

Grundlagen der Archäomolinologie

Aspekte archäologischer Mühlenkunde

Jens Berthold

Arten und Ausprägungen von Mühlen sind so variantenreich wie ihre bekannten archäologischen Zeugnisse immer noch eher dürftig sind.¹ Die Literatur zu Typen, regionalen Übersichten, technischen Fragen oder anderen Einzelaspekten von Mühlen ist umfangreich, wenn man sich dem Thema von Seiten des Baubestands oder der Archivalien nähert; die Menge größerer Publikationen² und Tagungen³ zur Archäologie von Mühlen ist im Vergleich dazu sehr überschaubar, wenngleich sie zunimmt. Der Versuch, einerseits eine Übersicht über verschiedene Bauweisen, Energiequellen und Einsatzgebiete von Mühlen zu bieten und diese andererseits jeweils mit archäologischen Funden oder Befunden zu unterfüttern und zu illustrieren, muss daher Stückwerk bleiben, soll aber an dieser Stelle versucht werden.

Dabei sind die Gliederungsmöglichkeiten der Thematik „Mühle“ vielfältig. Grundlegend ist eine Aufteilung nach Größe und Kraftquelle zunächst in Handmühlen und Kraftmühlen. Während erstere ohne größeren technischen Aufwand von ein oder vielleicht zwei Personen angetrieben wurden, sind letztere meist deutlich größer sowie bisweilen sehr komplex und werden nach der genutzten Energiequelle weiter in die von Wind-, Wasser- oder Muskelkraft betriebenen Anlagen gegliedert. Dies führt zu deutlichen Unterschieden in Lage, Gebäudeform und Konstruktion der Kraftgewinnungsanlagen dieser Mühlen. Die Weiterleitung und Nutzung der auf unterschiedliche Weise gewonnenen Energie kann jedoch wiederum sehr ähnlich sein. Bei der Nutzung der Kraft mag man die Mahlmühle zum Zerkleinern von Getreide als den Grundtypus ansehen, die Vielfalt der weiteren Einsatzgebiete vom Sägen über das Blasen, vom Schöpfen bis zum Stampfen, Hämmern usw. ist jedoch überaus groß. Kraftgewinnung und Krafterzeugung sind dabei sehr variabel, ja beinahe frei kombinierbar. Gerade unter archäologischem Blickwinkel ist im Weiteren natürlich die Bauweise vorzugsweise in Stein oder Holz von Bedeutung für Erhaltung und Nachweisbarkeit. Aber auch die topographische Lage mit ihren bestimmenden Gegebenheiten des Standorts zeigt gerade bei wasserbetriebenen Anlagen eine große Vielfalt: an gemächlichen Bächen in Niederungen, in gebirgigen Zonen mit starkem Gefälle, an einem aufgestauten Teich oder an einem kanalisiertem Fließgewässer, zudem als Schiffmühlen auf einem Fluss oder als Gezeitenmühle an der Küste zur Ausnutzung des Tidenhubs. Bei den vorwiegend hier zu behandelnden Wassermühlen ist zudem die Wasserführung auf das Wasserrad und die Ausrichtung des Wasserrads von Wichtigkeit. Turbinenmühlen beziehungsweise Horizontalmühlen mit waagrecht ausgerichtetem Wasserrad unterscheiden sich in der Mühlentechnik stark von den vertraueneren Formen mit vertikalen Rädern. Bei den Vertikalrädern ist es wiederum für die Bauweise und den Wirkungsgrad der Energiegewinnung nicht unerheblich, ob das Rad oben, mittig oder unten mit dem Wasser in Kontakt kommt und so dessen Kraft „erntet“ (Abb. 1).

Eine weitergehende Aufsplitterung der Thematik ist in diesem Rahmen nicht sinnvoll, zumal bei einer Fokussierung auf die archäologisch fassbaren und publizierten Relikte nur der geringste Teil der möglichen und oben angedeuteten Vielfalt konkret zum Tragen kommt. Einige wichtige Eckdaten und Kernpunkte sind aber voranzustellen: Mit Windkraft betriebene Anlagen sind eindeutig das jüngere Phänomen gegenüber den Wassermühlen und gleichzeitig sind sie archäologisch deutlich weniger erforscht, da weniger gut nachweisbar. In Mitteleuropa erscheinen Windmühlen in Flandern, Südostengland und der Normandie ab etwa 1180 (Abb. 2). Die europäischen Mühlen greifen östliche Vorbilder auf, die sie

1 Der Beitrag fußt auf dem Vortrag der Tagung in Erfurt, der jedoch bereits publiziert ist (Berthold 2015). Für diesen Artikel wurde das Thema daher auf Bitten des Vorstands als generellere Einführung in das Thema Mühlen und Archäologie aus anderer Perspektive angegangen.

2 Als Fundvorlagen zuletzt: Berthold 2010; Liebert 2015; Mangartz 2010; Rüniger 2013; Dasing befindet sich durch W. Czys im Druck.

3 Tagung Rom 2009: Williams 2011; Tagung Leipzig 2013: Maříková/Zschiechang 2015; bislang unpubliziert: *Archéologie des moulins hydrauliques, à traction animale et à vent, des origines à l'époque médiévale. Colloque international, Lons-le-Saunier du 2 au 5 novembre 2011.*

Abb. 1: Schematische Darstellung der Beaufschlagung bei ober-, rück-, mittel- und unterschlächtigen Wasserrädern.

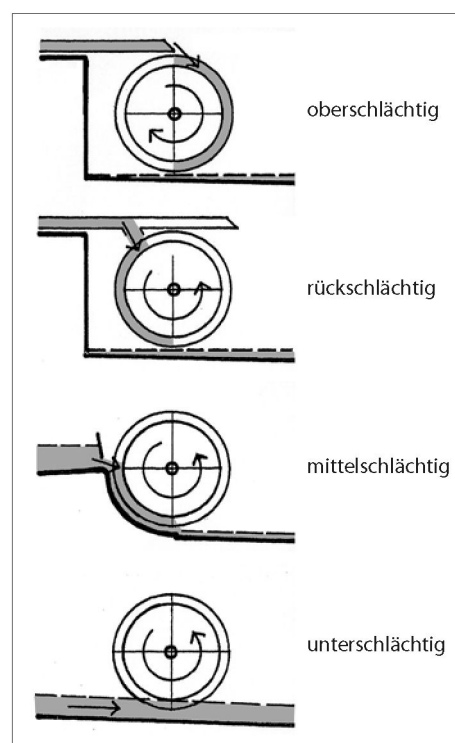




Abb. 2: Darstellung einer Bockwindmühle in einer Handschrift der Zeit um 1250–1260.

aber zu der uns vertrauten Form mit vertikalem Windrad weiterentwickeln.⁴ In Deutschland ist eine 1222 in Köln genannte Windmühle der älteste Beleg,⁵ sie sind in unseren Breiten also erst ab dem fortgeschrittenen Hochmittelalter sicher bekannt. Die Platzierung der Mühlentechnik weit oben, nahe am Wind auf einem Turm, einem Hügel oder einem hölzernen Gestell, bietet eine große Angriffsfläche – nicht nur für den Wind: Allenfalls bodennahe Strukturen des Grundrisses und der Fundamentierung sowie Einrichtungen im Erdgeschoss und verlorene sowie entsorgte Ausrüstungsgegenstände haben unter gewöhnlichen archäologischen Bedingungen eine Erhaltungschance.⁶

Die Nutzung der Wasserkraft in vielfältigen Formen ist bereits ein antikes Phänomen, das seit dem 1. Jahrhundert v. Chr. nicht nur durch Vitruv in seinen technischen Grundlagen auch schriftlich und andernorts vereinzelt sogar in Bildquellen überliefert ist; mehrfach sind Anlagen in vorwiegend steinernen Konstruktionsweisen ergraben.⁷ Die Bandbreite reicht von Turbinenmühlen in Chemtou (Tunesien)⁸ über einen Komplex aneinandergereihter Mühlen in Barbegal (Frankreich),⁹ Gezeitenmühlen auf den britischen Inseln¹⁰ bis hin zu Steinsägemühlen an der Mosel¹¹ und Schiffmühlen, letztere allerdings bislang nur schriftlich für das Jahr 540 n. Chr. für Rom belegt. Mit den Römern kam diese Errungenschaft nach Mitteleuropa und blieb offensichtlich, wie die sich mehrenden frühmittelalterlichen Belege verdeutlichen.¹²

Horizontal-, Schiff- und Gezeitenmühlen

Mit kurzen Exkursen zu drei Sonderformen der Wassermühle – den Horizontal-, Schiff- und Gezeitenmühlen – sollen einige Aspekte der Technik, Regionalität, naturräumlichen Voraussetzungen und Erhaltungsproblematik gestreift und transportiert werden.

