



# VORSTUDIE TRINKWASSERKRAFTWERK “MOOS”, GEMEINDE RARON VS PROGRAMM KLEINWASSERKRAFTWERKE

## Schlussbericht

Ausgearbeitet durch

**Loretan Fabian, Schneider – Bregy und Partner AG**

Brückenmoosstrasse 5, 3942 Raron, f.loretan@sbp-ag.ch, [www.sbp-ag.ch](http://www.sbp-ag.ch)

**Bernhard Hiller, Ryser Ingenieure AG**

Engestrasse 9, 3000 Bern 9, bernhard.hiller@rysering.ch, [www.rysering.ch](http://www.rysering.ch)



## Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung .....	4
Ziel des Berichts .....	5
Ausgangslage .....	5
Stand der Projektierung .....	5
Projektbeschreibung .....	5
Wasserdargebot .....	5
Betriebsgebäude „Moos“ .....	6
Regulier-, Teil- und Überlaufbecken beim Reservoir „Tscherogg“ .....	7
Druckleitung .....	7
Kraftwerksbetrieb .....	7
Energieproduktion und Energietransport .....	8
Baukosten TWKW „Moos“ .....	8
Durchschnittliche Jahreskosten .....	8
Umwelt .....	8
Baugrund, Geologie .....	9
Weiteres Vorgehen .....	9
Anhang .....	10
Anhang Nr. 1: Inhaltsverzeichnis Bauprojekt TWKW „Moos“ .....	10
Anhang Nr. 2: Situationsplan (reduziert auf A3) .....	11
Anhang Nr. 3: Längenprofil (reduziert auf A3) .....	12
Anhang Nr. 4: Betriebsgebäude (reduziert auf A3) .....	13
Anhang Nr. 5: Regulier-, Teil und Mischbecken (reduziert auf A3) .....	14
Anhang Nr. 6: Berechnung der durchschnittlichen Jahreskosten .....	15



## Zusammenfassung

Die Gemeinde Raron hat Ende 2000 die Trinkwasserturbinierung „kalter Brunnen“ in Betrieb genommen. Bei diesem Kraftwerk wird Trinkwasser der Quelle „kalter Brunnen“, bevor es ins Reservoir „Tscherggen“ geleitet wird, hydroelektrisch genutzt. Seit längerem beabsichtigt die Gemeinde Raron das Überlaufwasser des Reservoirs „Tscherggen“ (748.10 m.ü.M) ebenfalls zu turbinieren.

Das Projekt erfordert den Bau eines Betriebsgebäudes im Ort genannt „Moos“ (641.00 m.ü.M), eines Regulierbeckens beim Reservoir „Tscherggen“ (746.80 m.ü.M) und einer Druckleitung vom Reservoir bis zum Betriebsgebäude einer Länge von ca. 386 m. Als Druckleitung wird eine Leitung PE 100 (PN16) DN = 250 mm verwendet. Die Nettofallhöhe bei 70 l/s beträgt ca. 95,80 m.

Für die Turbinierung des Überlaufwassers des zum Reservoir „Tscherggen“ ist eine klassische 3-strahlige Peltonturbine PT V-400 mit einer Nennleistung von 75 kW, welche vertikal eingebaut wird, vorgesehen. Die Speisung der elektrischen Energie erfolgt im Netzparallelbetrieb mit einem Asynchrongenerator. Die dazugehörige Turbinensteuerung regelt alle relevanten Parameter und Sicherheitselemente, gibt gewünschte Daten an übergeordnete Prozessleitsysteme weiter und empfängt ebenso externe Befehle.

Die Einspeisung des produzierten Stroms ins Netz erfolgt über eine 16 kV-Leitung vom Trafo des Betriebsgebäudes „Moos“ bis zur Trafostation bei der Grundwasserpumpstation Kumme.

