



Foto: Bayerische Landeskraftwerke

Die Bayerische Landeskraftwerke GmbH verfolgt das Ziel vorhandene Leistungspotentiale besser auszuschöpfen. Unter diesem Gesichtspunkt wurde das bewegliche Wasserkraftwerk in die bestehende Betonvorsperre integriert.

# IN REKORDZEIT GEBAUT – BEWEGLICHES ÖKO-KRAFTWERK EIXENDORF II GEHT ANS NETZ

*Die Bayerische Landeskraftwerke GmbH nahm kürzlich das Vorzeigeprojekt Eixendorf II, westlich der Stadt Rötz im Landkreis Cham in der Oberpfalz in Bayern, in Betrieb. Dabei wurde zum bestehenden Kraftwerk Eixendorferfalsperre, an der bestehenden Beton-Vorsperre des Eixendorfer Sees, der bewegliche Kraftwerkstyp vom deutschen Wasserkraftspezialisten HSI mit fischfreundlicher Kraftwerkstechnik verbaut. Nach einer Planungs- und Vorprojektierungsphase von etwa fünf Jahren konnte das teilweise umstrittene Öko-Kraftwerk in nur fünf Monaten Bauzeit im Jänner letzten Jahres fertig montiert und im März seinen Probebetrieb aufnehmen. Es versorgt nun rund 800 Personen mit grünem Strom. Die Kosten dieses Projektes beliefen sich auf circa 1,8 Mio. Euro.*

**D**er Eixendorfer See liegt sanft eingebettet im schönen Schwarzachtal und ist ein beliebtes Ausflugsziel für Angler und Naturliebhaber. Der Stausee ist weit über die Region hinaus für seinen reichhaltigen Raubfischbestand bekannt und darüber hinaus beliebt bei Radfahrern und Campern. Seit 1975 wird die Schwarzach dort aufgestaut. Im entstandenen Stausee versanken damals die angrenzenden Dörfer Eixendorf, Höllmühle, Obermühle, Seebarnhammer und sogar eine Teilstrecke der ehemaligen Bahnlinie Bodenwöhr-Rötz in den Fluten. Notwendig wurde die Talsperre aus Gründen des Hochwasserschutzes und der Wasserregulierung. Dabei wollte man auch die hydroenergetische Kraft nutzbar machen und realisierte in diesem Rahmen das Kraftwerksprojekt Eixendorferfalsperre. Nach einer Revision vor knapp 5 Jahren leistet es heute ein Regelarbeitsvermögen von 3,8 Mio. kWh pro Jahr.

Da die Stauwurzel des Eixendorfer Sees bei Niedrigwasser regelmäßig freigelegt wurde, sorgte der schlammige Seeboden für eine erhebliche Geruchsbelästigung in der näheren Umgebung. Der Erholungswert des Sees wurde dadurch stark eingeschränkt. Deshalb

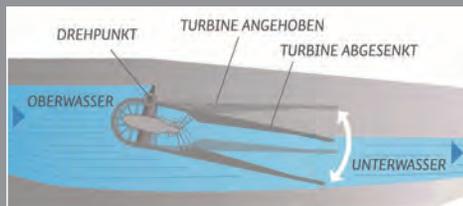
wurde 1987 ein 60 Meter langes Betonwehr als regulierende Vorsperre errichtet, wodurch sich ein Pegelunterschied von 5 m zwischen Vorsperre und Talsperre ergab. Auf diese Weise hält sich der Wasserstand ganzjährig auf demselben Niveau und die schlammigen



Foto: www.oberpfalz-luftbild.de

Das Erholungsgebiet Eixendorferfalsperre aus der Vogelperspektive.

DAS KONZEPT DER BEWEGLICHEN WASSERKRAFTANLAGE:



Die Anlage wird zwischen Ober- und Unterwasser eingesetzt und an der Oberseite überströmt. Durch die Lagerung an einem Drehpunkt ist die Anlage schwenkbar. Sie dient damit bei Hochwasser als Wehrröpfung. Geschiebe und Sedimente können unter der Anlage hindurch gespült werden. Ein weiteres Kriterium ist die fischfreundliche Konstruktion, wobei der Rundbogenrechen mit einem Stababstand von 18 mm eine sichere Barriere für Fische und andere Wasserlebewesen darstellt.



