

Kleinwasserkraftwerk « Graiter Tunnel » in Moutier (Schweiz) Nutzung des Tunnelwassers zur Stromerzeugung

Der Graiter Tunnel verbindet die Ortschaften Moutier mit Court im Berner Jura (Schweiz). Er ist Bestandteil der Autobahn A16, die auch "Transjurane" genannt ist und die es ermöglicht von Biel aus bis nach Belfort (Frankreich) zu gelangen. Die Transjurane beginnt in Biel und durchquert die Juraberge bis zur schweizerisch-französischen Grenze um dort die RN19 in Richtung Belfort zu treffen. Diese Autobahn wird schon seit dem Jahr 1987 gebaut, die letzten Abschnitte sollten Ende 2016 fertiggestellt werden.

Das Bauwerk besteht aus einem Tunnel mit Gegenverkehr und eines Schutzstollens. Diese sind 2,4 km lang. Der Bau hat im Jahre 2007 begonnen und endete 2013. Der Schutzstollen wurde jedoch schon in den Jahren 1998-1999 erstellt und diente der geologischen Aufklärung.

Die zahlreichen Wasservorkommen im Tunnelgefels mussten in den Schutzstollen geleitet werden und, von da aus kanalisiert und bis zum Nordportal des Tunnels geführt werden. Eine Kanalisationsleitung führt dann das Tunnelwasser talwärts bis zum Fluss Birs. Der Tunnel befindet sich ca. 60 m oberhalb der Birs.

Schon früh dachte man dieses Tunnelwasser nutzen zu wollen, sei es als Trinkwasser, für die Fischzucht oder/und zur Stromerzeugung. Das Turbinieren des Wassers, um Strom zu erzeugen, hat am 5. September 2015 begonnen. Mit einer Anlagenleistung von 65 kW und einer Produktion von 220'000 kWh deckt diese Kleinwasserkraftanlage den Strombedarf von ca. 40 bis 50 Haushälter.

Auslegung der Kleinwasserkraftanlage

Ausbaumenge

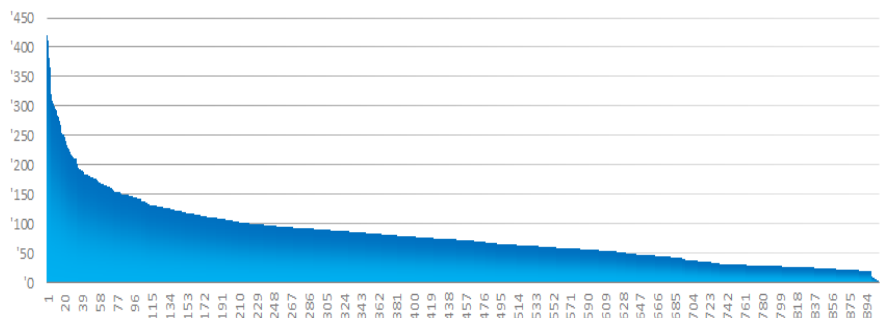
Um das Potential der Wasserkraft ermitteln zu können, muss man die Abflussmengen des Gewässers kennen. Eine Messreihe der Abflüsse des Tunnelwassers musste somit über mehrere Jahre durchgeführt werden.

Diese erfolgte mittels eines Durchflussmessgeräts, das geeignet ist im teilgefüllten Rohr der bestehenden Kanalisation zu messen. Eine Ultraschallmessung ermittelt die Abflussgeschwindigkeit und auch die Tiefe des Wassers. Die Messstation berechnet damit die Durchschnittsgeschwindigkeit und der Abfluss auf Grund des Rohrprofils der Kanalisation und nach dem „pulse-doppler“ Verfahren.

Die Messungen wurden alle 15 Minuten durchgeführt und für die Auswertung gespeichert.