Da bei der Realisierung des Lötschberg-Basistunnels die Quelle „am Bach“ in St. German versiegt ist, stellt die BLS AlpTransit der Gemeinde Raron als Ersatz Trinkwasser aus dem Lötschberg Basistunnel zur Verfügung. Das Wasser wird dabei mittels einer Transportleitung zum Betriebsgebäude „Moos“ und von hier ins Reservoir „Tscherggen“ gepumpt.

Durch den gewählten Standort des Betriebsgebäudes im „Moos“ kann in diesem Gebäude die Zentrale für das TWKW „Moos“ mit Trafo- und Niederspannungsraum, sowie die Pumpstation für das Ersatzwasser der Quelle „am Bach“ integriert werden. Zudem kann das Regulierbecken mit dem Teil- und Überlaufbecken des Projekts Ersatzwasser kombiniert werden und die Druck- und Pumpleitung in denselben Graben verlegt werden.

Parallel mit der Realisierung des TWKW „Moos“ und des Projekts Ersatzwasser Quelle „am Bach“ werden durch die Gemeinde Raron weitere Infrastrukturprojekte (Umlegung der ARA-Leitung und Ersatz der Grundwasserpumpleitung) ausgeführt.

Die Projektkosten für die Realisierung des TWKW „Moos“ betragen Fr 550'000 inkl. MWSt. Im Durchschnitt kann mit einer jährlichen Produktion vom 346'000 kWh gerechnet werden, was zu einem mittleren Gestehungspreis von 11,4 Rp./kWh führt. Gestützt auf den Energienutzungsbeschluss muss die Versorgungs- oder Verteilorganisation, in der sich das Kraftwerk befindet, diese Energie zu 15 Rp./kWh übernehmen. Das beschriebene Trinkwasserkraftwerk darf daher langfristig gesehen als wirtschaftlich, ausgewogen und sinnvoll beurteilt werden.



## **Ziel des Berichts**

Im vorliegenden Bericht wird das Projekt TWKW „Moos“ zusammenfassend beschrieben und der Projektstand kurz erläutert.

Im Anhang Nr. 1 ist das Inhaltsverzeichnis des Bauprojekts TWKW „Moos“ angegeben. In den Beilagen Nr. 2 bis Nr. 5 sind Planauszüge des Bauprojekts TWKW „Moos“ aufgeführt.

## **Ausgangslage**

Die Gemeinde Raron hat Ende 2000 die Trinkwasserturbinierung „kalter Brunnen“ in Betrieb genommen. Die Zentrale dieser Anlage befindet sich oberhalb des Reservoirs „Tscherggen“ und führt dem Reservoir im Sommer ca. 70 l/s zu. Seit längerem beabsichtigt die Gemeinde Raron auch das Überlaufwasser der Reservoirs „Tscherggen“ (748.10 m.ü.M) zu turbinieren. Zur Zeit fliesst das überschüssige Wasser ungenutzt über eine Überlaufleitung in den Maachikanal, der ca. 100 m tiefer in der Rhonetalebene liegt.

Bei der Realisierung des Lötschberg-Basistunnels ist, wie im Rahmen der Projektierung vermutet, die Quelle „am Bach“ in St. German versiegt. Um der Gemeinde Raron Ersatzwasser zur Verfügung stellen zu können, wurden in der Oströhre des Basistunnels wasserführende Schichten angebohrt, gefasst und mittels einer Transportleitung bis zum Pilotstollen Trias geleitet (651.74 m.ü.M). Um das Wasser ins Reservoir „Tscherggen“ (748.10 m.ü.M) zu pumpen, muss eine neue Transportleitung und eine Pumpstation realisiert werden.

Durch den gewählten Standort der Pumpstation im „Moos“ kann das Betriebsgebäude für die Turbinierung mit Trafo- und Niederspannungsraum und die Pumpstation kombiniert werden. Die Druckleitung kann gleichzeitig mit der Pumpleitung realisiert werden.