Grafiken: Bayerische Landeskraftwerke

Sedimente der nährstoffreichen Schwarzach lagern sich oberhalb der Vorsperre ab.

**ALTES WEHR ALS NEUER ENERGIETRÄGER**

Mit dem Geschäftsbereich „ökologische Wasserkraft“ hat sich die Bayerische Landeskraftwerke GmbH einer nachhaltigen und ökologischen Wasserkraftnutzung verschrieben. Unter der Prämisse, vorhandene Leistungspotentiale besser auszuschöpfen, wurde nun in die Vorsperre eine neue, spezielle Wasserkraftanlage integriert. Die örtliche Betreuung erfolgt durch das Wasserwirtschaftsamt Weiden.

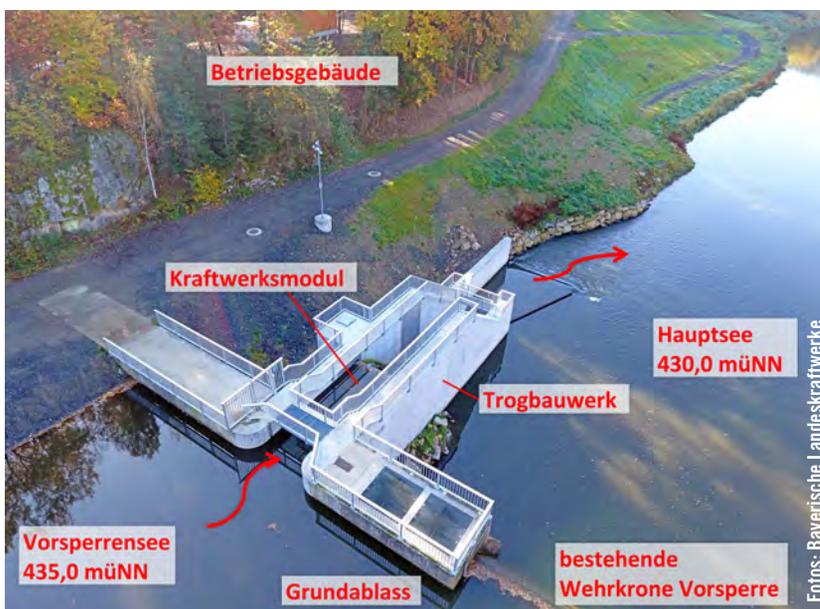
„Jetzt können die 5 Meter Höhenunterschied mit dem neuen Öko-Kraftwerk Eixendorf II energiewirtschaftlich genutzt werden“, erklärt Dipl.-Ing. (FH) Jochen Zehender, Projektleiter bei der Bayerische Landeskraftwerke GmbH – einer 100-prozentigen Tochter des Freistaates Bayern mit Sitz in Nürnberg. Hintergrund dazu ist der 10-Punkte-Plan der Bayerischen Staatsregierung anlässlich der Energiewende, der die Bayerische Landes-

kraftwerke GmbH beauftragt hat, besonders umweltverträgliche Wasserkraftanlagen zu realisieren. „Bei uns steht ganz klar der ökologische Aspekt im Fokus unserer Projekte, und wir sind sehr bemüht, dabei die besten Lösungen für alle Beteiligten zu finden“, so Zehender. Wie schon beim Kraftwerk Eixendorf II auf dem Hochwasserschutz und dem Naturschutz. Das heißt: Die Energiegewinnung des Öko-Kraftwerks orientiert sich an den Wasserregulierungsmaßnahmen bzw. richtet sich nach dem Wasserdargebot der Schwarzach.

