



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für
Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation UVEK
Bundesamt für Energie BFE

PROJEKT THURWEHR MÜLLHEIM

PROGRAMM KLEINWASSERKRAFTWERKE

Zwischenbericht

Ausgearbeitet durch

Franz Jaeggi, Isento AG c/o Atel EcoPower, Bahnhofquai 12, 4600 Olten
franz.jaeggi@atel.ch, <http://www.alpiq.ch>

Christian Herrmann / Tobias Rapp, BHteam Ingenieure AG
Breitenstrasse 16, 8501 Frauenfeld, christian.herrmann@bhateam.ch, tobias.rapp@bhateam.ch,
<http://www.bhateam.ch>



Programm
Kleinwasserkraftwerke
www.kleinwasserkraft.ch

Impressum

Datum: 18. Juni 2009

Unterstützt vom Bundesamt für Energie

Mühlestrasse 4, CH-3063 Ittigen

Postadresse: CH-3003 Bern

Tel. +41 31 322 56 11, Fax +41 31 323 25 00

www.bfe.admin.ch

BFE-Bereichsleiter: bruno.guggisberg@bfe.admin.ch

Projektnummer: 102414

Für den Inhalt und die Schlussfolgerungen sind ausschliesslich die Autoren dieses Berichts verantwortlich.

Inhaltsverzeichnis

| | |
|---|----|
| Zusammenfassung..... | 5 |
| Untersuchte Varianten | 6 |
| Wehrkraftwerk mit Unterwasserkanal rechtsseitig (Variante A)..... | 6 |
| Wehrkraftwerk ohne Unterwasserkanal rechtsseitig (Variante B)..... | 6 |
| Wehrkraftwerk mit Unterwasserkanal linksseitig (Variante C) | 6 |
| Variantenvergleich und Schlussfolgerung | 7 |
| Topographie & Geologie | 7 |
| Topographie | 7 |
| Geologie | 7 |
| Hydrologie..... | 8 |
| Ausbauwassermenge | 8 |
| Restwasserstrecke | 8 |
| Staukote | 8 |
| Projektbeschreibung | 9 |
| Lage Kraftwerk | 9 |
| Einlaufbereich..... | 9 |
| Fabrikkanal | 9 |
| Tauchwand | 10 |
| Kiesfalle Thur | 10 |
| Kiesfalle Kraftwerk | 10 |
| Gebäude und Auslauf..... | 10 |
| Feinrechen | 10 |
| Gebäude | 11 |
| Auslauf..... | 11 |
| Fischaufstieg..... | 12 |
| Erhöhung Klappenwehr | 12 |
| SBB-Brücke..... | 13 |
| Hydraulische Verhältnisse..... | 14 |
| Stabilität Widerlager und Pfeilerfundamente im Fluss und im Vorland | 14 |
| Verhalten Mauersteine bei dauernder Durchnäsung | 14 |
| Holztrieb..... | 15 |
| Gründung | 15 |
| Baustellenorganisation | 15 |
| Wasserhaltung Fluss | 15 |
| Baugrubenabschluss | 15 |
| Fabrikkanal | 15 |
| Erschliessung..... | 15 |
| Bauphasen | 16 |



| | |
|----------------------------------|----|
| Phase 1..... | 16 |
| Phase 2..... | 16 |
| Phase 3..... | 16 |
| Phase 4..... | 16 |
| Phase 5..... | 16 |
| Phase 6..... | 16 |
| Wasser-, Energiewirtschaft | 17 |
| Turbinenanlage..... | 17 |
| Energieproduktion | 17 |
| Netzeinspeisung | 17 |
| Betriebskonzept | 18 |
| Wassernutzung | 18 |
| Staukote..... | 18 |
| Spülintervalle | 18 |

Zusammenfassung

Bei Thur km 20.4 existiert heute das Wehr Grüneck, welches die Thur aufstaut und rechtsseitig einen Fabrikkanal mit $Q = 8 \text{ m}^3/\text{s}$ versorgt, um dort zwei hintereinander angeordnete Ausleitkraftwerke zu speisen. Das vorhandene Kanalsystem mit verschiedenen Ober- und Unterwasserbereichen wird zusätzlich von einigen Bächen gespeist. Der Binnenkanal mündet erst ca. 5 km unterhalb bei km 15.5 wieder in die Thur (unterhalb Pfyn).



Abbildung 1: Übersicht Wasserschema

Mit dem Neubau des Wehrkraftwerks Thur, Müllheim wird die vorhandene Wassermenge besser ausgenutzt, der Höhensprung beim Wehr optimiert und durch eine moderne Anlage die Energiegewinnung aus der regenerativen Quelle Wasserkraft weiter ausgebaut. Die Orientierungsversammlung vom 31.03.08 mit allen beteiligten Fachstellen hat eine solide Basis für das Konzessionsgesuch geschaffen. Die Vorstellung bzw. Vorinformation über das Projekt und die daraufhin eingegangenen Anmerkungen resp. Forderungen wurden aufgenommen und eingearbeitet. Im Rahmen des Konzessionsberichts wurden verschiedene Varianten für das neue Wehrkraftwerk bei Thur km 20.4 untersucht. Für alle drei untersuchten Varianten wurden folgende gleiche Annahmen verwendet:

- Staukote bei Wehr Grüneck 407.35 durch neues Klappenwehr
- Identischer Geschiebehaushalt (Kiesfalle Thur, Tauchwand, Kiesfalle Kanal, Feinrechen)
- Erstellen der bisher nicht vorhandenen Fischdurchgängigkeit
- Speisung des bestehenden Fabrikkanals mit $8 \text{ m}^3/\text{s}$
- Ausbauwassermenge $Q = 42 \text{ m}^3/\text{s}$. (Nach dem Entscheid für eine Variante wurde von der Bauherrschaft zusätzlich die Wirtschaftlichkeit bei unterschiedlichen Ausbauwassermengen $Q = 42, 52$ und $62 \text{ m}^3/\text{s}$ untersucht. Diese Untersuchung beeinflusst die unten vorgestellten Varianten jedoch nicht.)

Die deutlichen Mehrkosten für die Varianten mit dem Unterwasserkanal liegen in einem unwirtschaftlichen Verhältnis zum Höhengewinn. Die Mehrkosten resultieren nicht nur aus der Renaturierungsmaßnahmen, sondern vielmehr aus der hohen Lage des Vorlands, so dass grosse Erdbewegungen für den Unterwasserkanal erforderlich werden. Aus diesen Gründen wird auf den Unterwasserkanal verzichtet und die 'kurze' Variante B weiterverfolgt. Die Technischen Daten sind:

- Leistung : 1.3MW
- Jahresproduktion : 5800 MWh
- Investitionskosten : 12.5 MCHF (40 Jahre Abschreibung)
- davon Kosten Wasserbau : 6.5 MCHF
- Betriebskosten : 250kCHF (2% der Investition)
- Gestehungskosten : 17.8 rp/kWh, sofern das Projekt gemäss Planung realisiert werden kann.

