

**Schlussbericht**

# **Vorstudie Kleinwasserkraftwerk Bisisthal**

Quellen Oberer Schwarzenbach

ausgearbeitet durch  
Hans-Peter Hauri

Ingenieurbüro Hauri Energietechnik & Beratung Schwyz

unterstützt von  
Hansruedi Ulrich Sarnen

November 2001

# 0 Zusammenfassung

## 0.1 Allgemein

Ein Kleinwasserkraftwerk im Oberen Schwarzenbach könnte einen kleinen Beitrag an eine ökologische, unabhängige Energieerzeugung leisten. Durch diese Vorprojekt ist eine wichtige Entscheidungsgrundlage für den Bau dieser Anlage entstanden.

Die Anlage wird parallel zum bestehenden Leitungsnetz mit einer minimalen, konstanten Wassermenge betrieben. Die mehr abfliessende Wassermenge fliesst durch die bestehende Leitung. Die von einer Peltonturbine genutzte Wassermenge beträgt 1'600 Liter pro Minute.

Es werden zwei Varianten untersucht:

- Variante I: Nutzung des Gefälles vom Zwischenschacht und Brunnstube 2  
Leistung 8.5 kW und Energieertrag 74'000 kWh  
Anlagenkosten total Fr. 195'000.-
- Variante II: Nutzung des gesamten Gefälles zwischen Brunnstube 1 und Brunnstube 2  
Leistung 12.0 kW und Energieertrag 105'000 kWh.  
Anlagenkosten total Fr. 270'000.-

Die Stromgestehungskosten betragen bei beiden Varianten zirka 20 Rp. pro Kilowattstunde.

Die spezielle Versorgungssituation des Bisisthal durch die eigene Elektrogenossenschaft erfordert jedoch eine etwas differenzierte Betrachtung des Ertrages:

- Variante I: Nutzung des Gefälles vom Zwischenschacht und Brunnstube 2  
Energieerzeugung 74'000 kWh / Energieverkauf 67'000 kWh / Ertrag Fr. 10'900.-  
Verlust pro Jahr bei gleichem Bezug Fr. -4'000.-.
- Variante II: Nutzung des gesamten Gefälles zwischen Brunnstube 1 und Brunnstube 2  
Energieerzeugung 105'000 kWh / Energieverkauf 89'000 kWh / Ertrag Fr. 14'300.-  
Verlust pro Jahr bei gleichem Bezug Fr. -6'500.-.

## 0.2 Motivation

Beide Varianten können mittelfristig kostendeckend arbeiten. Ein möglicher Bauentscheid hängt ab von:

- der Einwilligung der Wassergenossenschaft, das Quellwasser nutzen zu dürfen.
- Der Verbrauchsentwicklung innerhalb des Versorgungsgebietes der Elektrogenossenschaft.
- Von der Finanzierung einer möglichen Trägerschaft.
- Von der Bereitschaft, gewisse Eigenleistungen zu erbringen.

Diese Arbeit ist mit Unterstützung des Bundesamtes für Energie entstanden. Für den Inhalt und die Schlussfolgerungen ist ausschliesslich der Autor dieses Berichts verantwortlich.

# 1 Einleitung

Die Wassergenossenschaft Muotathal verfügt im Oberen Bisisthal auf der Liegenschaft Oberer Schwarzenbach über verschiedene Quelfassungen. Anhand der Abflussmengen und der Geländesituation besteht ein gewisses Potential für die Erstellung eines Trinkwasser-Kraftwerkes.