Horizontalmühlen sind nach der Ausrichtung des Wasserrads benannt (Abb. 3).¹³ Eine Düse leitet das Wasser mit Gefälle punktgenau auf meist löffelartige Schaufeln. Die senkrechte Achse überträgt die Umdrehung 1:1, das heißt ohne Getriebe und Kraftumlenkung, auf den sich drehenden, oberen Mühlstein. Ihr technisch simplerer und damit weniger anfälliger Aufbau prädestiniert sie für einen Einsatz als kleine Mühlen in Randgebieten und – unsicher – als eine Frühform der Wassermühle. Ihre Verbreitung blieb weitgehend auf eher abgelegene Regionen wie die britischen Inseln, die Alpen und Norwegen beschränkt. Meist handelt es sich um Anlagen mit geringen Ausmaßen, die sich heutzutage nur noch in Rückzugsgebieten gehalten haben. Archäologisch am besten untersucht sind sie in der angelsächsischen Forschung zum frühmittelalterlichen Irland und England.¹⁴ Vorsicht ist bei der älteren Literatur geboten, die teils von fehlerhaften Deutungen einzelner Befunden ausging; dabei wurden im irischen Morret¹⁵ und daraus folgend im dänischen Ljørring¹⁶ Relikte von Vertikalmühlen fälschlich als Horizontalmühlen gedeutet.

Schiffmühlen haben neben den gewöhnlichen, landfesten Wassermühlen und den Windmühlen eine Sonderstellung und das auch in puncto

▽ Abb. 3: Rekonstruktion der frühmittelalterlichen Horizontalmühle von Tamworth.

▷ Abb. 4: Rekonstruktion der karolingischen Schiffmühle von Gimsheim.

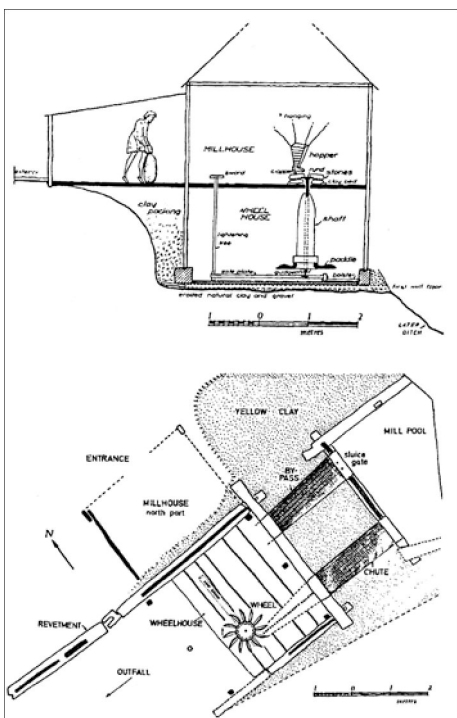




Abb. 5: Rekonstruktionszeichnung der frühmittelalterlichen Gezeitenmühle von Nendrum.

Erhaltung. Eine echte *in situ*-Fundsituation am ursprünglichen Standort ist beinahe ausgeschlossen, da sie im Fluss platziert waren. Eher kann man bei den bekannten Funden von Verlustsituationen, wohl bedingt durch Katastrophen, ausgehen, von Mühlen also, die etwa bei Hochwasser oder Eisgang losgerissen wurden und kenterten. Bekannt geworden ist der frühmittelalterliche Fundkomplex mit eindeutig mühlenspezifischem Inventar aus dem Rhein bei Gimbsheim (Abb. 4 und 18).¹⁷ Schiffmühlen gibt es an größeren Flüssen, wo stark wechselnde Wasserstände von Hoch- und Niedrigwasser bauliche Anpassungen an ein bestimmtes Wasserniveau erschweren und deshalb eine „automatische“ Anpassung des Wasserradniveaus an das Wasser durch eine Platzierung der Mühle auf einem Schiff erreicht wird. Hier gibt es also keine Vorrichtungen, die Wasserzufuhr zu regulieren oder gar zu unterbinden, und das Wasserrad dreht sich dauerhaft, es sei denn die Mühle wird an Land geholt.¹⁸

Noch spezialisierter in der Anpassung an besondere topographische Bedingungen sind die Gezeitenmühlen, deren regionale Ausbreitung naturgemäß allein auf die Küstenzonen mit ausreichendem Tidenhub, etwa beiderseits des Ärmelkanals wie beim Kloster Nendrum,¹⁹ beschränkt bleibt (Abb. 5). Ihr Stauwehr sammelt nicht (nur) das Wasser eines Fließgewässers, sondern sperrt den Rückfluss des Meerwassers bei Ebbe ab, so dass das bei Flut gefüllte Wasserreservoir zur Nutzung kam.

Um typische Funde und Befunde, die an einem Mühlenstandort bei Ausgrabungen anzutreffen sind, zu charakterisieren, sollen anhand verschiedener Fundstellen jene kleinen ländlichen Wassermühlen in Holzbauweise vorgestellt werden, wie sie mittlerweile in halb Europa an verschiedenen früh- bis spätmittelalterlichen Fundplätzen zwischen Frankreich, Irland, Dänemark und den Alpen mehrfach nachgewiesen sind (Abb. 6 und 7).²⁰ Regionale und zeittypische Eigenheiten sowie Entwicklungen im Mühlenbau werden sich erst später auf einer größeren empirischen Materialbasis aufzeigen lassen und hier zunächst ausgeblendet. Die Beschreibung folgt dabei dem Lauf des Wassers ab der Stelle, von der der Müller Einfluss auf die Wasserführung bis zum Wasserrad nahm und weiter wie er die Kraft vom Wasserrad zum Mahlwerk leitete. Andere Formen der Mühlenfunktion bleiben dabei unerwähnt, stattdessen sei auf aussagekräftige Publikationen verwiesen, die einen Einblick in deren archäologischen Niederschlag eröffnen.²¹

Wasserführung, -aufstauung und -regulierung können bereits in großem Abstand zur eigentlichen Mühle als Erdaushübe, Erdaufträge sowie als eigenständige hölzerne Konstruktionen oder Stabilisierungen von Ufern und Dämmen mithilfe von Hölzern und Gehölzen fassbar werden.

4 Lohrmann 1995.

5 Keussen 1910, I 132 und II 301.

6 Beispielsweise jüngst Bischof 2015.

7 Zur Übersicht mit der älteren Literatur siehe Wikander 2000, jüngst Schucany/Winet/Deschler-Erb 2014.

8 Röder/Röder 1993.

9 Leveau 1996.

10 Spain 1984.

11 Neyses 1983.

12 Clemens 2006.

13 Kreiner 2002; Moog 1994. Um Verwechslungen mit Windmühlen mit horizontal angeordneten Flügeln zu vermeiden auch „Horizontalrad-Wassermühle“.

14 Rahtz/Meeson 1992; Rynne 2000.

15 Mit der Richtigstellung: Rynne 1989.

16 Steensberg 1959.

17 Höckmann 1994.

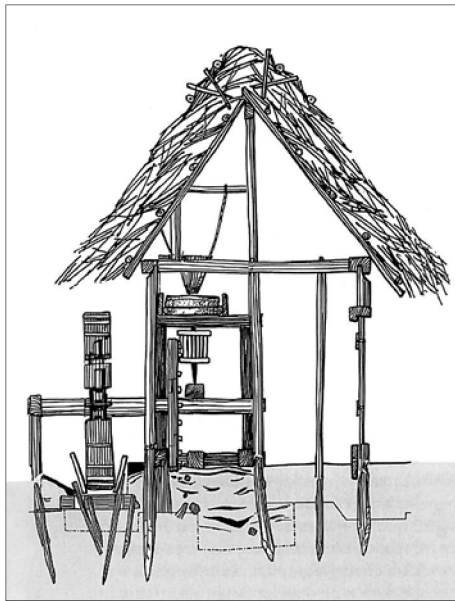
18 Generell zu dieser Thematik: Gräf 2006; von historischer Seite für einen Standort: Kranz 1991.

19 McErlean/Crothers 2007.

Erscheinungsformen von Wassermühlen

20 Grundlage bilden dafür Materialvorlagen wie Astill 1993; Berthold 2010; ders. 2015; Czysz 1998; Fischer 2004; Liebert 2015; Lund 2001; Rüniger 2013; Squatriti 2000; Watts 2002.

21 Zur Sägemühle von Ephesos siehe Mangartz 2010; zur Schmiedemühle in Bordesley Abbey siehe Astill 1993.



△ Abb. 6: Rekonstruktion der frühmittelalterlichen Wassermühle von Dasing.

