



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

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

# PROGRAMM KLEINWASSERKRAFTWERKE

## Schlussbericht Vorprojekt

Gemeinde Prüz, Wasserversorgung Erneuerung

## VERBINDUNGSLEITUNG PRÄZ - RASCHLEGNAS MIT TRINKWASSERKRAFTWERK RASCHLEGNAS

Mai 2009

Ausgearbeitet durch

**Marco Camenisch, Marugg + Bruni AG,**

Grabenstrasse 5, [info@maruggbruni.ch](mailto:info@maruggbruni.ch), [www.maruggbruni.ch](http://www.maruggbruni.ch)



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

## **Impressum**

Datum: Mai 2009

### **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: 102559

**Für den Inhalt und die Schlussfolgerungen sind ausschliesslich die Autoren dieses Berichts verantwortlich.**



## Inhaltsverzeichnis

1. Grundlagen.....	5
1.1 Bestehende anlagekomponenten.....	5
1.1.1 Erneuerte Anlagekomponenten der Wasserversorgung, Baujahr 2005 - 2008 .....	5
1.1.2 Alte Anlagekomponenten der Wasserversorgung, 50 Jahre und älter.....	5
1.1.3 Weitere bestehende projektrelevante Anlagekomponenten.....	5
1.2 Planungsgrundlagen.....	6
1.2.1 Auftragsgrundlagen.....	6
1.2.2 Planungsgrundlagen .....	6
1.3 Wasserdargebot zur Energienutzung .....	6
1.3.1 Wasserdargebot und Wasserverbrauch der Gemeinde Präz.....	6
1.3.2 Ausbauwassermenge und Beurteilung des Wasserdargebotes zur Energienutzung .....	9
1.4 Rechtliche Situation .....	10
2. Technische Grössen .....	10
2.1 Beschrieb der neuen anlagekomponenten ohne energienutzung.....	10
2.1.1 Erneuerung der Verbindungsleitung Präz - Raschlegnas .....	10
2.2 Beschrieb der neuen anlagekomponenten mit energienutzung.....	10
2.2.1 Erneuerung der Verbindungsleitung Präz - Raschlegnas .....	10
2.2.2 Um- und Neubau des ehemaligen Backhauses zum Maschinenhaus für TWKW .....	11
2.2.3 Ergänzungen im Reservoir Präz infolge TWKW Raschlegnas.....	11
2.2.4 Überwasserableitung des TWKW .....	11
2.3 Vorhandenes Gefälle und elektromechanische Ausrüstung .....	12
2.3.1 Brutto- und Nettofallhöhe .....	12
2.3.2 Elektromechanische Ausrüstung .....	12
2.4 Energieproduktion.....	12
3. Aufwand und Ertrag, Wirtschaftlichkeit .....	15
3.1 Kostenschätzung: Investitionskosten ohne / mit EN und Wasserbaukosten .....	15
3.2 Jahreskosten und Gestehungspreis .....	16
3.3 Einspeisevergütung, jährlicher Ertrag und Gewinn .....	17
3.4 Wirtschaftlichkeit.....	20
4. Empfehlung und weiteres Vorgehen .....	20
5. Anhang .....	21
5.1 Fotodokumentation .....	21
5.2 Kartenausschnitt 1:12'500 .....	23
5.3 Hydraulische Berechnung mit Ausbauwassermenge.....	<b>Fehler! Textmarke nicht definiert.</b>



## Zusammenfassung

Die Gemeinde Prüz beabsichtigt die sehr alte und störungsanfällige Verbindungsleitung Prüz – Raschlegnas zu erneuern. In diesem Zusammenhang beauftragte sie uns (Marugg + Bruni AG) zu untersuchen, ob das vorhandene Überschusswasser der Wasserversorgung Prüz rentabel zur Energienutzung gebraucht werden kann und ob das gemeindeeigene Gebäude (ehemaliges Backhaus) in Raschlegnas als für ein neues Trinkwasserkraftwerk verwendet werden kann.

Im nachfolgenden Bericht mit Berechnungen wird aufgezeigt, dass ein neues Trinkwasserkraftwerk in Raschlegnas wirtschaftlich ist (bei gedrosseltem Verbrauch der Brunnen am öffentlichen Wasserversorgungsnetz) und das ehemalige Backhaus in Raschlegnas als Standort für ein neues Trinkwasserkraftwerk geeignet ist.

Für ein neues Trinkwasserkraftwerk Raschlegnas wurden folgende Daten ermittelt:

- Kote Oberwasser	1306 m ü.M.	Wasserspiegel Reservoir
- Kote Turbine	936 m ü.M.	Zulauf Turbine, TWKW Raschlegnas
- Bruttofallhöhe	370 m	
- Nettofallhöhe	334 m	
- Ausbauwassermenge	13 l/s	
- mittlere Turbinenmenge	6.6 l/s	bei „gedrosseltem“ Verbrauch
- mittlere Generatorleistung	17.0 kW	
- Ausbauleistung ab Generator	32 kW	
- Energieproduktion / Jahr	149'154 kWh	
- Energiegestehungspreis	24.56 Rp/kWh	
- Ertrag aus Stromverkauf	42'850 CHF/a	

Der Gemeinde Prüz empfehlen wir mit der Erneuerung der Verbindungsleitung Prüz – Raschlegnas auch das Trinkwasserkraftwerk Raschlegnas zu realisieren.



# 1. Grundlagen

## 1.1 BESTEHENDE ANLAGEKOMPONENTEN

Ein grosser Teil der Wasserversorgungsanlagen Prüz wurden in den Jahren 2005 bis 2008 erneuert oder neugebaut. Der andere Teil der Wasserversorgungsanlagen Prüz wurde in den Jahren 1951 bis 1958 erstellt und ist somit 50 Jahre alt und älter.

Das Wasserversorgungsnetz ist in eine obere Druckzone mit Dalin und Prüz und eine untere Druckzone mit Raschlegnas aufgeteilt. Es wird gespeist aus dem Reservoir, oberhalb Dalin, und der Brunnenstube Clavadels, oberhalb Prüz, deren Wasserspiegel knapp höher ist als derjenige des Reservoirs. Der Brunnenstube Clavadels fliesst die gleichnamige Quelle zu. Das Reservoir hat zwei Zuflüsse. Das Wasser der oberen Quellen Alp, Baria Sura, Rüs und Fedris wird im Druckhalteschacht Fedris gesammelt. Über die Druckleitung werden davon max. 14.9 l/s dem Kleinwasser-Kraftwerk im Reservoir und somit der Wasserkammer zugeführt. Die so erzeugte elektrische Energie wird ins örtliche EW-Netz eingespeist. Das Wasser der unteren Quelle Pascusa wird über eine Freispiegelleitung direkt in die Wasserkammer des Reservoirs geleitet.

Zu den Anlagekomponenten: Siehe den Kartenausschnitt 1:12'500, siehe im Anhang

### 1.1.1 Erneuerte Anlagekomponenten der Wasserversorgung, Baujahr 2005 - 2008

Diese Anlagekomponenten umfassen:

- alle öffentlichen Quelfassungen mit Brunnenstuben (Alp bis Pascusa, und Clavadels)
- alle Zuleitungen (Freispiegelleitungen und Druckleitung) zum Reservoir
- das Reservoir (LR 230 m<sup>3</sup> und BR 70 m<sup>3</sup> vertikal angeordnet, Wsp. 1305.7 m ü.M.) mit Kleinwasser-Kraftwerk (Klemmenleistung von 46.4 kW bei 14.9 l/s) und Auslösestation der Löschreserve in Dalin
- die Reservoirleitung bis nach Dalin
- die Verbindungsleitung von Dalin nach Prüz

### 1.1.2 Alte Anlagekomponenten der Wasserversorgung, 50 Jahre und älter

Diese Anlagekomponenten umfassen:

- das Wasserversorgungsnetz Dalin
- die Zuleitung von Clavadels zum Wasserversorgungsnetz Prüz
- das Wasserversorgungsnetz Prüz (Prüz Dorf)
- die Verbindungsleitung von Prüz nach Raschlegnas mit den zwei Unterbrecherschächten Füngs und Starlängs
- das Wasserversorgungsnetz Raschlegnas

### 1.1.3 Weitere bestehende projektrelevante Anlagekomponenten

- ehemaliges Backhaus in Raschlegnas
- Meteorwasserableitung Raschlegnas



## 1.2 PLANUNGSGRUNDLAGEN

### 1.2.1 Auftragsgrundlagen

Zur Gewährleistung der Versorgungssicherheit und der Wasserqualität in Raschlagas sah das Bauprojekt vom Februar 2008 für die Erneuerungen der Wasserversorgung 2008 unter anderem vor, die Umrüstung von den störungsanfälligen Schwimmerventilen zu neuen Druckreduzierventilen in den beiden Unterbrecherschächten Füngs und Starlängs auszuführen.

