



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

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

# VORPROJEKT

## PROGRAMM KLEINWASSERKRAFTWERKE

### Tunnelwasser BLS, 2540 Grenchen

Ausgearbeitet durch

**Armin Meier, Mösliweg 4, 3428 Wiler**

Mösliweg 4, 3428 Wiler bei Utzenstorf, [armin.meier@gmx.net](mailto:armin.meier@gmx.net)

**Jörg Hammer / Franz Fürfanger, ITECO Ingenieurunternehmung AG**

Alte Obfelderstrasse 68, Postfach, 8910 Affoltern am Albis, [iteco@iteco.ch](mailto:iteco@iteco.ch), [www.iteco.ch](http://www.iteco.ch)



Programm  
Kleinwasserkraftwerke  
[www.kleinwasserkraft.ch](http://www.kleinwasserkraft.ch)

## **Impressum**

Datum: 15. Januar 2008

### **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](http://www.bfe.admin.ch)

BFE-Bereichsleiter: [bruno.guggisberg@bfe.admin.ch](mailto:bruno.guggisberg@bfe.admin.ch)

Projektnummer: 102 139

---

## Zusammenfassung

### Ausgangslage

Beim ersten Konzessionsgesuch aus dem Jahre 1913 wurde die Wassermenge von minimal 200 bis maximal 300 l/s angegeben. Das Bruttogefälle bis zum Stauweiher vor dem Tunnelportal betrug 22m. Daraus wurde eine Leistung von 41 bis 55,8 PS errechnet. Das Gefälle wurde in einer späteren Phase von 22 auf 39 m erhöht.

Bis 1959 betrieb die BLS an der Wiesenstrasse 21 im Pumpwerk ein kleines Wasserkraftwerk, welches aus dem Bergtunnelwasser elektrische Energie erzeugte. Bei der Berechnung des Wasserzinses wurde von einem nutzbaren Gefälle von 33,6 Metern und einer mittleren Wassermenge von 420 Litern pro Sekunde ausgegangen. Daraus konnte eine Bruttoleistung von 188 PS gewonnen werden.

Aus wirtschaftlichen Gründen wurden die Installationen in den sechziger Jahren entfernt. Die Wasserkonzession wurde 1964 gelöscht. Heute sind von den baulichen Einrichtungen noch das Turbinenhaus und ca. 350 Meter der Druckleitung vorhanden. Die Fortsetzung der Druckleitung bis zum Wasserschloss und von dort bis zur ursprünglichen Wasserfassung (im Tunnel bei 1345 Meter) sind nicht mehr vorhanden.

### Geplante neue Anlage

Aus den verschiedenen Varianten wird die Variante A (Beilagen 6+11) gewählt. Am ehemaligen Standort der alten Turbine, an der Wiesenstrasse 21, kann im Pumphaus (Turbinenhaus) wieder eine neue Stromproduktionsanlage aufgebaut werden. Das Turbinenhaus ist in einem sehr guten Zustand. Eine neue Turbine mit Generator muss wieder installiert werden. Die vorhandene Druckleitung (350 m) wird mit einem sogenannten Inliner saniert. Die Situation ist in einer Übersicht im Anhang dargestellt.

Anfragen bei den Städtischen Werken Grenchen, der Baudirektion Grenchen und dem kantonalen Amt für Wasserwirtschaft haben ergeben, dass einem Neubau grundsätzlich nichts im Wege stehen sollte.

### Kennwerte des Kraftwerkes

Bruttofallhöhe:	16 m
NW-Druckleitung:	650 mm
Druckleitungslänge:	450 m
Auslastung der Anlage:	8760 Std.
Ausbauwassermenge:	300 l/s
Installierte Leistung:	39 kW
Stromproduktion:	270000 kWh
Energiegestehungskosten	27 Rp./kWh

### Grundbesitz

Zur Zeit befindet sich das Turbinenhaus im Besitz der Städtischen Werke Grenchen. Ein Brief mit Absicht eines Verkaufs an den neuen Investor ist vorhanden. Die Wasserzuführung - Tunnelportal bis Turbinenhaus - ist Eigentum der BLS. Sie bestätigt ebenfalls mittels Schreiben, dass einer erneuten Nutzung ihrer Infrastruktur nichts im Wege steht.

### Kostendeckende Einspeisevergütung KEV

In den Berechnungen (Beilage 6 + 11) wird von einer Vergütung von 30,01 Rp./kWh ausgegangen. Der genaue Beitrag ist zu diesem Zeitpunkt noch nicht definiert. Dieser wird zu einem späteren Zeitpunkt bekannt gegeben. Allfällige Anpassungen müssen im Projekt mitberücksichtigt werden.

### Umweltaspekte

Vorabklärungen mit der Stadt Grenchen und dem Amt für Umwelt des Kantons Solothurn haben ergeben, dass mit keinen Auflagen gerechnet werden muss, da am bestehenden Wasserlauf praktisch keine Eingriffe vorgenommen werden (keine Wasserausleitungen, keine Stauungen).

## Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung .....	3
Grundlagen .....	5
Videoaufzeichnungen .....	5
Vorläufige Zustandsbewertung .....	5
Alte Druckleitung Ø 700 mm .....	5
Pumpleitung Ø 200 mm .....	5
Unterwasserstrecke .....	5
Messwerte und übergebene Auswertungen .....	6
Dauerlinie .....	6
Ausbaugrösse, Stromerzeugung .....	6
Alte Druckleitung Ø 700 mm .....	6
Pumpleitung Ø 200 mm .....	7
Varianten .....	8
Variante A (Alte Druckleitung als Triebwasserdruckleitung) .....	8
Variante B (Pumpleitung als Triebwasserdruckleitung) .....	9
Untervarianten, Sensitivitäten .....	9
Untervariante A1 (UV A1): Verlängerung der Variante A .....	9
Untervariante A2 (UV A2): Variante A ohne Sanierung durch Inliner .....	10
Untervariante B1 (UV B1): Aufbersten der Variante B .....	10
Wirtschaftlichkeit .....	10
Variante A (Alte Druckleitung als Triebwasserdruckleitung) .....	10
Variante B (Pumpleitung als Triebwasserdruckleitung) .....	11
Untervarianten .....	11
Untervariante A1 (UV A1): Verlängerung der Variante A .....	11
Untervariante A2 (UV A2): Variante A ohne Sanierung durch Inliner .....	12
Untervariante B1 (UV B1): Aufbersten der Variante B .....	12
Resultate und Empfehlung .....	13
Anhang .....	15

## Grundlagen

### VIDEOAUFZEICHNUNGEN

Die Videoaufzeichnungen stammen von einer Leitungsbefahrung der alten Druckleitung (Ø 700 mm) vom 30.04.1997. Die Aufzeichnungen zeigen kleinflächige Roststellen und zum Teil flächige Versinterungsansätze. Ob an den Roststellen bereits tiefgründiger Materialabtrag bzw. sogenannter Lochfrass entstanden ist, ist auf den Aufnahmen nicht ersichtlich. Die Aufnahmen sind eher "oberflächlich" durchgeführt. Weder an den Muffen noch an Roststellen sind gezoomte Aufnahmen erfolgt.

Die Unterwasserstrecke wäre beim Kraftwerksbetrieb weiterhin als Freispiegelstrecke beaufschlagt. Vereinzelt sind Grund- und Fremdwassereinleitungen sichtbar. Die Grundwasserhöhe müsste in weiteren Planungsschritten noch geklärt werden, damit ev. Anhebungen durch den Kraftwerksbetrieb eingeschätzt werden können.

### VORLÄUFIGE ZUSTANDBEWERTUNG

#### Alte Druckleitung Ø 700 mm

Anhand der bereitgestellten Videoaufzeichnung kann nur eine vorläufige Bewertung durchgeführt werden. Die sichtbaren Rostschäden weisen nicht auf grossflächige Querschnittsschwächungen hin. Die Roststellen sind über die gesamte Leitungsstrecke verteilt. Ob sich tiefgründiger Rostfrass unter den "Rostpusteln" gebildet hat, ist nicht bekannt. Die ursprüngliche Wandstärke respektive die Restwandstärken sind nicht bekannt. Die seit 1997 fortgeschrittene Verrostung kann nicht zuverlässig abgeschätzt werden. Die Druckleitung ist ca. 90-jährig, d.h. über der branchenüblichen maximalen Lebensdauer von 80 Jahren für eine fachgerecht unterhaltene Leitung.

#### Pumpleitung Ø 200 mm

Die Pumpleitung mit einem Durchmesser von 200 mm wird bis zur Fertigstellung des neuen Pumpwerks in der näheren Umgebung des Südportals des Eisenbahntunnels zwischen Grenchen SO und Moutier BE als Frischwasserleitung genutzt. Die Fertigstellung des neuen Pumpwerks soll im Winter 2007/08 erfolgen. Danach ist keine weitere Nutzung dieser Leitung vorgesehen und könnte für das vorgesehene Projekt zugezogen werden.

Da die Leitung bis anhin zur Nutzung von Frischwasser verwendet wurde, kann von einem guten Zustand dieser Leitung ausgegangen werden. Würde die Leitung als Kraftwerk-Druckleitung genutzt, so müsste eine hohe Durchflussgeschwindigkeit angestrebt werden, und der Druckstossproblematik spezielle Aufmerksamkeit geschenkt werden.

#### Unterwasserstrecke

Bei der Unterwasserstrecke sind verschiedene Einleitungen von Fremdwasser (Regenfallrohre?) und kleinere Eintritte an Schadstellen und Muffen festzustellen. Insgesamt scheint die Leitung für eine weitere Nutzung als Freispiegelleitung hinreichend standsicher. Die hydraulische Leistungsfähigkeit konnte wegen fehlender Unterlagen nicht überprüft werden. Ein Rückstau ins Kraftwerk sollte überprüft werden.

## MESSWERTE UND ÜBERGEBENE AUSWERTUNGEN

Die übergebenen Messwerte der Wasserführung erfassen Zeitreihen aus den Jahren 2004 bis 2005 mit hohen Dichten und Aufzeichnungen aus den Jahren 2005 bis 2007 mit ca. 2-wöchigem Turnus. Die Auswertung der Messwerte (Wasserstände) wurde mit eigenen Rechnungen auf Plausibilität geprüft. Die Unterschiede liegen im % - Bereich (siehe Beilage 1). Für die weiteren Rechnungen wurden die von Ihnen berechneten Werte der Abflussmengen verwendet. Für Hochwasserbemessungen fehlen langjährige Datenreihen. Man müsste sich deshalb mit einer "synthetischen" Bestimmung, Risikoabklärungen und Bemessungsreserven behelfen.

## DAUERLINIE

Anhand der von Ihnen gelieferten Werte der Abflussmengen wurde unter Berücksichtigung der unterschiedlichen Messhäufigkeiten eine Dauerlinie ermittelt. Sie wird den weiteren Berechnungen zugrunde gelegt und ist in der Beilage 2 zu finden. Die beschränkte Datenbasis ergibt eine Ungenauigkeit in der Qualität der Dauerlinie, welche für Grobabklärungen genügend ist, zur Optimierung der Dimensionierung von Turbine und Druckleitung jedoch nicht genügt.

## Ausbaugrösse, Stromerzeugung

### ALTE DRUCKLEITUNG Ø 700 MM

Aufgrund der Messwerte ergibt sich eine relativ stetige Dauerlinie, die im Bereich von Ausbauwassermengen von  $Q_A = 0.1$  bis  $0.4 \text{ m}^3/\text{s}$  ausgewertet wird.