## **Stand der Projektierung**

Die Erarbeitung des Bauprojekts des TWKW „Moos“ wurde Ende November 2006 abgeschlossen.

Für das Baubewilligungsverfahren aller Infrastrukturanlagen des TWKW „Moos“, des Projekts Ersatzwasser Quelle „am Bach“ und weiterer Synergieprojekte der Gemeinde Raron wurde bereits im Oktober 2006 ein Baueingabedossier erarbeitet und bei der Gemeinde bzw. dem Kanton eingereicht.

Das Dossier zur Nutzungsgenehmigung der Wasserkraft wird bis Ende November 2006 der Dienststelle für Wasserkraft des Kantons Wallis zugestellt.

## **Projektbeschreibung**

### **WASSERDARGEBOT**

Das Wasserdargebot für die Turbinierung des Überlaufwassers des Reservoirs „Tscherggen“ ist massgebend durch die Wassermengen der Quelle „kalter Brunnen“ und dem Wasserverbrauch der Gemeinde Raron bestimmt. Der hydraulischen Dimensionierung und der darauf basierenden Produktionsabschätzung werden die folgenden Annahmen zugrunde gelegt. Die Berechnung der Mittelwerte basiert auf uns zur Verfügung gestellten Grundlagen.

- Maximales Schluckvermögen der Turbine: 70 l/s
- Mittleres Sommerwasser: 67 l/s
- Mittleres Winterwasser: 36 l/s



Die errechneten Monatsmittel sehen wie folgt aus:

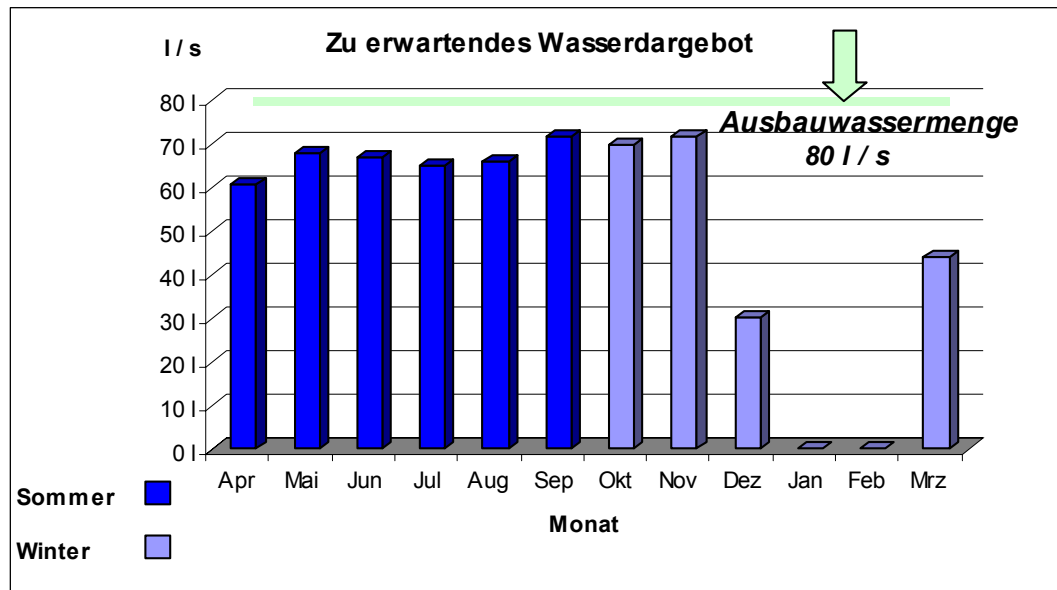


Abbildung 1: Zu erwartendes Wasserdargebot

## BETRIESBGEBÄUDE „MOOS“

Das Betriebsgebäude des Trinkwasserkraftwerks wird wie bereits erwähnt im Ort genannt „Moos“ realisiert. Der gewählte Standort ermöglicht es, das geplante Maschinenhaus zur Turbinierung des Überlaufwassers des Reservoirs „Tscherlggen“ mit der Pumpstation des Projekts Ersatzwasser Quelle „am Bach“ zu kombinieren.