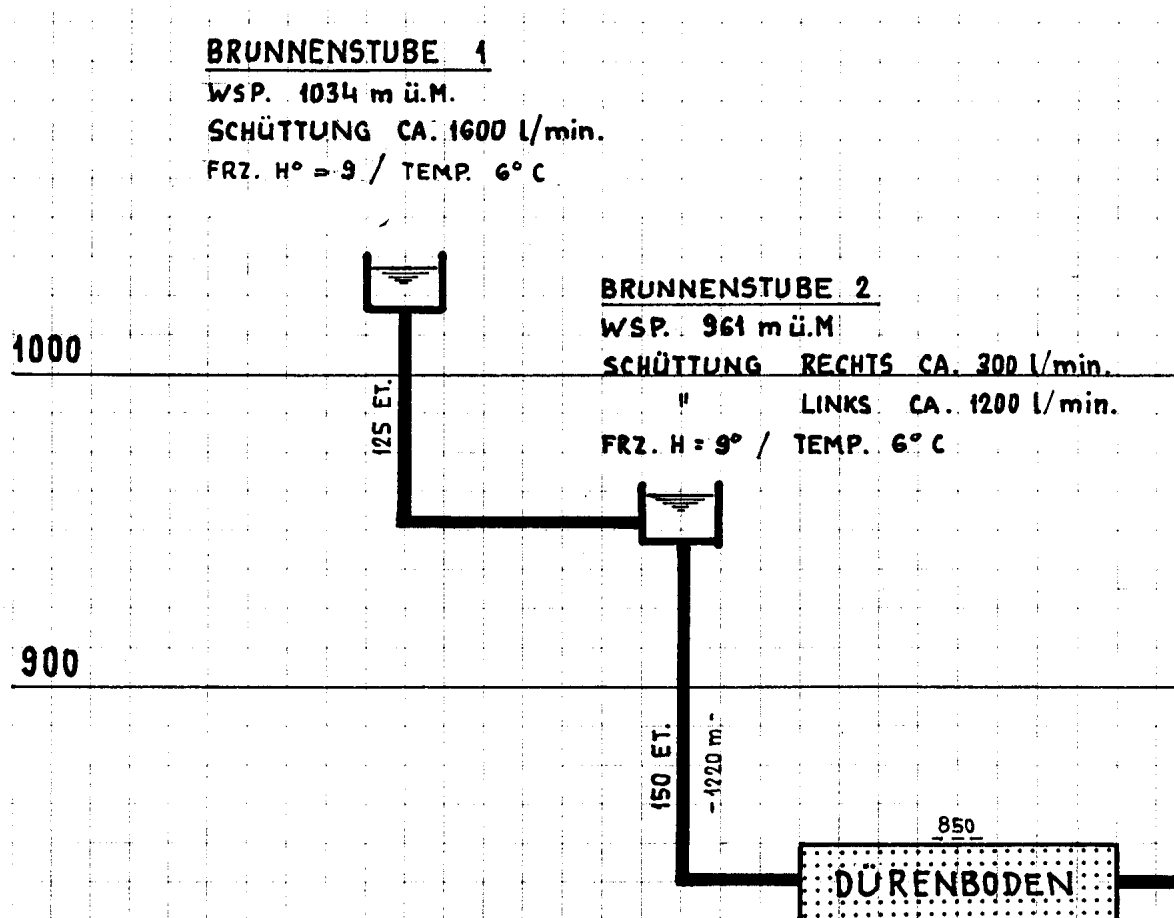
Die Nutzung von Quellwasser für die Produktion von Elektrizität ist ökologisch gesehen eine der umweltverträglichsten Energieerzeugungen. In Kenntnis dessen und im Wissen um die relativ grossen Quellen im Oberen Bisisthal hat Hansruedi Ulrich die Wassergenossenschaft Muotathal auf dieses Potential aufmerksam gemacht.

Eine Anfrage bei der Wassergenossenschaft, ob sie selbst an einer Abklärung interessiert seien wurde mit der Begründung abgelehnt, dass sie sich auf die Bereitstellung und Verteilung von Trinkwasser konzentrieren wollen. Einer Abklärung gegenüber seien sie jedoch sehr positiv eingestellt und seien bereit, die für eine solches Vorprojekt notwendigen Angaben und Unterlagen zur Verfügung zu stellen.

Es gibt nichts Gutes ausser man tut es ist für Hansruedi Ulrich die Motivation. Dank einem positiven Entscheid des Bundesamtes für Energie für eine Unterstützung dieses Vorprojektes liess sich das finanzielle Risiko begrenzen und war letztlich ausschlaggebend, dieses Projekt in Auftrag zu geben.

Ein möglicher Betreiber für eine solche Anlage wurde dabei noch nicht definiert. Zu erwähnen ist, dass das Bisisthal über eine eigene Elektrizitätsversorgung verfügt und dass das Gebiet Oberer Schwarzenbach von der Elektrogegossenschaft Bisisthal versorgt wird.

Anhand dieses Vorprojektes soll eine mögliche Nutzung aufgezeigt werden, die Kosten einer solchen Anlage abgeschätzt und ein möglicher Stromgestehungspreis berechnet werden. Das Vorprojekt bildet die Ausgangslage für den Entscheid über das weitere Vorgehen.



Schema 1: Wassergenossenschaft Muotathal / Teil Oberer Schwarzenbach

## 2 Grundlagen

### 2.1 Situationsanalyse

Das Quellwasser aus dem Oberen Schwarzenbach wird durch eine bestehende Eternitleitung Durchmesser 125 mm von der Brunnenstube 1 der Brunnenstube 2 zugeleitet. Auf zirka halber Strecke befindet sich ein Druckbrechschacht. Die Betrachtungen beschränken sich auf die Teilstrecke Brunnenstube 1 und Brunnenstube 2 da der Druck ab der Brunnenstube 2 bis Dürrenboden für die neu erstellte Filteranlage benötigt wird. Die Leitungen sind als Freispiegelleitungen ausgeführt und können keiner zusätzlichen Belastung ausgesetzt werden. Im ersten Teil der Leitung ist das Gelände sehr felsig und die Überdeckung der Leitungen nur sehr gering. Bei der Leitungsführung wurde darauf geachtet, dass diese ausserhalb der Quellwasserschutzzone liegt.