Weiteres Vorgehen: Das Konzessionsgesuch wird erarbeitet und in den nächsten Wochen eingereicht.



Untersuchte Varianten

Wehrkraftwerk mit Unterwasserkanal rechtsseitig (Variante A)

Der Unterwasserkanal nutzt die Schwelle bei km 19.6 und bringt mit einer Länge von 800 m einen zusätzlichen Höhengewinn von 1.3 m. Damit entsteht ein nutzbarer Höhenunterschied von 5.45 m.

Da die Thur in diesem Bereich sehr stark verbaut und kanalisiert ist, leistet der Unterwasserkanal einen Beitrag zur Renaturierung. Durch den Unterwasserkanal werden eine Restwassermenge, sowie ein zweiter Fischaufstieg erforderlich.

Rechtsufrig verläuft ein Sonderwaldreservat aufgrund seltener Schwarzpappelvorkommen.

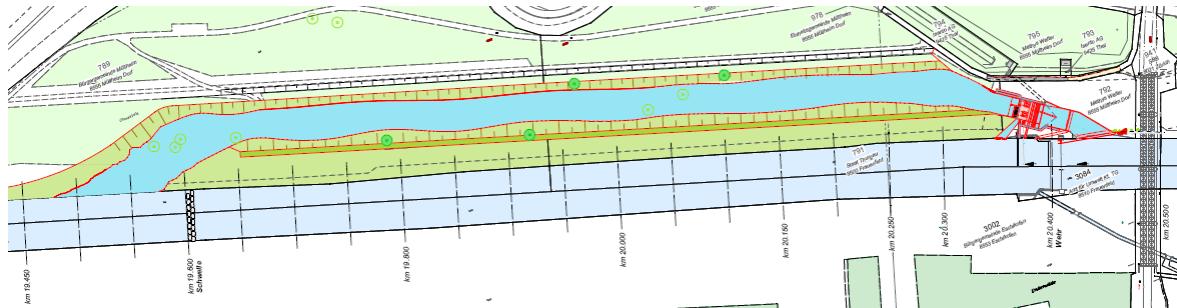


Abbildung 2: Übersicht Variante A

Wehrkraftwerk ohne Unterwasserkanal rechtsseitig (Variante B)

Diese Variante erreicht einen nutzbaren Höhenunterschied von 4.15 m. Sie bildet ein kompaktes Kraftwerk mit geringem Platzbedarf und tangiert keine Waldflächen. Der Bauaufwand, sowie Instandhaltungsarbeiten des Unterwasserkanals entfallen.

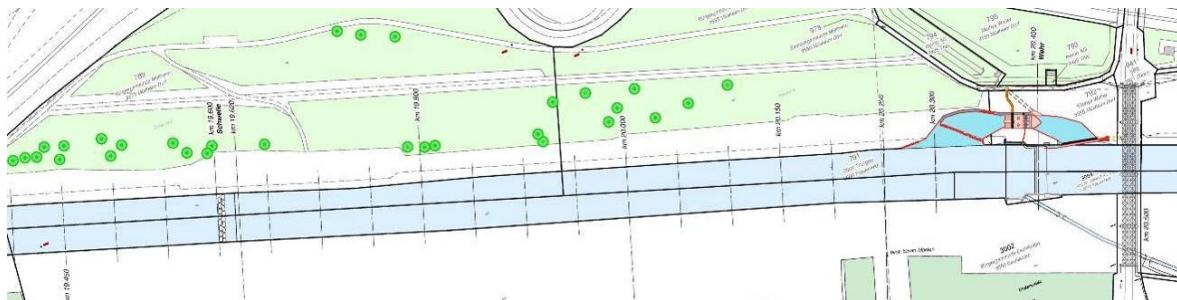


Abbildung 3: Übersicht Variante B

Wehrkraftwerk mit Unterwasserkanal linksseitig (Variante C)

Die Variante mit linksseitigem Unterwasserkanal enthält die gleichen Vorteile wie beim rechtsseitigen Kanal, umgeht jedoch die Problematik des Sonderwaldreservats. Die Situation wird durch den erweiterten Auenbereich sogar deutlich aufgewertet.



Abbildung 4: Übersicht Variante C

Variantenvergleich und Schlussfolgerung

Die deutlichen Mehrkosten für die Varianten mit dem Unterwasserkanal liegen in einem unwirtschaftlichen Verhältnis zum Höhengewinn. Die Mehrkosten resultieren nicht nur aus der Renaturierungsmaßnahmen, sondern vielmehr aus der hohen Lage des Vorlands, so dass grosse Erdbewegungen für den Unterwasserkanal erforderlich werden.

Zusätzlich wird bei der kurzen Variante weniger Widerstand / weniger Einsprüche (keine Berührung des Sonderwaldreservats) erwartet.

Aus diesen Gründen wird auf den Unterwasserkanal verzichtet und die 'kurze' Variante B weiterverfolgt.

Topographie & Geologie

TOPOGRAPHIE

Die Thur entspringt im Säntisgebiet (Kanton St.Gallen). Sie entsteht durch den Zusammenschluss der Säntisthur und der Wildhauser Thur oberhalb von Unterwasser. Mit einer Gesamtlänge von 130 km ist die Thur neben dem Rhein der längste Fluss der Ostschweiz. Einige Flüsse münden in die Thur (Nebeker, Glatt, Sitter, Murg) bevor sie selbst dann bei Ellikon in den Rhein mündet.

Die Thur weist vor dem Wehr Grüneck ein durchschnittliches Gefälle von 1.3 ‰ und unterhalb des Wehrs ein Gefälle von knapp 2 ‰ auf.

Das Wehr Grüneck liegt bei Thur km 20.4, ca. 70 m unterhalb der SBB-Brücke. Das künstliche Wehr hat eine Kote von 404.80 (OK Fundament) und staut das Wasser derzeit auf 405.85

Flussaufwärts liegt Ein- und Auslauf des Haslibeckens, das als Retentionsbecken im Extremhochwasserfall konzipiert wurde.

GEOLOGIE

Das Flussbett besteht aus Thorschotter, der aus Geschiebe und glazialen Ablagerungen des Säntisgletschers entsteht.