Für die Berechnung der Reibungsverluste wird davon ausgegangen, dass die Verluste beim Inliner dank Wandglätte nicht wesentlich höher sind als in der gereinigten Stahlleitung. Die Wasserspiegellagen im Unterwasserkanal und im Einlaufgerinne werden geschätzt. Für die Erzeugungsberechnung wird angenommen, dass wieder eine Francismaschine installiert wird und somit keine Saughöhe verloren geht.<sup>1</sup>

Für die weiteren Überlegungen wird von einer Ausbauwassermenge  $Q_A = 0.30 \text{ m}^3/\text{s}$  ausgegangen.

$Q_A$ in $\text{m}^3/\text{s}$	Regelarbeitsvermögen in kWh
0.10	117'815
0.20	223'074
0.25	253'513
0.30	269'547
0.40	274'581

*Tabelle 1    Regularbeitsvermögen bei der alten Druckleitung*

Eine höhere Ausbauwassermenge wird nicht empfohlen, da nebst der teureren elektromechanischen Ausrüstung die Wirkungsgradeinbusse im Bereich der unteren Teillast stark ins Gewicht fällt.

Die in der Tabelle 1 dargestellten Werte werden in der Beilage 3 graphisch präsentiert.

## PUMPLEITUNG Ø 200 MM

Für den Fall einer Nutzung der bestehenden Frischwasserpumpleitung mit einem Durchmesser von 200 mm sind die Verluste um ein Vielfaches grösser. Die optimale Ausbauwassermenge liegt bei 43 l/s. Eine höhere Wassermenge wird durch die stärker zunehmenden Reibungsverluste zu einem geringeren Regelarbeitsvermögen führen. Für die Erzeugungsberechnung wird wiederum angenommen, dass keine Saughöhe verloren geht.

$Q_A$ in m <sup>3</sup> /s	Regelarbeitsvermögen in kWh
0.020	21'774
0.030	29'461
0.040	33'298
0.043	33'506
0.045	33'371

*Tabelle 2 Regelarbeitsvermögen bei der Pumpleitung*

Im Falle eines Aufberstens der bestehenden Pumpleitung von 200 mm auf 300 mm **müssen die erheblichen baulichen Risiken sehr ernst genommen werden**. Die folgende Tabelle stellt das Regelarbeitsvermögen dieser vorstellbaren Variante vor. Die optimale Ausbauwassermenge liegt hierbei bei 130 l/s. Eine höhere Wassermenge würde durch die stark zunehmenden Reibungskräfte erneut zu keinem grösseren Regelarbeitsvermögen führen.

$Q_A$ in m <sup>3</sup> /s	Regelarbeitsvermögen in kWh
0.05	55'807
0.10	94'244
0.12	100'857
0.13	101'729
0.14	100'793

*Tabelle 3 Regelarbeitsvermögen bei der auf 300 mm Durchmesser aufgeborstenen Pumpleitung*

## **Varianten**

Die folgenden vorgestellten Varianten unterscheiden sich dadurch, dass die Triebwasserdruckleitung bei der Variante A von der 700 mm Druckleitung gebildet wird, während sich die Variante B auf die bestehende 200 mm Pumpleitung basiert.

### **VARIANTE A (ALTE DRUCKLEITUNG ALS TRIEBWASSERDRUCKLEITUNG)**

Eine schematische Übersichtskarte dieser Variante befindet sich in der Beilage 4.

#### **FASSUNG:**

Diese Variante beinhaltet ein kleines Fassungsbecken bei der bestehenden Kanalsverzweigung (ca. 125 m unterhalb des Staubeckens) vor dem Eingang der betonierten ca. 34 m langen alten Druckleitung, welche anschliessend in ein Stahlrohr übergeht. Das Fassungsbecken ist mit einem Rechen, einem Schieber und einer Wasserstandsmessstelle ausgestattet, welche der Turbine zur Regelung und für den Überflutschutz dient.

Der ca. 125 m lange und oberhalb des Fassungsbeckens liegende Kanal wird gereinigt und geschlossen (z. Bsp. mit Platten abgedeckt, um Treib- und Geschiebmaterialien wie Moos und weitere sich im Kanal ansammelnde Materialien zu reduzieren).

Eine erhöhte Aufstauung beim Fassungsbecken kann durchaus rentabel sein. Bereits mit geringen baulichen Massnahmen kann eine Gefällserhöhung von einigen Dezimetern realisiert werden. Es gilt allerdings zu beachten, dass die Zuflusshöhen der eingehenden Leitungen im bestehenden Betonkanal genauer überprüft werden müssen, um einen allfälligen Wasserrückstau zu vermeiden, respektive als Ersatzlösung eine Überleitung zur Pumpleitung zu gewährleisten.

#### **DRUCKLEITUNG:**

Die alte Druckleitung wird gereinigt und mit einem polyethylenhaltigen und Nylon- und Polyestergeräten verstärkten Inliner versehen, welcher Druck inklusive Druckstösse langfristig sicher aufnimmt. Dies führt zu einer Reduktion des Durchmessers, welcher bei 650 mm angesetzt wird. Parallel zur alten Druckleitung müssen Kabel zur Regelung der Turbinenöffnung untergebracht werden, welche direkt im Scheitel der Druckleitung untergebracht werden können, alternativ aber auch in die Pumpleitung eingeleitet werden können. Als weitere Alternative kann auch das Handynetz zur Signalübermittlung genutzt werden.

#### **MASCHINENHAUS:**

Beim Maschinenhaus ist ein Anschluss der bestehenden alten Druckleitung an die Turbine vorgesehen, sowie eine automatisch schliessende Turbinenabschlussklappe und eine Bypassleitung mit automatisch öffnendem Abschlussorgan zur Entlastung im Hochwasserfall und einer folgenden Druckvernichtung (Blende, usw.). Auch eine Umleitung der Pumpleitung in den Unterwasserkanal ist vorgesehen. Nebst der elektromechanischen Ausrüstung ist auch der konstruktive Turbineneinbau finanziell berücksichtigt.

#### **HOCHWASSERENTLASTUNG:**

Im Falle von Abflussmengen, welche die Ausbauwassermenge von 300 l/s übersteigen, oder falls die Turbine abgestellt werden muss, dient der Bypass mit automatisch reguliertem Abschlussorgan zur Teil- respektive Vollentlastung. Das Schluckvermögen der alten Druckleitung über den Bypass ist mit über 2'000 l/s sehr hoch. Die Pumpleitung wird für den Normalbetrieb nicht genutzt und kann für andere Zwecke verwendet werden: Wasserableitung bei Wartungsarbeiten, Drainagen oder als Kabelrohr für das Wasserstandsignal usw.



## **VARIANTE B (PUMPLEITUNG ALS TRIEBWASSERDRUCKLEITUNG)**

Eine schematische Übersichtskarte dieser Variante befindet sich in der Beilage 5.

### **FASSUNG:**

Diese Variante beinhaltet ebenfalls ein Fassungsbecken bei der bestehenden Kanalsverzweigung (ca. 125 m unterhalb des Staubeckens). Das Fassungsbecken ist mit einem Rechen, einem Schieber bzw. Dammbalken und einer Wasserstandsmessstelle ausgestattet, welche der Turbine zur Regelung und für den Überflutschutz dient.

Das Fassungsbecken sieht einen Überfall zur bestehenden alten Druckleitung vor, da der Wasserzufluss die Ausbauwassermenge praktisch ständig übersteigen dürfte und somit nicht über den ARA-Kanal abgeleitet werden muss. Da die Abflusskapazität der alten Druckleitung bei über 2'000 l/s liegt, würde der ARA-Kanal praktisch nie verwendet werden müssen. Trotzdem kann ein zweiter gegenüber dem ersten Überfall deutlich höherer zweiter Überfall zum ARA-Kanal anvisiert werden, die baulichen Aufwendungen sind sehr gering.

Ein Ausfall der Pumpleitung benötigt keinerlei zusätzlicher Entlastungseinrichtungen, da die Durchflussmenge in der Pumpleitung im Vergleich zur Schluckfähigkeit der alten Druckleitung sehr gering ist.

Der ca. 125 m lange und oberhalb des Fassungsbeckens liegende Kanal wird gereinigt und geschlossen (z. Bsp. mit Platten abgedeckt, um Treib- und Geschiebmaterialien wie Moos und weitere sich im Kanal ansammelnde Materialien zu reduzieren).

### **DRUCKLEITUNG:**

Da die Pumpleitung als Frischwasserleitung unter Verwendung war, ist von einem guten Zustand auszugehen. Der Durchmesser beträgt 200 mm. Bis auf die Anschlüsse im Fassungs- und Maschinenhausbereich sind keine Investitionen notwendig. Parallel zur alten Druckleitung müssen hingegen Kabel zur Regelung der Turbinenöffnung untergebracht werden, wofür sich die alte Druckleitung anbietet.

### **MASCHINENHAUS:**

Die Pumpleitung wird im Maschinenhaus mit einem Schieber ausgestattet. Nebst der elektromechanischen Ausrüstung und dem Turbineneinbau wird die alte Druckleitung mit dem Unterwasserkanal verbunden. Aus finanziellen Überlegungen kann es interessant sein, eine umgekehrt laufende Pumpe für den Turbinenbetrieb zu berücksichtigen.

### **HOCHWASSERENTLASTUNG:**

Da die Ausbauwassermenge durch den geringen Durchmesser der Pumpleitung stark eingeschränkt ist, kann nur ein kleiner Teil des Durchflusses zur Energieproduktion verwendet werden. Zur Entlastung ist im Fassungsbecken ein Anschluss an die bestehende alte Druckleitung unabdingbar. Jene Leitung besitzt ein Schluckvermögen von über 2'000 l/s und genügt somit den Anforderungen.

## **UNTERVARIANTEN, SENSITIVITÄTEN**

Die vorhandenen Infrastrukturen und die gegebene Topographie erlauben Abweichungen von den beiden oben genannten Varianten A und B. Einige diskutierte und nahe liegende Untervarianten werden aufgezeigt.

### **Untervariante A1 (UV A1): Verlängerung der Variante A**

Diese Untervariante beabsichtigt zwecks Erhöhung des Stauziels um knapp 2 Meter mittels einer Verlängerung der alten Druckleitung bis zum Staubecken beim Südportal des BLS-Tunnels. Der Durchmesser von 650 mm bleibt dabei unverändert. Bezüglich der Kosten sind im Vergleich zur Variante A nur Veränderungen durch die neu zu errichtende Druckleitung, der etwas längere Kabelweg sowie eine etwas leistungsstärkere Turbine zu erwarten.

Dieser Untervariante entgehen gegenüber der Variante A einige kleine Wasserzuflüsse im oberen Kanalbereich. Als kostengünstigere Alternative kann eine entsprechende Erhöhung der Ufermauern des bestehenden Betonkanals (abgedeckt) geprüft werden (ästhetische Nachteile). Damit keine Ablaufprobleme in den seitlichen Einlaufkanälen des aufgestauten Betonkanals erfolgen, kann sich eine Umleitung dieser Zuleitungen zur Pumpleitung als unumgänglich erweisen.

#### **Untervariante A2 (UV A2): Variante A ohne Sanierung durch Inliner**

Diese Untervariante basiert ebenfalls auf die Variante A, wobei die Kosten des Inliners entfallen. Die alte Druckleitung wird lediglich gereinigt und durch regelmässige Kontrollen adäquat gewartet. Ein hohes Restrisiko kann nicht ausgeschlossen werden (Leaks, ev. lokales Bersten, kurze Lebensdauer). Damit beim Bau nicht unerwartete Kosten für den Anschluss noch unbekannter Wassereinleitungen entstehen, sollte die Leitung detailliert untersucht werden (genaueres Video oder Durchkriechen).

