



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

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

STADT WINTERTHUR (ZH)

NEUBAU KLEINWASSERKRAFTWERK WESPIMÜHLE

Konzessionsprojekt

Ausgearbeitet durch

Entegra Wasserkraft AG

St. Leonhardstr. 59, 9000 St. Gallen, www.entegra.ch



Programm
Kleinwasserkraftwerke
www.kleinwasserkraft.ch

Impressum

Datum: 15. Dezember 2009

Unterstützt vom Bundesamt für Energie

Mühlestrasse 4, CH-3063 Ittingen

Postadresse: CH-3003 Bern

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

www.bfe.admin.ch

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



INHALT

ZUSAMMENFASSUNG	5
1 AUSGANGSLAGE	6
2 PLANUNGSGRUNDLAGEN	6
3 BESTEHENDES KRAFTWERK WESPIMÜHLE	6
4 RECHTLICHE SITUATION, RANDBEDINGUNGEN UND TRÄGERSCHAFT	9
5 WASSERDARGEBOT UND AUSBAUPOTENTIAL	10
6 UNTERSUCHTE PROJEKTARIANTEN	12
7 BESCHRIEB DER GEPLANTEN ANLAGE	14
7.1 Gesamtanordnung	14
7.2 Hydraulische Auslegung und Eckdaten	14
7.3 Wasserfassung	15
7.4 Hochwassersicherheit	15
7.5 Elektro-Mechanische Ausrüstung	16
7.6 Maschinenhaus	17
7.7 Unterwasseranbindung	18
7.8 Zufahrt und Energieableitung	18
8 UMWELTASPEKTE	19
8.1 Restwasser	19
8.2 Geschwemmsel	19
8.3 Geschiebetrieb	19
8.4 Längsvernetzung	19
8.5 Natur- und Landschaftsschutz	20
8.6 Lärm	20
8.7 Ökologische Ausgleichs- und Ersatzmassnahmen	21
9 DENKMALSCHUTZ	22
10 BETRIEBS- UND UNTERHALTSKONZEPT	24
10.1 Organisation	24
10.2 Wasseraufteilung	24
10.3 Betrieb und Wartung	25
10.4 Unterhalt, Reparaturen	26
10.5 Uferunterhalt	26



11	WIRTSCHAFTLICHKEITSANALYSE	26
11.1	Kostenschätzung	26
11.2	Betriebs- und Unterhaltskosten	27
11.3	Parameter der Wirtschaftlichkeitsanalyse	27
11.4	Ertrag	28
11.5	Rendite und Investitionsrisiken	28

Planbeilagen:

Plan Nr. 7007.02.101: Übersichtsplan

Plan Nr. 7007.02.102: Situationsplan

Plan Nr. 7007.02.103: Schnitte 1:100



Zusammenfassung

Das vorliegende Konzessionsprojekt zeigt, dass der Bau eines neuen Kraftwerks an der Töss am Standort Wespimühle technisch möglich und wirtschaftlich attraktiv ist. Mit der gewählten Anordnung des neuen Kraftwerks linksufrig in der Steilböschung zum Herrenholzweg und der SBB-Linie Winterthur – Embrach können sowohl die wasserbaulichen (Hochwasser, Geschiebetrieb) wie auch die denkmalschützerischen Anforderungen (Erhalt der historischen Wasserkraft- und Mühlen-Anlage rechtsufrig) des Standorts erfüllt werden.

Das vorliegende Projekt „Flusskraftwerk linksufrig“ zeigt die folgenden Kenndaten:

- | | |
|----------------------------|----------------------|
| • Elektrische Nennleistung | 400 kW |
| • Nettofallhöhe | 5.45m |
| • Ausbauwassermenge | 8.8m ³ /s |
| • Jahresenergie | 1'500'00kWh |

Mit dem Neubau eines Flusskraftwerks ohne Restwasserstrecke anstelle des bestehenden Ausleitkraftwerks kann eine gewässerökologische Verbesserung erreicht werden. Im Rahmen von ökologischen Ersatzmassnahmen wird eine Fischaufstiegshilfe in Form eines in die Neuanlage integrierten Borstenfischpasses erstellt.

Negative Umweltauswirkungen wie Behinderung der Geschiebedurchgängigkeit oder Lärmimmissionen zu Lasten der Anwohner können dank der Anordnung der Neuanlage am Prallufer auf der orographisch linken Töss-Seite vermieden werden.



1 AUSGANGSLAGE

Die Wespimühle an der Töss in Wülflingen wird erstmals im 16. Jahrhundert erwähnt. Der Mühlenantrieb wurde mit Wasserrädern bestritten. 1893 wurden die Wasserräder durch eine Kesselturbine ersetzt. Diese treibt noch heute über aufwändige Transmissionen mit mehreren Winkelgetrieben und Lagern einen Generator, die Mahlstühle und die Putzerei an.

Diese über 100-jährige Anlage nutzt das Wasserkraftpotential am natürlichen Absturz der Töss nur ungenügend und dazu sehr ineffizient. Eine Neuanlage drängt sich auf, wobei die bestehende Anlage inkl. Mühle als gesamte Einheit im Rahmen des Denkmalschutzes erhalten und regelmässig zu Produktionszwecken betrieben werden soll.

Ein erstes Neubauprojekt im Areal der Wespimühle rechtsufrig wurde zum einen wegen Bedenken einiger Anwohner zu Landabtausch und Immissionen der Neuanlage und zum anderen wegen Geschiebeproblemen an der auszubauenden Wasserefassung auf der Kurveninnenseite der Töss nicht weiterverfolgt. Stattdessen wurde ein neues Flusskraftwerk ohne Restwasserstrecke auf der Kurvenaussenseite (linksufrig) ins Auge gefasst. Diese Lösung wurde in der Folge zum vorliegenden Konzessionsprojekt weiterentwickelt. Sie berücksichtigt sämtliche, in der langen Entwicklungsgeschichte des Neubauprojekts geäusserten Randbedingungen und Auflagen und wird damit sowohl technischen als auch ökologischen und denkmalschützerischen Zielen gerecht.

2 PLANUNGSGRUNDLAGEN

Die folgenden Planungsgrundlagen wurden verwendet:

- [1] *Bundesamt für Energie: Zweiteiliger Generator mit Permanentmagneten am KW Wespimühle, Winterthur, Stiftung Revita, Langenbruck, 11. August 2005*
- [2] *Amt für Abfall, Wasser, Energie und Luft (AWEL) Kanton Zürich: Messdaten des Pegels ZH 518 Töss – Wülflingen, Winterthur, Periode 1965 bis 2008.*
- [3] *Entegra Wasserkraft AG: Vorprojekt Neubau Kraftwerk Wespimühle rechtsufrig, St. Gallen, November 2007*
- [4] *AWEL: Kantonale Vernehmlassung des Vorprojekts Neubau Kraftwerk Wespimühle rechtsufrig, Februar 2008*
- [5] *Entegra Wasserkraft AG: Beschlussfassungsprotokoll der Sitzung vom 4. Juli 2008 in Wülflingen mit Vertretern der Bauherrschaft, Verein Pro Wespimühle und Denkmalpflege Kt. Zürich, 21. August 2008*
- [6] *Büro für Gewässer und Fischereifragen BGF und Entegra Wasserkraft AG: Variantenstudie Fischaufstiegshilfe für Kraftwerk Wespimühle, Solothurn und St. Gallen, September 2008*
- [7] *AWEL: Stellungnahmen der kant. Fachstellen zur Variantenstudie Fischaufstieg am Neubau Kraftwerk Wespimühle, Januar 2009*
- [8] *Entegra Wasserkraft AG: Beschlussfassungsprotokoll der Sitzung vom 11. März 2009 in Dübendorf mit Vertretern der Denkmalpflege Kt. Zürich, Bauherrschaft, AWEL und Verein Pro Wespimühle, 27. März 2009*
- [9] *Denkmalpflege-Kommission des Kantons Zürich: Gutachten Nr. 27-2003: Winterthur-Wülflingen, Gebäudeensemble und Turbinenanlage Wespimühle, März 2004*

3 BESTEHENDES KRAFTWERK WESPIMÜHLE

Die Wespimühle – bereits 1600 urkundlich erwähnt – ist das bedeutendste Mühlen-Denkmal in Winterthur. Bis zu neun Wasserräder trieben die Mühleeinrichtungen an.



Die Mühle ersetzte 1893 ihre Wasserräder durch ein Kleinwasserkraftwerk (KWKW). Die Jonval-Henschel Kesselturbine stammt aus dem gleichen Jahr und erbringt heute noch eine Leistung von max. 50 kW (mechanisch). 1930 wurde eine Asynchronmaschine eingebaut, die die Mühle mit Netzstrom statt mit Wasserkraft antreiben, aber ausserhalb des Mühlenbetriebs wahlweise auch Strom produzieren kann.

Durch den offenen Oberwasserkanal wird das Wasser aus der Töss über ein kurzes Druckrohr auf die axiale Kesselturbine geleitet. Die Kraftübertragung auf die Mahlstühle und Putzerei sowie den Asynchrongenerator erfolgt über ein ausgeklügeltes System von Wellen, Winkelgetrieben und Transmissionen. Die aufwändige Transmission, bedingt durch die wechselseitige Lage von Turbine und Mühlengebäude, besteht aus fünf Wellen mit drei Winkelgetrieben mit Guss- und Holzkammrädern. Über zwei Riemen-Übersetzungen wird einerseits die Putzerei angetrieben, andererseits die Asynchronmaschine. Dies erfolgt über drei Kupplungen und vierzehn hydrodynamische Lager (auszugsweise zitiert aus [1]).

