

Sanierung des Wasserrades und Fluders der Hammerschmiede Pehn in A-3394 Aggsbach Dorf

Objektbeschreibung

Die Hammerschmiede verfügt über drei oberflächliche Wasserräder, die über ein Holzfluder (Gerinne) mit Wasser beschickt werden. Das Wasser wird über Klappen aus Eisen auf die Wasserräder geschickt. Die Klappen werden aus dem Schmiedegebäude über Hebelarme und Gestänge gesteuert.

Das erste Wasserrad in der Reihe, welches im Zuge dieses Projektes saniert wurde, treibt einen Schwanzhammer an. Die Räder Zwei und Drei wurden lediglich geringfügig ausgebessert und repariert und treiben einen Blasbalg beziehungsweise einen Schleifstein an.

Die Versorgung der Räder mit Wasser wird durch den oberhalb des Schmiedegebäudes befindlichen Speicherteich sichergestellt. Dieser Teich wird über eine Wehranlage vom Wolfsteinbach gespeist. Im Einlaufbereich der Wasserräder wurde ein Grobrechen und ein Feinrechen aus Eichenholz installiert, um Äste und Blätter aus dem Wasser herauszufiltern. Der Speicherteich verfügt über keinen separaten Überlauf, daher läuft auch bei Nichtbetrieb der Anlage das Wasser über das Fluder, durch den Mühlgraben zurück in den Aggsbach. Um den Speicherteich auch entleeren zu können, wurde der Schützenaufzug mit integrierter Klappensteuerung erneuert. Die Kanalsohle und Mauerarbeiten wurden durch den Bmst. Ing. Schnabl Andreas aus Melk durchgeführt.

Für die Planung und Umsetzung des Projektes war es notwendig ein genaues Aufmaß der Gegebenheiten zu erhalten. Daher wurde die Schmiede mit einem 3D-Laserscan von einer Fachfirma digital vermessen. Diesen Abmaß-Unterlagen liegt die Konstruktionsplanung der Holzelemente durch die Tischlerei Haneder zugrunde.

Im folgenden Bericht werden Fotos und Arbeitsschritte vom Abbau des Bestandes bis hin zur Fertigstellung des Projektes dargestellt und beschrieben.

Auf Anfrage ist der Fertigungsplan des Wasserrades und des gesamten Gerinnes verfügbar. Die unberechtigte Weitergabe der Pläne ist nicht gestattet.

Verfasser des Berichts:
DI Franz Haneder

Tischlerei Franz Haneder
Schwarzau 15
3925 Altmelon

Email: office@tischlerei-haneder.at
Telefon: 06805071069

Bestand Schützensaufzug, Speicherteich



Der Blick vom Einlaufkanal zum Schützensaufzug mit integrierter Klappensteuerung
Aufgrund von Auswaschungen am Holz entstand sehr hohe Undichtheit im Bereich der Klappe und der Führungsschienen.



Geöffneter Schützensaufzug
Aufgrund von massiver Korrosion der Metallteile, insbesondere der Gewindewelle, war ein selbst entwickeltes Werkzeug notwendig, um den Schützensaufzug überhaupt öffnen zu können. Das Werkzeug wurde fest mit dem Zahnrad verschraubt und mit einem etwa 3m langem Eisenrohr gedreht, sodass sich der Schütz öffnete.



Der Blick vom Speicherteich auf den Schützensaufzug
An den Betonfundamenten kann man noch die Befestigungshölzer des Rechens sehen.



Blick von oben auf den Schützensaufzug
Deutlich zu erkennen ist die starke Korrosion der Gewindewelle und angespültes Laub und Äste aufgrund des fehlenden Rechens.

Bestand Fluder und Wasserrad



Blick von oben auf das vermorschte Fluder (wasserführendes Gerinne)

Durch jahrelangen Still- und Trockenstand der Anlage hat sich das Holz zersetzt und bietet keine Tragfähigkeit mehr. Auch die Unterkonstruktionsbalken waren schon so stark angegriffen, sodass sie ersetzt werden mussten.



Blick auf den vorderen Bereich des Fluders über Wasserrad 1

Zum damaligen Zeitpunkt war das restliche Gerinne trockengelegt und das Überlaufwasser aus dem Speicherteich wurde über die erste Entsander- Klappe entleert. Das wiederum verursachte erhöhtes Spritzwasseraufkommen im Bereich der Unterkonstruktion des Fluders und des Wasserrades 1, welches den Abbauprozess des Holzes weiter gefördert hat.



Vorderer Auflagerbalken des Fluders

Deutlich ersichtlich ist der katastrophale Zustand der Holzelemente.



