



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

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

# ELEKTRIZITÄTSWERK DER GEMEINDE VALS, 7132 VALS

## NEUBAU KLEINWASSERKRAFTWERK „LEIS–GANNIBACH“

### Schlussbericht / Vorprojekt

Ausgearbeitet durch

**Christian Mittner, IBG B. Graf AG**  
Florentinistrasse 9, 7004 Chur, [christian.mittner@ibg.ch](mailto:christian.mittner@ibg.ch), [www.ibg.ch](http://www.ibg.ch)



**Impressum**

Datum: 11. März 2010

**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)

Projektnummer: 102702

**Für den Inhalt und die Schlussfolgerungen ist ausschliesslich der Autor dieses Berichts verantwortlich.**



## Inhaltsverzeichnis

1. Zusammenfassung .....	4
1.1 Hauptdaten des Projektes	
1.2 Schlussfolgerung und Empfehlung	
2. Ausgangslage.....	5
2.1 Vorgeschichte	
2.2 Weiteres Vorgehen	
2.3 Planungsgrundlagen	
2.4 Hydrologie	
2.5 Gewässerökologie	
2.6 Planungsgrundsätze	
3. Wasserangebot und Ausbaupotential.....	7
3.1 Wasserdargebot	
3.2 Ausbaupotenzial	
3.3 Konzept des Kleinwasserkraftwerkes	
3.4 Die Ausbauwassermenge	
4. Rechtliche Situation, Trägerschaft und Randbedingungen.....	9
5. Beschriebe der geplanten Anlage KWKW Leis-Gannibach.....	9
5.1 Allgemeines	
5.2 Wasserfassung	
5.3 Druckleitung	
5.4 Turbine	
5.5 Generator	
5.6 Steuerung	
6. Wirtschaftlichkeit.....	12
6.1 Kostenschätzung	
6.2 Energieausbeute	
6.3 Stromgestehungskosten	



## 1. Zusammenfassung

### 1.1 Hauptdaten des Projektes

Elektrische Nennleistung	114 kW
Ausbauwassermenge	60 l/s
Bruttofallhöhe	254 m
Kostenschätzung Investitionskosten	Fr. 520'000.--
Jährliche Produktionserwartung	730'000 kWh
Gestehungskosten (i=5%, n=25Jahre)	6 Rp./kWh
Kostendeckende Einspeisevergütung (KEV)	23 Rp./kWh

### 1.2 Schlussfolgerung und Empfehlung

Das vorliegende Vorprojekt zeigt, dass das Projekt Neubau Kleinwasserkraftwerk Leis- Gannibach im Zusammenhang mit der Realisierung der Schneeanlagen, **machbar** und **sinnvoll** ist.

Beim Bau der geplanten Schneeanlage wird viel Geld investiert. Im Gannitobel kann ca. 20 bis 60 l/s Wasser aus dem Bach genommen werden, und eine Leitung von dort bis nach Vals wird gebaut. Diese Gelegenheit muss man auch die restlichen 350 Tage im Jahr, wenn nicht geschneit wird, nutzen.

Durch eine zusätzliche Investition in eine grössere Wasserrohrleitung und in den Bau des Kleinwasserkraftwerkes selber, können ca. 730'000 kWh **saubere und erneuerbare** Energie erzeugt werden.

Sofern die **kostendeckende Einspeisevergütung** (KEV) gemäss revidierten Energiegesetz (EnG) und zugehörender Verordnung (EnV) zugesichert wird, ist ein sehr wirtschaftlicher Betrieb der Anlage möglich.

Wird keine KEV zugesichert kann eventuell der Weg über einen Partner mit Wasserkraftbörse (z.B. Acua Power) gesucht werden.

Ohne KEV oder ohne Energieübernahme zu entsprechenden Preisen durch einen Partner, ist die Wirtschaftlichkeit, trotz relativ geringen Gestehungskosten, nicht gegeben. Das EW Vals kauft die Energie zurzeit zu 5.15 Rp. pro kWh ein. (Konzessionsenergie)

Mit der Realisierung der projektierten Anlage kann durch die Nutzung der potentiellen Energie des für die Beschneiung nicht benötigten Wasser, hochwertige erneuerbare Energie erzeugt werden.

Aus diesen Gründen empfehlen wir, sofern die KEV zugesichert wird, das Projekt Kleinwasserkraftwerk Leis-Gannibach weiterzuverfolgen.