Durchflussmessgerät



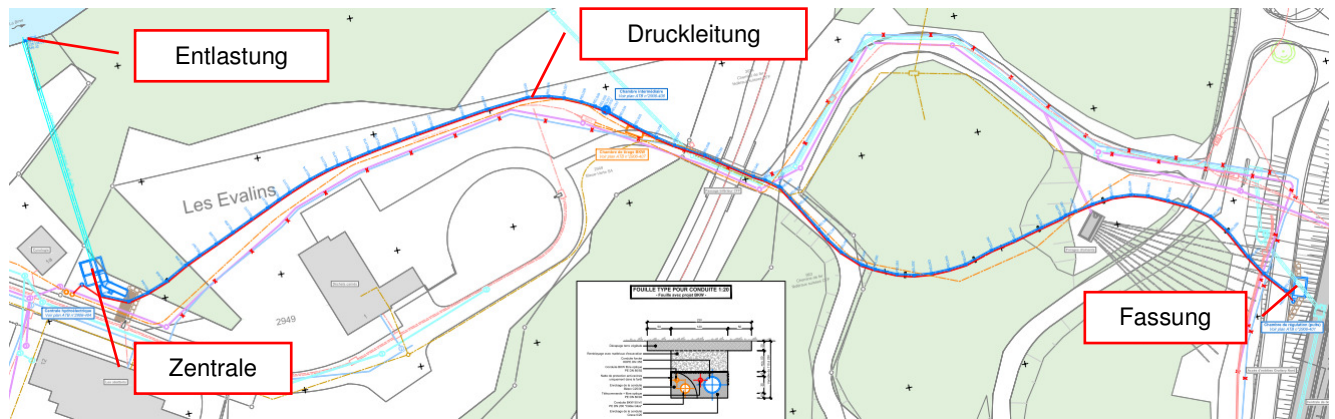
Ganglinie der Abflüsse

Auf Grund der Ganglinie wurde anfänglich die Ausbaumenge für eine Turbine mit 120 l/s bestimmt. Weitere Optimierungsbemühungen, um eine wirtschaftliche Lösung umsetzen zu können, haben dann schlussendlich dazu geführt, dass die Ausbaumenge auf ca. 145 l/s erhöht wurde.

Konzept der Kleinwasserkraftanlage

Das Ermitteln des Standorts der Wasserfassung war auf Anhieb ziemlich eindeutig, obwohl die technischen Lösungen noch ausgebaut werden mussten. Die Standortsbestimmung der Turbinenzentrale erwies sich jedoch als schwierig und verlangte genauere Überlegungen und das Abwägen der Vor- und Nachteilen jeder möglichen Variante. Die Schlussfolgerungen führten dazu, dass die Zentrale ausserhalb des Waldes und fern der Uferböschungen des Flusses bestimmt wurde. Somit konnte diese auch nahe von bestehenden Zufahrten gebaut werden. Es wurde ausserdem entschieden, das Gebäude unterirdisch zu bauen, um das Nutzgefälle bestens ausbeuten zu können und um ein diskretes Erscheinen der Anlage zu gewährleisten.

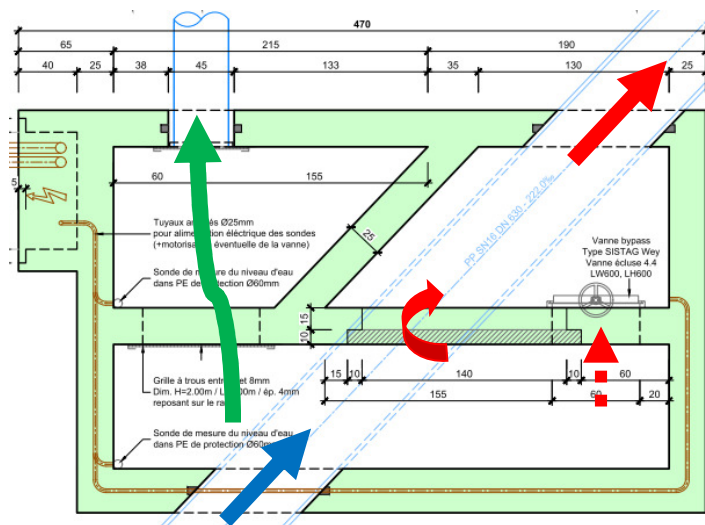
Die dadurch entstandenen Mehrkosten machten es jedoch möglich, dass die Konzession für die Wassernutzung und die Baubewilligung ohne Einsprachen und ohne Verzögerungen zu Stande gekommen sind.



Projektübersicht

Wasserfassung

Die Wasserfassung wurde um die bestehende Kanalisationsleitung gebaut. Das Volumen des Wasserspeichers beträgt 10 m³. Ein Lochblech dient dazu, dass keine Fremdkörper in die Druckleitung gelangen können. Da das Wasser sauber ist, wurde auf eine automatische Reinigungsvorrichtung verzichtet. Eine Trennwand mit Überlauf erlaubt es, überschüssiges Wasser wieder in die bestehende Kanalisationsleitung rückzuführen. Für Wartungszwecke wurde ein Entlastungsschütz in der Trennwand montiert. Die Turbinenregelung erlaubt es, den Wasserpegel nur wenige Zentimeter unter der Mauerkrone der Trennwand zu stabilisieren. Dazu sind zwei Pegelmesssonden im Einsatz, eine davon ist vor und die andere nach dem Lochblech angeordnet.