Anschluss der Fluderwand an den Beton

Die Fluderwand wurde stumpf mit Teer oder Bitumen an den Beton geklebt und aus diesem Grund über die Jahre undicht.



Blick auf den Anschluss von Wasserrad 1 auf das Grindel (=Achse)

Das Wasserrad wurde mit mehreren Schichten Brettern und Holztrümmern auf das Grindel aufgekeilt. Durch die Abnutzung im laufenden Betrieb und die Abbauschäden über die Standzeit des Rades, ist ein Großteil der Teile verschwunden.



Auflagersituation des Grindels

Nach genauerer Inspektion des ca. 9m langen Grindels wurde festgestellt, dass es ohne Weiteres weiterverwendet werden kann. Durch die große Dimension des Baumes sind die nötigen statischen Reserven vorhanden. Der Lagerzapfen zeigte mit der unteren Lagerschale starke Verschleißerscheinungen.



Vorderer Auflagerbalken des Fluders

Nach dem Abbau des Fluders wurden die Ausmaße der Schäden deutlich. Das Wasserrad wurde um 1980 zuletzt erneuert und zeigte aufgrund von Konstruktionsfehlern starke Beschädigungen. Die Hölzer wurden zu klein dimensioniert und nicht in sich schlüssig miteinander verbunden.



Blick von unten auf das Grindel und den Einlaufkanal

Hier ist das Überlaufwasser des Speicherteiches gut erkennbar. In den Eckbereichen des Kanals waren Risse, welche zu Undichtheiten führten. Außerdem lief das Wasser jahrelang über die Entsander-Klappe aus und traf auf den Betonabsatz, welcher auch als Balkenaufleger diente. Durch die unzureichende Wasserführung bildete sich unter der Kanalsohle eine Kaverne. Des Weiteren zeigt der Betonabsatz auch ein leichtes Gefälle zum Mühlengebäude hin. All diese Faktoren führten bereits zu einem Wassereintritt in das Mühlengebäude. Somit war eine Sanierung des Betonbaus zwingend erforderlich.

Metallteile

Nach dem Abbau von Schützenaufzug, Fluder und dem Wasserrad wurden alle Metallbeschläge und Klappenteile ausgelöst und professionell sandgestrahlt. Somit konnte ein sauberer Korrosionsschutz mit Eisenmennige auf die Teile aufgetragen werden. Abschließend wurde eine Schutzschicht aus Eisenglimmer aufgetragen.



Aufgearbeitete Bronzegewindemutter des Schützenaufzugs
Nach dem Sandstrahlen erstrahlt das Teil in neuem Glanz.



Neuer Lagerpunkt des Grindels
Aufgrund des starken Verschleißes der Unterschale und um ein weiteres Einlaufen des Lagerzapfens zu vermeiden, wurde die Lagerschale durch einen Birnholzklotz ersetzt. Das Holz passt sich mit der Zeit optimal an den bereits abgenutzten Zapfen an. Dieser Lagerpunkt ist früher mit Rinderinsli (=ausgekochter Rindertalg) geschmiert worden. Heute kommen biologische Fette zum Einsatz. Zum Schutz vor Verschmutzung wurde die alte Lager-Oberschale verwendet. Um das neue Birnholz-Lager auf die richtige Achshöhe zu bringen, wurde ein Balken aus Eichenholz auf den Bestandschrauben mit überarbeiteten Vierkantscheiben befestigt.



Schutzanstrich mit Eisenmennige
Eisenmennige bietet einen hochfüllenden Korrosions-Grundanstrich für Eisen und Stahl.



Gusseisentrichter des Wasserrades
Durch das Sandstrahlen werden die tiefen Korrosionsspuren sichtbar.

Grobrechen, Feinrechen



Grob und Feinrechen im Speicherteich

Der Grobrechen dient als Barriere für große Äste und grobes Treibgut. Er besteht aus Eichenpfählen, welche im Abstand von ca. 10cm in den Teichgrund gerammt wurden. Der Feinrechen wurde aus Eichenleisten gefertigt und fängt Laub und feines Treibgut auf. Er kann mit einem handelsüblichen Metallrechen gereinigt werden.

Feinrechen

Hier sieht man den Feinrechen aus Eichenholz. Der untere Bereich des Rechen ist mit Eichenpfosten verschlossen. Diese dienen als Schlammfang im Falle einer Entleerung des Speicherteiches.

