

Gemeinschaftskraftwerk Inn GKI

Oberer Inn, Schweiz – Österreich

TEXT | Johann Herdina, Peter Loidl, Michael Roth

BILDER | © GKI, TIWAG/Martin Vandory

GRAFIKEN | © GKI

Mit dem Gemeinschaftskraftwerk Inn entsteht am Oberen Inn im schweizerisch-österreichischen Grenzgebiet das größte in diesem Jahrtausend im Alpenraum neu gebaute Laufwasserkraftwerk. Das in Österreich und der Schweiz umfassend geprüfte Kraftwerk erzeugt im Anschluss an die rund vierjährige Bauphase (2014–2018) jährlich über 400 Gigawattstunden Strom aus der erneuerbaren, heimischen Ressource Wasserkraft. Damit wird das zwischen der Schweizer Gemeinde Valsot und der österreichischen Gemeinde Prutz entstehende GKI zu einem Meilenstein für die Stromautonomie Tirols, trägt zur Erreichung der Ziele der europäischen Energiestrategie bei und unterstützt die energiewirtschaftliche Umstellung auf CO₂-neutrale und nachhaltige Energieerzeugung maßgeblich.

Erste Pläne für ein Kraftwerk am Oberen Inn gab es bereits in den Zwanzigerjahren des vergangenen Jahrhunderts. Seit der Wiederaufnahme des Vorhabens durch die Gesellschafter der GKI – TIWAG, VERBUND und Engadiner Kraftwerke – hat sich viel getan. Aus der Idee ist ein Vorzeigeprojekt entstanden, welches mehrfach optimiert wurde und heute ökologisch höchste Ansprüche und Kriterien erfüllt. Ermöglicht wurde diese Entwicklung durch einen breiten Dialog mit den Menschen des Oberen Gerichts und des Engadins und den zahlreichen beteiligten Experten und Planern. Vielen ist für die partnerschaftliche Umsetzung zu danken.

Panorama



Wehranlage





Tunnelschnitt

Das Gemeinschaftskraftwerk Inn ist ein Projekt mit zahlreichen Vorteilen. Mit der Errichtung des GKI wird ein wesentlicher Beitrag zum Ausbau der heimischen, erneuerbaren Ressource Wasserkraft und damit zur langfristig angestrebten Energieautonomie sowie zur Reduktion des CO₂-Ausstoßes geleistet. Das GKI wird nicht nur ökologisch und energiewirtschaftlich deutliche Vorteile mit sich bringen. Als größte Einzelinvestition der letzten Jahrzehnte im Tiroler Oberland werden durch Errichtung und Betrieb auch wirtschaftlich wichtige Impulse für die Region – in Form von Arbeit, Wertschöpfung und industrieller Entwicklung – gesetzt.

Seit den 1950er-Jahren wird am Oberen Inn sauberer Strom aus Wasserkraft erzeugt. Die Kraftwerke Pradella-Martina und Prutz-Imst bilden dabei eine „Kraftwerkskette“, in die sich nach der geplanten Fertigstellung 2018 auch das Gemeinschaftskraftwerk Inn eingliedern wird.

Mit dem Gemeinschaftskraftwerk Inn entsteht im schweizerisch-österreichischen Grenzgebiet ein einzigartiges, grenzüberschreitendes Laufwasserkraftwerk. Das großteils unsichtbare, da hauptsächlich unterirdisch gebaute Kraftwerk erstreckt sich vom Ortsteil Martina der Schweizer Gemeinde Valsot über das Gebiet von sieben Gemeinden im Oberen Gericht in Tirol. Im Wesentlichen besteht das Gemeinschaftskraftwerk Inn aus drei Elementen: Stauraum und Wehranlage, Triebwasserstollen sowie Krafthaus. Im Grenzgebiet zwischen Martina und Nauders entsteht die Wehranlage mit einem 15 m hohen Wehr zur Wasserfassung. Vom gestauten Wasser werden bis zu 75 m³/s in den 23,2 km langen Triebwasserstollen geleitet. Dieser mündet in den Druckschacht, der zu den Turbinen im Krafthaus in Prutz/Ried führt. Dort erzeugen zwei leistungsstarke Maschinensätze, bestehend aus je einer Francis-Turbine und einem Generator, umweltfreundlichen Strom. Das dazu genutzte Wasser fließt durch einen unterirdischen Kanal wieder in den Inn zurück.