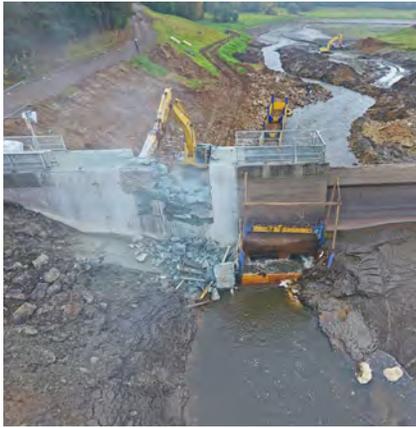
**NEUES KRAFTWERKSSKONZEPT**

„Bei der Wahl der richtigen Technik kamen nicht viele Hersteller in Frage. Beim Typ der beweglichen Wasserkraftanlage von HSI Hydro Engineering GmbH ist die Technik auf unsere Standortsituation ausgelegt. Das heißt, das Konzept an sich ist für eine Nachrüstung an bestehenden Querbauten bestens geeignet“, erklärt Zehender. Die bewegliche

Wasserkraftanlage wurde vom Wasserkraftspezialisten HSI Hydro Engineering GmbH in Zusammenarbeit mit dem Experten für elektrische Sondermaschinen Krebs & Aulich GmbH speziell für Standorte mit geringen Fallhöhen und schwankendem Wasserpegel entwickelt und ist seit 2002 patentiert. Als Bestandteil des Konzeptes wird auf Komponenten wie Getriebe oder Umrichter verzichtet, um jegliche negativen Auswirkungen auf den Wirkungsgrad zu vermeiden. Auf diese Weise kann der Wirkungsgrad sowohl im Teillastbereich als auch im Volllastbereich, sowie bei stark schwankenden Wasserständen hochgehalten werden. Die doppelregulierte Kaplan-Rohrturbine mit 1 m Durchmesser wurde in der Bauform „Bulb“ konzipiert. Der direkt gekoppelte Synchrongenerator ist permanent-magnetisch erregt. Bei einer Ausbauproduktionsmenge von 4,5 m<sup>3</sup>/s und der Fallhöhe von 5 m erreicht die Anlage eine Leistung von circa 190 kW. Unter diesen Voraussetzungen kommt die Anlage auf eine Jahresregelarbeit von rund 0,8 Mio. kWh.



Fotos: Bayerische Landeskraftwerke



Fotos: Bayerische Landeskraftwerke

Die Vorsperre wurde über den bestehenden Grundablass komplett geleert und daraufhin konnte mit dem Eingriff an der Beton-Vorsperre begonnen werden. Für die Auflagerung der Hubzylinder wurde durch den Planer (Lahmeyer Hydroprojekt GmbH) gemeinsam mit der HSI Hydro Engineering GmbH ein neues Konzept entwickelt.

**KRAFTWERK MIT HEBEFUNKTION**

Die Kraftwerkskomponenten wurden bereits werkseitig von HSI in den Stahlrahmen montiert und auf Herz und Nieren getestet. Auf der Baustelle wurde das betriebsfertig gelieferte All-In-One-Kraftwerksmodul mit stattlichen 22,5 t Gewicht per Autokran an seinen Bestimmungsort gehoben. Die Montage war via Plug & Play in rund zwei Tagen abgeschlossen. Um ein Aufschwimmen des Moduls zu verhindern, befüllte die österreichische Baufirma HABAU anschließend dessen Hohlräume mit 15 m<sup>3</sup> Spezialbeton. Auf diese Weise kommt das Kraftwerksmodul auf ein Gesamtgewicht von circa 66 t. Dabei handelt es sich bei dem Modul für Eixendorf II mit einer Länge von 10 m und 2,5 m in Höhe und Breite um das aktuell kleinste aller 19, die bisher ihren Betrieb aufnahmen.

Ein weiterer wesentlicher Aspekt der beweglichen Wasserkraftanlage von HSI liegt im speziell dafür entwickelten Rechensystem: Ein Rundbogenrechen mit einer Spaltbreite von nur 18 mm, der oberwasserseitig vor dem Generator-Gehäuse die Turbine in einem Halbbogen abschirmt, stellt den Schutz für Fische und andere Wasserlebewesen sicher. Der automatisch verfahrenende Rechenreiniger setzt sich zwei Mal pro Tag in Bewegung und sichert im Zusammenspiel mit der regulierenden Wehrklappe die optimale Weitergabe von Geschwemmel vom Ober- ins Unterwasser. Bei Hochwasserereignissen

reicht dies jedoch nicht aus. Die Lösung stellt zugleich die besondere Qualität einer beweglichen Wasserkraftanlage dar: Gelagert auf einem fixen Drehpunkt auf Höhe des Generators, kann die gesamte Kraftwerkseinheit hydraulisch angehoben werden. Auf diese Weise können Sedimente und Geschiebe selbst bei starkem Hochwasser unter der Anlage hindurch weiterbefördert werden, was sich bei geschiebeführenden Flüssen als großer Vorteil erweist.