Für den Vorlandbereich werden zum Vergleich der geotechnische Bericht der Fa. Geotest zum Pumpwerk Hasli von 1978 und der Grundbau Beratung AG zum Projekt 2000 Hasli, Neubau Mühlen- und Silogebäude von 1986 beigezogen:

„Unter einer geringen Überdeckung von ca. 2 m aus weichem tonigen Silt mit stellenweise wenig Kies und im Oberflächenbereich humösen Beimengungen folgen bis in die durch die Bohrung aufgeschlossene und für das Bauwerk relevante Tiefe kiesige Flussablagerungen; im allgemeinen sandige bis siltig-sandige Kiese die eine mittlere bis dichte Lagerungsdichte aufweisen.“ Die Kernbohrung wurde dabei bis in eine Tiefe von 15 m unter Terrain ausgeführt.

Der zweite Bericht weist ebenfalls nach einer geringen Oberbodenschicht eine ca. 17 m mächtige Kiesschicht auf, die zwischen 4 – 7 m Tiefe von einer lehmig-feinsandigen Schicht (ca. 1.5 m stark) durchzogen ist. Die Lagerungsart wird von 'locker bis mässig fest' im oberen Bereich bis 'mässig fest bis fest' im unteren Bereich angegeben. Unter der Kiesschicht folgt eine mindestens 12 m mächtige Schicht alluvialer Sande. Die Messung erfolgte bis 30m Tiefe.

Der Grundwasserspiegel wurde auf ca. 3 m unter der Terrainoberfläche festgestellt. Die Schwankungen des Grundwasserspiegels verlaufen parallel zur Wasserführung der Thur.

Der kiesig-sandige Untergrund muss als durchlässig bezeichnet werden. Der Untergrund ist horizontal geschichtet, saubere Kies-Sand-Lagen wechseln mit siltigen Lagen.

Der k-Wert für die durchlässigen Lagen bei horizontaler Entwässerung wird auf $2 - 5 \times 10^{-3}$ m/s abgeschätzt. Vertikal wird die Durchlässigkeit durch die weniger durchlässigen siltigen Schichten auf 5×10^{-4} m/s angenommen.

In diesem Baugrund sind den Themen 'Auftrieb im Endzustand' und 'Wasserhaltung im Bauzustand' besondere Aufmerksamkeit zu widmen. Es empfiehlt sich an den konkreten Stellen ein geotechnisches Gutachten erstellen zu lassen.



Hydrologie

AUSBAUWASSERMENGE

Die Ausbauwassermenge für das neue Wehrkraftwerk Thur Müllheim wird auf $Q = 52 \text{ m}^3/\text{s}$ festgesetzt. Der bestehende Fabrikkanal wird auch weiterhin – sofern vorhanden – mit $Q = 8 \text{ m}^3/\text{s}$ gespiesen. Zusätzlich ist für die geplante Fischaufstiegshilfe eine Wassermenge von 200 l/s abzuleiten. Da das turbinierte Wasser direkt unterhalb des Wehres wieder zurückgeleitet wird und dadurch keine Restwasserstrecke vorhanden ist, muss auch kein Restwasser abgeleitet werden.

Erst nachdem der Fischpass bewässert und die bestehenden Kraftwerke des Fabrikkanals mit der Ausbauwassermenge gespeist wurden, wird das neue Wehrkraftwerk in Betrieb genommen.

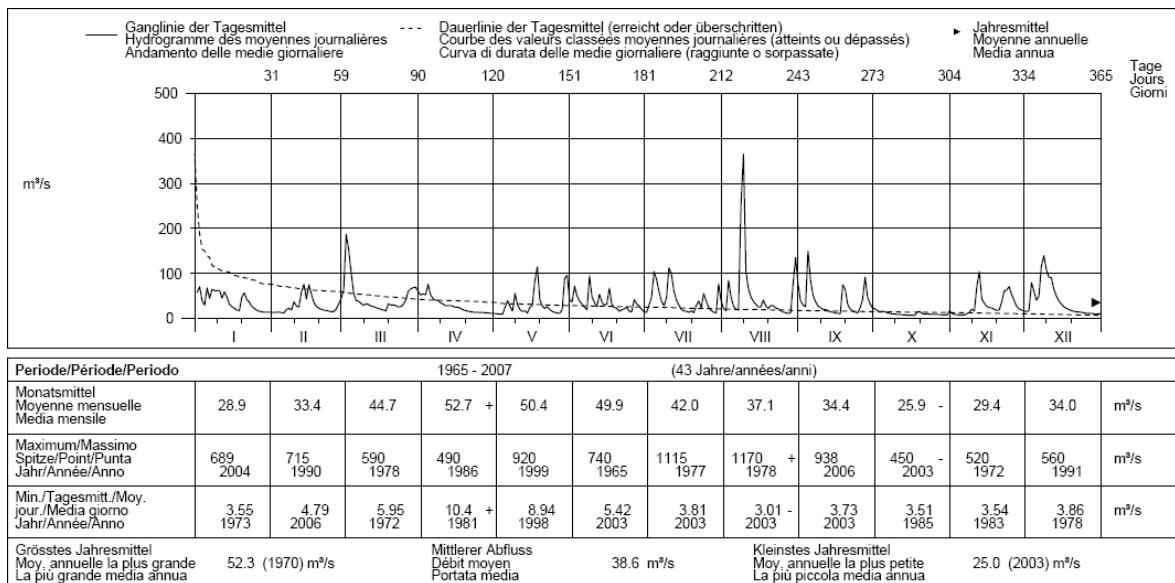


Abbildung 5: Thur-Halden, monatliche Abflüsse bis 2007

Laut Statistik stehen die erforderlichen $Q = 60.2 \text{ m}^3/\text{s}$ an ca. 65 Tagen im Jahr an. (Dauerganglinie siehe Abbildung 14).

RESTWASSERSTRECKE

Bei der gewählten kurzen Variante ohne Unterwasserkanal wird das turbinierte Wasser direkt nach dem Wehr wieder zurück in die Thur geleitet. Somit ist keine Restwasserstrecke vorhanden und dadurch auch keine Restwassermenge abzugeben.

Der zwischen Wehr und Auslauf liegende Bereich hinter der Spundwand wird zum Einen durch den Rückstau des Auslaufs und zum Anderen durch den linksufrigen Flusseinlauf bewässert.

STAUKOTE

Die Staukote beim Wehr Grüneck wird um 1.5 m von 405.85 m auf 407.35 m erhöht.

Durch die Erhöhung der Staukote ergibt sich eine grösitere Fallhöhe und somit Energieproduktion, aber auch längere Aufstaustrecken mit verschiedenen Auswirkungen.

Die Erhöhung der Staukote erfolgt durch Erneuerung des bestehenden Klappenwehrs. Eine Ertüchtigung des bestehenden Wehres ist aufgrund der exponentiellen Zunahme der Belastung bei Erhöhung der Staukote nicht möglich (Steigerung Druck um 500%, Steigerung der Torsionsbelastung um 1300%).