▷ Abb. 7: Rekonstruktion der mittelalterlichen Wassermühle von Lille Drenderup.



22 Rahtz/Meeson 1992.

23 Kalis u.a. 2010; Berthold (im Druck).

24 Kristensen 2004, 25 ff. Abb. 2 und 3.

25 Liebert 2015, insbesondere 93–98 und 134–136.

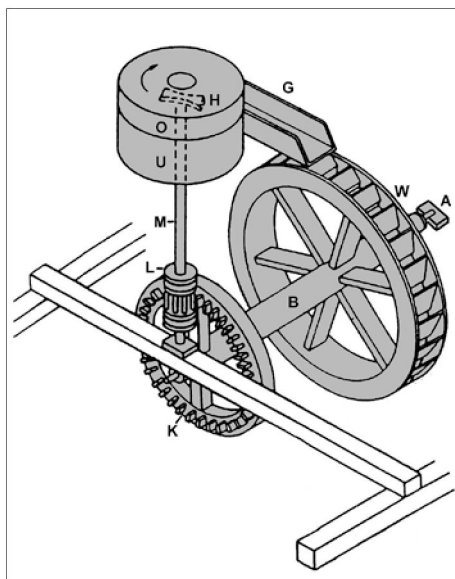
26 Lorquet 1994, 54 Abb. 6.

27 Steensberg 1959; mit neuer Interpretation und Datierung Fischer 2004, 84–86.

28 Astill 1993, 67–79 Abb. 37.

29 Fischer 2004, 102f.

Abb. 8. Terminologie wichtiger Bestandteile von Wassermühlen: A: Achszapfen und Achslager; B: Wellbaum; G: Gerinne; H: Mühlsteinhaue; K: Kammrad; M: Mühleisen; L: Laternenrad; U: Unterstein/Bodenstein; O: Oberstein/Läuferstein; W: Wasserrad/Mühlrad.



Die jeweiligen Gegebenheiten des Reliefs und der Wassermenge boten dabei sehr unterschiedliche Grundlagen, die zu verschiedenartigen Lösungen führten. Für die frühmittelalterliche Mühle in Tamworth war beispielsweise ein fast 500 m langer Mühlenkanal nachzuweisen, der einen holzverschalteten Teich speiste, bevor das Wasser über Schütz und Schussrinne zur Mühle gelangte.²² Andere mittelalterliche Befunde zur „Teich- und Grabenarchäologie“ mit Stakenreihen und Flechtwerk aus Ästen sowie stabilisierenden Weidenanpflanzungen sind im rheinischen Elsbachtal, wenig bachaufwärts der Mühle von Elfgen ergraben.²³ Sie illustrieren derartige wasserbauliche Maßnahmen generell, da direkte zeitliche und räumliche Bezüge zur Wassermühle hier fehlen. Unmittelbar vor der Mühle im dänischen Lille Drenderup (Ødis) befand sich eine Spundwand aus angespitzt eingerammten Kanthölzern, in deren Nuten ebenfalls eingerammte Stabplanken saßen, die den Damm eines aufgestauten Teichs hielten (Abb. 7).²⁴ In unterschiedlichen Bauweisen als hölzernes Wehr und holzbefestigter Mühlendamm wurde in Großhöbing das Wasser der Schwarzach durch Wehre aufgestaut.²⁵

Da am Abfluss zur Mühle mit dem höchsten Wasserdruck zu rechnen ist, musste diesem Problem durch teils größere bauliche Maßnahmen begegnet werden. Das Ende mancher Mühle in einem Hochwasser verdeutlicht diese Gefährdungssituation. Zur Regulierung der Wassermenge direkt zur Mühle diente das Schütz, von dem Teile etwa im französischen Belle-Eglise aufgedeckt wurden.²⁶ Mit dieser beweglichen Sperre ließ sich gezielt die Wassermenge steuern beziehungsweise der Zufluss ganz abstellen. Ein zweiter Abfluss an der Mühle vorbei, das sogenannte Wildwasser, war daher schon allein für Reparaturen zusätzlich notwendig. Die punktgenaue Zufuhr auf das Mühlrad in Form eines Gerinnes ist archäologisch am besten bei den unterschlächtigen Mühlrädern mit einem im Untergrund eingegrabenen Gerinne zu fassen, da bei anderen Formen der Beaufschlagung, die das Wasser von einem höheren Niveau auf das Rad leiten, die Konstruktionen naturgemäß vom Boden abgehoben sind (Abb. 1 und 8). Passgenaue hölzerne Rinnen verhinderten, dass zu viel Wasser ungenutzt am Rad vorbeilief und natürlich auch dass es sich durch Unterspülungen einen anderen Weg bahnte und womöglich Bauwerke gefährdete. Im dänischen Ljørring²⁷ (Abb. 9) und in der britischen Abtei Bordesley (Abb. 10)²⁸ etwa waren im Querschnitt rechtwinklige Rinnen aus mehreren, fest miteinander verbundenen Holzbohlen zusammengesetzt; im dänischen Kloster Æbelholt war das Gerinne hingegen ähnlich einem Einbaum aus einem Holzstamm herausgearbeitet.²⁹

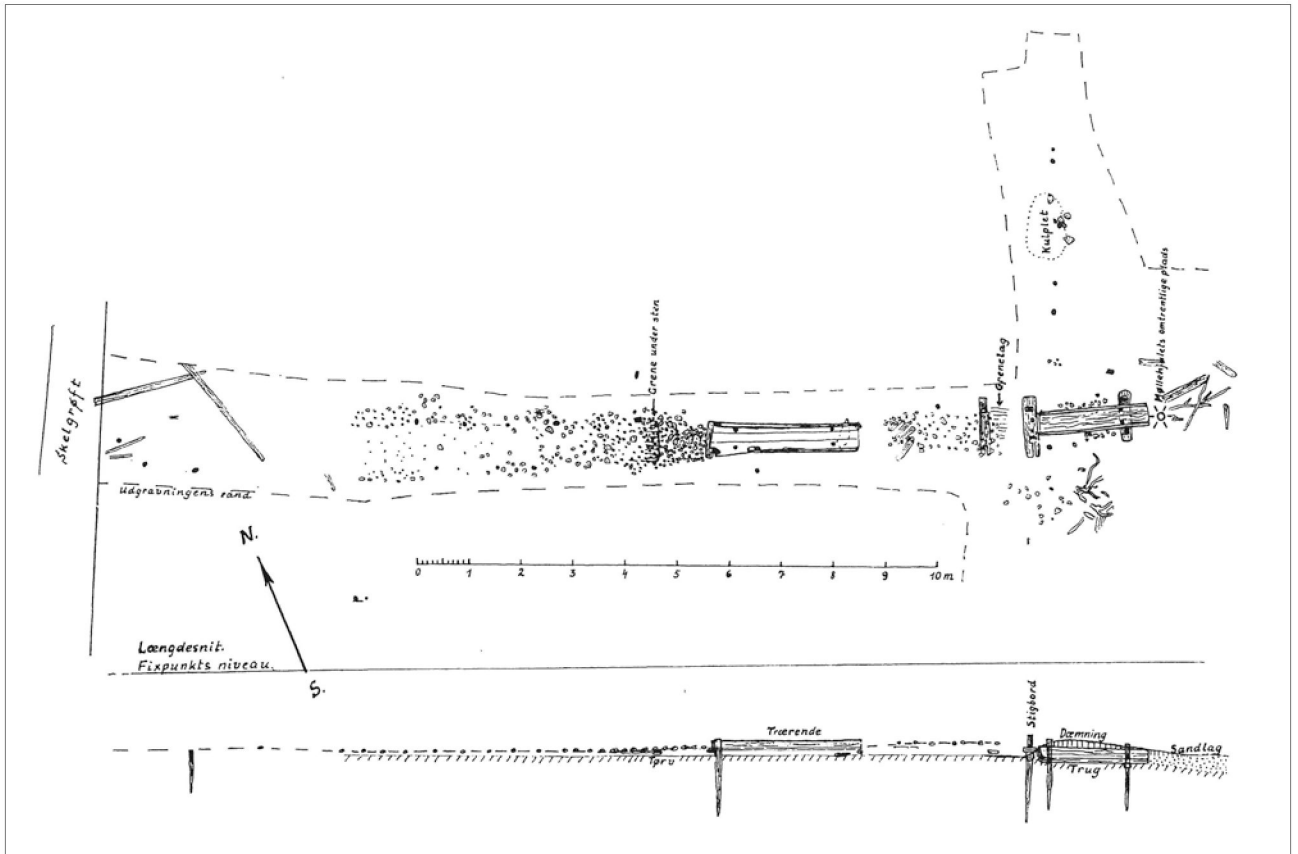


Abb.9: Grabungsplan mit hölzernem Gerinne in Ljørring.