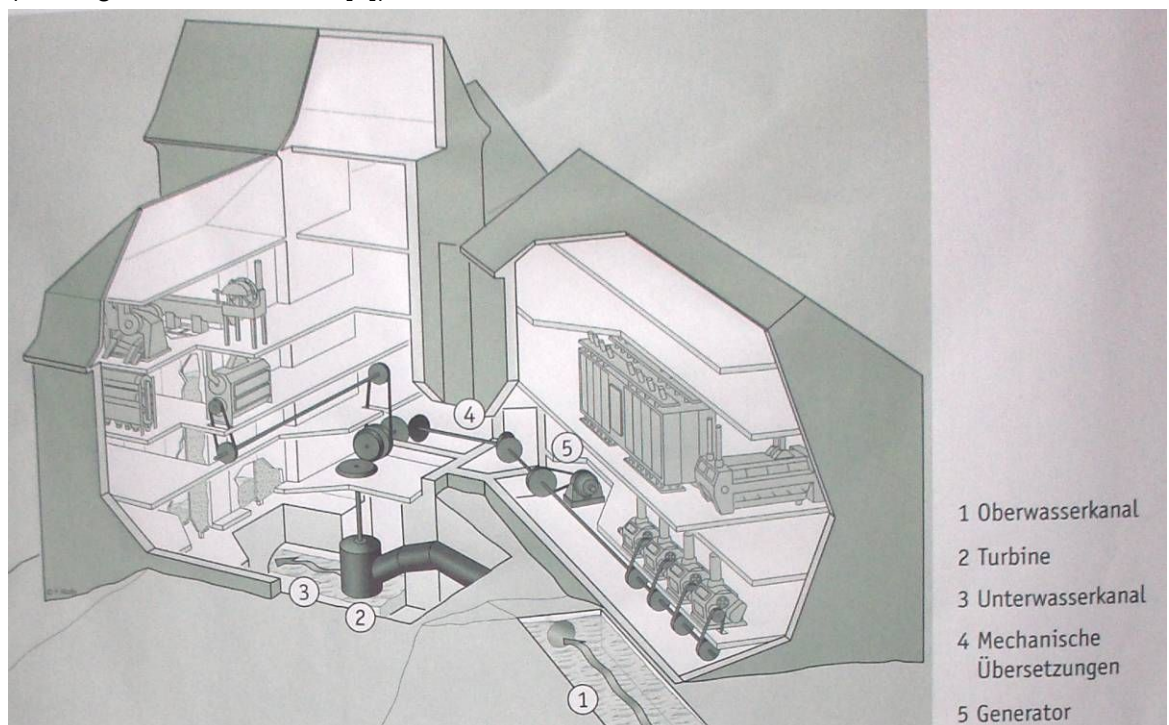


Abbildung 1: Wespimühle mit der bestehenden Anlage (aus Ref. [1])



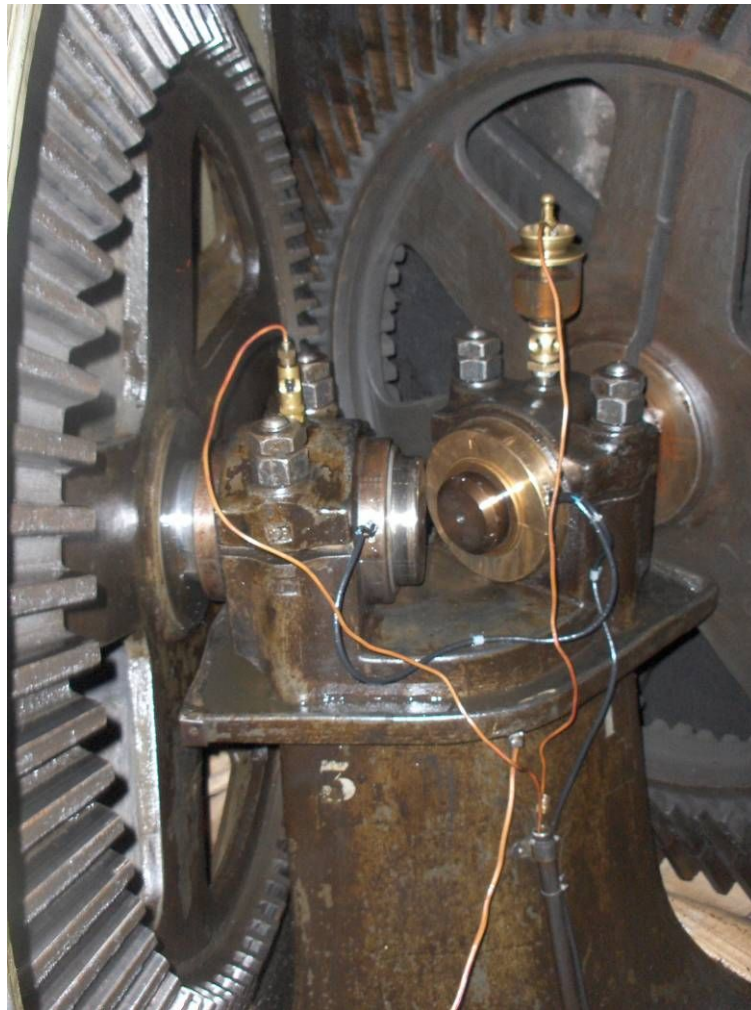


Abbildung 2: Bestehendes Winkelgetriebe der alten Anlage mit hydro-dynamischen Lagern, die überwacht werden (Ölzufuhr und Temperatur).

Die Anlage ist einmalig in ihrer Art und geniesst hohes Interesse von Seiten der Denkmalpflege. Sie hat grosse Bedeutung als Einzelschutzobjekt. Ref. [9] sagt dazu: *Die Bauten der Wespimühle stellen ein qualitätsvolles Ensemble von seltener Geschlossenheit und Vollständigkeit dar. Das Wachsen der Anlage vom bäuerlichen Gewerbebau zur industriell betriebenen Mühle ist am Baubestand klar ablesbar. Stellung und Anordnung der Gebäude innerhalb des Areals sind sowohl auf die Anlage der Wasserkrafterzeugung als auch auf den Ablauf des Müllereiprozesses abgestimmt.*

Wegen kleineren Schäden musste das KWKW ab Ende der 1990er Jahre bis im Sommer 2001 stillgelegt werden. Dann wurden in einer ersten Phase defekte Gleitlager, die zur Stilllegung des KWKW's geführt hatten, ersetzt. Die Anlage wird einmal pro Woche für den Antrieb der Mühle genutzt, wenn für Kunden und für die eigene Mehlhandlung gemahlen wird. In der übrigen Zeit kann die Anlage Strom produzieren und ins Netz von Stadtwerk Winterthur einspeisen. Im April 2004 wurde der Strom aus der Wespimühle mit dem Ökostromlabel naturemade star ausgezeichnet.

Obwohl das KWKW nun wieder regelmässig betrieben werden kann, wird der Betrieb durch konstruktive Eigenheiten der Anlage und altersbedingte Mängel gestört:

- Die Turbine macht nur noch ungenügenden Gebrauch der vorhandenen Fallhöhe, weil das Saugrohr nicht mehr funktionstüchtig ist.



- Im Generatorbetrieb entstehen hohe Verluste, weil die Asynchronmaschine nicht direkt von der Turbine sondern über die aufwändige Transmission angetrieben wird, die zudem fix mit einem Teil der Putzerei verbunden ist und damit ungenutzt einen grossen Teil der Energie verschlingt.
- Die Kompensationsanlage, die die elektrischen Verluste bei der Netzeinspeisung verringern soll, funktioniert nicht.

Aufgrund dieser Eigenheiten und Mängel beträgt der Wirkungsgrad der Anlage im Generatorbetrieb weniger als 50%. Demgegenüber produziert ein modernes KWKW mit einem Gesamtwirkungsgrad von über 80%.

Die technischen **Daten der bestehenden Anlage** können wie folgt zusammengefasst werden:

• Ausleitkraftwerk	Restwasserstrecke 200m lang
• OW-Spiegel	415.95m ü.M.
• Bruttofallhöhe	ca. 5.90m
• Nettofallhöhe	ca. 4.50m
• Ausbauwassermenge	ursprünglich 1.50m ³ /s; (andere Angaben bis 2.0m ³ /s je nach Quelle)
• Mech. Leistung Turbine	ursprünglich 90 PS (67 kW)
• Elektrische Leistung	ca. 40 kW als Generator
• Jahresenergie (Rücklieferung)	ca. 125'000kWh (ohne Eigenverbrauch)

4 RECHTLICHE SITUATION, RANDBEDINGUNGEN UND TRÄGERSCHAFT

Für das geplante neue Flusskraftwerk am Wehr muss bei den kantonalen Behörden eine neue Wasserrechtskonzession beantragt werden, die wohl kaum auf Widerstand stossen wird, da die bestehende Restwasserstrecke aufgehoben und damit eine gewässerökologische Verbesserung erreicht wird. Die Vernehmlassung des Projektentwurfs bei den kantonalen Fachstellen vom Februar 2008 bestätigen diese Sichtweise (Ref. [4]).

Aus dieser Vernehmlassung des Projektentwurfs ging die Gewährleistung der Fischdurchgängigkeit am rund 6m hohen, natürlichen Absturz als zusätzliche Bedingung für die mögliche Erteilung einer Wasserrechtskonzession für das neue Werk hervor. Eine Fischaufstiegshilfe ist deshalb ein integraler Bestandteil des Neubauprojekts. Die anfallenden Kosten müssen jedoch nicht alleine durch das Wasserkraftprojekt getragen werden, da es sich am Absturz der Töss bei der Wespimühle um einen seit Menschengedenken für Fische unpassierbaren Absturz handelt und nicht kraftwerksbedingt ist.

1997 ging die Mühle in Konkurs. Das Areal ging aus der Konkursverwertung in den Besitz des Winterthurer Bau- und Immobilienunternehmens L + B AG über. Um den Mühlenbetrieb auf eine wirtschaftlich tragfähige Basis stellen zu können, ist eine teilweise Umnutzung der historischen Gebäude unumgänglich. Diese Umnutzung muss aber so gestaltet sein, dass sie durch die Lärm- und Körperschallimmissionen eines tageweisen Mühlenbetriebs nicht behindert wird. Ein Dauerbetrieb der Mühle ist deshalb auch in Zukunft nicht vorgesehen und auch nicht angezeigt, da der Verschleiss der historischen Anlageteile zu hoch wäre und die Defektanfälligkeit erhöht würde.

Gemäss einem gemeinsam gefällten Beschluss der Bauherrschaft, des Vereins Pro Wespimühle und der kant. Denkmalpflege wird parallel zum Konzessions- und Bewilligungsverfahren des neuen Wasserkraftwerks ein Konzept zur zukünftigen betriebl-



chen Nutzung der Wespimühle zusammen mit einem Gesamtkonzept mit Umnutzung erstellt (Ref. [8]).

Die Entegra Wasserkraft AG tritt sowohl als Ingenieur wie auch als Investor für ein neues Kraftwerk am Wehr auf. Die Entegra und die Besitzerin der Liegenschaft, die L + B AG, haben vereinbart, die Aktiengesellschaft „Kraftwerk Wespimühle AG“ zu gründen und das Neubauprojekt gemeinsam anzugehen.

