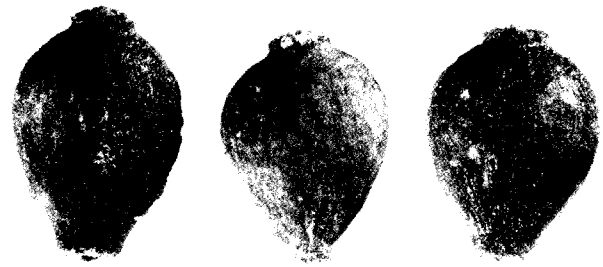


Abb. 46. *Eleocharis palustris* (Sumpf-Binse), unverkohlt. M. 20:1.

*Bolboschoenus maritimus* charakterisiert sind. Die syntaxonomische Einordnung ist schwierig. Da sich landwärts auch einige Arten des Süßwasserröhrichts anschließen können, wird diese Gesellschaft oft zur Klasse der Phragmitetea gestellt (z. B. Ellenberg 1996). Allerdings wiesen schon Tüxen u. Hülbusch (1971) auf ihre Eigenständigkeit und ihre Beziehung zu den Salzwiesengesellschaften hin, was u. a. auch von Dierssen (1996) aufgegriffen wurde. In der Übersicht der Tab. 19 wird daher *Bolboschoenus maritimus*, die nur selten im Süßwasser vorkommt, von den glycophilen Arten der Phragmitetea abgesetzt aufgeführt. *B. maritimus* ist häufig zusammen mit *Schoenoplectus tabernaemontani* Bestandsbildner einer halophilen Röhrichtgesellschaft. Die Hauptverbreitung liegt in den großen Flussniederungen, auf eutrophen, humus-tonigen, nassen Böden. Ihre Bestände werden meist wirtschaftlich genutzt und ergeben hohe Erträge von mäßiger bis guter Futterqualität.

Die Asteretea tripolii-Strandnelkenwiesen oder Salzrasen gehören zu einer relativ artenarmen Gesellschaft, die in irgendeinem Stadium ihrer Entwicklung einem Salzeinfluss ausgesetzt war. Halophyten können ausschließlich oder gelegentlich auf Salzböden vorkommen und damit als obligate oder fakultative Halophyten klassifiziert werden. Abgesehen von *Aster tripolium* (Strand-Aster: 603 Früchte inkl. Grabung 1996), *Glaux maritima* (Milchkraut, nur eine Teilfrucht) und *Juncus gerardi* (Salz-Binse: 117 Samen inkl. Grabung 1996) waren obligate Halophyten in unseren Proben selten anzutreffen. Dafür traten fakultative Halophyten häufiger auf. Es handelt sich um Arten, die salzertragend oder salztolerant sind und sich unter Salzeinfluss mangels Konkurrenz durch andere Pflanzen uneingeschränkt vermehren können: u. a. *Althaea officinalis*, *Apium graveolens*, *Cochlearia officinalis*, *Puccinellia distans*, *Bolboschoenus maritimus*. Ebenfalls recht häufig fanden sich in den Proben

Abb. 47. *Spergularia salina* (Salz-Schuppenmiere), unverkohlt. M. 30:1.

*Spergularia salina* (Salz-Schuppenmiere: 1984 Samen inkl. Grabung 1996, Abb. 47) und *Spergularia media* (Flügel-Schuppenmiere: 493 Samen inkl. Grabung 1996), die nach Tüxen (1957) zur Salzmieren-Gesellschaft (Spergularietum salinae) gehören und auf offenen, salzhaltigen Böden, die nur noch kurzfristig vom Salzwasser durchnässt werden, vorkommen. Diese Nelkengewächse besiedeln auch häufig zusammen mit *Puccinellia distans* (Salzschwaden) und einigen weiteren salzliebenden Kräutern von Salzwasser überflutete, salzhaltige Schlick- und Salzwiesen.

### 6.2.2 Tritt- und Flutrasen

Es ließen sich in den untersuchten Bodenproben 21 Arten der Klasse Plantaginetea majoris (Tritt- und Flutrasen, Tab. 21) nachweisen. Die reinen Trittrasen des Polygonion avicularis-Verbandes entstehen – und bleiben erhalten – durch stetigen Tritt von Mensch und Tier (Behre 1991a). Sie sind gekennzeichnet durch Arten wie *Plantago major* (Abb. 48) *Poa annua* und *Polygonum aviculare*. Die Hauptverbreitung der Flutrasen liegt im Flachland, in Niederungen und Auen. Ihre Bestände gehören zum Verband Agropyro-Rumicion crispi. Dabei handelt es sich um Pflanzenarten, die meist an räumlich gestörten Standorten oder auf zeitweise überschwemmten Weiden, selten auf Wiesen, anzutreffen sind. Der Feuchtigkeitsgrad ihrer Standorte hängt von Überflutungen, dem Grundwasseranstieg oder von starken Regenfällen ab. Neben einem verzögerten Wasserabfluss för-

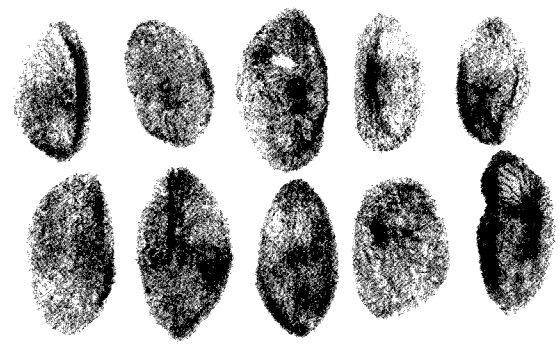


Abb. 48. *Plantago major* (Breit-Wegerich), unverkohlt. M. 15:1.

| Bereich<br>Probenanzahl | Außenbereich<br>n = 166 | | Stallbereich<br>n = 31 | | Wohnbereich<br>n = 16 | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | verk. | unverk. | verk. | unverk. | verk. | unverk. |
| *Agrostis* sp. | 2 | 319 | | 108 | | 2 |
| *Elymus repens* | 2 | 18 | | 1 | | |
| *Elymus repens/athericus* | | | | | 1 | |
| *Carex* cf. *flacca* | | 1 | | | | |
| *Euphorbia palustris* | | 1 | | | | |
| *Festuca arundinacea* | | | | 1 | | |
| *Juncus articulatus* | | 51 | | 8 | | |
| *Juncus compressus* | | 260 | | 46 | | 3 |
| *Lythrum salicaria* | | 16 | | 2 | | |
| *Lychnis flos-cuculi* | 1 | 13 | | | | |
| *Plantago major* | 2 | 2415 | | 748 | | 16 |
| *Plantago major* Kapseldeckel mit Samen | | 4 | | 1 | | |
| *Poa annua* | | 1 | | 2 | | 1 |
| *Poa pratensis/trivialis* | | 27 | | 3 | | |
| *Polygonum aviculare* | 1 | 56 | | 9 | | 1 |
| *Polygonum lapathifolium* | | 122 | | 50 | | |
| *Potentilla anserina* | | 15 | | 1 | | |
| *Rumex crispus* | | 1 | | | | |
| *Rumex crispus* Perigon | | | | 1 | | |
| *Sonchus palustris* | | | | 1 | | |
| *Stachys palustris* | | 1 | | 1 | | |
| *Thalictrum flavum* | | 16 | | 14 | | 1 |

Tab. 21. Arten der Tritt- und Flutrasen. Grabungskampagnen 1997–2001.
Nachweise der Grabung 1996 sind hier nicht aufgelistet.

dert offenbar Schlickablagerung die optimale Entwicklung dieser Gesellschaft. Sie sind gekennzeichnet durch Arten wie *Elymus repens*, *Potentilla anserina* und *Rumex crispus*. Etwas trockene und sandige Böden der Uferwälle besiedeln Arten wie *Poa pratensis/trivialis*. Die Agropyro-Rumicion crispi (Quecken-Flutrasen-) und Polygonion avicularis- (Trittrasen-) Verbände haben viele gemeinsame Arten, die spezifische Standorte besiedeln, nämlich die Uferwälle der Flussmäander, die im Winter oft überschwemmt sind.

### 6.2.3 Zweizahn-Schlammfluren und Flussmeldefluren

Die vier gefundenen Arten der Zweizahn-Schlammfluren gedeihen auf zeitweilig überschwemmten Schlickböden in den Uferzonen von Flüssen und Prielen (Tab. 22). Voraussetzung ist, dass nach der Überflutung stickstoffhaltiger Schlamm zurückbleibt, auf dem sich die Bidentetalia tripartiti (Zweizahn-Schlammfluren) als vorwiegend einjährige, nitrophile Arten entwickeln können. Die Bidentetalia-Arten sind häufig in Ackerunkraut-Gesellschaften anzutreffen. Im subfossilen Material aus Rodenkirchen sind nur wenige Arten nachgewiesen: *Bidens tripartita*, *Polygonum hydropiper* und *Ranunculus sceleratus* (Abb. 49). Die weitgehend natürlichen Flussmeldefluren des Chenopodion fluviatile sind durch *Atriplex littoralis/prostrata* und *Polygonum lapathifolium* charakterisiert. Letzterer wurde hier zu den Arten der Tritt- und Flutrasen gestellt (vgl. Tab. 21).

### 6.2.4 Kleinseggenrieder

Vertreter reiner Kleinseggen-Sumpfwiesen (Scheuchzerio-Caricetea fuscae) fanden sich in unseren Proben äußerst selten (Tab. 22). Bei den Beständen handelt es

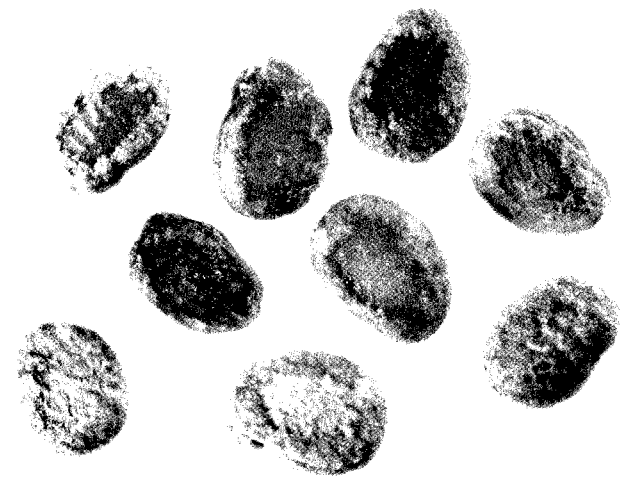


Abb. 49. *Ranunculus sceleratus* (Gift-Hahnenfuß), unverkohlt. M. 20:1.

| Bereich<br>Probenanzahl | Außenbereich<br>n = 166 | | Stallbereich<br>n = 31 | | Wohnbereich<br>n = 16 | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | verk. | unverk. | verk. | unverk. | verk. | unverk. |
| Zweizahn-Schlammfluren | | | | | | |
| *Atriplex littoralis/prostrata* | 7 | 2305 | | 3411 | | 37 |
| *Bidens tripartita* | | 1 | | 11 | | 3 |
| *Polygonum hydropiper* | | 4 | | | | |
| *Ranunculus sceleratus* | 2 | 636 | | 51 | | 2 |
| Kleinsegggenrieder | | | | | | |
| *Hydrocotyle vulgaris* | | 1 | | | | |
| *Ranunculus flammula* | | | | | | 1 |

Tab. 22. Arten der Zweizahn-Schlammfluren und Kleinsegggenrieder. Grabungskampagnen 1997–2001. Nachweise der Grabung 1996 sind hier nicht aufgelistet.

sich um relativ kleinwüchsige Röhrichte, die nur selten in Verlandungsbereichen des Tieflandes anzutreffen sind. Diese Arten reagieren auf Brackwassereinfluss sehr empfindlich und kommen in überfluteten Bereichen nicht vor. Sie besiedeln weniger basenreiche, aber noch nicht ausgesprochen saure Böden der mesotrophen Zwischenmoore, die sich im Übergangsbereich zu den Hochmooren entwickelt haben.

