

Kraftwerk Kirchbichl - Erweiterung Ausbau und Anpassungen an den Stand der Technik

M. Holzmann¹, J. Neuner¹

¹ TIWAG-Tiroler Wasserkraft AG, Eduard-Wallnöfer-Platz 2, 6020 Innsbruck, AUSTRIA

michael.holzmann@tiwag.at

Kurzfassung

Die TIWAG-Tiroler Wasserkraft AG betreibt seit 1941 das Kraftwerk Kirchbichl am Inn. Aufgrund geänderter rechtlicher und hydrologischer Rahmenbedingungen (Wasserrahmenrichtlinie, neue Bemessungsabflüsse) sowie betriebsbedingter Erfordernisse sind eine Reihe von Maßnahmen geplant bzw. in Umsetzung.

Mit dem Projekt Kraftwerk Kirchbichl - Erweiterung werden Teile der Bestandsanlage saniert und die Ausbauwassermenge von 250 m³/s auf 484 m³/s erhöht. Die Erweiterung erfolgt über den Zubau eines 4. Maschinensatzes und einer Verbesserung des Schluckvermögens der Bestandsmaschinen. Daneben wird ein zusätzliches Wehrfeld zur Verbesserung der Hochwassersicherheit im „n-1“-Fall errichtet.

Zusätzlich wird die Fischdurchgängigkeit der Gesamtanlage durch Aufwertung der Kirchbichler Innschleife mittels Fischwanderhilfe und Errichtung eines Dotierkraftwerks zur Restwasserabgabe auf Basis der Verordnung zum Nationalen Gewässerbewirtschaftungsplan (NGP I) hergestellt.

Mit dem Vorhaben wurde auch um die wasserrechtliche Wiederverleihung der Bestandsanlagenteile für weitere 90 Jahre bewilligt.

Kraftwerk Kirchbichl - Bestand

Die TIWAG-Tiroler Wasserkraft AG betreibt das Kraftwerk Kirchbichl am Inn seit dessen Inbetriebnahme anfangs der 40er Jahre des vorigen Jahrhunderts.

Die ersten Planungen zur energetischen Nutzung des Inns am Standort Kirchbichl erfolgten bereits in den 1920er Jahren. Die erste Genehmigung der Wasserkraftanlage wurde 1927 erteilt. In den folgenden Jahren wurde das Projekt in Teilbereichen mehrmals modifiziert und umgeplant. Die Genehmigung des geänderten Projektes erfolgte per Bescheid vom 07.04.1939. Die anschließenden Bauarbeiten dauerten bis 1941. Am 09.09.1941 wurde der Vollbetrieb des Kraftwerkes aufgenommen. Mit dem Bescheid vom 08.12.1941 erfolgte die Kollaudierung der Wasserkraftanlage. Der Konsens wurde von der Wasserrechtsbehörde für 90 Jahre ausgestellt. In den darauffolgenden Jahren und Jahrzehnten erfolgten laufend Anpassungen an der Anlage und der Betriebsweise des Kraftwerkes.

In Abbildung 1 ist die Prinzipskizze der bestehenden Kraftwerksanlage KW Kirchbichl ersichtlich.