Fluder

Das neue Fluder wurde entsprechend des 3D-Laseraufmaßes geplant. Im Vergleich zum Bestand wurde es vereinfacht und wieder parallel zum Mühlengebäude ausgerichtet. Dies erleichtert den Wasserfluss und sorgt dafür, dass das Wasserrad Zwei und Drei auch vernünftig mit Wasser versorgt, werden können. Um den heutigen Nutzungsansprüchen einer Schau-Schmiede gerecht zu werden, wurden zusätzliche Überlaufrinnen und Regelschieber integriert. Weiters wurde die Stauhöhe der einzelnen Wasserbecken erhöht, um einerseits mehr „Arbeitswasser“ zur Verfügung zu haben, andererseits, um das Fluder möglichst ganzflächig mit Wasser benetzen zu können und so vor Abbauprozessen zu schützen. Das Fluder wurde aus 50mm starken Tannenpfosten gefertigt. Die Hauptträger der Unterkonstruktion bestehen aus Lärchenholz und die Nebenträger aus Tanne. Der völlig morsche ehemalige vordere Auflagebalken wurde durch einen HIB-Stahlträger ersetzt, welcher von Wand zu Wand auf Mauerauflagern ruht.

Damit es überhaupt möglich war vernünftig Wasser einzuleiten, wurde der Einlaufkanal saniert. Hierzu wurde eine neue vertiefte Sohle mit angeschlossenem Mauerhochzug aus Beton erstellt. Der Anschluss vom Fluder an den Einlaufkanal wurde mit einbetonierten U-Profilen gelöst. Der restliche Spalt zwischen Holzwand und den Edelstahlprofilen wurde mit Stopfflachs verstopft.



Fluderboden des ersten Beckens

Gut auf diesem Bild zu erkennen sind die Längsnuten in den einzelnen Pfosten. Mit den auf der Baustelle eingebauten fremden Federn aus Eichenholz ergibt sich eine dichte Plattform. Die Seitenwände und Spundwände sind ebenfalls im Boden eingenetet, um einerseits besseren Halt und andererseits höhere Dichtheit gewährleisten zu können. Die Radklappen wurden erst punktgenau auf der Baustelle über den Wasserrädern platziert.



Seitenwand mit Gratfräsung

Auf diesem Bild sieht man einen imposanten Tannenpfosten aus einem Stück, welcher mit einer Gratfräsung versehen wurde. Mit der entsprechenden Gratleiste wird so ein Werfen des Holzes verhindert. Auch auf den Längsverbindungen wurde mit fremden Federn gearbeitet, um eine möglichst dichte Wanne zu erhalten.



Gratleisten zur Befestigung der Seitenwände

Mit dieser formschlüssigen Verbindung werden einerseits mehrteilige Seitenwände zusammengehalten, beziehungsweise mit den Unterkonstruktionsbalken verbunden. Zu diesem Zweck wurde eine durchgestemmte Zapfenverbindung geschaffen. Dieser Zapfen, sowie die einzelnen Pfosten der Seitenwand, sind mit Holzdübeln gegen Verrutschen gesichert.



Fräsen der Gratfräsung

Mit eigens angefertigten Schablonen wurde jede Fräsung individuell gefertigt.



Balkenaufleger

In diesem Bild ist zu erkennen, dass die Lärchenhauptträger auf einem Verschleißholz gelagert sind. Im Bildhintergrund kann man die sanierte Kanalsole mit den eingelassenen Profilen entdecken. Durch diese Sanierung wurde das Schmiedegebäude innen wesentlich trockener und ein dichter Anschluss an das Fluder war möglich.



Spundwand Nummer Eins

Die Einzelteile des Fluders wurden Stück für Stück zusammengesetzt. Gut zu erkennen ist, dass die Bordwand mit der Spundwand vergratet ist. Auch der kleine Schütz für den Blasbalg und den Schleifstein wurde in die Spundwand integriert. Am Längsstoß kann man die fremde Feder aus Eichenholz erkennen.