Das Klappenwehr staut bei Normalabfluss das Oberwasser auf die eingestellte Staukote. Bei grossen Abflüssen stellt sich ein höherer Staudruck auf die Klappe ein. Dadurch senkt sich die Klappe bis maximal zum Wehrfundament (Ursprungszustand) ab, so dass sich im Hochwasserfall kein Unterschied zur heutigen Stausituation ergibt.



Abbildung 6: Wehr Grüneck - heutiger Zustand, überflutet

Im Bereich oberhalb des Wehres Grüneck (Thur km 20.4 – 22.1) wird das Vorland durch den Höherstau nicht überflutet.

Projektbeschreibung

Mit dem geplanten Wehrkraftwerk Müllheim entsteht ein kompaktes Flusskraftwerk, das ohne grosse Kanalsysteme auskommt und mit allen erforderlichen Elementen nur eine verhältnismässig kleine Fläche beansprucht.

LAGE KRAFTWERK

Das Kraftwerk befindet sich direkt beim Wehr Grüneck bei Thur km 20.4 auf der rechten Flussseite, ca. 100 m unterhalb der SBB-Brücke. Die Lage liegt im Vorlandbereich der Thur, so dass mit Überschwemmungen gerechnet werden muss. Da die Thur in dem betroffenen Abschnitt stark verbaut ist und das Vorland relativ hoch liegt, muss erst ab 2-jährigen Hochwassern (HQ2 = 592 m³/s) mit Überflutungen gerechnet werden (Quelle: AfU, Abflusskapazität Thur, Plan Nr.6).

EINLAUFBEREICH

Fabrikkanal

Der bestehende Einlauf, der mit einem im Bereich der Thur unterirdischen Kraftwerkskanal die bestehenden Kraftwerke Weberei Grüneck und Vigognespinnerei Pfyn mit $Q = 8 \text{ m}^3/\text{s}$ speist, wird auch nach dem Neubau vorrangig mit der gleichen Wassermenge versorgt. Der Einlauf für diesen Fabrikkanal wird abgebrochen und ca. 40 m weiter hinten neu angeschlossen. Die Regelung der Wassermenge für den Fabrikkanal erfolgt über einen neuen Schieber am Beginn des gedeckten Kanalbereichs. Dabei wird der Schieber so gesteuert, dass in erster Priorität der Fischpass mit 200l/s, dann die Kraftwerke am Fabrikkanal mit bis max. 8 m³/s gespeist werden und erst anschliessend das neue Wehrkraftwerk in Betrieb genommen wird.





Abbildung 7: Einlaufbereich Kraftwerk

Tauchwand

Der neue Einlaufbereich muss für die grosse Ausbauwassermenge von $Q = 60 \text{ m}^3/\text{s}$ (52 Wehrkraftwerk + 8 Fabrikkanal) massiv aufgeweitet werden. Der Einlauf wird mit einer Tauchwand versehen. Vorhandenes Geschiebe, sowie anfallendes Geschwemmsel wird somit im Flussbett gehalten.

Die Tauchwand besitzt eine Öffnung von $h = 1.80 \text{ m}$ und taucht 25 cm in die neue Staukote ein.

Kiesfalle Thur

Vor der Tauchwand wird ein neuer Kiesfang erstellt. Dieser leitet anfallendes Geschiebe über eine neue Falle beim Klappenwehr direkt in der Thur weiter. Der Kieskanal besitzt auf der Flussseite eine ansteigende Wand, damit beim Spülen des Kanals das Wasser nicht seitlich zufliest, sondern vom Kanalanfang an spült.

Die neue Kiesfalle wird auf Höhe des Klappenwehrs erstellt, das durch den Höherstau ohnehin erneuert werden muss.

Kiesfalle Kraftwerk

Nach der Tauchwand wird in einer zweiten Kiesfalle zusätzlich vorhandenes Geschiebe gesammelt und über einen Kanal unterhalb des Klappenwehrs in die Thur zurückgeleitet.

Durch eine Stufe in der Bodenplatte mit vorstehender Kante wird das Geschiebe unten gesammelt. Durch Öffnen der Falle in der linken Kanalwand wird durch den Zug des abfliessenden Wassers das Geschiebe hinausgespült.

Nach dieser Kiesfalle erfolgt die Ausleitung in den alten Fabrikkanal, der dadurch mit weniger Geschiebe belastet wird.

GEBÄUDE UND AUSLAUF

Feinrechen

Für jede Turbine wird ein Feinrechen mit einer Knickarmrechenreinigungsmaschine vorgesehen. Das Knickarmprinzip ist bewährt und bereits vielfach ausgeführt. Es stellt eine einfache und robuste Konstruktion da, die eine hohe Betriebssicherheit gewährleistet.

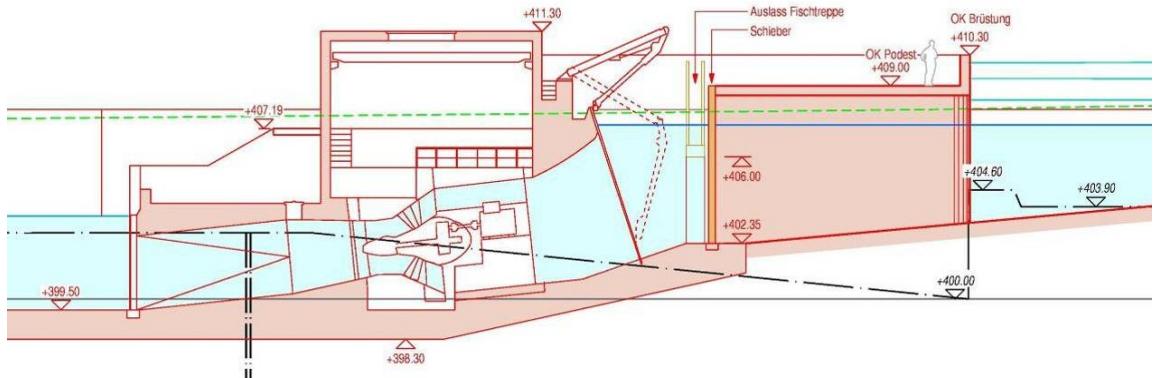


Abbildung 8: Schnitt durch Kraftwerksgebäude

Über eine Spülrinne kann das Rechengut wieder zurück in die Thur gespült werden.

Gebäude

Das Gebäude wird als kompletter Massivbau erstellt. Im unteren Bereich der Wasserführung wird die Turbine in einem Zweitbeton eingegossen und verankert. Der obere Bereich mit Anlagensteuerung, der teilweise auch oberhalb des Terrains liegt, wird aufgrund der Hochwassergefahr im Vorland ebenfalls massiv ausgebildet.