In weiteren Gesprächen mit der Gemeinde Präz ebenfalls im Februar 2008 zeigte sich das Interesse die Verbindungsleitung von Präz nach Raschlegnas nicht mittel- sondern eher kurzfristig zu erneuern und dabei das Gefälle und das Überwasser vom Reservoir her zur energetischen Nutzung in Raschlegnas zu verwenden. Daraus ergab sich der Auftrag der Gemeinde gemäss unserem Brief vom 11.02.2008.

Die für die Erneuerungen der Wasserversorgung 2008 zu Investitionshilfen angerufenen Gebäudeversicherung Graubünden und Amt für Natur und Umwelt Graubünden teilten in ihren Stellungnahmen der Gemeinde mit, dass die Erneuerung der Unterbrecherschächte in einer Gesamterneuerung der alten Verbindungsleitung von Präz nach Raschlegnas zu betrachten sei und dieses grössere Projekt separat zur Beurteilung abzugeben sei. Die genannte Umrüstung wurde von der Gemeinde sistiert.

### 1.2.2 Planungsgrundlagen

- Ausführungsprojekt Wasserversorgungserneuerungen 2005 – 2008, Marugg + Bruni AG
- Leitungskataster Wasser, Marugg + Bruni AG, 2008
- manuelle Wassermessungen der Gemeinde April 2006 – März 2009, periodische Quellschüttungsmessungen
- elektronische (unvollständige) Wassermessungen der Gemeinde Februar 2008 – März 2009, permanente Datenerfassung im Reservoir, des Zulaufs des Kleinwasser-Kraftwerkes und des Auslaufes aus der Reservoir-Wasserkammer
- Begehung zum ehemaligem Backhaus und zu bestehender Meteorwasserableitung Raschlegnas von M. Camenisch, Marugg + Bruni AG mit R. Capadrutt, Brunnenmeister Präz, April 2008

## 1.3 WASSERDARGEBOT ZUR ENERGIENUTZUNG

### 1.3.1 Wasserdargebot und Wasserverbrauch der Gemeinde Präz

Für verschiedene Monate von April 2006 bis März 2009 sind in Tabelle 1 die Wasserdargebote totalisiert. Diese Wasserdargebote beinhalten alle tagesdurchschnittlichen Zuläufe die dem Wasserversorgungsnetz der Gemeinde Präz zur Verfügung stehen.

In der Tabelle 2 ist der „normale“ (heute übliche) Wasserverbrauch pro Monat von April 2008 bis März 2009 ermittelt. Dieser „normale“ Wasserverbrauch von tagesdurchschnittlich 214 l/min ist für eine Gemeinde mit 161 Einwohnern sehr hoch.

Aufgrund der Messungen des Auslaufes aus der Reservoir-Wasserkammer abzüglich der vom Brunnenmeister ermittelten Netzverluste (= 20 l/min = akzeptabel für die noch vorhandenen alten Wasserversorgungsnetzteile) ergibt sich der normale Brunnenverbrauch der 12 Brunnen am Wasserversorgungsnetz. Dieser normale Brunnenverbrauch beträgt 9.5 l/min pro Brunnen. Dies ist unnötig hoch. Nach Rücksprache mit dem Brunnenmeister könnte der normale Brunnenverbrauch auf einen Drittel gedrosselt werden (ca. 3 l/min pro Brunnen). Der sich nun aus der Brunnendrosselung berechnete „gedrosselte“ Wasserverbrauch pro Monat von April 2008 bis März 2009 ist in der Tabelle 3 dargestellt. Dieser mögliche, „gedrosselte“ Wasserverbrauch beträgt tagesdurchschnittlich noch 138 l/min.



**Tabelle 1: Wasserdargebot, tagesdurchschnittlich**

Monat	Datum	1 Brst Alp l/min	2 Brst Baria Sura l/min	3 Brst Rüs l/min	4 Brst Fedris l/min	"=1+2+3+4" Zulauf KWKW Präz ins Reservoir Für KWKW Präz ist Qmax = 890 l/min	5 Brst Pascusa ins Reservoir *Qmax = 370 l/min	"=1+2+3+4" +5 Total Zulauf ins Reservoir l/min	6 Brst Clavadels ins WV-Netz *Qmax = 65 l/min	"=1+2+3+4" +5 +6 Total Wasserdargebot total Zuläufe ins Wasserversorgungs-Netz l/min
Apr	29.04.06	508	90	404	1153	890	370	1260	65	1325
Mai/Jun	02.06.06	154	25	302	645	890	147	1037	65	1102
Jul	03.07.06	49	10	140	350	549	46	595	65	660
Aug	24.08.06	13	4	88	182	287	19	306	54	360
Sep	18.09.06	8	3	80	178	269	28	297	34	331
Okt	26.10.06	11	4	57	125	197	46	243	20	263
Nov	26.11.06	10	4	50	117	181	40	221	18	239
Dez	23.12.06	7	2	57	110	176	38	214	15	229
Jan	22.01.07	6	2	56	106	170	42	212	14	226
Feb	25.02.07	6	2	50	105	163	31	194	14	208
Mrz	30.03.07	9	3	54	110	176	50	226	65	291
Apr	25.04.07	213	33	344	444	890	332	1222	65	1287
Mai	30.05.07	40	11	125	110	286	56	342	65	407
Jun	28.06.07	218	39	228	81	566	188	754	65	819
Jul	28.07.07	103	24	252	452	831	183	1014	65	1079
Aug	22.08.07	108	21	189	385	703	124	827	65	892
Sep	28.09.07	64	16	164	379	623	78	701	65	766
Feb	14.02.08	9	3	64	137	213	35	248	41	289
Apr	15.04.08					238		238		
Mai	12.05.08	971	142	811	1344	890	370	1260	65	1325
Jun	15.06.08					857		857		
Jul	15.07.08					695		695		
Aug	23.08.08	51	12	165	350	578	110	688	65	753
Sep	15.09.08					678		678		
Okt	15.10.08					574		574		
Nov	15.11.08					443		443		
Dez	15.12.08					396		396		
Jan	31.01.09	18	6	89	213	326	52	378	65	443
Mrz	12.03.09	7	3	76	132	218	39	257	52	309



**Tabelle 2: Wasserverbrauch "normal"**

Monat	Datum	a	b	= a+b
		tagesdurchschnittlich aus Reservoir l/min	aus Brst Clavadels l/min	<b>Wasser- Verbrauch "normal"</b> l/min
Feb	14.02.08	181	41	222
Apr	15.04.08	217		
Apr - Mittel aus Tab 1			65	282
Mai	12.05.08	224	65	289
Jun	15.06.08	143		
Jun - Mittel aus Tab 1			65	208
Jul	15.07.08	130		
Jul - Mittel aus Tab 1			65	195
Aug	09.08.08	134	65	199
Sep	15.09.08	122		
Sep - Mittel aus Tab 1			50	172
Okt	15.10.08	169		
Okt - Mittel			40	209
Nov	15.11.08	151		
Nov - Mittel			30	181
Dez	15.12.08	157		
Dez- Mittel			20	177
Jan	31.01.09	165	65	230
Mrz	12.03.09	147	52	199
Durschnittswerte		162	52	214

**Tabelle 3: Wasserverbrauch "gedrosselt", Brunnen gedrosselt auf 1/3x normal**

c	d	= c - d	1/3 von (c - d)	= a+b - 2/3(c-d)
Messungen nachts aus Reservoir l/min	* Verluste WV-Netz l/min	Verbrauch normal, von 12 Brunnen l/min	Verbrauch gedrosselt, von 12 Brunnen l/min	<b>Wasser- Verbrauch "gedrosselt"</b> l/min
150	20	130	43	135
180	20			
		160	53	175
145	20	125	42	206
125	20			
		105	35	138
113	20			
		93	31	133
115	20	95	32	136
105	20			
		85	28	115
150	20			
		130	43	122
125	20			
		105	35	111
135	20			
		115	38	100
135	20	115	38	153
125	20	105	35	129
134	20	114	38	138

\* Angaben des Brunnenmeisters der Gemeinde Präz, der die Netzverluste nachts ermittelt hat (während dessen war Brst Clavadels ausser Betrieb)

114 l/min : 12 Brunnen = 9.5 l/min pro Brunnen > dies ist unnötig hoch!  
> Die Brunnen können auf 1/3 des normalen Verbrauchs gedrosselt werden, gemäss Rücksprache mit dem Brunnenmeisters der Gemeinde Präz.



