

## **Kleinwasserkraftprojekt Esslingen am Neckar - Bauen im denkmalgeschützten Umfeld**

Ute Böhringer-Mai, Lothar Ritter

Das neue, Laufwasserkraftwerk Esslingen liegt in Baden-Württemberg, am Fluss Neckar und wird von der Neckar AG betrieben. Spatenstich war Ende März 2009, die Nassinbetriebnahme fand im November 2010 statt. Nach erfolgreichem Probebetrieb soll das Wasserkraftwerk im Frühjahr 2011 ans Netz gehen. Das außergewöhnliche an diesem Projekt ist die Integration der Maschinen neben einer bereits bestehende Staustufe, was als besonders umweltfreundlich erachtet wird. Mit diesem Projekt wird die letzte, bisher noch nicht genutzte Staustufe am Neckar zur regenerativen Stromerzeugung genutzt.

The new run-of-river hydropower plant Esslingen is situated in Esslingen, Baden-Württemberg on river Neckar. The plant is operated by Neckar AG. End of March 2009 ground breaking ceremony happened; initial wet commissioning took place in November 2010. After a successful test phase the hydropower plant shall finally be connected to the grid in spring 2011. The specialty about this project is that the machines were implemented next to an existing weir, which is considered to be environmental friendly. By implementing this project, the last, so far not used barrage on river Neckar is finally used for power generation.

### **1 Projekthintergrund**

Das Laufwasserkraftprojekt Esslingen liegt in Baden-Württemberg, Deutschland am Fluss Neckar. Betreiber dieses Kraftwerkes ist die Neckar AG, eine 82%ige Tochter der EnBW Kraftwerke AG mit Sitz in Stuttgart. Projektstart, mit Spatenstich, fand Ende März 2009 statt. Sobald das Kraftwerk in Betrieb ist wird es bis zu 7,1 Gigawatt Strom pro Jahr erzeugen und somit ca. 4500 Personen mit Strom versorgen.

### **2 Technik**

Der komplette Maschinensatz (Turbine mit hydraulischem Regler/ Generator mit Erregung/ Kegelradgetriebe) mit einer Nennleistung von 2 x 680 kW wurde von Voith Hydro in Heidenheim hydraulisch ausgelegt und in Österreich von

der zu Voith Hydro gehörenden Kössler Gesellschaft m.b.H. aus St. Georgen gebaut.

Durch die eingeschränkte Bauwerkslänge am Wehrkopf kam aus maschinenbaulicher Sicht bei diesem Kraftwerk nur eine doppelt regulierte Kaplan Pit Turbine (auch unter dem Namen Kegelradrohr Turbine bekannt), kürzeste Bauweise, in Frage. Ober- und Unterwasserseitige Ufermauern waren gegeben. Um gute Einströmverhältnisse und ausreichende Saugrohrüberdeckung zu erreichen, wurden die Maschinensätze mit einer  $4.6^\circ$  geneigten Turbinenachse eingebaut.