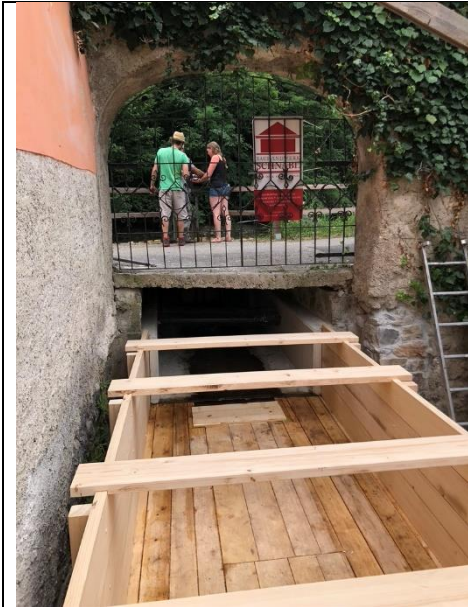
Bordwandsteher

Diese Steher halten die Bordwand zu einer stabilen Scheibe zusammen. Durch die Gratverbindung können die einzelnen Pfosten der Wand quellen und schwinden, ohne dass es zu Beschädigungen kommt. Zur Lagesicherung der Pfosten wurden Eichendübeln verwendet. Der Bordwandsteher selbst verfügt auf der Unterseite über einen Zapfen. Dieser Zapfen ist wiederum in den Fluderunterkonstruktionsbalken eingestemmt und verdübelt.



Blick auf das Gerinne für Rad Zwei und Drei

Um der Bordwand dieses Abschnittes mehr Stabilität zu verleihen wurde mit fliegenden Unterkonstruktionsbalken gearbeitet. Im Zusammenspiel mit den Stehern entsteht eine biegesteife Verbindung.



Fertiges Fluder mit Einhängepfosten

Um die entstehenden horizontalen Druckkräfte des Wassers besser aufnehmen zu können, wurden auf der Fluder-Oberkante Einhängepfosten installiert.



Überarbeitete Radklappe fertig eingebaut

Nach dem Aufbau des Fluders wurden die Radklappen punktgenau über den Wasserrädern installiert. Gut zu erkennen sind auch noch die geplanten Fugen zwischen den Bodenpfosten. Diese schließen sich nach dem Quellen des Holzes im Wasser.



Blick auf das fertige Fluder

Bei genauerem Betrachten kann man die Holzverbindungen entdecken: verdübelte und vergratete Seitenwände und Spundwände, fremde Federn auf Längskanten und Längsstößen. Noch vorhandene Löcher beziehungsweise Fugen wurden im Nachgang mit Stopflachs verschlossen.



Blick von unten auf das gesamte Gerinne

Mit der Auslaufrinne wird noch überschüssiges Wasser des Fluders in den Mühlgraben abgeleitet. In diesem Bereich wurde auch ein kleines Loch geschaffen, um etwas Wasser über eine Metallkonstruktion auf den Schleifstein leiten zu können. Somit wird der Stein beim Arbeiten konstant mit Wasser benetzt.

Wasserrad

Das Wasserrad hat einen Durchmesser von 2,44m und eine Außenbreite von 1,25m und verfügt über 28 Schaufeln. Es wurde komplett aus Tannenholz gefertigt. Der Ring wurde dreilagig aufgebaut, wobei ein besonderes Augenmerk auf dem Versatz der einzelnen Lagen beziehungsweise die sinnvolle Platzierung von Befestigungspunkten gelegt wurde. Die Wasserradringe wurden formschlüssig, mit Ab- und Überblattungen und kraftschlüssig, mit geschmiedeten Torbandschrauben, mit den Speichen verbunden.



Wasserradsegmente

Die Wasserradringe bestehen aus je acht Segmenten. Diese Segmente sind aus unverleimten Tannenpfosten hergestellt und auf den passenden Winkel geschnitten. Die Teile wurden auf einer Unterlagsplatte fixiert und mit einem Stangenzirkel und einer Oberfräse innen und außen bearbeitet.

Eine Schicht eines Wasserradrings

Durch die Verwendung des Stangenzirkels kann eine perfekte runde Form gewährleistet werden. Je nach Lage der Schicht im Wasserrad wurden noch Fräsungen für die Schaufeln oder die Speichen gefertigt.



Segmentteile gebogen

Eine sorgfältige Nummerierung und Kennzeichnung der Teile ist zwingend erforderlich, da jedes Teil seinen richtigen Platz finden muss.



Fräsungen für die Schaufeln

In diesem Bild kann man gut die Einfräsungen für die Wasserradschaufel erkennen. Diese Schicht des Wasserradrings wird in dieser Montagephase nur mit einem Gurt zusammengehalten.



Vormontierte Radhälfte

Damit auch wirklich alle Teile innenan passen, wurden die Radhälften in der Werkstatt einmal zusammengebaut. Dies war auch notwendig, um alle Bohrungen für die geschmiedeten Torbandschrauben zu fertigen.



Teile des Wasserrades vorbereitet für die Montage

Um eine reibungslose Montage im Mühlgraben zu ermöglichen, wurden die Teile vormontiert.