Krafthausbaustelle in Prutz



UMWELTDATEN

- Das GKI spart jährlich im Vergleich zu einem modernen Steinkohlekraftwerk
- 322.000 Tonnen Kohlendioxid (CO₂)
 - 168 Tonnen Schwefeldioxid (SO₂)
 - 180 Tonnen Stickoxide (NO_x)
 - 8 Tonnen Staub



Baustelle in Maria Stein im Dezember 2015, Ausgangspunkt für den Stollenvortrieb



Deponiefläche Maria Stein

ECKDATEN STOLLEN

- Länge Triebwasserweg: 23,2 km
- Durchmesser Stollen: ca. 5,8 m
- Anzahl verbauter Tübbinge: ca. 50.000
- Fallhöhe brutto: 160,7 m
- Durchmesser Schrägschacht: 3,8 m

Im unterirdischen Stollen zur Turbine

Das Wasser fließt von der Wehranlage in Ovella bis zum Krafthaus in Prutz/Ried durch einen rd. 23,2 km langen Triebwasserstollen. Dieser führt durch den Berg auf der orografisch rechten Talseite, je nach Lage zwischen 130 m und 1.200 m tief unter der Oberfläche. Im Triebwasserstollen herrscht ein geringer Druck, vergleichbar mit dem Druck in einer gewöhnlichen Haushaltswasserleitung. Dieser steigt im steil nach unten fallenden, gepanzerten Schrägschacht auf etwa 16 Bar an. Im Krafthaus trifft das Wasser dann auf die Turbinen und treibt diese an.