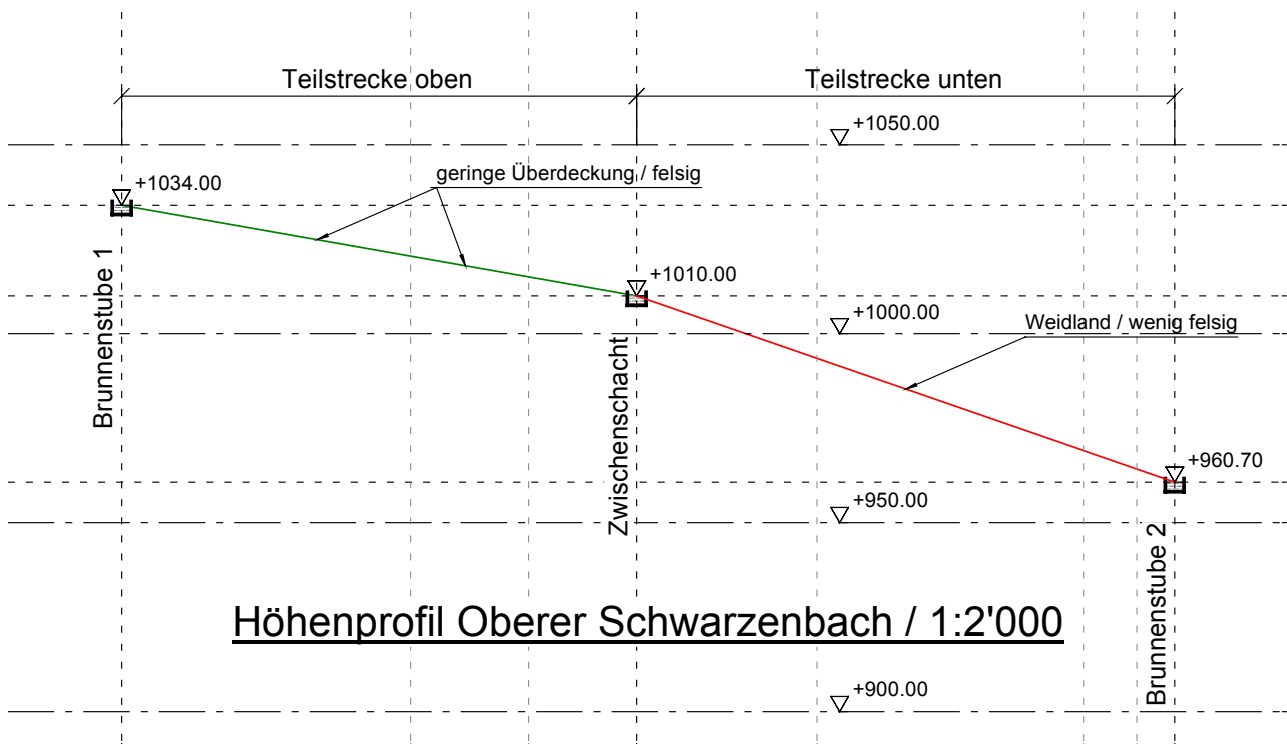


Diagramm 2: Höhenprofil Oberer Schwarzenbach / Bisisthal

### 2.2 Potential

Basis für die Berechnung des Potentials ist eine Messung der Abflussmengen aus den Jahren 1954 / 55 und die Betriebserfahrungen der Wassergenossenschaft. Zusätzlich wurden die Koten mit einem elektronischen Höhenmesser überprüft. Während den Messungen 1954 / 55 betrugen die Abflussmengen:

- Mittelwert: 30.4 Liter pro Sekunde rsp. 1'825 Liter pro Minute
- Minimum: 28.2 Liter pro Sekunde rsp. 1'920 Liter pro Minute
- Maximum: 46.0 Liter pro Sekunde rsp. 2'760 Liter pro Minute.

Für die Berechnung des Potentials wird somit eine Wassermenge von 1'600 Liter pro Minute angenommen.

- Die Koten betragen:
- Brunnenstube 1: 1'034.0 müM
  - Druckbrechschacht: 1'010.0 müM
  - Brunnenstube 2: 960.7 müM.

Der Höhenunterschied beträgt somit brutto 73.3 m rsp. 49.3 m.

