



KLEINWASSERKRAFTWERK BALLY- SCHWELLE, ALTE AARE, NIEDERGÖSGEN VORPROJEKT

Technischer Bericht

Ausgearbeitet durch

Peter Eichenberger, Colenco Power Engineering AG

Täferstrasse 26, 5405 Baden-Dättwil, peter.eichenberger@colenco.ch, www.colenco.ch



Impressum

Datum: 23. Juli 2007

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: 102056

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



Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung	4
Ausgangslage	5
Vorhandene Anlagen	5
Rechtliche Situation, Wasserrecht und Grundbesitz, Trägerschaft	6
Wasserdargebot	6
Wasserkraftpotential und untersuchte Varianten	8
Ausbauwassermenge	8
Vorhandene Gefälle	9
Beschrieb der projektierten Anlage	10
Übersicht	10
Wehranlage und Wasserfassung	11
Maschinenhaus und elektro-mechanische Ausrüstung	13
Energieableitung	13
Betriebsart und Jahresproduktion	13
Umweltaspekte	14
Gewässerökosystem im Stauraum	14
Fischaufstieg und –abstieg	18
Geschwemmsel und Geschiebe	18
Lärmimmissionen	18
Natur- und Landschaftsschutz	18
Weitere Nutzung des Gewässers	19
Freizeit und Erholung	19
Teichbewirtschaftung im Bally-Park	20
Kostenschätzung und Wirtschaftlichkeitsrechnung	21
Investitionskosten	21
Betriebs- und Unterhaltskosten	22
Gestehungskosten	22
Marktchancen	22
Schlussfolgerungen und Empfehlungen	23
Verzeichnis der benutzten Unterlagen, Literaturverzeichnis	23

Beilagen:

Beilage 1: Kostenschätzung

Beilage 2: Berechnung der Gestehungskosten

Planbeilagen:

76.3969.00.200 Übersichtsplan 1 : 10'000

76.3969.00.201 Situation 1 : 500



76.3969.00.202	Hydraulisches Längenprofil 1 : 10'000 / 1000
76.3969.00.203	Längsschnitt Maschinenhaus 1 : 200
76.3969.00.204	Schnitte Wehr 1 : 100
76.3969.00.205	Querprofile Stauraum 1 : 500

Zusammenfassung

Das vorliegende Vorprojekt zeigt, dass der Neubau eines Kraftwerks an der Bally-Schwelle in der Alten Aare in Niedergösgen technisch machbar und wirtschaftlich attraktiv ist. Die im Rahmen dieses Vorprojekts ausgearbeitete Anlage zeichnet sich durch die folgenden Merkmale aus:

- Elektrische Nennleistung 350kW
- Bruttofallhöhe 2.90m
- Nettofallhöhe 2.70m
- Ausbauwassermenge 15.0m³/s
- Jährliche Produktionserwartung 1.9 GWh
- Gestehungskosten ca. 19 Rp./kWh

Die kritischen Punkte dieses Projekts sind die vielfältigen Bezüge dieses Vorhabens zu (i) Wasserbau und Hochwasserschutz, (ii) den Auswirkungen des vorgesehen Aufstaus auf die Gewässerökologie und (iii) den Freizeit-, Erholungs- und Sportaktivitäten am Gewässer.

Es wird empfohlen, das Projekt näher an die Realisierung zu führen, indem die verschiedenen Randbedingungen und Annahmen mit den kantonalen Behörden und den Gemeinden Niedergösgen und Gretzenbach überprüft und die Akzeptanz des Projekts erstellt wird, bevor weitere Planungsschritte vorgenommen werden.



Ausgangslage

Die Restwasserstrecke des Wasserkraftwerks Gösgen in der Aare vom Wehr Winznau unterhalb Olten bis zur Mündung des Kraftwerkskanals in Niedergösgen besitzt eine ungenügende Abflusskapazität für grössere Hochwasserereignisse. Der Kanton Solothurn plant verschiedene Massnahmen, um die Situation zu verbessern.

Eine wichtige Massnahme in diesem Hochwasserschutzkonzept ist das Tieferlegen der sogenannten Bally-Schwelle in Niedergösgen und Gretzenbach. Diese Schwelle war ursprünglich Teil der alten Wasserrechte der Firma Bally in Schönenwerd. Bei Inbetriebnahme des Wasserkraftwerks Gösgen im Jahre 1917 wurde die Wasserkraftnutzung in der Aare durch die Firma Bally aufgegeben. Die Bally-Schwelle ging in den Besitz der ATEL über. Heute sind von den ursprünglichen Wasserkraftanlagen der C.F. Bally AG nur noch die Oberwasserkanäle im Bally-Park vorhanden. Die Schwelle darf im Zuge der Hochwasserschutzmassnahmen nicht vollständig entfernt, sondern nur tiefer gelegt werden, da sonst Sohlenerosionen in der Alten Aare zu erwarten wären.

Im Zuge der Wiederherstellung der Schwelle (auf einem tieferen Niveau) liesse sich an diesem Standort eine neue Wasserkraftanlage realisieren, die auch von einer erhöhten Restwasserdotierung (ab November 2007 bis $15\text{m}^3/\text{s}$) in der Alten Aare profitieren könnte.

Die ATEL Hydro AG, Boningen beauftragte deshalb die Colenco Power Engineering AG mit Schreiben vom 22. Dezember 2006, ein Vorprojekt für eine neue Kleinwasserkraftanlage an der Bally-Schwelle auszuarbeiten. Die Unterstützung dieses Projekts durch das Programm Kleinwasserkraftwerke des Bundesamts für Energie (BfE) lag am 5. März 2007 vor, so dass die Studie im April und Mai 2007 ausgearbeitet werden konnte.

Vorhandene Anlagen

Die Bally-Schwelle wurde wahrscheinlich 1880 erstellt (siehe Ref. [1]). Sie besteht aus einer Blockschwelle, die mit einem Pfahlrost und Holzzangen gesichert ist. Im Jahre 1906 oder 1907 wurde die Schwelle mit einer Betonplatte auf den Blöcken ergänzt. Zusätzlich wurde am linken Ufer ein ca. 2m hohes Walzenwehr erstellt, welches eine Breite von 17m aufwies. Die Foundation dieser Anlage ist noch heute vorhanden, jedoch ist das Walzenwehr ausgebaut und das Restwasser der Alten Aare fliesst durch diese linksufrige Wehröffnung (siehe Bild 1).

Die technischen Daten dieser bestehenden Schwelle lassen sich wie folgt zusammenfassen (Nachmessung vom 16. März 2007):

▪ Kote feste Wehrschwelle	372.70m ü.M.
▪ Breite feste Wehrschwelle	65m
▪ Wehrfeld für bewegliche Stauereinrichtung, Breite	17m
▪ Sohlschwelle bewegliches Wehrfeld	371.77m ü. M
▪ Früheres Stauziel	374.00m ü. M. ¹ (gem. Ref. [3])
▪ Heutige Staukote bei einer Restwassermenge von $5\text{m}^3/\text{s}$	372.15m ü.M.

¹ Die alten Pläne geben die Höhenkoten noch nach dem Alten Horizont an. Für die Umrechnung auf den heutigen Vermessungshorizont werden 3.26m in Abzug gebracht.





Abbildung 1:: Bestehende Bally-Schwelle mit Wehrfeld des ehemaligen Walzenwehres im Vordergrund

Über lange Zeit wurde die Schwelle als Fussgänger Verbindung zwischen Niedergösgen und Gretzenbach genutzt. Über die Öffnung des ehemaligen Walzenwehres bestand eine Brücke. Im Herbst 2005 wurde eine neue Hängebrücke oberhalb der Ballyschwelle erstellt, damit die Alte Aare auch bei Hochwasser gefahrlos überquert werden kann. Der Übergang über die Bally-Schwelle wurde in der Folge aufgehoben.

Der Zustand der bestehenden Betonplatte auf der Schwelle entspricht mittlerweile nicht mehr den Anforderungen. Insbesondere am rechten Ufer ist der Beton aufgebrochen und in den Löchern sind die Blöcke und Pfähle des Holzrostes sichtbar. Eine Sanierung ist aus Stabilitätsgründen zumindest mittelfristig erforderlich.

Rechtliche Situation, Wasserrecht und Grundbesitz, Trägerschaft

Es sind an der Bally-Schwelle keine Wasserrechte mehr vorhanden. Für die geplante Kleinwasserkraftanlage muss eine neue Konzession beantragt werden.

Der Projektperimeter liegt mehrheitlich auf den öffentlichen Gewässerparzellen in den Gemeinden Niedergösgen und Gretzenbach. Für den Unterhalt der Schwelle ist die ATEL Hydro AG verantwortlich.

Als Projektträger für die Kleinwasserkraftanlage tritt vorläufig die ATEL Hydro AG, Boningen auf.

Wasserdargebot

Die Dotierung der Restwasserstrecke ab Wehr Winznau sieht zur Zeit eine konstante Wassermenge von $5\text{ m}^3/\text{s}$ vor. Ab November 2007 wird diese Dotierung erhöht und zwar wird die Dotierwassermenge in Anlehnung an die natürlichen Abflussverhältnisse je nach Jahreszeit zwischen $7.5\text{ m}^3/\text{s}$ und $15\text{ m}^3/\text{s}$ variiert. Bild 2 zeigt den Verlauf der neuen Regelung. Die Änderung erfolgt auf Mitte des jeweiligen Monats.



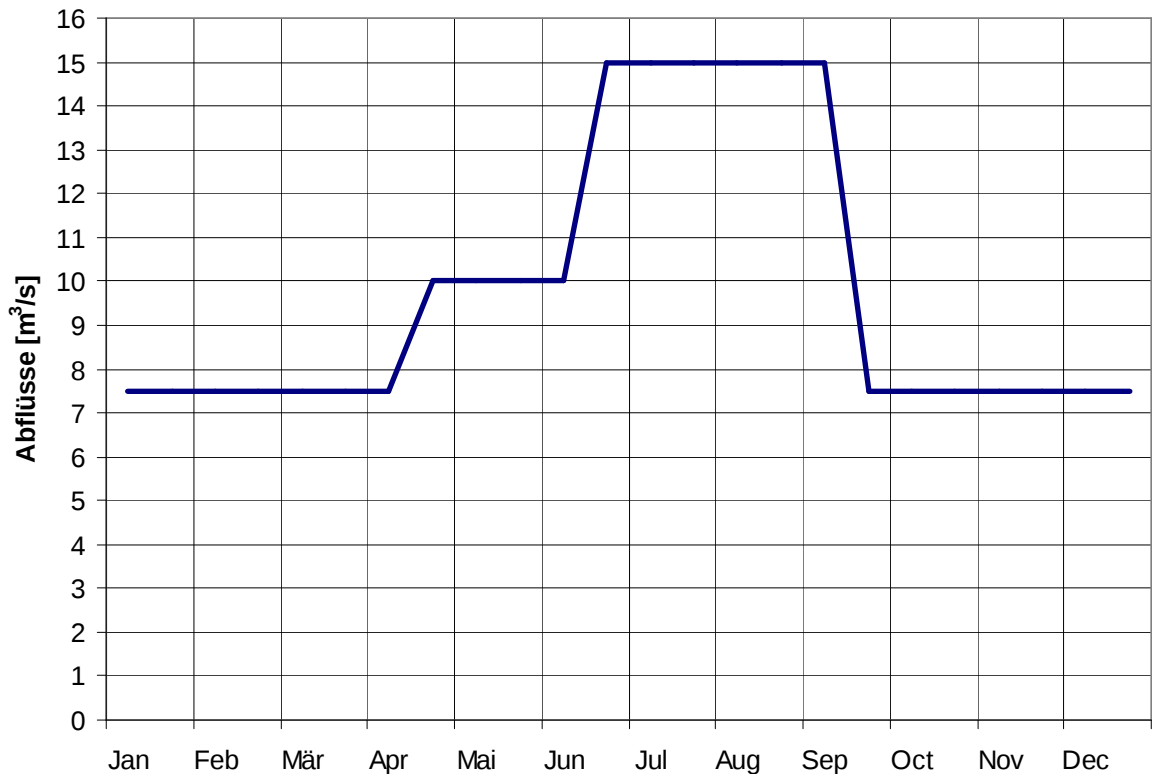


Abbildung 2:: Neue Regelung der Dotierung der Restwasserstrecke Alte Aare ab 1. November 2007

Das Ausleitkraftwerk Gösgen hat eine Ausbauwassermenge von $380\text{m}^3/\text{s}$ gemäss gültiger Konzession. Führt die Aare mehr Wasser, was an ca. 50 bis 60 Tagen pro Jahr der Fall ist, fliesst dieses Überwasser auch durch die Restwasserstrecke der Alten Aare und kann allenfalls von einer Kleinwasserkraftanlage an der Bally-Schwelle genutzt werden.

