

Ernst Meier  
Mühlbachstrasse 11  
CH-9472 Grabs

---

# KWK Mühlbach

## Schlussbericht

Vaduz, 11. Dez. 1999

---

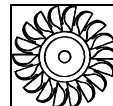
**Marquart Elektroplanung + Beratung AG**  
Neugasse 9, FL – 9490 Vaduz  
Telefon 075 – 230 06 00, / Fax 075 – 230 06 02



*Das Aktionsprogramm Energie 2000  
Energie-Partnerschaft, die nachhaltig wirkt.  
Wir machen mehr - mit aller Energie.*

DIS Projekt - Nr.: 24 251  
DIS Vertrags - Nr.: 64 141

*Bundesamt für Energie  
Programm Kleinwasserkraftwerke*



## 1 INHALTSVERZEICHNIS

1	INHALTSVERZEICHNIS .....	2
2	ZUSAMMENFASSUNG: .....	3
3	PRINZIPSHEMA / KONZEPT: .....	4
4	TECHNISCHE DATEN: .....	5
4.1	Turbine: .....	5
4.2	Leitapparat: .....	5
4.3	Asynchrongenerator: .....	5
4.4	Wasserstandsmessung: .....	5
5	KOSTEN: .....	6
6	AMORTISATION .....	6
7	ERGEBNISSE .....	7
8	ANHANG: .....	7

Diese Arbeit ist im Auftrag des Bundesamtes für Energie entstanden. Für den Inhalt und Die Schlußfolgerungen ist ausschließlich der Autor dieses Berichts verantwortlich.

## 2 ZUSAMMENFASSUNG:

### 2.1 Istzustand:

Kleinstwasserkraftwerk ca. 1927 erbaut ( Ehemalige Tuchfabrik Vetsch )

- **Inselanlage** mit Francisturbine, 220 VDC / ca. 6 KW für Licht und Elektrowärme, sowie mech. Antrieb von Transmissionen.  
Regelung der Turbine händisch durch Beobachtung Elektrischer Meßwerte und Verstellung der Leitschaufeln Öffnung.

### 2.2 Probleme:

- Das EW Grabs betreibt ein am Mühlbach darüberliegendes Kleinstwasserkraftwerk ( Stricker – Mühle ) mit Staubecken zur Spitzenenergieerzeugung.
- Durch den unregelmäßigen Wasseranfall Steuerung des Kleinstwasserkraftwerkes von Hand nicht mehr möglich.
- Rechensteuerung im Zulaufkanal unbefriedigend
- Mech. Komponenten des Kleinstwasserkraftwerkes sanierungsbedürftig.

### 2.3 Ziel:

- Sanierung und Wiederinbetriebsetzung der Anlage.
- Max. mögliche Ausnutzung des vorhandenen Wasserangebotes zur Erzeugung von Elektr. Energie im **Netzparallelbetrieb**. ( ca. 6 - 7 KW )
- Rücklieferung der nach Eigenbedarf überschüssigen Energie ins EW – Netz.
- Vollautomatischer Betrieb der Demonstrationsanlage.
- Automatischer Rechenbetrieb im Zulaufkanal

