Hans Ulrich Krähenbühl
Forstunternehmer
Thusis

# Wasserkraftwerk am Tambobach, Medels GR
# Vorprojektstudie 2004

März 2004


Hydrelec Ingenieure

| | | |
|---|---|---|
| Konzept, Elektromechanik: | | A. Engel, Hydrelec AG für Energietechnik, Burgdorf, 5318 Mandach |
| Bauingenieur: | | D. Zimmermann, Hydrelec Ingenieure,3416 Affoltern i.E. |
| Elektroingenieur: | | H. Stalder, Electric Power Planners, 5506 Mägenwil |
| Experten: | Geologie: | Dr. sc. nat. P. Kleboth, Geotest AG, 8008 Zürich |



| | |
|---|---|
| Projekt Nr. | 100071 |
| Verfügungs Nr. | 150070 |
| Konto Nr. | 60000021/FOES 21 |

energieschweiz

# Wasserkraftwerk am Tambobach, Medels GR
# Vorprojektstudie 2004

März 2004

## Inhalt:

1. Einleitung
2. Geologie, Topographie
3. Projektbeschreibung
4. Umweltaspekte
5. Wasser- und Energiewirtschaft
6. Kostenvoranschlag, Wirtschaftlichkeit
7. Zusammenfassung

## Anhang:

1. Ausschnitte aus Landeskarten der Schweiz 1254/1255 Splügenpass 1:25 000
2. Situation Wasserfassung bis Wasserrückgabe 1:5000
3. Situation, Details der Wasserfassung 1:100
4. Längenprofil Druckleitung 1:5000 / 1:2500
5. Kraftwerkes mit horizontaler Peltonturbine1:50
6. Kraftwerk mit vertikaler Peltonturbine 1:50
7. Berechnung der Energieproduktion

Die Vorprojektstudie ist mit finanzieller Unterstützung des Bundesamtes für Energie entstanden.

Für den Inhalt und die Schlussfolgerungen sind die Autoren verantwortlich.

# Wasserkraftwerk am Tambobach, Medels GR
# Vorprojektstudie 2004

## 1. Einleitung

**Initiant, Bauherrschaft, Projektverfasser**

Der Initiant des Projektes, Herr Hans Ulrich Krähenbühl, Forstunternehmer in Thusis, hat umfangreiche Kenntnisse über die Forstnutzung im Gebirge. Durch diese Arbeiten hat er Einblick in verfügbare Wasserkräfte ungenutzter alpiner Einzugsgebiete. Die Hydrelec AG für Energietechnik, Burgdorf und Mandach (auch Hydrelec Ingenieure genannt) erarbeitet im Auftrag einer Projektgemeinschaft eine Vorstudie über das Wasserkraftwerk am Tambobach.

**Zusammenfassung**

Eine gemeinsam mit den Projektverfassern Hydrelec Ingenieure durchgeführte Beurteilung des Tambobaches zeigte ein beachtliches nutzbares Energiepotential. Der Tambobach mündet auf 1'475 müM Höhe bei Medels von Süden in den Hinterrhein. Das Einzugsgebiet ist entlang der südwestlichen Bergkämme leicht vergletschert und umfasst ein Gebiet von ca. 10 $km^2$ in Höhenlagen zwischen 1'885 und 3'096 müM. Höhe an. Das Wasser wird vor dem Eintritt in eine steile Schlucht gefasst. Von der Wasserfassung aus wird das Nutzwasser in einer vergrabenen Druckleitung entlang dem rechten Ufer des Tambobaches über das Gebiet "Windigstafel" bis ins Gebiet "Tambowald/Hinterrhein" geführt. Zur Nutzung der Energie bietet sich im Gemeindegebiet von Medels, 150 m südwestlich von der Strassenbrücke über den Hinterrhein auf der Bergseite des Uferweges eine geeignete Waldfläche auf Höhe 1'468 müM zum Bau eines Kraftwerkes an. Das Maschinenboden des Kraftwerkes wird niveaugleich mit dem Wege in die Böschung eingebaut mit Humus überdeckt und bepflanzt.