Das Betriebsgebäude, welches in Ortsbeton erstellt wird, hat eine Länge von 10.70 m und eine Breite von 4.00 m und ist in zwei Bereiche unterteilt, das Maschinenhaus für die Turbinierung mit einem integrierten Trafo- und Niederspannungsraum sowie die Pumpstation.

Zwecks besserer Integration des Betriebsgebäudes in die örtliche Umgebung, wird diese 4.00 m ab der bestehenden Flurstrasse angeordnet. Diese Anordnung ermöglicht es, ca. die Hälfte des Gebäudes zu überschütten und zu begrünen. Die sichtbaren Fassaden des Gebäudes werden mit Bruchsteinmauern verkleidet. Die Stützmauern werden in Ortsbeton oder als Natursteinmauern erstellt.

Als Turbine ist eine klassische 3-strahlige Pelton-turbine PT V-400, welche vertikal eingebaut wird, vorgesehen. Die Speisung der elektrischen Energie erfolgt im Netzparallelbetrieb mit einem Asynchron-generator. Die dazugehörige Turbinensteuerung regelt alle relevanten Parameter und Sicherheitselemente, gibt gewünschte Daten an übergeordnete Prozessleitsysteme weiter und empfängt ebenso externe Befehle.

- Maximale Wassermenge:	$Q_{\max}$	= 100 l/s
- Wirkungsgrad Turbine:	$\eta_{\text{Turbine}}$	= 82 % (+/- 2% je nach Durchsatz Q)
- Wirkungsgrad Generator:	$\eta_{\text{Generator}}$	= 90 %
- Wirkungsgrad Gesamt:	$\eta_{\text{Gesamt}}$	= 73.5 %
- Leistung Welle	$P_{\text{Welle}}$	= 82.7 kW
- Elektrische Leistung (Maximum):	$P_{\text{Elektrisch,max}}$	= 75.0 kW
- Elektrische Leistung (Mittel):	$P_{\text{Elektrisch,mittel}}$	= 50.0 kW
- Spannung:	$U$	= 400 V
- Frequenz:	$F$	= 50 Hz



Die Einspeisung des produzierten Stroms ins Netz erfolgt über eine 16 kV-Leitung von der Trafostation des Betriebsgebäudes „Moos“ bis zur Trafostation bei der Grundwasserpumpstation Kumme.

Das Wasser der Turbinierung wird, wie bis anhin, über einen Unterwasserkanal und mit einer Leitung in den Maachikanal abgeführt.

Das Steuerkabel vom Betriebsgebäude zum Reservoir „Tscherlggen“ wird in das bestehende Kabelschutzrohr eingezogen.

## REGULIER-, TEIL- UND ÜBERLAUFBECKEN BEIM RESERVOIR „TSCHERGGEN“

Neben dem Reservoir „Tscherlggen“, unmittelbar vor der Zentrale der Trinkwasserturbinierung „kalter Brunnen“ wird ein unterirdisches Regulier-, Teil- und Überlaufbecken erstellt. Dieses Becken dient als Regulierbecken für das TWKW „Moos“ und hat die Funktion, vom Überlauf der Trinkwasserturbinierung „kalter Brunnen“ die benötigte Wassermenge für die Trinkwasserversorgung von Raron abzuzweigen.

Das Nutzvolumen des Regulierbeckens beträgt ca. 20 m<sup>3</sup>, enthält einen Überlauf sowie einen Trockeneinstieg mit Schieberkammer. Die Abmessungen des Bauwerks betragen ca. 5.30 m Länge, 4.80 m Breite und 3.30 m bzw. 4.90 m Höhe.