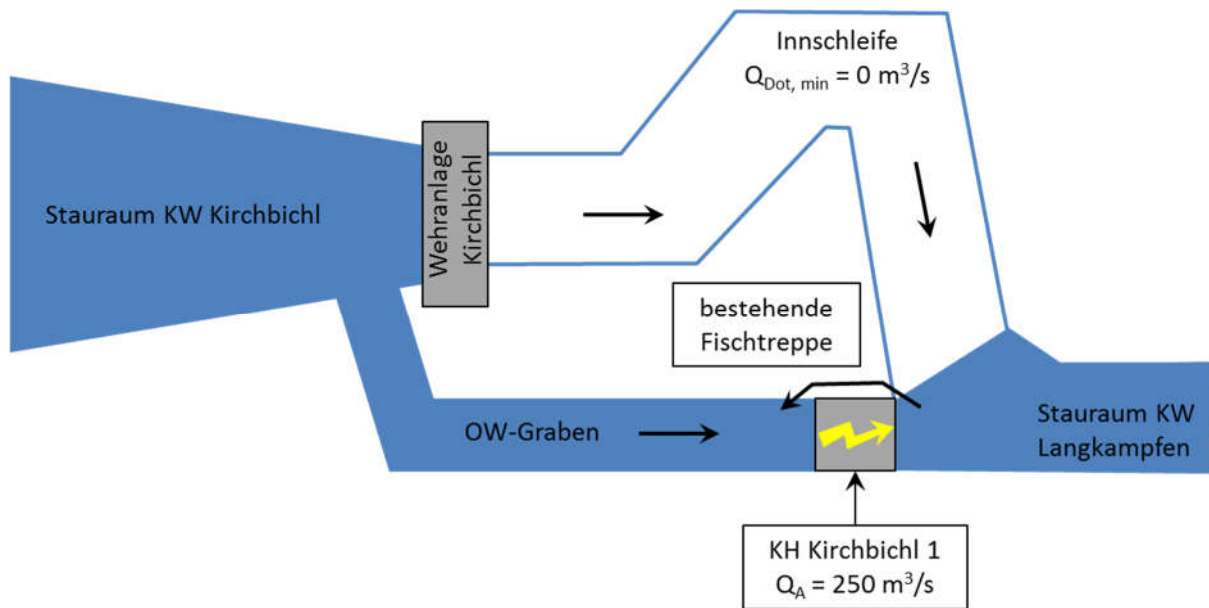


Abbildung 1: Prinzipskizze Kraftwerksanlage Kraftwerk Kirchbichl Bestand

Das als Laufkraftwerk konzipierte Kraftwerk nutzt das Gefälle der prägnanten Innschleife bei Kirchbichl. Der Aufstau des Inns erfolgt durch eine Wehranlage, durch Abschneidung der rund 3,5 km langen Flussschleife wird das Wasser über einen ca. 1 km langen offenen Kanal (OW-Graben) ausgeleitet und im Krafthaus (KH Kirchbichl 1) energetisch abgearbeitet.

Die Wehranlage Kirchbichl besteht aus vier Wehrfeldern und einer Floßgasse, welche ursprünglich der Passierbarkeit des Wehres für Flöße diente. Die Floßgasse weist eine lichte Weite von 10 m, die vier Schützenöffnungen von je 20 m auf. Als Verschlüsse für die vier Wehröffnungen sind Doppelhakenschützen eingebaut, von denen die obere Hakenschütze absenkbar und die untere Schütze sowie das Gesamtpaket anhebbar ausgebildet ist. Die max. Stauhöhe beträgt 6,1 m.

Auf der orographisch rechten Seite des Wehres zweigt der Triebwasserweg zum Krafthaus ab. Das Einlaufbauwerk, an die rechte Wehrwange anschließend, besitzt zehn Gleitschützen sowie eine über den Schützen angeordnete Stahlbetontauwand. Die mittlere Wassertiefe im OW-Graben beträgt 7,0 m und das Sohlengefälle 0,5 ‰. Das Ende des OW-Grabens verbreitert sich auf einer Länge von 50,5 m und bildet so als Vorbecken den Übergang zu dem quer zur Fließrichtung angeordneten Krafthaus. Am Vorbeckenende ist vor den Turbineneinläufen ein Einlaufrechen angeordnet. An der linken Seite des Krafthauses befindet sich, vom Vorbecken abzweigend, eine 1,50 m breite, 83 m lange Fischtreppe mit 42 Kaskaden.

Im derzeitigen Zustand wird die Innschleife an rd. 160 Tagen im Jahr mit (Über-)Wasser beaufschlagt. Eine Restwasserabgabe ist derzeit noch nicht Pflicht, sodass die Innschleife an ca. 200 Tagen trocken ist.