## 3 Nutzung

### 3.1 Allgemein

Für eine mögliche Nutzung werden 2 Varianten betrachtet:

- Variante I: Nutzung des Potentials Zwischen Zwischenschacht und Brunnenstube 2.
- Variante II: Nutzung des gesamten Potentials zwischen der Brunnenstube 1 und der Brunnenstube 2.

Beiden Varianten gemeinsam ist, dass diese auf eine konstante Wassermenge von 1'600 Liter ausgelegt werden. Es wird von einem Dauerbetrieb ausgegangen. Die Anlage wird nicht reguliert. Die bestehenden Leitungen bleiben erhalten.

### 3.2 Variante I

Die Variante ‚Kurz‘ nutzt das Potential zwischen dem Zwischenschacht und der Brunnenstube 2. Der neue Leitungsdurchmesser beträgt PE DN 160. Die bestehende Leitung wird weiter verwendet für die zusätzliche Wassermenge > 1'600 Liter pro Minute und ist somit dauernd in Betrieb. Der Eingriff in die bestehende Anlage beschränkt sich auf Anpassungen beim Zwischenschacht und die Einleitung in die Brunnenstube 2.

Die Leistung der Anlage beträgt 8.5 kW und erzeugt im Dauerbetrieb pro Jahr 74'000 kWh Energie.

### 3.3 Variante II

Die Variante ‚Lang‘ nutzt das gesamte Potential zwischen der Brunnenstube 1 und der Brunnenstube 2. Der neue Leitungsdurchmesser beträgt PE DN 160. Die bestehende Leitung wird weiter verwendet für die zusätzliche Wassermenge > 1'600 Liter pro Minute und ist somit ebenfalls dauernd in Betrieb. Der Eingriff in die bestehende Anlage beschränkt sich auf die Fassung in der Brunnenstube 1 und die Einleitung in die Brunnenstube 2.

Die Leistung der Anlage beträgt 13 kW und erzeugt im Dauerbetrieb pro Jahr 105'000 kWh Energie.

## 4 Energiepreis

### 4.1 Allgemein

Anhand einer Kostenberechnung wird der Energiepreis gerechnet. Der Berechnung liegen folgende Annahmen zu Grunde:

Zins	5%
Teuerung	1%
Amortisation	30 Jahre
Unterhalt	2%

Die Kosten für Kapital und Amortisation werden mit der Annuität berechnet, welche von gleichen Kosten über die gesamte Amortisationsdauer ausgeht. Die Genauigkeit der Kosten beträgt +/- 15%.

## 4.2 Variante I

Die Variante ‚Kurz‘ nutzt das Potential zwischen dem Zwischenschacht und der Brunnenstube 2. Der neue Leitungsdurchmesser beträgt PE DN 160. Die bestehende Leitung wird weiter verwendet für die zusätzliche Wassermenge > 1'600 Liter pro Minute und ist somit dauernd in Betrieb. Der Eingriff in die bestehende Anlage beschränkt sich auf Anpassungen beim Zwischenschacht und die Einleitung in die Brunnenstube 2.

Die Leistung der Anlage beträgt 8.5 kW und erzeugt im Dauerbetrieb pro Jahr 74'000 kWh Energie.

Der errechnete Energiepreis beträgt 20 Rp. pro kWh.

## 4.3 Variante II

Die Variante ‚Lang‘ nutzt das gesamte Potential zwischen der Brunnenstube 1 und der Brunnenstube 2. Der neue Leitungsdurchmesser beträgt PE DN 160. Die bestehende Leitung wird weiter verwendet für die zusätzliche Wassermenge > 1'600 Liter pro Minute und ist somit ebenfalls dauernd in Betrieb. Der Eingriff in die bestehende Anlage beschränkt sich auf die Fassung in der Brunnenstube 1 und die Einleitung in die Brunnenstube 2.

Die Leistung der Anlage beträgt 13 kW und erzeugt im Dauerbetrieb pro Jahr 105'000 kWh Energie.

Der errechnete Energiepreis beträgt 20 Rp. pro kWh.

## 4.4 Kostenzusammenstellung

Untenstehend die Kosten der beiden Varianten.

Kostenschätzung		Var. I	Var. II
Leistung	kW	8.5	12.0
Fassung	Fr.	6'500	10'500
Leitung	Fr.	41'443	89'649
Gebäude	Fr.	27'800	27'800
Elektromechanik	Fr.	53'650	57'650
Unterwasser	Fr.	12'750	12'750
Planung	Fr.	25'800	34'300
Unsicherheit 15%	Fr.	25'191	34'897
Total	Fr.	193'134	267'546

Tabelle 3: Kostenzusammenstellung

Die Kosten betragen Fr. 195'000.- für die Variante I und Fr. 270'000.- für die Variante II.

#### 4.5 Stromgestehungskosten

Untenstehend Vergleich des Energiepreises für die beiden Varianten.