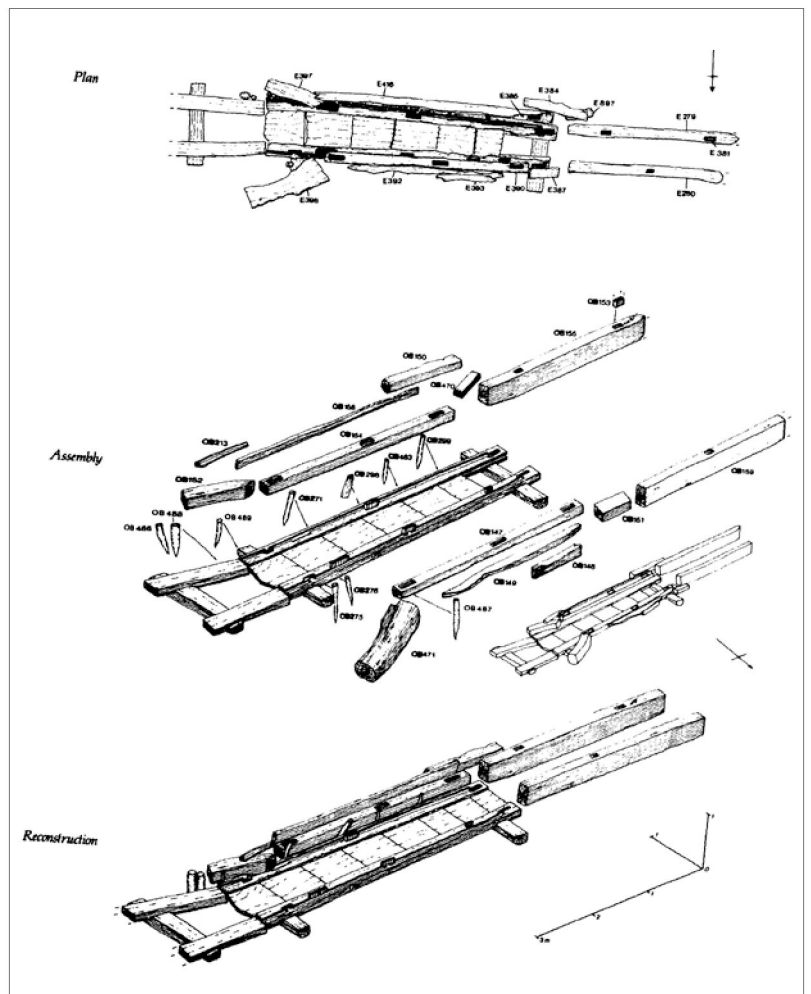


Abb.10: Aus mehreren Hölzern zusammengesetztes Gerinne in Bordesley Abbey.

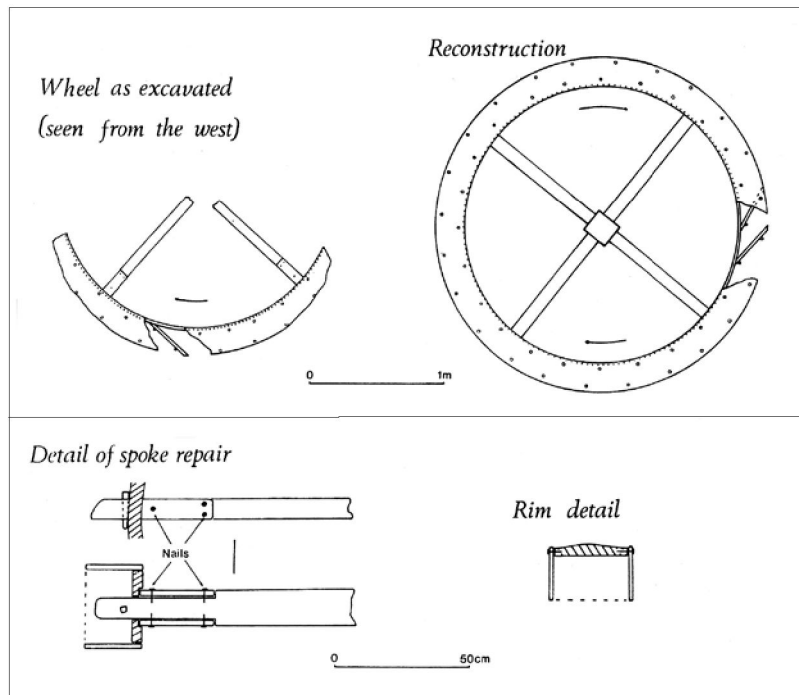


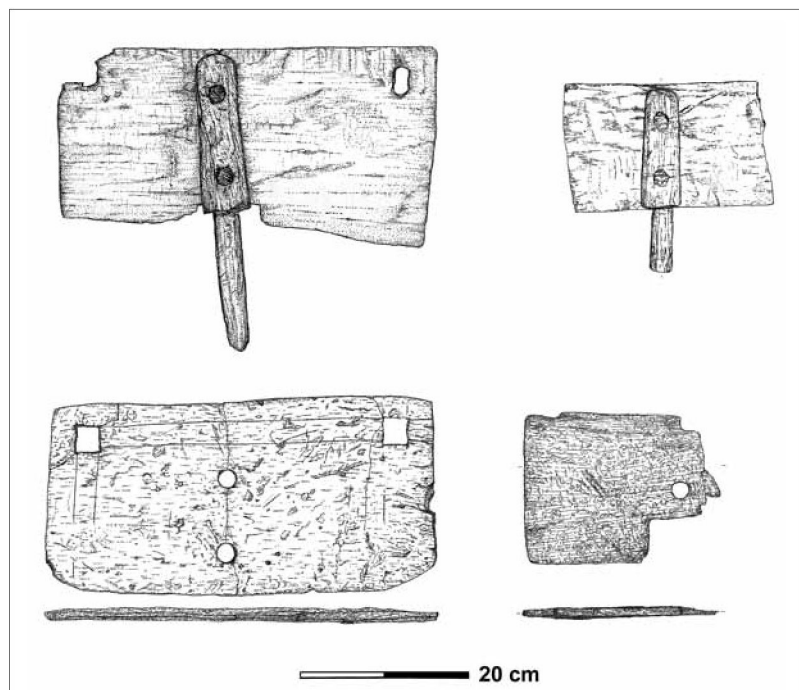
Abb. 11: Segment eines Zellenrads aus Batsford.

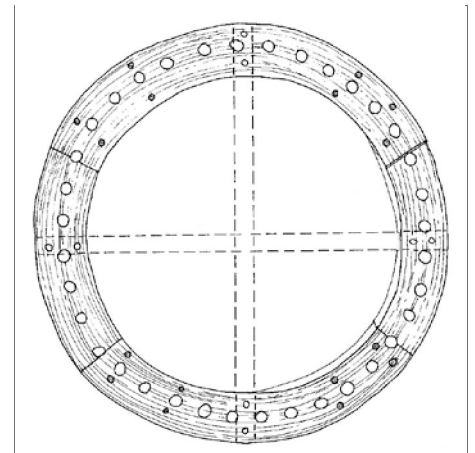
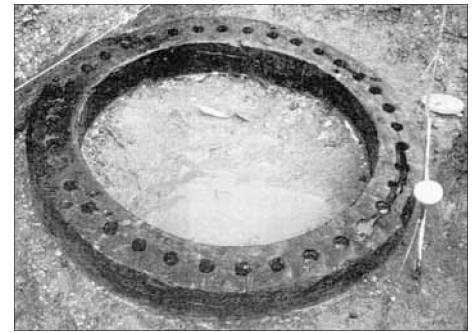
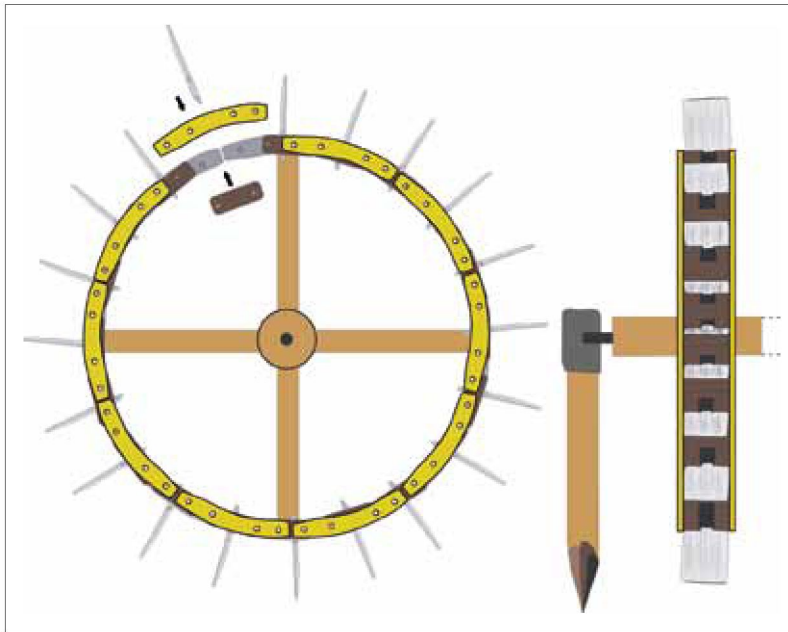
Die Wasserräder sind je nach Art der Beaufschlagung unterschiedlich ausgeprägt. Oberschlächtige Räder hielten das Wasser vorzugsweise in mehrseitig umschlossenen Kammern oder Zellen, wie es im englischen Batsford angetroffen wurde (Abb. 11),³⁰ und nutzten das Gewicht des Wassers für den Antrieb. Mittel- und unterschlächtige Räder trugen etwa als sogenannte Strauberräder radial angeordnete, paddelartige Mühlradschaufeln, die von der Bewegung des Wassers angetrieben wurden. Durch Verluste und Reparaturen sind solche Schaufeln ein regelhafter Fund an Mühlenstandorten. Jüngst publiziert wurden acht Exemplare der karolingischen Mühlen im rheinischen Rotbachtal in der häufig vorkommenden, aus einem Holzstück gefertigten Form eines „Frühstücksbrettchens“ (Abb. 12).³¹ Im dänischen Tovstrup ließen sich aus 20 aufgedeckten Exemplaren jeweils bestehend aus einem Holzblatt mit angesetztem