**Nutzungspotenzial**

Eine sich über ein Jahr erstreckende Beobachtung der Abflussmengen erlaubt mit guter Sicherheit eine Abschätzung der möglichen Ausbauwassermenge. Die in dieser Studie angenommene Nutzwassermenge von 320 l/s erlaubt eine Restwasserdotierung von 50 l/s in Trockenzeiten und im Winterhalbjahr. Im Sommerhalbjahr wurden Mengen von 0,5 bis 2,0 $m^3/s$ mit Schnee- und Gletscherschmelzwasser festgestellt. Zusätzlich sind Hochwasserereignisse und Rüfengänge in unbekannter Grösse zu erwarten.

Bei einer mittleren Nutzwassermenge von 200 l/s und einem Bruttogefälle von 417 m wird eine mittlere Bruttoleistung von knapp 1'000 kW und eine Energieproduktion von 6,3 Mio. kWh pro Jahr erwartet. Die Wellenleistung der zweidüsigen Peltonturbine wird 1'100 $kW_T$ betragen. Das Projekt sieht entweder eine horizontalachsige oder eine vertikalachsige Peltonturbine vor. Das verstärkte Wellenende eines Synchrongenerator von 1'300 kVA Leistung wird das Turbinenlaufrad aufnehmen. Die Maschinenspannung von 0.9 kV wird auf 16 kV Mittelspannung hochtransformiert. Die erzeugte Energie wird in die unweit vom Kraftwerkstandort verlaufende Talleitung eingespeist.

# 2. Topographie, Geologie

Problemstellung: Im Zusammenhang mit der Vorstudie für ein Kraftwerk am Tambobach (Zentrumskoordinaten 743.500/156.000) ist auf der Basis der vorhandenen Unterlagen ein generelles Baugrundmodell zu erarbeiten.

Auftrag: Mit Telefon vom 10. September 2002 hat die Hydrelec AG für Energietechnik stellvertretend für die Projektgemeinschaft die Geotest AG, Filiale Zürich, für die vorliegende Studie konsultiert.

Wichtige Unterlagen:
Geologischer Atlas der Schweiz
Landeskarte der Schweiz Blatt 1255 Splügenpass 1:25 000

**Topographie**

Das Einzugsgebiet wird gebildet durch den Grat zwischen Pizzo Tambo und Piz Tamborello in östlicher Richtung und dem Grat zwischen Pizzo Tambo und dem Guggernüll in nördlicher Richtung. Östlich wird das Einzugsgebiet durch den Alpetlistock und die Hochebene der Tanatzhöhi begrenzt. An den wenig besonnten Abhängen vom Pizzo Tambo und Piz Tamborello befinden sich kleine Gletscher, ursprünglich eine zusammenhängende Eismasse von knapp 1 $km^2$ Oberfläche bildend, die heute in verschiedene Gletscherzungen aufgeteilt sind. Die zurückgebildeten Eiszungen haben neben den ursprünglichen drei Gletscherseen zwei weitere Teiche entstehen lassen. Schmelzwasser fliesst zu einem geringen Teil an der Oberfläche und zu einem grösseren Teil unterirdisch durch die Moräne ab. Auf der Tamboalp auf 2032 müM vereinigen sich die Gewässer des Tambobaches und beginnen den Abstieg durch eine steile Schlucht. Die Schlucht ist bis auf den gewachsenen Fels ausgewaschen, weist eine grosse Anzahl von Wasserfällen auf und sinkt über eine Distanz von 1,5 km um 410 m (27%). Beidseits des Baches fallen steile Geröllhalden ein, unterbrochen durch parallel zum Bach verlaufende beidseitige Felsbänder.

**Geologie im Projektgebiet**

Die für den Ausbau des Kraftwerkes wichtige Schlucht liegt grösstenteils in kompaktem Gneis. Die aus einer Kluft erodierte Schlucht scheint dicht und verliert kaum Wasser in den Untergrund. Der Gneis ist überlagert mit horizontal geschichteten Kalkfomationen.