5 WASSERDARGEBOT UND AUSBAUPOTENTIAL

Das Wasserdargebot der Töss am Standort Wespimühle, Wülflingen liesse sich aufgrund des bestehenden Pegels des Kantons (Nr. ZH 518) ziemlich genau beziffern, da die Aufzeichnungen eine Periode von 44 Jahren beinhalten (1965 bis 2008) und die Messstation nur gut 400m oberhalb des Wehres liegt (siehe Bild 2). Mit dieser Annahme, dass die Abflüsse der Vergangenheit auch in Zukunft vorhanden sind, werden die möglichen Auswirkungen der Klimaänderung nicht berücksichtigt. Studien zeigen, dass die sich Jahreswasserfracht wahrscheinlich nicht ändern wird, wohl aber die zeitliche Verteilung übers Jahr. Es muss mit längeren Trockenabschnitten und Perioden mit intensivem Abflussgeschehen gerechnet werden.



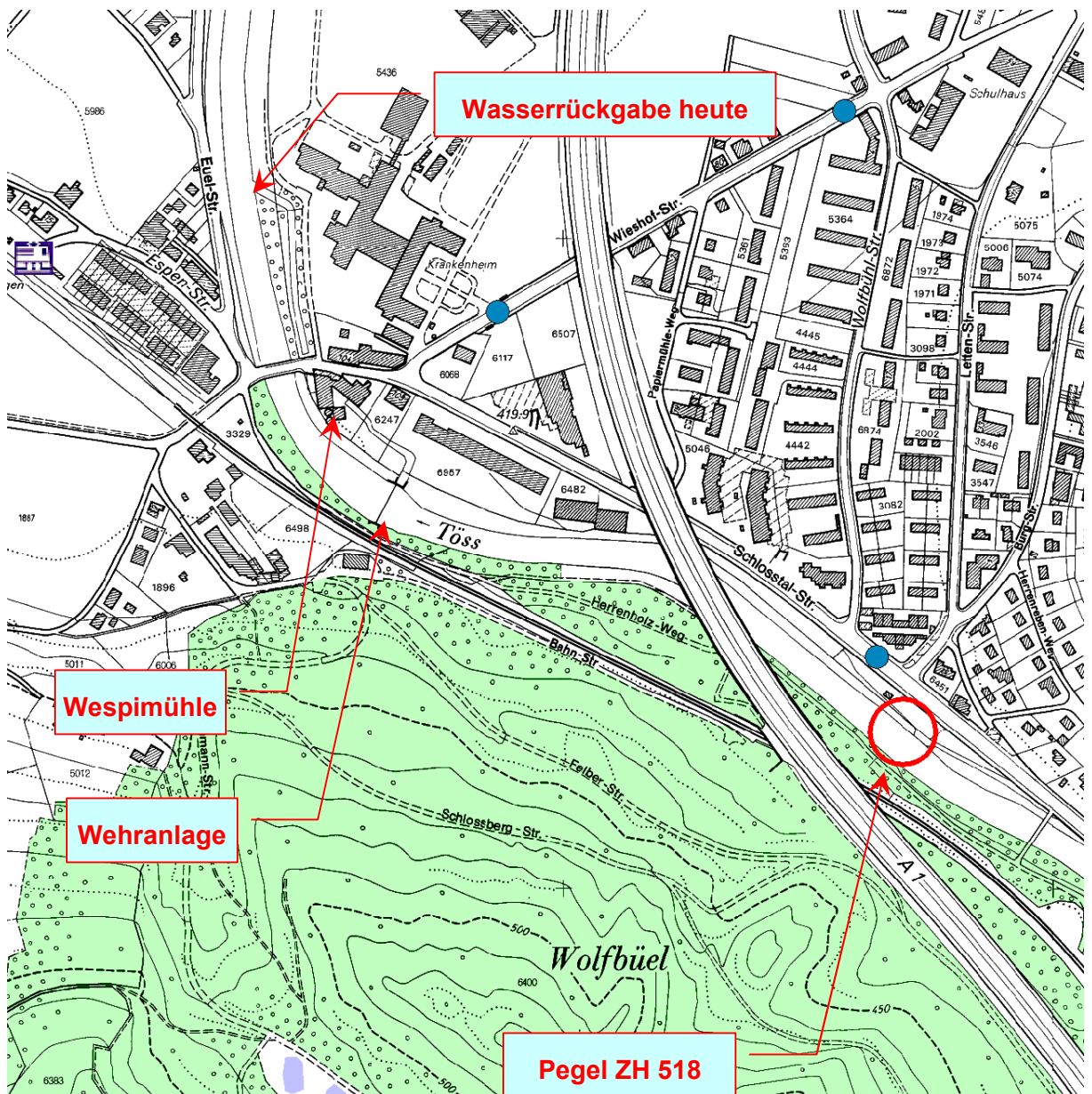


Abbildung 3: Übersichtsplan Wülflingen mit Standort des Pegels und der Wespimühle mit Wehranlage.

Das Einzugsgebiet der Töss bis zum Pegel in Wülflingen beträgt 260km². Die Abflüsse nehmen bei längerer Trockenheit stark ab, da das Wasser im Tössstal ins Grundwasser austritt und damit für das Gewässer teilweise verloren geht.

Die Dauerabflusskurve für den Standort Wespimühle zeigt die folgende Charakteristik (Messdaten vom Pegel ZH 518, Wülflingen, Periode 1965 bis 2008):

- $Q_{36} = 13.6 \text{ m}^3/\text{s}$ (durchschnittlich an 36 Tagen im Jahr erreicht oder überschritten)
- $Q_{55} = 10.4 \text{ m}^3/\text{s}$
- $Q_{91} = 7.34 \text{ m}^3/\text{s}$
- $Q_{160} = 4.34 \text{ m}^3/\text{s}$
- $Q_{347} = 1.10 \text{ m}^3/\text{s}$



Der mittlere Abfluss der Töss an der Wespimühle bei Wülflingen beträgt rund $6.2\text{m}^3/\text{s}$. In einem trockenen Jahr reduziert sich der Abfluss auf $3.5\text{m}^3/\text{s}$ (im Jahrhundertssommer 2003). In einem nassen Jahr beträgt der mittlere Abfluss knapp $9.5\text{m}^3/\text{s}$ (1965). Nachfolgende Abbildung zeigt die Dauer der Abflüsse graphisch.

Dauerabflusskurve Töss 1965-2008

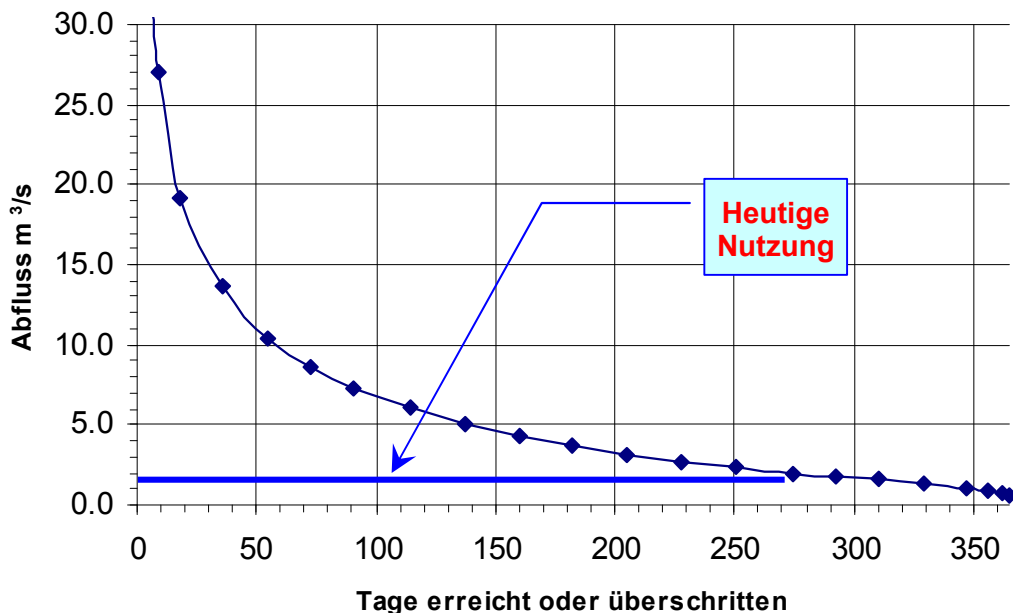


Abbildung 4: Dauer der Abflüsse am Pegel ZH 518 (identisch mit den Abflüssen am Wehr der Wespimühle).

Die bestehende Anlage mit Ausleitung nutzt nur ca. $1.4\text{m}^3/\text{s}$ bis $2.0\text{m}^3/\text{s}$. Diese Wassermenge steht in einem durchschnittlichen hydrologischen Jahr an ca. 270 Tagen zur Verfügung. Für eine netzgekoppelte Anlage (ohne die Anforderung eines durchgehenden Inselbetriebs für den Mühlenantrieb in Krisenzeiten) werden heute Ausbauwassermengen gewählt, die nur an 55 bis 70 Tagen pro Jahr zur Verfügung stehen. Das entspricht einer Ausbauwassermenge von zwischen $8.5\text{m}^3/\text{s}$ und $10.5\text{m}^3/\text{s}$ (ohne Restwasserabgabe), womit die Kraftwerksleistung auf das vier- bis fünffache der heutigen gesteigert werden kann. Dieses brachliegende Potential soll mit einem neuen Kraftwerk in Kombination mit dem bestehenden genutzt werden.

6 UNTERSUCHTE PROJEKTVARIANTEN

Das bestehende Ausleitkraftwerk der Wespimühle nutzt die Fallhöhe des natürlichen Felsabsturzes der Töss von rund 5.8m (inkl. künstlichem Wehraufbau). Die Ausleitung zur Mühle mit Ober- und Unterwasserkanal wurde vor über 100 Jahren aber offensichtlich nicht gewählt, um mehr Fallhöhe als am Absturz selber zu generieren, sondern um das Triebwasser zu den Wasserkraftmaschinen und den mechanisch angetriebenen Mahlwerken im Mühlengebäude zu bringen. Es war wegen der heftigen Hochwasserereignisse zu dieser Zeit nicht üblich, die Wasserkraftmaschinen direkt an die grössten Flüssen wie die Töss zu stellen. Mit einer Ausleitung in Kanäle konnte die Gewalt des Hochwassers besser beherrscht werden.



Zu Beginn der Projektierungsarbeit stellte sich die Frage, ob mit dem Ausbau der Anlage weiterhin eine Ausleitung mit Kanalkraftwerk gewählt werden soll oder ob ein Flusskraftwerk direkt am Absturz der Töss nicht die bessere Ausbauvariante darstellt.