### 1.3.2 Ausbauwassermenge und Beurteilung des Wasserdargebotes zur Energienutzung

Das Wasserdargebot zur Energienutzung lässt sich wie folgt ermitteln, siehe dazu Tabelle 4 (um noch genauere Werte zu erhalten müsste der Zufluss von Pascusa in die Wasserkammer und der Zufluss von Clavadels in das Wasserversorgungsnetz mit Messuhren ermittelt werden):

- Variante A (Var. A):  
Wasserdargebot aus Tabelle 1 abzüglich „normalen“ Wasserverbrauchs aus Tabelle 2  
⇒ Wasserdargebot zur Energienutzung (Var. A) mit „normalem“ Verbrauch“
- Variante B (Var. B):  
Wasserdargebot aus Tabelle 1 abzüglich „gedrosselten“ Wasserverbrauchs aus Tabelle 3  
⇒ Wasserdargebot zur Energienutzung (Var. B) mit „gedrosseltem“ Verbrauch“

**Tabelle 4: Wasserdargebot zur Energienutzung**

Monat	e	f	= e - f		g	= e - g	
	Total Wasserdargebot Monats-Mittel aus Tabelle 1 l/min	Wasser- Verbrauch "normal" aus Tabelle 2 l/min	Wasserdargebot zur Energienutzung mit Verbrauch "normal" (Var. A) l/min   l/s		Wasser- Verbrauch "gedrosselt" aus Tabelle 3 l/min	Wasserdargebot zur Energienutzung mit Verbrauch "gedrosselt" (Var. B) l/min   l/s	
Jan	295	230	65	1.08	153	142	2.37
Feb	221	222	0	0.00	135	86	1.43
Mrz	242	199	43	0.71	129	113	1.88
Apr	907	282	625	10.41	175	732	12.19
Mai	880	289	591	9.84	206	674	11.23
Jun	883	208	675	11.24	138	745	12.41
Jul	768	195	573	9.55	133	635	10.58
Aug	607	199	408	6.80	136	471	7.85
Sep	559	172	387	6.44	115	444	7.39
Okt	409	209	200	3.33	122	287	4.78
Nov	332	181	151	2.52	111	221	3.68
Dez	305	177	128	2.13	100	205	3.42
Durchschnittswert				5.2			6.6

Das Wasserdargebot zur Energienutzung ist aus den tagesdurchschnittlichen Werten ermittelt worden. Die Wasserverbrauchswerte sind tagesdurchschnittlich 0.6 l/s höher als nachts. Dies gilt ab April bis Juni (aus elektronischer Datenerfassung der Gemeinde). Somit erhöht sich das Maximum für das "Wasserdargebot zur Energienutzung" bis auf 13 l/s, während 2 bis 3 Monaten.

⇒ **Die Ausbauwassermenge zur Energienutzung wird auf 13 l/s (= Q<sub>A</sub>) ausgelegt.**

Das Wasserdargebot zur Energienutzung ist im Januar bis März auf dem Minimum (Var. A = 0 % von Q<sub>A</sub> und Var. B = 18 % von Q<sub>A</sub>) und springt alljährlich innerhalb 1 bis 2 Wochen anfangs April, mit der Schneeschmelze, fast auf das Maximum (Var. A = 85 % von Q<sub>A</sub> und Var. B = 98 % von Q<sub>A</sub>). Das Wasserdargebot zur Energienutzung bleibt dann von anfangs April bis ca. Ende Juni nahe dem Maximum-Wert und geht ab Juli bis Dezember kontinuierlich zurück (im Dezember: Var. A = 16 % von Q<sub>A</sub> und Var. B = 26 % von Q<sub>A</sub>).

⇒ Das **Wasserdargebot zur Energienutzung (Var. A) mit „normalem“ Verbrauch“** wird **voraussichtlich nur für neuen monatigen Betrieb eines Trinkwasserkraftwerkes** reichen, da ein TWKW mit 0 - 8 % von Q<sub>A</sub> (Januar – März) nicht betrieben wird.

⇒ Das **Wasserdargebot zur Energienutzung (Var. B) mit „gedrosseltem“ Verbrauch“** wird **voraussichtlich einen ganzjährigen Betrieb eines Trinkwasserkraftwerkes** gewährleisten mit 11 – 100 % von Q<sub>A</sub>.



## 1.4 RECHTLICHE SITUATION

Auf der Kleinparzelle 328 in Raschlegnas, Gemeinde Prüz steht das ehemalige Backhaus Raschlegnas (siehe Fotodokumentation). Der Baugrund und das zweistöckige, ca. 100-jährige Gebäude sind im Eigentum der politischen Gemeinde Prüz.

Dies gilt ebenfalls für die Wasserrechte und den eventuellen Neubau des Trinkwasserkraftwerkes in Raschlegnas. Im Zusammenhang mit der Wasserversorgung würde die politische Gemeinde Prüz das neue TWKW betreiben und unterhalten.

Das Gebäude, ehemaliges Backhaus, ist standortmässig für den Betrieb eines Trinkwasserkraftwerkes sehr geeignet. Es steht sehr nahe bei den bestehenden Netzen der Wasserversorgung, der Elektrizitätsversorgung, der Gemeindestrassen und der Meteorwasserableitung von Raschlegnas ist (siehe Fotodokumentation).

## 2. Technische Grössen

### 2.1 BESCHRIEB DER NEUEN ANLAGEKOMPONENTEN OHNE ENERGIENUTZUNG

#### 2.1.1 Erneuerung der Verbindungsleitung Prüz - Raschlegnas

Die über 50-jährige Verbindungsleitung aus Stahlrohren (Mannesmannrohre) DN 80 und DN100 soll erneuert werden. Dies von der Ringleitung des Wasserversorgungsnetzes Prüz Dorf bis zum obersten Hydranten R1 in Raschlegnas. In den beiden Unterbrecherschächten Füngs und Starlängs sollen die Schwimmerventile durch Druckreduzierventile ersetzt werden, somit entfallen die offenen Wasserflächen als Verschmutzungsgefahr. Mit der Beibehaltung der Schachtstandorte Füngs und Starlängs und somit der Druckverhältnisse kann die Transportleitung von Füngs bis zum Hydranten R1 in Polyethylen Nenndruck 16 ausgeführt werden.

Angaben von Herrn Jürg Mani, Gebäudeversicherung Graubünden GVG, April 2009:

- der Löschwasserbedarf in Raschlegnas beträgt 1'200 bis 1'500 l/min
- der Rohrleitungsinwenddurchmesser soll 100 mm betragen
- zu verwenden sind Rohre aus Polyethylen mit Durchmesser aussen/innen 125/102 ND16
- daraus ergeben sich im Löschfall Fliessgeschwindigkeiten von 2.45 bis 3.06 m/s

Erneuerungen, die ohnehin gemacht werden müssen, d.h. unabhängig allfälliger Energienutzung:

- 25 m Leitungsbau (grösstenteils im Strassenbelag), Guss DN100 ND16
- 705 m Leitungsbau (grösstenteils im Wiesland), PEHD 125/102 ND16, bis Hydrant R1
- umrüsten / erneuern der Druckbrecherschächte Füngs und Starlängs

### 2.2 BESCHRIEB DER NEUEN ANLAGEKOMPONENTEN MIT ENERGIENUTZUNG

#### 2.2.1 Erneuerung der Verbindungsleitung Prüz - Raschlegnas

Für die Rohrdimensionierung gelten die Angaben der GVG gemäss 2.1.1. Wir wählen Gussleitungen DN100 ND 40 von Füngs bis zum Hydranten R1. Daraus ergeben sich im Löschfall Fliessgeschwindigkeiten von 2.55 bis 3.18 m/s (unwesentlich höher als mit PE-Rohren ND16).

Infolge der statischen Druckhöhe beim Hydranten R1 von 34.6 bar muss eine Druckreduzierstation, mit Brauch- und Löschwasserdruckreduzierung, vor dem Anschluss an das Wasserversorgungsnetz Raschlegnas platziert werden.

