

Neubau des Wasserrads für den Mahlgang der Mühle aus Unterschlausersbach

Juliane Sander

Die Mühle aus Unterschlausersbach...

Anfang des Jahres wurde das Wasserrad des Mahlgangs in der Mühle aus Unterschlausersbach erneuert, weil der Radkranz im vergangenen Sommer gebrochen war. Die Mühle, deren Name im Museum Bezug auf ihren Herkunftsort Unterschlausersbach in der Gemeinde Großhabersdorf im Landkreis Fürth nimmt, wurde 1576 erbaut und 1601 an der nördlichen Giebelseite erweitert. Dadurch wurde die Größe des Mühlraums verdoppelt, so dass statt zwei nun vier Mahlgänge Platz fanden.

Der Abbau in Unterschlausersbach geschah 1981, der Wiederaufbau im Freilandmuseum erfolgte unmittelbar anschließend und war 1984 abgeschlossen. Beim Abbau 1981 besaß die Mühle bereits eine industriezeitliche Technikausstattung: Das metallene Wasserrad von 1895 war 1924 durch eine Turbine ersetzt worden. Von den einst hölzernen Rädern ist keines erhalten. Auch Pläne oder historische Abbildungen des Anwesens, auf denen die Mühlräder zumindest zu sehen wären, liegen nicht vor.¹

...im Fränkischen Freilandmuseum

Der im Museum gezeigte Zustand des Gebäudes zeigt das 16. bis 18. Jahrhundert mit entsprechend rekonstruierter Mühlechnik. Basis für die Rekonstruktion war die aus der Weidenmühle bei Pommelsbrunn (Ldk. Nürnberger Land) übernommene Bied mit Wellbaum, Kammrad, Stockgetriebe und Mühleisen.² Somit befindet sich in der Mühle eine bis ins 19. Jahrhundert allgemein übliche technische Ausstattung. In dieser Form ist sie generell schon im 16. / 17. Jahrhundert nachweisbar, folglich auch zur Bauzeit der Mühle vorstellbar.

Hölzerne Wasserräder für das Museum

Die beiden hölzernen Räder, die das Getreidemahlwerk im Museum antreiben, wurden 1984 von Karl Neumeyer, der damals als Wagner am Museum beschäftigt war, gebaut. Mangels Vorlage erarbeitete und konstruierte er auf der Basis



Der gebrochene Radkranz des
Wasserrads im Sommer 2018
Juliane Sander



Die Rekonstruktion der
früheren technischen
Ausstattung in der Mühle aus
Unterschluersbach: Blick auf
die drei Mahlgänge.
Frank Boxler



Karl Neumeyer beim Einbau des von ihm konstruierten Mührads im Mai 1995.
Norman Schärferberg

von Fachliteratur und aufgrund seiner langjährigen Berufserfahrung zur Mührtechnik passende Wasserräder. 1995 erneuerte er das in diesem Frühjahr ersetzte Rad – somit tat es 23 Jahre seinen Dienst! Das entspricht der durchschnittlichen Lebensdauer historischer Räder aus Lärchen-, Kiefern- oder Eichenholz.³

Hilfsmittel wie beispielsweise ein Zirkel zum Anreiben der Einsätze für die Kammern, den Karl Neumeyer damals entwickelte, fanden auch für das in diesem Jahr erneuerte Rad wieder Verwendung. Mit dem aktuellen Neubau waren die Zimmerer Reinhold Meyer und Andreas

May sowie die beiden Auszubildenden Leon Söllner und Ranjana Epp betraut. Indem die Zimmerer unseres Bauhofs ihr Wissen und Können nicht nur umgesetzt haben, sondern auch an die nächste Generation weitergaben, leisteten sie einen bedeutenden Beitrag zum Erhalt alten Handwerks und zur Tradierung von dessen Geschichte. Die Herstellung von Wasserrädern ist eine höchst aufwendige und anspruchsvolle Arbeit, bei der große Akkuratess erforderlich ist und die Teile dicht miteinander verbunden werden müssen. Der Bau geschieht in verschiedenen Schritten in der Werkstatt und auf der Baustelle selbst.

Wer baute früher die Wasserräder?