In einem ersten Schritt hat die Anmeldung für die kostendeckende Einspeisevergütung zu erfolgen. Parallel dazu können Gespräche betr. der Übernahme der Energie, z.B. mit der KWZ geführt werden.

Anschliessend sind die Konzessionen für Schneeanlagen und Wasserkraftanlagen einzuholen.



## 2. Ausgangslage

### 2.1 Vorgeschichte

Die Sportbahnen Vals AG beabsichtigt in den kommenden Jahren die Beschneiungsanlage auf ca. 12 – 13 ha beschneite Flächen zu erweitern.

Das Wasser für den Abschnitt Leis – Talstation soll dem Gannibach entnommen werden.

Für die Ermittlung der möglichen Wasserentnahmenmenge aus dem Gannibach wurden im Winterhalbjahr 2002/2003 Abflussmessungen durch das Amt für Natur und Umwelt Graubünden durchgeführt.

Es erfolgten Zusatzuntersuchungen Gewässerökologie zum Bericht der Umweltverträglichkeit durch die Fa. CaNatura in Bonaduz.

Aus diesen Berichten geht hervor, dass im Gannitobel ca. 30 l/s Wasser für die Beschneiung aus dem Bach entnommen werden kann.

Beim Projekt der Sportbahnen Vals AG ist vorgesehen eine Wasserleitung von Leis nach Vals zu bauen.

Das EW Vals möchte nun an den restlichen 350 Tagen an denen nicht geschneit wird, eben dieses Wasser des Gannibaches für die Stromproduktion nutzen. Die Wasserfassung und die Druckleitung ist durch das Projekt Beschneiung bereits vorhanden. Zusätzlich muss der Querschnitt der Druckleitung erhöht werden und das Maschinenhaus mit der Turbine und den elektrischen Einrichtungen erstellt werden.

Auf Empfehlung vom Amt für Natur und Umwelt sowie vom Amt für Energie wurden die Wassermessungen ausgeweitet und von Mai 2009 bis November 2009 für das Sommerhalbjahr durchgeführt.

In der Folge wurde durch die Firma ecowert in Domat/Ems die Hydrologie des Gannibach weiter untersucht und durch die Fa. CaNatura in Bonaduz die Untersuchungen zur Gewässerökologie erweitert.

Aus dem provisorisch vorliegenden Hydrologie Bericht geht die provisorische Ausbauwassermenge hervor.

### 2.2 Weiteres Vorgehen

Das EW Vals wie auch die Sportbahnen Vals AG und auch die Kraftwerke Zervreila AG bekunden Interesse an der Nutzung des vorhandenen Wasserkraftpotenzials und möchten, sofern wirtschaftlicher Betrieb der Anlage möglich wird, ein Kleinwasserkraftwerk realisieren.

Nicht klar ist zum jetzigen Zeitpunkt ob die notwendigen Konzessionen für Beschneiung und Energieproduktion erteilt werden können.

Anhand des vorliegenden Berichtes werden die wirtschaftliche und die technische Machbarkeit der Anlage nach aktuellem Wissenstand überprüft.



## 2.3 Planungsgrundlagen

Die folgenden Planungsgrundlagen wurden verwendet:

- 1) Augenschein vom 17. März 2009, Herr Edgar Welti Betriebsleiter Sportbahnen Vals AG, Herr Hans Peng, Präsident EW Vals, Christian Mittner, IBG Chur
- 2) Besprechung vom 5. Mai 2009 mit Herr Hunger, Amt für Energie
- 3) Besprechung vom 11. Mai 2009 mit Herr Schmid, Amt für Natur und Umwelt
- 4) Vorprojekt Wasserfassung Cavigelli und Partner
- 5) Längenprofil der Wasser- bzw. der Duckleitung
- 6) Projektplan Techno Alpin Variante 1
- 7) Abflussmessungen im Winterhalbjahr 2002/2003, ANU 6. August 2003
- 8) Hydrologie Gannibach, Entwurf ecowert März 2010
- 9) Offerten der Techno Alpin für die Schneeanlage
- 10) Untersuchungen zur Gewässerökologie, CaNatura 7. März 2009

## 2.4 Hydrologie

Abflussmessungen wurden durch das Amt für Natur und Umwelt Graubünden im Winterhalbjahr 2002/2003 und durch die KWZ und das EW Vals im Sommerhalbjahr 2009 durchgeführt.

Der Hydrologiebericht wird durch die Firma ecowert in Domat/Ems erstellt. Dieser liegt im Entwurf vor. Die darin vorgesehene provisorische Wasserausbaumenge beträgt 60 Liter pro Sekunde.