**Grundwasser, Murgänge, Rüfen**

Grundwasser ist in den Gletschermoränen und in den Gebieten der Tamboalp, Täli, Tanatzhöhi, altes Säss, Rietboden und Steinen auf verschiedenen Ebenen verhanden. Am oberen Ende der Tambo Schlucht sperrt der anstehende Fels das Grundwasserbecken ab. Die Grundwasserhoizonte ergiessen sich in die Tambo Schlucht. Insbesondere die sehr steile linksufrige Geröllhalde kann zu Murgängen neigen. Neuere Anzeichen von Murgängen und Rüfen sind nicht festzustellen.

**Einfügen der Kraftwerksanlagen in das Umfeld von Topographie und Geologie**

Die Wasserfassung wird im Schutz eines linksufrigen Felsbandes, in der Landeskarte der Schweiz als "Platte" bezeichnet, in die Schlucht eingebaut. Die Wasserfassung besteht aus einem quer zum Bach verlaufenden Streichwehr in dessen Mitte ein Geschiebeablass eingebaut wird. Im Anschluss an Entsandungsbecken verläuft die vergrabene Druckleitung dem rechten Ufer entlang mit geringem Gefälle zum Flurweg und anschliessend dem Weg entlang bis ins Gebiet "Windigstafel". Die Druckleitung verläuft alsdann im Tambowald entlang einer Mulde bis an das Ufer des Hinterrheins.

Die Verlegung der Druckleitung quer zu den Geröllhalden am rechten Ufer des Baches bedingt Massnahmen, die ein Abrutschen der Leitung verhindern.

# 3. Projektbeschreibung

**Wasserfassung**

Die Wasserfassung besteht aus einem quer zum Bach verlaufenden Streichwehr auf Kote 1'885 müM das in einer Felsnische aufgebaut wird. Damit wird ein Geschiebefangbecken von ca. 200 $m^3$ Inhalt gebildet. In der Mitte des Streichwehres wird ein Geschiebeablass mit einer Tafelschütze von 3 x 3 m Abflussquerschnitt eingebaut. Vor dem Streichwehr wird am rechten Ufer ein Seiteneinlauf mit einer Lärchenholz- Tauchwand und einem Grobrechen erstellt. Ein Vorbecken, zwei Entsandungsbecken, und ein Nachbecken von insgesamt ca. 20 $m^3$ aktivem Volumen werden am rechten Ufer in die Schotterböschung eingebaut. Bei geringen Sandablagerungen lassen sich die beiden Teilkammern des Entsanders im Betrieb spülen. Vor dem Eintritt in die Druckleitung wird ein Feinrechen, ein motorisiertes Abschlussorgan von 600 mm Nennweite mit Schliessgewicht und eine Belüftung für die Druckleitung eingebaut. Die ganze Wasserfassung wird mit Schotter abgedeckt und mit ortsüblichem Erlenbuschwerk bepflanzt.

**Druckleitung**

Die vergrabene Druckleitung von vorerst 600 mm Nennweite verläuft am rechten Ufer des Baches mit geringem Gefälle entlang einer Geröllhalde bis zum Flurweg unterhalb der "Bärenwand". Nach einer Reduktion der Druckleitung auf 500 mm folgt die Leitung dem Flurweg bis ins Gebiet "Windigstafel". Von der Wasserfassung bis auf die Ebene bei "Windigstafel" ist die Druckleitung gegen Steinschlag und Abrutschen zu sichern. Von hier aus verläuft die Druckleitung entlang einer Geländemulde durch den Tambowald bis an den Hinterrhein im Gemeindegebiet Medels. Für die Montage der Druckleitung und für die Zufuhr von Baustoffen wird die Bauherrschaft temporäre Lastseilbahnen erstellen. Im Graben der Druckleitung werden Kabelrohre eingelegt, die der Speisung der elektrischen Antriebe und der Steuerung aller Apparate bei der Wasserfassung dienen. Denkbar ist eine Weiterführung der Stromleitung bis zur Tamboalp.