Einst oblag das Bauen der Wasserräder den Müllern selbst: Sie waren die ausgebildeten Spezialisten, die sich mit der Technik auskannten – umfasst doch seit der Nutzung naturkraftbetriebener Mühlen der Beruf des Müllers traditionell neben der eigentlichen Tätigkeit des Mahlens auch die Kenntnis der Mührtechnik. Der Müller konnte somit seine Mühle nicht nur instand halten, sondern auch

selbst errichten. Hierzu benötigte er Fertigkeiten im Holzbau sowie die Kenntnisse eines Zimmermanns. Er wusste um die optimale Anlage von Wasserrädern, konnte Getriebe mit ihren Zahnradern berechnen und kannte sich mit der Einrichtung des Mahlgangs aus.⁴

Müller und Mühlenbauer

In der Neuzeit (ab ca. 1500) wurde die Mühltechnik immer komplizierter, die Maschinen aufwendiger und die Anzahl der Mühlen nahm zu. Der Mühlenbauer musste sich spezialisieren. Sein Beruf entwickelte sich aus dem des Müllers. Trotz der engen Bindung ist er aber als Berufsgruppe mit eigener Geschichte, eigenen Erfahrungen, Kenntnissen und Fähigkeiten zu sehen.

Der Beruf des Müllers in seiner ursprünglichen Form ist fast vergessen und der des Mühlenbauers existiert nicht mehr – es ist uns nicht mehr bewusst, dass beide letztlich die Vorläufer des modernen Ingenieurs waren, da sie mit den frühesten Formen der Technik und des Maschinenbaus zu tun hatten, die unbestritten im traditionellen Mühlenbau zu finden sind.⁵

Das Wasserrad ist overschlächtigt

Das Wasserrad ist die Antriebsmaschine der Mühle. Es setzt die Kraft des Wassers in eine Drehbewegung um. Ein Übersetzungsmechanismus mit Getriebe gibt die Kraft der Bewegung auf die Arbeitsmaschine, also auf das Mahlwerk weiter. Es gibt verschiedene Typen von Wasserrädern: Sie unterscheiden sich in ihrer Bauart und Konstruktion, bedingt durch die Situation ihres Wassereinflusses, ihrer Wirkungsweise und ihres optimalen Einsatzbereiches. Seit der Antike werden sie zum Mühlenantrieb benutzt.⁶

Unser Mühlrad ist ein „overschlächtiges“ Wasserrad – „schlächtigt“ kommt vom „Aufschlagen“ des Wassers auf die Schaufeln.⁷ Overschlächte Wasserräder sind Formen sogenannter „Kranzräder“. Diese bestehen immer aus zwei Radkränzen mit dazwischenliegenden Schaufeln oder Kammern verschiedener Formen.

Mit Hilfe einer schmalen hölzernen Zulaufrinne wird das Wasser kurz vor oder hinter dem Scheitel des Rades von oben in die Kammern geleitet. Das Gewicht der Flüssigkeit bzw. die Schwerkraft streben nach unten und bewirken die Drehung. Somit wird verhältnismäßig verlustarm viel Wasser aufgefangen und kann lange gehalten werden, so dass es durch sein Gewicht und seine Aufschlagkraft aus der Fallhöhe das Rad bewegt und erst im unteren Bereich der Drehung wieder austritt.⁸

Wasser aus dem Mühlteich

Der Fall des Wassers kann eine Höhe von drei bis zehn Metern haben, dabei gilt: Je höher der Fall, desto geringer kann die Wassermenge bei gleicher Leistung sein. Daher werden überschlächtige Wasserräder vor allem an kleinen, aber gefällreichen Bächen in Gebirgsgegenden eingesetzt.

Oft sind gerade für die überschlächtigen Räder Wasserleiteinrichtungen nötig, die erst das Wasser auf das Rad bringen müssen, wenn es nicht unter einem natürlichen Wasserfall steht. Üblich ist dann das „Überlaufgerinne“, bei dem eine schmale, aufgeständerte Holzrinne einen künstlichen Fall herstellt. Nicht selten muss für solche Situationen – wie es auch bei unserer „Unterschlaubacher Mühle“ der Fall ist, das Wasser erst über einen eigens aufgestauten Mühlteich auf das entsprechende Niveau gebracht werden.⁹