#### **Untervariante B1 (UV B1): Aufbersten der Variante B**

Hierbei handelt es sich um ein Aufbersten der bestehenden Pumpleitung von 200 mm auf 300 mm Durchmesser. Diese Aufweitung verringert die Reibungsverluste massiv, ist jedoch ebenfalls als kostenintensiv einzustufen. Ein Aufbersten ist immer mit grossen Risiken verbunden.

### **Wirtschaftlichkeit**

Die Wirtschaftlichkeit der aufgezeigten Varianten wird in den folgenden Unterpunkten genauer abgeschätzt. Der kalkulatorische Zinssatz von 5 % sowie die Laufzeit der baulichen und elektromechanischen Anlageteile von jeweils 25 Jahren wurden als konstante Werte / Inputgrössen verwendet (gemäss Angaben in den Beilagen 11 bis 15).

#### **VARIANTE A (ALTE DRUCKLEITUNG ALS TRIEBWASSERDRUCKLEITUNG)**

Die getroffenen Annahmen der Kosten beruhen hauptsächlich auf Schätzungen. Bei geschätzten

- CHF 240'000.- für die baulichen Anlageteile (Fassung, Einlaufschütze, Kanalabdeckung, Messstelle, Inliner inkl. Reinigung, Kabelweg, Umgestaltungen beim Maschinenhaus sowie Turbineneinbau) und
- CHF 250'000.- für die elektromechanische Ausrüstung

entstünden unter Berücksichtigung von Mehrkosten (Kleinarbeiten, Diverses, Unvorhergesehenes, Ingenieurarbeiten und weitere direkte Bauherrenkosten) **Gesamtkosten von CHF 735'000.-.**

Der jährliche Aufwand von CHF 72'500.- setzt sich aus dem Kapitaldienst (CHF 52'200.-) und den Betriebs- und Unterhaltskosten (CHF 20'300.-) zusammen.

Bei einer installierten Leistung von **39 kW** und einer jährlichen Energieproduktion von knapp **270'000 kWh** resultiert eine Einspeisevergütung von rund **30 Rp./kWh** (siehe Beilage 6). Insbesondere dürfte sich der darin enthaltene Wasserbau-Bonus von 4 Rp./kWh vorteilhaft auswirken.

**Die Energiegestehungskosten belaufen sich auf 27 Rp./kWh.** Die Details dieser Berechnungen sind aus der Beilage 11 ersichtlich.

Einem jährlichen Aufwand von CHF 72'500.- inklusive Betrieb und Unterhalt steht ein jährlicher Ertrag von knapp CHF 80'900.- gegenüber, wobei ein **jährlicher Gewinn von CHF 8'400.-** übrig bleibt.

## VARIANTE B (PUMPLEITUNG ALS TRIEBWASSERDRUCKLEITUNG)

Bei geschätzten Kosten von

- CHF 55'000.- für die baulichen Anlageteile (Fassung, Einlaufschütze, Kanalabdeckung, Messstelle, Kabelweg, Umgestaltungen beim Maschinenhaus und Turbineneinbau) und
- CHF 60'000.- für die elektromechanische Ausrüstung

entstünden unter Berücksichtigung von Mehrkosten (Kleinarbeiten, Diverses, Unvorhergesehenes, Ingenieurarbeiten und weitere direkte Bauherrenkosten) **Gesamtkosten von CHF 172'500.-**.

Der jährliche Aufwand von CHF 25'600.- setzt sich aus dem Kapitaldienst (CHF 12'200.-) und den Betriebs- und Unterhaltskosten (CHF 13'400.-) zusammen.

Bei einer wesentlich kleineren Leistung von **nur 4 kW** mit einer jährlichen Energieproduktion von **33'500 kWh** resultiert eine Einspeisevergütung von knapp **31.5 Rp./kWh** (siehe Beilage 7). Diese Variante würde aufgrund des kleinen Investitionsvolumens in die wasserbaulichen Anlageteile zu keinem Wasserbau-Bonus berechtigen.

**Die Energiegestehungskosten belaufen sich auf 76.5 Rp./kWh.** Eine genaue Aufzeichnung dieser Berechnung befindet sich in der Beilage 12.

Der jährliche Aufwand von ca. CHF 25'600.- fällt im Vergleich zur Variante A selbstverständlich viel billiger aus. Unter der Annahme eines jährlichen Ertrages von CHF 10'500.- beläuft sich der **jährliche Verlust auf CHF 15'100.-**.

## UNTERVARIANTEN

### Untervariante A1 (UV A1): Verlängerung der Variante A

Mit den geschätzten Kosten von

- CHF 305'000.- für die baulichen Anlageteile (Fassung beim Staubecken, Einlaufschütze, Kanalabdeckung, Messstelle, Verlängerung der Druckleitung, Inliner inkl. Reinigung, Kabelweg, Umgestaltungen beim Maschinenhaus sowie Turbineneinbau) und
- CHF 275'000.- für die elektromechanische Ausrüstung

entstünden unter Berücksichtigung von Mehrkosten (Kleinarbeiten, Diverses, Unvorhergesehenes, Ingenieurarbeiten und weitere direkte Bauherrenkosten) **Gesamtkosten von CHF 870'000.-**.

Der jährliche Aufwand von CHF 85'000.- setzt sich aus dem Kapitaldienst (CHF 61'700.-) und den Betriebs- und Unterhaltskosten (CHF 23'300.-) zusammen.

Bei einer installierten Leistung von **43 kW** und einer jährlichen Energieproduktion von knapp **300'000 kWh** resultiert eine Einspeisevergütung von gut **29.5 Rp./kWh** (siehe Beilage 8). Auf den darin enthaltenen Wasserbau-Bonus von 4 Rp./kWh kann bei dieser Variante gezählt werden.

**Die Energiegestehungskosten belaufen sich auf 28.5 Rp./kWh.** Die Details dieser Berechnungen sind aus der Beilage 13 ersichtlich.

Einem jährlichen Aufwand von CHF 85'000.- inklusive Betrieb und Unterhalt steht ein jährlicher Ertrag von CHF 88'300.- gegenüber, wobei ein **jährlicher Gewinn von CHF 3'300.-** übrig bleibt.

## **Untervariante A2 (UV A2): Variante A ohne Sanierung durch Inliner**

Bei geschätzten Kosten von

- CHF 100'000.- für die baulichen Anlageteile (Fassung beim Staubecken, Einlaufschütze, Kanalabdeckung, Messstelle, Reinigung der alten Druckleitung, Kabelweg, Umgestaltungen beim Maschinenhaus sowie Turbineneinbau) und
- CHF 250'000.- für die elektromechanische Ausrüstung

entstünden unter Berücksichtigung von Mehrkosten (Kleinarbeiten, Diverses, Unvorhergesehenes, Ingenieurarbeiten und weitere direkte Bauherrenkosten) **Gesamtkosten von CHF 525'000.-**.

Der jährliche Aufwand von CHF 70'400.- setzt sich aus dem Kapitaldienst (CHF 37'300.-) und den Betriebs- und Unterhaltskosten (CHF 33'100.-) zusammen.

Bei einer installierten Leistung von **39 kW** und einer jährlichen Energieproduktion von knapp **270'000 kWh** resultiert eine Einspeisevergütung von **26 Rp./kWh** (siehe Beilage 9). Auf den Wasserbau-Bonus von 4 Rp./kWh kann bei dieser Variante nicht gezählt werden.

**Die Energiegestehungskosten belaufen sich auf 26.1 Rp./kWh.** Die Details dieser Berechnungen sind aus der Beilage 14 ersichtlich.

Einem jährlichen Aufwand von CHF 70'400.- inklusive Betrieb und Unterhalt steht ein jährlicher Ertrag von CHF 70'100.- gegenüber, wobei ein **jährlicher Verlust von CHF 300.-** resultiert.

## **Untervariante B1 (UV B1): Aufbersten der Variante B**

Mit den geschätzten Kosten von

- CHF 260'000.- für die baulichen Anlageteile (Fassung, Einlaufschütze, Kanalabdeckung, Messstelle, Aufbersten, Kabelweg, Umgestaltungen beim Maschinenhaus und Turbineneinbau) und
- CHF 120'000.- für die elektromechanische Ausrüstung

entstünden unter Berücksichtigung von Mehrkosten (Kleinarbeiten, Diverses, Unvorhergesehenes, Ingenieurarbeiten und weitere direkte Bauherrenkosten) **Gesamtkosten von CHF 570'000.-**.

Der jährliche Aufwand von CHF 70'000.- setzt sich aus dem Kapitaldienst (CHF 40'400.-) und den Betriebs- und Unterhaltskosten (CHF 29'600.-) zusammen.

Bei einer Leistung von nur **12 kW** mit einer jährlichen Energieproduktion von knapp **102'000 kWh** resultiert eine Einspeisevergütung von knapp **34.5 Rp./kWh** (siehe Beilage 10). Diese Variante enthält aufgrund des massiven Investitionsvolumens in die wasserbaulichen Anlageteile einen Wasserbau-Bonus von 4 Rp./kWh.

**Die Energiegestehungskosten belaufen sich auf knapp 69.0 Rp./kWh.** Eine genaue Aufzeichnung dieser Berechnung befindet sich in der Beilage 15.

Der jährliche Aufwand von ca. CHF 70'000.- fällt im Verhältnis zur kleinen installierten Leistung sehr hoch aus. Unter der Annahme eines jährlichen Ertrages von CHF 34'900.- beläuft sich der **jährliche Verlust auf CHF 35'100.-**.

## Resultate und Empfehlung

Die untenstehende Tabelle 4 zeigt die wichtigsten Kennzahlen der beiden Hauptvarianten auf. Detailliertere Informationen können aus den Beilagen 11 und 12 bezogen werden.

	<b>Variante A</b> Alte Druckleitung 650 mm mit Inliner saniert		<b>Variante B</b> Pumpleitung 200 mm wie vorhanden	
Total Anlagekosten	CHF	735'000.00	CHF	172'500.00
Jährlicher Aufwand	CHF	72'475.00	CHF	25'627.00
Jährlicher Ertrag	CHF	80'891.00	CHF	10'524.00
Jährlicher Gewinn	CHF	8'416.00	CHF	-15'103.00
Energiegestehungskosten	Rp./kWh	26.90	Rp./kWh	76.50
Kosten pro installierte Leistung	CHF/kW	18'846.00	CHF/kW	43'125.00

*Tabelle 4 Kenndaten der beiden Varianten*

Die Kenndaten dieser beiden Varianten sprechen für sich. Mit Energiegestehungskosten von 76.5 Rp./kWh fällt die Verwendung der Pumpleitung in dieser Form ausser Betracht. Ein Aufbersten der Pumpleitung (Untervariante B1) vom bestehenden Durchmesser von 200 mm auf 300 mm bewirkt eine Energieproduktionssteigerung um mehr als 200 % auf knapp 102'000 kWh (siehe Beilage 15). Die mit dem Aufbersten verbundenen Kosten zerschlagen den Ertragsgewinn allerdings markant, so dass der jährliche Verlust mehr als doppelt so gross ist im Vergleich zur unbehandelten Pumpleitung der Variante B. Ohnehin ist ein Aufbersten ein risikoreiches Unterfangen, so dass von dieser Variante abgeraten wird.