Das Projekt Kraftwerk Kirchbichl - Erweiterung

Zum Vorhaben „Kraftwerk Kirchbichl - Erweiterung“ (KE) zählen:

- Die Herstellung der ganzjährigen Fischdurchgängigkeit
- Die Sicherstellung einer ausreichenden Restwassermenge in der Innschleife
- Die Erhöhung der Hochwassersicherheit durch Errichtung eines 5. Wehrfeldes für den Lastfall „n-1“
- Die Erhöhung der Stromproduktion
- Die Sanierung der Bestandsanlage wo erforderlich
- Die Konsensverlängerung für das Bestandskraftwerk

In Abbildung 2 sind die geplanten Maßnahmen für das Projekt KE dargestellt.

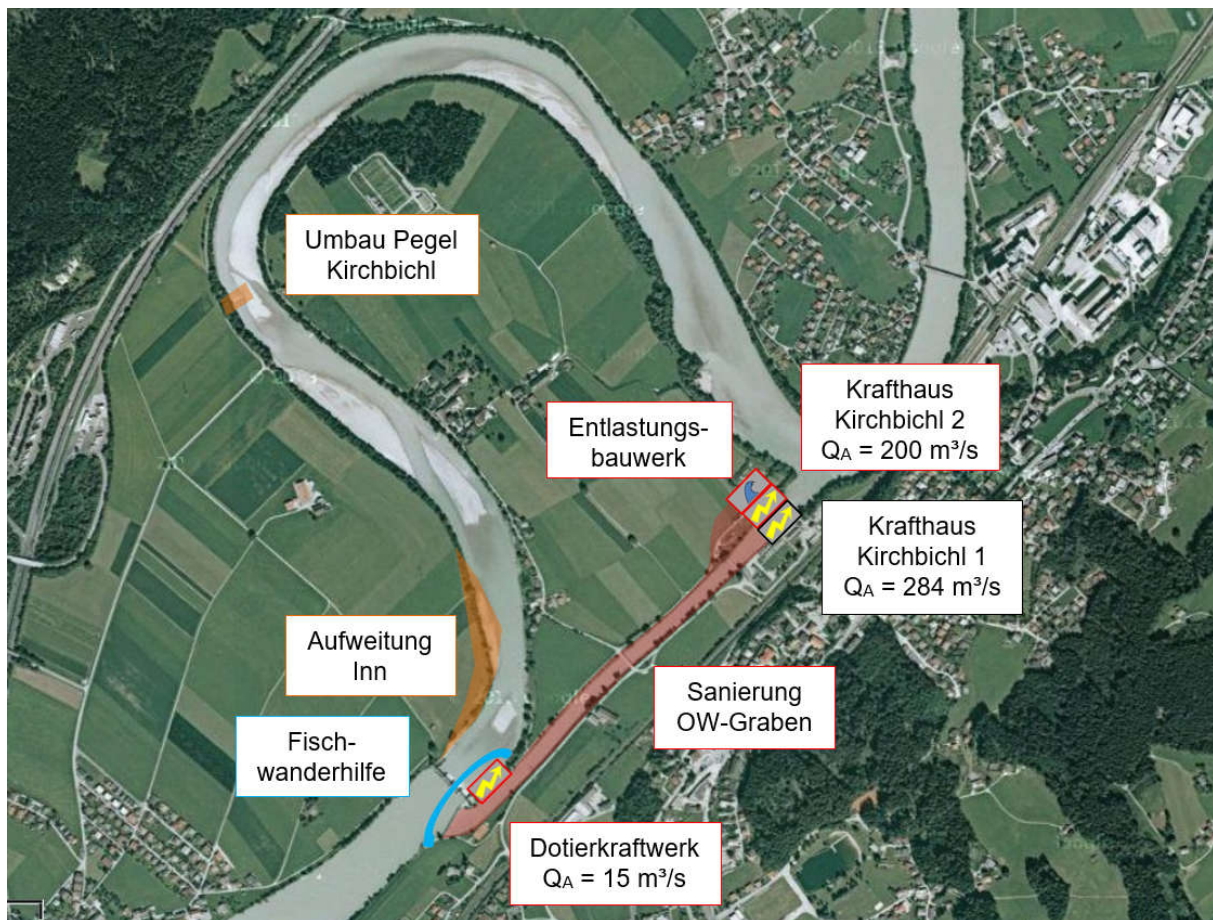


Abbildung 2: Übersicht der Maßnahmen für das Projekt Kraftwerk Kirchbichl - Erweiterung