Dokumentation im digitalen Bautagebuch

Der Neubau des Wasserrads ist in einem sogenannten „Bautagebuch“ mit Bildern und Beschreibungen auf der Homepage des Freilandmuseums dokumentiert, zu finden im Bereich „Forschung“ in der Rubrik „aktuelle Projekte“.¹⁰ Im Folgenden werden daher der Neubau und anschließende Einbau nur kurz, im Wesentlichen anhand von Bildern skizziert. An dieser Stelle danke ich meinen Kollegen Reinhold Meyer (Zimmerer), Andreas May (Zimmerer), Leon Söllner (Auszubildender im Zimmererhandwerk, 3. Lehrjahr), Erich Reeg (Zimmerer), Claus Erk und meiner Kollegin Ranjana Epp (Auszubildende im Zimmererhandwerk, 2. Lehrjahr) ganz herzlich für die sachkundige Unterstützung, tolle Zusammenarbeit und für die Mitarbeit bei der Erstellung des Bautagebuchs. Leon Söllner stellte seine Fotos sowohl für das Bautagebuch als auch für diesen Beitrag zur Verfügung und erstellte einen Kurzfilm zum Aufbau des Mühlrads an der Mühle, der neben dem Bautagebuch auf der Homepage des Museums anzuschauen ist.

Fertigung und Vorbereitung der Radelemente in der Abbundhalle

Mit dem Ausbau des defekten Wasserrads Anfang Januar 2019 begann der Neubau. Das Rad wurde in Einzelteilen abgebaut und für die Zeit der Neuanfertigung in der Abbundhalle des Bauhofs eingelagert – sie dienten als Maß- und Konstruktionsvorlage für das neue Rad.



Die Einzelteile des alten Wasserrades in der Abbundhalle. Hier werden die verschiedenen Elemente des neuen Rades ausgearbeitet, zusammen gepasst und für den Aufbau gekennzeichnet. Die Ausarbeitung erfolgt mit Handwerkzeugen, großen Handmaschinen und stationären Maschinen. *Juliane Sander*



Abb. 5
Aus Lärchenholzbohlen¹¹ werden die Segmente für die beiden Radkränze zugeschnitten. Eine Schablone dient als Vorlage. Für jeden, den inneren und den äußeren Radkranz werden insgesamt 18 Segmentbögen gefertigt. *Ute Rauschenbach*



Ein Radkranz besteht aus zwei übereinander lagernden Felgen. Eine Felge wird von neun Segmenten gebildet. Nach dem Ausarbeiten aller 18 Segmente werden sie auf dem Lehrgerüst zusammengepasst. Dabei handelt es sich um eine Hilfskonstruktion, die zur Festigung und Formgebung der Neuanfertigung dient. Mit einem Zirkel, der die Form einer Kammer abbildet, werden auf der Felge 36 Schaufeln in gleichmäßigen Abständen zueinander angebracht, anschließend maximal 25 Millimeter eingestemmt.
Juliane Sander



Der erste, innere Radkranz mit den eingestemten Feldern. In diese werden die Löcher für die Zapfen der Schaufelhölzer gebohrt.
Juliane Sander.



Neben den eingestemten Feldern mit Zapfenlöchern für die Schaufelhölzer liegen die Löcher für die Holznägel. Durch sie werden die beiden Felgen eines Radkranzes zusätzlich zusammengehalten. Ihr Durchmesser beträgt 18 Millimeter.
Juliane Sander

Es folgt die Fertigung der insgesamt 72 Schaufelhölzer für die Kammern. Die an den Kanten der Hölzer ausgearbeiteten Zapfen (Durchmesser 35 Millimeter) sind die Verbindungen mit den Felgen. Die Länge der Zapfen entspricht der Dicke eines Radkränzes. So fixieren sie die beiden übereinander lagernden Felgen der Radkränze. Die Einzelteile erhalten eine Nummerierung, damit sie beim Aufbau des fertigen Mühlrades an der Mühle genau zugeordnet werden können. *Juliane Sander*



Eine Schaufel besteht aus zwei Hölzern, die in einem bestimmten Winkel zueinander stehen: Das innere, in Richtung Wasserradwelle weisende Holz nennt man „Riegelschaufel“, das äußere Teil „Setzschaufel“.¹² *Leon Söllner*