Wasserfassung (grün: Druckleitung u. Turbine, rot: Überlauf/Entleerung)



Wasserspeicher

Turbinenzentrale und Entlastung

Die Orientierung des Gebäudes der Turbinenzentrale wurde auf Grund der Entlastungsleitung und deren speziellen Herstellungsverfahren definiert. Da die Entlastungsleitung unter einem ca. 10 m hohen Hügel durchläuft, bevor diese in der Flussböschung endet, konnte kein herkömmliches Verlegen der Rohre durchgeführt werden. Die Entlastungsleitung wurde mittels eines Rammvortriebs verwirklicht. Diese besteht aus mehreren zusammengeschweißten Stahlrohren. Der Durchmesser dieser Rohre beträgt 800 mm, die Gesamtlänge der Entlastungsleitung erreicht 46 m.



Entlastungsleitung mit Rammvorstoss



Baugrube (Spundwand)



Entlastung

Die Aufstellung der Turbine wurde so tief wie möglich gesetzt, jedoch mit genügendem Abstand zu den Hochwasserpegeln des Flusses in der Zone der Entlastung. Das Nutzgefälle beträgt somit 56,5 m. Die Grube, die unter dem Turbinenrad gebaut wurde, dient dazu das Wasser, dass aus der Turbine austritt, zu beruhigen und zur Entlastungsleitung zu führen.

Der auserwählte Turbinentyp für dieses Projekt ist eine horizontalachsige Pelton turbine mit zwei Düsen (ohne Strahlableiter) inklusive eines Plattenschiebers am Einlass. Besonderheit: Das Gehäuse der Turbine wurde aus rostfreiem Stahl und mit einer strukturierten Oberfläche gefertigt.

Das Turbinenrad ist gleich am Generator montiert. Die Maschine verfügt somit nur über zwei Wälzlager. Nenndrehzahl ist 612 U/Min. Es wurde einen Asynchrongenerator eingesetzt (75 kW).

Eine SPS-Steuerung erledigt die Automatisierungsvorgänge der Gesamtanlage. Weiter beinhaltet der Steuerschrank auch Schutzrelais und eine Kompensationseinheit des Leistungsfaktors des Generators (Kondensatoren). Die Fernbedienung und Überwachung der Anlage erfolgt mittels SMS Nachrichten. Einen zusätzlichen Elektroschrank verbindet der Generatorabgang mit den Leistungskabeln, die zu einem schon vorhandenen Quartiertransformator führen. Dieser ist für die 16 kV Netzeinspeisung zuständig.

Die Turbinenzentrale verfügt über eine Lüftung, um die Wärme des Generators abzuführen. Auch wurde eine Sumpfpumpe in einem Bodenschacht installiert, um allfälliges Wasser aus dem Gebäude pumpen zu können (nur bei einem Notfall oder auch praktisch für Reinigungsarbeiten im Gebäude).



Turbinengruppe



Hosenrohr mit 2 Düsen



Turbine (Peltonrad und Düsen)



Grube unterhalb der Turbine/Einlass, die zur Entlastungsleitung führt



Unterirdische Turbinenzentrale (Stand vor der Montage des Dachs über der Maschinengruppe und dem Gebäudezugang)

Druckleitung

Die Druckleitung verbindet den Wasserspeicher mit dem Turbineneinlassrohr.

In der Baugrube der Druckleitung wurden auch Schutzrohre mit Kabeln vergraben. Ein dreiphasiges 400V Kabel speist den Steuerschrank des Wasserspeichers an, ein Glasfaserkabel dient zur Verbindung der Daten zwischen der SPS des Wasserspeichers und deren der Turbinenzentrale. Auch wurde teilweise ein Schutzrohr für ein 50 kV Kabel und ein Steuerkabel des Netzbetreibers hinzugefügt. Die 50 kV Leitung soll in den nächsten Jahren fertiggestellt werden und eine neue Einspeisung für die Stadt Moutier gewährleisten.