Stromgestehungskosten		Var. I	Var. II
Leistung	kW	8.5	12.0
Alagenkosten	Fr.	193'134	267'546
Zins	%	5	5
Teuerung	%	1	1
Abschreibung	Jahre	30	30
Unterhalt	%	2	2
Kapitalkosten	Fr.	11'169	15'472
Unterhaltskosten	Fr.	3'863	5'351
Gesamtkosten	Fr.	15'032	20'823
Energieertrag	kWh	74'460	105'120
Stromgestehungskosten	Rp./kWh	20.2	19.8

Tabelle 4: Stromgestehungskosten

#### 4.6 Energiepreis Elektrogenossenschaft Bisisthal

Das Bisisthal verfügt über eine eigene Elektrogenossenschaft. Diese hatte früher ein eigenes Kraftwerk mit einer Leistung von 35 kW. Im Rahmen des Ausbaus der Muota-Kraftwerke vor 50 Jahren wurde dieses Werk stillgelegt und die Elektrogenossenschaft kann die gleiche Leistung dauernd vom EBS gratis beziehen.

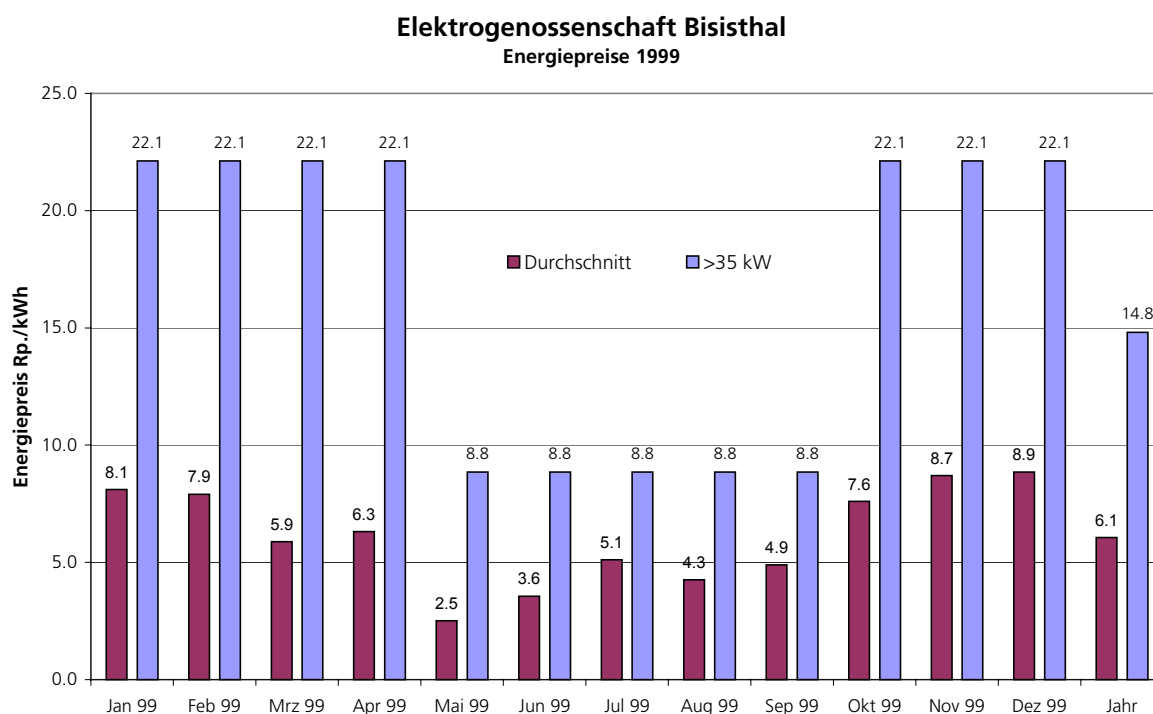


Diagramm 5: Energiepreis Elektrogenossenschaft Bisisthal

Der Mehrbezug an Energie wird nach einem speziellen Vertrag abgerechnet. Daraus ergibt sich dann der Energiepreis für das Netz der Elektrogenossenschaft. Nicht bezogenen Leistung wird nicht zurückerstattet.

Der mittlere Energiepreis und die Kosten für die Energie bei einer Leistung von > 35 kW kann dem obenstehenden Diagramm entnommen werden.

#### 4.7 Erlös aus Energieverkauf an die Elektrogenossenschaft Bisisthal

Durch die etwas spezielle Berechnung des Energiepreises der Elektrogenossenschaft ergibt mehr produzierte Leistung nicht unbedingt mehr Energie und somit mehr Ertrag.