### 6.2.5 Hochmoor-Moorheiden

Das tiefer gelegene Sietland war während der jüngeren Bronzezeit von Mooren bedeckt; dort herrschten Süßwasserbedingungen. In den Proben wurden einige Arten der Klasse Oxycocco-Sphagnetea gefunden (Tab. 23). Sie belegen, dass in der Nähe der Siedlung Moorlandschaften bestanden. Es wurden mehrfach die typischen Hochmoorarten wie *Calluna vulgaris*, *Erica* sp. und *Sphagnum* sp. nachgewiesen. Sumpf-Sternmiere (*Stellaria palustris*) besiedelt dagegen Seggenwiesen und Niedermoore.

| Bereich<br>Probenanzahl | Außenbereich<br>n = 166 | | Stallbereich<br>n = 31 | | Wohnbereich<br>n = 16 | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | verk. | unverk. | verk. | unverk. | verk. | unverk. |
| *Calluna vulgaris* Stängel mit Blättern | | 19 | | 1 | | 1 |
| *Carex vesicaria/rostrata* | | 26 | | | | |
| *Erica* sp. | | | | 1 | | |
| *Erica tetralix* Blätter | | 56 | | | | 3 |
| cf. *Myrica* | | 2 | | | | |
| *Sphagnum* Blätter | | 439 | | 6 | | 3 |
| *Stellaria palustris* | | 4 | | | | |
| cf. *Valeriana* | | 1 | | | | |

Tab. 23. Arten der Hochmoore – Moorheiden. Grabungskampagnen 1997–2001. Nachweise der Grabung 1996 sind hier nicht aufgelistet.

| Bereich | Außenbereich | | Stallbereich | | Wohnbereich | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Probenanzahl | n = 166 | | n = 31 | | n = 16 | |
| | verk. | unverk. | verk. | unverk. | verk. | unverk. |
| *Alnus glutinosa* | | 5 | | 1 | | 1 |
| *Alnus* sp. | | 2 | | 3 | | |
| *Betula pendula* | | | | 1 | | |
| *B. pubescens* Frucht, -schuppen, -stände | | 161 | | 26 | | |
| *Betula* sp. | | 110 | | 25 | | 2 |
| Brassicaceae Bruch | | 2 | | | | |
| *Bromus mollis* | 1 | 1 | 2 | 25 | | |
| *Calamagrostis epigejos* | | 4 | | 5 | 1 | |
| *Carex* sp. | 1 | 75 | | 2 | | |
| *Carex sylvatica* | | 22 | | | | |
| *Cirsium/Carduus* | | | | | | 1 |
| *Eupatorium cannabinum* | 1 | 3 | | | | |
| *Hypericum* sp. | | 9 | | | | |
| *Juncus effusus* | | 2 | | | | |
| *Juncus* indet. | 1 | 18 | | 1 | | |
| *Linum tenuifolium* | | 4 | | | | |
| *Mentha arvensis/aquatica* | | 104 | | 4 | | |
| *Phleum pratensis* | | 1 | | | | |
| *Potentilla* sp. | 1 | | | | | |
| *Quercus* Fruchtteile | 1 | 2 | | | | |
| *Ranunculus repens* | | 26 | | 2 | | 5 |
| *Rhinanthus* sp. | | 15 | | | | |
| *Rumex* sp. | | 11 | | 2 | | |
| *Setaria* sp. | | | | | | 1 |
| *Sonchus* sp. | | 1 | | | | |
| cf. *Stachys silvatica* | | 1 | | | | |
| *Trifolium* repens Blüten und Blätter | | 2 | | 1 | | |
| *Matricaria* sp. | | | | 1 | | |

Tab. 24. Nachweise der übrigen Arten. Grabungskampagnen 1997–2001.
Nachweise der Grabung 1996 sind hier nicht aufgelistet.

# 7 Zusammenfassung

Die Untersuchungen zur Umwelt und Landwirtschaft der jungbronzezeitlichen Marschbewohner der Siedlung Rodenkirchen-Hahnenknooper Mühle umfassen Pollen- und Makrorestanalysen an einer grabungsnahen Bohrprofil sowie die archäobotanische Auswertung der Grabungen von 1996 bis 2001.

Die holozänen Ablagerungen im Bereich des Bohrprofils reichen bis 13 m unter die heutige Oberfläche. Sie weisen zwei eingeschaltete Torflagen auf – den Mittleren und den Oberen Torf. Pollenanalytische Untersuchungen an diesen Torflagen liefern wichtige Beiträge zum Verständnis von Vegetation und Landschaft vor der jungbronzezeitlichen Besiedlung.

Der Mittlere Torf zeigt einen Rückgang des Meereseinflusses an, durch den sich ab etwa 4600 v. Chr. ein Niedermoor von 1,41 m Mächtigkeit bilden konnte. Die Pollenanalysen belegen, dass die Landschaft in dieser Zeit von artenarmen Eichenmischwäldern beherrscht wurde. In diesen Wäldern dominierte die Eiche, während die Begleitarten Ulme, Linde und Esche deutlich geringer vertreten waren. In den nährstoffreichen Niederungen stockte die Erle, die sich gegen Ende des Atlantikums weiter ausbreitete. Die Ablagerung des Mittleren Torfs, der aus einer eutraphenten Vegetation gebildet wurde, setzte sich trotz temporärer Verbrackungstendenzen im Subboreal fort und brach dann gegen 2300 v. Chr. ab.

Ab dieser Zeit kam es zu Überflutungen und es herrschten überwiegend Wattbedingungen. Dadurch wurden insgesamt 4 m Sediment abgelagert. Die erneute Torfbildung setzte gegen 1900 v. Chr. ein. Der Obere Torf, der seiner Zusammensetzung nach als Schilf-Radizellentorf anzusprechen ist, hat eine Mächtigkeit von etwa 30 cm und setzt deutlich früher ein, als dies von vergleichbaren Standorten bekannt war. Auch während der Zeit der Bildung des Oberen Torfes wird die Gehölzvegetation durch Erle und Eiche geprägt. In die Eichenmischwälder der Region sind nunmehr auch Buche und Hainbuche eingewandert, wenngleich mit sehr geringem Anteil. Die Siedlungszeiger bleiben gering und geben daher keinen Hinweis auf Nutzungsaktivität in Rodenkirchen vor der jungbronzezeitlichen Besiedlung. Ab etwa 1400 v. Chr. setzten Überflutungen des Torfkörpers ein. Die jungbronzezeitliche Siedlung lag etwa 38 cm über dem Oberen Torf auf einer kalkfreien, schluffigen und mit Schilfrhizomen durchwachsenen Tonschicht der beginnenden Dünkirchen Ia-Transgression.

Die Frage nach der Bedeutung der Ackerbau- und Grünlandnutzung in der jungbronzezeitlichen Wesermarsch konnte durch Funde von Kultur- und Wildpflanzen sowie von Ackerunkräutern beantwortet werden. Einerseits verdeutlichen die Funde die Nutzung fruchtbarer Marschflächen für die Landwirtschaft, andererseits ist eine Gefährdung der Siedlungsflächen durch winterliche Überflutungen unverkennbar. Somit wurde Sommerfruchtbau betrieben, wie für den Marschanbau typisches Getreide sowie beigemengte Ackerunkräuter der Sommerfrüchte (Chenopodietalia albi) zeigen.

Die Auswertung der gefundenen Samen und Früchte ergab, dass Spelzgerste (*Hordeum vulgare*) mit Abstand das wichtigste Getreide war, gefolgt von Emmer (*Triticum dicoccon*) und Einkorn (*Triticum monococcum*). An weiteren Feldfrüchten wurde Echte Hirse (*Panicum miliaceum*) nachgewiesen. Von Hafer wurden lediglich zwei bespelzte Körner gefunden, die mit Sicherheit als Saat-Hafer (*Avena sativa*) bestimmt werden konnten. Ebenfalls in verkohlter Form traten Deckspelzen-Abbruchnarben und bespelzte Körner des Flug-Hafers (*Avena fatua*) auf, die zu den Acker- und Gartenunkräuter gestellt wurden. Als besonderer Fund gilt ein verkohlter Same der Ackerbohne (*Vicia faba*). Da das Bohnenstroh und die leeren Hülsen, die Druschreste, hier fehlen, ist der Anbau vor Ort nicht sicher belegt. Die Proben erbrachten weiterhin Samen des Leins (*Linum usitatissimum*) und Druschabfall mit zahlreichen Samen vom Leindotter (*Camelina sativa*). Beide Arten wurden mutmaßlich zur Ölgewinnung angebaut. Leindotter war in der Siedlung stärker als Lein vertreten. Es handelt sich um den ersten jungbronzezeitlichen Leindotterfund in Nordwestdeutschland, der einen frühen Anbau von *Camelina* bestätigt.

Viehzucht als wirtschaftliche Basis der jungbronzezeitlichen Siedlung ist unumstritten. Pollenanalytische Untersuchungen von vier Grabungsprofilen aus der Siedlung erbrachten den Beleg der Winterfütterung des aufgestallten Viehs mit laublosen Zweigen, dem sogenannten Reisigfutter. Genutzt wurden vorrangig Hasel und Birke, wie dies ausgesprochen hohe Pollenwerte zeigen.