³⁰ Bedwin 1980, 194 Abb. 8.
³¹ Rüniger 2013, 191 Taf. 7, Ho 34 bis Ho 40.

▽ Abb. 12: Einteilige karolingische Mühlradschaufel aus dem Rotbachtal.

▷ Abb. 13: Verschiedene mehrteilige Mühlradschaufeltypen aus Tovstrup.





Stiel vier Varianten unterscheiden, von denen manche durch zusätzliche Verbindungshölzer seitlich gestützt wurden (Abb. 13).³² Die Menge und Variationsbreite von Mühlradschaufeln in einem über längere Zeit als Mühlenstandort genutzten Kleinraum des Frühmittelalters wird in den 96 Exemplaren und acht verschiedenen Typen in Großhöbing deutlich.³³

Die Größe des Mühlrads variierte stark. So erreichte etwa im französischen Audun-le-Tiche das karolingerzeitliche Rad 1,8 m Durchmesser,³⁴ während bei der spätmittelalterlichen Mühle in Ahrensfelde bei Hamburg 4,5 m zu verzeichnen sind (Abb. 23,u).³⁵ Verschiedentlich sind die Mühlräder wie im Rotbachtal aus relativ kleinen Segmenten zusammengesetzt (Abb. 14).³⁶

Die horizontale Achse, der Wellbaum, führte die gewonnene Energie in der Regel von außen ins Innere der Mühle. Dieses Holz war in Tovstrup am Verknüpfungspunkt mit den durchgesteckten Speichen des Wasserrads gerade einmal 20 cm stark,³⁷ vielfach wird es aber wegen der einwirkenden Kräfte stärker bemessen gewesen sein. Es übertrug die Drehung über das sogenannte Kammrad auf das Getriebe. Die aus mehreren Stücken gezimmerten Kammräder fallen durch die regelmäßigen Durchlochungen für die rechtwinklig darin steckenden Kammern auf, die die Aufgabe der Zähne eines Zahnrads übernehmen. In einer üblichen Größenordnung liegt das Kammrad aus St. Giles in Reading mit seinem Durchmesser von 1,2 m (Abb. 15 und 16).³⁸ Die Kammern selbst finden sich aufgrund von erhöhter Abnutzung und Verlust mit einseitig teils markantem Abrieb bei entsprechender Erhaltung ebenfalls regelhaft, wie das Beispiel aus dem dänischen Vejerslev illustriert (Abb. 17).³⁹ Sie griffen ehemals als Stockgetriebe in die sogenannte Laterne (Abb. 18 und 19). Zwischen zwei runden Holzscheiben von meist 20 bis 30 cm Durchmesser waren hier die Stäbe des Getriebes eingelassen und zentral lief durch die Laterne die senkrechte Achse, das Mühleisen. Bei der karolingischen Wassermühle von Gimbsheim war dieser schwere Eisenstab 68 cm lang (Abb. 18).⁴⁰ An seinem oberen Ende war als Mitnehmer die sogenannte Mühlhau befestigt, die den rotierenden oberen Mühlstein trug und in Drehung versetzte. Neben der häufig vorkommenden zweiflügeligen Schwalbenschwanzform, wie im rheinischen Bergheim belegt (Abb. 21),⁴¹ sind auch mehrflügelige Mühlhauen nicht zuletzt durch die zugehörigen Aussparungen in den Mühlsteinen oder auch aus der Sphragistik bekannt (Abb. 20). Auch die Gimbsheimer Mühlsteine wurden – entgegen der Deutung in der Fundvorlage – wohl von einer vierflügeligen Mühlhau

◁ Abb. 14: Rekonstruktion des karolingischen Mühlrads aus dem Rotbachtal.

△ Abb. 15 und 16: Das hochmittelalterliche Kammrad von St. Giles in Reading.

32 Fischer 2004, 43 f. Abb. 31–36.

33 Liebert 2015, 178–201.

34 Berthier/Benoit 2003, 8.

35 Issleib 1955, 69.

36 Rüniger 2013, 197.

37 Lund 2001, 111.

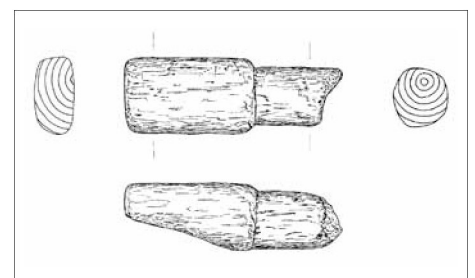
38 Watts 2002, 95 Abb. 40 f.

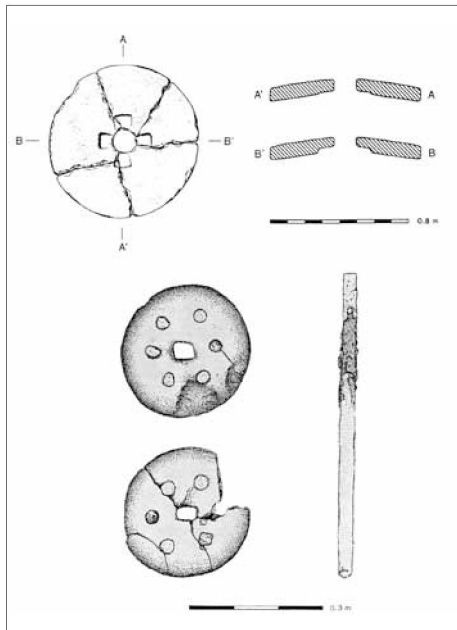
39 Fischer 2004, 62 f. Abb. 72.

40 Höckmann 1994, 196 f. Abb. 5.

41 Hinz 1969, Taf. 43, 2.

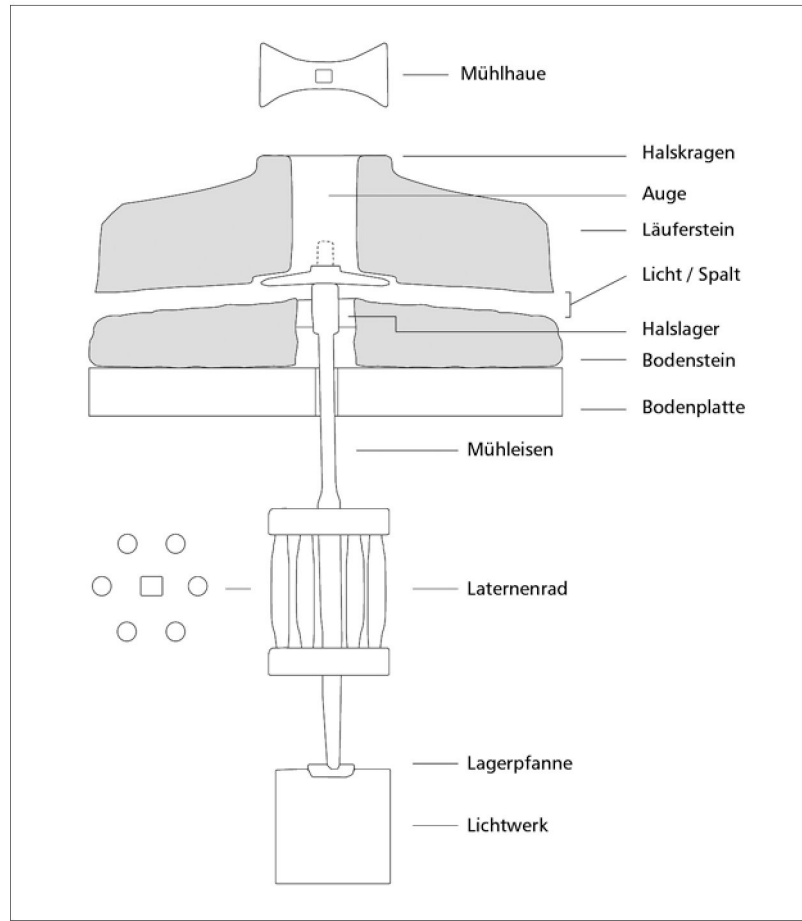
Abb. 17: Kammern mit Abnutzungsspuren aus Vejerslev.