Um die Dauer der Abflüsse in der Alten Aare inkl. Überwasser zu schätzen, wurde der Pegel der Aare in Murgenthal (LH 2063, $E=10'143\text{km}^2$) verwendet und um den Anteil des Einzugsgebiets bis zum Wehr Winznau erhöht (+7.3%). Für die Modellierung der neuen Restwasserregelung und das Überwasser im Ablauf eines Jahres wurde eine Jahressganglinie gewählt, die möglichst nahe am langjährigen Mittelabfluss der Aare von $287\text{m}^3/\text{s}$ (am Pegel Murgenthal) liegt. Dies ist für das Jahr 2000 der Fall, obwohl die mittleren Abflüsse eher kleiner waren als für das Mittel der Periode 1935 – 2005. Mit diesem Vorgehen liegen die Schätzungen der Jahresenergieproduktion eher auf der sicheren Seite, da die Extrapolation der bis heute gemessenen Abflüsse angesichts der in den kommenden Jahrzehnten erwarteten Klimaveränderung ohnehin mit Vorsicht zu geniessen ist.

Es ist anzunehmen, dass für die Längsvernetzung der Alten Aare an der Bally-Schwelle eine Fischaufstiegshilfe gefordert wird. Der Abfluss durch eine geeignete Aufstiegshilfe von Typ Borsten- oder Schlitzpass wird ca. 300 l/s betragen. Dieser permanente Abfluss muss vom Wasserdargebot eines möglichen Kleinkraftwerks an der Bally-Schwelle in Abzug gebracht werden.

Die resultierende Dauerabflusskurve für die Alte Aare ist in Bild 3 dargestellt.



Dauer der Abflüsse für Turbine Bally-Schwelle (Grundlagejahr 2000)

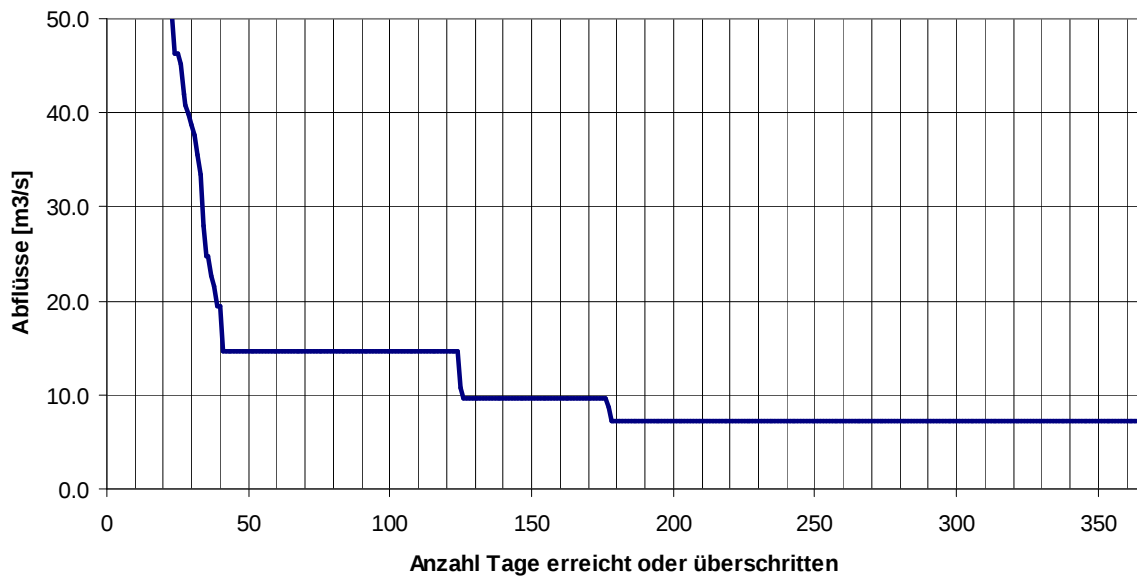


Abbildung 3.: Dauerabflusskurve mit neuem Restwasserregime nach Abzug von 380m³/s für das Kraftwerk Gösgen und 300 l/s für eine Fischaufstiegshilfe an der Bally-Schwelle (auf der Grundlage der Abflüsse für das Jahr 2000).

Wasserkraftpotential und untersuchte Varianten

Ausbauwassermenge

Erfahrungen aus anderen Kleinwasserkraftwerksprojekten in der Schweiz zeigen, dass eine Ausbauwassermenge, die an 60 bis 80 Tagen in einem durchschnittlichen hydrologischen Jahr zur Verfügung steht, zu einer optimalen Ausnutzung des Wasserdargebots bei Niederdruckanlagen führt. Im vorliegenden Fall läge die optimale Ausbauwassermenge bei 15m³/s. Mit dem neuen Restwasserregime fallen jedoch die Abflüsse nie unter 7.5m³/s (entspricht 50% des Nenndurchflusses). Da an der Bally-Schwelle relativ viel Platz zur Verfügung steht, könnte der Einbau einer grösseren Maschine, die mehr als 15m³/s schluckt, sinnvoll sein.

Eine Variantenstudie für die drei Ausbauwassermengen 15m³/s, 20m³/s und 25m³/s wurde durchgeführt. Die Resultate können der folgenden Tabelle entnommen werden:

Tabelle 1: Verschiedene Ausbauwassermengen im Vergleich

	Ausbauwassermenge	Jahresenergie	Kosten elektro-mechanische Ausrüstung
Variante 1 (Grundvariante)	15m ³ /s	1'909'000kWh (=100%)	CHF 850'000.- (100%)
Variante 2	20m ³ /s	2'005'000kWh (=105%)	CHF 1'100'000.- (129%)
Variante 3	25m ³ /s	2'107'000kWh (=110%)	CHF 1'365'000.- (161%)

Für eine um 5% oder 10% erhöhte Jahresproduktion müssen 29% respektive 61% höhere Investitionskosten bei der elektro-mechanischen Ausrüstung in Kauf genommen werden. Die zusätzliche Energie, die zum Beispiel mit Variante 2 gegenüber der Grundvariante generiert werden kann, weist Gestehungskosten von über Rp. 23/kWh auf (bei einer Amortisationszeit von 20 Jahren, einem Zinssatz von 4.5% unter Berücksichtigung von jährlichen Betriebs- und Unterhaltskosten von 1.5% der Maschineninvestition) und ist daher nicht attraktiv. Dabei sind die zusätzlichen baulichen Aufwendun-



gen für grössere Zu- und Ausläufe, tiefere und längere Gründung für das Saugrohr sowie ein leicht grösseres Maschinenhaus noch nicht berücksichtigt.

Der Grund für das schlechte Abschneiden einer grösseren Ausbauwassermenge liegt im übermässigen Ansteigen des Unterwasserspiegels bei hohen Aareabflüssen, was die Fallhöhe an der Turbine stark reduziert und zu einer mageren Energieausbeute führt (siehe auch nächster Abschnitt).

Es wird deshalb mit einer Ausbauwassermenge von $15\text{m}^3/\text{s}$ gerechnet, die der zukünftigen maximalen Restwasserdotierung in der Alten Aare entspricht.

Vorhandene Gefälle

Das Stauziel der früheren Wasserkraftanlage der C.F. Bally lag bei 374.00m ü. M. Bei Hochwasser konnten das Walzenwehr und die Staubretter auf der festen Wehrschwelle angehoben werden und die Durchflusskapazität entsprach danach derjenigen, der heutigen Situation an der Bally-Schwelle. Damit kann ein Hochwasserereignis von max. $420\text{m}^3/\text{s}$ ohne Ausuferungen abgeführt werden (KW Gösgen mit $380\text{m}^3/\text{s}$ in Betrieb; siehe Ref. [6]). Der Wasserspiegel oberhalb der Bally-Schwelle liegt dabei auf Kote 374.50m ü.M.

Es scheint deshalb aus heutiger Sicht machbar, das Stauziel der neuen Wasserkraftanlage an der Bally-Schwelle auf diese gefahrlose Hochwasserkote von 374.50m ü. M. zu legen. Gegenüber der ursprünglichen Anlage der C.F. Bally entspricht dies einem Höherstau von 50cm^2 . Der Rückstau auf die zwei im Stauraum von rechts einmündenden Bäche bei QP 41 und QP 38 (Nummerierung gemäss Ref. [7]) führt zu keinen nachteiligen Auswirkungen; desgleichen der Rückstau auf die bestehenden zwei Regenauslässe rechtsufrig zwischen QP 40 und QP 38.

Der Unterwasserspiegel an der Bally-Schwelle wird durch die Stauhaltung des Kraftwerks Aarau Stadt bestimmt. Es kann keine frei fliessende Strecke angenommen werden. Die ATEL betreibt einen Pegel („Brander“) kurz nach dem Zusammenfluss der Aare mit dem Kraftwerkskanal. Ausgehend von diesem Pegel Brander können die Unterwasserspiegel für die massgebenden Abflüsse an der Bally-Schwelle berechnet werden (siehe Bild 4).

Unterwasserspiegel KW Bally-Schwelle

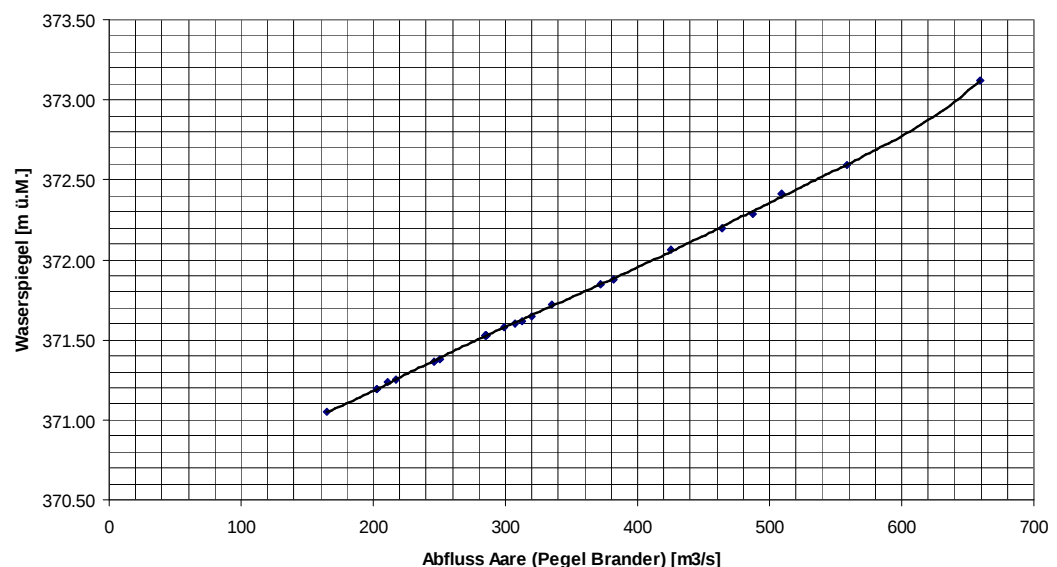


Abbildung 4.: Variation des Unterwasserspiegels bei verschiedenen Aareabflüssen (gemessen am Pegel Brander). KW Gösgen ist mit dem jeweils maximal möglichen Durchfluss in Betrieb unter Berücksichtigung der neuen Restwasserregelung.