Die Reste von Sammelpflanzen wie Schlehe (*Prunus spinosa*), Brombeere (*Rubus fruticosus*), Hagebutte (*Rosa* sp.), Erdbeere (*Fragaria vesca*), Weißdorn (*Crataegus monogyna*), Holz-Apfel (*Malus sylvestris*), Wacholder (*Juniperus communis*) und Haselnuss (*Corylus avellana*) sind relativ zahlreich. Die Zahl der gefundenen Arten zeigt, dass die Sammelwirtschaft bei den jungbronzezeitlichen Siedlern der Siedlung Hahnenknooper Mühle eine deutlich größere Bedeutung hatte, als dies in anderen uns bekannten Flussmarschsiedlungen der Fall war. Eine mögliche jungbronzezeitliche Heilpflanze war der Echte Eibisch (*Althaea officinalis*), der sehr häufig in den Proben nachgewiesen wurde. Teilfrüchte von Sellerie (*Apium graveolens*) belegen eine weitere Art der Strandnelkenwiesen oder Salzrasen, die im Fundmaterial vertreten war. Eine Nutzung der Pflanze als Wildgemüse ist nicht auszuschließen. In der Heilkunde wird die gesamte Pflanze verwendet. Im Zuge der Ausgrabungen fanden wir auch Samen einer Wildrübenart (*Beta vulgaris* ssp. *maritima*), die als mutmaßliche Stammpflanze der Kulturarten Mangold, Runkel- und Zuckerrübe gilt. Samen der Strand- oder der Spieß-Melde (*Atriplex littoralis/prostrata*) sind in den untersuchten Schichten besonders zahlreich nachgewiesen. Derartige Pflanzen wurden früher zur Nahrungsergänzung gesammelt und genutzt.

Schilfrohr (*Phragmites australis*) und – mit Einschränkungen – Seebinse (*Schoenoplectus lacustris*) können auch als Sammelpflanzen gewertet werden. Schilf wurde als Einstreu und Viehfutter sowie zur Bodenisolation genutzt. Dies kann angesichts der zahlreichen Funde von Halmresten als gesichert angenommen werden. Von *Schoenoplectus* hingegen fehlen vegetative Reste.

Durch die Bestimmung von über 2000 unverkohlten Holzresten, die einmal für die Hauskonstruktion, Zäune und die Herstellung von Holzgeräten gedient hatten, wurde – unabhängig von der Pollenanalyse – ein guter Einblick in den Waldbestand der näheren Umgebung gewonnen. Neben dominanten Werten von unverkohlter Erle (*Alnus*) konnten vereinzelt Esche (*Fraxinus*), Birke (*Betula*), Eiche (*Quercus*), Weide (*Salix*), Hasel (*Corylus*), Hainbuche (*Carpinus*) und Holunder (*Sambucus*) nachgewiesen werden. Das untersuchte Material mit nur zwei kleinen, verkohlten Stückchen von Ulme (*Ulmus*) sowie wenig Esche und Eiche spricht für die Lage Siedlung in der Nähe der tiefgelegenen Weichholzaue, deren Gehölze hier genutzt wurden. Als Bauholz wurden vor allem Erle und selten Esche eingesetzt. Die übrigen Holzarten spielten als Bauholz keine Rolle. Zur Herstellung von Holzgeräten wurde nur lokales Holz genutzt. So wurden eine ovale Schale und 13 Ruten gefunden, die aus Erlenholz bestehen, ein schlegelähnliches Gerät aus Esche und ein weiteres, in der Form an ein Doppelpaddel erinnerndes Gerät aus Eichenholz. Die Funktion der beiden letzten Geräte ist unbekannt. Einige gut erhaltene

Stücke Holzkohle konnten bestimmt werden. Zum größten Teil bestanden sie aus Erle; daneben fanden wir Esche und Birke. Von Eiche, Ahorn und Ulme konnten nur jeweils zwei Stückchen nachgewiesen werden.

In den botanischen Proben ließen sich zahlreiche Wildpflanzen nachweisen, die ihrer heutigen Verbreitung nach im Bereich von Äckern und Gärten, in Röhrichten, Großseggenriedern, Strandnelkenwiesen, Salzrasen, Tritt- und Flutrasen, Feuchtwiesen, Schlammfluren, Kleinseggenriedern und Hochmoor-Moorheiden vorkommen.

Die Anzahl von Arten der Röhrichte, Großseggenrieder und Brackwasserröhrichte ist nicht überwältigend. Aber die jeweiligen Fundzahlen der Makroreste dieser Pflanzen zeigen, dass vor allem die Röhrichtgesellschaften in der Umgebung der Siedlung weit verbreitet waren. Es ließen sich in den untersuchten Bodenproben auch Arten der Tritt- und Flutrasen nachweisen. Es handelt sich um Pflanzenarten, die meist an räumlich gestörten Standorten oder zeitweise überschwemmten Weiden, selten in Wiesen, anzutreffen sind. Die Arten der Zweizahn-Schlammfluren waren in unseren Proben sehr selten vertreten. Dabei handelt es sich um Pflanzen, die auf zeitweilig überschwemmten Schlickböden in den Uferzonen von Flüssen und Prielen gedeihen. Die Vertreter reiner Kleinseggen-Sumpfwiesen fanden sich in unseren Proben äußerst selten. Dabei handelt es sich um Arten, die auf Brackwassereinfluss sehr empfindlich reagieren und die deshalb im Bereich der jungbronzezeitlichen Siedlung selten vorkamen. Das tiefer gelegene Sietland war während der jüngeren Bronzezeit von Mooren bedeckt; dort herrschten Süßwasserbedingungen. Einige Arten der Klasse Oxycocco-Sphagnetea wurden ebenfalls in den analysierten Proben entdeckt.

Die botanische Untersuchung der natürlichen und der vom Menschen beeinflussten Vegetation im Küstengebiet der Wesermarsch zeigt, dass die Schwankungen des Meeres- und Grundwasserspiegels einen starken Einfluss auf die Landschafts- und Vegetationsentwicklung hatten. Während der jungbronzezeitlichen Besiedlung herrschten Vegetationseinheiten des Süßwasserbereichs vor. Einige Arten der Strandnelkenwiesen und Salzrasen zeigen, dass deren Standorte in erreichbarer Entfernung lagen. Da im Fundspektrum allerdings wichtige Halophyten, wie z. B. *Salicornia europaea*, *Armeria maritima*, *Limonium vulgare*, *Suaeda maritima*, *Puccinellia maritima* oder *Triglochin maritimum* völlig fehlen, kann von einem deutlichen Salzwassereinfluß nicht ausgegangen werden. Zumindest weisen die nachgewiesenen Halophyten darauf hin, dass es in der Umgebung Brackwasserstandorte gab, die zeitweise wohl auch in Siedlungsnähe auftraten. Die Vegetationsverhältnisse im Umfeld der Siedlung und die Umweltbedingungen begünstigten insgesamt die Nutzung der Freiflächen zur Viehzucht. Lediglich die wenigen hochwasserfreien Flächen der Uferwälle waren für den Ackerbau geeignet.

## 8 Literatur


Bakels, C. C., 1991: Western Continental Europe. In: W. van Zeist, K. Wasylikowa u. K.-E. Behre (Hrsg.), Progress in Old World palaeoetnobotany, 279-298. Rotterdam, Brookfield.

Bakels, C. C., Alkemade, M. J., u. Vermeeren, C. M., 1993: Botanische Untersuchungen in der Rössener Siedlung Maastricht-Randwijck. In: A. J. Kalis u. J. Meurers-Balke (Hrsg.), 7000 Jahre bäuerliche Landschaft. Entstehung, Erforschung, Erhaltung. Zwanzig Aufsätze zu Ehren von K.-H. Knörzer. Archaeo-Physika 13, 35-48. Köln, Bonn.

Bakels, C. C., u. Ham, R. W. J. M. van der, 1980: Verkoold afval uit een Midden-Bronstijd en een Midden-Ijzertijd nederzetting op de Hooidonksche Akkers, gem. Son en Breugel, prov. Noord-Brabant. Analecta Praehistorica Leidensia 13, 81-91.

Barckhausen, J., 1995: Geologische Karte von Niedersachsen 1:25000 mit Erläuterungen, Blatt 2616 Brake. Hannover.

Barckhausen, J., u. Streif, H., 1978: Geologische Karte von Niedersachsen 1:25000 mit Erläuterungen, Blatt 2608 Emden-West. Hannover.

Barckhausen, J., u. Streif, H., 1998: Küstenraum zwischen Unterweser und Ostfriesischen Inseln. In: L. Feldmann u. K.-D. Meyer (Hrsg.), Quartär in Niedersachsen. Exkursionsführer zur Jubiläums-Hauptversammlung der Deutschen Quartärvereinigung in Hannover, 5-35. Hannover.

Behre, K.-E., 1969: Untersuchungen des botanischen Materials der frühmittelalterlichen Siedlung Haithabu (Ausgrabungen 1963-1964). Berichte über die Ausgrabungen in Haithabu 2, 7-57. Neumünster.

Behre, K.-E., 1970: Die Entwicklungsgeschichte der natürlichen Vegetation im Gebiet der unteren Ems und ihre Abhängigkeit von den Bewegungen des Meeresspiegels. Probleme der Küstenforschung im südlichen Nordseegebiet 9, 13-48.

Behre, K.-E., 1972: Kultur- und Wildpflanzenreste aus der Marschgrabung Jemgumkloster/Ems (um Christi Geburt). Neue Ausgrabungen und Forschungen in Niedersachsen 7, 164-184.

Behre, K.-E., 1976: Die Pflanzenreste aus der frühgeschichtlichen Wurt Elisenhof. Studien zur Küstenarchäologie Schleswig- Holsteins A:2. Bern, Frankfurt/M.

Behre, K.-E., 1977: Acker, Grünland und natürliche Vegetation während der römischen Kaiserzeit im Gebiet der Marschensiedlung Bentumersiel/Unterems. Probleme der Küstenforschung im südlichen Nordseegebiet 12, 67-84.

Behre, K.-E., 1978: Die Klimaschwankungen im europäischen Präboreal. Petermanns Geographische Mitteilungen 1978:2, 97-102.

Behre, K.-E., 1979: Ein jungbronzezeitlicher Getreidefund aus Ostfriesland. In: U. Körber-Grohne (Hrsg.), Festschrift Maria Hopf zum 65. Geburtstag am 14. September 1979. Archaeo-Physika 8, 11-20. Köln.

Behre, K.-E., 1981: The interpretation of anthropogenic indicators in pollen diagrams. Pollen et Spores 23, 225-245.

Behre, K.-E., 1982: Zwei jungbronzezeitliche Getreidefunde aus Nie-

dersachsen. Nachrichten aus Niedersachsens Urgeschichte 51, 281-292.

Behre, K.-E., 1983: Ernährung und Umwelt der wikingerzeitlichen Siedlung Haithabu. Die Ergebnisse der Untersuchungen der Pflanzenreste. Die Ausgrabungen in Haithabu 8, 1-219. Neumünster.