Mit dem Ausleitkraftwerk müsste eine Dotierwassermenge an die über 250m lange Restwasserstrecke der Töss abgegeben werden. Die gemäss Gewässerschutzgesetz minimal geforderte Restwassermenge in der Töss berechnet sich nach dem vorhandenen Q_{347} , welches am Pegel Wülflingen $1.08\text{m}^3/\text{s}$ beträgt. Daraus ergibt sich eine minimale Dotierwassermenge am Wehr von Q_{dotier} von rund 470 l/s. Andererseits kann mit der Ausleitung eine leicht grössere Fallhöhe als direkt am Wehr generiert werden, da die Stromschnellen im Fluss im Anschluss an den Absturz genutzt werden können (siehe Bild 5).



Abbildung 5: Stromschnellen unterhalb des Absturzes, die mit einem Ausleitkraftwerk gemäss Variante „Ausleitkraftwerk“ genutzt werden könnten .

Mit der Variante Flusskraftwerk und der Rückgabe des Triebwassers direkt am Fusse des Absturzes wird zwar ca. 1m Fallhöhe vergeben, aber die Abgabe einer Dotierwassermenge von 470 l/s entfällt und die nutzbare Wasserfracht nimmt entsprechend zu.

Der Verkauf der Mehrenergie des Ausleitkraftwerks von rund 70'000kWh im Jahr muss im Vergleich zum Flusskraftwerk mindestens die Mehrkosten für den Bau und Unterhalt des längeren Ober- und Unterwasserkanals (inkl. Landerwerb) decken. Es zeigt sich, dass die Mehrkosten des Kanalbaus über dem doppelten Barwert der Strom-Mehrproduktion liegen. Damit schneidet die Variante Flusskraftwerk aus rein wirtschaftlicher Sicht eindeutig besser ab als das Ausleitkraftwerk. Zudem ist die Bewilligungsfähigkeit des Flusskraftwerks sehr viel höher, weil Restwasserstrecken aus gewässerökologischer Sicht eher abzulehnen sind. Auch die Frage des Landerwerbs, respektive die Beeinträchtigung der bestehenden Wespimühle durch einen neuen Kanal oder eine



Druckleitung im Areal lässt sich mit der Variante Flusskraftwerk linksufrig elegant umgehen.

7 BESCHRIEB DER GEPLANTEN ANLAGE

7.1 Gesamtanordnung

Das neue Flusskraftwerk wird am bestehenden Wehr und Felsabsturz der Töss km 14.366 (GEWISS) linksufrig angeordnet. Mit einer klassischen Seitenfassung wird das Wasser über einen kurzen Oberwasserkanal mit Dammbalkenverschluss und Rechenreinigungsanlage der Zentrale zugeleitet, die am Fuss der steilen Uferböschung (Gewässerparzelle der Töss) zu liegen kommt.

Die Zentrale wird mit einer klassischen vertikal-achsigen Kaplan turbine ausgerüstet. Die Wasserrückgabe in den Kolk des Wehrüberfalles erfolgt über ein ellenbogenförmiges Saugrohr direkt am unterwasserseitigen Ende der Zentrale, so dass ein sehr kompaktes Kraftwerk entsteht. Eine Restwasserstrecke ist nicht vorhanden.

Die Zufahrt zur neuen Anlage geschieht über den Herrenholzweg ab Ecke Wieshofstrasse – Espenstrasse. Die Netzanbindung soll über das bestehende Wehr zur Wespimühle hin erfolgen.

Die bestehende Wasserfassung rechtsufrig wird weiterhin für den regelmässigen Betrieb der alten, denkmalgeschützten Anlage genutzt, welche unverändert bestehen bleiben soll und nach Reparatur der in Kap. 3 aufgelisteten Schäden in das Betriebskonzept der neuen Anlage eingebunden werden soll.

Diese Gesamtanordnung ist in Planbeilage 7007.02.101 – *Übersichtsplan* dargestellt.

7.2 Hydraulische Auslegung und Eckdaten

Die optimale Ausbauwassermenge von Kleinwasserkraftwerken liegt heute dank der konstanten Einspeisevergütung im Regime kEV^1 bei einer Überschreitungsdauer von zwischen 55 und 70 Tagen. Mit den Abflussdaten gemäss Kapitel 5 und einer Wasserabgabe an den vorzusehenden Fischpass von ca. 150 l/s ergeben sich Ausbauwassermengen von zwischen $10.2m^3/s$ und $8.4m^3/s$. Da die bestehende Turbine der Wespimühle Überwasser als zweite Maschine zur Stromproduktion mit Einspeisung ins Netz hinzugezogen werden könnte, wird **für die neue linksufrige Anlage** nicht eine maximale sondern eine mittlere **Ausbauwassermenge von $8.8m^3/s$** gewählt, die an gut 65 Tagen pro Jahr zur Verfügung steht.

Bei Abflüssen der Töss unter der minimalen Betriebswassermenge der neuen Turbine (ca. $1.3m^3/s$) soll die alte Anlage wie heute betrieben werden. Dies wird an ca. 40 Tagen im Jahr der Fall sein. Auch bei genügend Überwasser am Wehr (ca. 60 Tagen im Jahr) kann die alte Turbine in Betrieb genommen werden. Somit kann – wie von der Denkmalpflege gewünscht - die historische Maschine zusätzlich zum Betrieb am wöchentlichen Mahltag an ca. 100 Tagen im Jahr zur reinen Stromproduktion betrieben werden. Ob diese Betriebsweise der alten Anlage mit der vorgesehenen Umnutzung der nicht mehr benötigten Räume der Wespimühle (Teil der Putzerei, Lager) vereinbar ist (Lärm, Körperschall), wird das Umnutzungskonzept zeigen.

¹ Kostendeckende Einspeisevergütung gemäss revidiertem Energiegesetz EnG und der neuen Energieverordnung EnV in Kraft seit 1. Jan. 2009. Es wird nicht zwischen Tag- / Nacht- und Sommer- / Winter-Tarifen unterschieden.



7.3 Wasserfassung

Wegen der vorhandenen Rechtsbiegung der Töss oberhalb des Wehres ergeben sich grosse Geschiebeablagerungen auf der Kurveninnenseite im Bereich der alten Wasserfassung. Diese führen bereits bei der bestehenden Anlage mit relativ geringer Ausleitung von max. $2\text{m}^3/\text{s}$ zu Problemen (Kiesablagerungen am Einlauf und im Kanal). Am linken Ufer (Aussenkurve / Prallufer) herrscht hingegen ständig eine geschiebefreie Sohle oberhalb des Wehres. Die Bedingungen für die Anordnung einer Wasserentnahme sind hier günstig. Trotzdem wird eine 2m breite Geschiebesammelrinne mit Spülschütze ($H=2.5\text{m}$, $B=2.0\text{m}$) im Wehr angeordnet, um im Betrieb grösstmögliche Flexibilität beim Abspülen von Ablagerungen und Verklausungen zu erhalten. Die Kapazität der Spülschütze beträgt ca. $12\text{m}^3/\text{s}$.

Die Wasserfassung wird mit einer Tauchwand ausgerüstet, die im Hochwasserfall grobes Geschwemmsel vom Einlaufkanal fernhalten kann.

Der Rechen mit 5m Breite und 3.6m Wassertiefe wird auf eine Wassergeschwindigkeit von 0.5m/s ausgelegt, damit Kleinfische bei Volllast nicht an den Rechen gedrückt werden. Gleichzeitig ermöglicht diese relativ grosse Rechenfläche auch bei einer Teilbelegung des Rechens noch eine effiziente Reinigung mit einem ölhdraulisch angetriebenen Rechenreiniger.

7.4 Hochwassersicherheit

Die Hochwasserabflüsse wurden aufgrund der BAFU-Analysen am Pegel Neftenbach (Hochwasserreihe 85 Jahre von 1921 bis 2008) und einer Umrechnung auf den Standort Wespimühle geschätzt. Die relevanten Hochwasserabflüsse sind:

$$\begin{aligned}\text{Pegel Neftenbach:} \quad & HQ_{100} = 274\text{m}^3/\text{s} \\ & HQ_{1000} = \text{ca. } 363\text{m}^3/\text{s}\end{aligned}$$

Das Einzugsgebiet zum Pegel Neftenbach beträgt 342km^2 . Mit der üblichen Umrechnung $Q_1/Q_2 = (A_1/A_2)^{2/3}$ reduzieren sich die Hochwasserabflüsse an der Wespimühle auf 83% oder:

$$\begin{aligned}\text{Wehr Wespimühle:} \quad & HQ_{100} = 228\text{m}^3/\text{s} \\ & HQ_{1000} = \text{ca. } 300\text{m}^3/\text{s}\end{aligned}$$

Am bestehenden, 32.6m breiten, festen Wehrüberfall (Schwelle 415.95m ü.M.; keine beweglichen Klappen mit Ausnahme der schmalen Spülschütze) ergeben sich bei diesen Hochwasserereignissen die folgenden Oberwasserspiegel:

für HQ_{100} : 418.30m ü.M. ($H=2.35\text{m}$)

für HQ_{1000} : 418.75m ü.M. ($H=2.80\text{m}$)

Ein Vergleich mit den gemessenen Hochwasserspuren (417.77m ü.M.) am Wehr nach dem Ereignis vom 8. August 2007 bestätigt die Berechnung: die Abflussspitze dieses Ereignisses wurde am Pegel Neftenbach zu $227\text{m}^3/\text{s}$ bestimmt, was an der Wespimühle einen Abfluss von ca. $185\text{m}^3/\text{s}$ ergibt (Umrechnung über $Q_1/Q_2 = (A_1/A_2)^{2/3}$). Bei einer Wasserspiegellage von 417.77m ü.M. (entspricht einer Oberwassertiefe von 1.82m) ergibt sich ein theoretischer Wehrabfluss von ca. $170\text{m}^3/\text{s}$, was leicht unter dem gemessenen Ereignisses liegt, d.h., die Wehrkapazität wird mit den getroffenen Annahmen sicher nicht überschätzt.

Die Gesamtstabilität des linksufrigen Kraftwerks wird mit den oben berechneten Oberwasserständen nachgewiesen, wobei das HQ_{100} als Dimensionierungshochwasser und das HQ_{1000} als Sicherheitshochwasser angenommen werden. Die Umfassungsmauern des neuen Maschinenhauses werden mit einem Freibord von rund 1.0m gegenüber dem 100-jährlichen Hochwasser erstellt, d.h., mit einer Höhe ab Wehrschwelle von



min. 3.30m. Auch beim 1000-jährlichen Hochwasser verbleibt noch ein Freibord von rund 0.5m.