² Für den Hochwasserfall hat dieser Höherstau keine Auswirkungen, da der Aufstau ohnehin mit beweglichen Wehrverschlüssen ab einer um 60cm abgesenkten Schwelle erzielt wird.



Mit diesen Ober- und Unterwasserspiegeln ergibt sich ein max. Bruttogefälle an der Bally-Schwelle von zwischen 3.0m und 3.15m (bei $Q_A=15\text{m}^3/\text{s}$, $H_{\text{netto}} = H_{\text{brutto}} - 0.25\text{m}$). Wegen des Unterwassereinstaus variiert dieses Gefälle mit dem Abfluss des Kraftwerks Gösgen stark und nimmt bei Aareabflüssen über $500\text{m}^3/\text{s}$ auf unter 1.5m ab.

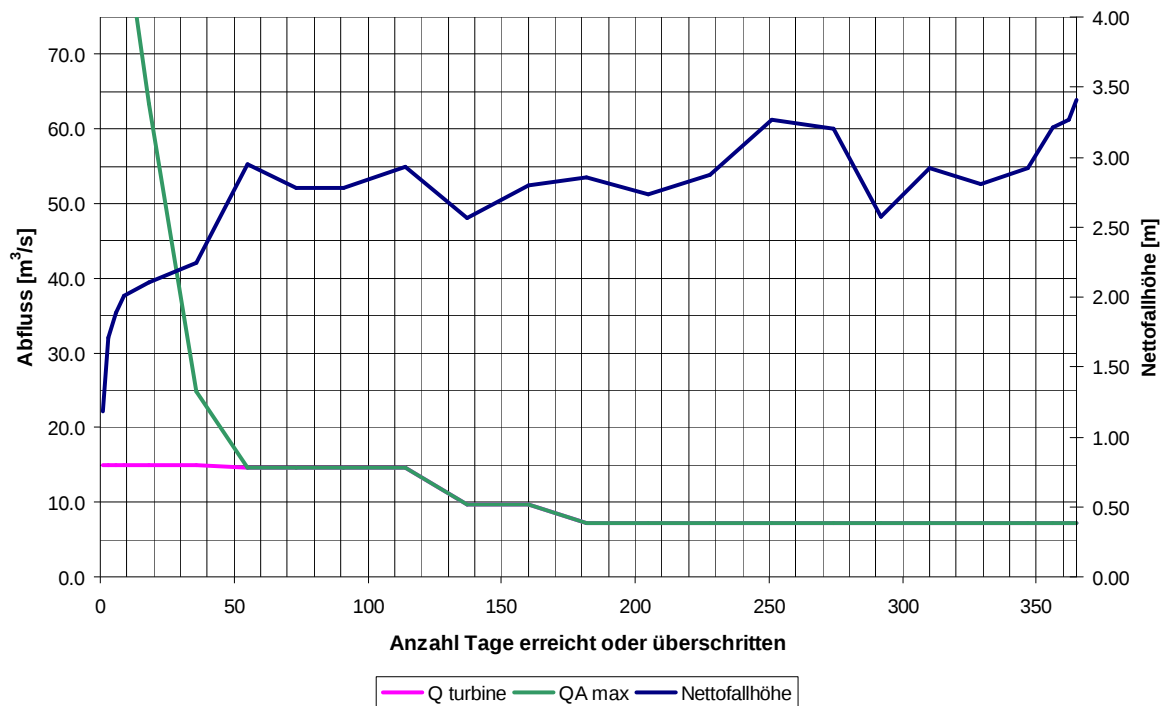


Abbildung 5.: Variation des Nettofallhöhes an der Turbine in Funktion der Dauer der Abflüsse an der Turbine.

Beschrieb der projektierten Anlage

Übersicht

Als Standort des neuen Kraftwerks wird die linke Flussseite gewählt, da ein Kraftwerk auf der rechten Seite zu grösseren Beeinträchtigungen des Bally-Parks durch Lärm und Veränderung des Landschaftsbilds führen würde. Die Turbinenanlage wird in den linken Teil der bestehenden Wehröffnung gelegt. Wegen der ungünstigen Lage des Kraftwerks auf der Kurveninnenseite sind Geschiebeablagerungen vor der Fassung zu erwarten. Es werden deshalb eine Geschiebeschwelle mit vorgelagerter Sammelrinne und eine Grundablassschütze im Wehr vorgesehen, um bei Hochwasser mit Geschiebetrieb in der Alten Aare ausreichend Spülkapazität zu schaffen. Nach grösseren Hochwasserereignissen ist trotzdem mit einem Einsatz eines Baggers zum Entfernen von Geschiebe vor der Fassung zu rechnen, was die Betriebskosten erhöht.

Die Fischeaufstiegshilfe wird ebenfalls auf der linken Flussseite angeordnet und zwar zwischen der Kraftwerksanlage und dem Ufer in Form eines Borstenfischpasses. Die Anordnung der Anlage ist im Plan 00.201 dargestellt.





Abbildung 6.: Vorgesehener Standort der Wasserkraftanlage am linken Widerlager der Bally-Schwelle.

Wehranlage und Wasserfassung

Die Wehranlage wird auf ein HQ_{100} von $1190\text{m}^3/\text{s}$ ausgelegt. Die gemäss Hochwasserschutzkonzept um 0.60m abzusenkende Wehrschwelle liegt neu auf Kote 372.10m ü.M. Die Wehrbreite beträgt 75m . Als Stauklappe wird ein System Obermeyer oder ein Schlauchwehr vorgesehen, da diese ohne Zwischenpfeiler auskommen. Die Stauhöhe beträgt 2.40m plus 0.10m Freibord gegen Wellenschlag. Der OW-Spiegel liegt beim Dimensionierungshochwasser HQ_{100} auf 376.20m ü.M., was der im Hochwasserschutzprojekt Ref. [7] gerechneten Wasserspiegellage in etwa entspricht.

Die bestehende Unterkonstruktion der Bally-Schwelle bestehend aus einem Blocksteinsatz mit Holzrost und einer Betonabdeckplatte wird durch die neue Höhenlage der Wehrschwelle beeinträchtigt. Die bestehende Betonplatte ist ca. 60cm dick und wird mit einer Absenkung um das gleiche Mass praktisch abgetragen. Der bestehende Holzrost, dort wo er noch intakt ist, würde in die neue Schwellenplatte zu liegen kommen. Die alten Pfahlköpfe aus Holz dürfen jedoch nicht einbetoniert werden, da deren Lebensdauer damit drastisch verkürzt würde.

Es muss daher eine neue Wehrschwelle erstellt werden ohne Nutzung des bestehenden Unterbaus (mit Ausnahme der Natursteinblöcke, die wieder verwendet werden können). Wegen des hohen Unterwasserspiegels im Hochwasserfall (ca. 375.50m ü.M. bei HQ_{100} gemäss Ref. [6]) ist die Belastung der Wehrschwelle relativ gering. Auf eine vollständige Ausbildung eines betonierten Tosbeckens kann aus heutiger Sicht und Berechnungstiefe verzichtet werden. Im Normalbetrieb beträgt die Wasserspiegeldifferenz 3.0m bis 3.5m . Um die entstehenden Durchsickerungen bei diesem hydraulischen Gradienten von fast 20% zu unterbinden, wird ein Oberwasserdichtschirm aus 10m langen Spundwänden vorgesehen. Die Spundwände können gleichzeitig als Wasserhaltung für die etappenweise Erstellung des neuen Wehres genutzt werden.





Abbildung 7: Vorgeschlagene Stausysteme: Schlauchwehr oben und System Obermeyer unten, welches konventionelle Stauklappen mittels Luftkissen hebt.

Die Wasserfassung besteht aus einer 10m langen Einlaufschwelle, die mit einer Tauchwand ausgerüstet wird, die Geschwemmsel vom Triebwasser abhalten soll. Eine 3m breite Geschiebesammelrinne vor der Einlaufschwelle verhindert das Eindringen von Geschiebe in die Fassung. Geschiebe wie auch Geschwemmsel werden mit einer 3m breiten Spülschütze durch das Wehr ins Unterwasser gespült. Die Spülschütze besitzt eine Hubtafel mit aufgesetzter Klappe; letztere kann zum Spülen des Geschwemmsels um 40cm abgesenkt werden, ohne das Stauziel aufgeben zu müssen.

Im Einlaufkanal von rund 7.2m Breite und 3.2m Tiefe können Dammbalken mit einem Autokran eingesetzt werden, um das Kraftwerk vollständig zu entwässern. Die Dammbalken werden als zwei vierseitig dichtende Elemente ausgeführt, wobei sich das obere an einem Tragbalken mit begehbaren Plattform abstützt.

Der Einlaufrechen wird so dimensioniert, dass die Fliessgeschwindigkeit vor dem Rechen auch bei Vollast der Maschine unter 0.5m/s bleibt, so dass die Fische (auch schlechte Schwimmer) sich jederzeit aus dem Gefahrenbereich entfernen können und nicht an den Rechen gedrückt oder vom Rechenreinigungsbalken erfasst werden. Die Abmessungen des Rechens werden entsprechend gross ($B=7.70\text{m} \times H=4.50\text{m}$). Die ölhydraulisch angetriebene Rechenreinigungsmaschine wird fahrbar angeordnet, so dass sie den Rechen in zwei bis drei Gassen reinigen kann.



Maschinenhaus und elektro-mechanische Ausrüstung

Die technischen Daten der elektro-mechanischen Ausrüstung lauten wie folgt:

- Ausbauwassermenge: $Q_A = 15.0\text{m}^3/\text{s}$
- Min. Durchflussmenge $Q_{\min} 7.5\text{m}^3/\text{s}$
- Bruttofallhöhe $H_{\text{brutto}} = 3.00\text{m}$
- Verluste im Triebwasserweg $\Delta h = \text{ca. } 0.25\text{m}$
- Nettofallhöhe $H_{\text{netto}} = 2.75\text{m}$

Es wird eine einfach-regulierte Kaplan turbine mit vertikaler Wellenlage gewählt, die die folgenden Abmessungen und technischen Daten aufweist:

- Laufraddurchmesser ca. 2150mm
- Drehzahl ca. 120min^{-1}
- Turbinenwellenleistung ca. 365kW

Die Direktkupplung an einen Synchrongenerator ist bei dieser tiefen Drehzahl nicht ideal. Es wird deshalb eine Drehzahlerhöhung mit Flachriemen vorgeschlagen, welche bei dieser Leistung noch möglich sein sollte. Die eingegangenen Richtpreisangebote der Turbinenhersteller rechnen jedoch mit einem Übersetzungsgetriebe. In den Plänen wurde deshalb eine Getriebevariante dargestellt.

Die Schmierung der Lager an Turbine und Generator erfolgt mit einer Fettverlustschmierung, die mit biologisch abbaubarem Fett betrieben wird. Damit entfallen auch Einrichtungen für Sperrwasser und die gesamte Wasserzuleitung oder –aufbereitung und somit auch der Abwasseranschluss des Kraftwerks. Da die ATEL das Wasserkraftwerk Gösgen in unmittelbarer Nähe betreibt, können die Monteure während der IBS und während Revisionen die Sanitäreinrichtungen (Waschbecken, WC) dieses 51MW Kraftwerks nutzen.