Die in die Innschleife abzugebende Dotier- bzw. Restwassermenge erfolgt vom OW-Graben über ein Kleinwasserkraftwerk (Dotierkraftwerk). Die Fischwanderhilfe wird mit 550 l/s an mindestens 330 Tagen im Jahr betrieben.

Im Bereich der Bestandsanlage des Kraftwerks Kirchbichl wird der Triebwassereinlauf des Oberwassergrabens in Richtung stromaufwärts aufgeweitet und die Tauchwand sowie Pfeiler beim Triebwassereinlauf in Kombination mit einem Fischkorridor erneuert. Der vorhandene Oberwassergraben wird in der Regelstrecke belassen und lediglich mit einer neuen Betonoberfläche saniert. Die Förderfähigkeit ist ausreichend für die Erhöhung des Ausbaudurchflusses bzw. für die erforderliche Hochwasserabfuhr durch den Oberwassergraben im Störfall HQ100 „n-1“ über das neu zu errichtende Entlastungsbauwerk. Die Hochwassersicherheit der Gesamtanlage Kraftwerk Kirchbichl wird durch das neue Wehrfeld im Bereich des Kraftwerks (Entlastungsbauwerk) an den Stand der Technik herangeführt (Abbildung 3). Durch eine Aufweitung des Flussbettes orographisch links unterhalb der bestehenden Wehranlage werden die Abflussverhältnisse (Wasserstände oberwasserseitig) verbessert. Durch den Bau eines neuen Krafthauses Kirchbichl 2 neben der Bestandsanlage Krafthaus Kirchbichl 1 wird der Ausbaugrad der Gesamtanlage erhöht und die energiewirtschaftliche Nutzung im Hinblick auf heutige Erfordernisse optimiert.