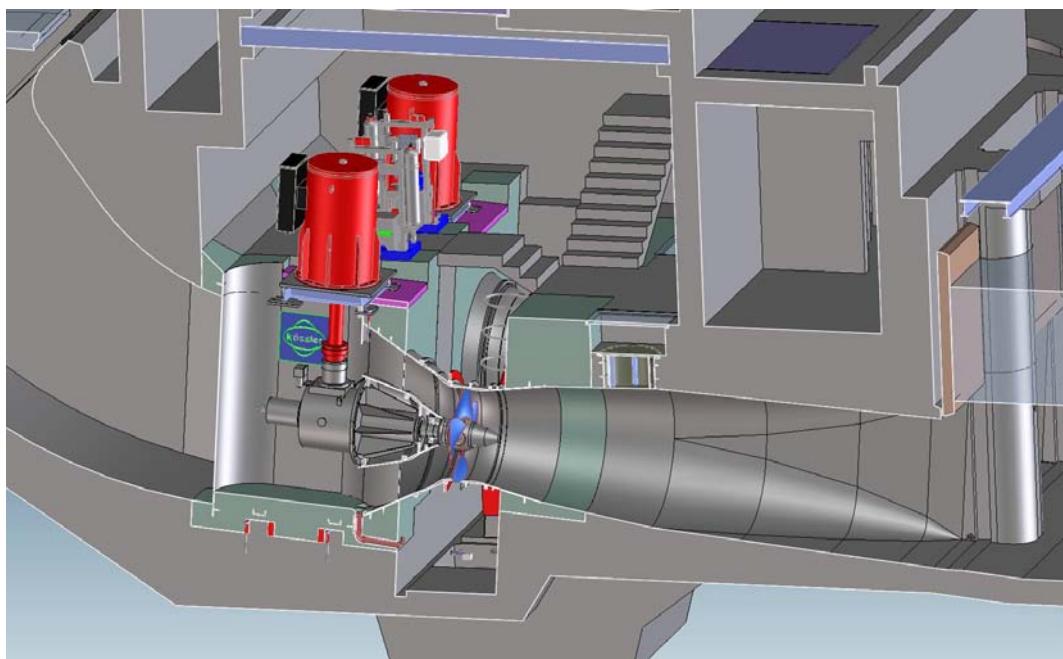
Das Projekt weist eine Fallhöhe von 5,20 m auf, der Nenn-Durchfluss beträgt 15 m<sup>3</sup>/s pro Maschine. Die Nenndrehzahl beträgt 256,14 Upm und der Laufraddurchmesser misst 1450 mm. Die Entscheidung für eine Pit Turbine ermöglicht eine bessere Zugänglichkeit zur Maschine, zusätzlich konnte ein Standardgenerator verwendet werden, welcher die Wirtschaftlichkeit des Projektes verbessert. Der Generator ist zum Getriebe mit einem Voith Safe-Set gekuppelt. Dies war ein Kundenwunsch um zusätzliche Sicherheit für das Getriebe zu erhalten. Die Standzeiten werden im Falle eines Ausfalls deutlich reduziert, die Maschine ist schneller wieder verfügbar. Insgesamt handelt es sich um eine wartungsfreundliche Maschine.

Die Synchron-Generatoren, welche von der Österreichischen Firma Hitzinger gebaut wurden, Bauform V1, sind wälzgelagert, luftgekühlt und mit einer Wickelkopfabstützung für maximale Durchgangsdrehzahl von 2250 Upm ausgeführt.

Der Lieferumfang des Maschinenlieferanten beinhaltete auch die Planung, Lieferung und Montage der hölzernen Einlauf- und Saugrohrschalungen.

Die Leitschaufeln wurden auf Kundenwunsch in Stahlguss (GE240+N) ausgeführt, um später, falls erforderlich, Reparaturschweißungen durchführen zu können. Der Leitapparat wurde mit einer mechanischen Verriegelung in offener und geschlossener Stellung inklusive Endschalterüberwachung ausgeführt. Der Korrosionsschutzanstrich wurde lt. Kundenstandard (im wasserberührten Bereich mit mind. 340µm) ausgeführt. Die Laufradkammern wurden zu 100 Prozent in Edelstahl gefertigt.

Auch die Getriebe, welche von der Firma Eisenbeiss, Österreich stammen, wurden einem Probelauf unterzogen. Die Getriebe sind mit einer elektrischen Schmierölpumpe für das An- und Abstellen der Maschinen ausgerüstet. Im Betrieb sorgen direkt gekuppelte Schmierölpumpen für den Ölkreislauf, welcher über einen Öl-Luft Wärmetauscher im Pitgehäuse geführt wird.