△ Abb. 18: Teile der Laterne, Mühleisen und Mühlsteine der karolingischen Schiffmühle von Gimbsheim.

▷ Abb. 19: Aufbau des Mahlwerks nach karolingischen Funden.



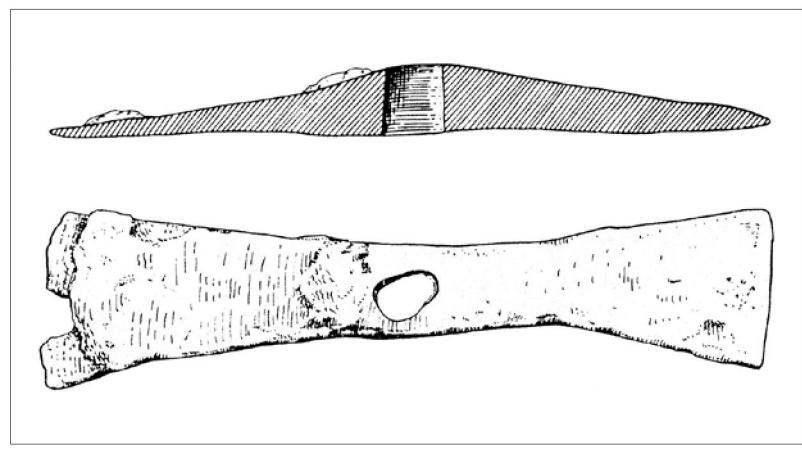
getragen (Abb. 18). Das Thema Mühlsteine soll an dieser Stelle ansonsten ausgespart bleiben; mit den jüngeren Fundvorlagen von Abbaustellen und Einsatzstellen werden aber die regionalen, auch durch die genutzten Steinarten verursachten Unterschiede deutlich.⁴²

Sowohl der Wellbaum als auch das Mühleisen mussten auf Achslagern aus widerstandsfähigem Material rotieren, meist aus Stein. Durch die Beanspruchung haben sich hier jeweils deutliche Abnutzungen in Form von Rotationsrillen eingearbeitet. Wie sich aus den Eintiefungen in den Achslagern aus dem Elfggen ablesen ließ, lagerten darin die beidseitigen Zapfen der horizontalen Achse mit 14–15 cm Durchmesser.⁴³ Zur Ertüchtigung können entweder Metallbänder um die hölzernen Zapfen gelegt gewesen sein, oder es war wie im dänischen Brokholm Sø direkt ein eiserner Achszapfen von 2,5–3,5 cm Durchmesser in die Welle eingetrieben worden,⁴⁴ was in etwa dem durchschnittlichen Durchmesser von 5,5 cm der

42 Exemplarisch zum Abbau jüngst Czysz 2014.
43 Berthold 2010, 200.
44 Lund 2001, 96.

▽ Abb. 20: Darstellung eines Mühlsteins im Siegel der Stadt Hameln von 1418.

▷ Abb. 21: Eiserne Mühlhau aus Bergheim.



horizontalen Achslager aus Tovstrup entspricht, der naturgemäß über der Größe des Zapfens liegt.⁴⁵ Das untere Ende des senkrechten Mühleisens verursachte statt einer länglich gerundeten eine punktuell kreisrunde Eintiefung, die in Tovstrup zum Zerbrechen des Steins führte (Abb. 22).⁴⁶

Statt die Bandbreite von Mühlengebäuden vorzustellen, sollen hier einige Besonderheiten genannt werden: Sie können sehr klein sein und sind den Gegebenheiten des problematischen Baugrunds unmittelbar neben einem Fließgewässer angepasst. Die Komplexität sich ablösender Bauspuren über zwölf Bauphasen zwischen dem 6. und 12. Jahrhundert sowie die dem Untergrund angepasste Substruktion – und somit auch Erhaltung – wird in Großhöbing deutlich, wohin an dieser Stelle nur verwiesen werden soll.⁴⁷ In der Größe beschränken sich die frühen Mühlen vielfach auf ein Minimum. Als Einraummühlen liegen sie wie im bayerischen Dasing (Abb. 6) zu Beginn unter 10 m² Größe⁴⁸ und umfassen damit allein die Mühlentechnik und ein wenig Stauraum. Aber auch gängige Größen von 20 bis 40 m² anderer Mühlen haben wohl kaum weitere Funktionen als die Müllerei beherbergt (Abb. 23 und 24). Die Mühlen waren also zunächst – sicher auch bedingt durch die siedlungsungünstige Lage – eher abseits gelegene Nebengebäude mit spezialisierter Funktion. In der Anlage in Tovstrup, die bis ins 16. Jahrhundert bestand, haben wir hingegen einen größeren Bau mit etwa 130 m² Grundfläche vor uns, in



Abb. 22: Gebrochenes steinernes Achslager einer senkrechten Achse aus Tovstrup.

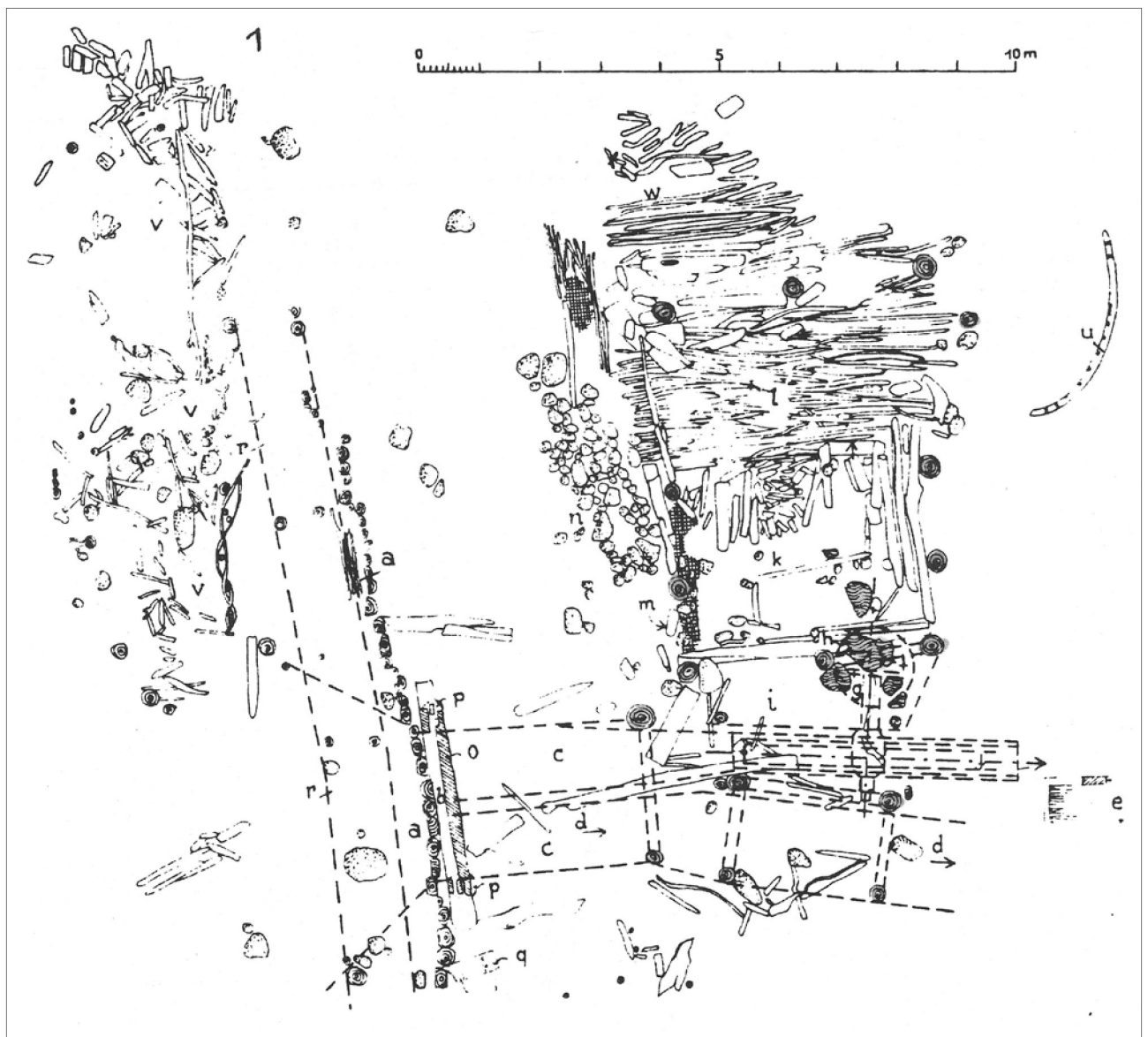
45 Fischer 2004, 47.