Als Überlaufleitung des Regulierbeckens wird eine PE 100 (PN16) DN = 250 mm Leitung verwendet. Diese wird im Bereich der Strasse an die bestehende Überlaufleitung des Reservoirs „Tscherlggen“ angeschlossen.

## DRUCKLEITUNG

Die Druckleitung für das TWKW „Moos“ wird östlich des Reservoirs verlegt, quert die Strasse und wird anschliessend im selben Graben wie die Pumpleitung des Ersatzwassers Quelle „ab Bach“ bis zum Betriebsgebäude „Moos“ verlegt. Als Druckleitung wird eine Leitung PE 100 (PN16) DN = 250 mm verwendet.

- Dimensionierungs-Wassermenge:	Q <sub>d</sub>	=	70 l/s
- Volumen Regulierbecken	V <sub>Regulierb.</sub>	=	ca. 20.0 m <sup>3</sup>
- Länge der Druckleitung:	L <sub>D</sub>	=	ca. 386 m
- Höhe Regulierbecken:	H <sub>Regulierb.</sub>	=	ca. 746.80 m.ü.M
- Höhe Turbine:	H <sub>Turbine</sub>	=	ca. 641.00 m.ü.M
- Höhendifferenz:	dH	=	ca. 105.80 m WS
- Wahl Druckleitung:	De	=	250 mm Typ PE 100 (PN 16)
- Rohrreibungsverlust bei 70 l/s (Ausbau):	dZe	=	ca. 10.00 m WS
- Manometrische Höhe bei 70 l/s (Ausbau):	DH	=	ca. 95.80 m WS ≈ 9.5 bar
- Rohrreibungsverlust bei 63 l/s (Sommer):	dZe	=	ca. 7.4 m WS
- Manometrische Höhe bei 63 l/s (Sommer):	DH	=	ca. 98.40 m WS ≈ 9.7 bar
- Rohrreibungsverlust bei 32 l/s (Winter):	dZe	=	ca. 2.10 m WS
- Manometrische Höhe bei 32 l/s (Winter):	DH	=	ca. 103.70 m WS ≈ 10.2 bar

## KRAFTWERKBETRIEB

Unter Berücksichtigung der Bedürfnisse der Wasserversorgung und der für die Turbinierung zur Verfügung stehenden Wassermenge (Wasserhöhe im Regulierbecken) startet eine autonome Vorortautomatik die Maschinengruppe, schaltet den Generator ans Netz und setzt die Gruppe bei Störungen still.



Störungen in den wichtigen Anlageteilen werden örtlich angezeigt und als Sammelalarmmeldung an den Pikettdienst ferngemeldet. Die Zentrale arbeitet unbemannt. Vorgesehen sind ein wöchentlicher Kontrollgang und eine jährliche Revision der Zentralenausrüstung. Die Unterhaltspflicht für die Kraftwerksanlage (inkl. Druckleitung und Signalkabelanlage) wird von derselben Bau- und Betriebsgesellschaft übernommen, wie bei der Zentrale „kalter Brunnen“.

## **ENERGIEPRODUKTION UND ENERGIETRANSPORT**

Aufgrund des im Kapitel 2.3 abgeschätzten Wasserdargebots lässt sich die zu erwartende Energieproduktion wie folgt angeben. Die detaillierte Berechnung der Energieproduktion ist im Anhang Nr. 6 angegeben.

- Mittlere Winterproduktion: 125'500 kWh
- Mittlere Sommerproduktion: 220'500 kWh
- Mittlere Jahresproduktion: **346'000 kWh**

Die erzeugte Energie wird in das Niederspannungsverteiltableau der neben dem Betriebsgebäude neu erstellten Trafostation „Moos“ eingespiesen. Gestützt auf den Energienutzungsbeschluss muss die Versorgungs- oder Verteilorganisation, in der sich das Kraftwerk befindet, diese Energie übernehmen und mit 15 Rp./kWh entschädigen.