**Abbildung 1** Krafthaus Längsschnitt mit Turbine, Kegelradgetriebe, Generatoren und Regleraggregaten.

Kössler lieferte auch die komplette Pumpensumpfausrüstung. Dabei wurde auf den Umweltschutz besonders Acht genommen. Zum einen wurde der Ölabscheider so groß ausgeführt um die gesamten Ölmengen im Krafthaus (Getriebe und HPU) aufnehmen zu können, anderseits befindet sich im Pumpenschacht ein Ölwarngerät, um ein abpumpen allfällig kontaminierten Leckwassers in den Neckar sicher zu verhindern. Dieses System wurde ebenfalls auf funktionsweise getestet.

Die Trockeninbetriebnahme begann am 6. September 2010. Die Nassinbetriebnahme von Kraftwerk Esslingen begann am 8. November 2010. Damit wird die letzte, bisher noch nicht genutzte Staustufe am Neckar, zur regenerativen Stromerzeugung genutzt. Der Montagezeitraum betrug knapp 3 Monate für die parallele Montage der 2 Maschinen. Insgesamt wurden seitens Kössler 3 Monteure zur Verfügung gestellt.

### 3 Projektorganisation

Die Vertriebsaktivitäten wurden durch die lokalen Kundenkontakte von Voith Hydro in Heidenheim übernommen. Zusätzlich kommt das Projektmanagement/ die Projektabwicklung aus Heidenheim. Die Konstruktion, Lieferung, Montage und Inbetriebnahme erfolgt direkt durch Kössler, welche seit 2007 als 100% Tochter zu Voith Hydro gehört und seit Ihrer Firmengründung im Jahr 1928

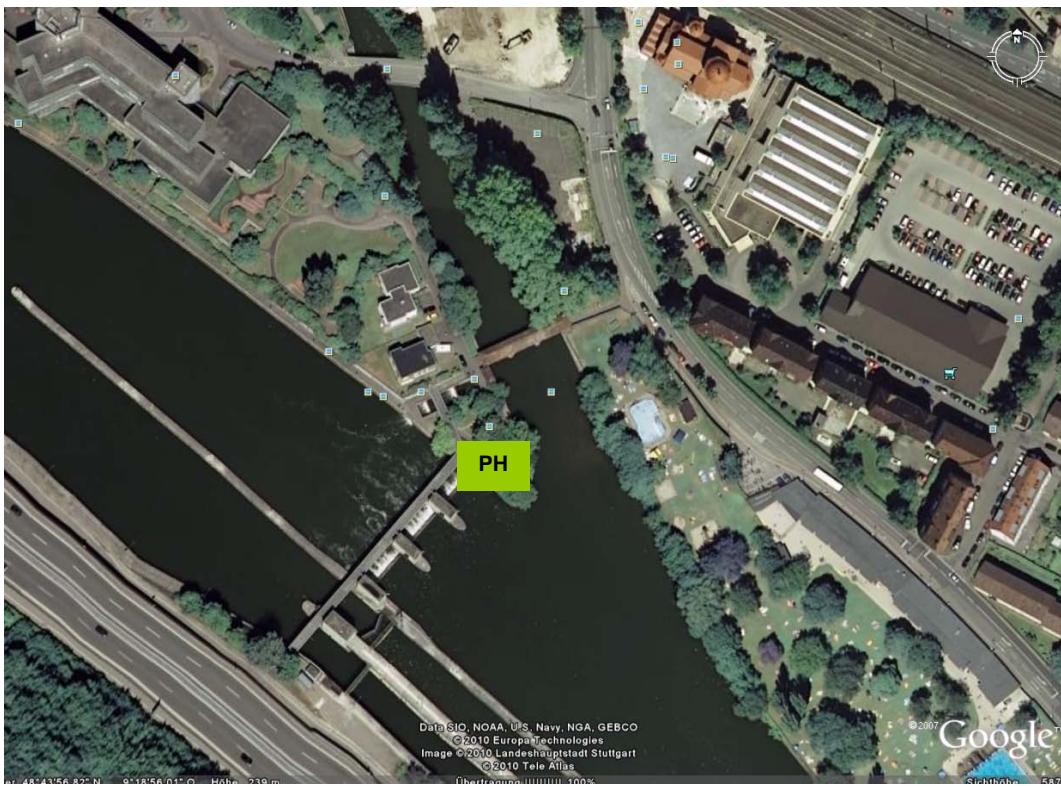
weltweit rund 1700 Turbinen- und Kraftwerksausrüstungen erfolgreich in Betrieb genommen hat.