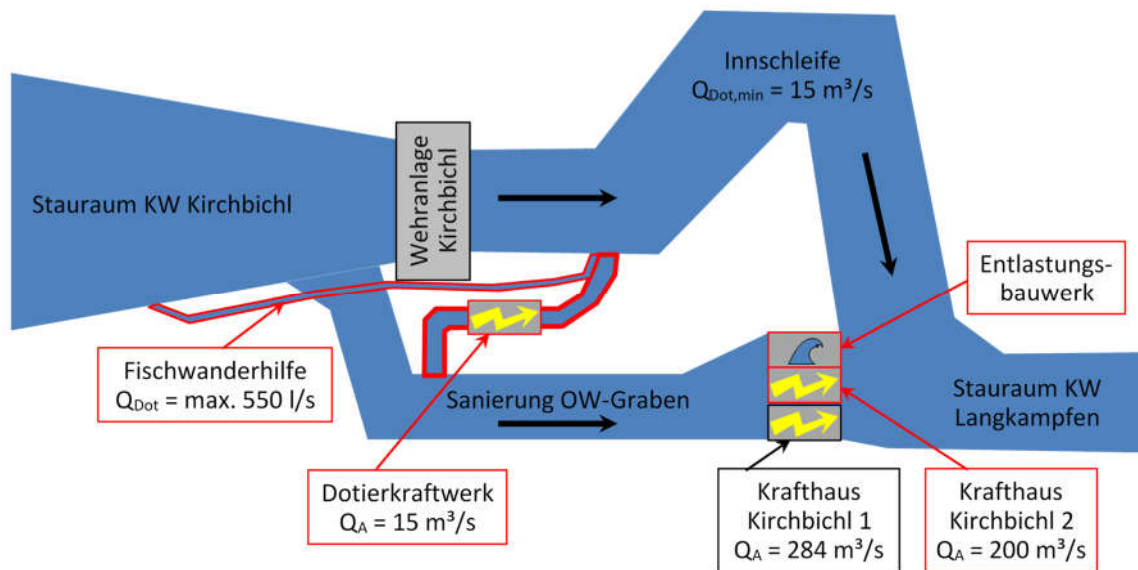


Abbildung 3: Prinzipskizze Kraftwerksanlage Kraftwerk Kirchbichl - Erweiterung

Bei den bestehenden Maschinen haben sich insbesondere durch die Neubeschauung der Turbinen, der Erneuerung der Generatoren und die Erneuerung und Automatisierung der Maschinenregelung das Schluckvermögen und die Dauerleistung erheblich verbessert. Aus diesen Erleichterungen sowie Instandhaltungsmaßnahmen an den Maschinen ergibt sich eine mögliche Erhöhung der Ausbauwassermenge des Bestandskraftwerks um $34 \text{ m}^3/\text{s}$ auf künftig $284 \text{ m}^3/\text{s}$.

Bei Hochwasserereignissen wird künftig - wie bisher - Geschiebe in die Innschleife eingetragen. Durch die kontinuierliche Geschiebemanagement (Ausbaggerungen in den Wintermonaten) bleibt die Hochwassersicherheit gewährleistet. Die Änderung des hydrologischen Regimes in der künftigen Betriebsphase hat nur einen untergeordneten Einfluss auf die Geschiebemanagement. Die wesentlichen Eckpunkte des Projektes Kraftwerk Kirchbichl - Erweiterung sind in Tabelle 1 zusammengestellt.

Tabelle 1: Kennwerte Kraftwerk Kirchbichl - Erweiterung

KW Kirchbichl Erweiterung		Dotierkraftwerk	KH Kirchbichl 1+2
Ausbauwassermenge	[m³/s]	15	484
Min. Dotierwassermenge DKW	[m³/s]	14,5	
Beaufschlagung FWH	[m³/s]	0,55	
Nutzbare Wasserfracht VN	[hm³/a]	442,80	7661,40
Mittlerer Wirkungsgrad gesamt η_G	[%]	87	87
Max. Leistung NE bei QA	[MW]	0,7	37,2
Regelarbeitsvermögen RAV	[GWh/a]	5,3	158,6
Regelarbeitsvermögen gesamt RAV	[GWh/a]	163,9	

Dotierung der Innschleife

Die Mindestdotierung bzw. Restwassermenge in die Innschleife von $15 \text{ m}^3/\text{s}$ wurde durch Dotierversuche sowie ergänzenden numerischen Untersuchungen festgelegt und bildet die Randbedingung für die Auslegung des Dotierkraftwerks. Es ergibt sich abzüglich der dauerhaften Dotierung der Fischwanderhilfe von 550 l/s somit als nutzbare Mindestwassermenge

für das Dotierkraftwerk ein Mindestdurchfluss von $14,45 \text{ m}^3/\text{s}$.

Ab einem Inn-Zufluss von $410 \text{ m}^3/\text{s}$ wird in die Innschleife eine erhöhte dynamisierte Dotierwassermenge abgegeben (Abbildung 4). Das zusätzliche Dotierwasser wird über die Wehranlage Kirchbichl abgegeben, ebenso bei Ausfall oder Stillstand des Dotierkraftwerks.