Erneuerungen:

- 25 m Leitungsbau (grösstenteils im Strassenbelag), Guss DN100 ND16
- 775 m Leitungsbau (grösstenteils im Wiesland), Guss DN100 ND40, bis ehemaliges Backhaus
- Druckreduzierstation vor dem Anschluss an WV-Netz Raschlegnas



- 20 m Leitungsbau (grösstenteils im Wiesland), Guss DN100 ND16, von der Druckreduzierstation zum Hydrant R1

### **2.2.2 Um- und Neubau des ehemaligen Backhauses zum Maschinenhaus für TWKW**

Für die Installation der elektromechanischen Ausrüstung sind im Erdgeschoss des Gebäudes einige Umbau – und Neubaumassnahmen notwendig. Dies sind:

- Beton-Boden, Beton-Unterwasserbehälter, TWKW-Montagevorrichtung, Innenraumverkleidung, Innenraumtüre und Aussentüre
- Elektrische Installationen: Licht, Anschlüsse elektr. Geräte / Armaturen und TWKW
- Luftentfeuchtung und Be- / Entlüftung (Geräte und Rohre)
- Druckleitung mit handbetriebenen Armaturen bis an das TWKW, inkl. Leitungsentleerung
- Steuerungsanlagen (Schaltschrank/Hilfsbetriebe, SPS, MID, autom. Absperrarmatur vor TWKW)
- Elektromechanische Ausrüstung (Turbine mit Generator und zugehörige Steuerungen)
- Elektrischer Anschluss Gebäude und TWKW (für Energierücklieferung an das EWZ)

### **2.2.3 Ergänzungen im Reservoir Präz infolge TWKW Raschlegnas**

Für den Betrieb des TWKW Raschlegnas steht das Überschusswasser aus dem Wasserversorgungsnetz der Gemeinde Präz zur Verfügung. In Abhängigkeit des Brauchreserve-Wasserstandes der Reservoir-Wasserkammer (d.h. von den 70 m<sup>3</sup> BR-Volumen kann ca. das obere Drittel genutzt werden) wird das Wasserdargebot zur Energienutzung gesteuert. Dafür müssen folgende steuerungstechnische Ergänzungen im Reservoir gemacht werden:

- Zusätzliche Wasserstandsmessung des Reservoir-Wasserspiegels
- Datenaufbereitung, Funkübertragung, Telealarm
- Steuerungstechnische Verbindungen zu bestehenden Steuerungsanlage im Reservoir

**Wichtig:** Im Löschfall (Brandfall) wird Betrieb des TWKW Raschlegnas automatisch gestoppt.

### **2.2.4 Überwasserableitung des TWKW**

Das Überwasser (gesamtes turbiniertes Wasser) des TWKW fällt in den Unterwasserbehälter und wird von dort aus im Unterwasserkanal, ca. 60 m lang, neben dem Stangentrafo des EWZ vorbei in den nächsten Kontrollschacht der Meteorwasserableitung eingeleitet. Die Meteorwasserableitung führt nach ca. 120 m in einen kleinen Bachlauf. Dieser Bach verläuft ca. 350 m lang durch Wiesland teils offen und teils verrohrt bis östlich von Raschlegnas an die Gemeindegrenze zu Cazis. Dort schießt er in ein steiles Waldstück und vereinigt sich mit anderen Bachwässern auf einer Ebene oberhalb Rattisch, Cazis.

An der Begehung vom April 2008 haben wir zusammen mit dem Brunnenmeister die Meteorwasserableitung und der anschliessende Bachlauf bis zur Gemeindegrenze Cazis auf die Abflusskapazität getestet.

Zu dieser Zeit führte die Meteorwasserableitung ca. ¼ l/s. Aus dem WV-Netz wurden ca. 80 m oberhalb des geplanten Unterwasserkanalanschlusses genau 10 l/s eingeleitet. Die Meteorwasserableitung schluckte die 10 l/s problemlos. Der Bachlauf hingegen war damit an der - bis knapp über der Kapazitätsgrenze.

Für die neue Überwasserableitung sind folgende Arbeiten auszuführen:

- Unterwasserkanal ca. 60 m, unter dem Maschinenhausboden durch Wiesland und Gmde-Strasse
- Bestehender Bachlauf von Hand teilweise vergrössern und befestigen



## 2.3 VORHANDENES GEFÄLLE UND ELEKTROMECHANISCHE AUSRÜSTUNG

### 2.3.1 Brutto- und Nettofallhöhe

Siehe dazu die „Hydraulische Berechnung mit Ausbauwassermenge“ im Anhang.

Daten:

- Kote Oberwasser	1306 m ü.M.	Wasserspiegel Reservoir
- Kote Unterwasser	935 m ü.M.	Unterwasserbehälter, TWKW Raschlegnas
- Kote Turbine	936 m ü.M.	Zulauf Turbine, TWKW Raschlegnas
- Bruttofallhöhe, $H_{geo}$	370 m	(= geodätische Druckhöhe)
- Leitungsabschnitte:	DN in mm	Länge in m
	dukt. Guss DN150	250 m
	Guss DN150	230 m
	dukt. Guss DN150	655 m
	(für 2x G100 + teilw. G125 =) Guss DN135	255 m (für Ringleitung WV-Netz Präz Dorf)
	dukt. Guss DN100	25 m, Projekt
	dukt. Guss DN100	775 m, Projekt
- Nettofallhöhe, $H_{netto}$	334 m	
- Ausbauwassermenge $Q_A$	13 l/s	Auslegung von $Q_A$ , siehe Punkt 1.3.2
- Ausbauleistung ab Generator	32 kW	Klemmenleistung am Generator
- Installierte Turbinenleistung	bis 40 kW	

### 2.3.2 Elektromechanische Ausrüstung

Wie im Reservoir bereits installiert ist und einwandfrei funktioniert, so soll auch die elektromechanische Ausrüstung für das TWKW Raschlegnas installiert werden:

- Pelton turbine VT, 1-Strahl (auf Betonrohr auf Unterwasserbehälter)
- Asynchrongenerator, Nennspannung 400 V, Frequenz 50 Hz, Drehzahl 1520 U/min

## 2.4 ENERGIEPRODUKTION

Die Energieberechnung und -bewertung, gem. Tabellen 5 und 6, sind nachfolgend gegenübergestellt:

	<b>Tabelle 5:</b>	<b>Tabelle 6:</b>
- Wasserdargebot zur EN mit	<b>„normalem“ Verbrauch, Variante A</b>	<b>„gedrosseltem“ Verbrauch, Variante B</b>
- mittlere Turbinenmenge	5.2 l/s	6.6 l/s
- mittlere Generatorleistung	13.5 kW	17.0 kW
- <b>Energieproduktion / Jahr</b>	<b>118'201 kWh</b>	<b>149'154 kWh</b>



Tabelle 5: Energieberechnung und -bewertung

**Projekt:** 102559 **KWKW Raschlegnas**  
**Ausbauwassermenge:** **13 L/sek.**  
**Bruttofallhöhe:** **370 m**

**Dargebot zur EN mit "normalem" Verbrauch (Var. A)**

**File:** Filename = Pfad aus Form3

<b>Druckleitung:</b> Abschnitt:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Innendurchmesser in mm	150	150	150	135	100	100	---	---	---	---
Länge in m	250	230	655	255	25	775	---	---	---	---
k abs. in mm	0.2	0.8	0.2	0.8	0.2	0.2	---	---	---	---
Zeta	3	Z2	Z3	Z4	Z5	5	---	---	---	---
<b>Wirkungsgrade T*G</b>										
bei Q in L/sec	1.3	2.6	3.9	5.2	6.5	7.8	9.1	10.4	11.7	13
Eta in %	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75

**Energieberechnung:**

	Q <sub>T</sub>	H netto	ETA	P	E
Monat	in L/sec	in m	in %	in kW	in MWh
Januar	0	370	75	0	0
Februar	0	370	75	0	0
März	0	370	75	0	0
April	10.41	346	75	26.5	19.1
Mai	9.84	349	75	25.3	18.8
Juni	11.24	343	75	28.3	20.4
Juli	9.54	350	75	24.6	18.3
August	6.8	360	75	18	13.4
September	6.44	361	75	17.1	12.3
Oktober	3.33	367	75	9	6.7
November	2.52	368	75	6.8	4.9
Dezember	2.13	369	75	5.8	4.3
Mittelwerte Q <sub>T</sub> , ETA*P, P, E:	5.2		75.00	13.5	9.9

**Sommerperiode:**

Monat Nr.	<b>4</b>	bis u. mit	<b>9</b>
Hochtarif Stunden/Tag			<b>15</b>
<b>Max. Leistung [kW]</b>			<b>28</b>
<b>Mittlere Leistung [kW]</b>			
Winter:			<b>7</b>
Sommer:			<b>16</b>
Jahr:			<b>13</b>
<b>Verfügbarkeit (Pmittel/Pmax)</b>			
Winter:			<b>25.5%</b>
Sommer:			<b>55.2%</b>
Jahr:			<b>47.7%</b>

**Energiebewertung in Franken:**

	Winter	Anteil	Ansatz	Betrag	Sommer	Anteil	Ansatz	Betrag	Jahr	Betrag
Energie: kWh HT+NT	15'915	13.5%			102'286	86.5%			118'201	
Energie: kWh HT	9'947	8.4%	0.286	2'840	63'929	54.1%	0.286	18'252	73'876	21'091
Energie: kWh NT	5'968	5.0%	0.286	1'704	38'357	32.5%	0.286	10'951	44'325	12'655
Mittl. Leistung: kW	7		0.286	2	16		0.286	4		7
<b>Total</b>				<b>4'546</b>				<b>29'207</b>		<b>33'753</b>