Erlös Energieverkauf		Var. I	Var. II
Leistung	kW	8.5	12.0
Einnahmen EGB	Fr.	10'958	14'361
Differenz	Fr.	-4'074	-6'462

Tabelle 6: Erlös aus Energieverkauf Elektrogenossenschaft Bisisthal

## 5 Motivation

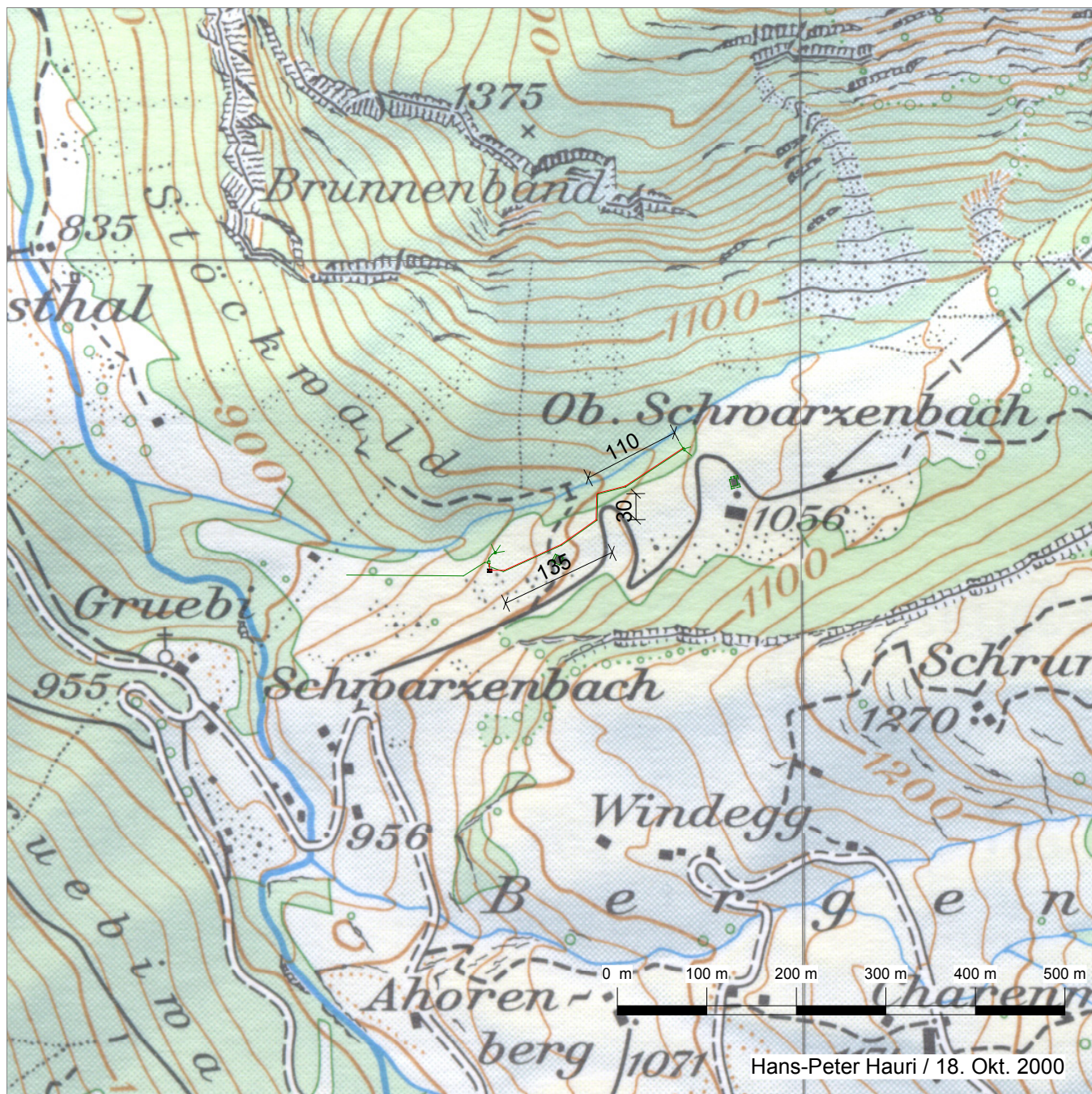
Mit dem Bau eines Kleinwasserkraftwerkes im Bereich Oberer Schwarzenbach können jährlich 74'000 bis 105'000 kWh ökologisch hochwertigen Strom erzeugt werden. Die Stromgestehungskosten sind bei zirka 20 Rp. pro Kilowattstunde.