Die Nenndrehzahl des Synchrongenerators soll 600min^{-1} betragen. Die elektrische Maximalleistung beträgt rund 355kW.

Die Abmessungen des Maschinenhauses sind $L \times B \times H = 14\text{m} \times 6.5\text{m} \times 3.5\text{m}$ (sichtbarer Teil). Der Zugang erfolgt vom bestehenden linksufrigen Kiesweg (Oberschachenweg / Bodenmattweg), der von der Mehrzweckhalle der Gemeinde Niedergösgen über das so genannte „Inseli“ zur Bally-Schwelle führt. Der Maschinensatz wird über eine runde Öffnung im Dach (mit Betondeckel) per Autokran eingesetzt und kann in gleicher Weise für Revisionszwecke ausgebaut werden.

Das Maschinenhaus ist im Plan Nr. 00.205 dargestellt.

Energieableitung

Die Anbindung an das öffentliche Versorgungsnetz der Aare Energie AG Olten geschieht auf der Mittelspannungsebene (20kV), da die Distanz zum nächsten Anschlusspunkt ca. 300m beträgt und die Energieverluste mit einem Niederspannungsanschluss zu gross würden. Mögliche Anschlusspunkte befinden sich bei der Mehrzweckhalle und beim Grundwasser-Pumpwerk Insel (siehe Plan Nr. 00.200).

Betriebsart und Jahresproduktion

Es wird kein Schwellbetrieb gefahren. Das Stauziel wird konstant auf 374.50m ü.M. gehalten.

Der Betrieb der Anlage wird voraussichtlich durch die ATEL Hydro AG bestritten. Der automatische Kraftwerksbetrieb wird via Signalübertragung (Telefonleitung) durch die Betriebsleitung der ATEL Hydro im Kraftwerk Ruppoldingen in Boningen überwacht.

Der Leistungsplan des Kraftwerks präsentiert sich wie folgt:



Leistungsplan Kraftwerk Bally-Schwelle

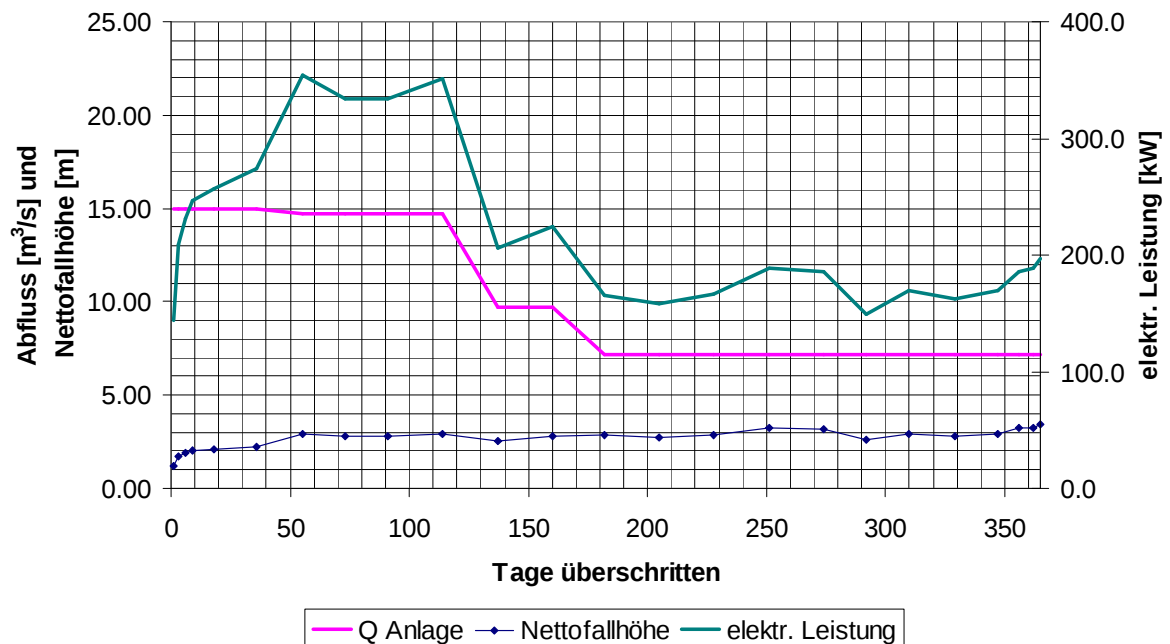


Abbildung 8: Leistungsplan

Die Jahresproduktion beträgt in einem mittleren hydrologischen Jahr rund **1.91GWh**. Dabei sind der Eigenbedarf für die Hydraulikaggregate und die Beleuchtung sowie rund 1 Woche Betriebsausfall für Reparaturen, Revisionen und Hochwasser eingerechnet.

Die Anlage produziert rund 60% dieser Jahresarbeit im Sommerhalbjahr, da die Restwasserdotierung am Wehr Winznau im Sommer bis zum doppelten Abfluss der Winterdotierung beträgt (siehe Bild 2).

Umweltaspekte

Gewässerökosystem im Stauraum

Der Aufstau an der Bally-Schwelle auf Kote 374.50m ü.M. führt zu einer eingestauten Gewässerstrecke, die ca. 1850m lang ist und bis zur Insel beim Kernkraftwerk führt. Dieser Einstau führt trotz der Erhöhung der Restwassermengen ab November 2007 zu einer Abnahme der Fließgeschwindigkeiten gegenüber dem heutigen Zustand.

Dem Vergleich der Strömungsverhältnisse mit und ohne Kraftwerk wurde die ab November 2007 in Kraft tretende neue Dotierwasserregelung und die aus Hochwasserschutzgründen notwendige Absenkung der Wehrkrone um 0.60 m zugrunde gelegt. Der Ist-Zustand ist in diesem Zusammenhang nicht mehr relevant. Der Vergleich der betrachteten Zustände hinsichtlich der Lebensbedingungen für Fische erfolgt nach Abbildung 9, die das Fischartenvorkommen in Abhängigkeit von der mittleren Fließgeschwindigkeit und der durchschnittlichen Wassertemperatur im wärmsten Monat des Jahres (August) zeigt. Dabei bezieht sich die durchschnittliche Fließgeschwindigkeit auf die Verhältnisse in den Querprofilen 33, 36, 39 und 41 (vgl. Pläne Nrn. 76.3369.00.200/202/205) bei einer künftigen mittleren jährlichen Wasserführung der Alten Aare von ca. 18 m³/s. Neben den Einstufung nach den klassischen fischökologischen Regionen wird mit dem Namenszug einer Art der bevorzugte Temperaturbereich umschrieben; indessen ist die Bindung an eine bestimmte mittlere Fließgeschwindigkeit nicht so eng, wie dies aus darstellerischen Gründen den Eindruck macht.

Aufgrund von online-Messungen und Modellberechnungen wurde im Jahre 1996 für die Jahrtausendwende eine mittlere Augusttemperatur der Alten Aare von 21.5 °C prognostiziert (BGF, 1998). Ob diese zwischenzeitlich auch eingetreten ist, wurde nicht überprüft. Es ist jedoch anzunehmen, dass dies tatsächlich der Fall ist bzw. dass diese seither weiter leicht zugenommen hat. Die künftige Erhöhung der Sommerdotierung auf bis zu 15 m³/s hat diesbezüglich eine dämpfende Wirkung, so dass das Augustmittel von 21.5 °C eine realistische Annahme darstellt.



Aus Abbildung 9 geht hervor, dass die obere, rund 900 m lange Teilstrecke durch den Rückstau des Kraftwerkes vom Grenzbereich zwischen Brachsmen- und Barbenregion in die engere Brachsmenregion abgeleitet, während die untere von etwa 970 m Länge nur eine bescheidene regionale Veränderung erfährt. In der oberen Streckenhälfte ist demnach durch den Kraftwerkbetrieb mit erheblichen negativen Auswirkungen auf die Lebensraumqualität für Fische und andere Wassertiere im Sinne einer Trivialisierung zu rechnen. Dies bedeutet aber noch nicht, dass künftig die typischen Vertreter der Aeschen- und Barbenregion aus diesem Flussabschnitt verschwinden werden, weil für diese Arten die Zu- und Abwanderungsmöglichkeiten aus für sie günstigeren Aareabschnitten erhalten bleiben und für diese der Stauraum temporär durchaus attraktiv sein kann. Wichtige biologische Funktionen, wie beispielsweise das Bereitstellen der für Kieslaicher nötigen morpho-dynamischen Bedingungen, werden jedoch unwiederbringlich verloren gehen.

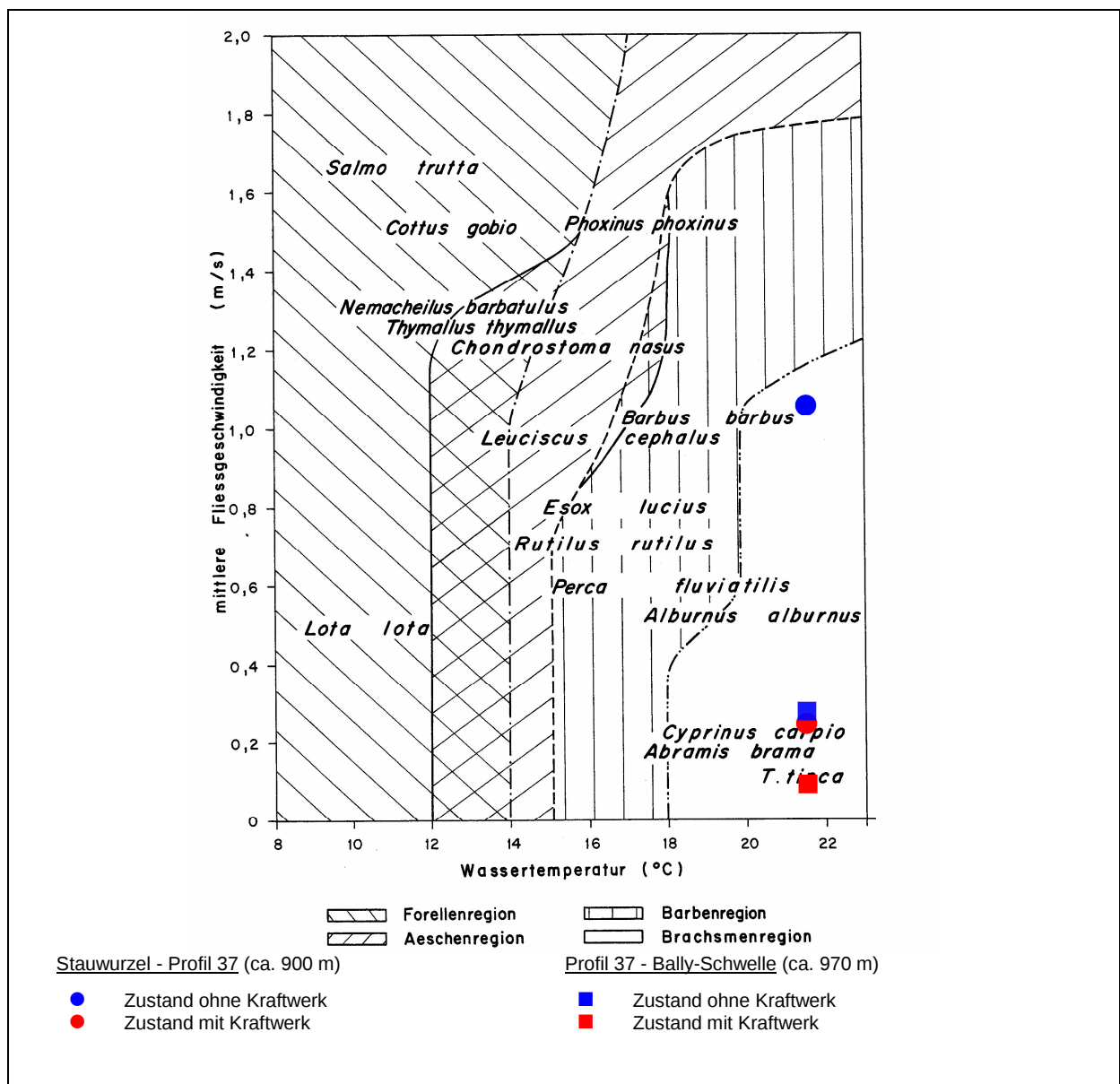


Abb. 9 Oekogramm des Fischartenvorkommens in Abhängigkeit von der mittleren Fließgeschwindigkeit und der durchschnittlichen Wassertemperatur im wärmsten Monat für die Zustände mit und ohne Kraftwerk (ab November 2007)