Das Gebäude erhält im Einlaufbereich eine umlaufende Brüstung in Form eines Schiffsbugs, um im Hochwasserfall ein Aufstauen des Wassers zu vermeiden. Mit grossem Holztrieb muss jedoch im Vorland nicht gerechnet werden.

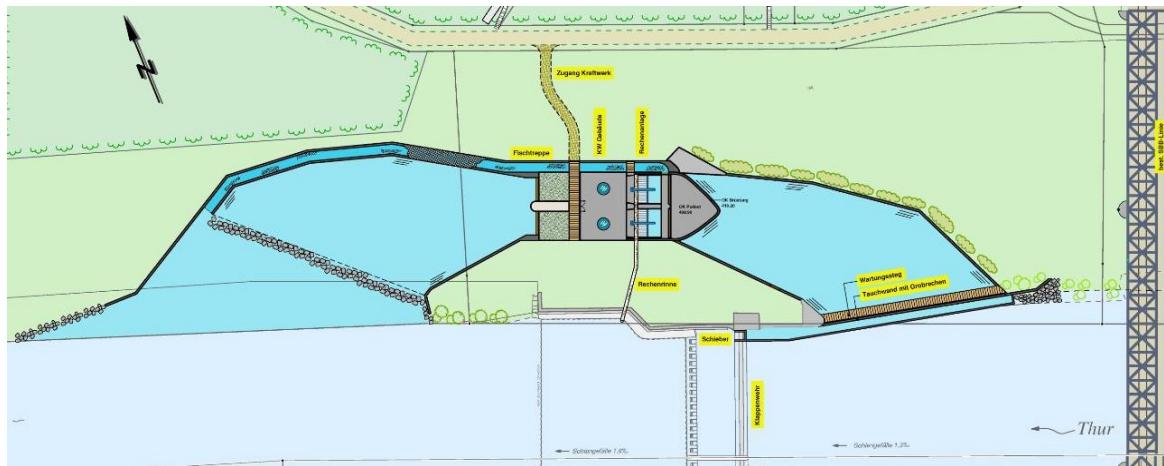


Abbildung 9: Hülle Kraftwerksgebäude

Auslauf

Der Auslaufbereich wird direkt nach dem Auslauf aus dem Gebäude massiv aufgeweitet, damit die vorhandene Flussohle schnell wieder erreicht und die Fliessgeschwindigkeit reduziert wird und so nur ein kurzer Unterwasserbereich entsteht.



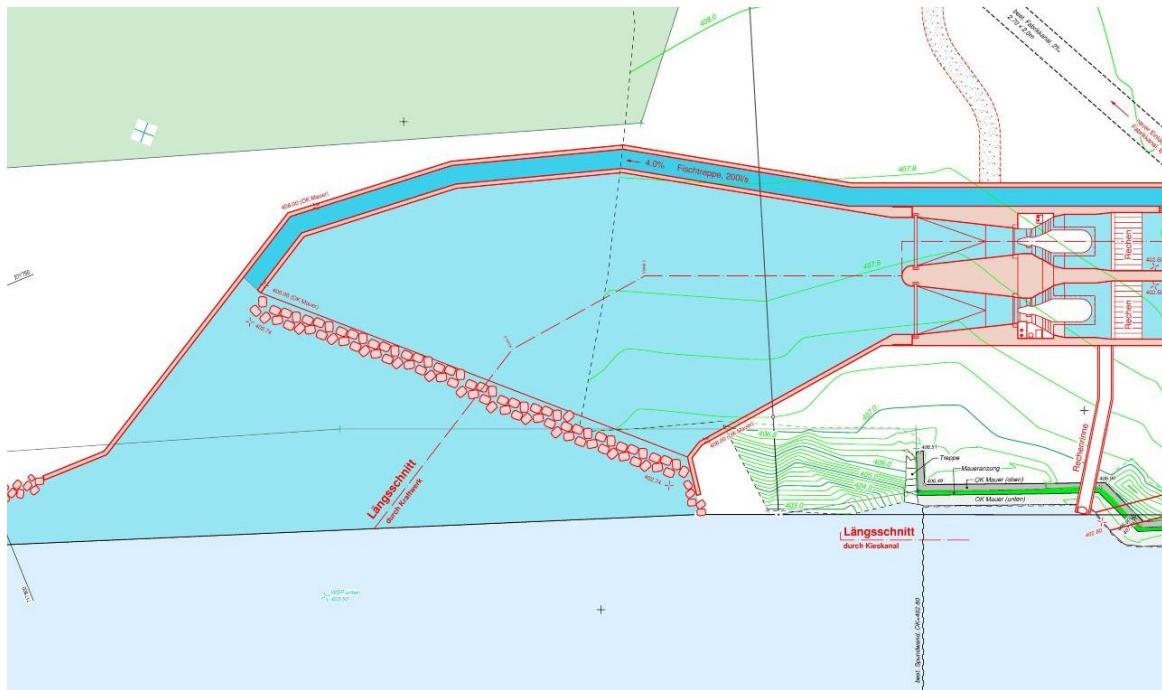


Abbildung 10: Auslaufbereich Kraftwerk

Fischaufstieg

Für den Fischaufstieg wird eine künstliche Fischaufstiegshilfe vorgesehen.

Bei dieser Variante der Fischaufstiegshilfe mit Hilfe von Borstenelementen können die Fische zwischen den Borstenelementen nach oben schwimmen. Direkt oberhalb den Elementen ist die Strömung gering, so dass die Fische dort ‚Erholungszonen‘ vorfinden.

Diese Variante wurde in anderen Projekten bereits erfolgreich angewendet. (z.B. KW Au, Fa. Lorze AG; Wehr Murkart, Frauenfeld). Bei einer Besichtigung des KW Au mit Kraftwerksbetreiber und kantonalem Fischereiaufseher wurde bestätigt, dass diese Konstruktion von den Fischen gut angenommen wird. Laut Betreiber ist die Eindeckung mit Gitterrost sehr zu empfehlen, da zum Einen im Kanal die gleiche Helligkeit wie aussen herrscht, zum Anderen hält der Gitterrost äussere Verschmutzungen (z.B. Laub) aus dem Kanal fern, so dass dieser seltener gereinigt werden muss. Zusätzlich entstehen bei Überflutung durch Hochwasser keine Schäden / Ausschwemmungen an der Fischaufstiegshilfe. Die Vorteile des Borstenfischpasses liegen außerdem im geringeren Platzbedarf, wodurch der Eingriff in die Landschaft / den Uferbereich reduziert wird.