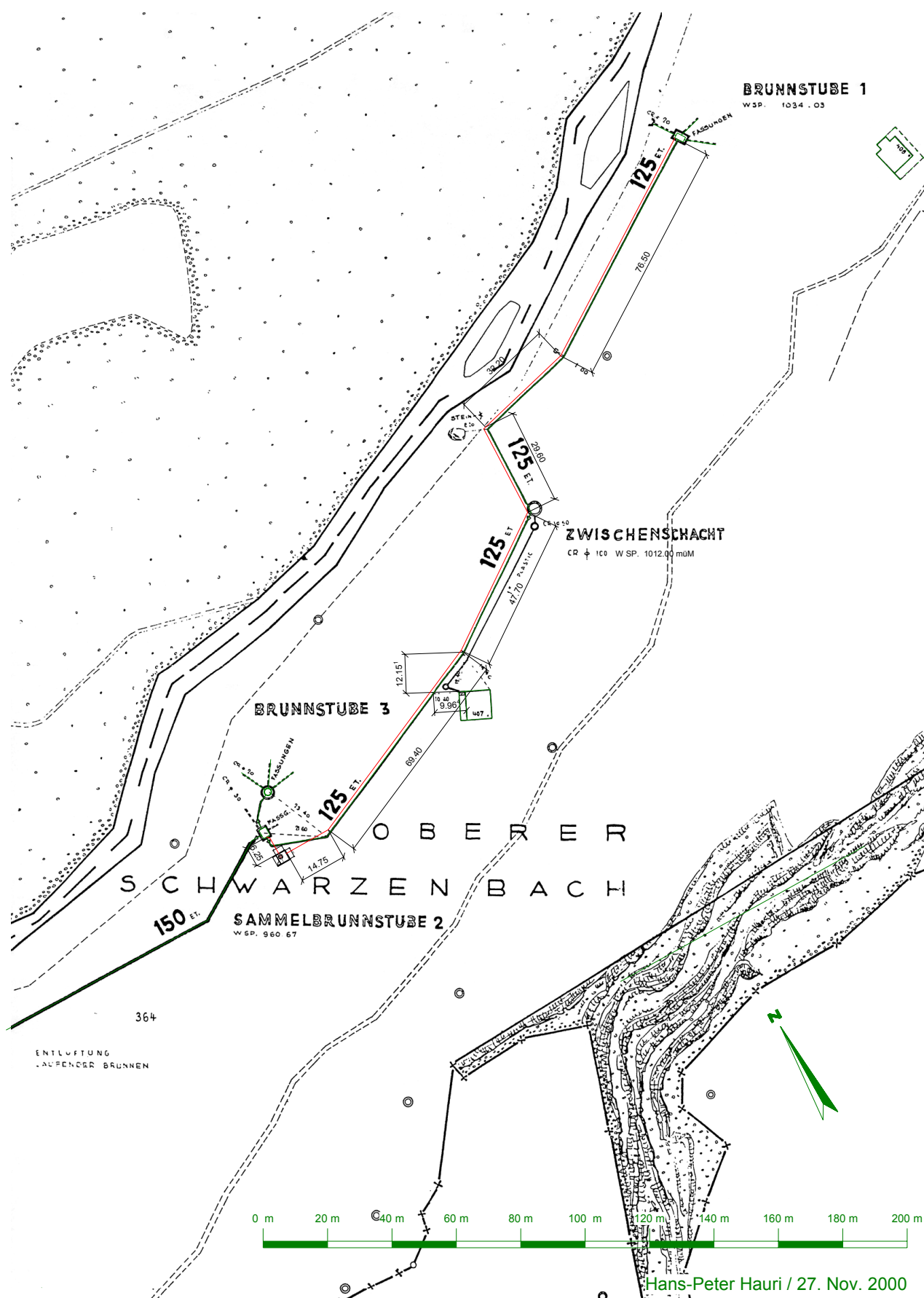
Beide Varianten können mittelfristig kostendeckend arbeiten. Ein möglicher Bauentscheid hängt ab von

- der Einwilligung der Wassergenossenschaft, das Quellwasser nutzen zu dürfen.
- der Verbrauchsentwicklung innerhalb des Versorgungsgebietes der Elektrogenossenschaft.
- von der Finanzierung einer möglichen Trägerschaft.
- von der Bereitschaft, gewisse Eigenleistungen zu erbringen.