Die Variante A hingegen kann als wirtschaftlich eingestuft werden. In der Basisvariante mit einer Fassung ca. 125 m unterhalb des Staubeckens dürfte ein jährlicher Gewinn von ca. CHF 8'400 erwartet werden. Eine zusätzliche Nutzung des Gefälles zwischen dem geplanten Fassungsstandort und dem bestehenden Staubecken beim südlichen Tunnelportal (Untervariante A1) mittels einer Verlängerung der Druckleitung erweist sich als wenig wirtschaftlich, da die Energiegestehungskosten erhöht werden, und gleichzeitig der jährliche Gewinn auf CHF 3'300.- schrumpft. Eine erweiterte Untervariante unter Berücksichtigung einer Erhöhung der Ufermauern des bestehenden Betonkanals wird wirtschaftlich gesehen interessanter sein.

Die Untervariante A2, welche keine Sanierung der alten Druckleitung vorsieht, schneidet nicht sonderlich gut ab. Zuerst müsste die alte Druckleitung gereinigt werden, gefolgt von einer Befahrung, welche abklären soll, dass keine wesentlichen Schäden vorhanden sind. Erst bei positivem Ergebnis kann diese Untervariante weiterverfolgt werden, welche sich jedoch wirtschaftlich gegenüber der Variante A nicht durchzusetzen vermag, da das hohe Restrisiko bleibt. Erhöhte Kontrollen und Überwachungen sind unabdingbar. Diese Untervariante wird als technisch-finanzielles "Abenteuer" eingestuft.

**Aufgrund von wirtschaftlichen Überlegungen und den hydraulischen und technischen Vorteilen einer Nutzung der alten Druckleitung (Variante A) als Triebwasserleitung empfiehlt die Firma ITECO eine Sanierung der alten Druckleitung mit einem Inliner.**

### Sensitivität

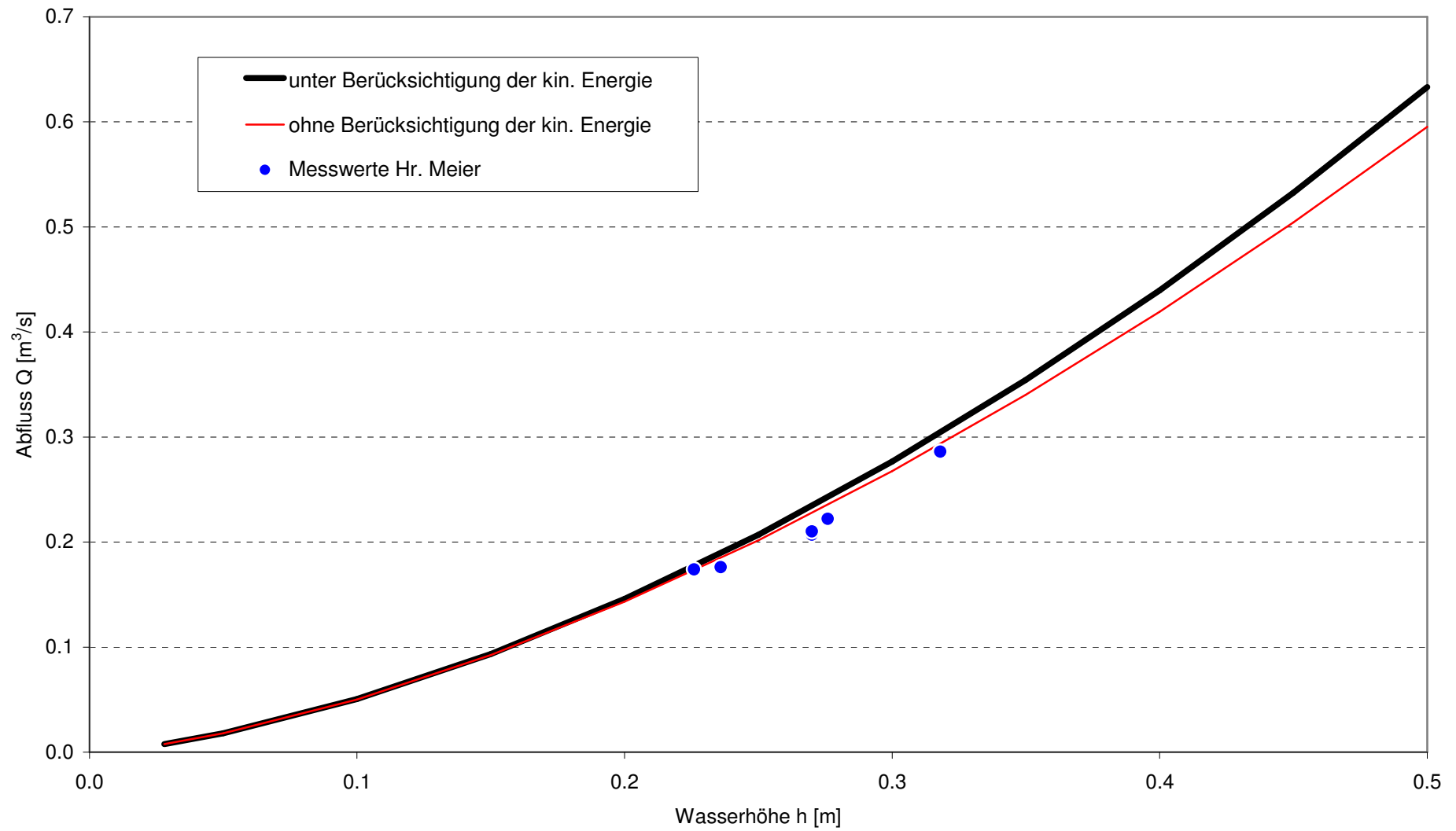
Der Gewinn ist stark von der auf April 2008 erwarteten definitiven Regelung der Tarife (EnV) abhängig. Es ist jedoch nicht zu erwarten, dass die damit kommenden Veränderungen der Vergütungen die Beurteilung der Varianten verändert.

### **Empfehlung für das weitere Vorgehen:**

- Abklärung bezüglich Netzeinspeisung (Kosten?)
- Ermittlung der Grundwasserpegel und der Verhältnisse im Unterwasserkanal
- "Begehung" betreffend Wassereinleitungen oder sehr sorgfältiges Video und exakte Aufnahme aller Einleitungen
- Untersuchung der Untervarianten und entsprechende Vorentscheidungen
- Informationsbeschaffung über alle betroffenen Werkleitungen
- Bei Inliner: Abklärung Verfahren und Unternehmer: Zwischenangriffe notwendig?
- Bauanfrage (resp. entsprechendes lokales Verfahren) zwecks Ermittlung aller Rahmenbedingungen für das Bewilligungsverfahren
- Bewilligungsverfahren mit entsprechenden Unterlagen
- usw.