Kössler agiert als Europäisches Kompetenzzentrum für Kleinwasserkraftanlagen innerhalb von Voith Hydro. Es findet seit der Übernahme von Kössler eine enge Zusammenarbeit zwischen den Voith Hydro Gesellschaften in Deutschland und Österreich statt, um unseren Kunden auf allen Wasserkraftmärkten bestmöglich, im Sinne von Technologie, Wirtschaftlichkeit sowie Kundennähe im Kleinwasserkraftgeschäft zu bedienen. Das Kleinwasserprojekt Esslingen war das erste gemeinsame Projekt beider Schwestergesellschaften.

## 4 Bauen im Denkmalgeschützen Umfeld

Das außergewöhnliche an diesem Projekt ist die Integration der Maschinen neben einer bestehende Staustufe, was als besonders umweltfreundlich betrachtet wird. Dies ist heute im Sinne einer nachhaltigen Betrachtung sehr wichtig.

Die 3 Säulen der Nachhaltigkeit, Ökonomie, Ökologie und Soziologie spielen bei heutigen Projektentscheidungen gleichermaßen eine große Rolle. Dementsprechend war dem Projekt eine fundierte Projektvorlaufzeit vorausgegangen.



**Abbildung 2** Standort des neuen Maschinenhauses.

Die Wehranlage wurde im Zuge der Schiffbarmachung des Neckarabschnitts zwischen 1964 bis 1968 erbaut. Beim Kraftwerk selbst handelt es sich um einen kompletten Neubau. Der Einlauf der Maschinen findet am Hammerkanal statt. Die vorgeschriebene Restwassermenge am Hammerkanal beträgt ca. 10 m<sup>3</sup>/s, da es weitere kleinere Wasserkraftanlagen am Kanal gibt. Esslingen wird auch als „Stadt am Fluss“ bezeichnet.

An den Landschaftsschutz gab es strenge Vorschriften, so durften z.B. keine großen optischen Veränderungen vorgenommen werden was einen flachen Bau zur Folge hatte. Das komplette Krafthaus liegt auf Niveau der Ufermauer. Es war Bedingung dass das Gebäude nicht höher wird als die benötigten Gelände auf dem Hechtkopf. Dies hatte z.B. zur Folge dass das Rechenreinigungsdesign entsprechend angepasst werden musste.

Nach Fertigstellung muss das Baufeld wieder der Öffentlichkeit zugänglich gemacht werden. Es gibt einen Fußweg um die Insel, welcher im Zuge der Bauarbeiten gesperrt wurde und der Öffentlichkeit nach Beendigung des Baus wieder vollständig zugänglich und entsprechend wieder hergestellt werden muss.

Der Kunde hat das Krafthaus mit einem Atrium ausgestattet, welche ein Zugangstor sowie 3 große Panoramafenster im Neubau beinhaltet um der Öffentlichkeit einen Einblick ins Krafthaus zu ermöglichen. Diese Installation hatte zur Folge, dass die Fenster und Türen, da diese unterhalb des Hochwasser-Niveaus liegen, druckdicht ausgebildet wurden. Ziel des Kunden ist es hier grüne Energie transparent zu machen und für die Wasserkraft als erneuerbare Energie zu werben. An die Fische wurde auch gedacht - diese werden sicher über einen Fischabstieg in die bestehenden Kaskadengewässer geleitet.