Baugrube Krafthaus





Die Tunnelvortriebsmaschine im Stollen

 **SCHRETTER & CIE**

NOViTECH
SPEZIALBAUSTOFFE

Zement · Kalk · Gips · Spezialbaustoffe · Anwendungstechnik



mineralisch kreativ

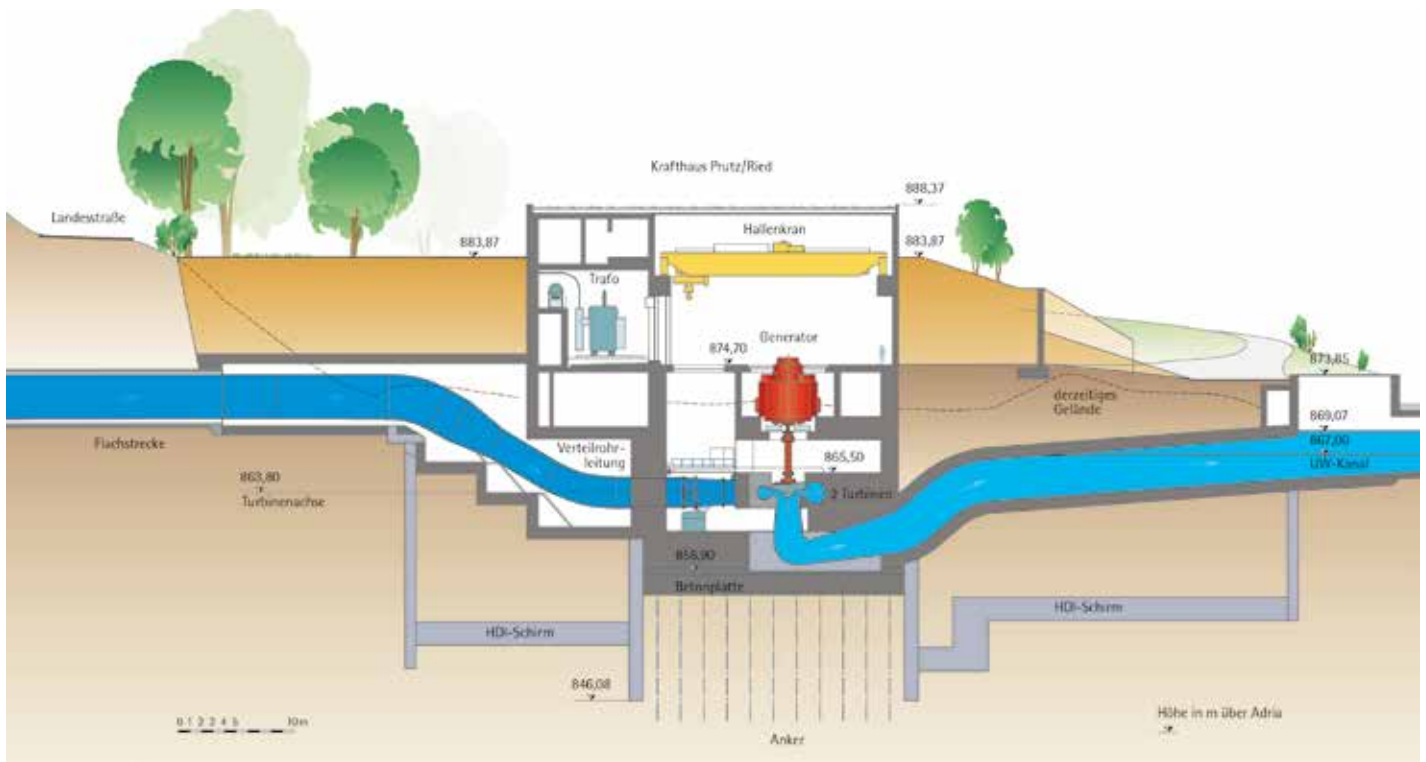
Schretter & Cie GmbH & Co KG

A-6682 Vils · Tirol

Tel.: +43 (0)5677/8401 · 0

Fax: +43 (0)5677/8401 · 222

office@schretter-vils.co.at · www.schretter-vils.co.at



Krafthaus

ECKDATEN KRAFTHAUS

- **Leistung:** 89 MW
- **Jahreserzeugung:** (ca.) 414 GWh
- **Fallhöhe brutto:** 160,7 m

ECKDATEN WEHRANLAGE

- **Länge:** (ca.) 2,6 km
- **max. Wassertiefe:** 15 m
- **Nutzvolumen:** 500.000 m³
- **max. Ausbauwassermenge:** 75 m³/s

Krafthaus



Maria Stein

Der Ausgangspunkt für den Stollenbau ist der Fensterstollen in Maria Stein. Von dort aus wird der eigentliche Triebwasserstollen ca. 12,7 km in Richtung Wehranlage und ca. 8,9 km in Richtung Krafthaus mithilfe von Tunnelbohrmaschinen gefräst. Bei der Wehranlage in Ovella und beim Krafthaus Prutz/Ried erfolgt ein Gegenvortrieb. Ausgekleidet und gesichert wird der Stollen im Inneren durch sogenannte „Tübbinge“ aus Stahlbeton. Insgesamt werden etwa 1 Mio. m³ Gestein aus dem Berg gebrochen.

Krafthaus: energiegeladenes Herzstück

Das Krafthaus Prutz/Ried bildet das Herzstück des Gemeinschaftskraftwerks Inn. Dort wird mithilfe von zwei Francis-Turbinen und zwei Generatoren Strom aus der Kraft des Wassers erzeugt. Dieser wird über ein erdverlegtes Kabel zum benachbarten Umspannwerk des Kraftwerks Kaunertal geleitet und dort in das Netz eingespeist. Das Wasser fließt über einen unterirdischen Kanal zurück in den Inn.