46 Fischer 2004, Abb. 41.

47 Liebert 2015.

48 Czysz 1998, 16.

Abb. 23: Grundriss der spätmittelalterlichen Wassermühle von Ahrensfelde.



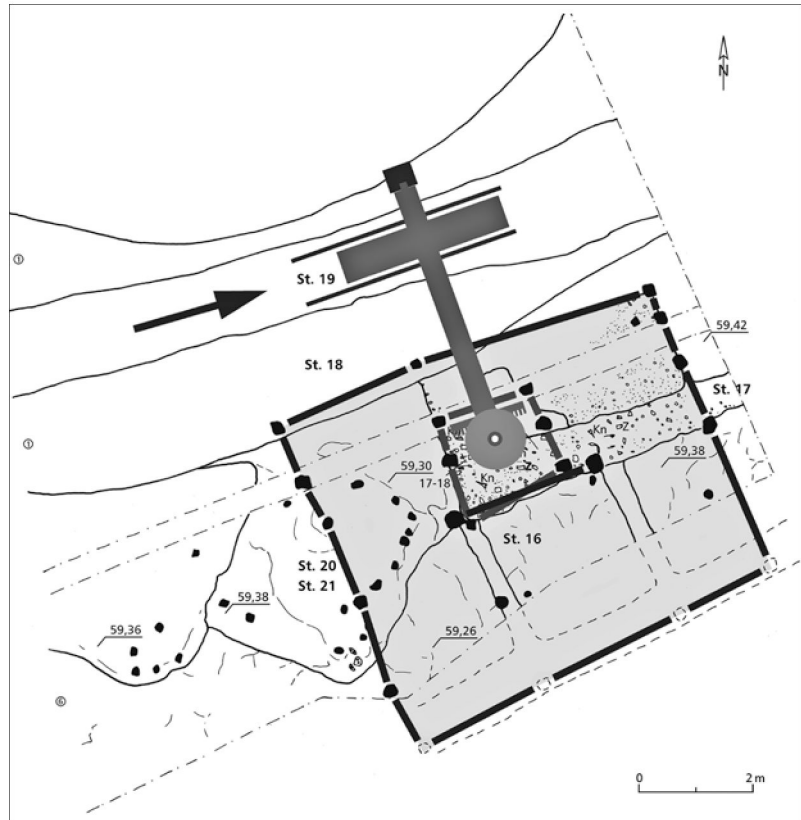


Abb. 24: Grundrissrekonstruktion der hochmittelalterlichen Wassermühle von Elfgen

dem wohl auch gewohnt und gewirtschaftet wurde. Der feuchte und weiche Baugrund bei gleichzeitiger Gefährdung durch Unterspülungen führte in aller Regel zu einer angemessenen Gründung häufig in Form von angespitzten Pfählen oder Rahmenkonstruktionen, wie sie für das Bauen am Wasser auch in anderen Zusammenhängen bekannt sind. Dies gilt nicht nur für das umhausende eigentliche Gebäude, sondern auch für eine stärker belastete und daher oft eigenständig fundamentierte Konstruktion im Inneren, dem sogenannten Mülgerüst. Hierauf war nicht nur das Mahlwerk gelagert, sondern die gesamte Mülentechnik, die durch ihr Gewicht und die Vibration erhöhte Ansprüche an die Statik stellte. Mehrfach zeichnet sich auf der dem Gerinne zugewandten Seite des Grundrisses ein Geviert aus Pfählen ab, so etwa in Elfgen mit sechs Pfählen auf 2×2 m (Abb. 24);⁴⁹ ähnlich sind wohl auch entsprechende Binnenhölzer in Dasing (Abb. 6) und Lille Drenderup zu deuten.

49 Berthold 2010, 212.

Aussicht für die Forschung

Mit der sich stetig verbessernden Publikationslage werden fundplatzübergreifende Arbeiten wie die vorliegende stärker auf Einzelaspekte wie technologische Entwicklungen, regionale Eigenheiten, Anpassungen an spezielle Standortbedingungen und qualitative Unterschiede aufgrund von unterschiedlichen Eigentümern eingehen können. Es ist auch zu hoffen, dass durch eine verstärkte Beachtung von Bodeneingriffen in Talauen mehr Mühlenbefunde erfasst werden und Mühlen durch die Vorlage von Funden und Befunden als ehemals sehr präsenten Element der Kulturlandschaft auch in der Forschung den ihnen gebührenden Platz erhalten.

Dr. Jens Berthold
 Kommunalarchäologie Schaumburger Landschaft
 Schloßplatz 5, D-31675 Bückeburg
 berthold@schaumburgerlandschaft.de