**Kraftwerk**

Südlich des Uferweges am Hinterrhein an der Grenze des Gemeindegebietes von Medels wird das Kraftwerkgebäude in die Böschung hinein gebaut. Das vollständig aus Beton erstellte Bauwerk ist dreiseitig im Hangschotter eingelassen und weist zum Uferweg eine Fassade mit Installationstor und einer separaten Servicetüre auf. Die Turbine und der Generator können direkt vom Uferweg aus in das Kraftwerk geschoben werden. Zwei an die Decke montierte H - Profile erlauben die Montage und den Unterhalt der Maschinen mit Kettenzügen. Der Wasserauslauf des Kraftwerkes unterquert den Uferweg und mündet direkt in den Hinterrhein. Im Kraftwerk wird eine 1'100 kW Peltonturbine mit einem 1'300 kVA Synchrongenerator eingebaut. Die zweidüsige Peltonturbine wird von einer Niveaumessung in der Wasserfassung gesteuert. Bei kleiner Wasserführung ist eine Düse im Betrieb, bei grösserer Wasserführung werden beide Düsen mit gleicher Düsenöffnung angesteuert. Die nicht in Betrieb stehende Düse sperrt den Wasserfluss vollständig ab. Die Ausbauwassermenge von 320 l/s und ein Bruttogefälle von 417 m erlauben eine optimale Energieproduktion bei kleinen Abflüssen im Winterhalbjahr. Im Sommerhalbjahr wird das Kraftwerk dauernd mit voller Leistung betrieben. Das Projekt lässt die Frage der Achslage offen und ermöglicht sowohl vertikale wie horizontale Pelton Turbinen.

**Elektrische Anlagen**

Die Schalt- und Steuerschränke und der Transformator werden im Turbinenraum offen installiert. Der 1'400 kVA Transformator in berührungssicherer Bauweise erhöht die Maschinenspannung von 950 Volt auf eine Mittelspannung von 16 kV. Die 16 kV Kabelleitung wird in einem Kabelrohr vom Kraftwerk bis zum Anschlussmasten geführt. Am Masten werden Lasttrenner und Sicherungen installiert. Die Steuerung der Gesamtanlage erfolgt vollautomatisch mit Fernbedienung. Eine interaktive Fernüberwachung der Anlage über Modem und Telefon ist geplant. Die Maschinengruppe ist für einen nicht dauernd überwachten Betrieb vorgesehen. Service- und Bedienungspersonal wird für periodische Kontrollen und Unterhalt eingesetzt. Ein von der Automatik unabhängiger Handbetrieb erlaubt die Fortführung des Betriebes mit intensivierter Personalbesetzung nach dem Ausfall der Automatik.

# 4. Umweltaspekte

**Umweltschutz**

Das Kraftwerk steht nahe am Ufer des Hinterrhein unmittelbar am Uferweg, in einem Gebiet ohne besondere Schutzbestimmungen. Dennoch werden alle Anlagen unauffällig in die Landschaft integriert. Die Druckleitung ist auf der gesamten Länge vergraben. An Stellen wo Wald und Buschwerk während der Bauzeit gerodet wurden, werden die Baunarben wieder durch Neupflanzungen in den ursprünglichen Zustand gebracht. Die Wasserfassung wird am oberen Ende einer unwegsamen Schlucht erstellt und ist von Bergwanderern kaum einsehbar. Die Bauherrschaft offeriert den Waldbesitzern unentgeltliche Holzschläge entlang der Druckleitung, den Kabeltrassen und an den Standorten von Wasserfassung und Kraftwerk. Im Gegenzug erhofft sich die Bauherrschaft ein entgegenkommen bei der Erteilung von Durchleitungsrechten. Benötigte Grundstücke für den Bau von Wasserfassung und Kraftwerk werden erworben.

**Fischgewässer**

Der Tambobach ist im oberen Teil vor dem Eintritt in die Schlucht und im unteren Teil nach den letzten Wasserfällen ein natürlich unterbrochenes Fischgewässer. Nach geltender Praxis ist die Schlucht mit den Wasserfällen nicht als Fischgewässer zu bezeichnen. Der Tambobach fällt auf eine Distanz von 1,5 km um 420 m ab. Wasserfälle von 6 bis 10 m Höhe in dichter Folge verunmöglichen Fischen jegliches Auf- und Absteigen. Wohl werden im flachen Oberlauf Jungforellen ausgesetzt und dienen der Sportfischerei im Gebiet Tamboalp. In einzelnen Tosbecken unterhalb von Wasserfällen können sich von Hochwassern abgeschwemmte Jungfische befinden, die den Winter und längere Trockenperioden kaum überleben. Die Tamboschlucht ist kein Lebensraum für Fische. Dennoch wird ein Mindestmass an Restwasser dotiert um den Kleinlebewesen das Überleben zu sichern. Die mindest Restwassermenge beträgt 50 l/s bei Trockenheit und während der Winterperiode. Restwassermengen von 50 l/s bis 1,5 $m^3$/s werden je nach Wasserführung während der übrigen Jahreszeit gewährleistet.