Das Stromversorgungsgesetz ist zur Zeit in Revision. Es kann davon ausgegangen werden, dass nach Inkrafttreten der Gesetzesrevision für Trinkwasserkraftwerke eine noch höhere Entschädigung entrichtet wird.

## **BAUKOSTEN TWKW „MOOS“**

Die Baukosten umfassen die Investitionen für den Kraftwerksbau und die Zentralenausrüstung für das TWKW „Moos“ und betragen Fr. 550'000.-.

## **DURCHSCHNITTliche JAHRESKOSTEN**

Wir verweisen auf den Anhang Nr. 6 Berechnung der durchschnittlichen Jahreskosten.

Der durchschnittliche jährliche Aufwand liegt bei Fr. 39'500. Die mittlere Jahresproduktion wird auf 346'000 kWh geschätzt. Der mittlere Gestehungspreis liegt demzufolge bei 11,4 Rp./kWh.

Gestützt auf den Energienutzungsbeschluss wird diese Energie zu 15 Rp./kWh von der Versorgungs- oder Verteilorganisation, in der sich das Kraftwerk befindet, übernommen. Der durchschnittliche jährliche Ertrag beträgt demzufolge 51'900 Fr. Aufgrund der Revision des Stromversorgungsgesetz kann zudem davon ausgegangen werden, dass die Entschädigung für Trinkwasserkraftwerke noch höher ausfallen wird.

Das beschriebene Trinkwasserkraftwerk darf langfristig gesehen als wirtschaftlich, ausgewogen und sinnvoll beurteilt werden. Mit der Realisierung des Projekts leistet man einen nicht unwesentlichen Beitrag an die laufenden Energieförderungsprogramme des Bundes, und insbesondere an die Förderung der erneuerbaren Energie. Es handelt sich um wertvollen Ökostrom mit grosser Nachfrage.

## **UMWELT**

Ein Grossteil der Bauobjekte befinden sich im Gebiet des Bundesinventars der Landschaften von nationaler Bedeutung (BLN-Gebiet Nr. 1711 Raron - Heidsiechbiel bzw. Nr. 1706 / 1507 Berner Hochalpen und Aletsch - Bietschhorn - Gebiet südlicher Teil).

Für weitere Angaben betreffend der Auswirkungen des Projekts auf die Umwelt verweisen wir auf den Umweltbericht, welcher im Rahmen der Erarbeitung des Bauprojektdossiers verfasst wurde. Dieser liegt dem Konzessionsdossier bei.



Die umweltrelevanten Eingriffe werden für das Projekt TWKW „Moos“ sowie für die aufgeführten Synergieprojekte als gering eingestuft.

## **BAUGRUND, GEOLOGIE**

Wir verweisen auf den geologischen, hydrogeologischen und geotechnischen Bericht des Bauprojekt-dossiers.

## **Weiteres Vorgehen**

Mit der Erteilung der Nutzungsbewilligung und der Baubewilligung der kantonale Behörden wird Ende Februar 2007 gerechnet. Mit der Bauausführung wird ab Anfangs März begonnen. Die Inbetriebnahme der Anlage ist im Herbst 2007 geplant.





## Anhang

### ANHANG NR. 1: INHALTSVERZEICHNIS BAUPROJEKT TWKW „MOOS“

1.	Technischer Bericht TWKW „Moos“, Raron	65500.2.31-01
2.	Kostenvoranschlag TWKW „Moos“, Raron	63500.2.31-02
3.	Kartenausschnitt 1:25'000	65500.2.35-03
3.	Situationsplan mit Druckleitung 1: 1000	65500.2.35-04
4.	Längenprofil der Druckleitung 1:1000 / 200	65500.2.35-05
5.	Grabenprofile der Druckleitung 1:20	65500.2.35-06
7.	Betriebsgebäude „Moos“ Situation und Ansichten 1:50	65500.3.35-07
8.	Betriebsgebäude „Moos“ Grundriss und Schnitte 1:50	65500.3.35-08
9.	Teil-, Überlauf- und Regulierbecken Grundriss und Schnitte 1:50	65500.3.35-09
10.	Einverständniserklärung der Eigentümer	65500.3.35-10
11.	Landerwerb	65500.3.35-11
12.	Bericht Geologie und Hydrogeologie	Rovina & Partner AG
13.	Umweltbericht	Pronat AG