Tabelle 6: Energieberechnung und -bewertung

Projekt: 102559 **KWKW Raschlegnas**  
 Ausbauwassermenge: **13 L/sek.**  
 Bruttofallhöhe: **370 m**

**Dargebot zur EN mit "gdrosseltem" Verbrauch (Var. B)**

File: Filename = Pfad aus Form3

Druckleitung: Abschnitt:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Innendurchmesser in mm	150	150	150	135	100	100	---	---	---	---
Länge in m	250	230	655	255	25	775	---	---	---	---
k abs. in mm	0.2	0.8	0.2	0.8	0.2	0.2	---	---	---	---
Zeta	3	Z2	Z3	Z4	Z5	5	---	---	---	---
<b>Wirkungsgrade T*G</b>										
bei Q in L/sec	1.3	2.6	3.9	5.2	6.5	7.8	9.1	10.4	11.7	13
Eta in %	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75

**Energieberechnung:**

Monat	Q <sub>T</sub> in L/sec	H netto in m	ETA in %	P in kW	E in MWh
Januar	2.37	369	75	6.4	4.8
Februar	1.43	369	75	3.9	2.6
März	1.88	369	75	5.1	3.8
April	12.19	338	75	30.3	21.8
Mai	11.23	343	75	28.3	21.1
Juni	12.41	337	75	30.8	22.1
Juli	10.58	346	75	26.9	20
August	7.85	356	75	20.6	15.3
September	7.39	358	75	19.5	14
Oktober	4.78	365	75	12.8	9.5
November	3.68	367	75	9.9	7.2
Dezember	3.42	367	75	9.2	6.9
Mittelwerte Q <sub>T</sub> , ETA*P, P, E:	6.6		75.00	17.0	12.4

<b>Sommerperiode:</b>			
Monat Nr.	<b>4</b>	bis u. mit	<b>9</b>
Hochtarif Stunden/Tag			<b>15</b>
<b>Max. Leistung [kW]</b>			<b>31</b>
<b>Mittlere Leistung [kW]</b>			
Winter:			<b>8</b>
Sommer:			<b>26</b>
Jahr:			<b>17</b>
<b>Verfügbarkeit (Pmittel/Pmax)</b>			
Winter:			<b>25.8%</b>
Sommer:			<b>84.6%</b>
Jahr:			<b>55.3%</b>

**Energiebewertung in Franken:**

	Winter	Anteil	Ansatz	Betrag	Sommer	Anteil	Ansatz	Betrag	Jahr	Betrag
Energie: kWh HT+NT	34'760	23.3%			114'394	76.7%			149'154	
Energie: kWh HT	21'725	14.6%	0.287	6'240	71'496	47.9%	0.287	20'535	93'221	26'775
Energie: kWh NT	13'035	8.7%	0.287	3'744	42'898	28.8%	0.287	12'321	55'933	16'065
Mittl. Leistung: kW	8		0.287	2	26		0.287	7		10
<b>Total</b>				<b>9'986</b>				<b>32'864</b>		<b>42'850</b>



### 3. Aufwand und Ertrag, Wirtschaftlichkeit

#### 3.1 KOSTENSCHÄTZUNG: INVESTITIONSKOSTEN OHNE / MIT EN UND WASSERBAUKOSTEN

Kostengenaugigkeit +/- 25% / Preisbasis 1. Quartal 2009

Kostenberechnung: Aufgrund vergleichbarer Objekte von 2008 bis 1. Quartal 2009

Kosten beinhalten: Projekt und Bauleitung, Unvorhergesehenes, MWST (7.6%), Baunebenkosten (2%)

Objekt Teilobjekt Arbeiten	Erneuerung ohne EN Investitions- kosten in CHF	Erneuerung mit EN Investitions- kosten in CHF	davon Wasserbau- kosten in CHF
<b>Verbindungsleitung Präz - Raschlagnas (Erneuerung ohne Energienutzung EN)</b>			
1 Verbindungsleitung Präz - Raschlagnas, bis Hydrant R1			
1.1 25 m neuer Leitungsbau (im Belag) Guss DN100 ND16	30'000		
1.2 705 m neuer Leitungsbau (in Wiese) PEHD 125/102 ND16	190'000		
1.3 2 Druckbrecherschächte erneuern (Einbau DRV)	65'000		
<b>Verbindungsleitung Präz - Raschlagnas mit KWKW (Erneuerung mit Energienutzung EN)</b>			
2 Verbindungsleitung Präz - Raschlagnas, bis Hydrant R1 und bis ehemaliges Backhaus			
2.1 25 m neuer Leitungsbau (im Belag) Guss DN100 ND16		30'000	30'000
2.2 775 m neuer Leitungsbau (in Wiese) Guss DN100 ND40		265'000	265'000
2.3 Neu Druckreduzierstation 34.6/9 bar, vor Hydrant R1		65'000	65'000
2.4 20 m neuer Leitungsbau (in Wiese) Guss DN100 ND16		10'000	10'000
3 Umbau EG des ehemaligens Backhauses Raschlegnas zum Maschinenhaus für das Kleinwasserkraftwerk			
3.1 Stahlbeton-, Maurer-, Metallbau-, Schreinerarbeiten		48'000	48'000
3.2 Elektrische Installationen		10'000	
3.3 Luftentfeuchtung und Be- / Entlüftung Maschinenhaus		10'000	
3.4 Druckleitung u. handbetriebene Armaturen bis Turbine		22'000	22'000
3.5 Steuerungsanlage und elektromechanische Ausrüstung		250'000	
3.6 Elektrischer Anschluss an EWZ Stangentrafo, 40 m		15'000	
4 Ergänzungen im Reservoir Präz			
4.1 Ergänzungen / Anpassungen zu best. Steuerungsanlage		20'000	
5 Unterwasserkanal, ab KWKW bis Bach Gemeindegrenze			
5.1 KWKW bis in best. Schacht Meteorwasserleitung		35'000	35'000
5.2 Best. Bachlauf: Von Hand vergössern / befestigen			
<b>Total Investitionskosten mit EN</b>		<b>780'000</b>	
<b>J. Total Investitionskosten ohne EN = Ohnehinkosten</b>	<b>285'000</b>		
<b>= Zusatz-Investitionskosten für EN</b>	<b>495'000</b>		
Total Wasserbaukosten			475'000
Anteil Wasserbaukosten an Investitionskosten mit EN (für Berechnung KEV)			% 60.90



### 3.2 JAHRESKOSTEN UND GESTEHUNGSPREIS

#### Jahreskosten und Gestehungspreis für Trinkwasserkraftwerk Raschlegnas mit "normalem" Verbrauch, Var. A

##### Jahreskosten der Investition:

Investition  
(= Zusatz-Investition für EN): Fr. 495'000  
Zinssatz: 4.000%

Kapitalwiederbeschaffungsdauer: 25 Jahre

Jahreskosten:  
Zinskosten: Fr. 19'800.00 4.00%  
Kapitalwiederbeschaffung: Fr. 11'885.92 2.40%  
Total Jahreskosten Fr. 31'685.92 6.40%  
**In Prozenten: 6.401%**

Zusatz-Investition für EN =  
Total Investition mit EN  
- Total Investition ohne EN (Ohnehinkosten)

Gemäss Swissgrid werden alle  
Anlagekomponenten in nur 25 Jahren  
abgeschrieben.

Jahresertrag mit  
"normalem" Verbrauch  
Fr. 33'753.00  
siehe Tabelle 5

##### Betriebskosten und Produktion für Kraftwerke:

Unterhalt u. Erneuerung / Jahr 1.000% = Fr. 4'950 (ca. 4'000 - 5'000 Fr./a)  
Produktion kWh / Jahr: 118'201  
**Energiegestehungspreis: Fr. 0.3099 = 7.401%**

**Jährliche Kapital- und Betriebskosten:**

**Fr. 36'636**

**Kosten / Nutzen:  
1.09**

#### Jahreskosten und Gestehungspreis für Trinkwasserkraftwerk Raschlegnas mit "gedrosseltem" Verbrauch, Var. B

##### Jahreskosten der Investition:

Investition  
(= Zusatz-Investition für EN): Fr. 495'000  
Zinssatz: 4.000%

Kapitalwiederbeschaffungsdauer: 25 Jahre

Jahreskosten:  
Zinskosten: Fr. 19'800.00 4.00%  
Kapitalwiederbeschaffung: Fr. 11'885.92 2.40%  
Total Jahreskosten Fr. 31'685.92 6.40%  
**In Prozenten: 6.401%**

Zusatz-Investition für EN =  
Total Investition mit EN  
- Total Investition ohne EN (Ohnehinkosten)

Gemäss Swissgrid werden alle  
Anlagekomponenten in nur 25 Jahren  
abgeschrieben.