**Einfluss auf touristische Entwicklung**

Die Wintersportanlagen auf der Tamboalp und bei Tanatzhöhi werden vom Kraftwerkprojekt nicht beeinflusst. Die Tambo Schlucht ist schwer zugänglich und für Kletterer und Erlebnis- Wassersportler nicht durchgängig. Die Umgebung des Kraftwerkes wird von Wanderern begangen. Das Projekt vermeidet die Aufmerksamkeit und Hinweise auf ein Kraftwerk. Die Betriebsgeräusche der Kraftwerkseinrichtungen werden durch die unterirdische Bauweise in schwerer Betonkonstruktion auf den Innenraum begrenzt. Das Projekt trifft Massnahmen um Geräuschemissionen in die Umgebung zu vermeiden. Der Lärmpegel der nahen Autostrasse und Fliessgeräusche des Hinterrheins übertönen die Kraftwerksgeräusche um vielfach.

**Positive Aspekte des Projektes**

Als positive Aspekte die für das Kraftwerk sprechen, sind die wirtschaftlichen Auswirkungen während dem Bau und später während dem Betrieb der Anlagen auf die Standortgemeinde Medels. Einige Teilzeitmitarbeiter werden den Betrieb überwachen und Unterhaltsarbeiten an den Anlagen vornehmen. Die wirtschaftlichen Rahmenbedingungen erlauben dem Kraftwerk nachhaltige Erträge zu erarbeiten und gewähren der Gemeinde ein Steueraufkommen. Obwohl grosse Teile der Energie im Sommer erzeugt werden, ist in den letzten Jahren der Absatz von Energie im Sommerhalbjahr kein Problem mehr. Die Exporte nach Italien weisen zunehmende Tendenz auf.

**Zugänglichkeit und Unfallvermeidung**

Das Projektgebiet liegt an einer Stelle am Flussufer, wo seit jeher keine besonderen Massnahmen zum Unfallschutz getroffen wurden. Das Kraftwerk soll von unbefugten Personen nicht betreten werden. Umzäunungen und Geländer zum Personenschutz werden nach den Regeln der SUVA und in Zusammenarbeit mit den Behörden erstellt.

# 5. Wasser- und Energiewirtschaft

**Hydrologie**

Die nachfolgend aufgeführten Daten stammen aus den hydrologischen Jahrbüchern der Schweiz für benachbarte Einzugsgebiete gleicher Grösse und ähnlicher Ausrichtung. Die Daten wurden seit Oktober 2002 und während dem ganzen Jahr 2003 durch Beobachtungen und Mengenabschätzungen ergänzt. Die Abflüsse des Jahres 2002 gelten als überdurchschnittlich hoch. 2003 zeichnet sich als sehr warmes und trockenes Jahr aus. Hohe Gletscherabschmelzraten führten im ganzen Sommer 2003 über zu hohen Abflüssen. Langzeitbeobachtungen sollen über das Abflussverhalten des Tambobaches genauere Kenntnisse vermitteln. Es besteht nahe der Mündung in den Hinterrhein eine für Messungen geeignete Schwelle mit horizontalem Überlauf und einer Breite von knapp 4 m. Intensive Beobachtungen der Überfallhöhe von Herbst 2002 bis Februar 2004 erlauben eine gute Abschätzung der minimalen Abflussmengen. Die mittlere Jahresabflussmenge war durch das warme Sommerwetter und durch das überdurchschnittliche Abschmelzen der Gletscher beeinflusst.