Behre, K.-E., 1984: Zur Geschichte der Bierwürzen nach Fruchtfunden und schriftlichen Quellen. In: W. van Zeist u. W. A. Casparie (Hrsg.), Plants and ancient man. Studies in palaeoethnobotany, 115-122. Rotterdam, Boston.

Behre, K.-E., 1985: Die ursprüngliche Vegetation in den deutschen Marschgebieten und deren Veränderungen durch prähistorische Besiedlung und Meeresspiegelbewegungen. Verhandlungen der Gesellschaft für Ökologie 13, 85-96.

Behre K.-E., 1986: Ackerbau, Vegetation und Umwelt im Bereich früh- und hochmittelalterlicher Siedlungen im Flußmarschgebiet der unteren Ems. Probleme der Küstenforschung im südlichen Nordseegebiet 16, 99-125.

Behre, K.-E., 1990: Kulturpflanzen und Unkräuter der vorrömischen Eisenzeit aus der Siedlung Rullstorf, Ldkr. Lüneburg. Nachrichten aus Niedersachsens Urgeschichte 59, 141-165.

Behre, K.-E., 1991a: Umwelt und Ernährung der frühmittelalterlichen Wurt Niens/Butjadingen nach den Ergebnissen der botanischen Untersuchungen. Probleme der Küstenforschung im südlichen Nordseegebiet 18, 141-168.

Behre, K.-E., 1991b: Zum Brotfund aus dem Ipweger Moor, Ldkr. Wesermarsch. Berichte zur Denkmalpflege in Niedersachsen 11, 9.

Behre, K.-E., 1998: Urgeschichtliche Kulturpflanzenfunde aus den nordwestdeutschen Geestgebieten. Probleme der Küstenforschung im südlichen Nordseegebiet 25, 281-302.

Behre, K.-E., 1999a: Die Veränderungen der niedersächsischen Küstenlinien in den letzten 3000 Jahren und ihre Ursachen. Probleme der Küstenforschung im südlichen Nordseegebiet 26, 9-33.

Behre, K.-E., 1999b: Die letzte Mahlzeit des „Jungen von Kayhausen". Eine Untersuchung der Speisereste aus dem Darmtrakt. Schriftenreihe des Staatlichen Museums für Naturkunde und Vorgeschichte Oldenburg, Beiheft 10:1, 76-78. Oldenburg.

Behre, K.-E., 1999c: The history of beer additives in Europe – a review. Vegetation History and Archaeobotany 8, 35-48.

Behre, K.-E., 2003: Eine neue Meeresspiegelkurve für die südliche Nordsee. Transgressionen und Regressionen in den letzten 10.000 Jahren. Probleme der Küstenforschung im südlichen Nordseegebiet 28, 9-63.

Behre, K.-E., 2005: Das Moor von Sehestedt. Landschaftsgeschichte am östlichen Jadebusen. Oldenburger Forschungen N. F. 21, 1-145. Oldenburg.

Behre, K.-E., u. Kučan, D., 1994: Die Geschichte der Kulturlandschaft und des Ackerbaus in der Siedlungskammer Flögeln, Niedersachsen, seit der Jungsteinzeit. Probleme der Küstenforschung im südlichen Nordseegebiet 21, 7-227.

Behre, K.-E., u. Kučan, D., 1999: Neue Untersuchungen am Außendeichsmoor bei Sehestedt am Jadebusen. Probleme der Küstenforschung im südlichen Nordseegebiet 26, 35-64.

Behre, K.-E., u. Streif, H., 1980: Kriterien zu Meeresspiegel- und darauf bezogene Grundwasserabsenkungen. Eiszeitalter und Gegenwart 30, 153-160.

Beijerinck, W., 1929: De subfossiele plantenresten in de terpen von Friesland en Groningen 1. Wageningen.

Beijerinck, W., 1947: Zadenatlas der Nederlandsche flora. Mededeeling van het Biologisch Station te Wijster 30. Wageningen.

Beug, H.-J., 1961: Leitfaden der Pollenbestimmung für Mitteleuropa und angrenzende Gebiete, Lieferung 1. Stuttgart.

Beug, H.-J., 2004: Leitfaden der Pollenbestimmung für Mitteleuropa und angrenzende Gebiete. München.

Beug, H.-J., Henrion, I., u. Schmüser, A., 1999: Landschaftsgeschichte im Hochharz. Die Entwicklung der Wälder und Moore seit dem Ende der letzen Eiszeit. Clausthal-Zellerfeld.

Brandt, K., 1980: Die Höhenlage ur- und frühgeschichtlicher Wohnniveaus in nordwestdeutschen Marschengebieten als Höhenmarken ehemaliger Wasserstände. Eiszeitalter und Gegenwart 30, 161-170.

Brandt, K., 1984: Die mittelalterliche Siedlungsentwicklung in der Marsch von Butjadingen (Landkreis Wesermarsch). Siedlungsforschung 2, 123-146.

Brandt, K., 1987: Vor- und Frühgeschichte der Marschengebiete. In: A. Eckhard u. H. Schmidt (Hrsg.), Geschichte des Landes Oldenburg. Ein Handbuch, 13-30. Oldenburg.

Brandt, K., u. Behre, K.-E., 1976: Eine Siedlung der älteren vorrömischen Eisenzeit bei Oldendorp (Unterems) mit Aussagen zu Umwelt, Ackerbau und Sedimentationsgeschehen. Nachrichten aus Niedersachsens Urgeschichte 45, 447-458.

Brinkmann, P., 1934: Zur Geschichte der Moore, Marschen und Wälder Nordwestdeutschlands 3. Das Gebiet der Jade. Botanische Jahrbücher 66:4, 369-445.

Brouwer, W., 1972: Handbuch des speziellen Pflanzenbaus 1. Weizen, Roggen, Gerste, Hafer, Mais. Berlin.

Brücher, H., 1977: Tropische Nutzpflanzen. Berlin, Heidelberg, New York.

Buurmann, J., 1988: Economy and environment in Bronze Age West-Friesland, Noord Holland (from wetland to wetland). In: P. Murphy u. C. French (Hrsg.), The exploitation of wetlands. Symposia of the Association for Environmental Archaeology 7. British Archaeological Reports, British Series 186, 267-292. Oxford.

Buurmann, J., 1989: A Middle Bronze Age corn-stack at Twisk, Province of North Holland. Berichten van het Rijksdienst voor het Oudheidkundig Bodemonderzoek 37, 1987, 7- 37.

Buurmann, J., 1993: Carbonized plant remains from a pre-Roman Iron Age house site at Opperdoes, West Friesland, The Netherlands. Vegetation History and Archaeobotany 2, 69-78.

Buurmann, J., 1999: Archaeobotanical investigations of a Middle and Late Bronze Age settlement site at Westwoud (West-Friesland). Berichten von de Rijksdienst voor het Oudheidkundig Bodemonderzoek 43, 1998/1999, 99-140.

Buurmann, J., Geel, B. van, u. Reenen, G. B. A. van, 1995: Palaeoecological investigations of a Late Bronze Age watering-place at Bovenkarspel, The Netherlands. In: G. F. W. Herngreen u. L. van der Valk (Hrsg.), Neogene and quaternary geology. Contributions on the occasion of Waldo H. Zagwijn's retirement. Mededelingen Rijks Geologische Dienst 52, 249- 270. Haarlem.

Dierssen, K., 1996: Vegetation Nordeuropas. Stuttgart.

Dörfler, W., 1989: Pollenanalytische Untersuchungen zur Vegetations- und Siedlungsgeschichte im Süden des Landkreises Cuxhaven, Niedersachsen. Probleme der Küstenforschung im südlichen Nordseegebiet 17, 1-75.

Ellenberg, H., 1950: Unkrautgemeinschaft als Zeiger für Klima und Boden. Landwirtschaftliche Pflanzensoziologie 1. Stuttgart.

Ellenberg, H., 1996: Vegetation Mitteleuropas mit Alpen in ökologischer Sicht. 5. Auflage. Stuttgart.

Ellenberg, H., 1979: Zeigerwerte der Gefäßpflanzen Mitteleuropas. 2. Auflage. Scripta Geobotanica 9. Göttingen.

Erdtman, G., 1934: Über die Verwendung von Essigsäureanhydrid bei Pollenuntersuchungen. Svensk Botanisk Tidsskrift 28, 354-358.

Es, W. A. van, Sarfatij, H., u. Woltering, P. J. (Red.), 1988: Archeologie in Nederland. De rijkdom van het bodemarchief. Amsterdam.

Ey, J., 1991: Hochmittelalterlicher und frühneuzeitlicher Landesausbau zwischen Jadebusen und Weser. Probleme der Küstenforschung im südlichen Nordseegebiet 18, 1-88.

Fægri, K., 1940: Quartärgeologische Untersuchungen im westlichen Norwegen 2. Zur spätquartären Geschichte Jaerens. Bergens Museum Arbok 1939-1940, Naturvitenskapelig Rekke 7. Bergen.

Fansa, M., 1991: Funde aus der Stein- und Bronzezeit im Ldkr. Wesermarsch. In: R. Krämer, K.-E. Behre u. M. Fansa (Hrsg.), Bodenfunde aus der Wesermarsch. Archäologische Mitteilungen aus Nordwestdeutschland, Beiheft 5, 37-44. Oldenburg.

Firbas, F., 1949: Spät- und nacheiszeitliche Waldgeschichte Mitteleuropas nördlich der Alpen 1. Allgemeine Waldgeschichte. Jena.

Firbas, F., 1952: Spät- und nacheiszeitliche Waldgeschichte Mitteleuropas nördlich der Alpen 2. Waldgeschichte der einzelnen Landschaften. Jena.

Först, E., 1985: Die spätbronzezeitliche Siedlung Rodenkirchen-Hahnenkooper Mühle, Gemeinde Stadland, Landkreis Wesermarsch ein Vorbericht. Oldenburger Jahrbuch 85, 227-240.

Först, E., 1991: Zur Besiedlungsgeschichte der Flußmarsch im Kreis Wesermarsch. Veröffentlichungen der urgeschichtlichen Sammlungen des Landesmuseums zu Hannover 37. Hildesheim.

Gerdes-Röben, M., 1989: Teil 1. Wasserwirtschaftliche Verhältnisse. In: Stadlander Sielacht (Hrsg.), 25 Jahre Stadtlander Sielacht. Chronik, 9-40. Rodenkirchen.

Grimm, J., 2003: Untersuchung an Tierknochen aus der jungbronzezeitlichen Flachsiedlung Rodenkirchen-Hahnenknooper Mühle, Ldkr. Wesermarsch. Probleme der Küstenforschung im südlichen Nordseegebiet 28, 185-234.

Grohne, U., 1957: Zur Entwicklungsgeschichte des ostfriesischen Küstengebietes auf Grund botanischer Untersuchungen. Probleme der Küstenforschung im südlichen Nordseegebiet 6, 1-48.