Am bestehenden, rechtsufrigen Fassungsbauwerk zur alten Turbine besteht beim 100-jährlichen Hochwasser noch ein Freibord von rund 30cm, was als genügend erachtet wird und keine Anpassung erforderlich macht.



Abbildung 6: Bestehende Wehranlage mit alter Längsmauer am linken Ufer (=Standort der geplanten Wasserfassung).

7.5 Elektro-Mechanische Ausrüstung

Da bei zunehmenden Abflüssen der Töss die Unterwassertiefe zunimmt, ist mit höheren Turbinendurchflüssen auch eine Abnahme der Fallhöhe in Kauf zu nehmen. Die Reduktion hält sich jedoch in Grenzen, da wegen der fixen Wehrschwelle bei Hochwasser auch der Oberwasserspiegel zunimmt.

Der Maschinensatz des Flusskraftwerks wird auf die folgenden Daten ausgelegt:

- Bruttofallhöhe bei Nenndurchfluss $H_b = 5.65\text{m}$
- Verluste an Fassung u. Auslauf $H = 0.20\text{m}$
- Nettofallhöhe $H_n = 5.45\text{m}$
- Nenndurchfluss $Q_A = 8.8\text{m}^3/\text{s}$

Mit diesen Ausgangsdaten bietet sich eine Rohrturbine oder eine klassische, vertikal-achsige Kaplan turbine mit direkt-gekoppeltem Generator an. Da bei der Rohrturbine die Zu- und Abströmung in praktisch gerader Linie erfolgen muss, lässt sich in der Wespimühle keine kompakte Anlage wie mit der Kaplan turbine erstellen, deren ellenbogenförmiges Saugrohr in jede Richtung beliebig orientiert werden kann. Deshalb



wird im Rahmen des vorliegenden Konzessionsprojekts die Variante Rohrturbine nicht mehr weiterverfolgt.

Die Hauptdaten des Maschinensatzes werden wie folgt geschätzt:

- Turbinentyp: doppel-regulierte Kaplan, vertikal-achsig
- Durchmesser des Laufrades: ca. 1.35m
- Drehzahl Turbine 273 min^{-1}
- Generatortyp: Synchrongenerator (direkt-gekoppelt)
- Nennleistung Generator ca. 470 kVA

Aus den obigen Daten lässt sich bei einer max. elektrischen Leistung von 400kW **eine Jahresenergie von im Mittel 1.50 GWh** produzieren. Dabei ist bereits eine Wasserabgabe von max. $1.5 \text{ m}^3/\text{s}$ an die alte Turbine während des wöchentlichen Mahltages in der Wespimühle berücksichtigt.

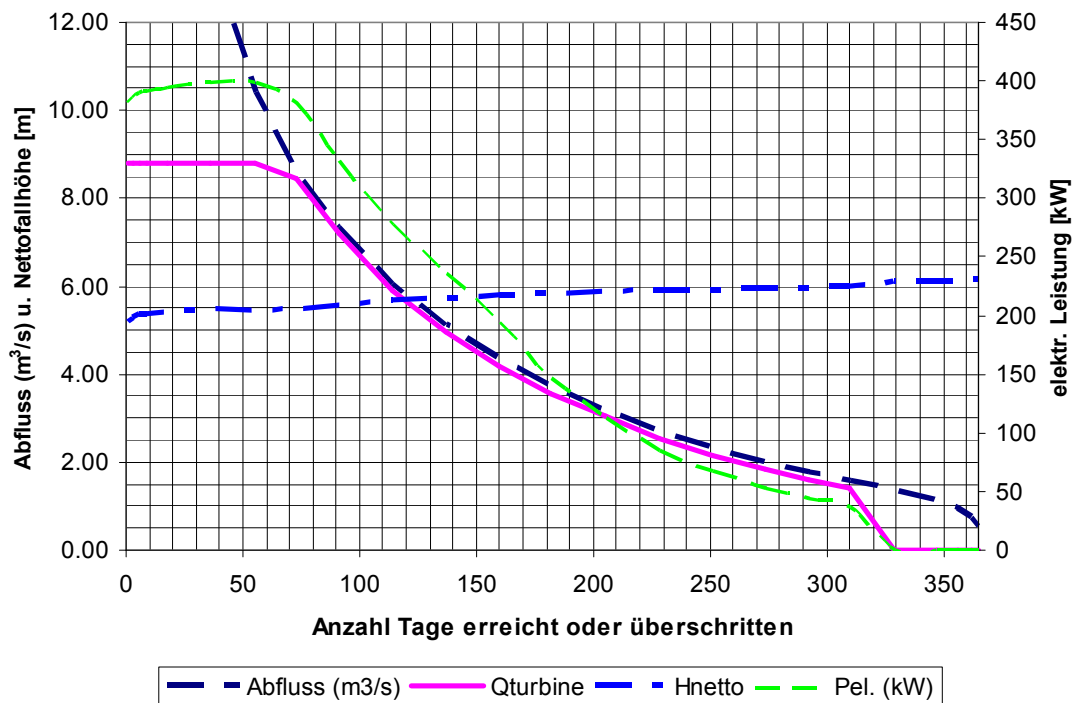


Abbildung 7: Leistungsplan des geplanten Flusskraftwerks Wespimühle.

7.6 Maschinenhaus

Das Maschinenhaus wird in der steilen Uferböschung linksufrig unmittelbar im Anschluss an den Tössabsturz erstellt. Die Aussenabmessungen des Maschinenhauses sind ca. 10.8m x 7.2m im Grundriss. Es besteht aus drei Ebenen:

1. Ebene 1: Triebwasserwege und Fischpass
2. Ebene 2: Maschinensatz mit Turbine und Generator
3. Ebene 3: Elektrotechnik mit den Schaltschränken für Regelung, Steuerung, Messung und Netzanbindung

Direkt über der vertikal-achsigen Kaplanmaschine mit Generator wird im Dach eine Revisionsöffnung mit Betondeckel angeordnet, die den Ausbau des gesamten Maschinensatzes mit Hilfe eines Autokrans von der Herrenholzstrasse aus ermöglicht.



7.7 Unterwasseranbindung

Das Saugrohr der Kaplanturbine mündet in einen kurzen ca. 6m langen Unterwasserkanal, der direkt aus dem anstehenden Fels ausgebrochen wird. Die Wasserrückgabe erfolgt noch innerhalb des bestehenden Kolkes am Tössabsturz.

Am Saugrohrende wird ein stationärer Dammbalken installiert, der für die Entwässerung der Turbine und des Saugrohres geschlossen werden kann.

Die bestehende Ufersicherung im Unterwasserbereich linksufrig bestehend aus Beton, Steinrollierung und vorgelagerten Natursteinblöcken wurde durch den Kanton vor einigen Jahren saniert. Im Kolkbereich ist eine Betonsicherung bereits wieder hinterspült und vom Fels gelöst worden (siehe Bild 8). Eine erneute Intervention zur Sicherung des Herrenholzweges und der SBB-Bahnlinie würde hier nötig. Im Zuge des Kraftwerksneubaus wird diese schadhafte Stelle aber vom Maschinenhausbau überlagert. Dazu wird ein gemeinsames Vorgehen mit der Abteilung Wasserbau des AWEL vorgeschlagen.



Abbildung 8: Kolkbereich linksufrig mit abgelöster Ufersicherung aus Beton, welche vom geplanten Kraftwerksneubau überlagert würde.

7.8 Zufahrt und Energieableitung

Erreicht wird das Maschinenhaus über einen Treppenabgang vom Herrenholzweg her. Im Normalbetrieb muss der Anlagenwart von der Ecke Wieshofstrasse – Espenstrasse zu Fuss zur Anlage gelangen, da der Herrenholzweg generell für Fahrzeuge gesperrt ist. Nur bei grösseren Unterhalts- und Revisionsarbeiten muss eine Bewilligung für das Befahren des Herrenholzweges mit Lastwagen und Pneukran erteilt werden.

Die Energieableitung erfolgt über ein Niederspannungs-Erdkabel, welches an der bestehenden Wehrschwelle fixiert und einbetoniert wird und bis zum vorgesehenen Ein-



speisepunkt des Stadtwerks Winterthur an der Schlossstrasse / Wieshofstrasse gezogen wird (Länge ca. 160m).

8 UMWELTASPEKTE

Das Neubauprojekt ist mit einer Gesamtleistung von weit unter 3MW nicht UVP pflichtig.

8.1 Restwasser

Da die neue Kraftwerksanordnung am bestehenden Wehr keine Restwasserstrecke produziert, ist keine Restwasserdotierung vorzusehen. Der Turbinenauslauf im Unterwasser mündet in den bestehenden Kolk, so dass das Wasser im Kolk kontinuierlich erneuert wird.

8.2 Geschwemmsel

Das Geschwemmsel, welches sich an der Tauchwand und am Rechen vor der Turbine ansammelt, wird wieder an die Töss abgegeben, um die für die aquatischen Lebewesen wichtige biologische Substanz des Gewässers nicht zu schmälern.

8.3 Geschiebetrieb

Der Geschiebetrieb der Töss wird durch die neue Wasserkraftanlage linksufrig in keiner Weise beeinträchtigt, da am bestehenden Wehr mit fester Schwelle nichts verändert wird. Die kontinuierliche Weitergabe des Geschiebes im Hochwasserfall wird durch den Einbau einer Spülschütze in der neuen Wasserfassung zusätzlich unterstützt.

8.4 Längsvernetzung

Obwohl der Absturz der Töss an der Wespimühle wie auch jener an der 1.6km flussabwärts gelegenen Hard ein natürlicher Felsabsturz ist, soll auf Wunsch der kantonalen Behörden trotzdem eine **Fischaufstiegshilfe (FAH)** erstellt werden. Eine Variantenstudie vom September 2008 (Ref. [6]) zeigt, dass eine FAH entweder mit einem technischen Bauwerk in Form eines Borstenfischpasses oder mit einem Umgehungsgerinne ausgeführt werden kann. Beide Varianten erfüllen zwar die gewässerökologischen Anforderungen an eine FAH, jedoch schneidet der Borstenfischpass bezüglich Auffindbarkeit besser ab als das Umgehungsgerinne, dessen Einstieg 270m vom Aufstiegshindernis am alten Unterwasserkanal angeordnet wäre. Zudem müssten für das Umgehungsgerinne (i) der alte Unterwasserkanal umgestaltet und (ii) neue Kanäle um die historische Wespimühle herum gebaut werden, was wahrscheinlich zu Widerstand von Anwohnern und vom Denkmalschutz führen würde. Es wird deshalb ein Borstenfischpass gewählt, der in die neue, linksufrige Wasserkraftanlage integriert wird.