## 2.5 Gewässerökologie

Mit den Untersuchungen zur Gewässerökologie wurde die Firma CaNatura in Bonaduz beauftragt. Der entsprechende Bericht, insbesondere mit Angaben zur Restwassermenge liegt zurzeit noch nicht vor.

Auflagen betreffend Restwassermengen können Einfluss auf die in diesem Bericht getroffenen Annahmen und Berechnungen haben.

## 2.6 Planungsgrundsätze

Bei der Planung des Kleinwasserkraftwerkes wurden die folgenden Grundsätze angewendet:

- Die Beschneiung hat Vorrang
- Die Zustimmung zur Wasserentnahme für Beschneiung und Energieproduktion von Kanton und Gemeinde ist Voraussetzung für die Ausführung
- Die elektrische Anbindung des Kleinwasserkraftwerkes an das Niederspannungsnetz des EW Vals darf keinen besonderen technischen Aufwand erfordern und darf den Versorgungsbetrieb nicht unangemessen belasten (Blindstrom, Oberwellen).



### 3. Wasserdargebot und Ausbaupotenzial

#### 3.1 Wasserdargebot

Die Ermittlung des Wasserdargebotes wurde im Bericht zur Hydrologie und Bericht zur Gewässerökologie Ref. 7, 8) und 10) ausführlich beschrieben und kann an besagten Stellen nachgelesen werden.

Die nachfolgende Tabelle zeigt die provisorischen mittleren Wasserentnahmenmengen in Liter pro Sekunde.

20 Liter pro Sekunde	Februar
30 Liter pro Sekunde	Januar, März, April
40 Liter pro Sekunde	Dezember
60 Liter pro Sekunde	Mai, Juni, Juli, August, September, Oktober, November

Tabelle 1

#### 3.2 Ausbaupotenzial

Das Wasserkraftpotenzial ergibt sich aus dem Höhenunterschied zwischen der Wasserentnahmestelle in Leis und dem Maschinenhaus bei der Talstation der Sportbahnen Vals AG.

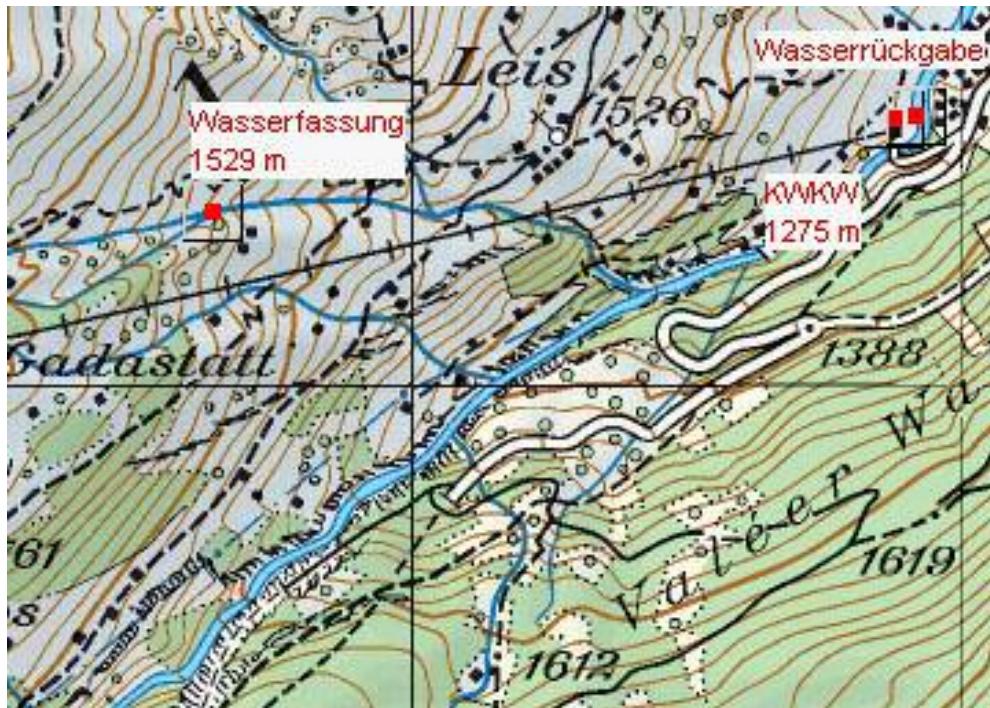


Bild 1



Das Wasserkraftpotenzial errechnet sich wie folgt:

Potenzial	Meereshöhe	Bruttogefälle
Wasserfassung Gannibach bei Leis Bis Turbine bei Talstation der Sportbahnen Vals AG	1529 m.ü.M.  ca. 1275 m.ü.M.	254 m

Tabelle 2

Unter der Annahme, dass die Wassermengen gemäss Tabelle 1 entnommen werden können und die Wasserkraftanlage auf 60 l/s, Rohre NW 250 ausgelegt werden, ergibt sich bei ca. 6 m Reibungs- und anderen Druckverlusten das folgende Wasserkraftpotenzial:

Nettogefälle	Wassermenge	Elektrische Leistung
248 m	20 l/s	38 kW
248 m	30 l/s	57 kW
248 m	40 l/s	76 kW
248 m	60 l/s	114 kW

Tabelle 3

### 3.3 Konzept des Kleinwasserkraftwerkes

Die Wassermengen des Gannibaches schwanken im Verlauf eines Kalenderjahres sehr stark. So sind im Winter Monatsmittel von ca. 15 bis 30 l/s üblich und im Sommer 200 bis 1150 l/s.

Die Wasserentnahme für die Beschneiung erfolgt nur in den Monaten November bis Februar. Für die Beschneiung ist eine Wasserleitung (Gussrohr) DN 100 verjüngt auf DN 80 vorgesehen.

Für die Energieproduktion wurde die Dimension der Leitung auf DN 250, durchgehend, festgelegt.

### 3.4 Die Ausbauwassermenge

Die Wahl Kaliber DN 250 ermöglicht eine Ausbauwassermenge von 60l/s. Diese Wahl ist ein Kompromiss. Es macht keinen Sinn die Anlage ausschliesslich für den Sommerbetrieb grösser auszulegen.



## KWKW Vals Leis-Gannibach

Mit dieser Wahl können in den Monaten Mai bis November voraussichtlich 60 l/s, im Monat Dezember voraussichtlich 40 l/s, in den Monaten Januar, März und April voraussichtlich 30 l/s und im Monat Februar voraussichtlich 20 l/s turbiniert werden.

Sämtliche Komponenten des Kraftwerkes und der hydraulischen Anlagen werden im Folgenden auf eine Ausbauwassermenge von 60 l/s ausgelegt.

## 4. Rechtliche Situation, Trägerschaft und Randbedingungen

Träger des geplanten Kleinwasserkraftwerkes ist voraussichtlich das Elektrizitätswerk Vals oder das EW Vals zusammen mit den Sportbahnen Vals AG.

Eine Wasserrechtskonzession ist noch nicht erteilt.

Die Baubewilligung für die Schneeanlage ist noch nicht erteilt.

## 5. Beschrieb der geplanten Anlage KWKW Leis-Gannibach

### 5.1 Allgemeines

Das Kraftwerk produziert ausschliesslich im Netzverbund. Sowie eine Störung auftritt, wird das Kraftwerk sofort vom Netz getrennt.

Damit das Wasser in den Rohren der Schneeanlage, die nicht frostsicher verlegt werden, nicht einfriert, muss der Wasserfluss bei Stillstand der Anlage gewährt sein. (Bypass)

### 5.2 Wasserfassung

Die Wasserfassung soll mit einem einfachen Bauwerk gemäss Bild 2 erfolgen. Die Fassung dient sowohl für die Beschneiung als auch für die vorgesehene Turbinierung.