**AUF ÖKOLOGISCHE SITUATION BEDACHT**

Was das bauliche Konzept des beweglichen Kraftwerks so besonders macht, ist der Umstand, dass die Anlage – im Gegensatz zu fast allen konventionellen Wasserkraftanlagen – direkt in eine bestehende Wehranlage integriert werden kann. Separate Ein- und Ausleitungsstrecken, Umgehungsgerinne sowie Bauwerke im Umfeld, wie Kiesschütze, Rechen oder Maschinenhäuser entfallen. Damit wird der Eingriff in das bestehende System

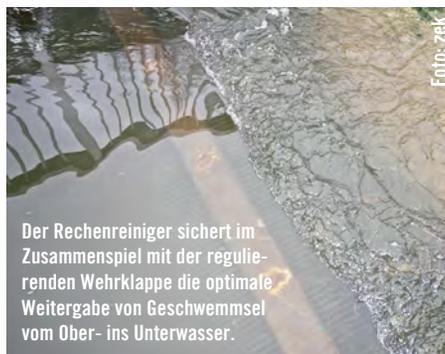


Foto: zek

Der Rechenreiniger sichert im Zusammenspiel mit der regulierenden Wehrklappe die optimale Weitergabe von Geschwemmel vom Ober- ins Unterwasser.

Umfeld-Wehr auf ein Minimum beschränkt und eine deutliche Verbesserung der ökologischen Gesamtsituation erreicht. Die Kraftwerkskomponenten werden bei dieser Bauweise permanent überströmt. In Hinblick auf die Hochwassergefahren am Standort eines der wichtigsten Kriterien. Dieser Gesichtspunkt wurde spätestens beim jüngsten Jahrhunderthochwasser 2015 deutlich, als der Pegel circa 5 m über den Wasserstand der Vorsperre anstieg. Nicht zuletzt deshalb wurde das Kraftwerksgebäude mit sämtlichen Steuerreinheiten von F.EE GmbH auf einer nahen Anhöhe – also auf sicherem Terrain – positioniert. Der Spezialist für unter anderem Energie- und Automatisierungstechnik mit Sitz im benachbarten Neuburg v. W. hat das neue

**Technische Daten:**

- Betreiber: Bayerische Landeskraftwerke GmbH
- Örtliche Betreuung: Wasserwirtschaftsamt Weiden
- Technik: Bewegliches Wasserkraftwerk
- Turbine: Kaplan-Rohrturbine
- Generator: Permanentmagnet-Generator
- Ausbauwassermenge: 4,5 m<sup>3</sup>/S
- Bruttofallhöhe: 5 m
- Leistung: 190 kW
- Regelarbeit/Regeljahr: 0,8 Mio. kWh
- Investitionsvolumen: 1,8 Mio. Euro
- Inbetriebnahme: 2017

**FEE** flexibel – innovativ – nachhaltig  
**WASSERKRAFT**

**Steuerungs- und Energietechnik,  
Leittechnik, Visualisierung**

Neubau, Modernisierung, digitale Turbinenregler u. Erregung für alle Turbinen- u. Generatorbauarten. Mit **25 Jahren Erfahrung** und **1.000 Mitarbeitern** weltweit tätig – auch als **Generalunternehmer**.

[www.fee.de](http://www.fee.de)

F.EE GmbH Wasserkrafttechnik, Neuburg v. W., E-Mail: [contact@fee.de](mailto:contact@fee.de), Tel.: +49 (0) 9672 506-0



Das Betriebsgebäude inklusive Steuerungseinheit von F.EE wurde unweit dem Betonwehr auf hochwassersicherem Terrain errichtet. Mit Eixendorf II konnte eine optimale Lösung für diesen Standort gefunden und umgesetzt werden. Das ökologische Wasserkraftwerk nahm fünf Jahre nach Projektbeginn den Betrieb auf.