Jahresertrag mit  
"gedrosseltem" Verbrauch  
Fr. 42'850.00  
siehe Tabelle 6

##### Betriebskosten und Produktion für Kraftwerke:

Unterhalt u. Erneuerung / Jahr 1.000% = Fr. 4'950 (ca. 4'000 - 5'000 Fr./a)  
Produktion kWh / Jahr: 149'154  
**Energiegestehungspreis: Fr. 0.2456 = 7.401%**

**Jährliche Kapital- und Betriebskosten:**

**Fr. 36'636**

**Kosten / Nutzen:  
0.85**



### 3.3 EINSPEISEVERGÜTUNG, JÄHRLICHER ERTRAG UND GEWINN

Das Trinkwasserkraftwerk Raschlegnas ist bei der Swissgrid AG zur Kostendeckenden Einspeisevergütung (KEV) anzumelden.

Im Bescheid der Swissgrid AG über die KEV ist zu erwarten, dass das TWKW als Neuanlage gilt und grundsätzlich als förderungswürdig eingestuft wird.

Für das

**Trinkwasserkraftwerk Raschlegnas, mit Dargebot mit „normalem“ Verbrauch (Var. A),** ergibt unsere Berechnung **KEV:** siehe Tabelle 7

- ⇒ **Die Einspeisevergütung von 28.73 Rp/kWh**
- ⇒ **Den Ertrag aus Stromverkauf von 33'751 CHF/a** (siehe auch Tabelle 5)
- ⇒ **Den Gewinn Verlust von 2'879 CHF/a** (Abschreibungsdauer 25 Jahre für alle Anlagekomponenten) \*

Für das

**Trinkwasserkraftwerk Raschlegnas, mit Dargebot mit „gedrosseltem“ Verbrauch (Var. B),** ergibt unsere Berechnung **KEV:** siehe Tabelle 8

- ⇒ **Die Einspeisevergütung von 28.55 Rp/kWh**
- ⇒ **Den Ertrag aus Stromverkauf von 42'849 CHF/a** (siehe auch Tabelle 6)
- ⇒ **Den Gewinn von 6'217 CHF/a** (Abschreibungsdauer 25 Jahre für alle Anlagekomponenten)

\* Bemerkungen zur Abschreibungsdauer:

Gemäss Swissgrid AG werden die ganzen Investitionskosten in 25 Jahren abgeschrieben. In der Praxis hat es sich gezeigt, dass nach 25 Jahren jedoch nur folgende Anlagekomponenten ersetzt werden müssen: Generator, Steuerungsanlagen und elektrische Installationen. Für alle anderen Anlagekomponenten ist mit einer Lebensdauer von 50 bis 70 Jahren zu rechnen.

Das Kosten / Nutzen – Verhältnis für das Trinkwasserkraftwerk, mit Dargebot mit „normalem Verbrauch (Var. A), ist mit 1.09 grösser als 1.0 und somit unwirtschaftlich, da die ganzen Investitionskosten auf 25 Jahren abgeschrieben werden.

Würden die ganzen Investitionskosten auf 30 Jahre abgeschrieben so wäre das Kosten / Nutzen – Verhältnis für das Trinkwasserkraftwerk, mit Dargebot mit „normalem Verbrauch (Var. A), 0.99 und somit wirtschaftlich (Gewinn/Verlust +/- 0 CHF/a). Das heisst nach 30 Jahren sind alle Anlagekomponenten bezahlt. Ab dann muss mit dem jährlichen Ertrag aus dem Stromverkauf nur noch der Betrieb und Unterhalt gedeckt werden und der Rest ist Gewinn!



Tabelle 7: Berechnung "Kostendeckende Einspeisevergütung (KEV)" für Kleinwasserkraftwerke

## TKW Raschlegnas, Präz

Dargebot für EN mit "normalem" Verbrauch (Var. A)

### Amortisationsfristen (max. 25 Jahre)

Wasserefassung	25 Jahre
Wasserkraftwerk (Turbine/Generator)	25 Jahre
Gas-BHKW	15 Jahre
Leitungen (Wasser, Strom, Gas)	25 Jahre
Bauten (Reservoirs, Schächte,..)	25 Jahre
Elektroanlagen	20 Jahre
Steuerungen	mit Vergütungsansatz abgegolten

### Jährliche Absenkung der Vergütung

Wasserkraftwerke	0.00%
Klärgaskraftwerke	-1.00%
Erdgaskraftwerke	-1.00%

Vergütung	Aquivalente Leistung	Grundvergütung	Max. Vergütung Wasserbaubonus	Druckstufe (Fallhöhe)	Druckstufen Bonus
Kleinwasserkraftwerke	0 kW bis 10 kW	26.0 Rp/kWh	5.5 Rp/kWh	0 m bis 5 m	4.5 Rp/kWh
Kleinwasserkraftwerke	11 kW bis 50 kW	20.0 Rp/kWh	4.0 Rp/kWh	6 m bis 10 m	2.7 Rp/kWh
Kleinwasserkraftwerke	51 kW bis 300 kW	14.5 Rp/kWh	3.0 Rp/kWh	11 m bis 20 m	2.0 Rp/kWh
Kleinwasserkraftwerke	301 kW bis 1'000 kW	11.0 Rp/kWh	2.5 Rp/kWh	21 m bis 50 m	1.5 Rp/kWh
Kleinwasserkraftwerke	1'001 kW bis 10'000 kW	7.5 Rp/kWh	2.5 Rp/kWh	51 m bis 100 m	1.0 Rp/kWh
				101 m bis 250 m	1.0 Rp/kWh
				251 m bis 1000 m	1.0 Rp/kWh

Kraftwerksdaten		Grundvergütung	Druckstufenbonus	Wasserbaubonus	Gesamtvergütung	Ertrag Stromverkauf	Gewinn
Jahresproduktion	118'201 kWh	14.52 Rp/kWh	0.09 Rp/kWh	0.00 Rp/kWh			
Jahresbetriebsstunden (nur 9 Monate)	6'600 h	8.83 Rp/kWh	0.05 Rp/kWh	4.00 Rp/kWh			
Äquivalente Leistung	17.9 kW	0.00 Rp/kWh	0.08 Rp/kWh	0.00 Rp/kWh			
Gestehungskosten	30.99 Rp/kWh	0.00 Rp/kWh	0.18 Rp/kWh	0.00 Rp/kWh			
Brutto-Fallhöhe (Eingabe maximal 250 m)	250.0 m	0.00 Rp/kWh	0.20 Rp/kWh	0.00 Rp/kWh			
Anteil Wasserbauinvestitionen	60.90%		0.60 Rp/kWh				
		<b>23.35 Rp/kWh</b>	<b>1.20 Rp/kWh</b>	<b>4.00 Rp/kWh</b>	<b>28.55 Rp/kWh</b>	<b>33'751 CHF/a</b>	<b>-2'879 CHF/a</b>
Kapitalisierung (25 Jahre, 5%)	7.10%				(max 35 Rp/kWh)		<b>-40'551 CHF</b>



Tabelle 8: Berechnung "Kostendeckende Einspeisevergütung (KEV)" für Kleinwasserkraftwerke

## TKW Raschlegnas, Präz

Dargebot für EN mit "gedrosseltem" Verbrauch (Var. B)

### Amortisationsfristen (max. 25 Jahre)

Wasserefassung	25 Jahre
Wasserkraftwerk (Turbine/Generator)	25 Jahre
Gas-BHKW	15 Jahre
Leitungen (Wasser, Strom, Gas)	25 Jahre
Bauten (Reservoirs, Schächte,..)	25 Jahre
Elektroanlagen	20 Jahre
Steuerungen	mit Vergütungsansatz abgegolten

### Jährliche Absenkung der Vergütung

Wasserkraftwerke	0.00%
Klärgaskraftwerke	-1.00%
Erdgaskraftwerke	-1.00%

Vergütung		Äquivalente Leistung	Grundvergütung	Max. Vergütung Wasserbaubonus	Druckstufe (Fallhöhe)	Druckstufen Bonus
Kleinwasserkraftwerke	0 kW bis	10 kW	26.0 Rp/kWh	5.5 Rp/kWh	0 m bis	5 m 4.5 Rp/kWh
Kleinwasserkraftwerke	11 kW bis	50 kW	20.0 Rp/kWh	4.0 Rp/kWh	6 m bis	10 m 2.7 Rp/kWh
Kleinwasserkraftwerke	51 kW bis	300 kW	14.5 Rp/kWh	3.0 Rp/kWh	11 m bis	20 m 2.0 Rp/kWh
Kleinwasserkraftwerke	301 kW bis	1'000 kW	11.0 Rp/kWh	2.5 Rp/kWh	21 m bis	50 m 1.5 Rp/kWh
Kleinwasserkraftwerke	1'001 kW bis	10'000 kW	7.5 Rp/kWh	2.5 Rp/kWh	51 m bis	100 m 1.0 Rp/kWh
					101 m bis	250 m 1.0 Rp/kWh
					251 m bis	1000 m 1.0 Rp/kWh