## **ANHANG NR. 2: SITUATIONSPLAN (REDUZIERT AUF A3)**





### **ANHANG NR. 3: LÄNGENPROFIL (REDUZIERT AUF A3)**

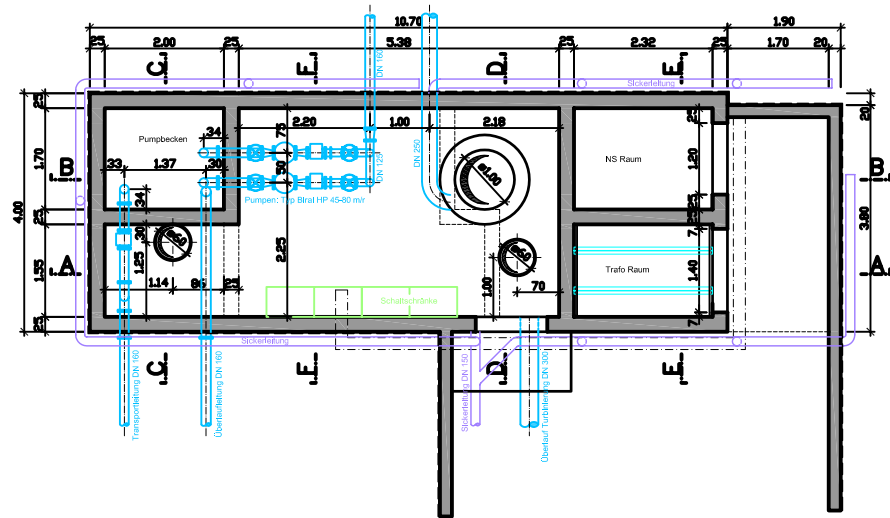


655		Plan Nr. 65500.2.35-05				Projektverfasser	
Erstellung		Prüfung		Freigabe		Rev.	
Datum	Von	Datum	Von	Datum	Von		
27.11.05	W.K.	27.11.05	F.L.	27.11.05	F.L.		
						a	
						b	
						c	
						d	
Format: T35 / 900				Fläche: 0,66			