Die Druckleitung wurde im Material HDPE hergestellt. Durchmesser und Druckklasse: DN 355 / PN10. Länge der Einzelrohre: 12 m. Die Rohre und die wenige Krümmer, die für die Leitungsführung notwendig waren, wurden untereinander zusammengeschweisst. Es wurden einzeln auch elektrisch schweisssbare Muffen verwendet. Die Gesamtlänge der Druckleitung beträgt 293 m.

Bei etwa der halben Länge der Druckleitung wurde einen begehbaren Schacht gebaut, in dem die Druckleitung mit einem Ausbaurohr versehen ist. Diese Vorkehrung erlaubt es in Zukunft, eine Reinigungsdüse in die Rohrleitung einzufügen und hydraulisch und unter hohem Druck zu reinigen (im Juragebirge kommt es häufig vor, dass Wasserleitungen stark verkalken). Bemerkung: mit dem Verkalken der Druckleitung werden die Druckverluste auf 4,2 m (7,8 %) bei einem Durchfluss von 120 l/s ansteigen. Unter diesen Umständen wird das Nettogefälle bis auf 52,4 m reduziert (Planwerte).

Die Verbindung der Druckleitung an das Einlassrohr der Turbine wurde über mechanische Muffe gelöst.



Sanfte Kurven der Rohrleitung



Zusammenschweißen der Rohre



Mechanische Muffe (Waga) / Ausbaurohr im Schacht

Projektabwicklung :

Vorstudie :	16.07.2010
Anfang der Messkampagne der Abflüsse :	14.03.2011
Antrag für das Wasserrecht und der Baubewilligung :	04.04.2014
Erhalt des Wasserrechts und der Baubewilligung :	03.11.2014
Baubeginn :	14.04.2015
Ende des Bauvorhabens :	18.09.2015
Netzeinspeisung und Betrieb der Anlage :	05.09.2015

Planung und Bau :

Bauherrschaft :	Bleue-Verte SA + Turbinor SA (Konsortium culnu), Moutier
Technischer Planer :	EnEn Sàrl, Moutier
Bauplanung :	ATB SA, Moutier
Bauunternehmer :	- Tiefbau und Mauerarbeiten : F. Haenzi, Moutier - Rohr-Rammvortrieb : Dell'Anna Enzo SA, Moutier
Netzbetreiber :	Services Industriels de Moutier (SIM)

Lieferanten :

Turbinengruppe und Steuerung :	Hydrohrom s.r.o, Bystrice,(CZ)
Druckleitung :	Plastitech Sàrl, Gingins

Entstehungskosten :

ca. CHF 830'000 (EUR 770'000)

Schlussfolgerungen :

Das Kleinwasserkraftwerk « PCH Moutier Tunnel du Graiter » konnte erfolgreich abgeschlossen werden. Die Anlage läuft zuverlässig und sie ist auch sehr zufriedenstellend.

Die Planung und Entwicklung eines Projekts dieses Typs ist jedoch mit sehr viel Aufwand verbunden. Sowohl auf der technischen Seite wie auch bei den administrativen Prozessen sind die Anforderungen etwa die gleichen als bei Anlagen mit viel höherer Leistung.

Dieses Kleinwasserkraftwerk erlaubt es, Strom aus einer erneuerbaren und einheimischen Quelle zu produzieren. In der Schweiz fällt diese Art von Anlagen in die Kategorie der „Nebennutzung“ wie auch Trinkwasserkraftwerke oder Wasserkraftwerke, die z. B. Abwasser turbinieren. Diese Anlagen erzeugen einen realen Mehrwert, da aus Wasserkraft wertvoller Strom gewonnen wird und dies ohne, dass natürliche Gewässer davon betroffen sind.

Diese Art von Stromerzeugung ist nachhaltig. Wasserkraftwerke erweisen eine sehr lange Lebensdauer auf und erweisen eine hervorragende Energiebilanz. Somit dienen sie zur Reduktion der globalen Treibhausgasausstösse und tragen zu einem respektvollen Umgehen unserer natürlichen Ressourcen bei.

Natürlich macht diese Kleinanlage keinen spürbaren Unterschied aus aber, wie man ja weiss, kleine Bäche machen grosse Flüsse...

Kontakt :

Michel Hausmann
EnEn Sàrl
Rue du Cagreu 11
CH-2740 Moutier
Tel : +41 78 674 42 65
E-mail : enen@bluewin.ch
Web : <http://www.enen.ch>