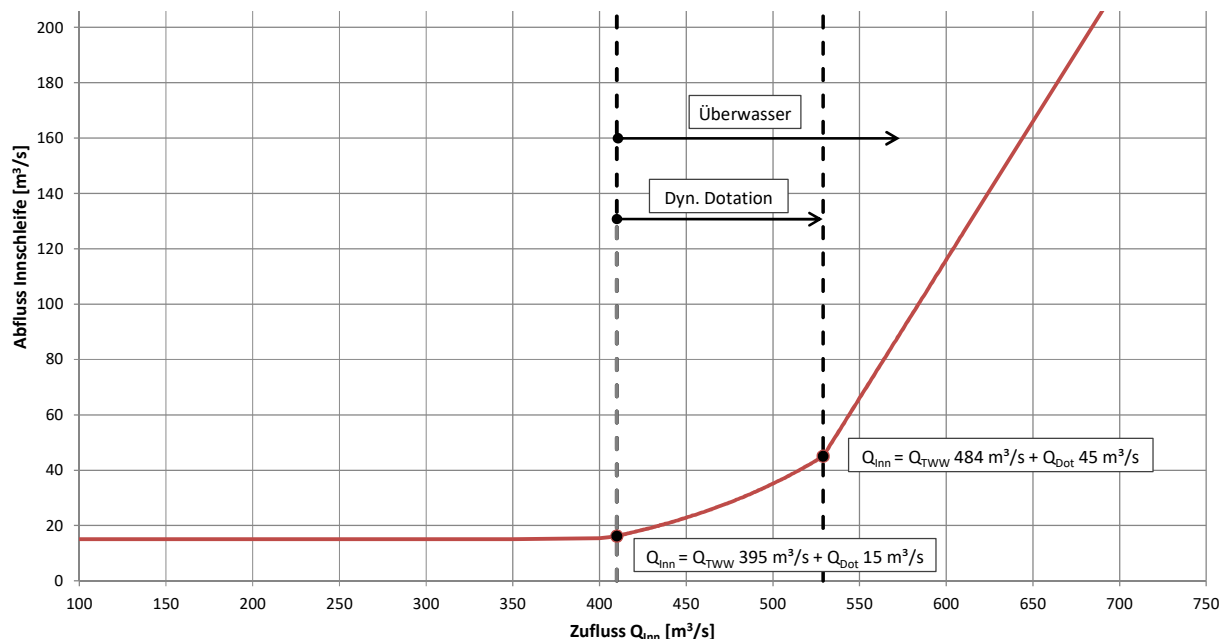


Abbildung 4: Dotation der Innschleife

Physikalische Modellversuche

Im Zuge der Planung und Einreichphase wurden physikalische Modellversuche an zwei Modellen mit geometrischem Maßstab 1:40 und Froude'schem Ähnlichkeitskriterium am Institut für Wasserbau und Wasserwirtschaft der TU Graz betrieben. Modell 1 bildete den Wehrbereich mit Triebwassereinlauf, OW-Graben, einen Teil des Stauraumes und der Innschleife ab, Modell 2 bildete den OW-Graben samt Krafthäuser, Entlastungsbauwerk sowie den Anschluss in den Inn unterwasserseitig des Kraftwerks ab (Abbildung 5).



Abbildung 5: Physikalische Modelle. 1) Bereich Wehr, 2) Bereich Krafthaus; aus [1]

Das Modell 1 wurde im ersten Schritt anhand von Pegelaufzeichnungen kalibriert. Im zweiten Schritt wurde die Bestandsanlage (Ist-Situation) untersucht und darauf aufbauend die Optimierungen (Planzustand) u.a. für das Hochwasserabfuhrvermögen durchgeführt. Durch die Erhöhung der statistischen Hochwasserabflüsse in den letzten Jahrzehnten (HQ100 erhöhte sich von $1800 \text{ m}^3/\text{s}$ auf $2374 \text{ m}^3/\text{s}$) waren die Auswirkungen auf die Bestandsanlage für den

Regelbetrieb sowie der Lastfall HQ100 „n-1“ zu betrachten. Der „n-1“ Lastfall deckte das Szenario, dass an 3 Wehrfeldern die Doppelhakenschütze komplett geöffnet werden und am 4. Wehrfeld das Oberschütz abgesenkt, das Schützenpaket jedoch nicht gehoben werden kann, ab (Abbildung 6). Für diesen Lastfall wurde gezeigt, dass die Wasserfrachten nicht mehr mit den geforderten Randbedingungen (zB Mindestfreibord nicht eingehalten) abgeführt werden können. Da die Anordnung eines zusätzlichen Wehrfeldes an die bestehenden nicht zu realisieren war, wurde dieses als Entlastungsbauwerk am Ende der Ausleitungsstrecke situiert (Abbildung 2 und Abbildung 3).