Kraftwerksleitsystem in das bestehende integriert und sorgt so für ein optimales Zusammenspiel von Wasserregulierung und Energiegewinnung.

**DIE UMSETZUNG**

Nach dem mehrjährigen Genehmigungsverfahren, in denen man sich auch mit Protesten von Seiten des Naturschutzes konfrontiert sah, standen im Herbst 2016 alle Ampeln auf Grün. Im Rahmen einer Revision der bestehenden Schützenanlage wurde die Vorsperre über den Grundablass komplett geleert und der Pegel des Eixendorfer Stausees abgesenkt. Danach konnten im September die ersten Arbeiten mit dem Durchbruch des bestehenden Wehres in Angriff genommen werden. Als nächster Schritt wurden die Betonarbeiten an der neuen Rampe durchgeführt – beginnend mit der Sohle, danach die Wände. Im weiteren Verlauf wurden die Grabungsarbeiten für die frostsichere Ableitung vorgenommen, sodass das Bauteam noch kurz vor Weihnachten die Fertigstellung des Kraftwerksgebäudes verkünden konnte. Dabei gestalteten sich gerade die Arbeiten in der kalten Jahreszeit nicht gerade einfach, wie Jochen Zehender näher erläutert: „Wegen der 3-monatigen Frostphase im Winter waren zusätzliche Maßnah-

men wie beispielsweise beheizte Einhausungen notwendig. Auch musste die Montage für die Turbine vorsorglich verschoben werden, da sich die Aushärtung der Stahlbetonkonsolen für die Hubzylinderauflagerung bei diesen tiefen Temperaturen verzögerte. Aber trotz der winterlichen Verhältnisse mit teilweise -19°C konnten alle Bauabschnitte in Rekordzeit realisiert werden.“ Der Projektleiter lobte in diesem Zusammenhang die hervorragende Zusammenarbeit der beteiligten Unternehmen und unterstrich dabei auch die Kooperation mit dem beauftragten Planungsunternehmen. In Sachen Planung hatte die Bayerische Landeskraftwerke GmbH den Planungs- und Beratungsdienstleister Lahmeyer Hydroprojekt GmbH aus München betraut. Mit der hervorragenden Objektplanung sowie der elektrotechnischen Ausrüstungsplanung konnten die meisten Schwierigkeiten und Herausforderungen bereits im Vorfeld gelöst werden. In Summe erstreckten sich die Bauarbeiten über rund vier Monate. Im Frühling 2017 konnte die Anlage den Probebetrieb aufnehmen.

**FISCHVERTRÄGLICHE TURBINENTECHNIK**

Bei der Entscheidung für die bestmögliche Turbinentechnik im Sinne eines ökologischen

Wasserkraftwerks gilt die Fischfreundlichkeit als das zentrale Kriterium. Die Bayerische Landeskraftwerke GmbH hat sich bewusst für die fischverträgliche Turbinentechnik von HSI Hydro Engineering GmbH entschieden. „Für uns waren Kriterien wie Turbine, der engmaschige Einlaufrechen, der permanente Fischabstieg über einen Schlitz in der Stauklappe des Kraftwerksmoduls, aber auch der baulich geringe Eingriff in die Natur ausschlaggebend“, erklärt Jochen Zehender abschließend. Das Fischmonitoring zur Evaluierung der fischfreundlichen Maßnahmen ist bereits im vollen Gange. Dabei werden von rund 30 angehenden Wissenschaftlern um die 30.000 Fische, acht Fischarten pro Kraftwerk, an unterschiedlichen Terminen untersucht. Das Monitoring wurde auf insgesamt drei Jahre anberaumt. Was sich aus den bisherigen Untersuchungen ableiten lässt: Der Fischabstieg, der sich seitlich in der Stauklappe befindet, soll in die Mitte verlagert und somit umgebaut werden. Darüber hinaus prüft derzeit der Stauanlagenbetreiber verschiedene Möglichkeiten für einen künftigen Fischaufstieg in Form eines Schlitzpasses. Dafür läuft im Moment noch das Planfeststellungsverfahren beim Landratsamt Schwandorf. Im Auslaufbereich der Turbine wurde ein großräumig