Als Zielfischarten der neuen FAH werden die gleichen Fischarten wie am Wehr der Hard AG gewählt, welche die neueste FAH zwischen Freienstein und Wespimühle ist. Diese Zielfischarten sind:

1. Bachforelle
2. Elritze
3. Groppe
4. Gründling
5. Schmerle



6. Stichling

Zumindest drei dieser Arten sind typische Vertreter der Forellenregion (Bachforelle, Groppe und Elritze). Zu den Zielfischarten gehören aber auch die Kleinfischarten Groppe (4cm lang), Stichling (5cm) und Elritze (8cm), die eher geringe Schwimmleistungen aufweisen und damit eine lange FAH mit hohen Fliessgeschwindigkeiten nicht überwinden können.

Die technischen Daten des gewählten Borstenpasses sind:

- | | |
|-------------------------|--|
| • Oberwasserspiegel | 415.95m ü.M. |
| • Unterwasserspiegel | 409.95m ü.M. (bei Niederwasser) |
| • Höhenunterschied | 6.00m (bei Niederwasser) |
| • Längsgefälle | 10% |
| • Totale Länge | 60m (ohne Flachstrecken in Krümmungen) |
| • Abfluss | 150 l/s |
| • Gerinnebreite | 1.0m |
| • Wassertiefe im Mittel | 0.30m |

Der Einsatz einer Reuse ist am oberen Ende des Fischpasses möglich, sofern ein Nachweis der Funktionstüchtigkeit verlangt wird.

Eine **Fischabstiegsanlage** ist im vorliegenden Projekt nicht vorgesehen; dies wurde in der Stellungnahme der Jagd- und Fischereiverwaltung zur Variantenstudie Fischaufstiegshilfe (siehe Ref. [6]) auch nicht verlangt. Das ungehinderte Einschwimmen der Fische in die Einlauftrompete und die nachfolgende Turbine wird mit einem Stabrechen mit 30mm Stababstand verhindert. Für die meisten Zielfischarten ist der Rechen nicht nur eine physikalische sondern auch eine Verhaltensbarriere, die die gesunden Fische nicht ohne weiteres durchschwimmen, auch wenn sie es von ihrer Körpergrösse her könnten.

Der Fischabstieg geschieht im Normalfall über das Wehr bei Überwasser vor oder nach einem Hochwasserereignis, in welchem die Fische einen Habitatswechsel vornehmen. Da am bestehenden Wehr an der Wespimühle kein Prallboden oder andere Einbauten bestehen, fallen die Fische mit dem Wasserstrahl direkt in den tiefen Kolk und erleiden keinerlei Verletzungen.

8.5 Natur- und Landschaftsschutz

Das Landschaftsbild wird durch die neue Anlage nicht beeinträchtigt, da am bestehenden Wehr (mit Ausnahme des schmalen Spülschützes linksufrig) nichts verändert wird und das Maschinenhaus in die Böschung zum Herrenholzweg hineingebaut wird.

Einzig die Tatsache, dass mit dem Höherausbau des neuen Kraftwerks im Vergleich zum heutigen Zustand mit der kleinen Wasserkraftanlage häufiger kein Wasser über das Wehr stürzt, kann zu Beanstandungen führen. Während das verminderte Rauschen des Flusses für einige Bewohner der neuen Überbauung entlang der Schlosstalstrasse vorteilhaft sein kann, wird es für andere Anwohner möglicherweise als Verlust aufgefasst werden, da damit andere Lärmquellen (Verkehr von Schlosstalstrasse und Autobahn) vermehrt hörbar werden.

8.6 Lärm

Dem Lärmschutz muss am Standort Wespimühle höchste Priorität beigemessen werden, da die attraktive Wohnlage in der Umgebung der Wespimühle keine Maschinen Geräusche duldet. Die Distanz zwischen dem Kraftwerk und den nächstgelegenen Häusern beträgt mit der neuen linksufrigen Anordnung gut 80m. Bei einer Hauptlärm-



quelle Generator (ca. 88dB) und mit der vorgesehenen Massivkonstruktion des Maschinenhauses (inkl. Betondeckel der Montageöffnung) lässt sich der Planungswert von 45dB in der Nacht jedoch gut einhalten. Mehr Beachtung muss der Zu- und Abluft zum Maschinenhaus geschenkt werden. Es ist vorgesehen, diese vom Unterwasser her und bergseitig einzuführen, um die gute Lärmdämmung des Kraftwerkgebäudes nicht über diese Öffnungen wieder zunichte zu machen.

Der Rechenreiniger wird mit einer eingetauchten Spülrinne ausgerüstet (siehe Längsschnitt A-A, Plan Nr. 7007.02.103), so dass keine Kratzgeräusche von einem auf der Beton- oder Metallschürze fahrenden Rechenbalken entstehen werden.

8.7 Ökologische Ausgleichs- und Ersatzmassnahmen

Die geforderte Fischeufstiegshilfe kann gemäss AWEL als ökologische Ausgleichs- oder Ersatzmassnahme angerechnet werden, da es sich beim Absturz der Töss an der Wespimühle um ein natürliches und nicht ein kraftwerksbedingtes Aufstiegshindernis handelt.

Im Weiteren werden die alten Gebäude (Assek.-Nr. 606), Turbinen und Kanäle einer früheren Nutzung (siehe Bild 9) im Rahmen der vorliegenden Neuanlage entfernt.



Abbildung 9: Abzubrechendes Maschinenhaus mit Francis-Turbine und zugehörigem Unterwasserkanal, die vom früheren Wasserrechtsinhaber nicht rückgebaut wurden.

Die z.T. hart verbauten Ufer der Töss im Bereich der bestehenden und zukünftigen Wasserkraftnutzung können im Allgemeinen nicht entfernt werden, da sie Gebäude und Verkehrswege (u.a., SBB-Linie Winterthur – Embrach) schützen. Einzig entlang des alten Unterwasserkanals rechtsufrig könnte eine Tössrenaturierung realisiert werden, sofern die Wasserrückgabe der alten Turbine direkt an der Mühle vollzogen würde. Von den Höhenverhältnissen her ist dies heute problemlos möglich, da sich die Töss im Laufe der Jahrzehnte abgesenkt und den bestehenden, 170m langen Unterwasserkanal eigentlich überflüssig gemacht hat. Dieser Idee des AWEL, Abt. Wasserbau, den UW-Kanal aufzuheben, stehen vor allem denkmalschützerische Aspekte entgegen, da damit das historische Ensemble der alten Wasserkraftanlage unwiederbringlich verändert würde. Welchem Aspekt schliesslich Vorrang zu geben ist – der Renaturierung der Töss oder dem umfassenden Erhalt der historischen Anlage - müssen die Amtsstellen entscheiden.



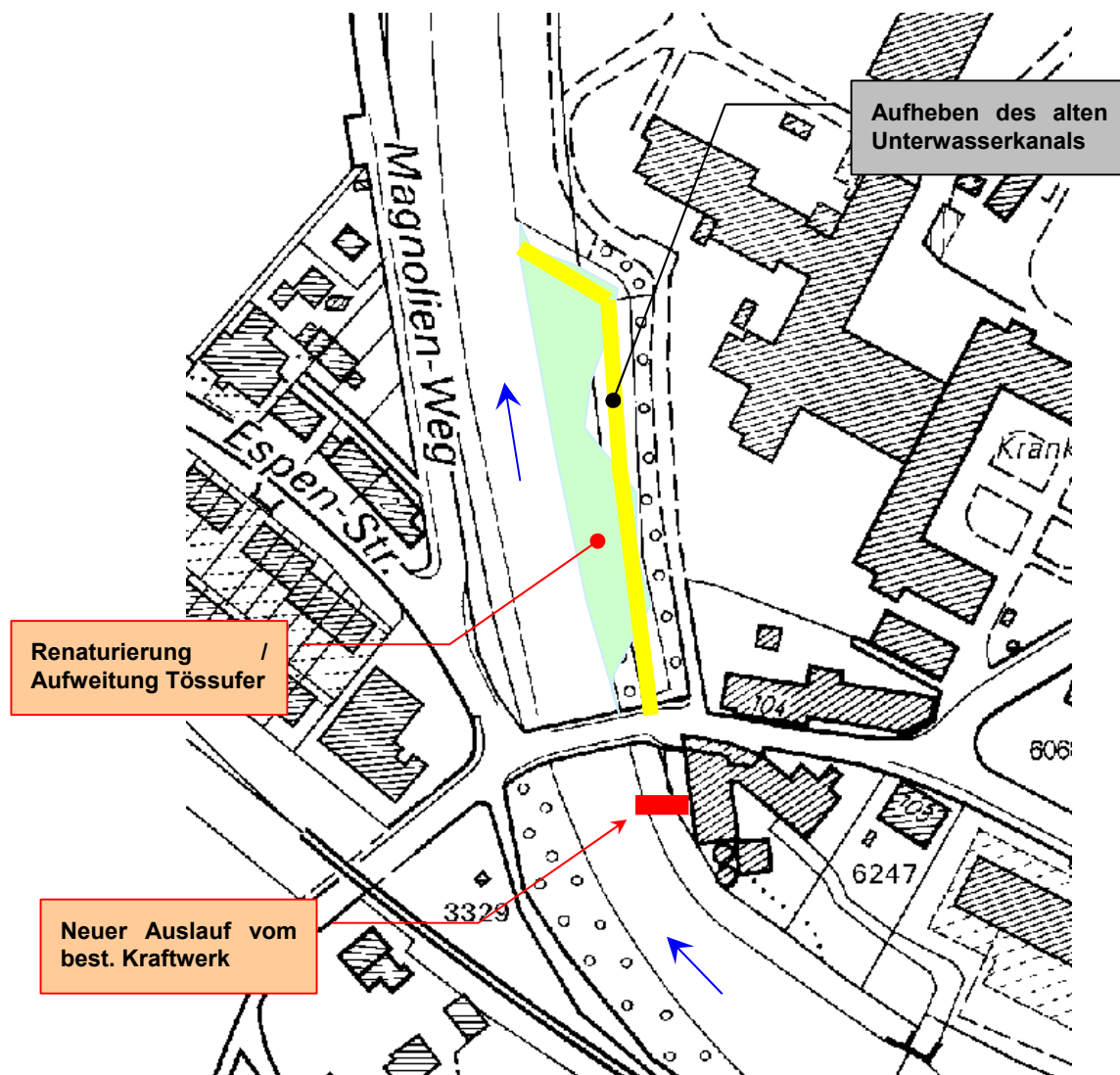


Abbildung 10: Vorschlag für die Renaturierung der Töss entlang des aufzuhebenden Unterwasserkanals.