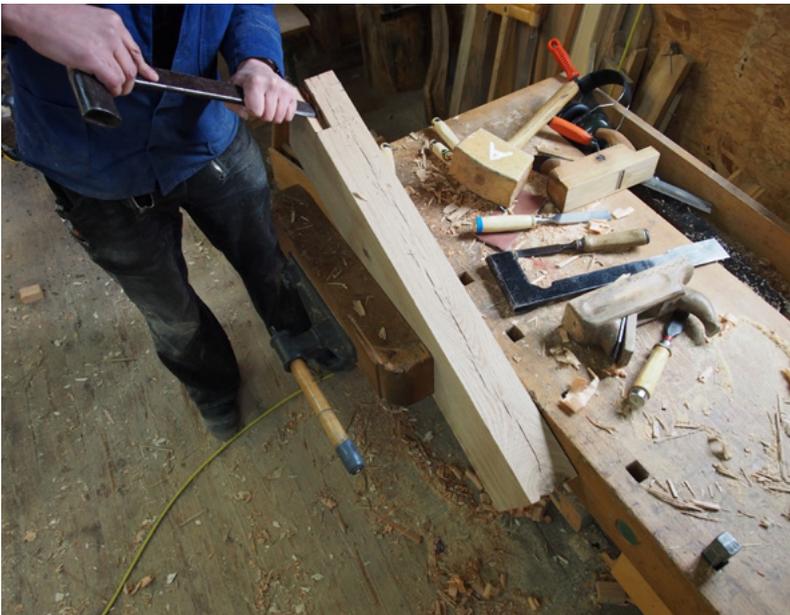




Komplexe Verhältnisse

So einfach diese Bauart erscheint, so vielfältig sind die Bedingungen, die erfüllt werden müssen, um dem Wasserrad einen hohen Wirkungsgrad zu verleihen: Die Neigung der Setzschaufel muss so gewählt werden, dass ein ungehinderter Wassereintritt möglich ist. Andererseits muss die Schaufel das Wasser so lange wie möglich halten und erst in der Nähe des tiefsten Punkts des Wasserrads abgeben. Zudem soll möglichst kein Wasser außen auf die Setzschaufelwand treffen und nach allen Richtungen abprallen. Dies würde den Wirkungsgrad entscheidend mindern.¹³

Der Fertigstellung des zweiten äußeren Radkranzes folgt das Zurichten der Kopfhölzer. Mittels Schwalbenschwanzverbindung¹⁴ sind sie mit den Radkranzen verbunden.
Ute Rauschenbach, Juliane Sander





Die Kopfhölzer tragen die Felgen und sitzen jeweils quer auf den beiden Enden der drei Speichen. *Leon Söllner*



Das Rad ist auf dem Lehrgerüst grob zusammengesteckt: Jeweils zwei Felgenringe bilden einen Radkranz. Zwischen den beiden Radkränzen sind die Setzschaufeln eingepasst. Die Kopfhölzer sind mit Verzapfungen versehen und sitzen an den Positionen, wo später die Speichen eingepasst werden. *Juliane Sander*



Die drei Speichen sind mittig durch eine Überblattung¹⁵ ineinander verschränkt. Gleichzeitig verbindet sie die Speichen später beim Radaufbau mit dem Wellbaum, der Achse des Wasserrades. *Leon Söllner*





An jedem Ende der drei Speichen sitzt quer ein Kopfholz – die somit insgesamt sechs Kopfhölzer sind durch eine genau angepasste Verzapfung¹⁶ mit der jeweiligen Speiche verbunden.

Weil die Position der Verzapfung an den Kopfhölzern jeweils auf die Speichen ausgerichtet ist, erhält jede Speiche eine den Kopfhölzern entsprechende Nummer. Die Position der Verzapfung ist an vier Kopfhölzern seitlich versetzt. Eine Speiche sitzt genau mittig. *Leon Söllner*



Zum Schluss werden die Schaldbretter zur Auskleidung des Radinneren angebracht. Sie bilden den Boden der Kammern. *Leon Söllner*



Auf dem Grund lagert eine dicke Schlammschicht, die ausgehoben wird. *Juliane Sander*

Reinigung der Radstatt

Während das neue Rad in der Abbundhalle des Bauhofs Gestalt annimmt, besteht die Möglichkeit, vor seinem Einbau die Radstatt zu reinigen. Denn während der vergangenen Jahrzehnte hat sich eine feste Schicht aus Kalk, Sand, Steinchen und pflanzlichem Bewuchs auf den Wänden gebildet.



