

Till Brenk, Dortmund

Umfassende Modernisierung der Wasserkraftanlage Schmaleicher Mühle

Noch bis in die 1990er-Jahre wurde in der „Schmaleicher Mühle“ (Abb. 1) Getreide zu Mehl verarbeitet. Die auf vier Stockwerken stehenden Müllerei-Maschinen – durch Transmissionen verbunden – wurden durch eine Francis-Turbine aus dem Jahr 1924 mit einer mechanischen Leistung von 21 kW bei einer Fallhöhe von 2,8 m angetrieben. Seit der Einstellung des Mahlbetriebes wird der Standort ausschließlich zur Erzeugung von elektrischer Energie genutzt.



Abb. 1: Wasserkraftanlage Schmaleicher Mühle, vor der Modernisierung der Rechenanlage

ware Technologie GmbH & Co. KG aus Dortmund (H&S) im Jahr 2012 zunächst eine Turbinensteuerung mit Wasserstands-Regelung und neuem Flachgetriebe installiert. Seitdem arbeitet die Anlage in Verbindung mit einem neuen Generator mit einem deutlich verbesserten Wirkungsgrad. Weiterhin wurde zur Erhöhung der Betriebssicherheit eine Fallgewichtautomatik eingerichtet, die bei Störungen – wie z. B. bei Netzausfällen – die Anlage sicher abfährt.

Eine zweite Modernisierungsstufe wurde im Jahre 2015 notwendig, da die Mühle als reiner Stromlieferant autark in Vollzeit elektrische Energie erzeugen sollte. Hierzu war eine Überarbeitung der alten Rechenanlage notwendig. Der bisherige Feinrechen mit einer Einlaufbreite von 2,5 m und einem Stababstand von 20 mm aus einfachen Flachstäben hatte bereits starke Korrosionsschäden und wurde ausschließlich von Hand gereinigt. Ein kontinuierliches und zuverlässiges Freihalten des Rechens, zur Vermeidung von Turbinenschäden durch Treibgut, war nicht mehr gewährleistet und die damit einhergehenden Fallhöhenverluste, durch Verlegung des Rechens mit Treibgut, führten zu Ertragsverlusten.

Modernisierung

Im Zuge der ersten Modernisierungsstufe wurde durch die Firma H&S Hard- & Soft-

Die Firma H&S erhielt den Auftrag, in Abstimmung mit dem Wasserwirtschaftsamt Hessen und der Firma WAGU – Gesellschaft für Wasserwirtschaft, Gewässerökologie und

Daten der Anlage

Auftraggeber	Familie Schleiter, Rosenthal
Lieferant der schlüsselfertigen Anlage	H&S Hard- & Software Technologie GmbH & Co. KG, Dortmund
Mechanische Leistung, kW	21
Generatorische Leistung, kW	16
Fallhöhe, m	2,8
Rechenreiniger	hydraulischer Linearrechenreiniger
Rechen	strömungsoptimierter Feinrechen
Schütz	hydraulisches Schütz aus Edelstahl

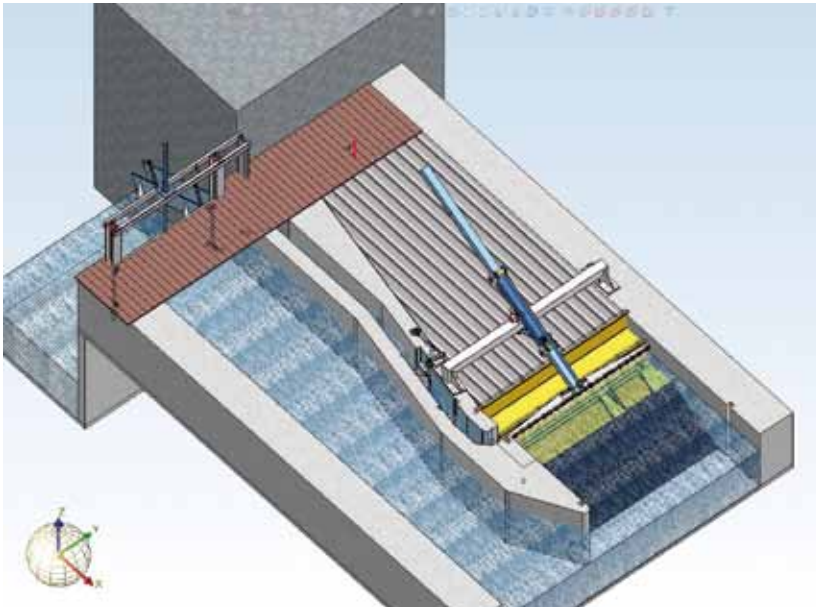


Abb. 2: 3D-CAD-Konstruktion zur Umsetzung des Standortkonzeptes

Umweltplanung mbH, ein Grundkonzept für eine automatische Rechenreinigung nach ökologischen und wirtschaftlichen Anforderungen zu entwickeln und zu bauen.