Weitere Erkenntnisse aus den Modellversuchen waren eine optimierte Geometrie der Innaufweitung, des Triebwassereinlaufes samt Anordnung der neuen Pfeiler sowie die Optimierung der Anströmbedingungen für das neue Krafthaus Kirchbichl 2. [1]



Abbildung 6: Physikalisches Modell 1 Bereich Wehr: Versuch HQ100 „n-1“ mit nicht gezogenem Schützenpaket am Wehrfeld 3; aus [1]

Terminübersicht und Stand der Arbeiten

Auf die Einreichung im Jahr 2013 erfolgte nach 3 Verbesserungsaufträgen seitens der Behörde, welche auch von der TIWAG zur stetigen Verbesserung des Projekts genutzt wurden, die öffentliche Auflage der UVE im Frühsommer 2016. Die UVP-Verhandlung fand im November 2016 statt. Mit Vorliegen eines rechtskräftigen Bescheides konnte der Bau- und Beschaffungsbeschluss vom Aufsichtsrat genehmigt und im Sommer 2017 mit den Bauarbeiten begonnen werden. Das Wasserrecht wurde für die gesamte Anlage für weitere 90 Jahre bis 2107 verliehen. Die Zeitschiene für das Projekt KE ist in Abbildung 7 dargestellt.