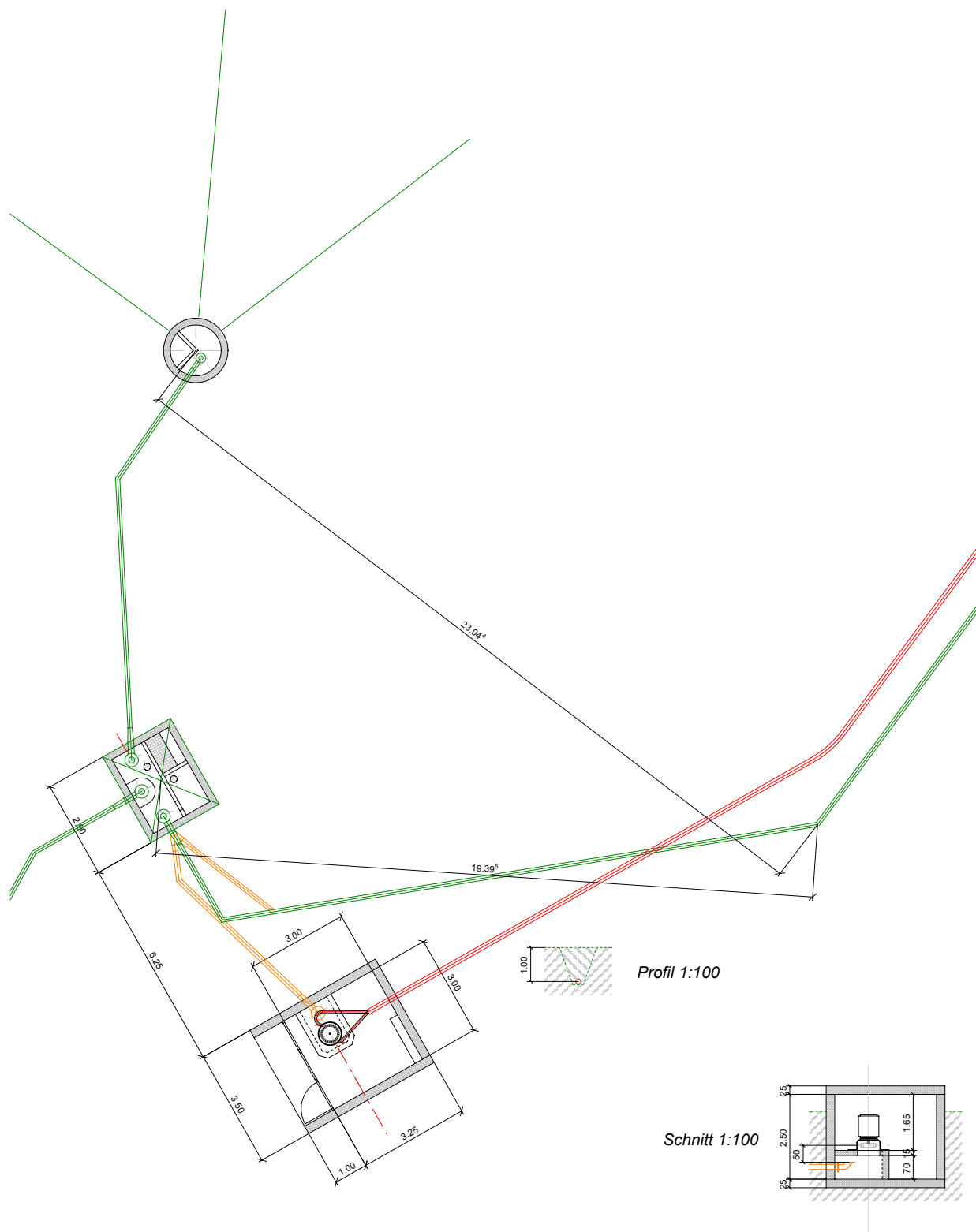
6430 Schwyz im November 2001 / Hans-Peter Hauri











Kleinwasserkraftwerk Oberes Bisisthal  
 Skizzen Zentrale / best. Fassungen 1:100  
 22. November 2000 / hph  
 rev. 19. Januar 2001 / hph

## Quellwassernutzung Oberes Bisisthal

Kostenschätzung		Var. I	Var. II
Leistung	kW	8.5	12.0
Fassung	Fr.	6'500	10'500
Leitung	Fr.	41'443	89'649
Gebäude	Fr.	27'800	27'800
Elektromechnik	Fr.	53'650	57'650
Unterwasser	Fr.	12'750	12'750
Planung	Fr.	25'800	34'300
Unsicherheit 15%	Fr.	25'191	34'897
Total	Fr.	193'134	267'546

0

Stromgestehungskosten		Var. I	Var. II
Leistung	kW	8.5	12.0
Alagenkosten	Fr.	193'134	267'546
Zins	%	5	5
Teuerung	%	1	1
Abschreibung	Jahre	30	30
Unterhalt	%	2	2
Kapitalkosten	Fr.	11'169	15'472
Unterhaltskosten	Fr.	3'863	5'351
Gesamtkosten	Fr.	15'032	20'823
Energieertrag	kWh	74'460	105'120
Stromgestehungskosten	Rp./kWh	20.2	19.8

Erlös Energieverkauf		Var. I	Var. II
Leistung	kW	8.5	12.0
Einnahmen EGB	Fr.	10'958	14'361
Differenz	Fr.	-4'074	-6'462