Das Krafthaus ist von außen kaum sichtbar. Lediglich 4,5 m des Gebäudes ragen über das Geländeniveau. Der Großteil der technischen Einrichtung – wie beispielsweise die Turbinen und die Generatoren – ist unterirdisch im rund 26 m tiefen Krafthaus-schacht eingebaut. Diese Bauweise bietet den Vorteil eines minimalen Eingriffs in das Landschaftsbild und eines möglichst leisen Betriebs. Ein interessantes Detail des Krafthauses ist der fix in die Maschinenhalle integrierte Kran mit einer Spannweite von rund 21 m. Mit dessen Hilfe werden die Turbinen und Generatoren eingebracht und für Wartungsarbeiten wieder aus ihren Verankerungen gehoben.



Einbau Unterwasserbeton

Tübbingproduktion, © TIWAG/Martin Vandory

Vor Ort produzieren

Auf dem Baustellengelände in Maria Stein werden in einer eigens errichteten Produktionsanlage Tübbinge aus Stahlbeton produziert. Die Anlage befindet sich direkt beim Eingang des Fensterstollens. Dadurch wird jeglicher Straßentransport dieser Fertigteile aus Stahlbeton überflüssig. Die vor Ort produzierten Tübbinge werden zur Auskleidung des Triebwasserstollens verwendet.

Bei den Aushubarbeiten bei der Wehranlage und beim Krafthaus, vor allem aber bei den Tunnelbohrarbeiten, fallen insgesamt etwa 1 Mio. m³ Aushub- bzw. Ausbruchmaterial an. Der Großteil des Aushub- bzw. Ausbruchmaterials aus dem Stollen wird auf den dafür vorgesehenen Flächen bei Maria Stein bzw. Schöneegg gelagert. Um den Transport mit Schwerfahrzeugen zu minimieren, wird das Material weitgehend über Förderbänder vom Fensterstollen zu den Lagerflächen befördert, womit eine effiziente Staubverringerng – da das Ausbruchmaterial direkt vom Stollen zur Lagerstätte transportiert wird – erreicht wird. Die moderne





Vor Ort produzierte Tübbinge

Förderbandanlage ist so konstruiert, dass sie im laufenden Betrieb möglichst geräuscharm arbeitet. Jener Teil des Ausbruchmaterials, der sich für die Betonherstellung eignet, wird direkt vor Ort in der Feldfabrik in Maria Stein für die Tübbingproduktion verwendet.

Wehranlage

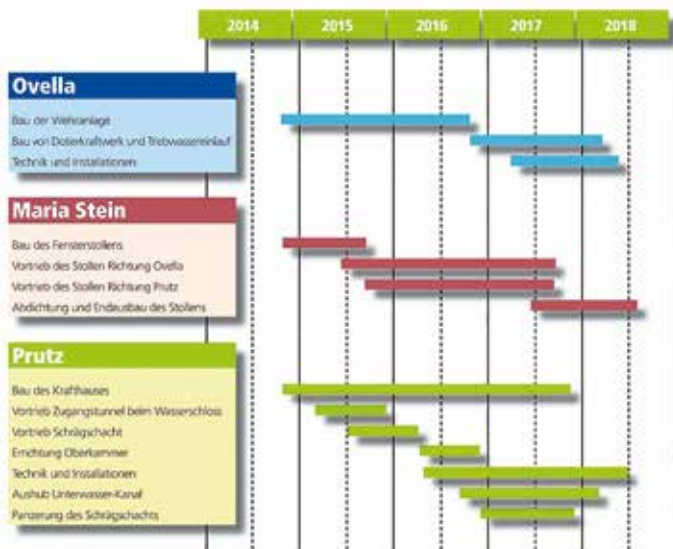


Wehranlage

Ein Kernbestandteil des Gemeinschaftskraftwerks Inn ist die Wehranlage. Sie staut den Inn auf einer Länge von ca. 2,6 km im österreichisch-schweizerischen Grenzgebiet. Auf der orografisch rechten Seite der Wehranlage befindet sich der Einlauf zum Triebwasserstollen. Dort werden maximal $75 \text{ m}^3/\text{s}$ Wasser zur Stromproduktion aus dem Stauraum geleitet und gelangen über den Triebwasserweg und den Schrägschacht zum Krafthaus. Am Wehr wird in der Winter- und Übergangszeit eine konstante, ökologisch angepasste Dotierwassermenge abgegeben. In der Sommerperiode sieht das dynamische Restwassermodell eine Anpassung der Restwassermenge an die natürlichen Zuflüsse im Inn vor. Auch dieses Wasser wird energiewirtschaftlich genutzt: Durch eine eigene Dotierturbine am Wehr werden dort 7,84 GWh Strom erzeugt.