## Beilage 1

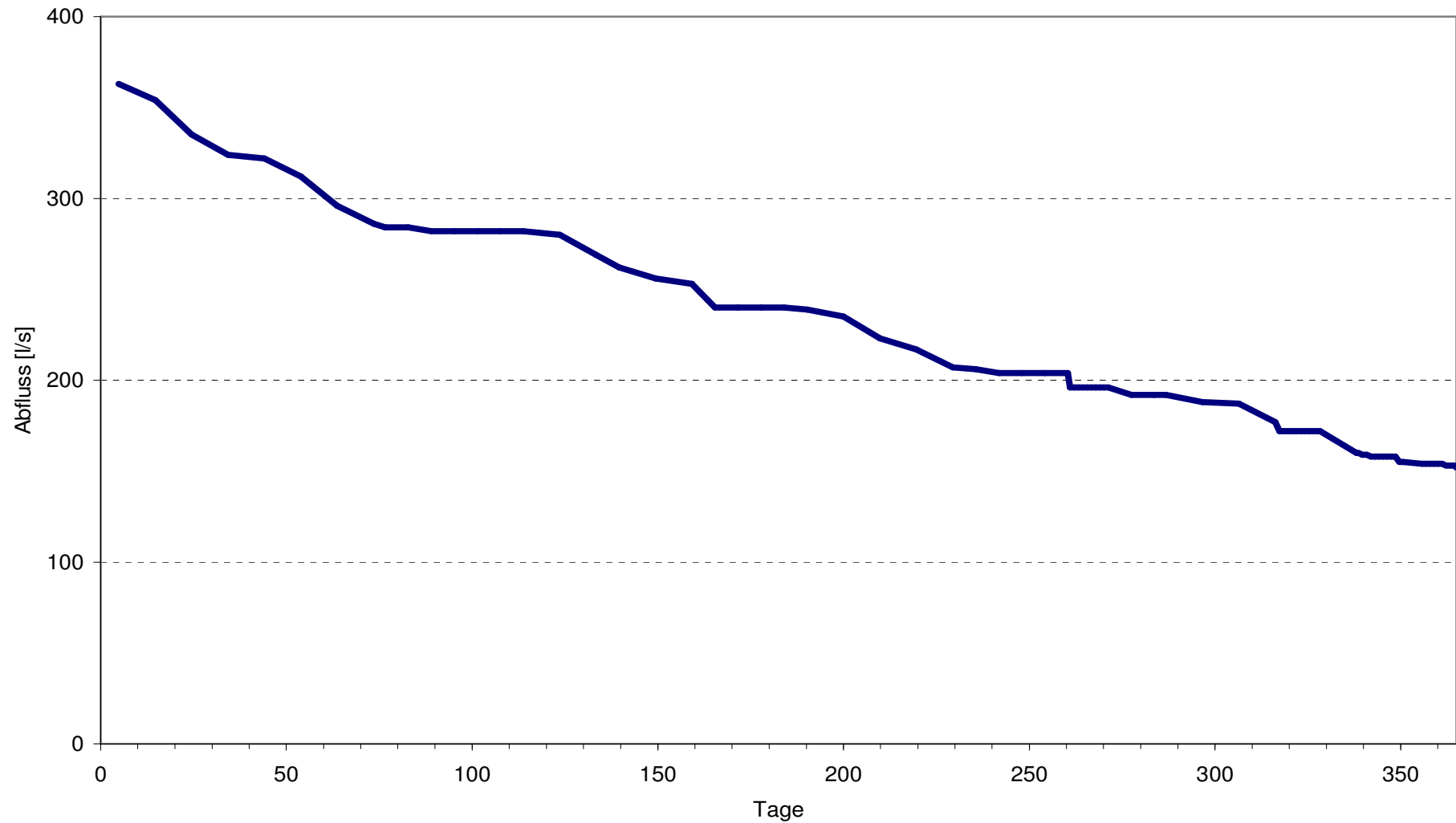
Beziehung Q-h



## Beilage 2

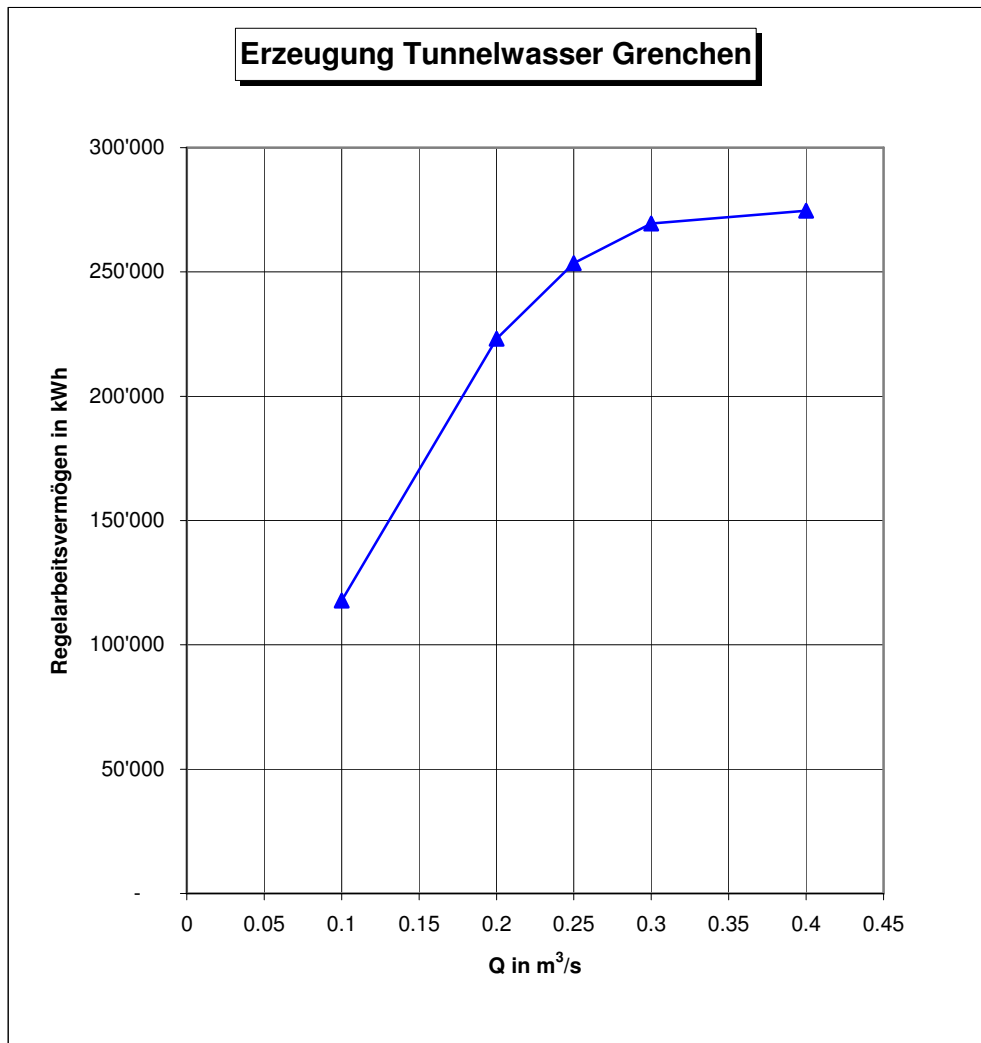
### Dauerlinie KW Grenchen

Basis: Messungen von Hr. Meier; Aufteilung in 4 Jahresperioden (01.01. - 14.07. / 15.07. - 16.11. / 17.11. - 09.12. / 10.12. - 31.12.); Erstellung der Dauerkurven für jede der 4 Jahresperioden (für sämtlichen vorhandenen Jahre); Dauerkurven (arithmetischer Mittelwert) der 4 Jahresperioden; Gewichtung entsprechend Zeitintervall; Anordnung der Messwerte nach Grösse unter Berücksichtigung der entsprechenden Zeitintervallzugehörigkeit.





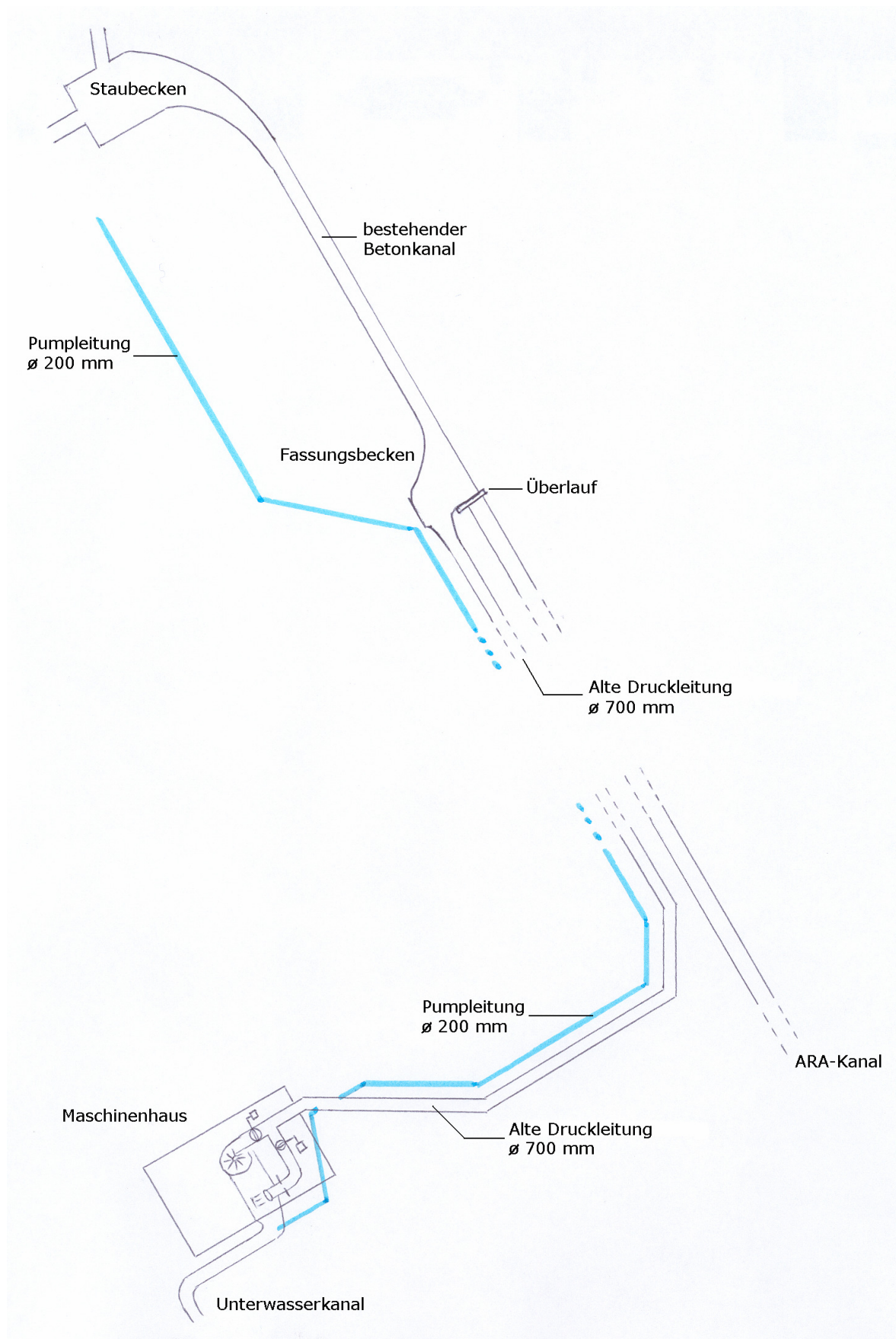
## Beilage 3



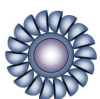
Durchmesser: 0.65 m

$Q_A$ in m <sup>3</sup> /s	Regelarbeitsvermögen in kWh
0.10	117'815
0.20	223'074
0.25	253'513
0.30	269'547
0.40	274'581

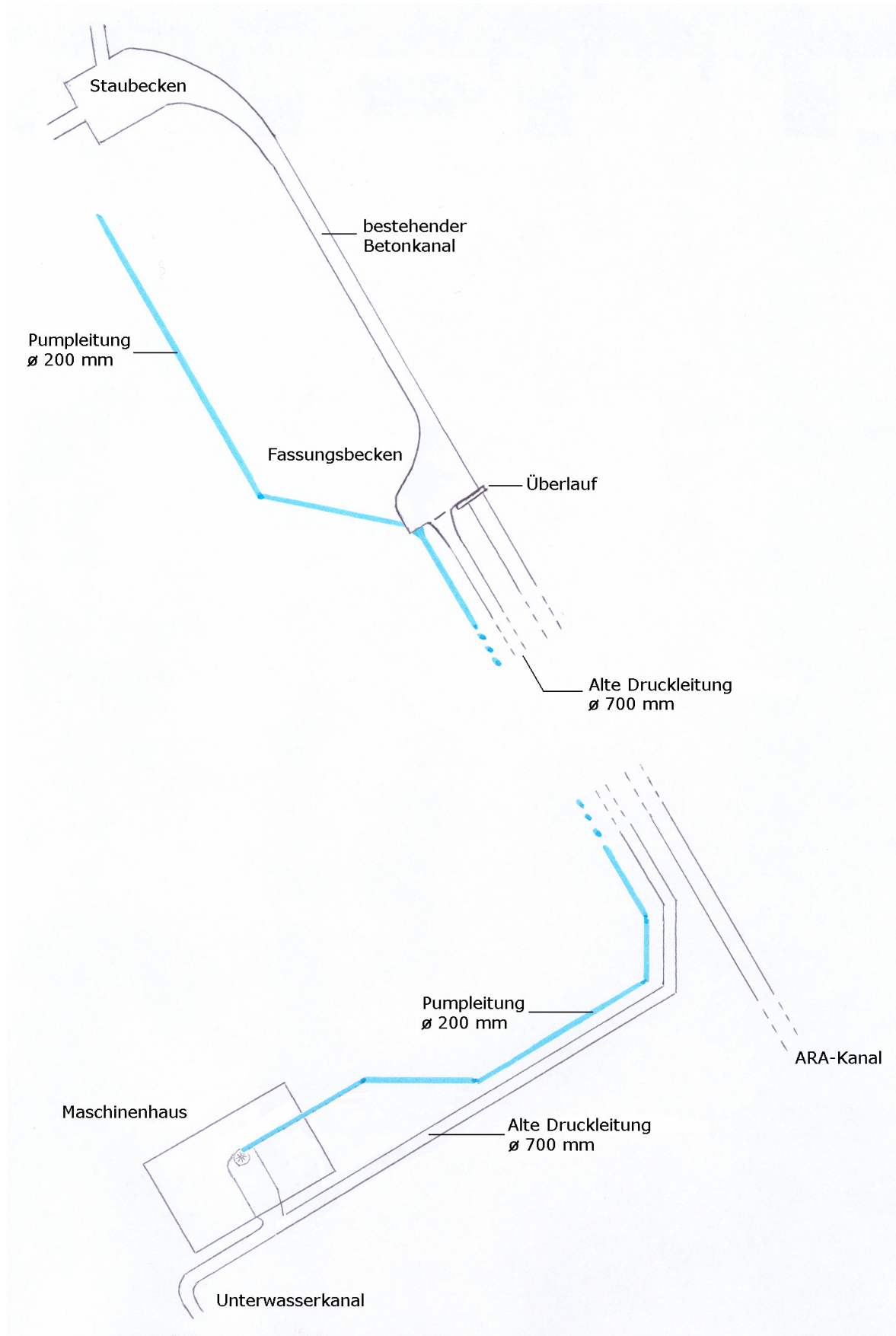
## Beilage 4



Variante A - Alte Druckleitung als Triebwasserdruckleitung



## Beilage 5



Variante B - Pumpleitung als Triebwasserdruckleitung



## Beilage 6

### Berechnung der Einspeisevergütung für Kleinwasserkraftwerke

#### Alte Druckleitung Ø 650 mm mit Inliner saniert (Variante A)

Projektname:	Tunnelwasser Grenchen
Projektbetreiber / Projektbesitzer:	Solothurn
Kanton:	Sickerwasser Bahntunnel
Gewässer:	Revitalisierung
Projektart:	
Gesamtinvestitionen:	735'000 CHF
Investitionen in Wasserbau & Druckleitung:	262'500 CHF
Anteil Wasserbau an Gesamtinvestitionen:	36 %
Installierte Leistung:	39 kW <sub>el</sub>
Brutto Fallhöhe:	16 m
Jährlich produzierte Elektrizität:	269'547 kWh
Zeitstunden pro Kalenderjahr:	8'760 h
Äquivalente Leistung:	30.77 kW
Grundvergütung:	22.60 Rp./kWh
Druckstufen-Bonus:	3.41 Rp./kWh
Wasserbau-Bonus:	4.00 Rp./kWh
Total zu erwartende Einspeisevergütung:	30.01 Rp./kWh
Jährlicher Ertrag aus Stromeinspeisung:	80'880.72 Fr./Jahr