(*Salmo trutta* = Forelle; *Cottus gobio* = Groppe; *Phoxinus phoxinus* = Elritze; (*Nemacheilus barbatulus*) / *Barbatula barbatula* = Bartgrundel; *Thymallus thymallus* = Aesche; *Chondrostoma nasus* = Nase; *Barbus barbus* = Barbe; *Leuciscus cephalus* = Alet; *Esox lucius* = Hecht; *Perca fluviatilis* = Flussbarsch, Egli; *Lota lota* = Trüsche; *Alburnus albur-*



Im März 1997 wurde im künftigen Stauwurzelbereich eine habitatsspezifische Elektrofischerei durchgeführt (BGF, 1998), bei der zehn Fischarten erfasst wurden, die mehrheitlich der Aeschen- / Barbenregion zugeordnet werden können. Das mit Blöcken künstlich aufstrukturierte Ufer mit vorgelagertem Glide erreichte wie die Laufpartie mit je acht Arten die grösste faunistische Vielfalt, wobei der erstgenannte Haupt-Habitatstyp mit 1.4 Fischen je m^2 gegenüber 0.3 Fischen/ m^2 die höhere Fischdichte aufwies. Die grösste Fischdichte wurde im Kolk mit steiler, strukturierter Böschung und teils turbulenter Strömung hinter einer kurzen Laufpartie mit rund 1.3 Fischen/ m^2 festgestellt. Die Artenzahl betrug neun. Demgegenüber fiel der typische Glide, wie wir ihn dort künftig zu erwarten haben, zwar weniger hinsichtlich der Artenzahl als vielmehr quantitativ mit 0.01 Fischen/ m^2 deutlich ab. Mit der sommerlichen Wassererwärmung wandern vor allem Forellen und Aeschen in kühlere Gewässerbereiche ab (Potamalisierung). Die Ergebnisse dieser Abfischungen zeigen, dass in der Alten Aare die ursprünglichen Strukturen der Aeschen-/Barbenregion noch vorhanden sind und sich durch eine erhöhte Restwasserführung verstärkt zum Ausdruck bringen lassen. Dabei spielt die Wassertemperatur eine entscheidende Rolle (vgl. Abb. 9). Durch den geplanten Höherstau dürfte sich diese allerdings gegenüber heute kaum verändern, weil die längere Verweilzeit des Wassers in der Stauhaltung durch die grössere Wassertiefe kompensiert wird.

Die zur gleichen Zeit auf dieser Teststrecke erhobenen Wasserwirbellosen (Makrozoobenthos) bestätigten von ihrer artlichen Zugehörigkeit her diese regionale Zuordnung (BGF, 1998). Zur künftig zu erwartenden Lebensgemeinschaft gibt eine zur betreffenden Jahreszeit im Jahre 2002 rund 200 m unterhalb der Bally-Schwelle am linken Ufer behändigte Makrozoobenthos-Probe Auskunft (ORTLEPP & REY, 2003), die aus einem dauernd rückgestauten Standort stammt. Erwartungsgemäss dominieren dort strömungsmässig indifferente Arten, die für den Uebergangsbereich des Epi-/Metapotamals (Barben-/ Brachsmenregion) typisch sind.

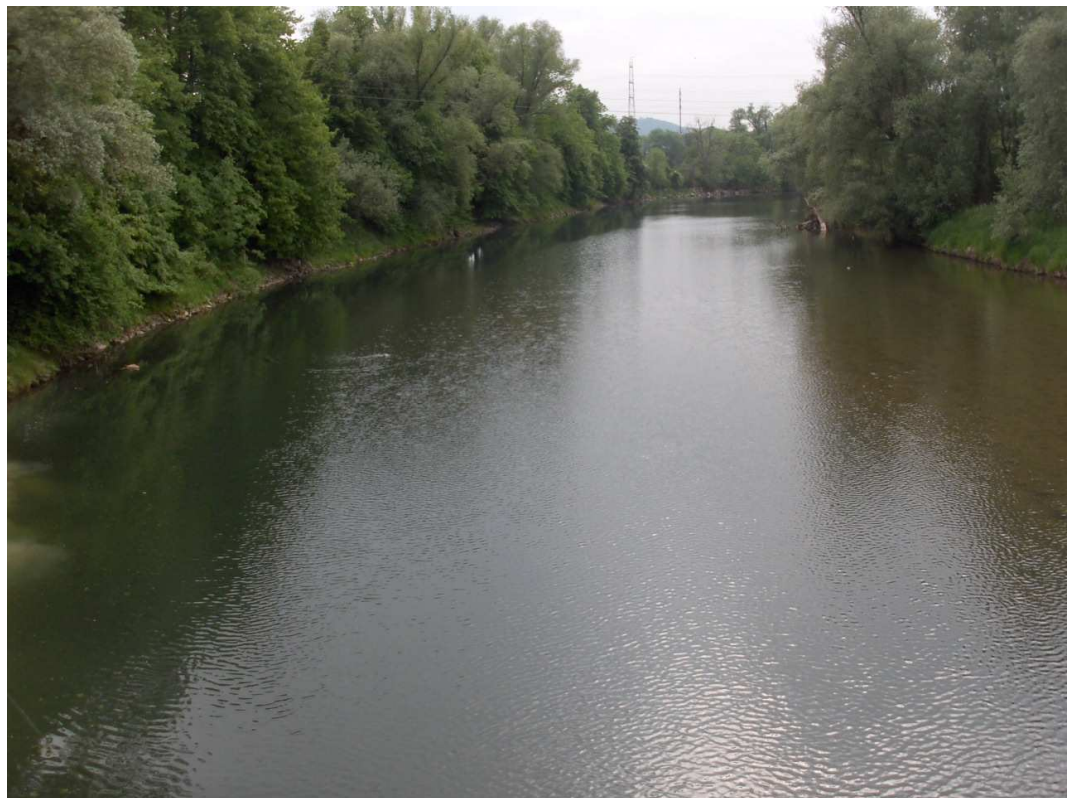


Abbildung 9: Blick flussaufwärts von der neuen Hängebrücke oberhalb der Bally-Schwelle aus (Abfluss $5m^3/s$).





Abbildung 10: Blick flussaufwärts von der Kraftwerksbrücke aus. Stauwurzel wird bei der Insel im Hintergrund liegen (Abfluss $5\text{m}^3/\text{s}$).



Abbildung 11: Blick flussabwärts von der Kraftwerksbrücke aus. Kurze, frei fliessende Strecke im zukünftigen Staubereich wegen rechtsufriger Auflandungen (Abfluss $5\text{m}^3/\text{s}$)



Fischaufstieg und –abstieg

Die Fischwanderung wird einerseits durch eine neue linksufrige Fischaufstiegshilfe (Schlitzpass oder Borstenpass) am Wehr ausgestaltet (bisher war der Aufstieg durch die bestehende linksufrige Wehröffnung nur von starken Schwimmer zu bewältigen). Andererseits wird der Fischabstieg vom Fassungs- bereich ins Unterwasser durch eine eingetauchte Öffnung vor dem Rechen ermöglicht. Damit wird die Durchgängigkeit der Bally-Schwelle für Fische und Kleinlebewesen wieder hergestellt, was sich positiv auf den Lebensraum der Alten Aare auswirken wird.

Geschwemmsel und Geschiebe

Geschiebe wird sich in der Stauhaltung hinter der Stauklappe sowie vor der Wasserfassung absetzen. Spülvorgänge sowohl durch das Wehr wie auch durch die linksufrige Spülschütze werden auf Hochwasserperioden beschränkt oder während Entlastungsvorgänge beim KW Gösgen mit hohen Abflüssen in der Alten Aare vorgenommen.

Das Geschwemmsel wird an der Tauchwand vor der Fassung und an der Rechenanlage zurückgehalten und an den Fluss weitergegeben. Um Zivilisationsmüll vom organischen Material zu trennen, wird das Geschwemmsel vor dem Abschwemmen auf dem Rechenboden gesammelt und durch das Betriebspersonal visuell kontrolliert. Dies geschieht entweder über eine Videokamera von der Betriebswarte der Atel im KW Ruppoldingen aus oder durch eine kostengünstige Arbeitskraft (Pensionär) während eines täglichen Rundgangs am Kraftwerk.

Lärmimmissionen

Lärmprobleme sind durch die gewählte Lage des Kraftwerks im Gewerbe- und Industriegebiet der „Insel“ in Niedergösgen als gering einzustufen. Zudem wird der Kraftwerksbetrieb mit der gewählten massiven Betonkonstruktion des Maschinenhauses praktisch nicht hörbar.

Natur- und Landschaftsschutz

Die neue Wehranlage mit Stauraum an der Bally-Schwelle wird zu einer nicht zu unterschätzenden Veränderung im Landschaftsbild der Alte Aare führen. Die bestehende Betonplatte über die Schwelle und der Pfeiler am linken Ufer (siehe Bild) sind zwar visuell nicht besonders attraktiv, wirken jedoch auf das Landschaftsbild nicht störend, weil sie wenig über die Flusssohle hinausragen.

Die neue Stauklappe von 2.4m Höhe und 75m Breite wird hingegen zu einem neuen Objekt im Landschaftsbild. Eine störende Wirkung ist hingegen nicht prinzipiell gegeben, da die Klappe selber gegenüber der dahinter liegenden grossen Wasserfläche eher in den Hintergrund tritt und nur als logisches Funktionselement des Aufstaus in Erscheinung tritt (vergleiche auch Bild 7 eines ausgeführten breiten Stauwehres).





Abbildung 12: Blick flussabwärts von der neuen Hängebrücke aus auf die Bally-Schwelle, die nach einer Absenkung um 0.6m mit einer neuen Stauklappe von 2.4m Höhe ausgerüstet werden soll.

Weitere Nutzung des Gewässers

Freizeit und Erholung

Die Bally-Schwelle liegt in unmittelbarer Nähe des Bally-Parks. Dieser auf Gemeindegebiet von Schönenwerd und Gretzenbach gelegene Park geht auf die Initiative von Carl Franz Bally, dem Gründer der Bally-Schuhfabriken zurück. Der Bally-Park folgt den zahlreichen Beispielen des englischen Landschaftsgartens des 18. und 19. Jahrhunderts und ist zu den bedeutendsten seiner Art in der Schweiz zu zählen. Bally beabsichtigte mit dem Landschaftspark der Bevölkerung nicht nur Erholung und Genuss, sondern auch Bildungs- und Kunsterlebnis zu bieten.

Im Herbst 2006 ist das Projekt „Aareland: Schachenpark“ als Bestandteil des Agglomerationsprogramms Netzstadt AarauOltenZofingen angelaufen (kantonales Projekt mit Federführung beim Amt für Raumplanung, ARP). Dabei soll die Flusslandschaft zwischen den Städten Olten und Aarau aufgewertet werden; der Bally-Park ist ein wichtiger Teil dieses Projekts.