Schon vor Baubeginn wird der gesamte Bereich der Wehranlage mit sieben zum Teil bis zu einigen Hundert Meter langen Steinschlagschutznetzen gesichert. Der anschließende Bau der Wehranlage erfolgt in Nassbauweise. Das bedeutet, dass der Inn je nach Bauphase kleinräumig umgeleitet wird, um „trockene“ Flächen für die Bauarbeiten zu schaffen. Als Erstes wird das Wehrbauwerk hergestellt. Anschließend wird der Inn durch das vollendete Wehr geleitet, um die orografisch rechte Seite trocken-zulegen. Dort werden der Triebwasser-einlauf, die Fischwanderhilfe und das Betriebsgebäude gebaut und somit der Wehranlagenkomplex fertiggestellt.

Zeitplan



Zeitplan

Mit dem Baubeschluss durch die Gesellschafter des Gemeinschaftskraftwerks Inn GmbH begannen im Sommer 2014 die Bauarbeiten an den drei Baustellen in Ovella, Maria Stein und Prutz im vollen Umfang. Einige Monate zuvor hatten bereits die bauvorbereitenden Maßnahmen wie etwa Felssicherungs-, Rodungs- oder Baustellen-einrichtungsarbeiten für das Gemeinschaftskraftwerk Inn begonnen. Gemäß unserer Zeitplanung werden alle Elemente des Kraftwerks voraussichtlich zur Jahresmitte 2018 fertiggestellt und für den Probebetrieb einsatzbereit sein. Im Anschluss an den mehrmonatigen Probebetrieb, bei dem die einwandfreie Funktionsweise aller Maschinen und mechanischen Elemente des Kraftwerks überprüft wird, beginnt der reguläre Betrieb. Ab diesem Zeitpunkt speist das Gemeinschaftskraftwerk Inn sauberen Strom aus heimischer Wasserkraft über das Umspannwerk des Kraftwerks Kautental in das öffentliche Netz ein. Der laufende Betrieb des GKI erfolgt vollautomatisch

und wird von der rund um die Uhr besetzten Leitstelle ferngesteuert und fernüberwacht. Bei den Technikern, die die Leitstände besetzen, gehen alle Messwerte und Betriebsmeldungen ein und werden gleichzeitig vom Zentralrechner protokolliert. Zudem können alle relevanten Bereiche des Kraftwerks mittels modernster Überwachungssysteme in Echtzeit beobachtet werden.

In puncto Sicherheit ist das GKI auf dem neuesten Stand der Technik. Bereits bei der Projektplanung wurden alle erdenklichen Ereignisse analysiert und simuliert. Die Bauwerke des GKI wurden in der Folge so ausgelegt, dass sie allen potenziellen Ereignissen standhalten bzw. deren Auswirkungen bewältigen können. Vor allem sind Verschlüsse und Sicherheitseinrichtungen – wie beispielsweise eine Rohrbruchklappe – vorgesehen, die ein Ausfließen von Wasser verhindern. Durch umfangreiche Überwachungssysteme können alle wichtigen Bereiche des Gemeinschaftskraftwerks Inn in Echtzeit kontrolliert werden.