Standortkonzept

Ein wichtiges Ziel der neuen Rechenreinigung mit Bypass-System (Abb. 2) war es, der Unterwasserfauna die Möglichkeit zu geben, das Kraftwerk vom Ober- zum Unterwasser zu passieren. Dieses war ihr bisher nicht möglich.

Eine besondere Herausforderung lag auch darin, die Wirtschaftlichkeit aufgrund der begrenzten Wassermenge von 930 l/s für die Turbine zu erhalten und trotzdem den Wasserlebewesen die Bedingungen zu bieten, das Kraftwerk unbeschadet zu passieren.

Die Position des bisherigen Rechens wurde zum Oberwasser hin verschoben und die Einlaufbreite zur Turbine von 2,5 auf 3,5 m verbreitert. Zur Verbesserung des Fischschutzes wurde gemäß einer Forderung des Wasserwirtschaftsamtes der bisherige Rechenstababstand von 20 mm auf höchstens 15 mm verringert. Die hinter dem Rechen liegende Bypass-Rinne hat zwei Funktionen. Zum Ersten bietet sie den Wasserlebewesen die per-

manente Einstiegsmöglichkeit zum Passieren des Kraftwerks und zum Zweiten den Abtransport des Rechengutes.

Zur Minimierung des Wasserverlustes für die Turbine wurde die Bypass-Rinne mit einer Klappe ausgerüstet, die sich nach dem Putzdurchgang des Rechenreinigers öffnet, um den kompletten Querschnitt freizugeben. Damit die Fische einen möglichst sanften Einstieg in die Bypass-Rinne haben, wurde der Rechen mit einem optimalen Winkel von 27° sehr flach ausgerichtet [1].

Optimierung des Rechens

Mit der Hauptaufgabe des Rechens, Treibgut aufzuhalten und die Turbine so effektiv vor Beschädigungen zu schützen, geht ein wichtiges betriebliches Merkmal einher, nämlich seinen Wasserwiderstand möglichst gering zu halten, um so die Fallhöhenverluste zu minimieren. Durch den Ersatz der vorher verwendeten Flachstäbe mit dem Formbeiwert von 2,42 durch deutlich strömungsgünstigere Rechenstabprofile mit dem Formbeiwert von 1,04 (Abb. 3) und der Verbreiterung des Rechens von 2,5 auf 3,5 m konnte trotz Verringerung des Stababstandes der Fallhöhenverlust effektiv verringert werden. Berechnun-

gen hierzu wurden mit der Formel nach *Kirschmer* durchgeführt [2].



Abb. 3: Neue Rechenprofile mit optimiertem Strömungsverhalten

Linearrechenreiniger

Zur Reinigung des eingesetzten Rechs wird ein Linear- oder auch Teleskoprechenreiniger mit einem Hub von 2,2 m eingesetzt, der hydraulisch angetrieben wird. Die Bauteile wurden hierfür aus feuerverzinkten Stahl-Hohl-Profilen (SHP) angefertigt. Die Putzharke des Rechenreinigers ist mit einer



Abb. 4: Linearrechenreiniger in der Bauphase

Bürstenleiste mit Kunststoffborsten bestückt, die tief zwischen die Stäbe des Rechs eingreifen und somit eine optimale Reinigung ermöglichen (Abb. 4).

Da der Einsatz von hydraulisch angetriebenen Maschinen im Gewässerbereich – im Falle von Leckagen – problematisch sein kann, kommt hier, wie auch in allen anderen Komponenten, ein für Gewässer ungefährliches biologisch abbaubares Hydrauliköl zum Einsatz.