| | | |
|---|---|---|
| Einzugsgebiet an der Wasserfassung | ca. 10 | $km^2$ |
| Vergletscherung | ca. 8 | % |
| Mittlere Höhe des Einzugsgebietes | 2'300 | m.ü.M. |
| Mittlere Jahresabflussmenge, Messungen 2002 und 2003 | 0.8 | $m^3/s$ |
| Mittlere Sommerabflussmenge, Messungen 2002 und 2003 | 1,5 | $m^3/s$ |
| Kleinstes Tagesmittel, Messungen von November 2002 bis Februar 2004 | 0,15 | $m^3/s$ |
| Höchstes geschätztes Hochwasser $HQ_{100}$ | 12,0 | $m^3/s$ |

Der Tambobach weist vier kleinere Gletscherseen mit geringen Speicherkapazitäten auf. Zusammen mit den abschmelzenden Gletschern wird das Abflussverhalten verstetigt. Grössere gespeicherte Wassermengen werden in den Moränen und im Schotterbecken der Tamboalp vermutet. Das höchste Hochwasser $QH_{100}$ wird auf ca. 12 $m^3/s$ geschätzt. Für Rüfen und Murgänge aus den letzten 50 Jahren sind keine Anzeichen feststellbar.

**Einfluss der Klimaveränderung**

Es besteht Grund zur Annahme, dass die kleinflächigen Gletscherzungen weiter zurückgehen werden. Es stellt sich die Frage in welcher Weise sich das Abflussverhalten des Tambobaches verändern wird. Das Abschmelzen der Gletscher findet im Sommerhalbjahr gleichmässig statt. Die Schmelzrate ist von der Lufttemperatur und von der Sonneneinstrahlung abhängig. Diese dürfte im Jahr 2003 ein langfristiges Maximum erreicht haben. Von Juni bis September 2003 wurden mehrheitlich Abflüsse von 1,5 $m^3/s$ festgestellt. Würden die Gletscher vollständig abschmelzen, so dürfte die Schneeschmelze in den Monaten Mai bis Juni stattfinden. In den Monaten Juli bis Oktober werden sich die Abflussmengen auf die lokalen Niederschläge beschränken. Im Winterhalbjahr sind wenig Veränderungen zu erwarten.

**Energiewirtschaft**

Die Ausbauwassermenge im Kraftwerk Medels wird mit rund 0,32 $m^3/s$ bewusst klein ausgebaut. Während 230 Tagen eines mittleren Jahres erlaubt die Ausbauwassermenge einen Vollastbetrieb im Kraftwerk. Ein grösserer Ausbau verschlechtert das Verhältnis von Winterenergie zu Sommerenergie. Die gewählte Ausbauwassermenge von 0,32 $m^3/s$ erlaubt ein Verhältnis von 40 zu 60 %.

Für das Kraftwerk wird eine mittlere Bruttoleistung von 950 $kW_{Brutto}$ errechnet. Die Klemmenleistung beträgt 1'050 kWe und die mittlere Energieproduktion 6,36 Mio. kWh pro Jahr bei einer Arbeitsverfügbarkeit von 95%. Der Unterwasserspiegel des Kraftwerkes ist in sicherer Höhe über dem höchsten bekannten Hochwasserpegel des Hinterrhein angeordnet. Über längere Zeitperioden bleibt das genutzte Nettogefälle gleich.

**Energieableitung**

Die erzeugte Energie wird in die unweit vom Kraftwerk verlaufende Talleitung eingespeist.

# 6. Kostenvoranschlag, Wirtschaftlichkeit

Die Kostenschätzung basiert auf Erfahrungswerten ähnlicher, neu erstellter Kraftwerke in der Schweiz. Die Kostenbasis entspricht dem zweiten Halbjahr 2003.