Ausnehmung für einen Speichenarm

Wie zuvor erwähnt wurde ein großes Augenmerk auf die Lage der Segmentstöße gelegt. In diesem Beispiel liegt der Speichenarm genau über einem Längsstoß der Segmentteile. Durch solche Details wird das Wasserrad konstruktiv vor Verwitterung und Abnutzung geschützt.



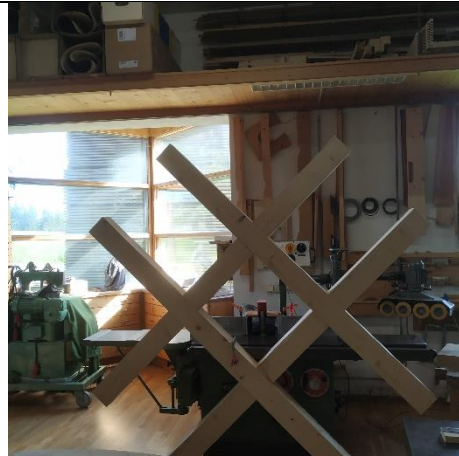
Eichenklötze für das Grindel

Damit ein Wasserrad seine Kräfte optimal auf die Welle übertragen kann, sollte der Grindel im Bereich des Rades einen quadratischen Querschnitt haben. In diesem Fall ist der Grindelbaum jedoch rund. Daher wurden Spannklötze aus Eichenholz angefertigt. Durch die rundliche Aushöhlung der Klötze wird mehr Auflagefläche für das Wasserrad geschaffen.



Wasserrad Speichen

In diesem Bild sieht man die Ausnehmungen der Einzelnen Speichen des Wasserrades. Die Verbindung der Speichen untereinander wurde mit Kreuzüberblattungen gelöst. Die Verbindung zum Wasserradring wurde abgeblattet, um das Wasserrad von der Außenbreite so schmal wie möglich zu halten.



Zusammengesteckte Speichen

Hier sieht man die Stabilität von genauen Holzverbindungen. Die Speichen halten bereits formschlüssig, ohne zusätzliche Verbindungsmittel, miteinander.

Montage des Wasserrades

Bei der Montage des Wasserrades wurden zuerst die Spannklötze aus Eichenholz auf das Grindel montiert. Diese bieten eine saubere Auflagefläche für die Keile, um das Wasserrad zu spannen und die Rundlaufgenauigkeit einstellen zu können. Außerdem wird die Querschnittsform von rund auf quadratisch geändert, um die Drehmomente aufnehmen zu können.

Auf das vorbereitete Grindel wurden die vormontierten Speichen gesetzt und mit der letzten Speiche verschlossen. Danach wurden die Radsegmente der Außenringe montiert. Als beide Außenringe auf dem Grindel montiert waren, wurden sie eingerichtet und zentrisch gespannt. Dies wurde einerseits gemacht, um ein präzises Einbauen der Schaufel möglich zu machen und andererseits, um nicht im Nachgang das komplette Rad mit vollem Gewicht von Null weg zentrieren zu müssen.

Abschließend wurden die Schaufeln in die eingefrästen Nuten der Wasserradringe eingeschoben und die beiden Hälften mit acht Eisenrundstangen über die Speichen zusammengespannt.

Abschließend wurde der Radboden installiert. Dieser besteht aus Tannenbrettchen mit einer Nut-Feder-Verbindung mit schräger Flanke.



Montage der ersten Radhälfte

In diesem Bild sieht man die montierten Spannklötze. Auf diese wurde die Radhälfte mit Eichenkeilen gespannt.



Montage der Schaufeln

Die ersten drei Schaufeln werden nacheinander in die Ausfräsungen geschoben. Danach werden die Radhälften sofort etwas zusammengespannt, damit sich die Schaufeln nicht mehr lösen können. So werden nach und nach immer mehr Schaufeln hinzugefügt und die Radhälften zusammengespannt.



Fertiges Rad ohne Radboden

Nachdem alle Schaufeln montiert waren, wurden alle Schrauben noch einmal gewissenhaft nachgezogen. Hier wurde auch das Wasserrad final auf den Rundlauf kontrolliert und die Keile gespannt. Um das Lösen der Keile zu verhindern, wurden sie mit kleinen Fixierschrauben gesichert.



Fertiges Wasserrad mit Radboden

Abschließend wurde noch ein Radboden aus Tannenbrettchen montiert. Die Bretter haben eine Nut-Feder-Verbindung und eine schräge Flanke, um einen möglichst dichten Radboden herstellen zu können. Nach dem Quellen des Wasserrades im Wasser wurden noch verbleibende Löcher mit kleinen Keilen verstopft.