Kraftwerksdaten		Grundvergütung	Druckstufenbonus	Wasserbaubonus	Gesamtvergütung	Ertrag Stromverkauf	Gewinn
Jahresproduktion	149'154 kWh	15.27 Rp/kWh	0.09 Rp/kWh	0.00 Rp/kWh			
Jahresbetriebsstunden	8'760 h	8.25 Rp/kWh	0.05 Rp/kWh	4.00 Rp/kWh			
Äquivalente Leistung	17.0 kW	0.00 Rp/kWh	0.08 Rp/kWh	0.00 Rp/kWh			
Gestehungskosten	24.56 Rp/kWh	0.00 Rp/kWh	0.18 Rp/kWh	0.00 Rp/kWh			
Brutto-Fallhöhe (Eingabe maximal 250 m)	250.0 m	0.00 Rp/kWh	0.20 Rp/kWh	0.00 Rp/kWh			
Anteil Wasserbauinvestitionen	60.90%		0.60 Rp/kWh				
		<b>23.52 Rp/kWh</b>	<b>1.20 Rp/kWh</b>	<b>4.00 Rp/kWh</b>	<b>28.73 Rp/kWh</b>	<b>42'849 CHF/a</b>	<b>6'217 CHF/a</b>
Kapitalisierung (25 Jahre, 5%)	7.10%				(max 35 Rp/kWh)		<b>87'557 CHF</b>



### 3.4 WIRTSCHAFTLICHKEIT

Mit einem berechneten jährlichen Gewinn von 6'217 CHF ist das Trinkwasserkraftwerk (TWKW) Raschlegnas, mit Dargebot mit „gedrosseltem“ Verbrauch (Var. B), als gut wirtschaftlich zu bezeichnen.

Dies bedingt, dass der oft genannten „gedrosselte“ Verbrauch (Var. B) auch kommuniziert und umgesetzt wird. Ansonsten könnte (wird) mit dem „normalen“ Verbrauch (Var. A) die Energieproduktion um 27 % tiefer ausfallen, der Energiegestehungspreis um 27 % teurer zu stehen kommen und daraus mit der Abschreibungsdauer von 25 Jahren ein Verlust resultieren.

Ein zu berücksichtigender Nachteil des Trinkwasserkraftwerk Raschlegnas, mit Dargebot mit „normalem“ Verbrauch (Var. A) ist der voraussichtliche Betriebsunterbruch von ca. 3 Wintermonaten, da die Ausser- und Wiederinbetriebnahme zusätzliche Betriebs- und Unterhaltskosten verursachen werden.

Die Wasserversorgung der Gemeinde Cazis bezieht Trinkwasser für die Fraktion Luvreu aus einer Quelle mit Brunnenstube südsüdöstlich nahe von Raschlegnas (siehe Kartenausschnitt 1:12'500).

Die Gemeinde Präz sollte sich bemühen das gesamte Überwasser des TWKW Raschlegnas der Gemeinde Cazis zu verkaufen. Damit würde sich der Gewinn für das TWKW erhöhen.

## 4. Empfehlung und weiteres Vorgehen

Wir empfehlen der Gemeinde Präz mit der Erneuerung der Verbindungsleitung Präz – Raschlegnas auch das Trinkwasserkraftwerk Raschlegnas zu realisieren. Das Trinkwasserkraftwerk kann rentabel betrieben werden, die vorangehenden Datenermittlungen zu „Wasserdargebot zur Energienutzung“, zur „Kostendeckenden Einspeisevergütung (KEV)“ und zu den Investitionskosten eingehalten werden.

Zur Realisierung „Verbindungsleitung Präz – Raschlegnas mits Trinkwasserkraftwerk Raschlegnas“ sehen wir folgendes weiteres Vorgehen:

1. Anfrage an die Subventionsbehörden (ANU GR und GVG) um Stellungnahme zu vorliegendem Projekt und voraussichtlichen Subventionsbeiträgen
2. Verifizierung des „Wasserdargebotes zur Energienutzung“ (Zulauf Pascusa, Zulauf Clavadels, gedrosselter Verbrauch der Brunnen, ...)
3. Anmeldung zur „Kostendeckenden Einspeisevergütung (KEV)“
4. Verhandlungen mit der Gemeinde Cazis über die Trinkwasserabgabe
5. Ausarbeitung des Ausführungsprojektes mit Kostenvoranschlag nach Submission
6. Beitragsgesuche an die Subventionsbehörden (ANU GR und GVG)
7. Projektrealisierung

Chur, 31.05.2009 / ca

MARUGG + BRUNI AG  
Dipl. Ingenieure ETH/SIA  
Grabenstrasse 5  
7000 Chur ☎ 081 254 75 50

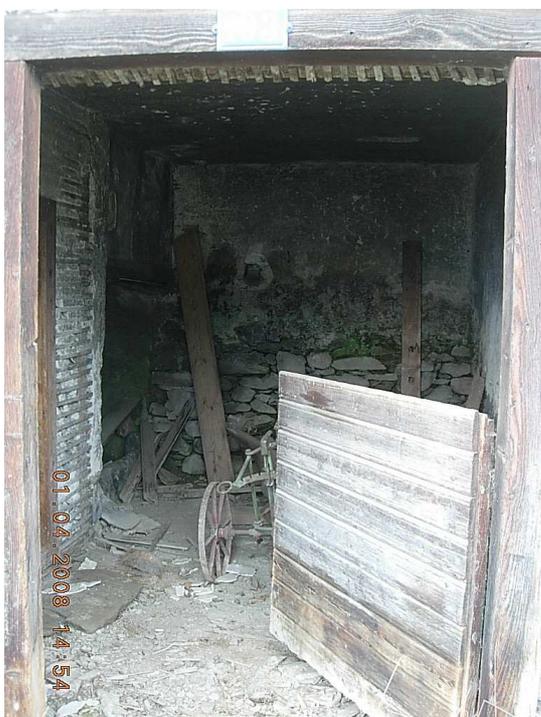


## 5. Anhang

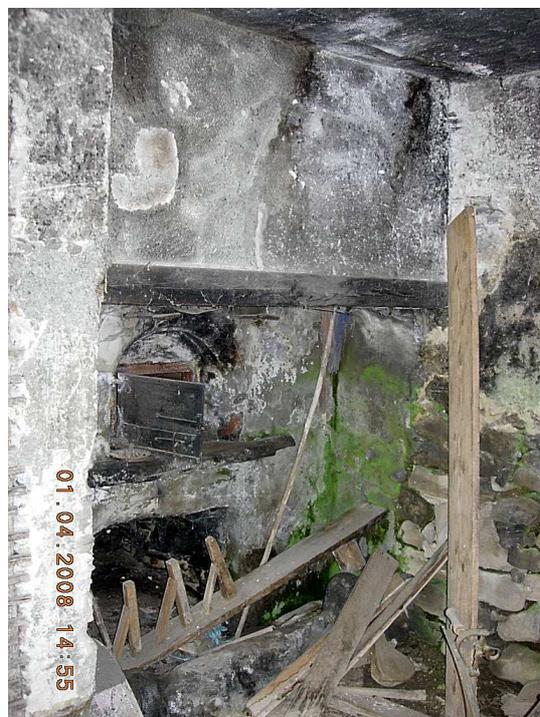
### 5.1 FOTODOKUMENTATION



Süd- und Ostfassade des ca. 100-jährigen Backhauses



Eingang ins Erdgeschoss, Backstube



Der Backofen ist seit 1992 ungenutzt





Kurze Strecke für die Energierücklieferung an den örtlichen Energieversorger (EWZ),