PROJEKTDATEN

- ADRESSE: Oberer Inn, Schweiz – Österreich
- BAUHERRSCHAFT: GKI – Gemeinschaftskraftwerk Inn GmbH
- TRAGWERKSPLANUNG: Lahmeyer Hydroproject, Müller Hereth
- PROJEKTLEITUNG: DI Franz Gappaier, Ing. Klaus Schretter
- ÖRTLICHE BAUAUFSICHT: ARGE ÖBA PÖYRY, BERNARD
- BAUFIRMEN:
- LOS Prutz/Ried (Krafthaus): ARGE Hinteregger & Söhne, ÖSTU-STETTIN, BeMo Tunneling, Wayss & Freytag
- LOS Maria Stein (Triebwasserweg): Hochtief Infrastructure GmbH
- LOS Wehr Ovella: ARGE Porr Bau GmbH, Teerag Asdag AG
- LOS Stauraum Martina: ARGE Bezzola Denoth AG, Nicol. Hartmann & Cie. AG
- PLANUNGSZEITRAUM: 2003–2014 (inkl. UVP-Verfahren)
- AUSFÜHRUNG: 2014–2018
- FERTIGSTELLUNG: Mitte 2018

AUTOREN

- DI Johann Herdina, DI Peter Loidl, DI Michael Roth
- GKI – Gemeinschaftskraftwerk Inn GmbH
- www.gemeinschaftskraftwerk-inn.com



LINEMIX® 3000 CM
Mobile Betonmischanlage für die Tübbingproduktion

- Optimierte Temperaturführung und Konsistenzregelung
- Ganzjährig konstante Frischbetontemperatur von 28°C
- Hohe Wirtschaftlichkeit
- Betriebsfertige, winterfeste Module
- 3 m³ Doppelwellen-Mischer
- 410 m³ Zuschlagstofflager mit 7 Kammern



Visit us:
bauma München
11.-17. April 2016
Halle B2 Stand 249

SBM Mineral Processing GmbH | beton@sbm-mp.at | www.sbm-mp.at

Tübbingproduktion für den Triebwasserstollen Maria Stein des GKI

TEXT | Alexander von Liel

BILDER | © HOCHTIEF/Christoph Schroll

Der Triebwasserstollen besteht aus dem TVM Vortrieb Süd mit rund 12.075 m Länge und dem TVM Vortrieb Nord mit rund 9.416 m. Ein Fensterstollen, hergestellt in konventioneller Spritzbetonbauweise, dient als Zugangsstollen für die Versorgung der Vortriebsarbeiten. In diesen Zugangsstollen wird für den späteren Betrieb auch eine Entleerungsleitung eingebaut.

Für den Ausbau des Triebwasserstollens Maria Stein kommt eine Tübbingauskleidung mit einem Innendurchmesser von 5,76 m und einer Dicke von 27 cm zur Ausführung. Die Ringbreite beträgt 1,66 m. Das Parallelringssystem mit 4-plus-0-Teilung besteht aus einem Sohlsegment mit Wassergraben und Fahrbene, zwei Ulmensegmenten und einem Firstsegment, welches als Schlussstein fungiert. Kurvenfahrten werden ausschließlich über Hartfaserplatten als Zwischenlagen realisiert.

Insgesamt werden für die vorgesehenen 12.924 Ringe über 118.000 m³ Beton und über 7.300 t Bewehrung verbaut. Vor Ort wurde zu diesem Zweck eine Tübbingproduktion errichtet. Der Beton wird in einem 3-m³-Mischer erzeugt und mittels Kübel zur Umlaufanlage gebracht. Dort werden 48 Schalungen über verschiedene Arbeitsstationen und einen Wärmetunnel im Kreislauf transportiert.

Umlaufanlage

An den nachfolgenden Stationen der Arbeitslinie werden die beschriebenen Arbeitsschritte durchgeführt:

1. Zuerst wird die Schalung von Resten des vorangegangenen Umlaufs gereinigt und die mit Beton in Berührung kommenden Flächen mit Schalöl und gegebenenfalls Schalwachs behandelt.
2. Die vor Ort aus vorgefertigten Matten- und Leiterbewehrungen produzierten Bewehrungskörbe werden an der zweiten Station eingelegt. Des Weiteren werden Einbauteile eingeschraubt, die Schalungen geschlossen und eine Schlusskontrolle durchgeführt.
3. Anschließend verfahren die Schalungen in die Betonierkammer, von deren Steuerstand werden die Betonchargen abgerufen und über den Kübel in die Schalung gefüllt. Hier wird der Beton durch fünf Druckluftrüttler verdichtet.
4. Danach wird der überschüssige Beton zwischen den beiden Deckerschaltungen entfernt.
5. Um die Oberfläche glätten zu können, werden die Deckerschaltungen geöffnet und gereinigt.