Beim KW Au und beim KW Murkart wurde die Möglichkeit vorgesehen eine Reuse in dem Kanal zu montieren. Untersuchungen der Fischer mit dieser Reuse zeigen, dass sehr viele unterschiedliche Fischarten die Fischaufstiegshilfe nutzen (Aal, Alet, Aesche, Bachforelle, Barbe, Gründling, Nase, Schneider, Strömer, Schleie).

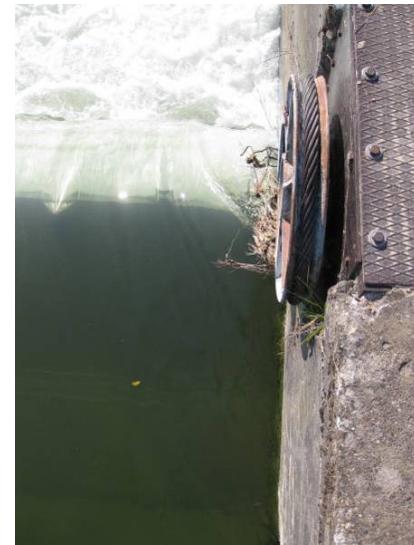
ERHÖHUNG KLAPPENWEHR

Mit dem Konzessionsgesuch wird eine Erhöhung der Staukote um 1.5 m auf 437.35 eingereicht.

Eine Ertüchtigung des bestehenden Wehres ist aufgrund der exponentiellen Zunahme der Belastung bei Erhöhung der Staukote nicht möglich (Steigerung Druck um 500%, Steigerung der Torsionsbelastung um 1300%), so dass ein komplett neues Klappenwehr projektiert wird.



Abbildung 11: Wehr Grüneck aktuell: a) mit Tosbecken



b) Hebemechanismus

In Abbildung 11 ist das bestehende Wehr zu sehen. In Teil a) sieht man deutlich die unterschiedlichen Stellungen der zweigeteilten Klappe, sowie die Auswirkungen auf die Abflussmenge (Im vorderen Teil des Tosbeckens fliessst viel mehr Wasser und mit viel stärkeren Turbulenzen), in Teil b) ist der heutige Hebemechanismus zu sehen.

Aufgrund der Erneuerung des Klappenwehrs kann zusätzlich ein Schieber eingebaut werden, um vor der Tauchwand eine erste Kiesfalle im Fluss zu schaffen. Das Klappenwehr wird wieder zweigeteilt ausgeführt. Die ca. 21m langen und 2.65m hohen Klappen werden mit einem einseitigen Anschluss für den Hydraulikzylinder ausgeführt.

SBB-BRÜCKE

Die knapp 100 m vom Wehr Grüneck entfernte SBB-Brücke wird durch den geplanten Höherstau und während der Bauzeit durch die unmittelbare Nähe zur Baustelle beeinflusst. Aufgrund Art. 18m EBG muss daher eine Zustimmung der SBB eingeholt werden. Mit Schreiben der SBB vom 04.06.2008 wurde die Zustimmung der SBB AG für die Realisierung des Bauvorhabens unter Einhaltung diverser Auflagen grundsätzlich erteilt.

Die Auflagen beziehen sich auf die Punkte

- Hydraulische Verhältnisse
- Stabilität Bahnkörper
- Pfeiler: Mauerwerk
- Überwachungsmassnahmen: Messungen der bestehenden Gleislage, einmalig vor Baubeginn, ab Baubeginn regelmässig bis 3 Monate nach erstmaligem Einstau auf die neue Stauhöhe.
- Bauwerksakten, Daten fester Anlagen, Versicherung
- Bauausführung: Diverse Punkte => Werden im Rahmen des Bauprojektes bearbeitet.





Abbildung 12: SBB-Brücke mit Wehr Grüneck und Einlauf Fabrikkanal im Hintergrund

Hydraulische Verhältnisse

Durch das Projekt werden die hydraulischen Verhältnisse im Normalwasserfall beeinflusst. Im Hochwasserfall ergibt sich durch Absenkung des Klappenwehrs auf das heutige Niveau keine Veränderung.

Durch den Höherstau ergibt sich bis Q60 unter der Brücke eine Staukote von 407.35 m. Dies entspricht der Stauerhöhung von 1.5 m und hat zur Folge dass der Flusspfeiler bis auf diese Höhe dauerhaft eingestaut wird. Das Vorland wird nicht überflutet.

Für den Fall 'Neu, HQ100 N-1' wird ein Pegel von 410.17 erreicht. Dieser Pegel liegt 24 cm höher, als für die Berechnung 'Bestand, HQ100, N-1', aber noch immer 4 cm unter dem Pegel für die EHQBerechnung.

Die Auflagen SBB sind somit erfüllt.

Stabilität Widerlager und Pfeilerfundamente im Fluss und im Vorland

Für den Bau des Kraftwerksgebäudes wird eine temporäre Spundwand mit lokaler Grundwasserabsenkung erstellt, sowie die Thur teilweise durch einen Damm im Flussbett umgeleitet. Im Endzustand erhöht sich lediglich die Staukote, so dass der Mittelpfeiler die meiste Zeit höher eingestaut sein wird.

Die Pfeiler, sowie die Widerlager wurden in einer ersten Phase auf Pfählen gegründet. Vermutlich bei der Erweiterung der Bahnlinie auf zwei Spuren wurden die Brückenuflager mit einem Beton-Caisson erweitert. Die Auflagen SBB sind somit erfüllt.

Verhalten Mauersteine bei dauernder Durchnässung

Lediglich der Flusspfeiler ist von den Massnahmen betroffen. Die restlichen Pfeiler, sowie die Widerlager werden nur bei seltenen Hochwasserereignissen (wenn die Thur ins Vorland tritt) umspült. Da dies heute auch schon der Fall ist, wird auf diese Elemente nicht näher eingegangen.

Vorliegenden Konstruktionsplänen zu Folge wurden die Pfeiler und Widerlager in 2 Etappen erstellt (s. **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**). Fundament und Sockelschichten wurden mit Kalkstein ausgeführt. Die oberhalb liegenden Schichten mit Sandstein.

Der Flusspfeiler wurde 1986 saniert. Dabei wurde eine Spundwand ringsum eingebracht und mit Beton ausgegossen (s. **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**). Diese Massnahme wurde vermutlich zur Sanierung der Fundation und zum Schutz der im Wasser liegenden Bauteile ausgeführt.

Im Rahmen des Höherstaus wird daher entsprechend der Pfeilersanierung von 1986 umlaufend eine Vorsatzschale aus 40 cm starkem Beton ausgeführt, um den Flusspfeiler zu schützen. Diese Vorsatzschale wird bis auf eine Höhe von 407.50 ausgeführt, um die dauerhafte Durchnässung des Mauer-

werks im Normalwasserfall zu verhindern. Im Hochwasserfall wird das Mauerwerk genauso umspült wie bisher. Die Auflagen SBB sind somit erfüllt.