Der Neubau des Kraftwerks Bally-Schwelle, insbesondere der damit verbundene Aufstau der Alten Aare, würde das Projekt „Aareland: Schachenpark“ direkt tangieren. Zum einen würde der neu entstehende Stauraum die Attraktivität der bereits bestehenden Freizeitaktivitäten wie Baden und Wassersport oberhalb der Bally-Schwelle durch die grössere Wassertiefe von bis zu 2.5m wesentlich erhöhen. Andererseits steht dieser Ausbau der Freizeitaktivitäten in Konkurrenz zu den Schutzanliegen am Gewässer.

Zudem ist auch die Sicherheit der Badenden und Wassersportler ein ernstzunehmendes Thema: wenn das Kraftwerk Gösgen bei einer Störung vom Netz fällt, muss der grössere Teil der Triebwassermenge von 380m³/s durch die Alte Aare abgeführt werden. Dabei müsste die neue Stauklappe an der Bally-Schwelle rasch geöffnet werden und ein Aufenthalt von Badenden und Wassersportlern im Stauraum wäre wegen der anfänglichen Wellenbildung und der erhöhten Wassergeschwindigkeit nicht mehr möglich. Es müssten Warnanlagen (Blicklicht, Horn) entlang des Stauraumes aufgestellt werden, um die Leute im und am Gewässer zu warnen. Solche Warnanlagen werden auch schon jetzt (ohne



Stau an der Bally-Schwelle) diskutiert, da sich neben Fischern auch viele andere Erholungssuchende trotz Warntafeln im Gerinne aufhalten, die durch die anschwellenden Abflüsse während einer Entlastung des KW Gösgen gefährdet sind.

Das vorliegende Wasserkraftprojekt mit seinen vielfältigen Bezügen und Auswirkungen auf Natur, Gewässer und Freizeit muss in das Projekt „Aareland: Schachenpark“ integriert werden, um Konflikte zu vermeiden.

Teichbewirtschaftung im Bally-Park

Das weitverzweigte Teichsystem im Bally-Park musste bisher durch Pumpen mit Wasser versorgt werden. Mit dem Aufstau der Alten Aare an der Bally-Schwelle kann der Wasserverlust im Teichsystem gravitatisch, d.h. ohne Pumpen kompensiert werden. Es ist lediglich eine ca. 25m lange Verbindungsleitung (mit Absperr- und Regulierring) vom Stauraum des neuen Kraftwerks in das oberste Becken des Bally-Parkes zu erstellen. Mit dieser einfachen Massnahme können mehrere zehntausend Franken an Pumpenergie pro Jahr gespart werden.



Kostenschätzung und Wirtschaftlichkeitsrechnung

Investitionskosten

Die Planungs- und Baukosten des Kraftwerks an der Bally-Schwelle lassen sich wie folgt schätzen (Genauigkeit $\pm 25\%$):

Tabelle 2: Kostenvoranschlag

1	Vorbereitungsarbeiten / Installation				
11	Baustelleninstallationen und -zufahrten			124'750	
12	Abbrüche und Demontagen			13'500	
13	Sicherungen			10'000	
	Total 1: Vorbereitungsarbeiten / Installationen				148'250
2	Flusskraftwerk (Wehranlage, Wasserfassung und Maschinenhaus)				
20	Baugrubenaushub, Baugrubenumschliessung und Dichtschild, Wasserhaltung			532'113	
21a	Rohbau 1 Wehranlage (Beton u. Natursteinblöcke)			804'055	
21b	Rohbau 1 Maschinenhaus (Beton)			572'700	
22	Rohbau 2 (Türen, Fenster, Spengler, Bedachung)			51'900	
23	Elektroanlagen (Hausinstallationen)			22'700	
24	HLK			8'500	
26	Ausbau 1 (Schliessanlage, Malerarbeiten)			12'625	
	Total 2: Flusskraftwerk (Bauliche Anlagen)				2'004'593
3	Betriebseinrichtungen				
31	Elektro-mechanische Ausrüstung			760'000	
32	Elektro-technische Ausrüstung			147'350	
33	Energieableitung			64'900	
34	Nebenanlagen und Hilfsbetriebe			44'500	
35	Stahlwasserbau			1'641'000	
	Total 3: Betriebseinrichtungen				2'657'750
4	Umgebung und ökologische Ausgleichsmassnahmen				
40	Terraingestaltung am Kraftwerk			32'640	
41	Erschliessung des Kraftwerkgebäudes (Fernwirksystem)			8'600	
42	Zufahrtsstrasse			48'120	
43	Fischaufstiegshilfe			102'100	
	Total 4: Umgebung und ökologische Ausgleichsmassnahmen				191'460
5	Baunebenkosten				
51	Konzession, Bewilligungen, Gebühren			10'000	
52	Reprokosten, Dokumentationen			9'500	
53	Versicherungen			25'500	
54	Finanzierung ab Baubeginn			-	
55	Bauherrenleistungen			-	
56	Übrige			-	
59	Projekt und Bauleitung inkl. Umweltberichte und -begleitung			480'000	
	Total 5: Baunebenkosten				525'000
	Total Anlagekosten				5'527'053
	Unvorhergesehenes 10 %				552'705
	Total Projekt ohne MWSt. (gerundet)				6'080'000

Details der Kostenschätzung können Beilage 1 entnommen werden.

Wie aus obiger Zusammenstellung ersichtlich wird, machen die Bauarbeiten für das Tieferlegen der Wehrschwelle (Pos. 20 und 21a; jedoch ohne Stauklappe für den Aufstau, Pos. 35) rund CHF 1.3 Mio. aus. Diese Arbeiten sind auch ohne Kraftwerk erforderlich und sind bei der Wirtschaftlichkeitsanalyse



des Kraftwerks nicht mitzurechnen. Die für das Kraftwerk relevanten Investitionskosten betragen damit rund CHF 4.75 Mio.

Betriebs- und Unterhaltskosten

Die Betriebs- und Unterhaltskosten wurden aufgrund einer statistischen Auswertung von Kleinwasserkraftanlagen in der Schweiz und eigenen detaillierten Aufwandschätzungen wie folgt angenommen:

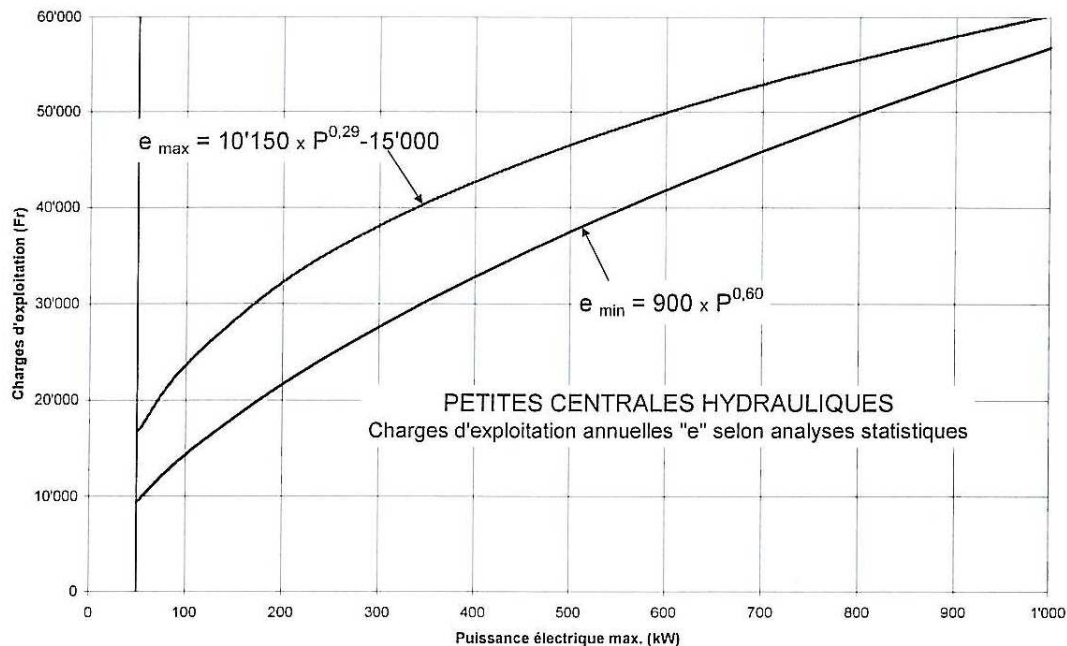


Abbildung 13: Statistische Auswertung der Betriebs- und Unterhaltskosten von Kleinwasserkraftwerken in der Schweiz (Quelle: Infoénergie)

Die jährlichen Kosten für Betrieb und Unterhalt der 350kW-Anlage liegen gemäss obiger Abbildung im Bereich von CHF 30'000 und 40'000.-. Die eigene Aufwandschätzung liegt bei rund CHF 62'500.-. Der Grund für die massiv höheren Kosten liegt in der Tatsache, dass der Projektträger ATEL als professionelles Versorgungsunternehmen nicht mit den gleichen Stundenansätzen rechnen kann wie ein privater Kraftwerksbetreiber gemäss Bild. Zudem ist der Kostenanteil für Bau und Stahlwasserbau für eine 350kW Anlage sehr hoch, was auch die Unterhaltskosten übergebühr ansteigen lässt. Auch die regelmässigen Baggerungen vor der Wasserfassung zum Entfernen von Geschiebe verteuern den Betrieb.

Details der eigenen Aufwandberechnung sind in Beilage 2 zu finden.

Gestehungskosten

Die folgenden Parameter werden zur Berechnung der Stromgestehungskosten angenommen:

- Kalkulatorischer Zinssatz, inflationskorrigiert $i = 4\%$
- 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 Wehrschwelle und Krafthaus 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.

Mit diesen Ausgangsdaten lassen sich Gestehungskosten von rund **Rp. 19 / kWh** errechnen.

Marktchancen

Das Stromversorgungsgesetz enthält mit der Revision des Energiegesetzes auch ein Paket von Vorschriften zur Förderung der erneuerbaren Energien, insbesondere der Wasserkraft. Hauptpfeiler ist dabei die kostendeckende Einspeisevergütung. Mit ihr soll der Strom aus neuen Kraftwerken, die erneuerbare Energien nutzen (Wasserkraftwerke bis 10 MW), mit einer nach einer Referenzanlage be-



stimmten Vergütung entschädigt werden. Jährlich sollen für die neuen Fördermassnahmen des Energiegesetzes rund 320 Millionen Franken zur Verfügung stehen.

Das Stromversorgungsgesetz (inkl. Revision des Energiegesetzes) wurde am 3. April 2007 im Bundesblatt publiziert. Das Bundesamt für Energie erarbeitet zurzeit die Verordnungen zum Stromversorgungsgesetz bzw. zum Energiegesetz. Es ist vorgesehen, diese Verordnungen von Juli bis Oktober in die Vernehmlassung zu geben. Vorbehaltlich eines allfälligen Referendums sollen Gesetz und Verordnungen auf den 1. Januar 2008 in Kraft gesetzt werden.

Gemäss den Vorschlägen des BfE zu den kostendeckenden Einspeisevergütungen sollen zusätzlich zu einer Grundvergütung, die sich nach der mittleren Kraftwerksleistung (Jahresenergie durch Jahresstunden) richtet, auch Boni für ausgesprochene Niederdruckanlagen sowie für Neuanlagen mit viel Wasserbau und/oder langen Druckleitungen ausgeschüttet werden.