6. Nach dem Glätten wird das frische Betonsegment durch Nachbehandlungsmittel oder Planen vor dem Austrocknen geschützt und in den Wärmetunnel verfahren. Anschließend ruhen die Schalungen sechs bis acht Stunden im Wärmetunnel. Dieser besitzt drei Temperaturbereiche, welche durch Lammellenvorhänge voneinander getrennt sind. Mittels elektrischer Heizgebläse werden die Temperaturen in den drei Bereichen auf 35,50 und 40° C eingestellt. Nach der Wärmebehandlung folgt die Ausschalstation.
7. Die Schalungen werden geöffnet und das fertige Tübbingsegment mittels einer Vakuumplatte aus der Schalung gehoben.

Die Segmente werden nach dem Ausschalen mindestens 24 h in der Halle gelagert. Dies dient dem Schutz vor zu großen Temperaturschwankungen und dem weiteren Aushärten, um Schäden durch das Wenden bzw. den weiteren Transport zu vermeiden. Danach werden die Steine von der konvexen in die konkave Lagerung gedreht und bis zum Erreichen der 28-Tage-Festigkeit in einem der beiden Freilager eingestapelt. Insgesamt steht eine Lagerkapazität von etwa 1.500 Ringen zur Verfügung.

Tübbingbeton

Eine wesentliche Herausforderung in der Tübbingfertigung liegt im geringen Toleranzbereich der Fertigung. Darüber hinaus ist es unabdingbar, eine gleichbleibende Betonqualität herzustellen, um eine Umlaufanlage effektiv zu betreiben.

Der Beton muss während des Befüllens einerseits so fließfähig sein, um in die Randbereiche der Schalungen zu gelangen, andererseits aber an der nächsten Arbeitsstation in seiner Festigkeitsentwicklung so weit fortgeschritten sein, dass die Deckelschalungen zum Glätten der Tübbingaußenseiten geöffnet werden können.

Zu Beginn der Fertigung führte insbesondere die Ringteilung und die daraus resultierenden hohen Radien zur Verwendung von steifen Betonen. Dieses führte zu einer hohen Anzahl von Fehlstellen in den Ecken. Nach einer grundlegenden Änderung der Sieblinie unter Verwendung eines höheren Zementgehalts konnten die benötigten Eigenschaften erzielt werden. Im Wesentlichen wurden die Anteile an Zement, 0/4, 8/16 und Wasser erhöht.

Die Rezeptur II zeigt seitdem ein deutlich gutmütigeres Verhalten hinsichtlich der Verarbeitbarkeit während des Einfüllens und ermöglicht gleichzeitig das schnelle Öffnen der Schalungen.

BESTANDTEIL	EINHEIT	REZEPT I	REZEPT II
Zement	kg/m ³	350	370
0/4	%	44 %	52 %
4/8	%	22 %	11 %
8/16	%	34 %	37 %
Wasser	l/m ³	140	159

Tabelle 1: Rezeptoptimierung Tübbingproduktion



PROJEKTDATEN

AUFTRAGGEBER: Gemeinschaftskraftwerk Inn
GENERALUNTERNEHMER: HOCHTIEF Infrastructure GmbH
TÜBBINGPLANUNG: viglconsult ZT
UMLAUFANLAGE: Herrenknecht Formwork GmbH

AUTOR

Alexander von Liel, M.Eng., Betriebsleiter Tübbingproduktion
 HOCHTIEF Infrastructure GmbH, Niederlassung Innsbruck
www.hochtief-solutions.de