Holztrieb

Bis zur Ausbauwassermenge von $Q = 60 \text{ m}^3/\text{s}$ ist in der Thur kein Holztrieb zu erwarten.

Bei Hochwasser wird das Holz im Bereich des Flussbettes transportiert (nicht im Vorland), da die Klappen in diesem Fall abgesenkt sind, ergibt sich keine Veränderung zur heutigen Holztriebsituation.

Die Auflagen SBB sind daher erfüllt.

GRÜNDUNG

Aus der Geologie (Kapitel 0) geht hervor, dass mit einem homogen verteilten, kiesigen Boden bis in grosse Tiefen (30 m) zu rechnen ist. Es ist daher ein gleichmässiges Setzungsverhalten zu erwarten und somit eine Flachgründung möglich.

BAUSTELLENORGANISATION

Baustellen an Flüssen und bei dem zu erwartenden Boden bedürfen einer gründlichen und genauen Planung.

Wasserhaltung Fluss

Das Thurwasser muss während der Bauzeit umgeleitet werden. Für die hauptsächlichen Arbeiten genügt es einen kleinen Teil des Flussbettes durch einen provisorisch aufgeschütteten Damm trocken zu legen. Da ein Grossteil der Flussbreite für den Wasserlauf erhalten bleibt, kann der Damm mit geringerer Höhe erstellt werden. Um das neue Klappenwehr zu erstellen muss der Damm zweimal umgelegt werden. Dann muss knapp über die Hälfte der Flussbreite abgesperrt werden. Diese Arbeiten müssen auf alle Fälle in einer Periode mit geringen Abflüssen erfolgen, da die Dammbaumassnahmen ansonsten mit zu grossem Aufwand verbunden wären. Im Hochwasserfall muss die Baustelle aufgrund der kurzfristig anstehenden hohen Wassermengen geflutet werden.

Baugrubenabschluss

Der anstehende kiesige, nasse Boden erlaubt keine steilen Böschungen. Durch die hohe Lage des Vorlands entstehen grosse Aushubhöhen, die mit Böschungen nicht wirtschaftlich zu erstellen sind. Zusätzlich würde bei einer Ausführung mit Böschungen der vorhandene Platz nicht ausreichen. Als Baugrubenabschluss wird daher eine temporäre Spundwand vorgesehen. Diese dient auch als Abdichtung gegenüber dem drückenden Grundwasser.

Fabrikkanal

Während der Bauzeit wird versucht den Fabrikkanal, soweit möglich weiter zu speisen. Es ist zu beachten, dass der Fabrikkanal zusätzlich auch von drei Bächen gespeist wird, so dass eine komplette Trockenlegung zu keiner Zeit erfolgen wird. Kurzzeitige Unterbrechungen bei denen die Kraftwerke Weberei Grüneck und Vigognespinnerei den Betrieb einstellen müssen, werden sich nicht vermeiden lassen können.

Erschliessung

Die Baustellenerschliessung und Installation erfolgt über die rechte Thurseite, da in diesem Bereich die hauptsächlichen Bauarbeiten erfolgen. Die Zufahrt erfolgt über die Grüneckstrasse, welche für Forstlastwagen nutzbar ist, so dass die vorhandenen Brücken über die A7 und den Chemiebach ausreichend belastbar sind. Lediglich für die Erneuerung des Klappwehrs muss am linken Thurufer die Ufermauer bzw. die Führung verändert werden. Die Erschliessung dieses Arbeitsbereichs wird auch rechtsseitig über den Fluss hinweg erfolgen, da linksseitig kein landwirtschaftlicher Nutzweg direkt bis zum Wehr führt.



BAUPHASEN

Phase 1

- Erstellen Baugrube mit Spundwänden für Kraftwerksgebäude
- Verdichtung Baugrubensohle
- Rohbau Kraftwerksgebäude

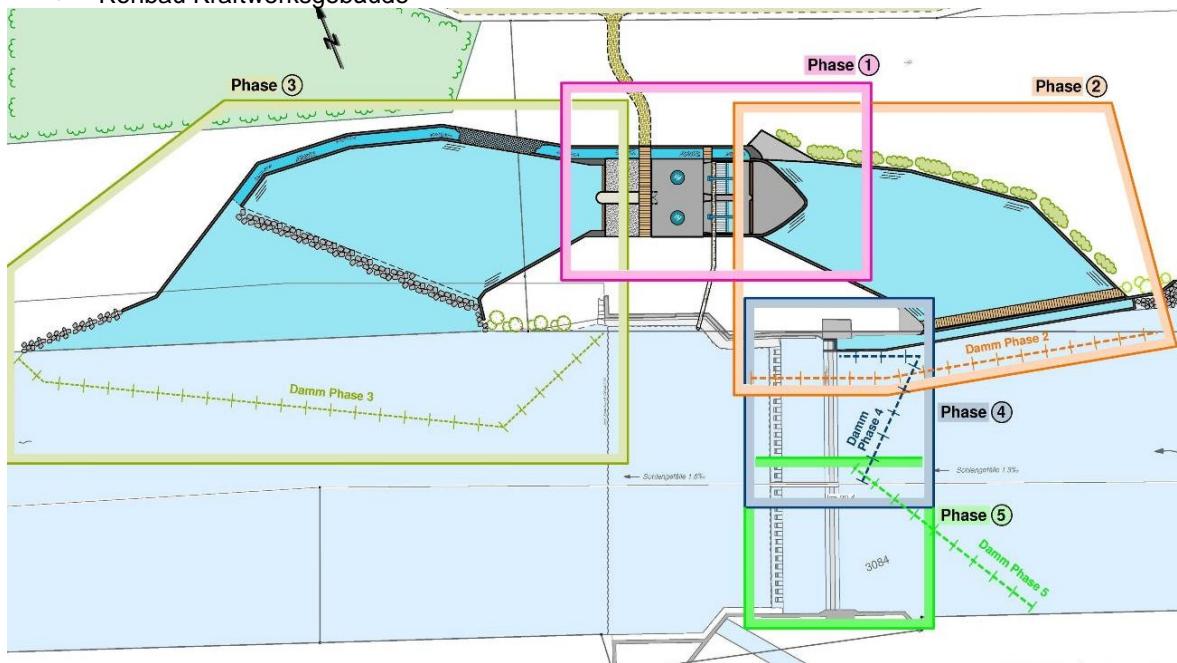


Abbildung 13: Übersicht Bauphasen

Phase 2

- Abweisdamm in Thurlauf Oberwasser
- Erstellen Einlaufbereich mit Tauchwand

In dieser Phase ist der Betrieb des Fabrikkanals nicht möglich

Phase 3

- Abweisdamm in Thurlauf Unterwasser
- Erstellen Auslaufbereich
- Erstellen Borstenfischpass

Phase 4

- Abweisdamm in Thurlauf Oberwasser – über 50% Flussbreite
- Erstellen neues Klappwehr Rechter Teil

Phase 5

- Umlegung Abweisdamm in Thurlauf Oberwasser – über 50% Flussbreite
- Erstellen neues Klappwehr Linker Teil

Phase 6

- Installationsarbeiten
- Inbetriebnahme

Wasser-, Energiewirtschaft

Dieses Konzessionsgesuch beantragt die Ausbauwassermenge von $Q = 52 \text{ m}^3/\text{s}$ um das anstehende Thurwasser energetisch besser auszunutzen.