- Astill, Grenville G: A medieval industrial complex and its landscape: the metalworking watermills and workshops of Bordesley Abbey. Bordesley Abbey III (CBA Research Report 92). York 1993.
- Bedwin, Owen: The excavation of Batsford Mill, Warbleton, East Sussex, 1978; in: *Medieval archaeology* 24, 1980, 187–201.
- Berthold, Jens: Eine hochmittelalterliche Wassermühle in Elfgem – Befunde, Funde, Rekonstruktion. Mit einem Beitrag von Jutta Meurers-Balke und Silke Schamuhn; in: *Bonner Jahrbücher des Rheinischen Landesmuseums in Bonn und des Rheinischen Amtes für Bodendenkmalpflege im Landschaftsverband Rheinland und des Vereins von Altertumsfreunden im Rheinland* 208, 2008 (2010), 173–236.
- Berthold, Jens: Mühlen im Befund – Eine Übersicht zu archäologischen Erscheinungsformen von Wassermühlen; in: Maříková, Martina/Zschieschang, Christian (Hrsg.): *Wassermühlen und Wassernutzung im mittelalterlichen Ostmitteleuropa* (Forschungen zur Geschichte und Kultur des östlichen Mitteleuropa 50). Stuttgart 2015, 235–268.
- Berthold, Jens: Das Elsbachtal im Mittelalter und in der frühen Neuzeit. *Archäologie einer Kulturlandschaft*. Im Druck.
- Berthier, Karine/Benoît, Paul: Les moulins hydrauliques de l'Antiquité à la fin du moyen age en France d'après les données archéologiques; in: *Zeitschrift für Archäologie des Mittelalters* 31, 2003, 3–10.
- Bischof, Dieter: Die Öl-Mühle des Franz Köchel vor Bremens Toren; in: *Archäologie im 19. und 20. Jahrhundert* (Mitteilungen der Deutschen Gesellschaft für Archäologie des Mittelalters und der Neuzeit 28). Paderborn 2015, 47–52.
- Clemens, Lukas: Technologietransfer oder Innovation? Kelter- und Mühlentechnologie in Antike und Mittelalter; in: *Zeitschrift für Archäologie des Mittelalters* 34, 2006, 25–32.
- Czys, Wolfgang: Die ältesten Wassermühlen. *Archäologische Entdeckungen im Paartal bei Dasing*. Thierhaupten 1998.
- Czys, Wolfgang: *Mittelalterliche Mühlsteinbrüche im bayerischen Inntal*. Friedberg 2014.
- Fischer, Christian: *Tidlige danske vandmøller: to middelalderlige vandmøller ved Tovstrup og Vejerslev* (Jysk Arkæologisk Selskabs Skrifter 50). Silkeborg 2004.
- Gräf, Daniela: Boat mills in Europe from early medieval to modern times (Veröffentlichungen des Landesamtes für Archäologie mit Landesmuseum für Vorgeschichte 51; *Bibliotheca Molinologica* 19). Dresden 2006.
- Hinz, Hermann: *Kreis Bergheim* (Archäologische Funde und Denkmäler des Rheinlandes 2). Düsseldorf 1969.
- Höckmann, Olaf: Eine Schiffsmühle aus den Jahren um 760 n. Chr. in Gimbsheim, Kr. Alzey-Worms; in: *Mainzer Archäologische Zeitschrift* 1, 1994, 191–209.
- Höckmann, Olaf: Eine Schiffsmühle aus Gimbsheim (Kreis Alzey-Worms); in: *Die Franken – Wegbereiter Europas. Vor 1500 Jahren: König Chlodwig und seine Erben*, 2 Bde. Ausst.-Kat. Mannheim. Mainz 1996, 786–788.
- Holt, Richard A.: *The mills of medieval England*. Oxford 1988.
- Issleib, Hugo: Die Betriebsanlage der alten Wassermühle am Ahrensfelder Teich; in: *Hammaburg. Vor- und Frühgeschichte aus dem niederelbischen Raum* 4, 1953–55 (1955), 68–70.
- Kalis, Arie J./Meurers-Balke, Jutta/Schamuhn, Silke/Tegtmeier, Ursula: Archäobotanik zur spätmittelalterlichen Wasserwirtschaft im Elsbachtal; in: *Braunkohlenarchäologie im Rheinland. Entwicklung von Kultur, Umwelt und Landschaft* (Materialien zur Bodendenkmalpflege im Rheinland 21). Weilerswist 2010, 175–179.
- Kellermann, Volkmar: Die Ausgrabung der mittelalterlichen Wassermühle von Ahrensfelde; in: *Hammaburg. Vor- und Frühgeschichte aus dem niederelbischen Raum* 4, 1953–55, 1955, 65–67.
- Keussen, Herrmann: *Topographie der Stadt Köln im Mittelalter*, 3 Bde. Bonn 1910.
- Kranz, Horst: Die Kölner Rheinmühlen, 1: Untersuchungen zum Mühlenschrein, zu den Eigentümern und zur Technik der Schiffsmühlen (Aachener Studien zur älteren Energiegeschichte 1). Aachen 1991.
- Kreiner, Ralf: Die vorindustrielle Turbinenmühle: Eine angepasste und ressourcenschonende Technik; in: Reith, Reinhold/Schmidt, Dorothea (Hrsg.): *Kleine Betriebe – angepasste Technologie? Hoffnungen, Erfahrungen und Ernüchterungen aus sozial- und technikhistorischer Sicht* (Cottbuser Studien zur Geschichte von Technik, Arbeit und Umwelt 18). Münster 2002, 17–40.
- Kristensen, Tenna R.: En middelalderlig vandmølle ved Lille Drenderup; in: *Vejle Amts årbog* 2004, 22–35.
- Leveau, Philippe: The Barbegal water mill in its environment. *Archaeologie and the economic and social history of antiquity*; in: *Journal of Roman Archaeology* 9, 1996, 137–153.
- Liebert, Thomas: *Frühmittelalterliche Wassermühlen und Wasserbauwerke im Schwarzwald bei Großhöbing*, 2 Bde. (Materialhefte zur bayerischen Archäologie 101). Lassleben 2015.
- Lohrmann, Dietrich: Von der östlichen zur westlichen Windmühle; in: *Archiv für Kulturgeschichte* 77, 1995, 1–30.
- Lorquet, Philippe: Découverte d'un moulin carolingien à Belle-Eglise, „Le Pré des Paillards“ (Oise); in: *Revue archéologique de Picardie* 3/4, 1994, 51–57.
- Lund, J. B.: *Tidlige danske møller – Middelalderens mølleteknologi i arkæologisk belysning* (Nyhedsbrevets ph.d.-afhandling og specialer N.F. 13). Højbjerg 2001.
- Mangartz, Fritz: Die byzantinische Steinsäge von Ephesos. Baubefund, Rekonstruktion, Architekturteile (Römisch-Germanisches Zentralmuseum, Monographien 86). Mainz 2010.
- Maříková, Martina/Zschieschang, Christian (Hrsg.): *Wassermühlen und Wassernutzung im mittelalterlichen Ostmitteleuropa* (Forschungen zur Geschichte und Kultur des östlichen Mitteleuropa 50). Stuttgart 2015.
- McErlean, Thomas/Crothers, Norman: *Harnessing the tides: the early medieval tide mills at Nendrum Monastery, Strangford Lough* (Northern Ireland archaeological monographs 7). Norwich 2007.

- Moog, Bertold: The horizontal watermill: history and technique of the first prime mover (Bibliotheca molinologica 12). Watford 1994.
- Neyses, Adolf: Die Getreidemühlen beim römischen Land- und Weingut von Löslich (Kr. Bernkastel-Wittlich); in: Trierer Zeitschrift 46, 1983, 209–221.
- Rahtz, Philip Arthur: Medieval Milling; in: Crossley, David Wyatt (Hrsg.): Medieval Industry (CBA Research Report 40). London 1981, 1–15.
- Rahtz, Philip Arthur/Meeson, Robert: An Anglo-Saxon watermill at Tamworth: excavations in the Bolebridge Street area of Tamworth, Staffordshire, in 1971 and 1978 (CBA Research Report 83). London 1992.
- Röder, Josef/Röder, Gertrud: Die antike Turbinenmühle in Chemtou; in: Rakob, Friedrich: Die Steinbrüche und die antike Stadt (Simitthus 1). Mainz 1993, 95–102.
- Rünger, Torsten: Zwei Wassermühlen der Karolingerzeit im Rotbachtal bei Niederberg. Mit einem Beitrag von Jutta Meurers-Balke und Silke Schamuhn; in: Bonner Jahrbücher 212, 2012 (2013) 167–226.
- Rynne, Colin: The introduction of the vertical watermill into Ireland: some recent archaeological evidence; in: Medieval Archaeology 33, 1989, 21–31.
- Rynne, Colin: Waterpower in Medieval Ireland; in: Squatriti 2000, 1–50.
- Schucany, Caty/Winet, Ines/Deschler-Erb, Eckhard: Schmiede – Heiligtum – Wassermühle. Cham-Hagendorn (Kanton Zug) in römischer Zeit. Grabungen 1944/45 und 2003/04 (Antiqua 52). Basel 2014.
- Spain, R. J.: Romano-British watermills; in: Archaeologia Cantiana 100, 1984, 101–128.
- Squatriti, Paolo (Hrsg.): Working with water in medieval Europe. Technology and resource use (Technology and change in history 3). Leiden 2000.
- Steensberg, Axel: En skvatmølle i Ljørring; in: Kuml. Årbog for Jysk Arkæologisk Selskab 1959, 130–145.
- Tutlies, Petra: Eine karolingische Wassermühle im Rotbachtal; in: Archäologie im Rheinland 2005. Stuttgart 2006, 106–108.
- Watts, Martin: The archaeology of mills and milling. Stroud 2002.
- Wikander, Örjan (Hrsg.): Handbook of ancient water technology (Technology and change in history 2). Leiden 2000.
- Williams, David (Hrsg.): Bread for the people: the archaeology of mills and milling. Proceedings of a colloquium held in the British School at Rome 4th–7th November 2009 (BAR International Series 2274; Series in archaeology 3). Oxford 2011.

Abbildungsnachweis

- Abbildung 1: Berthold 2015, Abb. 3
- Abbildung 2: nach Holt 1988, Frontumschlag; Cambridge University Library MS. Ee. 2.3, fol. 130
- Abbildung 3: Rahtz 1981, Abb. 6.3
- Abbildung 4: Höckmann 1996, Kat. X.60
- Abbildung 5: © Northern Ireland Environment Agency
- Abbildung 6: Czysz 1998, Abb. S. 21
- Abbildung 7: Kristensen 2004, Abb. 11
- Abbildung 8: Berthold 2015, Abb. 2
- Abbildung 9: Steensberg 1959, Abb. 3
- Abbildung 10: Astill 1993, Abb. 37
- Abbildung 11: Bedwin 1980, Abb. 8
- Abbildung 12: Tutlies 2006, Abb. 94
- Abbildung 13: Fischer 2004, Abb. 31, 33, 34 und 36
- Abbildung 14: Rünger 2013, 27
- Abbildung 15 und 16: Watts 2002, 40f.
- Abbildung 17: Fischer 2004, Abb. 72
- Abbildung 18: nach Höckmann 1994, Abb. 5.2–5
- Abbildung 19: Rünger 2013, Abb. 22
- Abbildung 20: Stadtarchiv Hameln
- Abbildung 21: Hinz 1969, Taf. 43
- Abbildung 22: Fischer 2004, Abb. 41
- Abbildung 23: Kellermann 1955, Taf. 24
- Abbildung 24: Berthold 2010, Abb. 24