Grosse-Brauckmann, G., 1972: Über pflanzliche Makrofossilien mitteleuropäischer Torfe 1. Gewebereste krautiger Pflanzen und ihre Merkmale. Telma 2, 19-55.

Haarnagel, W., 1950: Das Alluvium an der deutschen Nordseeküste. Ein Beitrag zur Geologie der Deutschen Nordseeküste auf Grund neuerer geologischer und urgeschichtlicher Untersuchungen im Jade-Wesergebiet. Probleme der Küstenforschung im südlichen Nordseegebiet 4. Hildesheim.

Haarnagel, W., 1957: Die spätbronze-, früheisenzeitliche Gehöftsiedlung Jemgum b. Leer auf dem linken Ufer der Ems. Die Kunde N. F. 8, 2-13.

Haarnagel, W., 1969: Die Ergebnisse der Grabung auf der ältereisenzeitlichen Siedlung Boomborg-Hatzum, Kr. Leer, in den Jahren von 1965 bis 1967. Neue Ausgrabungen und Forschungen in Niedersachsen 4, 58-97.

Haas, J. N., u. Rasmussen, P., 1993: Zur Geschichte der Schneitel- und Laubfutterwirtschaft in der Schweiz – eine alte Landwirtschaftspraxis kurz vor dem Aussterben. In: C. Brombacher, S. Jacomet u. J. N. Haas (Hrsg.), Festschrift Zoller. Beiträge zu Philosophie und Geschichte der Naturwissenschaften, Evolution und Systematik, Ökologie und Morphologie, Geobotanik, Pollenanalyse und Archäobotanik. Dissertationes Botanicae 196, 469-489. Berlin, Stuttgart.

Hayen, H., 1969: Ein Kiefernwaldhorizont im Südteil des Ipweger Moores (Gemeinde Mooriem, Kreis Wesermarsch). Neue Ausgrabungen und Forschungen in Niedersachsen 4, 329-347.

Hayen, H., 1971: Hölzerne Kultfiguren am Bohlenweg XLII (Ip) im Wittemoor (Gemeinde Berne, Landkreis Wesermarsch). Vorläufiger Bericht. Die Kunde N. F. 22, 88-123.

Hegi, G. (Begr.), 1957: Illustrierte Flora von Mitteleuropa, Bd. III, 1. Teil. Dicotyledones 1. Teil. 2. Auflage. München.

Hegi, G. (Begr.), 1958: Illustrierte Flora von Mitteleuropa, Bd. IV, 1. Teil. Dicotyledones 2. Teil. 2. Auflage. München.

Heider, S., 1995: Die Siedlungs- und Vegetationsgeschichte im Ostteil des Elbe-Weser-Dreiecks nach pollenanalytischen Untersuchungen. Probleme der Küstenforschung im südlichen Nordseegebiet 23, 51-115.

Hilbig, W., 1967: Die Ackerunkrautgesellschaften Thüringens. Feddes Repertorium 76, 83-191.

Hofmeister, H., u. Garve, E., 1986: Lebensraum Acker. Pflanzen der Äcker und ihre Ökologie. Hamburg, Berlin.

Hopf, M., 1982: Vor- und frühgeschichtliche Kulturpflanzen aus dem nördlichen Deutschland. Kataloge vor- und frühgeschichtlicher Altertümer 22. Mainz.

Iversen, J., 1941: Land occupation in Denmarks Stone Age. A pollen-analytical study of the influence of farmer culture on the vegetational development. Danmarks Geologiske Undersøgelse Raekke 2:66, 1-68. Kopenhagen.

Jankovská, V., u. Komárek, J., 2000: Indicative value of *Pediastrum* and coccal green algae in palaeoecology. Folia Geobotanica 35, 59-82.

Karg, S., 1998: Winter- and spring-foddering of sheep/goat in the Bronze Age site of Fiavé-Carera, Northern Italy. Environmental Archaeology 1, 87-94.

Kirleis, W., 2003: Vegetationsgeschichtliche und archäobotanische Untersuchungen zur Landwirtschaft und Umwelt im Bereich der prähistorischen Siedlung bei Rullstorf, Ldkr. Lüneburg. Probleme der Küstenforschung im südlichen Nordseegebiet 28, 65-132.

Klapp, E., 1965: Grünlandvegetation und Standort nach Beispielen aus West-, Mittel- und Süddeutschland. Berlin, Hamburg.

Knörzer, K.-H., 1968: 6000jährige Geschichte der Getreidenahrung in Rheinland. Decheniana 119:1-2, 113-124.

Knörzer, K.-H., 1973: Römerzeitliche Pflanzenfunde aus einem Brunnen in Butzbach (Hessen). Saalburg-Jahrbuch 30, 71-114.

Körber-Grohne, U., 1967: Geobotanische Untersuchungen auf der Feddersen Wierde. Feddersen Wierde 1. Wiesbaden.

Körber-Grohne, U., 1987: Nutzpflanzen in Deutschland. Kulturgeschichte und Biologie. Stuttgart.

Körber-Grohne, U., u. Piening, U., 1983: Die Pflanzenreste aus dem Ostkastell von Welzheim mit besonderer Berücksichtigung der Graslandpflanzen. In: U. Körber- Grohne, M. Kokabi, U. Piening u. D. Planck (Hrsg.), Flora und Fauna im Ostkastell von Welzheim. Forschungen und Berichte zur Vor- und Frühgeschichte in Baden-Württemberg 14, 17-88. Stuttgart.

Krämer, R., 1984: Historisch-geographische Untersuchungen zur Kulturlandschaftentwicklung in Butjadingen mit besonderer Berücksichtung des mittelalterlichen Marktortes Langwarden. Probleme der Küstenforschung in südlichen Nordseegebiet 15, 65-125.

Krämer, R., 1987: Die Bodennutzung im Herzogtum Oldenburg um 1800. In: A. Eckhardt u. H. Schmidt (Hrsg), Geschichte des Landes Oldenburg. Ein Handbuch, 969-973. Oldenburg.

Krämer, R., 1991: Mittelalterliche Salztorfgewinnung im Gebiet des Jadebusens. In: R. Krämer, K.-E. Behre u. M. Fansa (Hrsg.), Bodenfunde aus der Wesermarsch. Archäologische Mitteilungen aus Nordwestdeutschland, Beiheft 5, 99-108. Oldenburg.

Krämer, R., u. Hoffer, H., 1991: Zwischen Sturmflut und Oberwasser. Aus der Geschichte des I. Oldenburgischen Deichbandes. Oldenburg.

Kroll, H., 1980: Einige vorgeschichtliche Vorratsfunde von Kulturpflanzen aus Norddeutschland. Offa 37, 372-383.

Kučan, D., 1986: Ältereisenzeitliche Kulturpflanzen aus der Siedlung Hamburg-Langenbek. Probleme der Küstenforschung im südlichen Nordseegebiet 16, 87-97.

Kučan, D., 1992: Die Pflanzenreste aus dem römischen Militärlager Oberaden. In: S. Kühlborn (Hrsg.), Das Römerlager in Oberaden 3. Die Ausgrabungen im nordwestlichen Lagerbereich und weitere Baustellenuntersuchungen der Jahre 1962-1988. Bodenaltertümer Westfalens 27, 237-265. Münster.

Kučan, D., 1998: Zur Ernährungsgeschichte des Spätmittelalters und der frühen Neuzeit in Oldenburg anhand der botanischen Untersuchungen der Altstadtgrabungen. Probleme der Küstenforschung im südlichen Nordseegebiet 25, 243-279.

Künnemann, C., 1941: Das Sehestedter Moor und die Ursachen seiner Zerstörung. Ein Beitrag zur Geologie der Nordseemarsch. Probleme der Küstenforschung im südlichen Nordseegebiet 2, 37-58.

Künnemann, C., 1968: Mensch und Meer am Jadebusen, 6. Auflage. Oldenburg.

Kuntze, H., 1960: Entstehung, Eigenschaften, Nutzungs- und Verbesserungsmöglichkeiten von Marschböden. Die Phosphorsäure 20:5, 1-28.

Lang, G., 1994: Quartäre Vegetationsgeschichte Europas. Jena, Stuttgart, New York.

Lempiainen, T., u. Behre, K.-E., 1997: Zur Umwelt- und Ernährung einiger hochmittelalterlichen Wurtsiedlungen in der Marsch des Landes Wursten, Ldkr. Cuxhaven (Niedersachsen), nach archäobotanischen Untersuchungen. Probleme der Küstenforschung im südlichen Nordseegebiet 24, 275-300.

Lerche, G., 1977: Doppelpaddel-Spaten in vorgeschichtlichem Zusammenhang in Dänemark. Tools and Tillage 3, 111-124.

Lippmann, E. O. von, 1925: Die Geschichte der Rübe (*Beta*) als Kulturpflanze von den ältesten Zeiten an bis zum Erscheinen von Achards Hauptwerk (1809). Festschrift zum 75-jährigen Bestande des Vereins der deutschen Zuckerindustrie. Berlin, Nachdruck Wiesbaden 1971.

Löbert, H. W., 1982: Die Keramik der Vorrömischen Eisenzeit und der Römischen Kaiserzeit von Hatzum / Boomborg (Kr. Leer). Zugleich ein Beitrag zur Theorie und Methode der Bearbeitung von Siedlungskeramik. Probleme der Küstenforschung im südlichen Nordseegebiet 14, 11-117.

Menke, B., 1968: Ein Beitrag zur pflanzensoziologischen Auswertung von Pollendiagrammen, zur Kenntnis früherer Pflanzengesellschaften in den Marschenrandgebieten der schleswig-holsteinischen Westküste und zur Anwendung auf die Frage der Küstenentwicklung. Mitteilungen der Floristisch-Soziologischen Arbeitsgemeinschaft N. F. 13, 195-224.

Müller, W., 1958: Grundsätzliche Betrachtungen zur systematischen Gliederung der Marschböden. Geologisches Jahrbuch 76, 11-24.

Neef, R., 1985: Botanische Funde aus den vorgeschichtlichen und frühmittelalterlichen Emssand-Siedlungen Gittrup und Ostbevern. Ausgrabungen und Funde in Westfalen-Lippe 3, 39-100.

Oberdorfer, E., 1957: Süddeutsche Pflanzengesellschaften. Pflanzensoziologie 10. Jena

Oberdorfer, E., 2001: Exkursionsflora für Süddeutschland und angrenzende Gebiete. 8. Auflage. Stuttgart.

Overbeck, F., 1975: Botanisch-geologische Moorkunde. Neumünster.

Overbeck, F., u. Schmitz, H., 1931: Zur Geschichte der Moore, Marschen und Wälder Nordwestdeutschlands 1. Das Gebiet von der Niederweser bis zur unteren Ems. Mitteilungen der Provinzialstelle für Naturdenkmalpflege Hannover 3, 1-174.