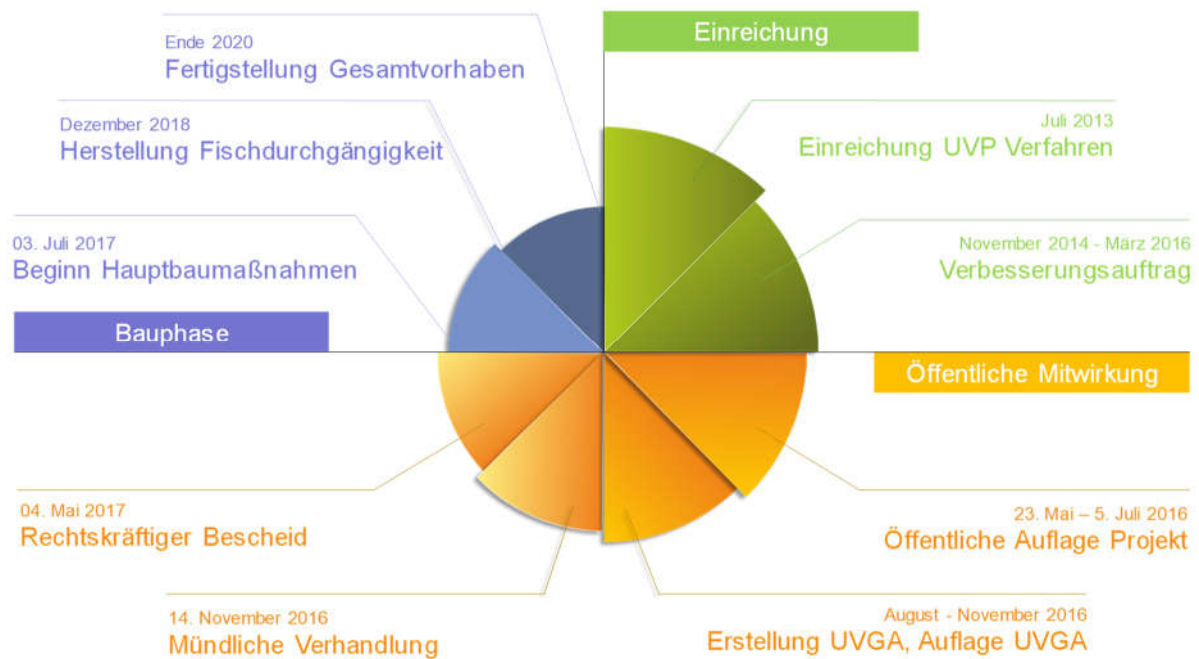


Abbildung 7: Rückschau und Grobzeitplan für das Projekt KE

Arbeiten an der Fischwanderhilfe und Dotierkraftwerk

Die Arbeiten am Dotierkraftwerk bzw. der Fischwanderhilfe (Abbildung 2) begannen im August 2017 und werden bis zum Dezember 2018 andauern. Zeitkritisch war die Herstellung der Baugrubenumschließung (Bohrpfahlwand und DSV-Zwickelausfachung mit tiefliegender DSV-Sohle), welche in der Niederwasserperiode zu erfolgen hatte. Der Fertigstellungstermin war maßgeblich von der zeitgerechten Errichtung der Baugrube abhängig. Die Arbeiten am Baugrubenverbau fanden während dem laufenden Kraftwerksbetrieb statt. Es wurden vertieft Verformungsmessungen zum OW-Graben hin vorgenommen bzw. Grenzwerte der Baugrubenverformungen festgelegt. Abbildung 8 zeigt eine Bildfolge der Arbeiten am Dotierkraftwerk bzw. der Fischwanderhilfe; beginnend mit dem Ausgangszustand, Herstellen der Vorschüttung in den Inn, Spezialtiefbauarbeiten, Baumeisterarbeiten, Rückbau Vorschüttung und Überwasser in der Innschleife.

Arbeiten am Krafthaus und Entlastungsbauwerk

Mit Stand Juli 2018 sind die Spezialtiefbauarbeiten forciert im Gange. Die seitlichen Baugrubenumschließungen aus aufgelöster Bohrpfahlwand mit DSV-Zwickelausfachung sind hergestellt. Beim Entlastungsbauwerk wird eine tiefliegende DSV-Sohle, beim Krafthaus Kirchbichl 2 eine hochliegende DSV-Sohle, welche mit GEWI-Pfählen in den Boden rückverankert wird, hergestellt. Für rückverankerte Sohlen sind, bedingt durch die Baumethodik, keine Abnahmeprüfungen der Auftriebspfähle möglich bzw. vorgesehen. Es mussten im Vorfeld außerhalb der Baugrube Pfahlzugversuche zur Eignungsprüfung an verlorenen GEWI-Pfählen durchgeführt werden, um mit ausreichender Sicherheit den Auszieh widerstand aus der DSV-Sohle sowie aus dem gewachsenen Boden nachzuweisen. Die Spezialtiefbauarbeiten werden im September abgeschlossen sein und bis Oktober wird die Baugrube für das Krafthaus Kirchbichl 2 ausgebaggert bzw. gelenzt sein. Der Einbau des Saugrohres ist für Februar 2019, jener der Turbine für März 2019 geplant. Die Niederwasserperiode 2019/2020 wird zur Herstellung des Anschlusses des Krafthauses Kirchbichl 2 und des Entlastungsbauwerkes an den Triebwasserweg genutzt. Mit dem Probetrieb soll im Sommer 2020 begonnen werden.



Abbildung 8: Errichtung Dotierkraftwerk und Fischwanderhilfe; Zeitraum August 2017 bis Juni 2018

Zusammenfassung

Mit den Arbeiten an dem im Jahre 2013 bei der UVP-Behörde eingereichten Projekt Kraftwerk Kirchbichl - Erweiterung wurde im Sommer 2017 begonnen und sind mit Stand Sommer 2018 voll im Gange. Das Dotierkraftwerk, über welches künftig jahresdurchgängig Restwasser in die Innschleife abgegeben wird, als auch die Fischwanderhilfe werden bis Ende 2018 den Betrieb aufnehmen. Die Arbeiten am neuen Krafthaus und Wehrfeld werden noch bis zum Sommer 2020 andauern. Die Inbetriebnahme der Gesamtanlage ist für Herbst 2020 geplant. Das Wasserrecht besteht bis 2107.

Quellenverzeichnis

- [1] Erweiterung KW Kirchbichl. Hydraulischer Modellversuch, Endbericht Dezember 2015. Institut für Wasserbau und Wasserwirtschaft, Technische Universität Graz.