| Baugruppe, Tätigkeiten: | | Kosten CHFr. |
|---|---|---|
| **Bauarbeiten:** | | 2'090'000 |
| Installation und Baustellenerschliessung Kraftwerk am Rheinufer | 30'000 | |
| Baugrubenaushub, Querung des Flurweges, Wasserhaltung | 60'000 | |
| Kraftwerkbauwerk, Turbinenauslauf | 350'000 | |
| Installation und Baustellenerschliessung Wasserfassung | 50'000 | |
| Baugrubenaushub, Wasserhaltung | 80'000 | |
| Wehrschwelle, Grundablass, Seiteneinlauf, Entsanderkammern, Überdeckung | 420'000 | |
| Uferanpassungen, Renaturierung der Umgebung | 80'000 | |
| Tirolerfassung, Wasserüberleitung NW 400 mm "Schafsitabach" | 120'000 | |
| Installation und Baustellenerschliessung Druckleitung, Montageseilbahnen | 250'000 | |
| Grabarbeiten für die Druckleitung, eingesandet und hinterfüllt | 500'000 | |
| Frostschutzisolation, Renaturierung der Umgebung | 150'000 | |
| **Stahlwasserbau:** | | 1'350'000 |
| Grundablasstafelschütze 3 x 3 m mit hydraulischem Antrieb | | 120'000 |
| 2 Einlauftafelschützen 1,5 x 1 m, 3 Drosselklappen DN 300 für Entsander | 60'000 | |
| Druckleitungsabsperrorgan mit Antrieb und Belüftung | 80'000 | |
| Grob- und Feinrechen | 30'000 | |
| Lieferung und Verlegung der Druckleitung, Verankerungen | 900'000 | |
| Einbau von Kabelrohren 2 x PE 76/92 mm, mit Kabelverankerungen | 70'000 | |
| Metallbauarbeiten Kraftwerk und Wasserfassung | 90'000 | |
| **Elektromechanische Einrichtungen:** | | 920'000 |
| Horizontalachsige, 2-düsige Pelton Turbine 0,32 $m^3/s$, 417m Bruttogefälle | 400'000 | |
| Synchrongenerator 1'300 kVA, 950 V, 1'000 U/min | 180'000 | |
| Turbinensteuerung für Hand- und Automatikbetrieb | 50'000 | |
| Niederspannungsanlage, Anlagesteuerung, Fernüberwachung | 80'000 | |
| Mittelspannungsanlage, 16 kV Kabel, 1'400 kVA Transformator 0.95/16 kV | 150'000 | |
| Elektrische Installationen | 60'000 | |
| **Allgemeine Kosten:** | | 1'100'000 |
| Gebühren, Finanzierung, Bauzinsen | 200'000 | |
| Projekt, Bauleitung | 400'000 | |
| Unvorhergesehenes ca. 10% | 500'000 | |
| **Gesamtprojektkosten** | | 5'460'000 |

Bei Investitionen von ca. 5,46 Mio. Franken beläuft sich die zu 95% verfügbare Energieproduktion auf 6,36 Mio. kWh. Die Jahreskosten von ca. 14 % der Investitionssumme ermöglicht Energiegestehungskosten von 12,1 Rp./kWh. Jahreskosten von 14 % erlauben die Verzinsung und Amortisation der investierten Mittel in 14 Jahren und den Betrieb mit 1,0 Personaleinheiten aufgeteilt in verschiedene Teilarbeitsstellen. Der Kapitaldienst beansprucht eine Annuität von 10,1 % bei 5 % Zinssatz und 14 Jahren Amortisationsdauer.

# 7. Zusammenfassung

Die Bauherrschaft ersucht um Bewilligung zum Bau eines Dotierkraftwerkes mit einer Ausbauwassermenge von 0,32 $m^3/s$ bei einem mittleren Bruttogefälle von 417 m und einem Stauziel in der Wasserfassung von 1'885 müM. Die Wasserrückgabe erfolgt auf Kote 1'468 müM. Das Projekt ist an bestimmte Standorte gebunden und beansprucht ein Ausnahmegesuch nach Art. 21 des Raumplanungsgesetzes.

Das Projekt ist wirtschaftlich interessant und angesichts der in Gang gekommenen politischen Entscheide um die Zukunft der Kernenergie sehr aktuell. Beim neuen Kraftwerk am Tambobach kann eine nicht amortisierbare Fehlinvestition ausgeschlossen werden.

Hydrelec AG für Energietechnik

Bauherrschaft

Kraftwerk am Tombabach
R1: 14. Dezember 2003 AE
R2: 12. März 2004 AE

Die Vorprojektstudie ist mit finanzieller Unterstützung des Bundesamtes für Energie entstanden.

Für den Inhalt und die Schlussfolgerungen sind die Autoren verantwortlich.