A company of TRACTEBEL ENGIE

**Ihr Partner für Wasser und Wasserkraft.**

• Beratung - Planung - Baumanagement

Lahmeyer Hydroprojekt GmbH · Rießnerstraße 18 · D-99427 Weimar  
 hydroprojekt@hydroprojekt.de · www.hydroprojekt.de  
 Bad Vilbel · Dresden · Magdeburg · München · Weimar





Fotos: Bayerische Landeskraftwerke

Neben der fischfreundlichen Turbinentechnik wurden auch andere Maßnahmen zur ökologische Verbesserung des Eixendorfer Sees umgesetzt. Wie beispielsweise der direkt am Auslaufbereich der Anlage angelegte Ersatzlaichplatz, oder das für drei Jahre anberaumte Fischmonitoring.

angelegter Ersatzlaichplatz aufgeschüttet. Dabei wurde für die verschiedenen Fischarten ein unterschiedlich gekörntes Sohlesubstrat eingebracht. „Der Laichplatz ist ein Glücksfall für die Fische“, erklärt Projektleiter Zehender. Der Ersatzlaichplatz ist im Prinzip eine Sandbank, die sich exakt im Ausleitungsbereich der Turbine befindet. Auf diese Weise wird der Laichplatz freigespült und langfristig für die Fische verfügbar sein.

**BETREIBER IM ZEICHEN DER ENERGIEWENDE**

Mit der Inbetriebnahme des Öko-Kraftwerks Eixendorf II betreibt die Bayerische Landes-

kraftwerke GmbH mittlerweile 23 Wasserkraftanlagen und erzeugt im Mittel jährlich 55,8 Mio. kWh. Mit dieser Strommenge werden etwa 55.000 Personen mit CO<sub>2</sub>-freier Energie versorgt. Die örtliche Betreuung erfolgt durch die bayerischen Wasserwirtschaftsämter, die auch die staatlichen Stauanlagen betreiben.

Bereits 2016 und 2017 gingen drei Öko-Kraftwerksprojekte mit entsprechender Technik in Betrieb – zwei davon mit regionalen Partnern. An drei weiteren Kraftwerksprojekten am Regen, der Saalach und der Amper läuft derzeit das Wasserrechtsverfahren,

beim Kraftwerk an der Wertach befindet man sich noch in der Planungsphase. Neben dem Neubau von Wasserkraftwerken stellt die Bayerische Landeskraftwerke GmbH auch mit umfangreichen Revisionen der vorhandenen Kraftwerke ihr Engagement bei der Ausschöpfung vorhandener Leistungspotentiale unter Beweis.

Die Bayerische Landeskraftwerke GmbH wurde im Oktober 2014 vom Bayerischen Wirtschaftsministerium für ihre innovativen Lösungsansätze in der ökologischen Wasserkraftnutzung als „Gestalter der Energiewende 2014“ ausgezeichnet.

Ihr verlässlicher Partner für  
**Komplettlösungen im Bereich Wasserkraft**  
ökologisch – ökonomisch – nachhaltig

**KAPLAN-ROHRTURBINEN**

Lafraddurchmesser von 0,63 bis 2,4 m  
Leistungen von 50 bis 1000 kW als Riementriebsvariante  
Leistungen bis zu 5000 kW als Getriebevariante/Bulb  
Fallhöhen von 1 bis 12 m  
Durchflüsse von 1,5 bis 50 m<sup>3</sup>/s

**KAPLAN-SCHACHTTURBINEN**

Lafraddurchmesser von 0,50 bis 3,0 m  
Leistungen von 100 bis 5000 kW  
Fallhöhen von 1 bis 25 m  
Durchflüsse von 0,5 bis 40 m<sup>3</sup>/s

**LÖSUNGEN MIT HOHEM WIRKUNGSGRAD**

HSI steht für die Entwicklung, Konstruktion und Herstellung der weltweit ersten beweglichen über- und unterströmbar Wasserkraftanlage.

www.comcept.tv

HSI Hydro Engineering GmbH, Schiffstraße 3, 54293 Trier / Germany, Tel: +49 651 995620-0, www.hsihydro.de

**WIR BEWEGEN WASSER.**