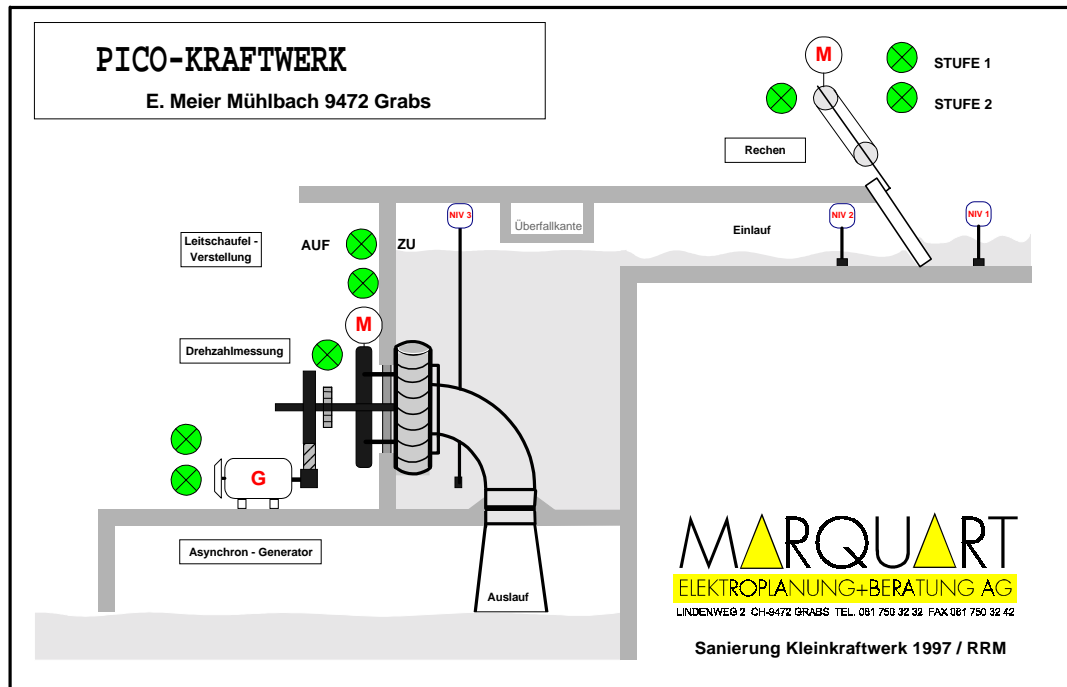
### 2.4 Durchführung: ( Herbst 97 / Sommer 98 )

- Totalsanierung Laufrad, Leitschaufeln, Lagerbuchsen, Neuplazierung Generator.
- Motorisierung Verstellung Leitschaufelkranz.
- Einbau eines Drehstrom - .Asynchrongenerators mit Elektr. Bremse
- Vollautomatisierung des Betriebes mit einem neuen elektronischen Steuerungs-, Regelungs- und Überwachungssystem.

### 2.5 Ergebnisse:

- Die Anlage läuft nach der Inbetriebsetzungsphase zur vollsten Zufriedenheit
- Die durchschnittlich erzeugte **Leistung** liegt im Beobachtungszeitraum bei ca. **5 KW**.

### 3 PRINZIPSCHEMA / KONZEPT:



**Automatisierung** zum vollautomatischen Betrieb der Anlage mit dem

**Regel- und Überwachungssystem DTC12** der Firma ENTEC AG

Regelungstechnik: ( 3 Regelkreise )

- **Rechensteuerung** mit Niveaudifferenzmessung vor und nach dem Rechen
- **Niveauregelung Wasserstand** auf Max. Niveau in der Wasserkammer
- **Stellungsregelung Linearantrieb** zur Leitschaukelverstellung

**Asynchrongenerator / Leistung 10 KW / 1500 U/min Nenndrehzahl**

**Regelung des Turbinen - Leitapparates.** mit elektrischem **Linearantrieb**

**Notschlusseinrichtung** der Turbine bei **Ausfall Netzversorgung** mit einer **USV**

Die **Anlage läuft** bei ausreichendem Wasserstand **automatisch an**.

Sobald die Anlage am Netz ist, erfolgt die **automatische Regelung** der Turbine aufgrund der zugeführten **Wassermenge**.

Bei **Wassermangel** schließt der Leitapparat der Turbine, die **Trennung** des **Generators** vom **Netz** erfolgt bei der Synchrohdrehzahl von <1500 U/min.