Für die Referenzanlage des KW Bally-Schwelle lässt sich eine Vergütung von insgesamt rund Rp. 23.5 / kWh berechnen. Diese hohe Vergütung wird wohl im Laufe der Vernehmlassung noch nach unten korrigiert werden, jedoch sollte eine Bandbreite von $\pm$ Rp. 3 / kWh nicht überschritten werden. Die in der vorliegenden Vorstudie ausgewiesenen Gestehungskosten von rund Rp. 19 / kWh zeigen, dass das Projekt wirtschaftlich attraktiv bleibt, auch wenn die neuen Einspeisetarife noch massiv nach unten korrigiert werden.

Nachteilig an der neuen Einspeiseregulierung gemäss BfE ist die Beschränkung der Gültigkeit der fixen Tarife auf 25 Jahre. Bis zum Ablauf dieser Frist ist jedoch das vorliegende Projekt amortisiert und ein Stromverkauf auf dem Mittelspannungsnetz zu Marktpreisen ist möglich, da die reinen Unterhalts- und Betriebskosten sowie ein Anteil Erneuerungskosten im Bereich von ca. Rp. 10 / kWh liegen.

Wenn Verteilunternehmen wie die ATEL den in einem Kraftwerk wie dem KW Bally-Schwelle produzierten Strom als Ökostrom vermarkten wollen, ist dies auch unter der neuen Gesetzgebung durchaus möglich. In diesem Fall wird aber die oben berechnete Vergütung nicht ausgeschüttet, da mit der Vergütung durch die Swissgrid auch bereits der ökologische Mehrwert abgegolten ist.

Schlussfolgerungen und Empfehlungen

Das vorliegende Vorprojekt zeigt, dass die Realisierungschancen eines Kleinwasserkraftwerkes an der Bally-Schwelle hoch sind, da die Gestehungskosten mit ca. Rp. 19 / kWh in einem attraktiven Bereich liegen.

Als nächste Schritte sind die Umweltauswirkungen des Kraftwerks mit den Behörden zu diskutieren und die Akzeptanz eines Wiedereinstaus der Alten Aare zu erörtern. Auch ist das Projekt mit seinen vielfältigen Auswirkungen auf Natur, Landschaft und Freizeit in das kürzlich angelaufene kantonale Projekt Aareland: Schachenpark zu integrieren, um Konflikte mit anderen Nutzungs- und Schutzinteressen entlang der Aare zu vermeiden.

Verzeichnis der benutzten Unterlagen, Literaturverzeichnis

- [1] C.F. Bally, Schönenwerd; **Baupläne Grundwehr in der Aare**, Th. Bertschinger, Baumeister, Lenzburg, September 1880
- [2] C.F. Bally, Schönenwerd; **Projekt für ein Walzenwehr in der Aare**, 3. November 1906
- [3] Herren C.F. Bally AG, Schönenwerd; **Wasserwerk: Längenprofil der Aare (mit Walzenwehr)**, 31. 12. 1909
- [4] Kant. Tiefbauamt Solothurn: **Sicherung des rechten Aareufers durch Steinwurf, oberhalb Altes Stauwehr (Bally) , Gemeinden Gretzenbach & Niedergösgen**, Technisches Bureau H. Rahm – Olten, Nov. 1948
- [5] ATEL: **Sondierungen unterhalb Altes Stauwehr Bally**, Datum unbekannt (mit Wasserständen vom 25. Februar 1949)
- [6] Kanton Solothurn, Amt für Umwelt: **Aare Bielersee – Aarau, Hochwasserspiegel und Überflutungsflächen**, Schälchli, Abegg + Hunzinger, Zürich, 20. September 2004
- [7] Kanton Solothurn, Amt für Umwelt: **Hochwassersicherheit Aare Olten – Aarau, Massnahmen Abschnitt Stauwehr Winznau - Schönenwerd**, Schälchli, Abegg + Hunzinger, Zürich, 16. De-



zember 2005 (provisorisch)

- [8] *BGF, Büro für Gewässer- und Fischereifragen AG (1998): Gewässerökologie und Fischerei. In Arbeitsgemeinschaft Restwasser KW Gösgen, KW Gösgen - Untersuchung Restwasserproblematik*
- [9] *Ortlepp J., Rey P. (2003): Biologische Untersuchungen an der Aare zwischen Bielersee und Rhein (2001/2002); Fachbericht Makroinvertebraten. Bericht zuhanden der Gewässerschutzfachstellen der Kanton Aargau, Solothurn und Bern*

Baden, im Juli 2007

Colenco Power Engineering AG
Wasserbau und Umwelt

Dr. Dieter Müller
Leiter Geschäftsbereich

Peter Eichenberger
Projektleiter



Beilage 1

Neubau Flusskraftwerk Bally-Schwelle, Niedergösgen

Vorprojekt 2007

Leistungsverzeichnis und Kostenschätzung

Datum: Mai 2007 - EIP

BKP Nr.	NPK-Text (vereinfacht)	Einheit	Quantität	Einh.-Preis	Total
	Zusammenstellung				<i>aufgerundet</i>
1	Vorbereitungsarbeiten / Installation				
11	Baustelleninstallationen und -zufahrten			124'750	
12	Abbrüche und Demontagen			13'500	
13	Sicherungen			10'000	
	Total 1: Vorbereitungsarbeiten / Installationen				148'250
2	Flusskraftwerk (Wehranlage, Wasserfassung und Maschinenhaus)				
20	Baugrubenaushub, Baugrubenumschliessung und Dichtschirm, Wasserhaltung			532'113	
21a	Rohbau 1 Wehranlage (Beton u. Natursteinblöcke)			804'055	
21b	Rohbau 1 Maschinenhaus (Beton)			572'700	
22	Rohbau 2 (Türen, Fenster, Spengler, Bedachung)			51'900	
23	Elektroanlagen (Hausinstallationen)			22'700	
24	HLK			8'500	
26	Ausbau 1 (Schliessanlage, Malerarbeiten)			12'625	
	Total 2: Flusskraftwerk (Bauliche Anlagen)				2'004'593
3	Betriebseinrichtungen				
31	Elektro-mechanische Ausrüstung			760'000	
32	Elektro-technische Ausrüstung			147'350	
33	Energieableitung			64'900	
34	Nebenanlagen und Hilfsbetriebe			44'500	
35	Stahlwasserbau			1'641'000	
	Total 3: Betriebseinrichtungen				2'657'750
4	Umgebung und ökologische Ausgleichsmassnahmen				
40	Terraingestaltung am Kraftwerk			32'640	
41	Erschliessung des Kraftwerkgebäudes (Fernwirksystem)			8'600	
42	Zufahrtsstrasse			48'120	
43	Fischaufstiegshilfe			102'100	
	Total 4: Umgebung und ökologische Ausgleichsmassnahmen				191'460
5	Baunebenkosten				
51	Konzession, Bewilligungen, Gebühren			10'000	
52	Reprokosten, Dokumentationen			9'500	
53	Versicherungen			25'500	
54	Finanzierung ab Baubeginn			-	
55	Bauherrenleistungen			-	
56	Übrige			-	
59	Projekt und Bauleitung inkl. Umweltberichte und -begleitung			480'000	
	Total 5: Baunebenkosten				525'000
	Total Anlagekosten				5'527'053
	Unvorhergesehenes 10 %				552'705
	Total Projekt ohne MWSt. (gerundet)				6'080'000



1	Vorbereitungsarbeiten / Installation				
11	Installationen Baumeisterarbeiten				
111	Allgemeine Installationspauschale				
111.1	Allgemeine Installationspauschale	-	pauschal	-	120'000
112	Zufahrtspisten zur Kraftwerks- und Wehrbaustelle				
112.1	Erstellen einer Zufahrtspiste	m	25	110.00	2'750
112.2	Erstellen einer Zufahrt in die Aare ab best. Weg linksufrig bis zur Wehrbaustelle vom OW	m	25	80.00	2'000
Total 11: Baustelleninstallationen und -zufahrten					124'750
12	Demontagen, Rodungen				
121	Demontagen inkl. Entsorgen des Materials				
121.1	Abbruch best. Geländer	-	pauschal	-	5'000
122	Rodungen				
122.1	Rodungen im Kraftwerksbereich	-	pauschal	-	8'500
Total 12: Demontagen und Rodungen					13'500
13	Sicherungen				
131	Sicherungen vorhandener Anlagen				
131.1	Sicherung best. Uferschutz rechtsufrig	-	pauschal	-	5'000
131.2	Sicherung best. Ufermauern linksufrig	-	pauschal	-	5'000
Total 13: Sicherungen					10'000
2	Flusskraftwerk (Wehranlage, Wasserfassung und Maschinenhaus)				
20	Baugruben inkl. Umschliessung, Betonabbruch, Felsaushub)				
201	Baugrubenumschliessung für Kraftwerk und Wasserfassung				
201.1	Baugrubenumschliessung Kraftwerk mit Spundwand	m2	400	75.00	30'000
202	Baugrubenumschliessung für Wehranlage				
202.1	Spundwand als Dichtschirm u. OW-Baugrubenumschl.	m2	680	105.00	71'400
202.2	UW-Wasserhaltungsdämme für Wehr (2 Etappen)	m	80	250.00	20'000
202.3	Unterhalten und Wiedererstellen der Dämme nach Hochwasser	-	pauschal	-	5'000
202.4	Wasserhaltung (Pumpen für Flusskraftwerk und Wehranlage)	-	pauschal	-	20'000
202.5	Behandlung des Baugrubenwassers (Absetzbecken, Neutralisierung und Flockung)	-	pauschal	-	45'000
203	Baugrubenaushub inkl. Betonabbrüchen u. Dichtschirm				
203.1	Abbruch Beton best. Wehrschwelle	m3	600	105.00	63'000
203.2	Abbruch Beton best. Pfeiler	m3	61.25	105.00	6'431
203.3	Auflad und Abtransport Betonabbruch inkl. Gebühren	m3	661.25	45.00	29'756
203.4	Aushub im Wehrbereich (inkl. Blöcke separieren zum Wiederverwenden)	m3	4500	12.00	54'000
203.5	Aushub im Lockermaterial an Böschungen (fest)	m3	500	18.00	9'000
203.6	Nachträglicher Auflad von Aushubmaterial (lose)	m3	5000	5.00	25'000
203.7	Transporte innerhalb der Baustelle bis 200m	m3	4400	18.00	79'200
203.8	Lagerbewirtschaftung	m3	4400	3.00	13'200
203.9	Transporte auf Deponie des Bauherrn (lose)	m3	5000	12.00	60'000
203.10	Bauplastik auf Böschungen im Lockergestein	m2	150	7.50	1'125
Total 20: Baugruben					532'113