Pätzold, J., 1955: Eine Siedlung der Großsteingrableute unter Normalnull bei Oldenburg (Oldb.). Oldenburger Jahrbuch 55, 83-97.

Pals, J. P., 1984: Plant remains from Aartswoud, a neolithic settlement in the costal area. In: W. van Zeist u. W. A. Casparie (Hrsg.), Plants and ancient man. Studies in palaeoethnobotany, 313-321. Rotterdam, Boston.

Passarge, H., 1964: Pflanzengesellschaften des nordostdeutschen Flachlandes 1. Pflanzensoziologie 13. Jena.

Pasternak, R., 1991: Hafer aus dem mittelalterlichen Schleswig. Offa 48, 363-380.

Pott, R., 1992: Entwicklung der Kulturlandschaft Nordwestdeutschlands unter dem Einfluß des Menschen. Zeitschrift der Universität Hannover 19, 3-48.

Rasmussen, P., 1993: Analysis of goat/sheep faeces from Egolzwil 3, Switzerland. Evidence for branch and twig foddering of livestock in the Neolithic. Journal of Archaeological Science 20, 479-502.

Reinhardt, W., 1965: Studien zur Entwicklung des ländlichen Siedlungsbildes in den Seemarschen der ostfriesischen Westküste. Probleme der Küstenforschung im südlichen Nordseegebiet 8, 73-148.

Reinhardt, W., 1979: Küstenentwicklung und Deichbau während des Mittelalters zwischen Maade, Jade und Jadebusen. Emder Jahrbuch 59, 17-61.

Schiemann, E., 1948: Weizen, Roggen, Gerste. Systematik, Geschichte und Verwendung. Jena.

Schütte, H., 1935: Das Alluvium des Jade-Weser-Gebietes. Ein Beitrag zur Geologie der deutschen Nordseemarschen. Veröffentlichung der Wirtschaftswissenschaftlichen Gesellschaft zum Studium Niedersachsens B 13. Oldenburg.

Schütte, H., 1939: Sinkendes Land an der Nordsee? Zur Küstengeschichte Nordwestdeutschlands. Schriften des Deutschen Naturkundevereins N. F. 9. Öhringen.

Schwanitz, F., 1967: Die Evolution der Kulturpflanzen. München, Basel, Wien.

Strahl, E., 1999: Erste Bauern in der deutschen Marsch. Neue Grabungsergebnisse aus Rodenkirchen-Hahnenknooper Mühle. Archäologie in Niedersachsen 2, 28-30.

Strahl, E., 2000: 117 Rodenkirchen FStNr. 70, Gde. Stadland, Ldkr. Wesermarsch, Reg. Bez. W-E. In: J. Möller (Hrsg.), Fundchronik 1999. Nachrichten aus Niedersachsens Urgeschichte, Beiheft 4, 72-75. Stuttgart.

Strahl, E., 2002: Erste Bauern in der deutschen Marsch. Die jungbronzezeitliche Siedlung Rodenkirchen-Hahnenknooper Mühle, Ldkr. Wesermarsch. Berichte zur Denkmalpflege 22, 79-82.

Strahl, E., 2003: Rodenkirchen. In: J. Hoops (Begr.), Reallexikon der germanischen Altertumskunde 25. 2. Auflage, 55-58. Berlin, New York.

Strahl, E., 2005: Die jungbronzezeitliche Siedlung Rodenkirchen-Hahnenknooper Mühle, Ldkr. Wesermarsch – Erste Bauern in der deutschen Marsch. In: M. Fansa (Hrsg.), Kulturlandschaft Marsch. Natur Geschichte Gegenwart. Vorträge anlässlich des Symposiums in Oldenburg vom 3. bis 5. Juni 2004, 52-59. Oldenburg.

Streif, H., 1978: Geologie des Untergrundes. In: H.-E. Reineck (Hrsg.), Das Watt. Ablagerungs- und Lebensraum. 2. Auflage, 19-38. Frankfurt a. M.

Streif, H., 1981: Geologische Karte von Niedersachsen 1:25000 mit Erläuterungen, Blatt 2414 Wilhelmshaven. Hannover.

Streif, H., 1984: The coastal Holocene on the eastern side of Jade Bay. In: Niedersächsisches Landesamt für Bodenforschung Hannover (Hrsg.), INQUA, Subcommission on Shorelines of Northwestern Europe. Field conference 1984, September 15-21, North Sea coastal zone between Jade Bay and Jammer Bight, 13-18. Hannover.

Streif, H., 1990: Das ostfriesische Küstengebiet. 2. Auflage. Sammlung geologischer Führer 57. Berlin.

Streif, H., 1993: Geologische Karte von Niedersachsen 1:25000 mit Erläuterungen, Blatt 2516 Nordenham. Hannover.

Troels-Smith, J., 1955: Pollenanalytische Untersuchungen zu einigen schweizerischen Pfahlbauproblemen. In: W. U. Guyan (Hrsg.), Das Pfahlbauproblem. Monographien zur Ur- und Frühgeschichte der Schweiz 11, 11-58. Basel.

Troll, W., 1967: Vergleichende Morphologie der höheren Pflanzen 1. Vegetationsorgane. Königstein/Taunus.

Tüxen, R., 1937: Die Pflanzengesellschaften Nordwestdeutschlands. Mitteilungen der Floristisch-Soziologischen Arbeitsgemeinschaft Niedersachsen 3, 1-170.

Tüxen, R., 1950: Grundriss einer Systematik der nitrophilen Unkrautgesellschaften in der eurosibirischen Region Europas. Mitteilungen der Floristisch-Soziologischen Arbeitsgemeinschaft N. F. 2, 94-175.

Tüxen, R., 1951: Eindrücke während der pflanzengeographischen Exkursionen durch Südschweden. Vegetatio 3, 149-172.

Tüxen, R., 1956: Die heutige potentielle natürliche Vegetation als Gegenstand der Vegetationskartierung. Angewandte Pflanzensoziologie 13, 5-42. Stolzenau/Weser.

Tüxen, R., u. Hülbusch, K.-H., 1971: Bolboschoenetea maritimi. Fragmenta Floristica et Geobotanica 17, 391-407.

Wiermann, R., 1962: Botanisch-moorkundliche Untersuchungen in Nordfriesland. Ein Beitrag zur Frage nach dem zeitlichen Ablauf der Meeresspiegelschwankungen. Meyniana 12, 97-146.

Wiethold, J., 1998: Studien zur jüngeren postglazialen Vegetations- und Siedlungsgeschichte im östlichen Schleswig-Holstein. Universitätsforschungen zur prähistorischen Archäologie 45. Bonn.

Willerding, U., 2003: Die Landwirtschaft bei den Germanen und in den römischen Provinzen bis zur Völkerwanderungszeit. In: N. Benecke, P. Donat, E. Gringmuth-Dallmer u. U. Willerding (Hrsg.), Frühgeschichte der Landwirtschaft in Deutschland. Beiträge zur Ur- und Frühgeschichte Mitteleuropas 14, 35-150. Langenweissbach.

Willmanns, O., 1978: Ökologische Pflanzensoziologie. 2. Auflage. Heidelberg.

Zeist, W. van, 1970: Prehistoric and early historic food plants in Netherlands. Palaeohistoria 14, 1968, 41-173.

Zeist, W. van, 1974: Palaeobotanical studies of settlement sites in the coastal area of the Netherlands. Palaeohistoria 16, 223-383.

Zeist, W. van, 1997: Agriculture and vegetation at Bronze and Iron Age Den Burg, Texel, as revealed by plant macroremains. Berichten van de Rijksdienst voor het Oudheidkundig Bodemonderzoek 42, 1996/1997, 365-388.

Zeist, W. van, Horn, T. C. van, Bottema, S., u. Woldring, H., 1976: An agricultural experiment in the unprotected salt marsh. Palaeohistoria 18, 111-153.

Zimmermann, W. H., 1999: Stallhaltung und Auswinterung der Haustiere in ur- und frühgeschichtlicher Zeit. Beiträge zur Mittelalterarchäologie in Österreich 15, 27-33.

## Abbildungsnachweis

Alle Abbildungen sind von der Autorin, sofern in den Unterschriften nicht anders angegeben; digitale Bearbeitung R. Kiepe (NIhk).

| | Mittelalter | | | | | | | Römische Kaiserzeit | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Tiefe (m unter NN) | 0,110 | 0,134 | 0,157 | 0,180 | 0,203 | 0,227 | 0,250 | 0,450 | 0,470 | 0,490 | 0,510 |
| *Picea* | 0,8 | 1,6 | 0,4 | 1,0 | 1,4 | 1,4 | 2,6 | 3,3 | 1,3 | | 2,3 |
| *Abies* | | 0,2 | | | | | | 0,5 | | | |
| *Fraxinus* | | | | | | 0,2 | | | 0,3 | | |
| *Hedera* | | | | | | | | | | | |
| *Viscum* | | | | | | | | | | | |
| *Empetrum* | | 0,6 | | | | | | | | 1,5 | 0,3 |
| *Erica* | | 0,4 | | 0,2 | | | | | | | |
| *Cannabis*-Typ | | 0,2 | | | | | | | | | |
| *Artemisia* | 0,4 | | 0,6 | 0,4 | 0,2 | 0,4 | 0,2 | | | | 0,3 |
| *Lythrum* | 0,2 | | | | | | | | | | |
| *Symphytum officinale* | | | | | | | | | | | |
| *Rumex hydrolapathum* | | 0,4 | 1,2 | | 0,2 | 0,2 | 0,8 | | | | |
| *Sparganium*-Typ | 0,2 | | 0,6 | 0,6 | 0,4 | 0,4 | | | | | |
| *Calystegia* | | | | | | | | | | | |
| *Equisetum* | 0,2 | | | | | | | | | | |
| *Mentha*-Typ | | | | | | | 0,2 | 0,5 | | | |
| *Thalictrum* | 0,2 | | | | | | | | 0,7 | | |
| *Valeriana* | | | 0,2 | 0,2 | 0,4 | 0,2 | 0,4 | | 0,3 | | |
| *Chelidonium majus* | | | | | | | | | | | |
| *Potamogeton* | | | | 0,2 | | | | | | | |
| *Nymphaea* | | 0,2 | | | | | | | | | |
| *Rhinanthus* | | | | | 0,8 | 1,0 | 0,6 | | | | |
| *Caltha*-Typ | | | | | | | | | | | |
| *Filipendula* | | | | | | | | | | | |
| *Osmunda* | 0,4 | 0,2 | 0,2 | | | | | | | | |
| *Iris* | 0,2 | | 0,4 | | | 0,2 | | | | | |
| *Typha latifolia* | | 0,2 | | 0,6 | 0,2 | 0,6 | 0,4 | | 0,3 | | |
| *Polypodium vulgare* | | 0,2 | 0,2 | 0,4 | 0,8 | 0,2 | 0,2 | 2,3 | | 0,8 | 2,0 |
| *Thelypteris palustris* | | | 0,2 | | | 0,2 | | | | | |
| *Lycopodium* | | | 0,4 | 0,6 | 0,4 | 0,2 | 0,4 | 1,9 | 0,7 | 0,8 | 1,3 |
| *Succisa* | | | | | 0,2 | | 0,2 | | | | |
| Fabaceae | | 0,2 | | 0,6 | | | 0,2 | | | | |
| *Lysimachia* | | | | | | | | | | | |
| *Trifolium repens* | | 0,4 | 0,6 | | | | 0,2 | | | | |
| Ranunculaceae | | 0,8 | 0,4 | 0,4 | 1,2 | 1,0 | 1,4 | 0,9 | 0,3 | | |
| Rosaceae | | 0,2 | 0,2 | | 0,2 | 0,2 | 0,2 | | | | |
| Rubiaceae | | | | | | | | | | | |
| Caryophyllaceae | 0,4 | 0,4 | 0,6 | 0,4 | 1,4 | 1,4 | 2,8 | 3,3 | 0,7 | | |
| Papaveraceae | 0,6 | 0,2 | | 0,6 | 0,4 | | 0,2 | | | | |
| *Melampyrum* | | | | | | | | | | | |