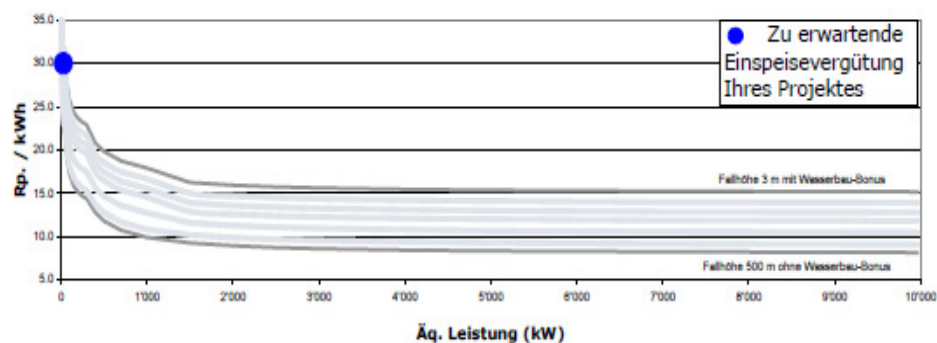
### Eckdaten zur Berechnung der Einspeisevergütung für Kleinwasserkraftwerke

#### Grundvergütung, Wasserbau- und Druckstufen-Bonus:

Äquivalente Leistungsklasse	Grundvergütung (Rp./kWh)	Wasserbau-Bonus (Rp./kWh)
≤ 10 kW	28	6.0
≤ 50 kW	20	4.0
≤ 300 kW	13	3.0
≤ 1000 kW	8	2.5
≤ 10000 kW	5	1.5

Fallhöhenklasse	Druckstufen-Bonus (Rp./kWh)
≤ 5 m	5.5
≤ 10 m	3.0
≤ 20 m	2.0
≤ 50 m	1.5
≤ 100 m	1.0
≤ 250 m	0.5
≥ 250 m	0.0

### Graphische Darstellung der kostendeckenden Einspeisevergütungen



Die Berechnungen basieren auf dem geänderten Art. 7a des Energiegesetzes und resultierendem Vernehmlassungsentwurf der Energieverordnung (EnV) vom 27. Juni 2007. **OHNE GEWÄHR**

Weitere Informationen zur Kleinwasserkraft: [www.iskb.ch](http://www.iskb.ch) [www.iteco.ch](http://www.iteco.ch)



## Beilage 7

### Berechnung der Einspeisevergütung für Kleinwasserkraftwerke

#### Pumpleitung Ø 200 mm (Variante B)

Projektname:	Tunnelwasser Grenchen
Projektbetreiber / Projektbesitzer:	Solothurn
Kanton:	Sickerwasser Bahntunnel
Gewässer:	Revitalisierung
Projektart:	
Gesamtinvestitionen:	172'500 CHF
Investitionen in Wasserbau & Druckleitung:	37'500 CHF
Anteil Wasserbau an Gesamtinvestitionen:	22 %
Installierte Leistung:	4 kW <sub>el</sub>
Brutto Fallhöhe:	16 m
Jährlich produzierte Elektrizität:	33'506 kWh
Zeitstunden pro Kalenderjahr:	8'760 h
Äquivalente Leistung:	3.82 kW
Grundvergütung:	28.00 Rp./kWh
Druckstufen-Bonus:	3.41 Rp./kWh
Wasserbau-Bonus:	0.00 Rp./kWh
Total zu erwartende Einspeisevergütung:	31.41 Rp./kWh
Jährlicher Ertrag aus Stromeinspeisung:	10'522.98 Fr./Jahr

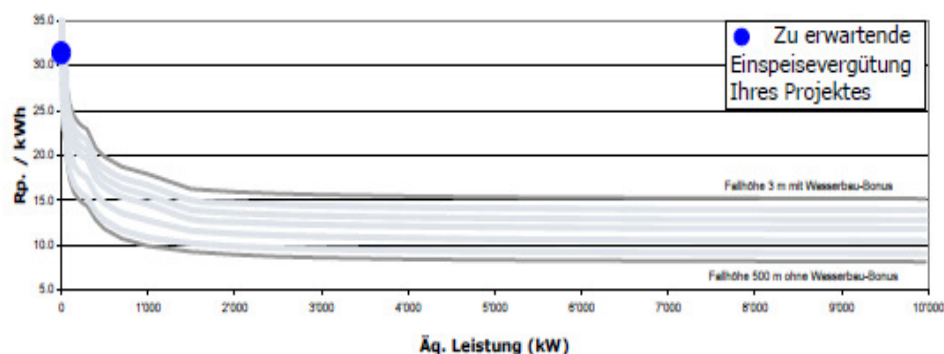
### Eckdaten zur Berechnung der Einspeisevergütung für Kleinwasserkraftwerke

#### Grundvergütung, Wasserbau- und Druckstufen-Bonus:

Äquivalente Leistungsklasse	Grundvergütung (Rp./kWh)	Wasserbau-Bonus (Rp./kWh)
≤ 10 kW	28	6.0
≤ 50 kW	20	4.0
≤ 300 kW	13	3.0
≤ 1000 kW	8	2.5
≤ 10000 kW	5	1.5

Fallhöhenklasse	Druckstufen-Bonus (Rp./kWh)
≤ 5 m	5.5
≤ 10 m	3.0
≤ 20 m	2.0
≤ 50 m	1.5
≤ 100 m	1.0
≤ 250 m	0.5
≥ 250 m	0.0

### Graphische Darstellung der kostendeckenden Einspeisevergütungen



Die Berechnungen basieren auf dem geänderten Art. 7a des Energiegesetzes und resultierendem Vernehmlassungsentwurf der Energieverordnung (EnV) vom 27. Juni 2007.

**OHNE GEWÄHR**

Weitere Informationen zur Kleinwasserkraft:

[www.iskb.ch](http://www.iskb.ch)

[www.iteco.ch](http://www.iteco.ch)

## Beilage 8

### Berechnung der Einspeisevergütung für Kleinwasserkraftwerke

**Alte Druckleitung Ø 650 mm mit Inliner saniert und bis zum Staubecken verlängert (UV A1)**

Projektname:	<b>Tunnelwasser Grenchen</b>
Projektbetreiber / Projektbesitzer:	<b>Solothurn</b>
Kanton:	<b>Sickerwasser Bahntunnel</b>
Gewässer:	<b>Revitalisierung</b>
Projektart:	
Gesamtinvestitionen:	870'000 CHF
Investitionen in Wasserbau & Druckleitung:	360'000 CHF
Anteil Wasserbau an Gesamtinvestitionen:	41 %
Installierte Leistung:	43 kW <sub>el</sub>
Brutto Fallhöhe:	18 m
Jährlich produzierte Elektrizität:	298'360 kWh
Zeitstunden pro Kalenderjahr:	8'760 h
Äquivalente Leistung:	34.06 kW
Grundvergütung:	22.35 Rp./kWh
Druckstufen-Bonus:	3.25 Rp./kWh
Wasserbau-Bonus:	4.00 Rp./kWh
Total zu erwartende Einspeisevergütung:	<b>29.60 Rp./kWh</b>
Jährlicher Ertrag aus Stromeinspeisung:	<b>88'311.10 Fr./Jahr</b>

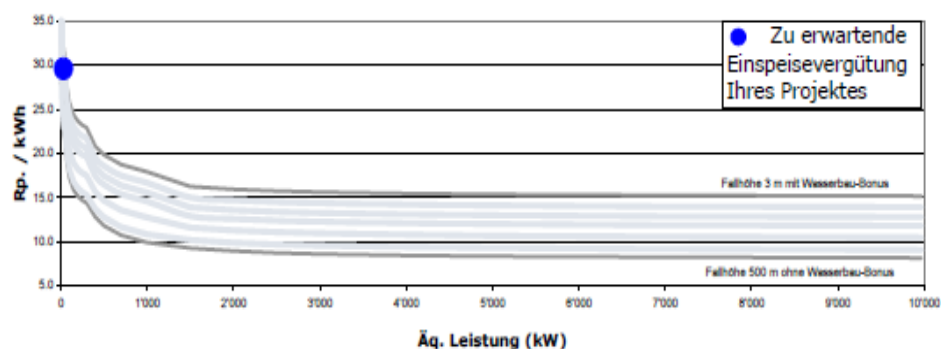
### Eckdaten zur Berechnung der Einspeisevergütung für Kleinwasserkraftwerke

**Grundvergütung, Wasserbau- und Druckstufen-Bonus:**

Äquivalente Leistungsklasse	Grundvergütung (Rp./kWh)	Wasserbau-Bonus (Rp./kWh)
≤ 10 kW	28	6.0
≤ 50 kW	20	4.0
≤ 300 kW	13	3.0
≤ 1000 kW	8	2.5
≤ 10000 kW	5	1.5

Fallhöhenklasse	Druckstufen-Bonus (Rp./kWh)
≤ 5 m	5.5
≤ 10 m	3.0
≤ 20 m	2.0
≤ 50 m	1.5
≤ 100 m	1.0
≤ 250 m	0.5
≥ 250 m	0.0

### Graphische Darstellung der kostendeckenden Einspeisevergütungen



Die Berechnungen basieren auf dem geänderten Art. 7a des Energiegesetzes und resultierendem Vernehmlassungsentwurf der Energieverordnung (EnV) vom 27. Juni 2007. **OHNE GEWÄHR**

Weitere Informationen zur Kleinwasserkraft: [www.iskb.ch](http://www.iskb.ch) [www.iteco.ch](http://www.iteco.ch)



## Beilage 9

### Berechnung der Einspeisevergütung für Kleinwasserkraftwerke

#### Alte Druckleitung Ø 650 mm ohne Inlining (UV A2)

Projektname:	Tunnelwasser Grenchen
Projektbetreiber / Projektbesitzer:	Solothurn
Kanton:	Sickerwasser Bahntunnel
Gewässer:	Revitalisierung
Projektart:	
Gesamtinvestitionen:	525'000 CHF
Investitionen in Wasserbau & Druckleitung:	60'000 CHF
Anteil Wasserbau an Gesamtinvestitionen:	11 %
Installierte Leistung:	39 kW <sub>el</sub>
Brutto Fallhöhe:	16 m
Jährlich produzierte Elektrizität:	269'547 kWh
Zeitzstunden pro Kalenderjahr:	8'760 h
Äquivalente Leistung:	30.77 kW
Grundvergütung:	22.60 Rp./kWh
Druckstufen-Bonus:	3.41 Rp./kWh
Wasserbau-Bonus:	0.00 Rp./kWh
Total zu erwartende Einspeisevergütung:	26.01 Rp./kWh
Jährlicher Ertrag aus Stromeinspeisung:	70'098.84 Fr./Jahr