21 Rohbau 1				
211 Wehranlage (Beton und Natursteinblöcke)				
211.1 Beton- und Stahlbetonarbeiten				
211.11 Unterlagsbeton	m2	450	20.00	9'000
211.12 Füllbeton / Recyclingbeton	m3	25	180.00	4'500
211.13 Beton für Wehrschwelle inkl. Schalung, Armierung und Einlagen, Oberflächenbehandlung	m3	994.5	650.00	646'425
211.14 Beton für Wehrwiderlager inkl. Schalung, Armierung und Einlagen, Oberflächenbehandlung	m3	80	650.00	52'000
211.15 Zweitbeton für Stahlwasserbauteile	m3	12	740.00	8'880
211.16 Aussparungen, Rohreinlagen, etc.	-	pauschal	-	15'000
211.17 Bestehende Natursteinblöcke im neuen Tosbecken versetzen	to	1950	35.00	68'250
	Total 21a: Rohbau 1: Wehranlage			804'055
212 Wasserfassung und Maschinenhaus				
212.1 Beton- und Stahlbetonarbeiten				
212.11 Unterlagsbeton	m2	300	20.00	6'000
212.12 Füllbeton / Recyclingbeton	m3	100	180.00	18'000
212.13 Beton für Fassung und Maschinenhaus inkl. Schalung, Armierung und Einlagen, Oberflächenbehandlung	m3	850	550.00	467'500
212.14 Beton für Zweitbeton an Maschinen und Stahlwasserbau inkl. Schalung, Armierung und Einlagen, Oberflächenbehandlung	m3	25	740.00	18'500
212.15 Saugrohrschalung (Spezialschalung)	-	pauschal	-	35'000
212.2 Entwässerung bei Hinterfüllungen	m	40	25.00	1'000
212.3 Metallbauarbeiten				
212.31 Geländer	m	40	280.00	11'200
212.32 Umzäunung	m	50	220.00	11'000
212.33 Einsteigeleitern bei Ufermauern und in Schächten	m	18	250.00	4'500
	Total 21b: Rohbau 1: Maschinenhaus			572'700
22 Rohbau 2				
221 Fenster, Aussentüren, Tore				
221.1 Zugangstüre, Maschinensaltüre, Fluchtwegtüre, alle mit Schallschutz	St.	3	7'500.00	22'500
221.2 Fenster	St.	2	5'000.00	10'000
222 Spenglerarbeiten				
222.1 Blechabdeckung auf Brüstungen und Fenstersimsen	m	40	65.00	2'600
223 Bedachungen				
223.1 Flüssigkunststoffisolation und Asphaltbetonbelag mit Untergrundvorbereitung und allen Abschlüssen	m2	140	120.00	16'800
	Total 22: Rohbau 2			51'900
23 Elektroanlagen (Hausinstallationen)				
231 Beleuchtung, Steckdosen Niederspannung inkl. 3-phasig	-	pauschal	-	15'000
232 Energieverbraucher: Warmwassererhitzer	-	pauschal	-	1'200
233 Überwachungskameras auf Wehr und Rechenanlage	-	pauschal	-	6'500
	Total 23: Elektroanlagen			22'700
24 HLK				
241 Elektrische Fensteröffner inkl. Steuerung / Regelung für natürliche Lüftung im Schaltanlagerraum	-	pauschal	-	8'500
	Total 24: HLK			8'500



26	Ausbau 1				
261	Schliessanlagen	-	pauschal	-	2'000
262	Malerarbeiten: Boden in Maschinsaal und Schaltanlage	m2	125	45.00	5'625
263	Allgemeine Reinigungsarbeiten im Kraftwerk	-	pauschal	-	2'500
264	Geräte- und Werkzeugschränke Metal	-	pauschal	-	2'500
			Total 26: Ausbau 1		12'625
3	Betriebseinrichtungen				
31	Elektro-mechanische Ausrüstung				
311	Maschinengruppe				
311.1	vertikalachsige Kaplan turbine, $H_n=2.72m$, $Q_A=15m^3/s$, n=100min-1, inkl. Hydraulikaggregat				480'000
311.2	Synchrongenerator 400kVA				105'000
311.3	Flachriemen mit Pulley				18'000
311.4	digitaler Turbinenregler in Steuerschrank inkl. OW- und UW-Pegelmessung				45'000
311.5	Saugrohrschalung (Spezialschalung)				55'000
311.6	Montage u. IBS der Pos. 311.1 bis 311.4	-	pauschal	-	57'000
	Total 31: Elektro-mechanische Ausrüstung				760'000
32	Elektro-technische Ausrüstung				
321	Blocktransformator 400kVA	-	pauschal	-	18'000
322	Mittelspannungsschaltanlage (Synchronisierung)	-	pauschal	-	24'000
323	Generatableitung	m	10	185.00	1'850
324	Eigenbedarfstransformator, 60kVA, ölfrei	-	pauschal	-	4'500
325	Niederspannungsschrank im Maschinenhaus	-	pauschal	-	8'500
326	Notstromversorgung mit Batterien	-	pauschal	-	12'500
327	Erdungsanlage u. Blitzschutz	-	pauschal	-	13'000
328	Leitsystem, Automation und Schutzeinrichtungen	-	pauschal	-	65'000
	Total 32: Elektro-technische Ausrüstung				147'350
33	Energieableitung				
331	20kV-Kabelanlage inkl. Aushub- und Wiedereinfüllen)				
331.1	20kV-Erdkabel inkl.Graben	m	300	105.00	31'500
331.2	Signalkabel in Kabelschutzrohren	m	300	28.00	8'400
331.3	Anschluss Unterstation	-	pauschal	-	25'000
	Total 33: Energieableitung				64'900



34	Nebenanlagen und Hilfsbetriebe				
343	Brandschutz				
342.1	Feuerlöscher	-	pauschal	-	7'500
342.2	Brandschutzmatte über Ölauffangbecken Blocktrafo	-	pauschal	-	12'000
344	Hebezeug:	-	pauschal	-	25'000
Total 34: Nebenanlagen und Hilfsbetriebe					44'500
35	Stahlwasserbau				
351	Wehranlage				
351.1	Stauklappen H=2.40m, B=75m		pauschal	-	1'050'000
351.2	Hydraulikaggregat in Maschinensaal	-	pauschal	-	15'000
351.3	Steuerung und Stromversorgung, 1 Schaltschrank	-	pauschal	-	22'000
352	Spülschütze Wehr				
352.1	Gleitschütze 3.0m x 3.0m mit hydr. Antrieb	-	pauschal	-	65'000
352.2	Geschwemmspülschütze 2.0m x 0.8m mit elektr. Antrieb	-	pauschal	-	20'000
353	Dammbalken inkl. Aufhängevorrichtungen am Lagerplatz im Fischpass				
353.1	Dammbalken mobil im OW: 2 x 1.70 x 7.20m	-	pauschal	-	175'000
353.2	Dammbalken mobil im UW: 2 x 1.30 x 6.50m	-	pauschal	-	150'000
354	Rechenanlage				
354.1	Feinrechen mit lichter Weite 45mm, B=7.7.00m, H=5m inkl. Querträger	-	pauschal	-	45'000
354.2	Rechenreinigungsanlage, Balkenbreite 3.9m, fahrbar, Knickarmmaschine inkl. Hydraulikaggregat auf Wagen	-	pauschal	-	65'000
354.3	Steuerung und Stromversorgung, 1 Schaltschrank	-	pauschal	-	22'000
354.4	Spülpumpe mit Stapelbehälter	-	pauschal	-	12'000
Total 35: Stahlwasserbau					1'641'000
4	Umgebung und ökologische Ausgleichsmassnahmen				
40	Terraingestaltung am Kraftwerk				
401	Hinterfüllung und Humusieren Kraftwerk				
401.1	Hinterfüllung Ufer- und Gebäudemauern mit Aushubmaterial ab Lager (lose), schwere Verdichtung	m3	650	26.00	16'900
401.2	Schütten von Böschungen mit Aushubmaterial ab Lager (lose), leichte Verdichtung	m3	580	23.00	13'340
401.3	Humusieren von Böschungsflächen bis 2:3	m2	200	12.00	2'400
Total 40: Terraingestaltung am Kraftwerk					32'640



41	Erschliessung des Gebäudes (Telekom.)				
423	Fernübertragung				
413.1	Signalkabel in Kabelblock	m	200	18.00	3'600
413.2	Anschluss an best. Fernwerkssystem in Unterstation	-	pauschal	-	5'000
			Total 41: Erschliessung		8'600
42	Zufahrtsstrasse				
421	Unterbau				
421.1	Erstellen Planum auf best. Hinterfüllung / Schüttung	m2	231	5.00	1'155
421.2	Foundationsschicht aus Kies-Sand inkl. Materiallieferung, Ausmass lose	m3	250	55.00	13'750
422	Oberbau				
422.1	Erstellen Planie auf Foundationsschicht inkl. Materiallieferung	m2	231	15.00	3'465
422.2	Liefern und Einbringen Asphaltbetonbelag als Tragschicht AC T 16, Dicke 60mm	to	32	250.00	8'000
422.3	Liefern und Einbringen Asphaltbetonbelag als Deckschicht AC 8, Dicke 25mm	to	15	250.00	3'750
422.4	Anpassungen an Rindalerstrasse inkl. Randabschlüsse	-	pauschal	-	12'500
423	Randabschluss und Entwässerung				
423.1	Stützmauer mit Hang- und Fahrbahnenentwässerung	m	10	550.00	5'500
			Total 42: Zufahrtsstrasse		48'120
43	Fischaufstiegshilfe, dh = 2.90m				
213.1	Beton- und Stahlbetonarbeiten				
213.11	Unterlagsbeton	m2	25	20.00	500
213.12	Füllbeton / Recyclingbeton	m3	10	185.00	1'850
213.13	Beton	m3	120	550.00	66'000
213.14	Borsten		pauschal		24'000
213.15	Einlaufschütze	-	pauschal	-	9'500
213.16	Entwässerung bei Hinterfüllungen	m	10	25.00	250
			Total 43: Fischaufstiegshilfe		102'100
5	Baunebenkosten				
51	Konzession, Bewilligungen, Gebühren				10'000
52	Reprokosten, Dokumentationen				9'500
53	Versicherungen				25'500
54	Finanzierung ab Baubeginn				-
55	Bauherrenleistungen				-
56	Übrige				-
59	Projekt und Bauleitung inkl. Umweltberichte u. Begleitung				480'000
			Total 5: Baunebenkosten		525'000



Beilage 2

Neubau Flusskraftwerk Bally-Schwelle, Niedergösgen

Vorprojekt 2007

Berechnung der Stromgestehungskosten

1 Investition

Kalkulatorischer Zinssatz (inflationsskorrigiert)

4.0%

kalkulatorische Nutzungsdauer

Jahre 25

Investition gemäss Kostenvoranschlag

Fr. 4'743'833

Annuität der Investition

Fr. / a 303'662

2 Betriebs- und Unterhaltskosten

2.1 Betriebspersonal (4 Pannen pro Jahr nach Blitzschlag oder Netzausfall à 5 Stunden und allgemeine Unterhaltsarbeiten zweimal wöchentlich à 1 Stunde)

Stundensatz	Fr./h	75.00	
Anzahl Stunden pro Jahr	h	124	
	Fr. / a		9'300

2.2 Ersatzteile und Reparaturen elektromechanische Ausrüstung

massgebende Investition

Fr. 1'016'750

Unterhaltskosten in % der Investition

1.5%

Fr. / a 15'251

2.3 Entsorgung Geschwemmsel (nur Zivilisationsmüll)

Fr. / a 3'500

2.6 Unterhaltskosten Bau

massgebende Investition

Fr. 668'425

Unterhaltskosten in % der Investition

0.5%

Fr. / a 3'342

2.7 Unterhaltskosten Stahlwasserbau

massgebende Investition

Fr. 1'641'000

Unterhaltskosten in % der Investition

1.0%

Fr. / a 16'410

2.8 Versicherung für Maschinenbruch

massgebende Investition

Fr. 1'016'750

Prämiensatz

0.20%

Jahresprämie

Fr. / a 2'034

2.9 Betriebshaftpflicht

massgebende Investition

Fr. -

Jahresprämie (Teil der Haftpflichtpolice der Gesamt-AG)

Fr. / a 5'500

2.10 Wasserzinsen und Katastergebühr

kW 405 Bruttoleistung

Jahresgebühr pro kW

Fr./kW 0.00 entfällt da <1MW

Fr. / a -

2.11 Administration und Buchhaltung Kraftwerksbetreiber

Pauschalbetrag (ca. 8 h pro Monat à Fr. 75.-)

7'200

Total Betriebs- und Unterhaltskosten

62'537

62'537

Total Jahresaufwand 366'199

3 Gestehungskosten

Produzierte Jahresenergie

kWh 1'908'551

Jährlicher Aufwand

Fr. 366'199

Gestehungskosten

Fr./kWh 0.192