Aus dem Schlamm kamen einige Gegenstände zu Tage, die den Menschen einmal zum Gebrauch dienten. *Juliane Sander*

Einbau des neuen Rads



In der sauberen Radstatt beginnt der Einbau des neuen Rades mit dem Einsetzen der drei Speichen in den Wellbaum. Zunächst werden die Speichen ausgerichtet und ihr Sitz im Wellbaum justiert. Sie müssen genau mittig im Wellbaum sitzen, damit das Rad gleichmäßig läuft. Durch die Überblattung sind sie fest ineinander verschränkt. Das ist wichtig für den weiteren Aufbau, denn genau an diesem Punkt wird die Energie der Drehbewegung auf das Getriebe im Inneren der Mühle übertragen.
Juliane Sander, Leon Söllner



Dann werden sie mit kleinen Keilen fixiert. Später, wenn das Rad fertig aufgebaut ist, werden die kleinen Keile durch größere, festsitzende ausgetauscht. *Leon Söllner*



Erst wenn die Speichen im Wellbaum fixiert und aufeinander ausgerichtet sind, folgt das Aufsetzen der Kopfhölzer. Sie werden in die Waage gesetzt und in ihrer Position auf die Speiche und auf das gegenüberliegende Kopfholz ausgerichtet und durch kleine Keile fixiert. *Leon Söllner*



Mit eigens in der Schmiede des Bauhofs gefertigten Winkeln wird die Verbindung von Kopfholz und Speiche zusätzlich fixiert. *Leon Söllner*



Sobald alle Kopfhölzer eingepasst sind, beginnt das Aufsetzen der inneren Felge des ersten Radkranzes. *Leon Söllner*



Innere und äußere Felge werden komplett gesetzt, so dass der Radkranz fertig aufsitzt. Er bildet die Basis zum Einstecken der Schaufelhölzer und für den weiteren Aufbau. *Leon Söllner*



Den Bohrungen und Einstimmungen entsprechend werden die Riegel- und Setzschaufeln paarweise eingesetzt. Das Einsetzen erfolgt abschnittsweise, denn Segment für Segment werden unmittelbar die beiden Felgen des äußeren Radkranzes auf die Schaufelhölzer gesetzt. *Leon Söllner*



Ein Holzkeil, der jeweils in die Zapfen der Schaufelhölzer geschlagen wird, stabilisiert das Gefüge. Der Holzkeil wird in eine quer im Zapfen angelegte Fuge eingesetzt und festgeschlagen. *Leon Söllner*



Die Holznägel, durch diese werden die beiden Felgen zusätzlich zusammengehalten, stehen noch über die Fläche des Radkranzes hinaus. Sie werden abgesägt und an die Oberfläche angepasst damit sie mit ihr eine Fläche bilden. *Leon Söllner*



Nachdem der innere und der äußere Radkranz mit den dazwischen sitzenden Kammern aufgebaut sind, wird das Rad endgültig ausgerichtet, damit es gleichmäßig läuft, um eine Unwucht zu vermeiden. *Juliane Sander*





„Läuft es rund“, werden die Keile an den Speichen im Wellbaum auf eine Länge gestutzt, fest eingeschlagen und mit Nägeln fixiert. *Juliane Sander*



Riegel- und Setzschaukeln werden auf der Außenseite miteinander vernagelt, damit sie möglichst dicht bleiben. Die Nägel wurden in der Werkstatt des Bauhofs geschmiedet. *Juliane Sander*



Als letzte Elemente werden die Schalbretter auf der Innenseite des Radkranzes gesetzt. Sie bilden die Böden der Kammern. Jedes Brett wird vernagelt. *Leon Söllner*



Während des Einbaus der Schalbretter beginnt die mühselige Säuberung des bestehenden Schrotgang-Mühlrads: Mit verschiedenen Spachteln und Wasser gelingt es, den Belag abzulösen. Wie an den Wänden der Radstatt hat sich auch am Mühlrad eine millimeterdicke und feste Schicht aus Kalk, Staub und pflanzlichem Bewuchs gebildet. Sie sieht nicht nur ungepflegt aus, vor allem schadet sie dem Holz – beispielsweise fördert sie das Zersetzen. *Juliane Sander*



Zum Einsatz bereit!

Beide Mühlräder sind fertig – das eine neu, das andere sauber. Am 1. Mai 2019 wurde das Duo erstmals und erfolgreich in Betrieb genommen. Zum Auftakt der Saison wurden auch die Sicherheitsgeländer in der Radstatt und die Treppe zum Mühlteich erneuert. Die faszinierende Technik der Unterschluersbacher Mühle lädt wieder zum Verweilen ein!