Tab. 25. Pollendiagramm 3. Westprofil 2000.
Mittelalter und Römische Kaiserzeit.
Im Pollendiagramm nicht enthaltene Pollen und Sporen. Angaben in %.

| | Jüngere Jungbronzezeit | | | | | | | | | | | | | Ältere Jungbronzezeit | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Wohnbereich | | | | | | | | | Stallbereich | | | | | | | | |
| Tiefe (m unter NN) | 0,770 | 0,788 | 0,807 | 0,825 | 0,862 | 0,899 | 0,935 | 0,953 | 0,971 | 0,990 | 1,330 | 1,350 | 1,370 | 1,450 | 1,465 | 1,480 | 1,495 | 1,510 |
| *Picea* | 0,5 | 0,2 | 0,3 | 3,3 | 1,9 | | | | | 1,0 | 0,8 | | 1,5 | 2,0 | 2,0 | 1,0 | 2,3 | 2,3 |
| *Abies* | | | | | | | | | | | 0,4 | | | | 0,2 | | | |
| *Fraxinus* | | | | | | | | | | 0,3 | 0,4 | | 0,3 | 0,3 | 0,2 | 0,7 | | |
| *Hedera* | | | | | | | | | | 0,7 | | | | | 0,2 | | | |
| *Viscum* | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,3 | |
| *Empetrum* | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| *Erica* | | | | | | 0,8 | | | | | | | | | | | | |
| *Cannabis*-Typ | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| *Artemisia* | | 0,4 | 0,3 | 3,3 | 1,9 | | | 1,4 | | | 0,4 | 1,7 | 0,3 | 0,3 | 0,5 | | 0,3 | |
| *Lythrum* | 1,1 | 0,2 | | | | | | 1,4 | | | | | | | | | | |
| *Symphytum officinale* | | | | | 0,6 | | | | | | 0,4 | 13,3 | | | 0,2 | | | |
| *Rumex hydrolapathum* | | | 0,3 | | | | | | | | | | | | | 0,3 | | |
| *Sparganium*-Typ | 3,3 | | | | 0,6 | | | | | | 2,0 | | | 0,8 | 0,7 | | | 0,8 |
| *Calystegia* | | | | | | | 0,4 | 1,4 | 0,2 | | | | | | | 0,3 | | |
| *Equisetum* | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| *Mentha*-Typ | | | 2,3 | | 0,6 | | | | | | | | | | | | | |
| *Thalictrum* | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| *Valeriana* | | | | | | | | | | | | 0,7 | | | | | | |
| *Chelidonium majus* | | | | | | | | | | | | 13,7 | | | | | | |
| *Potamogeton* | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| *Nymphaea* | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| *Rhinanthus* | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| *Caltha*-Typ | | | | | | | | 1,4 | | | 2,4 | | | | | | | |
| *Filipendula* | | | | | | | | | | | 0,4 | | | | | | | |
| *Osmunda* | | | | 0,3 | | | | | | 1,0 | | 0,3 | | | | | | |
| *Iris* | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| *Typha latifolia* | | 0,2 | 0,3 | | | 0,8 | | | | | | | | | | | 0,3 | |
| *Polypodium vulgare* | | | 0,7 | | | 0,8 | | | | 0,3 | | | 0,3 | | | 0,7 | 0,8 | 1,0 |
| *Thelypteris palustris* | | | | | | | | | | | | | 0,3 | | | | | |
| *Lycopodium* | | | 0,3 | 3,3 | | | | | | | 0,4 | | | 0,5 | | 0,3 | | |
| *Succisa* | | | | | | | | | | | | | 0,3 | | | | | |
| Fabaceae | 0,5 | | | | 1,9 | | | | | | | 1,0 | | | | | | |
| *Lysimachia* | | | | | | 0,8 | | | | | | | | | | | | |
| *Trifolium repens* | | | | | | | | | | | | 0,3 | | | | | | |
| Ranunculaceae | | | 0,3 | | 16,3 | | | | | | 10,0 | 54,3 | | | 0,7 | | | 0,3 |
| Rosaceae | | | | | | | | 1,4 | | 0,3 | | 1,0 | | | | | | |
| Rubiaceae | | | | | | | 0,4 | | | | | | 0,3 | | | | | |
| Caryophyllaceae | | 0,4 | | 3,3 | 1,9 | 0,8 | | | | 0,3 | 0,8 | 3,3 | | | | | | |
| Papaveraceae | | | | | | | | | | | | | | | 0,2 | | | |
| *Melampyrum* | | | | | | | | | | | | | 0,3 | | | | | |

Tab. 26. Pollendiagramm 3. Westprofil 2000.
Bronzezeit.
Im Pollendiagramm nicht enthaltene Pollen und Sporen. Angaben in %.

| | RKZ | | Jüngere JBZ | | | | | | Ältere JBZ | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Tiefe (m unter NN) | 0,42 | 0,47 | 0,84 | 0,91 | 0,96 | 1,00 | 1,05 | 1,09 | 1,18 | 1,22 |
| *Picea* | 0,4 | 3,0 | | 1,7 | 2,0 | 1,9 | 0,7 | 1,7 | 3,0 | 1,0 |
| *Abies* | | 1,0 | | | | | 0,7 | | | 0,7 |
| *Salix* | | | 1,0 | 0,3 | 3,0 | | 1,0 | 1,0 | 0,7 | |
| *Carpinus* | | 0,3 | | 0,7 | | 0,3 | | 1,0 | | 0,3 |
| *Fraxinus* | | | | 0,7 | | | | | | |
| *Acer* | | | | 0,3 | | | | | | |
| *Rhamnus cathartica* | | | | | | 0,3 | | | | |
| *Viscum* | | | | | | 0,3 | | | | |
| *Erica* | | | | | | | 0,3 | | | |
| cf. *Chelidonium majus* | | | 164,0 | | 12,0 | | 1,7 | 5,7 | | |
| *Artemisia* | | | | | 1,0 | 0,6 | | 0,7 | 0,3 | 1,3 |
| *Rumex acetosella* | | | | | 1,0 | | | | | |
| *Valeriana* | | | | | | | 0,3 | | 0,7 | |
| Fabaceae | | | | 0,3 | | | | | | |
| *Trifolium repens* | | | | | | | | | | |
| *Urtica* | | | | | 1,0 | 0,3 | | | | |
| *Symphytum officinale* | | | | | 4,0 | 0,6 | | | | |
| *Rumex hydrolapathum* | 3,9 | 1,3 | | | | | | | | |
| *Sparganium*-Typ | 1,3 | 5,3 | 1,0 | 1,0 | | 1,3 | | 1,7 | | 1,0 |
| *Typha latifolia* | 0,9 | 1,0 | | | | | 0,3 | 0,3 | | 0,3 |
| *Epilobium* | | | | | | 0,3 | | | | |
| *Equisetum* | | | | 0,3 | | | | | | |
| *Mentha*-Typ | 0,4 | 0,7 | | 1,3 | | 0,6 | 0,7 | | | |
| *Menyanthes trifoliata* | | | | | | | | | | 0,3 |
| *Lysimachia* | | | | | | | | 0,3 | | |
| *Thalictrum* | 1,7 | | | | | | | | | |
| *Pediastrum* s. l. | | 1,0 | 1,0 | | | | 1,3 | 2,3 | 3,7 | 3,0 |
| *Sphagnum* | 21,3 | 11,0 | 6,0 | 4,3 | 4,0 | 3,5 | 5,0 | 2,3 | 6,3 | 10,3 |
| *Pteridium* | 0,9 | 2,3 | | 1,0 | 4,0 | | | 0,3 | 1,7 | 1,3 |
| *Polypodium vulgare* | | | | | | 0,3 | 0,3 | | 0,3 | 0,3 |
| *Thelypteris palustris* | | | | | | | | | | 0,3 |
| *Lycopodium* | | 0,7 | | | 1,0 | | | 0,3 | 0,3 | |
| *Succisa* | | | | | | | 0,3 | | | |
| Ranunculaceae | | | | 0,7 | 1,0 | 1,3 | 0,7 | 0,3 | | 0,3 |
| Rubiaceae | | 1,3 | | | | | | | | 0,3 |
| Caryophyllaceae | 1,3 | 1,0 | | 1,7 | 1,0 | 0,6 | 0,7 | 1,7 | 0,7 | |
| cf. *Stachys* | | | | | 3,0 | | | | | |
| *Thecaphora* Basidiospore | | | | | | | | | 8,7 | 6,7 |

Tab. 27. Pollendiagramm 4. Südprofil 1999.
Im Pollendiagramm nicht enthaltene Pollen und Sporen. Angaben in %.