## 4 TECHNISCHE DATEN:

### 4.1 Turbine:

Horizontale Francis - Turbine in offener Wasserkammer

Netto - Gefälle:	4,75 m
Wassermenge:	ca. 220 bis 100 l/sec
Leistung:	ca. 10 KW
Nenndrehzahl Turbine:	295 U/min

### 4.2 Leitapparat:

Aussenliegende Leitschaufelregulierung mit elektrischem Linearantrieb

Verstellweg:	ca. 60 mm
Laufzeit Verstellung:	10 – 12 sec
Notschluss über Notstromversorgung	

### 4.3 Asynchrongenerator:

Nennleistung:	8 KW
Nennspannung:	3 x400 VAC / 50 Hz
Nenndrehzahl:	1520 U/min
Überdrehzahl:	3800 U/min

Wellenende:	Anbau Federspeicher-Bremse
Kraftübertragung:	HABASIT Hochleistungsflachriementrieb

### 4.4 Wasserstandsmessung:

( Messung des hydrostatischen Drucks )

Niveaudifferenz -Messung vor und nach dem Rechen.

Niveaumessung in der Wasserkammer.  
( Anzeige, Füllstands- und Turbinenregelung ).

## 5 KOSTEN:

Für die Sanierung des Kleinwasserkraftwerkes mußten Gesamtkosten in der Größenordnung von ca. **CHF 100'000** investiert werden.  
( Eigenleistungen des Besitzers nicht eingerechnet )

Projektierung / Ausführung / Inbetriebsetzung	CHF	20'000
Steuerschränke	CHF	17'000
Installationen	CHF	8'000
Spezialkomponenten / Visualisierung / Software	CHF	25'000
Sanierung / Erneuerung Mechanik	CHF	25'000
Dokumentation	CHF	5'000

## 6 AMORTISATION

<b>Installierte Leistung</b>	KW	8.0
<b>Jahresleistung aufgrund Dauerkurve</b>	KWh	40'000
<b>Jahresertrag</b> ( Gesetzlich Min. 16 Rp./ KWh im Jahresdurchschnitt	CHF	6'400
Verzinsung	5 %	
Unterhalt	2 %	
Abschreibung	5 %	
<b>Total</b>	12 %	
<b>Amortisierbare Kosten</b>	6400 : 12 x 100	CHF 53'333
<b>Nicht amortisierbare Mehrkosten</b>	CHF	46'667
<b>TOTAL INVESTITION</b>	<b>CHF</b>	<b>100'000</b>

## 7 ERGEBNISSE

Bei der **Inbetriebsetzung** bereitete ein Modell- und Softwareversionswechsel **der Automatiksteuerung** einen nicht unbeträchtlichen Mehraufwand.

( Abstimmung der 3 Software -. Regelkreise / Konzeptanpassung Funktion der Notschluss- und Stillstandsbremse )

Die **Erfahrungen** nach gut einem **Betriebsjahr** mit dem Betrieb des **Kleinwasserkraftwerkes** ( Winter- und Sommerhalbjahr ) sind sehr positiv verlaufen.

Konzept: Die erzeugte Energie wird direkt nach dem Generator ins Hausnetz eingespiessen und verbraucht, der Überschuss wird ins Netz des EW zurückgespiessen.  
( oder Bezug der Differenz bei Mehrbedarf aus dem EW Netz )

Die Eigenversorgung des Kleinkraftwerkbetreibers ist >100 %.

Das Verhältnis von der ins **EW Netz zurückgespeister Energie** zum

**Bezug aus dem EW Netz** zur Abdeckung von Bedarfsspitzen ist in etwa **4 : 1**

Erzeugte Jahresleistung ca.	MWh	36.00
Durchschnittliche Tagesleistung	KWh	99.00
Durchschn.Betriebsstunden Generator / Tag	h	21
Durchschnittliche Momentanleistung	KW	5.00

Tarifansätze zur Vergütung der **Rücklieferungsenergie durch das EW Grabs**:

Winter	HT	28.0 Rp./KWh	Winter	NT	15.5 Rp./KWh
Sommer	HT	15.5 Rp./KWh	Sommer	NT	8.0 Rp./KWh

## 8 ANHANG:

- „ENERGIEDATEN – LISTE Kleinkraftwerk E. Meier Grabs“  
( JANUAR 1998 bis NOVEMBER 1999 → Sommer- und Winterhalbjahr )