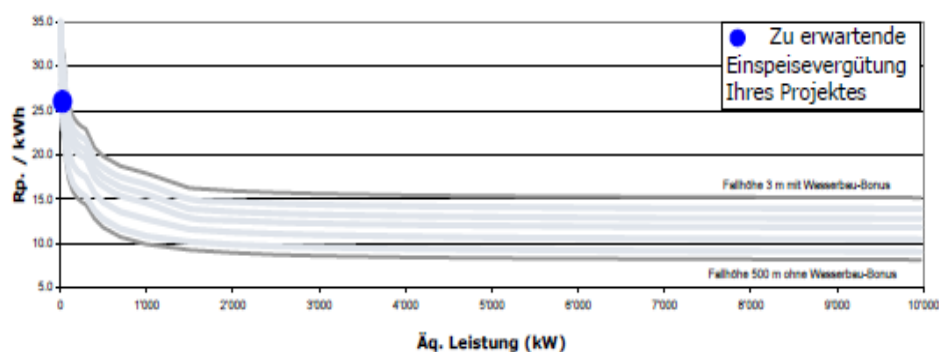
### Eckdaten zur Berechnung der Einspeisevergütung für Kleinwasserkraftwerke

#### Grundvergütung, Wasserbau- und Druckstufen-Bonus:

Äquivalente Leistungsklasse	Grundvergütung (Rp./kWh)	Wasserbau-Bonus (Rp./kWh)
≤ 10 kW	28	6.0
≤ 50 kW	20	4.0
≤ 300 kW	13	3.0
≤ 1000 kW	8	2.5
≤ 10000 kW	5	1.5

Fallhöhenklasse	Druckstufen-Bonus (Rp./kWh)
≤ 5 m	5.5
≤ 10 m	3.0
≤ 20 m	2.0
≤ 50 m	1.5
≤ 100 m	1.0
≤ 250 m	0.5
≥ 250 m	0.0

### Graphische Darstellung der kostendeckenden Einspeisevergütungen



Die Berechnungen basieren auf dem geänderten Art. 7a des Energiegesetzes und resultierendem Vernehmlassungsentwurf der Energieverordnung (EnV) vom 27. Juni 2007.

**OHNE GEWÄHR**

Weitere Informationen zur Kleinwasserkraft:

[www.iskb.ch](http://www.iskb.ch)

[www.iteco.ch](http://www.iteco.ch)



## Beilage 10

### Berechnung der Einspeisevergütung für Kleinwasserkraftwerke

#### Pumpleitung auf Ø 300 mm aufgeborsten (UV B1)

Projektname:	Tunnelwasser Grenchen
Projektbetreiber / Projektbesitzer:	Solothurn
Kanton:	Sickerwasser Bahntunnel
Gewässer:	Revitalisierung
Projektart:	
Gesamtinvestitionen:	570'000 CHF
Investitionen in Wasserbau & Druckleitung:	330'000 CHF
Anteil Wasserbau an Gesamtinvestitionen:	58 %
Installierte Leistung:	12 kW <sub>el</sub>
Brutto Fallhöhe:	16 m
Jährlich produzierte Elektrizität:	101'729 kWh
Zeitstunden pro Kalenderjahr:	8'760 h
Äquivalente Leistung:	11.61 kW
Grundvergütung:	26.89 Rp./kWh
Druckstufen-Bonus:	3.41 Rp./kWh
Wasserbau-Bonus:	4.00 Rp./kWh
Total zu erwartende Einspeisevergütung:	34.30 Rp./kWh
Jährlicher Ertrag aus Stromeinspeisung:	34'888.10 Fr./Jahr

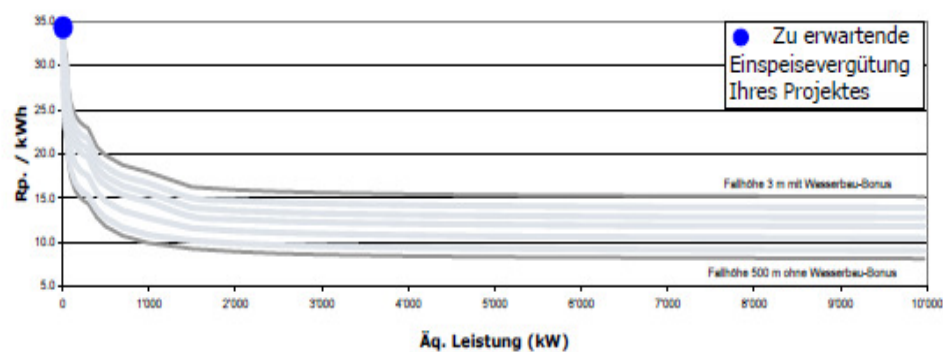
### Eckdaten zur Berechnung der Einspeisevergütung für Kleinwasserkraftwerke

#### Grundvergütung, Wasserbau- und Druckstufen-Bonus:

Äquivalente Leistungsklasse	Grundvergütung (Rp./kWh)	Wasserbau-Bonus (Rp./kWh)
≤ 10 kW	28	6.0
≤ 50 kW	20	4.0
≤ 300 kW	13	3.0
≤ 1000 kW	8	2.5
≤ 10000 kW	5	1.5

Fallhöhenklasse	Druckstufen-Bonus (Rp./kWh)
≤ 5 m	5.5
≤ 10 m	3.0
≤ 20 m	2.0
≤ 50 m	1.5
≤ 100 m	1.0
≤ 250 m	0.5
≥ 250 m	0.0

### Graphische Darstellung der kostendeckenden Einspeisevergütungen



Die Berechnungen basieren auf dem geänderten Art. 7a des Energiegesetzes und resultierendem Vernehmlassungsentwurf der Energieverordnung (EnV) vom 27. Juni 2007. **OHNE GEWÄHR**

Weitere Informationen zur Kleinwasserkraft:

[www.iskb.ch](http://www.iskb.ch)

[www.iteco.ch](http://www.iteco.ch)





## Beilage 11

## Kleinwasserkraftwerk Tunnelwasser, Grenchen Variante A "Alte Druckleitung Ø 650 mm saniert"

## Wirtschaftlichkeitsrechnung

Fremdkap.-verzins.	5.5	Beispiel	39 kW (Vollast = Nennlast)
Kalkul. Eigenkap.-verzins.	4.5	Beispiel: Benchmark langfristige sichere Anlagen (Bundesobligationen) + 2 %	
Kalkulatorischer Zinssatz von	5 %	und einer Laufzeit von	25 Jahren für bauliche Anlageteile
	5 %	und einer Laufzeit von	25 Jahren für die Elektromechnik
<b>Aufwandseite:</b>			
	Anteil		
Total Kosten für bauliche Anlageteile:	49%	240'000	sFr.
Total Kosten für elektromech. Ausrüstung:	51%	250'000	sFr.
Zwischentotal Direkte Baukosten:		490'000	sFr.
Kleinarbeiten und Diverses:	15%	73'500	sFr.
Unvorhergesehenes:	10%	49'000	sFr.
Direkte Baukosten:		612'500	sFr.
Ingenieurarbeiten inkl. Eigenleistungen:	15%	91'875	sFr.
Weitere direkte Bauherrenkosten:	5%	30'625	sFr.
Investitions- / Erstellkosten:		735'000	sFr.
Zins & Amortisation:	bauliche Anlageteile:	25'543	sFr. / Jahr
(Annuität)	el. mech. Ausrüstung:	26'607	sFr. / Jahr
	Total Kapitaldienst:	52'150	sFr. / Jahr
Betrieb & Unterhalt:	bauliche Anlageteile:	2.0 % der Kosten	7'200 sFr. / Jahr
	el. mech. Ausrüstung:	2.7 % der Kosten	10'125 sFr. / Jahr
	Basiskosten (Adm., Aufsicht, Div.)		3'000 sFr. / Jahr
	Total Betrieb & Unterhalt:	20'325	sFr. / Jahr
	Total Aufwand:	72'475	sFr. / Jahr
<b>Ertragseite:</b>			
Installierte Leistung:	39 kW		
Jährliche Energieproduktion:	269'547 kWh / Jahr	Regelarbeitsvermögen	(mittlere erwartete Energieproduktion)

## Leistungsvergütung, Prämien usw.:

nach künftiger Einspeisevergütung 30.01 Rp./kWh

Total Ertrag:	80'891	sFr./Jahr
Jährlicher Gewinn (Verlust):	8'416	sFr./Jahr
<b>Kennzahlen:</b>		
Energiegestehungskosten:	26.9	Rp. / kWh
Kosten pro installierte Leistung:	18'846	sFr. / kW

## Beilage 12

## Kleinwasserkraftwerk Tunnelwasser, Grenchen Variante B "Pumpleitung Ø 200 mm" (wie vorhanden)

## Wirtschaftlichkeitsrechnung

Fremdkap.-verzins.	5.5	Beispiel	4 kW (Vollast = Nennlast)
Kalkul. Eigenkap.-verzins.	4.5	Beispiel: Benchmark langfristige sichere Anlagen (Bundesobligationen) + 2 %	
Kalkulatorischer Zinssatz von	5 %	und einer Laufzeit von	25 Jahren für bauliche Anlageteile
	5 %	und einer Laufzeit von	25 Jahren für die Elektromechanik
<b>Aufwandseite:</b>			
	Anteil		
Total Kosten für bauliche Anlageteile:	48%	55'000	sFr.
Total Kosten für elektromech. Ausrüstung:	52%	60'000	sFr.
	Zwischentotal Direkte Baukosten:	115'000	sFr.
Kleinarbeiten und Diverses:	15%	17'250	sFr.
Unvorhergesehenes:	10%	11'500	sFr.
	Direkte Baukosten:	143'750	sFr.
Ingenieurarbeiten inkl. Eigenleistungen:	15%	21'563	sFr.
Weitere direkte Bauherrenkosten:	5%	7'188	sFr.
Investitions- / Erstelkosten:		172'500	sFr.
Zins & Amortisation: (Annuität)	bauliche Anlageteile:	5'854	sFr. / Jahr
	el. mech. Ausrüstung:	6'386	sFr. / Jahr
	Total Kapitaldienst:	12'239	sFr. / Jahr
Betrieb & Unterhalt:	bauliche Anlageteile:	5.5 % der Kosten	4'538 sFr. / Jahr
	el. mech. Ausrüstung:	6.5 % der Kosten	5'850 sFr. / Jahr
	Basiskosten (Adm., Aufsicht, Div.)		3'000 sFr. / Jahr
	Total Betrieb & Unterhalt:	13'388	sFr. / Jahr
	Total Aufwand:	25'627	sFr. / Jahr
<b>Ertragseite:</b>			
Installierte Leistung:	4 kW		
Jährliche Energieproduktion:	33'506 kWh / Jahr	Regelarbeitsvermögen (mittlere erwartete Energieproduktion)	

## Leistungsvergütung, Prämien usw.:

nach künftiger Einspeisevergütung 31.41 Rp./kWh

Total Ertrag:	10'524	sFr./Jahr
Jährlicher Gewinn (Verlust):	(15'103)	sFr./Jahr
<b>Kennzahlen:</b>		
Energiegestehungskosten:	76.5	Rp. / kWh
Kosten pro installierte Leistung:	43'125	sFr. / kW



## Beilage 13

## Kleinwasserkraftwerk Tunnelwasser, Grenchen UV A1 "Druckleitung Ø 650 mm saniert + verlängert"

## Wirtschaftlichkeitsrechnung

Fremdkap.-verzins. 5.5 Beispiel 43 kW (Vollast = Nennlast)  
 Kalkul. Eigenkap.-verzins. 4.5 Beispiel: Benchmark langfristige sichere Anlagen (Bundessobligationen) + 2 %

Kalkulatorischer Zinssatz von 5 % und einer Laufzeit von 25 Jahren für bauliche Anlageteile  
 5 % und einer Laufzeit von 25 Jahren für die Elektromechanik