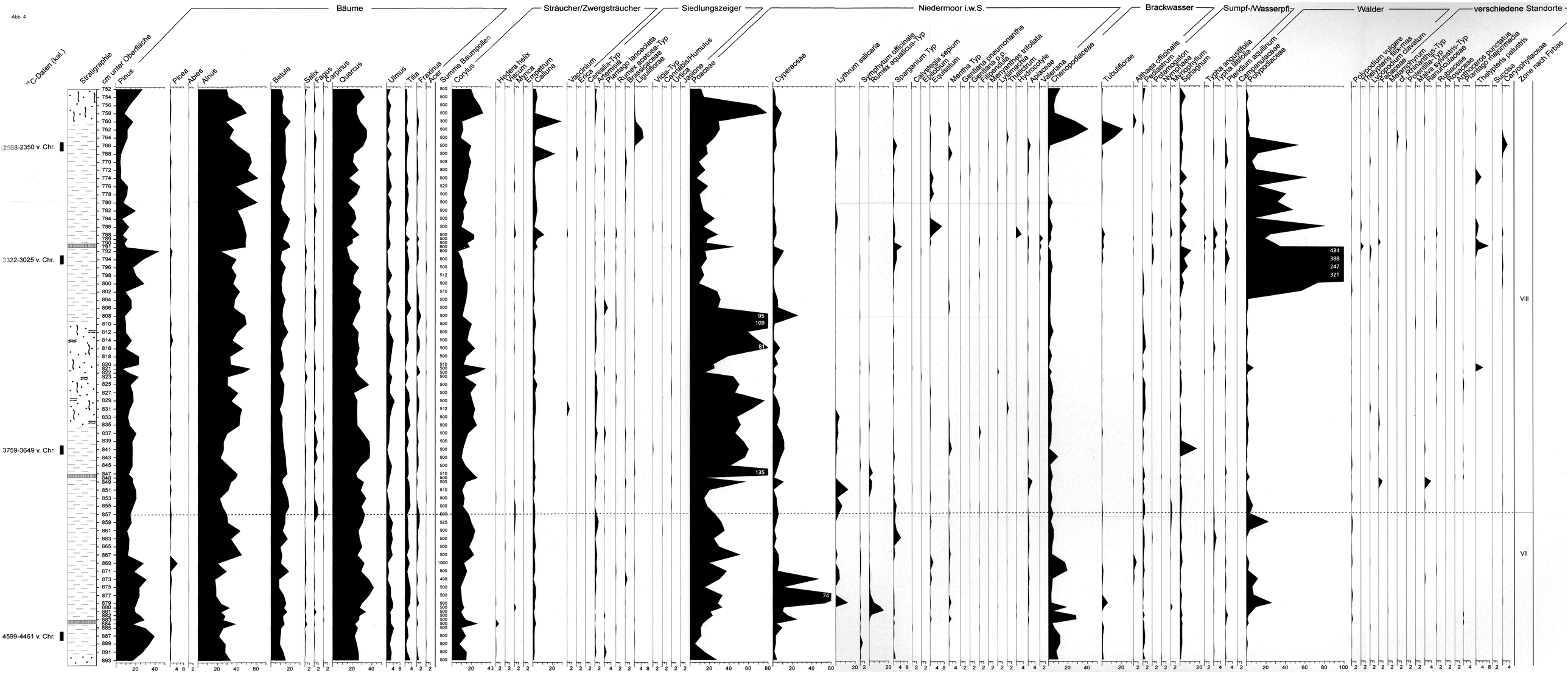
| Tiefe (m unter NN) | 0,86 | 0,88 | 0,90 | 0,93 |
|---|---|---|---|---|
| *Picea* | 0,3 | | | 0,7 |
| *Abies* | | 22,3 | | |
| *Salix* | | 0,7 | 0,3 | |
| *Fraxinus* | 0,3 | 0,3 | | 0,3 |
| *Symphytum officinale* | | 0,3 | | |
| *Rumex hydrolapathum* | | 0,7 | | |
| *Sparganium*-Typ | | | | 0,7 |
| *Typha latifolia* | | | | 0,3 |
| *Sphagnum* | 1,3 | 3,3 | 0,3 | 2,3 |
| *Polypodium vulgare* | | | | 0,3 |
| *Lycopodium* | | | | 0,3 |
| *Succisa* | | | 0,5 | |
| Ranunculaceae | 0,7 | | | 0,3 |
| Caryophyllaceae | 0,3 | 0,3 | | |
| *Stachys*-Typ | | 1,0 | | |

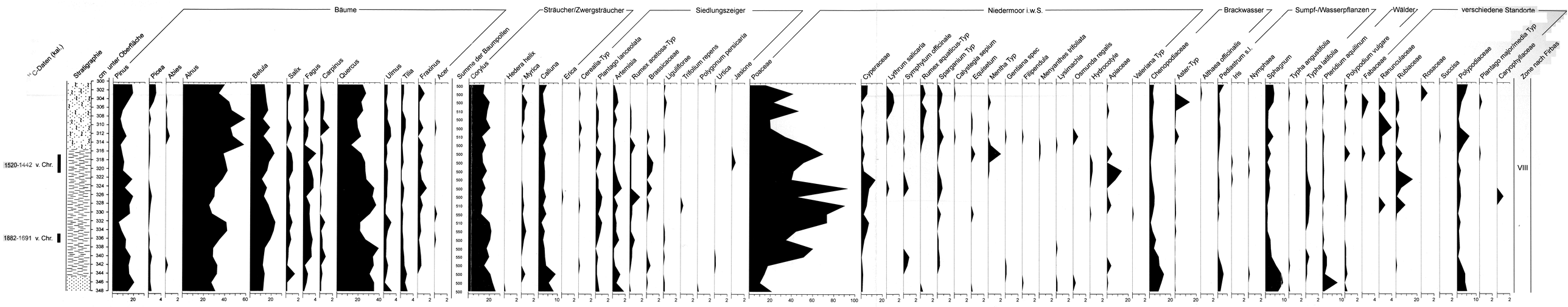
Tab. 28. Pollendiagramm 5. Westprofil 1999 (Hausbereich).
Im Pollendiagramm nicht enthaltene Pollen und Sporen.
Angaben in %.

| Tiefe (m unter NN) | 0,86 | 0,90 | 0,93 | 0,96 | 0,99 | 1,02 | 1,04 | 1,08 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Picea* | 2,3 | 0,3 | | 0,7 | 1,3 | 0,7 | 1,2 | 1,3 |
| *Abies* | 0,3 | | | | | | | |
| *Salix* | | 0,3 | | 1,7 | | | | 0,3 |
| *Fraxinus* | 0,3 | | | | | | | |
| *Erica* | | | | | | | 0,8 | |
| *Artemisia* | 0,3 | | | 0,3 | 0,3 | | 0,4 | 1,0 |
| *Rumex acetosella* | | | | 0,3 | 1,0 | | 0,8 | |
| *Lythrum salicaria* | | | | 2,0 | 0,3 | 0,3 | 0,4 | |
| *Symphytum officinale* | 0,3 | | | | | | | |
| *Rumex hydrolapathum* | | | | 1,3 | | | 0,4 | 0,7 |
| *Sparganium*-Typ | | | | | 0,7 | | | |
| *Calystegia* | 0,7 | | 0,3 | 0,3 | | | 0,8 | |
| *Typha latifolia* | 0,7 | 0,3 | | | | | | |
| *Mentha*-Typ | 0,3 | | | 0,3 | | | | |
| *Thalictrum* | | | | 1,0 | | | | |
| Apiaceae | 0,7 | | 0,3 | 1,3 | 0,7 | 0,3 | | |
| *Valeriana* | | | | 0,3 | 3,3 | | | |
| *Plantago major/media* | | | | 0,3 | | | | |
| *Pediastrum* | | 0,3 | | | 0,3 | | | 0,7 |
| *Sphagnum* | 2,7 | 0,3 | 0,3 | | 1,0 | 0,7 | | 0,7 |
| *Pteridium* | | | 0,3 | | | | | |
| Polypodiaceae | 1,0 | 1,0 | 2,0 | 4,3 | 3,0 | 2,7 | 1,2 | 4,7 |
| *Polypodium vulgare* | 0,3 | | | | | | 0,4 | 0,3 |
| *Lycopodium clavatum* | | | | | | 0,3 | | |
| *Succisa* | | | | | | | | 0,7 |
| Ranunculaceae | | | | 0,7 | 0,3 | | | |
| Rubiaceae | | | | | | | 0,8 | |
| Caryophyllaceae | 1,3 | | | 1,3 | 2,7 | | 1,2 | |
| *Osmunda* | 0,3 | | | | | | | |
| Papaveraceae | 0,3 | 0,3 | | | 0,3 | | | |
| *Trifolium repens* | | 0,3 | | 0,3 | 0,7 | | | |
| Ascospore Typ 55 | | | | | 0,3 | 0,3 | 0,8 | 2,0 |

Tab. 29. Pollendiagramm 6. Westprofil 1999
(Mistablagerung außerhalb des Hauses).
Im Pollendiagramm nicht enthaltene Pollen und Sporen.
Angaben in %.

Abb. 4


Bäume
Sträucher/Zwergsträucher
Siedlungszeiger
Niedermoor i.w.S.
Brackwasser
Sumpf-/Wasserpfl.
Wälder
verschiedene Standorte
14C-Daten (kal.)
Stratigraphie
cm unter Oberfläche
Pinus
Picea
Abies
Alnus
Betula
Salix
Fagus
Carpinus
Quercus
Ulmus
Tilia
Fraxinus
Acer
Summe Baumpollen
Corylus
Hedera helix
Ilex
Myrica
Empetrum
Calluna
Vaccinium
Erica
Cerealia-Typ
Artemisia
Plantago lanceolata
Rumex acetosa-Typ
Brassicaceae
Liguliflorae
Vicia-Typ
Cannabis/Humulus
Urtica
Jasione
Poaceae
Cyperaceae
Lythrum salicaria
Symphytum officinale
Rumex aquaticus-Typ
Sparganium Typ
Calystegia sepium
Epilobium
Equisetum
Mentha Typ
Gentiana pneumonanthe
Gentiana p.p.
Filipendula
Menyanthes trifoliata
Lysimachia
Thalictrum
Hydrocotyle
Apiaceae
Valeriana
Chenopodiaceae
Tubuliflorae
Althaea officinalis
Pedlastrum
Potamogeton
Nymphaea
Myriophyllum
Sphagnum
Typha angustifolia
Typha latifolia
Pteridium aquilinum
Osmunda regalis
Polypodiaceae
Polypodium vulgare
Thelypteris filix-mas
Lycopodium clavatum
Fagaceae
Melampyrum
cf. Rhinanthus-Typ
Potentilla-Typ
Malva sylvestris-Typ
Ranunculaceae
Rubiaceae
Rosaceae
Apiaceae
Apiocyrcos punctatus
Plantago major/media
Thelypteris palustris
Succisa
Caryophyllaceae
Zone nach Firbas
2568-2350 v. Chr.
3322-3025 v. Chr.
3759-3649 v. Chr.
4599-4461 v. Chr.
95
109
81
135
74
434
388
247
321
VIII
VII




Analysen: D. Kučan 1999-2000
EDV-Bearbeitung: R. Siefkes & S. Wolters

Abb. 5. Pollendiagramm 2 Rodenkirchen-Hahnenknooper Mühle, Ldkr. Wesermarsch, Bohrung GE-258.
Oberer Torf. Tiefe -3,00 bis -3,48 m unter Oberfläche.