Blick auf die Radstatt mit neuem Treppenaufgang zum Mühlweiher auf dem Museumshügel. *Juliane Sander*



Das neue und das gereinigte Mühlrad im Mai 2019. *Juliane Sander*

Anmerkungen

- 1 Konrad Bedal / Simon Kotter / Herbert May / Beate Partheymüller: Häuser aus Franken. Museumshandbuch für das Fränkische Freilandmuseum des Bezirks Mittelfranken in Bad Windsheim (= Schriften und Kataloge des Fränkischen Freilandmuseums des Bezirks Mittelfranken in Bad Windsheim, Band 84). 7., überarbeitete Auflage. Bad Windsheim 2019 [1982], S. 208.
- 2 Bied: Das meist hölzerne Mühlgewölbe, es trägt die Mahlgänge; Wellbaum: Die Achse des Wasserrades, er stellt die Verbindung ins Mühlinnere her, zum Getriebe, das die Bewegung und die Kraft des Rades auf den Mahlgang überträgt; Kammrad: Rad, auf dem seitlich kleine viereckige Kämmen sitzen, es gehört zum Getriebe und überträgt in einer Winkelübersetzung die liegende Drehung der Welle in die stehende des Mühleisens, dabei wandelt es die langsame Bewegung des Wasserrades in die Schnelle des Mahlgangs um; Stockgetriebe: Ein Kolben, in den das Kammrad greift, durch diesen führt das Mühleisen, an dessen Ende der Läuferstein des Mahlgangs befestigt ist und somit seine Drehung auf den Läuferstein überträgt. Vgl. Manfred Schuller (Hrsg.): Mühlen. Geschichte und Technik. Unveröffentlichtes Skript einer Seminarreihe an der Universität Bamberg im Fach Bauforschung und Baugeschichte im Wintersemester 1998/1999 und Sommersemester 1999. Bamberg 1999, S. 24, 41, 51; vgl. auch Bedal u. a. 2019, S. 208-214.
- 3 Bei der Dokumentation der Bauernmühlen im Schwarzwald ließen sich aus Lärche bestehende und mit großer Sorgfalt gefertigte Räder nachweisen, die bereits fünfzig Jahre in Betrieb waren. Vgl. Herbert Jüttemann: Bauernmühlen im Schwarzwald. Dokumentation und Restaurierung bäuerlicher Alltagstechnik (= Industriearchäologie in Baden-Württemberg, Band 1). Stuttgart 1990, S. 81-82.
- 4 Schuller 1999, S. 199.
- 5 Ebd.
- 6 Schuller 1999, S. 31-33.
- 7 Konrad Bedal: Mühle und Müller in Franken (= Schriften und Kataloge des Fränkischen Freilandmuseums, Band 15). 2., überarbeitete Auflage. Bad Windsheim 1992 [1984], S. 32.
- 8 Schuller 1999, S. 33-34; Jüttemann 1990, S. 69-85.
- 9 Schuller 1999, S. 34-35.
- 10 URL: <https://freilandmuseum.de/forschung/aktuelle-forschungsprojekte/neubau-des-muehlrads-der-muehle-aus-unterschlauersbach.html> [letzter Aufruf: 15.05.2019].
- 11 Die Mühlenbauer bevorzugten Lärchenholz, das möglichst reich an Harz sein sollte. In Gegenden, in denen Lärchen weniger vorkamen, wählten sie auch Eiche. Daneben gab es Räder aus Kiefer. Sollte ein Rad nicht so viel kosten, verwendete man Kiefer. Diese besaßen eine Lebensdauer von nur 10 Jahren. Vgl. Jüttemann 1990, S. 81.
- 12 Jüttemann 1990, S. 69.
- 13 Jüttemann 1990, S. 69-85.
- 14 Schwalbenschwanzverbindung: Verknüpfende Holzverbindung, bei der die Form des Spundes an die gegabelte Form eines Schwalbenschwanzes erinnert und formschlüssig eingepasst wird. Vgl. Werner Schnelle: Mühlenbau. Wasserräder und Windmühlen bewahren und erhalten. Berlin / Wien / Zürich² 2012 [1999], S. 13-14.
- 15 Überblattung: Überkreuzende Holzverbindung. Vgl. hierzu Konrad Bedal: Fachwerk vor 1600 in Franken. Eine Bestandsaufnahme (= Schriften und Kataloge des Fränkischen Freilandmuseums des Bezirks Mittelfranken in Bad Windsheim, Band 49; zugl. Neuauflage in der Reihe Hausforschung in Bayern, Band 2). Bad Windsheim 2006, S. 44-56.
- 16 Verzapfung: Verknüpfende Holzverbindung, bei der zwei aufeinanderstoßende Hölzer mittels Zapfen und Zapfenloch verbunden werden. Vgl. Schnelle 2012, S. 13-14.