Weitere Ersatzmassnahmen sind nicht vorgesehen, da mit der vorgesehenen Nutzung des Tössabsturzes an der Wespimühle keine Naturwerte eingeschränkt oder geopfert werden. Im Gegenteil: mit dem Neubau des Flusskraftwerks anstelle des bestehenden Ausleitkraftwerks mit Restwasserstrecke kann eine gewässerökologische Verbesserung erreicht werden.

9 DENKMALSCHUTZ

Die Wespimühle mit der alten Wasserkraftanlage soll als ein bedeutendes industriegeschichtliches Ensemble und als Schutzobjekt von überkommener Bedeutung erhalten bleiben. Im Beschlussfassungsprotokoll der Sitzung vom 11. März 2009 bei der kantonalen Denkmalpflege in Dübendorf und der Teilnahme von allen Beteiligten (Besitzer, Projektinitiant, AWEL, Verein Pro-Wespimühle) wurde folgendes vereinbart:

1. Die alte Turbine der Wespimühle soll an 1 Tag pro Woche regelmässig für den Mühlenantrieb genutzt werden. In der restlichen Zeit, soll sie nicht vorrangig laufen (siehe dazu Kap. 10). Die alte Maschine würde - sollte es zu Stillstandschäden kommen - durch die Besitzer repariert.



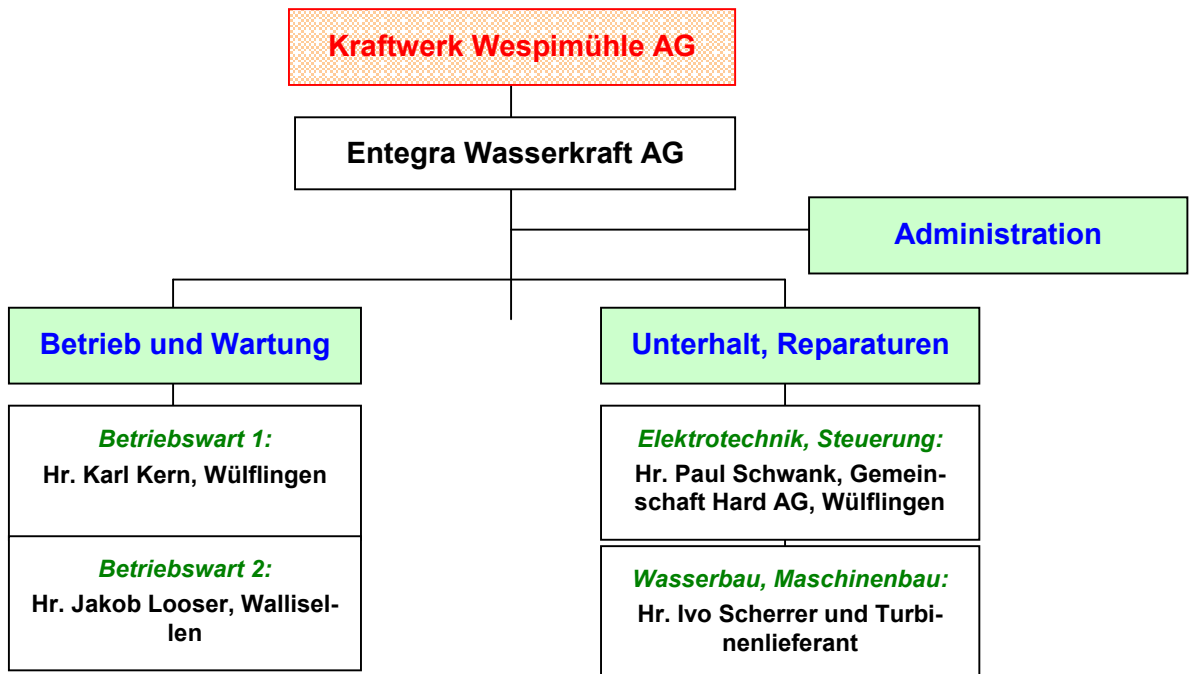
2. a) Um die Wespimühle auf eine wirtschaftlich tragbare Basis zu stellen, ist eine teilweise Umnutzung der hinteren Gebäude der Wespimühle vorgesehen. Die Planung dieser Umnutzung soll parallel zur Planung der neuen Wasserkraftnutzung erfolgen. Das vorliegende Konzessionsprojekt kann unabhängig vom betrieblichen Nutzungskonzept und der Ausarbeitung eines Gesamtkonzeptes vorangetrieben werden.
b) Die Genehmigung des Konzessionsgesuchs steht allerdings unter Vorbehalt des Vorliegens eines baulich und ökonomisch realisierbaren Gesamtnutzungskonzeptes für die Mühle und ihre Nebengebäude. (d.h., dass auch die zur Umsetzung des Nutzungskonzeptes erforderlichen Um- und Einbauten bewilligungsfähig sein müssen).
c) Eigentümerschaft, Verein Pro-Wespimühle und die kantonale Denkmalpflege befürworten, gemeinsam an der Entwicklung des Gesamtnutzungskonzeptes mitzuarbeiten.
3. Das AWEL erwartet einen Entwurf für die Wasseraufteilung alte/neue Anlage und ein Betriebsregime und Unterhaltskonzept der alten Anlage im Rahmen des Konzessionsprojekts (siehe nächstes Kapitel).



10 BETRIEBS- UND UNTERHALTSKONZEPT

10.1 Organisation

Die neue und die alte Anlage sollen aus Gründen der Kosteneffizienz aber auch zur Vermeidung von Konflikten um die Wasseraufteilung einen gemeinsamen Betreiber erhalten. Der Betrieb und Unterhalt soll im Auftrag der Kraftwerk Wespimühle AG an einen externen Betreiber vergeben werden. Voraussichtlich wird die Entegra Wasserkraft AG diesen Auftrag ausführen können. Die vorgesehene Organisation ist in nachfolgender Graphik dargestellt.



Es werden in erster Linie Mitarbeiter eingesetzt, die die bestehende Anlage der Wespimühle bereits kennen und seit Jahrzehnten betreut haben (Herren Kern und Schwank). Die übrigen Mitarbeiter der vorgeschlagenen Organisation sind bereits seit Jahren für den Betrieb und den Unterhalt von Kraftwerken der Entegra verantwortlich und bringen die nötige Erfahrung mit, sowohl die alte wie auch die neue Anlage trotz sehr unterschiedlicher Technologie-Stufe verantwortungsbewusst zu betreuen.

Die Administration mit Rechnungslegung und Jahresabschlüssen sowie der Vermarktung der Energie, der Einsatzplanung und der Entlohnung des Betriebspersonals und die Organisation von geplanten und ungeplanten Reparaturen und Revisionen beider Anlagen geschieht ebenfalls durch die externe Betriebsorganisation.

10.2 Wasseraufteilung

Wie mit der Denkmalpflege des Kantons Zürich vereinbart, soll die bestehende Wespimühle wie bisher einmal wöchentlich einen Mahhtag durchführen können und zwar mit Wasserkraftantrieb, sofern das Wasserdargebot der Töss dies erlaubt. Während dieser Betriebsdauer der alten Turbine wird die neue Anlage nur noch das Überwasser turbinieren, sofern in genügender Menge vorhanden.

Darüber hinaus soll bei Abflüssen der Töss unter der minimalen Betriebswassermenge der neuen Turbine (ca. $1.3\text{m}^3/\text{s}$) die alte Anlage wie heute betrieben werden. Dies wird



an ca. 40 Tagen im Jahr der Fall sein (siehe Bild 11). Dabei ist jedoch am Wehr eine Restwassermenge von 470 l/s zu dotieren, damit die Flussstrecke vom Wehr bis zur Wasserrückgabe der alten Turbine nicht trocken fällt.

Auch bei genügend Überwasser am Wehr (ca. 60 Tagen im Jahr) kann die alte Turbine in Betrieb genommen werden.

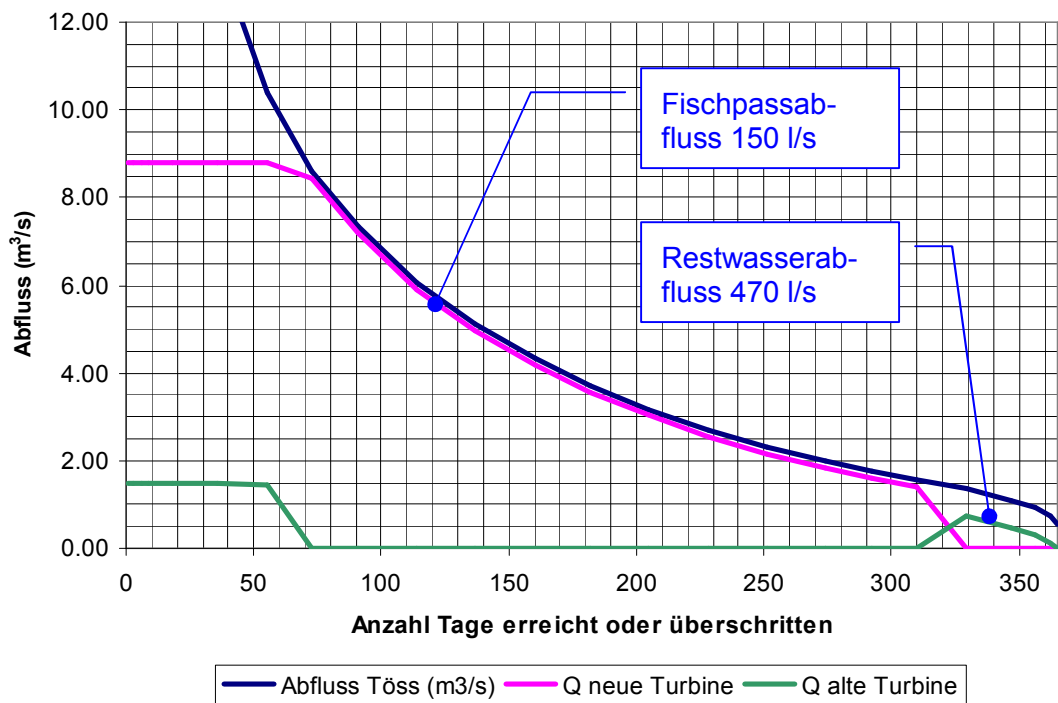


Abbildung 11: Wasseraufteilung zwischen neuer und alter Turbine

10.3 Betrieb und Wartung

Beide Kraftwerksanlagen der Wespimühle werden für einen vollautomatischen Betrieb ausgerüstet. Eine permanente Anwesenheit eines Betriebswirts ist nicht notwendig. Die Regulierung des Stauziels am Wehr, die Rechenreinigung, die Turbinendurchflussregelung und die Aufschaltung der Anlage ans Netz (z.B. nach Stromausfall / Gewitter) geschehen im Regelfall ohne Eingriff von aussen. Der Betriebszustand der neuen Anlage kann dank einer Webcam am Wehr / Rechenanlage und eines modernen Leitsystems mit Modemanbindung, jederzeit vom Büro aus überprüft werden. Dadurch kann die Wasseraufteilung zwischen alter und neuer Anlage besser verfolgt und optimiert werden:

1. Am Mahltag einmal wöchentlich hat die alte Turbine Vorrang. Sie entzieht der Töss soviel Wasser, wie sie für den Mühlenbetrieb benötigt. Allfälliges Überwasser kann von der neuen Turbine genutzt werden, sofern es über deren minimalen Betriebswassermenge von ca. $1.3\text{m}^3/\text{s}$ liegt.
2. In der übrigen Zeit hat die neue Turbine Vorrang; die alte wird nur in Betrieb genommen, wenn Überwasser herrscht (Tössabfluss grösser als Ausbauwassermenge und Fischpassabfluss, d.h., $8.8 + 0.15 = 8.95\text{m}^3/\text{s}$) und wenn keine Einschränkungen aus der Umnutzung der Wespimühle bestehen (Lärmimmissionen).



Trotz des automatischen resp. ferngesteuerten Betriebs muss hin und wieder mit Unterbrüchen und Störungen gerechnet werden, die den Eingriff eines Betriebswartes vor Ort erfordern. Dieser wird über einen Alarm (SMS auf Mobiltelefon) aufgeboden.

10.4 Unterhalt, Reparaturen

Die alte Anlage ist unterhaltsintensiv: die hydrodynamischen Lager müssen ständig mit Öl versorgt werden, andere Lager und drehende Anlageteile müssen regelmässig geschmiert werden und zwar nur soviel wie nötig, damit keine grösseren Mengen an überschüssigem Öl und Fett ins Triebwasser und in die Töss gelangen. Die Holzkammräder müssen zur Schmierung und Kühlung mit Wasser versorgt werden. Verstopft die Wasserzufuhr, überhitzen die Holzzähne und Schäden entstehen. Der Ersatz dieser Zähne ist aufwändig.

Unterhalts- und Reparaturarbeiten sowohl an der alten wie an der neuen Anlage, wenn sie die Kapazität und Qualifikation des Betriebswartes übersteigen, werden von Mitarbeitern des Betreibers oder einem externen Fachmann ausgeführt werden. Bei grösseren Revisionen der Anlagen werden die Lieferanten beauftragt.

10.5 Uferunterhalt

Als Konzessionsstrecke wird voraussichtlich ein Bereich von ca. 250 m vom bestehenden Wehr flussaufwärts und 300 m flussabwärts ausgeschieden. Der Uferunterhalt innerhalb der Konzessionsstrecke wird im Auftragsverhältnis durch geübte Forstleute resp. einen Bauunternehmer aus der Umgebung ausgeführt werden. Die Arbeiten umfassen:

- Periodisches Zurückschneiden der Uferbestockung, um das Fliessgerinne bei Hochwasser nicht einzuengen. Solange das Ufergehölz jung ist, legt es sich bei Hochwasser um und gibt das Abflussprofil frei. Ältere Bäume hingegen müssen entfernt werden, da sie bei Hochwasser einen Widerstand erzeugen, dadurch entwurzelt werden und Erosionsschäden verursachen.
- Nach grösseren Hochwässern sind solche Erosionsherde – sofern sie für die Kraftwerksanlage selber oder andere Infrastrukturbauten eine Gefahr darstellen – wieder zu schliessen. Kleinere Uferanrisse werden im Sinne einer natürlichen Wechselwirkung zwischen der Töss und den Uferböschungen zugelassen.

11 WIRTSCHAFTLICHKEITSANALYSE

11.1 Kostenschätzung

Die Gesamtkosten der neuen Wasserkraftanlage werden wie folgt geschätzt (in CHF):



Zusammenstellung		<i>aufgerundet</i>
A Bauarbeiten	1'610'000	
1 Installationen, Baustellenzufahrt u. -sicherung		270'000
2 Baugrubenumschliessung und Wasserhaltung		183'000
3 Erdarbeiten und Hangsicherungen gegen SBB		360'000
4 Fassung und Krafthaus		610'000
5 Fischaufstiegshilfe inkl. ökologische Ausgleichsmassnahmen		160'000
6 Erneuerung best. Kraftwerk		27'000
B Stahlwasserbau		
7 Schütze, Rechen, Revisionsverschlüsse	220'000	220'000
C Elektromechanische Ausrüstung	968'000	
8 Maschinensatz		800'000
9 Steuerung, Regelung, Schaltanlage		110'000
10 Transformation, Netzanschluss		58'000
D Allgemeine Kosten	1'127'000	
11 Abgeltung (best. Wehranlage, altes Kraftwerk, Landwerwerb, best. Konzession)		350'000
12 Planung, Bewilligungsverfahren, Projektierung, Bauleitung, Vermessung		467'000
13 Unvorhergesehenes		310'000
Total gerundet [CHF]		3'930'000

Es wird erwartet, dass gemäss Abmachung mit dem AWEL noch ein Beitrag von der öffentlichen Hand an die Fischaufstiegshilfe von ca. CHF 40'000.- geleistet wird. Die spezifischen Investitionskosten betragen rund CHF 9750.- / kW. Im Vergleich zu anderen Niederdruckanlagen, die in der Schweiz in den letzten Jahren neu gebaut worden sind, liegt das projektierte Kraftwerk Wespimühle im Mittelfeld der gemeldeten Bandbreite von CHF 5000 bis 12'000 / kW.

11.2 Betriebs- und Unterhaltskosten

Die Betriebs- und Unterhaltskosten wurden aufgrund einer statistischen Auswertung von Kleinwasserkraftanlagen in der Schweiz und eigenen detaillierten Aufwandschätzungen wie folgt angenommen (Details siehe Beilage 1):

- jährliche Betriebskosten für die beiden Anlagen: ca. 11'000.-
 - Unterhalt der 400kW-Anlage für Dauerbetrieb: ca. 24'500.-
 - Unterhalt der alten 40kW-Anlage für intermittierenden Betrieb ca. 9000.-
 - Versicherungen, Administration, Buchhaltung (beide KWs) ca. 14'000.-
- Total pro Jahr CHF 58'500.-**

Die eingesetzten Kosten für den Unterhalt (Schmierstoffe, Ersatzteile, externe Reparaturaufträge; ohne Betriebswart) der alten Anlage sind hoch, wenn man berücksichtigt, dass diese praktisch keine Einnahmen generiert, sondern vor allem die Interessen des Denkmalschutzes bedient.

11.3 Parameter der Wirtschaftlichkeitsanalyse

Die folgenden Parameter werden zur Berechnung der Stromgestehungskosten gewählt:

□ Kalkulatorischer Zinssatz

i = 5%



□ Kalkulatorische Nutzungsdauer n = 25 Jahre

Die kalkulatorische Nutzungsdauer wird hier nicht wie üblich mit der effektiven Nutzungsdauer der verschiedenen Anlagekomponenten berechnet, die bei Bauwerken wie Wasserfassung und Maschinenhaus 50 Jahre und mehr beträgt. Die Nutzungsdauer von 25 Jahren ergibt sich aus den neuen Energie- und Stromversorgungsgesetzen und den in den entsprechenden Verordnungen definierten Berechnung der Einspeisevergütung. Die berechneten Stromgestehungskosten stellen damit die Vergleichsgrundlage zu der kostendeckenden Einspeisevergütung kEV her.

11.4 Ertrag

Das Projekt wurde bereits der Swissgrid angemeldet, um in den Genuss der kostendeckenden Einspeisevergütung kEV zu gelangen. Diese wird für die Ausbauleistung von 400kW bei einer Jahresenergie von 1.5 GWh auf ca. Rp. 22/kWh (ohne MWSt.) geschätzt.

Es ergeben sich damit jährliche Einnahmen aus dem Stromverkauf von rund CHF 334'500.--. Der Nettoertrag (nach Abzug der Betriebs- und Unterhaltskosten) liegt im Bereich von CHF 276'000.--.

11.5 Rendite und Investitionsrisiken

Mit einer angenommenen Nutzungsdauer von 25 Jahren (Laufzeit kEV), einer Gesamtinvestition rund 3.9 Mio. und einem Nettoertrag von CHF 276'000.-- pro Jahr kann eine Rendite von 5% ausgewiesen werden. Das Projekt erfüllt damit knapp die Renditevorgaben der Kraftwerk Wespimühle AG und dessen Investoren und kann umgesetzt werden, sofern die Bewilligungen erteilt werden. Wird die Wirtschaftlichkeit des Vorhabens auf der Basis von Gestehungskosten geprüft, ergeben sich Stromgestehungskosten gemäss Beilage 1 von rund Rp. 22 / kWh. Diese relativ hohen Gestehungskosten ergeben sich aus:

- der Auflage der Denkmalpflege, die alte Anlage regelmässig zu betreiben und zu unterhalten, obwohl sie praktisch keine Einnahmen generiert;
- den zusätzlichen Aufwendungen für die ökologischen Ausgleichsmassnahmen
- der Abschreibungsdauer von 25 Jahren.

Ohne diese verteuernenden Auflagen und mit einer Abschreibungsdauer von 40 Jahren wären Gestehungskosten von unter Rp. 17/kWh möglich, also im Bereich des zukünftigen Marktpreises für grünen Strom.

Das zeigt, dass das Projekt auch nach Ablauf der Förderung durch die kEV gewinnbringend betrieben werden kann und das Investitionsrisiko damit überblickbar bleibt.

St. Gallen, August 2009

entegraag
wasserkraft