## Aufwandseite:

	Anteil	
Total Kosten für bauliche Anlageteile:	53%	305'000 sFr.
Total Kosten für elektromech. Ausrüstung:	47%	275'000 sFr.
Zwischentotal Direkte Baukosten:		580'000 sFr.
Kleinarbeiten und Diverses:	15%	87'000 sFr.
Unvorhergesehenes:	10%	58'000 sFr.
Direkte Baukosten:		725'000 sFr.
Ingenieurarbeiten inkl. Eigenleistungen:	15%	108'750 sFr.
Weitere direkte Bauherrenkosten:	5%	36'250 sFr.
Investitions- / Erstellkosten:		870'000 sFr.
Zins & Amortisation: (Annuität)	bauliche Anlageteile: el. mech. Ausrüstung:	32'461 sFr. / Jahr 29'268 sFr. / Jahr
	Total Kapitaldienst:	61'729 sFr. / Jahr
Betrieb & Unterhalt:	bauliche Anlageteile: el. mech. Ausrüstung: Basiskosten (Adm., Aufsicht, Div.)	2.0 % der Kosten 9'150 sFr. / Jahr 2.7 % der Kosten 11'138 sFr. / Jahr 3'000 sFr. / Jahr
	Total Betrieb & Unterhalt:	23'288 sFr. / Jahr
	Total Aufwand:	85'016 sFr. / Jahr

## Ertragseite:

Installierte Leistung: 43 kW  
 Jährliche Energieproduktion: 298'360 kWh / Jahr  
 Regelarbeitsvermögen  
 (mittlere erwartete Energieproduktion)

## Leistungsvergütung, Prämien usw.:

nach künftiger Einspeisevergütung 29.60 Rp./kWh

Total Ertrag:	88'315 sFr./Jahr
Jährlicher Gewinn (Verlust):	3'298 sFr./Jahr

**Kennzahlen:**  
 Energiegestehungskosten: 28.5 Rp. / kWh  
 Kosten pro installierte Leistung: 20'233 sFr. / kW

## Beilage 14

## Kleinwasserkraftwerk Tunnelwasser, Grenchen UV A2 "Druckleitung Ø 650 mm nicht saniert"

## Wirtschaftlichkeitsrechnung

Fremdkap.-verzins. 5.5 Beispiel 39 kW (Vollast = Nennlast)  
 Kalkul. Eigenkap.-verzins. 4.5 Beispiel: Benchmark langfristige sichere Anlagen (Bundesobligationen) + 2 %

Kalkulatorischer Zinssatz von 5 % und einer Laufzeit von 25 Jahren für bauliche Anlageeile  
 5 % und einer Laufzeit von 25 Jahren für die Elektromechanik

## Aufwandseite:

	Anteil	
Total Kosten für bauliche Anlageeile:	29%	100'000 sFr.
Total Kosten für elektromech. Ausrüstung:	71%	250'000 sFr.

Zwischentotal Direkte Baukosten: 350'000 sFr.

Kleinarbeiten und Diverses:	15%	52'500 sFr.
Unvorhergesehenes:	10%	35'000 sFr.

Direkte Baukosten: 437'500 sFr.

Ingenieurarbeiten inkl. Eigenleistungen:	15%	65'625 sFr.
Weitere direkte Bauherrenkosten:	5%	21'875 sFr.

Investitions- / Erstelkosten: 525'000 sFr.

Zins & Amortisation:	bauliche Anlageeile:	10'643 sFr. / Jahr
(Annuität)	el. mech. Ausrüstung:	26'607 sFr. / Jahr

Total Kapitaldienst: 37'250 sFr. / Jahr

Betrieb & Unterhalt:	bauliche Anlageeile:	4.0 % der Kosten	6'000 sFr. / Jahr
	el. mech. Ausrüstung:	2.7 % der Kosten	10'125 sFr. / Jahr
	Basiskosten (Adm., Aufsicht, Div.)		3'000 sFr. / Jahr
	zusätzlicher Kontrollaufwand + Versicherung		14'000 sFr. / Jahr

Total Betrieb & Unterhalt: 33'125 sFr. / Jahr

Total Aufwand: 70'375 sFr. / Jahr

## Ertragseite:

Installierte Leistung: 39 kW

Jährliche Energieproduktion: 269'547 kWh / Jahr Regelarbeitsvermögen  
 (mittlere erwartete Energieproduktion)

## Leistungsvergütung, Prämien usw.:

nach künftiger Einspeisevergütung 26.01 Rp./kWh

Total Ertrag: 70'109 sFr./Jahr

Jährlicher Gewinn (Verlust): (266) sFr./Jahr

## Kennzahlen:

Energiegestehungskosten: 26.1 Rp. / kWh

Kosten pro installierte Leistung: 13'462 sFr. / kW



## Beilage 15

## Kleinwasserkraftwerk Tunnelwasser, Grenchen UV B1 "Pumpleitung Ø 300 mm aufgeborsten"

## Wirtschaftlichkeitsrechnung

Fremdkap.-verzins.	5.5	Beispiel	12 kW (Vollast = Nennlast)
Kalkul. Eigenkap.-verzins.	4.5	Beispiel: Benchmark langfristige sichere Anlagen (Bundessobligationen) + 2 %	
Kalkulatorischer Zinssatz von	5 %	und einer Laufzeit von	25 Jahren für bauliche Anlageteile
	5 %	und einer Laufzeit von	25 Jahren für die Elektromechanik
<b>Aufwandseite:</b>			
	Anteil		
Total Kosten für bauliche Anlageteile:	68%	260'000	sFr.
Total Kosten für elektromech. Ausrüstung:	32%	120'000	sFr.
Zwischentotal Direkte Baukosten:		380'000	sFr.
Kleinarbeiten und Diverses:	15%	57'000	sFr.
Unvorhergesehenes:	10%	38'000	sFr.
Direkte Baukosten:		475'000	sFr.
Ingenieurarbeiten inkl. Eigenleistungen:	15%	71'250	sFr.
Weitere direkte Bauherrenkosten:	5%	23'750	sFr.
Investitions- / Erstelkosten:		570'000	sFr.
Zins & Amortisation:	bauliche Anlageteile:	27'671	sFr. / Jahr
(Annuität)	el. mech. Ausrüstung:	12'771	sFr. / Jahr
	Total Kapitaldienst:	40'443	sFr. / Jahr
Betrieb & Unterhalt:	bauliche Anlageteile:	4.5 % der Kosten	17'550 sFr. / Jahr
	el. mech. Ausrüstung:	5.0 % der Kosten	9'000 sFr. / Jahr
	Basiskosten (Adm., Aufsicht, Div.)		3'000 sFr. / Jahr
	Total Betrieb & Unterhalt:	29'550	sFr. / Jahr
	Total Aufwand:	69'993	sFr. / Jahr
<b>Ertragseite:</b>			
Installierte Leistung:	12 kW		
Jährliche Energieproduktion:	101'729 kWh / Jahr	Regelarbeitsvermögen (mittlere erwartete Energieproduktion)	

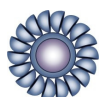
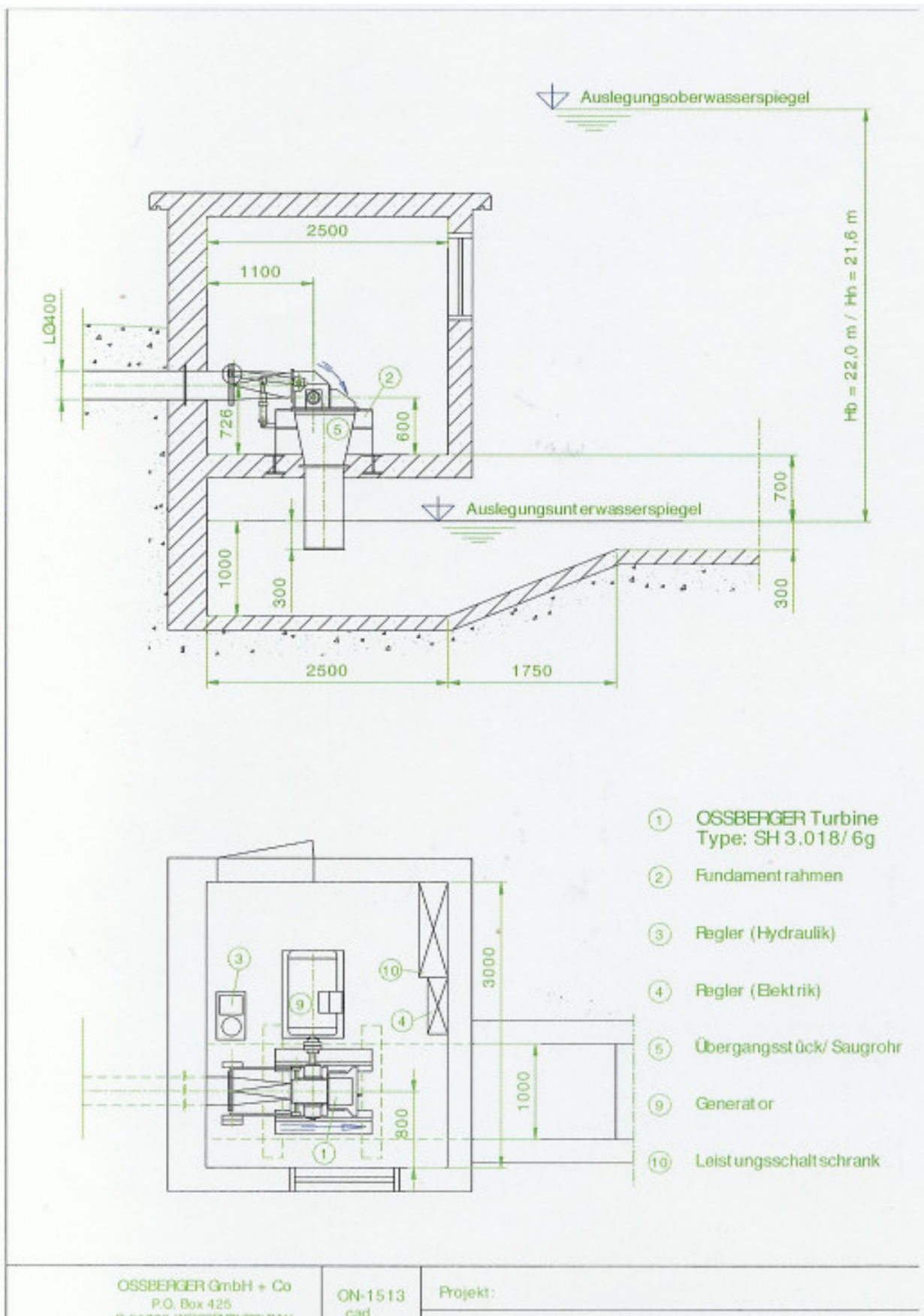
## Leistungsvergütung, Prämien usw.:

nach künftiger Einspeisevergütung 34.30 Rp./kWh

Total Ertrag:	34'893	sFr./Jahr
Jährlicher Gewinn (Verlust):	(35'100)	sFr./Jahr
<b>Kennzahlen:</b>		
Energiegestehungskosten:	68.8	Rp. / kWh
Kosten pro installierte Leistung:	47'500	sFr. / kW



Anhang:  
Mögliche Turbinenanordnung



**Situation:**

Tunnelportal (oben)

90 m offener Kanal (hellblau)

Druckleitung (dunkelblau)

Turbinenhaus (rot), Wiesenstrasse 21, 2540 Grenchen