und für den Unterwasserkanal

in die bestehende Meteorwasserleitung,



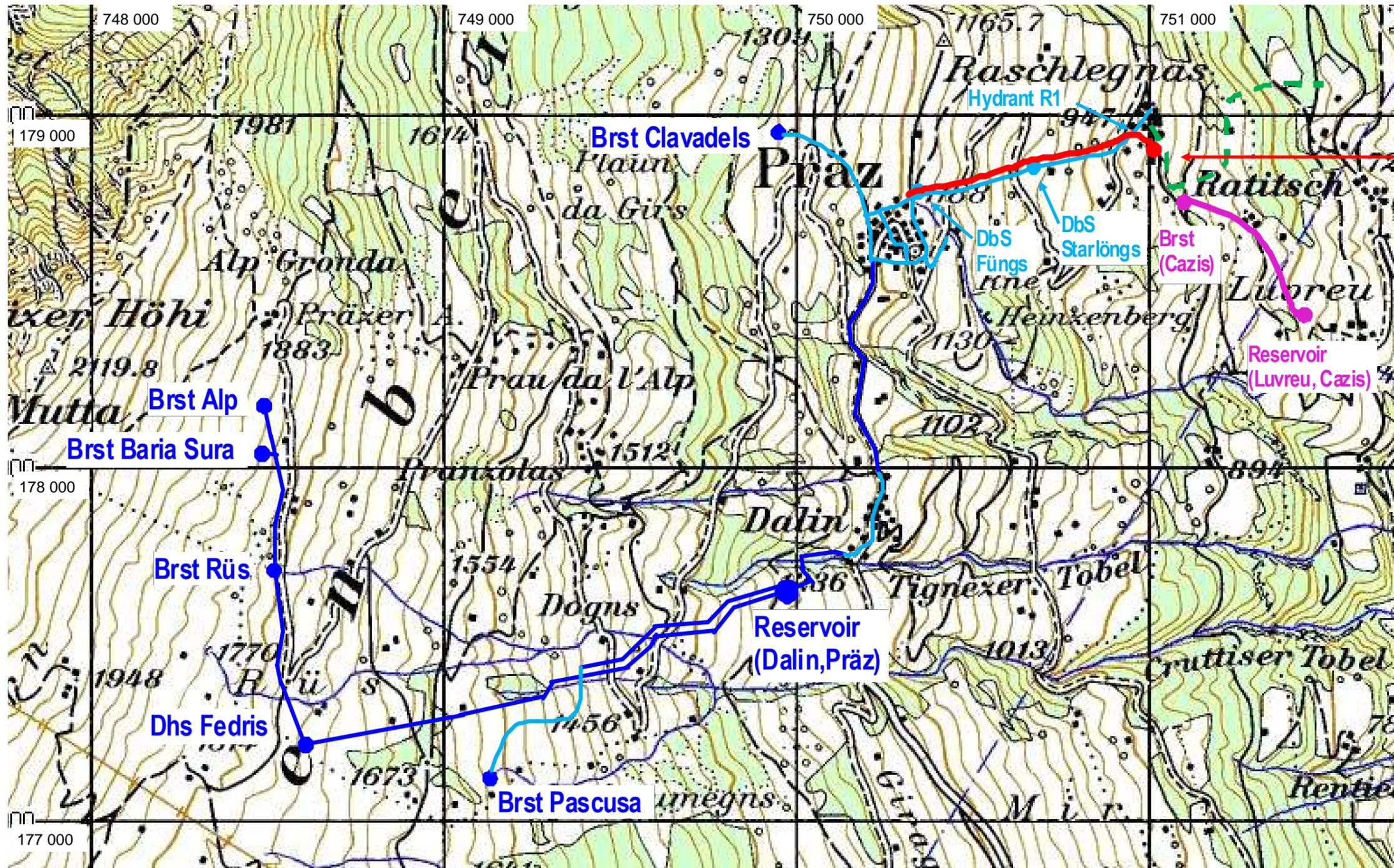
die nach ca. 100 m in den Bach mündet,



der nach ca. 350 m an der Gemeindegrenze Präz / Cazis in den Wald stürzt.



5.2 KARTENAUSSCHNITT 1:12'500

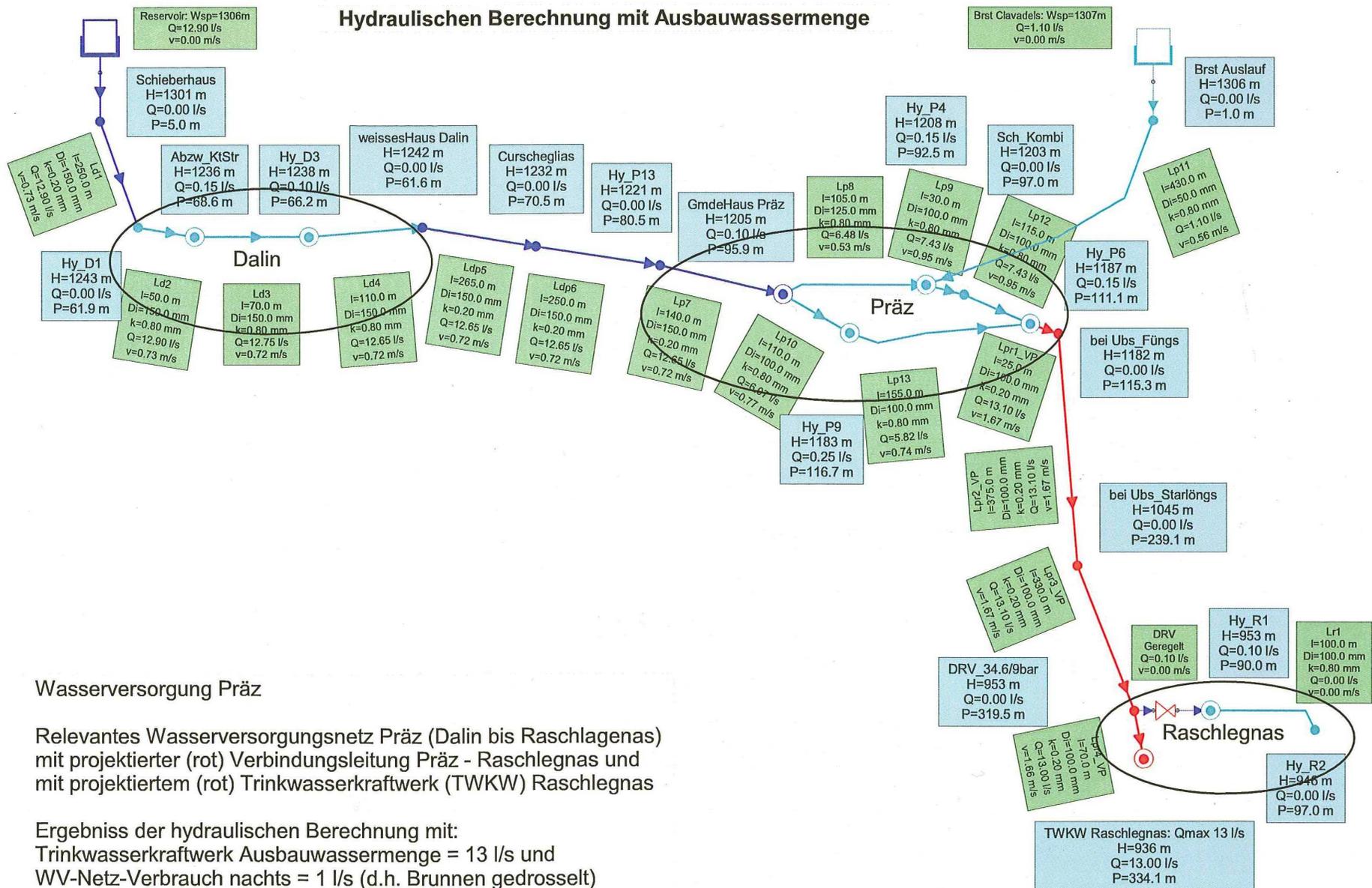


Projektstandort  
Trinkwasserkraftwerk  
Raschlegnas,  
Koordinaten:  
751'005 / 178'922

- Erneuerte Anlagekomponenten Wasserversorgung Prätz, Baujahr 2005 bis 2008
- Alte Anlagekomponenten Wasserversorgung Prätz, 50 Jahre und älter
- - - Bestehende Meteorwasserleitung, teilweise verrohrt und teilweise Bachlauf
- Bestehende Anlagekomponenten der Wasserversorgung Gemeinde Cazis
- Projektierte Verbindungsleitung Prätz – Raschlegnas, bis Projektstandort TWKW Raschlegnas
- Projektstandort Trinkwasserkraftwerk Raschlegnas, ehemaliges Backhaus Raschlegnas



### 5.3 HYDRAULISCHE BERECHNUNG MIT AUSBAUWASSERMENGE



#### Wasserversorgung Präg

Relevantes Wasserversorgungsnetz Präg (Dalin bis Raschlagenas) mit projektiertes (rot) Verbindungsleitung Präg - Raschlegnas und mit projektiertem (rot) Trinkwasserkraftwerk (TWKW) Raschlegnas

Ergebniss der hydraulischen Berechnung mit:  
 Trinkwasserkraftwerk Ausbauwassermenge = 13 l/s und  
 WV-Netz-Verbrauch nachts = 1 l/s (d.h. Brunnen gedrosselt)