TURBINENANLAGE

Für das neue Wehrkraftwerk Thur, Müllheim werden zwei Turbinen vorgesehen, um auch bei Wassermengen kleiner $52 \text{ m}^3/\text{s}$ einen optimalen Wirkungsgrad erreichen zu können. Mit der Erhöhung der Staukote auf 407.35 ergibt sich eine Fallhöhe von ca. 3.85 m.

Projektiert sind zwei **Kaplan-PIT-Turbine** mit einem Laufraddurchmesser von 2.36 m. In der Summe ergibt sich für beide Turbinen zusammen eine Leistung von knapp 1.57 MW. Das endgültige Maschinenkonzept kann erst nach erfolgter Submission mit dem Turbinenlieferanten definitiv festgelegt werden. Denkbar sind auch zwei Turbinen unterschiedlicher Leistung bzw. nur eine Turbine.

ENERGIEPRODUKTION

Die Jahresenergieproduktion wurde mit einem Gesamtwirkungsgrad von $\eta_{\text{tot}} = 0.8$, einem konstanten Höhenunterschied, keiner Abschaltung bei Hochwasser und ohne zusätzliche Stillstandstage berechnet.

Die Dauerganglinie wurde vom Bundesamt für Umwelt bezogen und beinhaltet Werte für die Jahre 1965-2006.

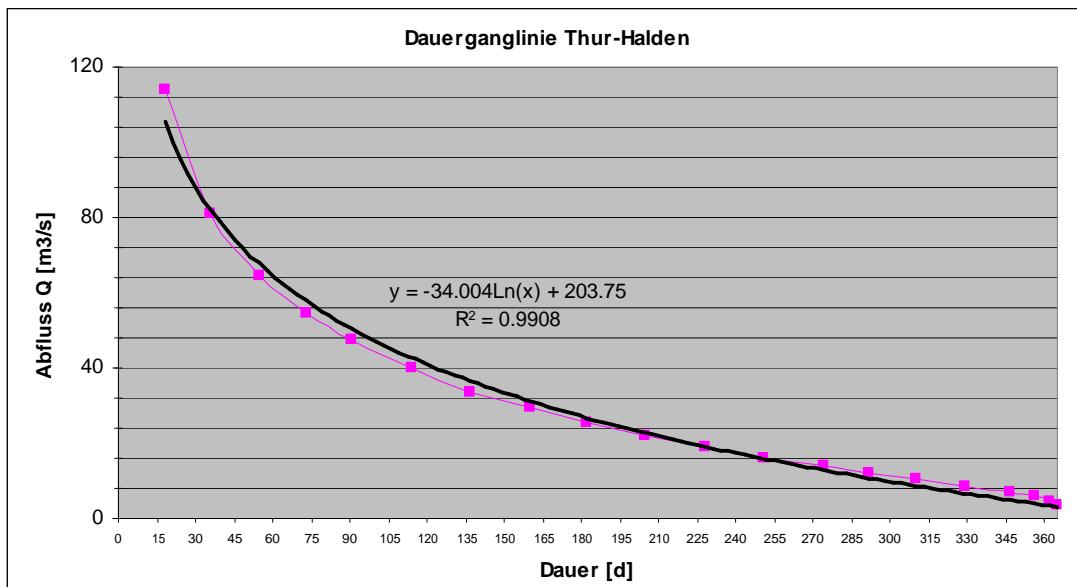


Abbildung 14: Dauerganglinie Thur-Halden (Daten 1965 – 2006)

Für die zwei Turbinen ergibt sich eine Jahresenergieproduktion von ca. 5.8 Mio. kWh.

NETZEINSPEISUNG

Die Einspeisung der erzeugten Energie erfolgt in das Netz der Elektrizitätsversorgung der politischen Gemeinde Müllheim. Die Anmeldung diesbezüglich wurde mit Schreiben vom 17.10.08 bestätigt. Mit der geplanten Energieproduktion können ca. 1'700 Haushalte mit ökologischem Strom versorgt werden.



Betriebskonzept

Wassernutzung

Vorrangig steht die Speisung des Fabrikkanals mit $8 \text{ m}^3/\text{s}$ und die Speisung der Fischaufstiegshilfe mit 200 l/s . Die Steuerung erfolgt am ersten Kraftwerk Weberei Grüneck. Da der Fabrikkanal durch weitere kleine Flüsse (Dorfbach, Aspibach, Chemiebach) gespeist wird und erst am ersten Kraftwerk die kompletten $8 \text{ m}^3/\text{s}$ vorhanden sein müssen, besteht die Möglichkeit, dass am Wehr Grüneck weniger Wasser in den Fabrikkanal geleitet werden muss. Erst darüber hinaus wird das neue Wehrkraftwerk in Betrieb genommen. Die Verwendung von zwei Turbinen ermöglicht eine grösse Bandbreite der Nutzung mit hohem Wirkungsgrad.

Staukote

Die Staukote wird beim Klappwehr konstant auf 437.35 gehalten. Bei grösseren Wassermengen wird die Klappe langsam abgesenkt, so dass die Staukote weiter gehalten wird. Erst wenn die Klappe ganz abgesenkt ist, kann sich im Hochwasserfall (ab ca. $350 \text{ m}^3/\text{s}$) die Staukote erhöhen. Falls nach einem Extremhochwasser das Rückhaltebecken Hasli geleert werden muss, muss für die Entleerung die Klappe und damit der Aufstau beim Wehr abgesenkt werden.

Spülintervalle

Die Spülintervalle beider Kiesfallen werden im Laufe des Betriebs nach den tatsächlichen Erfordernissen eingestellt. Eine regelmässige Spülung beider Kiesfallen ist zur Verhinderung von verfestigten Ablagerungen und zum Weiterspülen des Rechenguts in der Thur erforderlich.