Stauklappe in der Bypass-Rinne

Um die Wasserverluste für die Turbine während des normalen Betriebes möglichst gering zu halten, wurde in die Bypass-Rinne eine hydraulisch zu betätigende Klappe eingesetzt, die den Querschnitt der Rinne reduziert. Sie lässt jedoch einen Spalt frei, der ständig durchspült wird und der es der Unterwasserflora ermöglicht, das Kraftwerk zu passieren. Wird ein Reinigungszyklus gestartet, öffnet sich die Klappe und gibt kurzfristig den gesamten Querschnitt der Rinne frei, um auch größeres Treibgut effektiv wegzuspülen.

Erneuerung der Schütze

Im Zuge der Modernisierung der Wasserkraftanlage wurde die Erneuerung der Schütze am Leerschuss in den Auftragsumfang aufgenommen, da Undichtigkeiten an den alten Holzschützen mit Wasserverlusten für die Turbine verbunden waren. Der Auftragnehmer H&S hat hierzu das neue Schütz aus Edelstahl in faltwerksbauweise gefertigt. Im Vergleich zu konservativ gefertigten Schützen ist diese Fertigungsmethode wegen des geringeren Schweißaufwandes deutlich wirtschaftlicher. Das Schütz wird von einem mittig angeordneten Hydraulikzylinder betätigt und öffnet im Hochwasserfall automatisch, um für eine Entlastung über den Leerschuss zu sorgen.

Integration in die vorhandene Turbinensteuerung

Die Baumaßnahmen der zweiten Modernisierungsstufe konnten mit geringem Änderungsaufwand in die bestehende Turbinensteuerung aus dem Jahr 2012 integriert werden. Für die Rechen- und Schützenanlage war lediglich der Einbau eines größer dimensionierten

nierten Motorschutzschalters und die Bereitstellung zusätzlicher analoger Eingänge an der speicherprogrammierbaren Steuerung (SPS) notwendig. Die Software-Erweiterung wurde im Werk vorbereitet und vor Ort aufgespielt.

Zum Betätigen des Rechenreinigers wurden unterschiedliche Zeitprogramme eingerichtet, die über das Touchpanel der erweiterten Turbinensteuerung wählbar sind. Somit ist das Einstellen eines individuellen Putzzyklus – je nach Schmutzanfall oder Jahreszeit – möglich. Für Wartungsarbeiten wurden sowohl das Schütz als auch der Rechenreiniger mit einer manuellen mobilen Bedieneinheit (Bedienflasche) ausgerüstet, um Rechen und Schütz in jede beliebige Position fahren zu können.

Fazit und Ausblick

Die installierte Kombination aus strömungsoptimiertem Feinrechen und einem Linearrechenreiniger (Abb. 5) ist eine sinnvolle Erweiterung zu der bereits 2012 installierten Turbinensteuerung. Der Rechen bietet der Turbine optimalen Schutz und durch den Einsatz von strömungsoptimierten Profilen einen optimierten Wasserwiderstand. Der Linearrechenreiniger sorgt für das kontinuierliche Freihalten des Rechens und somit für eine zuverlässige Versorgung der Turbine mit Wasser. Und durch den Einbau des neuen

Schützes aus Edelstahl konnten Wasserverluste für die Turbine minimiert werden.

Insgesamt tragen die durchgeführten Maßnahmen zu einem störungsfreien Betrieb und somit zur Ertragsmaximierung des Standortes bei.

Weiterhin wurde das Wasserkraftwerk hinsichtlich aktueller ökologischer Auflagen optimiert, indem durch die Verringerung des Stababstandes der Fischschutz verbessert und durch die Bypass-Rinne eine Durchlässigkeit vom Oberwasser zum Unterwasser hergestellt wurde.

Der Auftraggeber und Eigentümer der Wasserkraftanlage zeigte sich mit der abgeschlossenen technischen Umsetzung der Modernisierung sehr zufrieden, zumal alle Wünsche und Vorschläge umgesetzt werden konnten und die Anlage zuverlässig funktioniert.

Fazit: Die Modernisierung und Optimierung der bestehenden Wasserkraftanlage ist unter ökologischen und ökonomischen Gesichtspunkten umfassend gelungen.

Quellen

1. Couchet, M.: Fish protection and downstream migration at hydropower intakes. – Dissertation TU München (2014)
2. Giesecke, J., E. Mosonyi und S. Heimerl: Wasserkraftanlagen. Planung, Bau und Betrieb. – Springer Verlag, Berlin/Heidelberg (5. Auflage 2009)



Abb. 5: Rechenreiniger nach Abschluss der Optimierungs- und Modernisierungsarbeiten