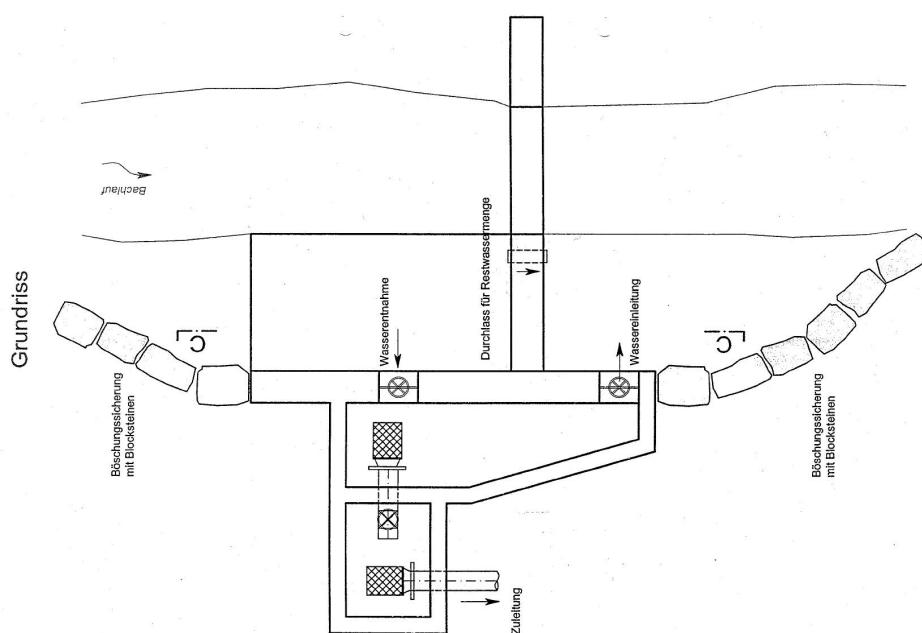


Bild 2



Aus Bild 2 und 3 ist der geplante Standort der Wasserfassung ersichtlich. Gleichzeitig ist der Verlauf des Gannibaches eingetragen.

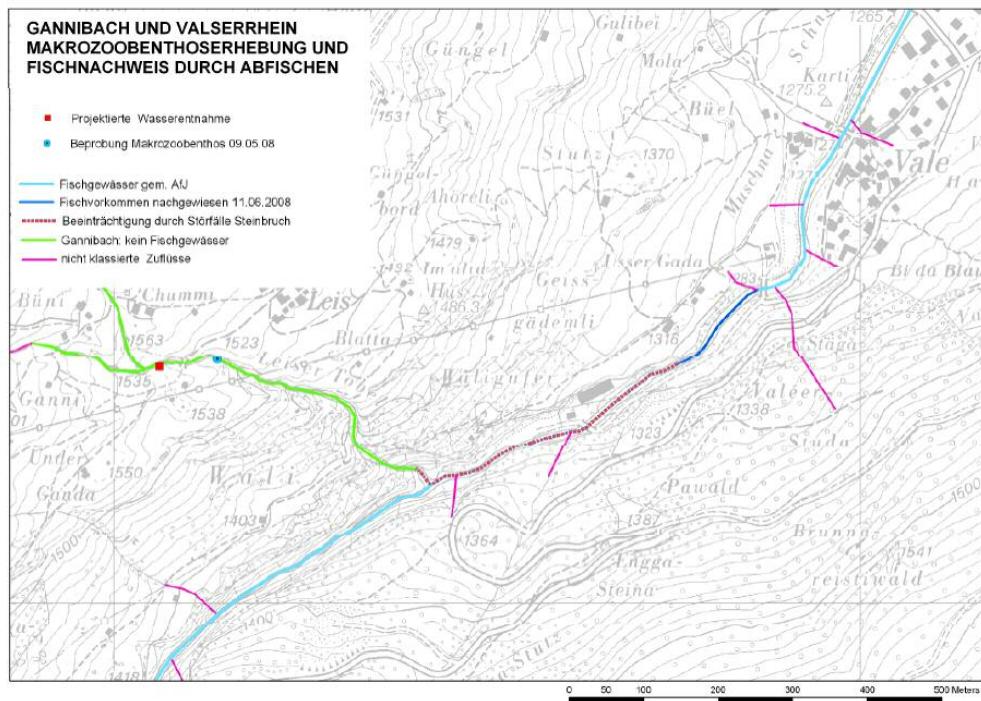


Bild 3

## 5.3 Druckleitung

Der Leitungsverlauf muss, weil die Wasserleitung auch für die Beschneiung dient, nach den Vorgaben der Schneeanlage geführt werden. Das heisst der Verlauf ist für die Energieproduktion nicht optimal.

Rohre sind in der Dimension NW 250 vorgesehen. Ob Cement- oder PUR- beschichtet ist noch nicht entschieden.

Die Rohre werden höchstwahrscheinlich vom Lieferanten der Schneeanlage geliefert. Mit diesem muss noch geklärt werden, inwieweit die beiden Betriebe „Schnneien“ und „Stromproduktion“ miteinander störungsfrei betrieben werden können.