Eine logistische Herausforderung bestand aus der engen Zufahrtsstraße zur Baustelle. Die Zufahrt zur Baustelle erfolgte durch eine Anwohnerstraße (Sackgasse), welche nicht breiter als 3 m war. Dies hatte für die Anlieferung der Komponenten eine bedarfsorientierte Anlieferung zur Folge. Es gab keinen Wendeplatz, d.h. die Komponenten mussten rückwärts angeliefert werden. Der Autokranstandplatz setzte eine Information der Anwohner voraus, da die Kranabstützung teilweise auf deren Grundstücke erfolgen musste. Eine entsprechend frühzeitige Kommunikation, Projektvorstellung sowie Einbindung der Bevölkerung ist deshalb unerlässlich. Die Mobilkrangröße war zudem limitiert, was zur Folge hatte das die Einzelkomponenten größtmäßig ebenfalls beschränkt waren, d.h. die Turbineneinheit musste beispielweise ohne Laufrad angeliefert werden. Der Kranradius war eingeschränkt, da es nicht erlaubt war die historische Wehranlage mit dem Kran zu überschwenken.

Der Baukran musste für den Einhub der Turbinen kurzfristig abgebaut werden, um dem Autokran Zugang zum Kraftwerk zu verschaffen. Der Baukran hatte hierfür eine zu geringe Nutzlast. Ein alternativer Aufstellungsplatz für den Mobilkran war schlicht nicht vorhanden.



**Abbildung 3** Historisches Wasserhaus, am Hammerkanal, Esslingen/ Neckar.

Zusammenfassend kann man sagen, dass das Kraftwerk Esslingen ein sehr interessantes, anspruchsvolles Projekt, mit hohen Standards und entsprechenden Kundenanforderungen war, unter anderem in Bezug auf die elektromechanische Ausrüstung, ebenso wie auf die Projektabwicklung und die sich aus der geographischen Lage ergebenden Herausforderungen. Ein weiteres wichtiges Referenzprojekt und Beispiel für die gute, langjährige Zusammenarbeit mit der EnBW bzw. der Neckar AG und dem Hause Voith Hydro, welches zur nachhaltigen Energieerzeugung in Baden-Württemberg beiträgt.

## 5 Voith Hydro

Voith Hydro ist ein Konzernbereich von Voith und gehört mit aktuell rund 4.700 Mitarbeitern und einem Auftragseingang von rund 1,3 Milliarden Euro im Geschäftsjahr 2008/2009 zu den weltweit führenden Anbietern im Bereich der Wasserkraft.

Voith setzt Maßstäbe in den Märkten Papier, Energie, Mobilität und Service. Gegründet 1867 ist Voith heute mit 39.000 Mitarbeitern, 5,1 Milliarden Euro Umsatz und weltweit rund 280 Standorten eines der großen Familienunternehmen Europas.

Bei der EnBW bzw. der Neckar AG, im Besonderen bei der Bauleiterin, Frau Dipl.-Ing. Claudia Helm, bedanken wir uns für die freundliche Unterstützung bei der Erstellung dieser Veröffentlichung.

### Autoren:

MBA, Dipl.-Betriebswirt (FH)  
Ms. Ute Böhringer-Mai  
Manager Intern. Sales Small Hydro  
Voith Hydro GmbH & Co. KG  
Alexanderstraße 11  
D-89522 Heidenheim, Germany  
Tel +49 7321 37 9176  
Fax +49 7321 37 13 9176  
Ute.Boehringer-Mai@Voith.com  
<<http://www.voithhydro.com>>

Dipl.-Ing. (FH)  
Mr. Lothar Ritter  
Projektleiter/Projektabwicklung  
Voith Hydro GmbH & Co. KG  
Alexanderstraße 11  
D-89522 Heidenheim, Germany  
Tel +49 7321 37 2077  
Fax +49 7321 37 13 2077  
Lothar.Ritter@Voith.com  
<http://www.voithhydro.com>