## 5.4 Turbine

- Peltonturbine 2-Strahl
  - 2 Stahlscheiben befestigt, das Laufrad ist statisch
  - ausgewuchtet und wird fliegend auf dem Wellenende des Generators montiert
  - Normgehäuse aus Alu gegossen welches auf ein Betonrohr gestellt wird
  - Krümmer aus Bronze gegossen, LW 80 PN 40



## 5.5 Generator

- Asynchrongenerator
- Nennleistung 147 kVA
- Nennspannung 400 V
- Frequenz 50 Hz
- Drehzahl 1520 U/min
- Klemmenleistung ca. 114 kW



## 5.6 Steuerung

- Vollautomatische Netzparallel-Schaltanlage mit Turbinen-Steuerung 400/24V für die 2-düsigie Pelton turbine, gekoppelt mit dem Asynchrongenerator
- Messung
- Anzeigen
- Generatorschutz
- Automatik
- Turbinensteuerung
- Alarne und Meldungen
- Eigenbedarf, Niederspannungsverteilung, Gleichstromversorgung
- Kompensation
- ev. Wasserstandsmessung



## 6. Wirtschaftlichkeit

### 6.1 Kostenschätzung

Die nachfolgende Kostenschätzung beruht auf den Absprachen mit den Sportbahnen Vals AG.

Die Kosten für die Wasserfassung und die Druckleitung sind in den Kosten der Schneeanlage enthalten.

Da für die Energieerzeugung eine Wasserleitung mit einer Dimension von NW 250 statt wie bei der Schneeanlage einer Dimension von NW 110 verjüngt auf NW 80 verwendet wird sind die Mehrkosten für Grabarbeiten und Kaliber-Erhöhung eingerechnet.

Pos.	Bezeichnung		Wasserbau	Elektro
a)	Turbine und Asynchrongenerator	Fr.		98'000.00
b)	Transport und Montage	Fr.		12'000.00
c)	Inbetriebsetzung	Fr.		5'000.00
d)	Zuleitung ab Druckleitung	Fr.	10'000.00	
e)	Steuerung	Fr.		35'000.00
f)	Gebäude	Fr.		50'000.00
g)	Mehrpreis Rohr NW 250 an Stelle NW 100 bzw. NW 80	Fr.	75'000.00	
h)	Grabarbeiten Anteil, Annahme	Fr.	100'000.00	
i)	Hydrologiebericht	Fr.	6'000.00	
k)	Untersuchungen Gewässerökologie	Fr.	20'000.00	
l)	Wassermessungen	Fr.	5'000.00	
m)	Technische Bearbeitung	Fr.	34'000.00	31'000.00
n)	Unvorhergesehenes Nebenkosten und Rundung	Fr.	20'000.00	19'000.00
<b>Total Kosten für KWKW ohne Mehrwertsteuer</b>		<b>Fr.</b>	<b>270'000.00</b>	<b>250'000.00</b>

Kostengenauigkeit +/- 25%



## 6.2 Energieausbeute

Mit den Werten aus Tabellen 1 und 3 wurde die Energieausbeute unter folgenden Annahmen gerechnet:

- Gesamtwirkungsgrad 78%
- Betriebsausfall während durchschnittlich 7 Tagen im Jahr für Reparatur und Unterhalt
- Betriebsausfall wegen Schneeanlage (Beschneiung) im November 120 h, im Dezember 80 h, im Januar 40 h und im Februar 40 h.

**Daraus errechnet sich ein Jahresenergieertrag von ca. 730'000 kWh**

## 6.3 Stromgestehungskosten

Die folgenden Parameter wurden zur Berechnung der Stromgestehungskosten gewählt:

- Kalkulatorischer Zinssatz 5%
- Kalkulatorische Nutzungsdauer 25 Jahre (Bauten und Leitung 50 Jahre, Elektromechanik 30 Jahre, Steuerung 10 Jahre)
- Betriebs- und Unterhaltskosten pro Jahr für Elektromechanik 1.5% der Investitionskosten
- Betriebs- und Unterhaltskosten pro Jahr für Armaturen und Druckleitung 1% der Investitionskosten
- Betriebs- und Unterhaltskosten pro Jahr für Bauten 0.5% der Investitionskosten

Aus der Annuität der Investitionen und den Betriebs- und Unterhaltskosten lassen sich bei einer Jahresproduktion von 730'000 kWh **Gestehungskosten von rund 6 Rp./kWh** berechnen.

Die **kostendeckende Einspeisevergütung KEV** wurde mit der Berechnungshilfe kostendeckende Einspeisevergütung KEV – Kleinwasserkraft Version 25.04.2008 Programm Kleinwasserkraftwerke berechnet und beträgt für die vorliegende Anlage **ca. 23 Rp. /kWh.**