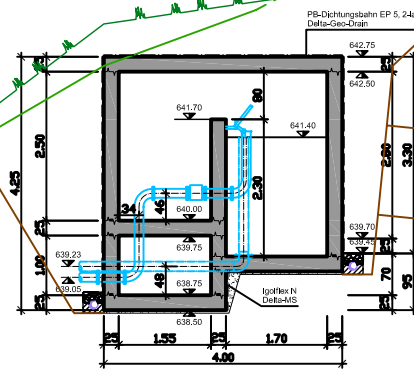
#### **ANHANG NR. 4: BETREIBSGEBÄUDE (REDUZEIRT AUF A3)**



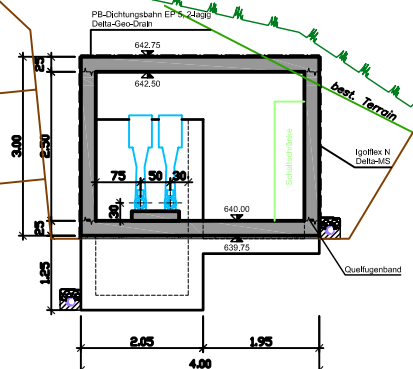
Grundriss 1:50



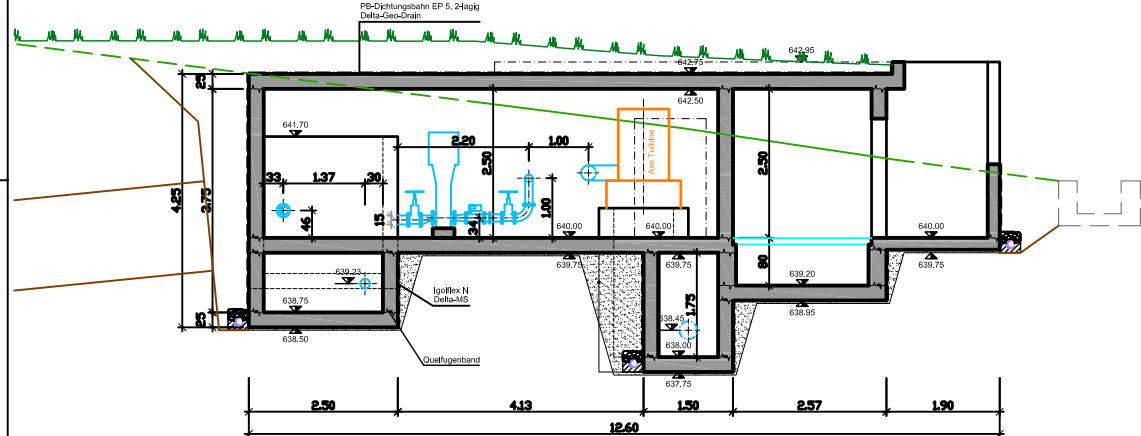
Schnitt C-C 1:50



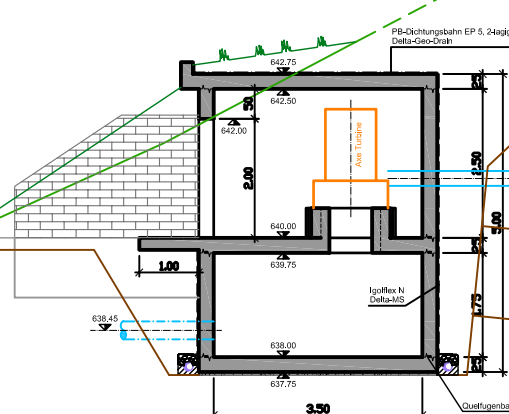
Schnitt F-F 1:50



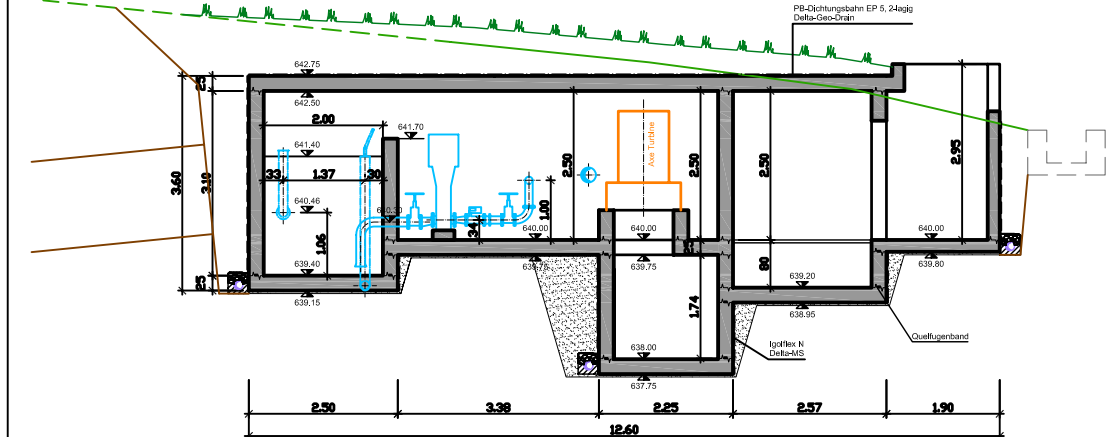
Schnitt A-A 1:50



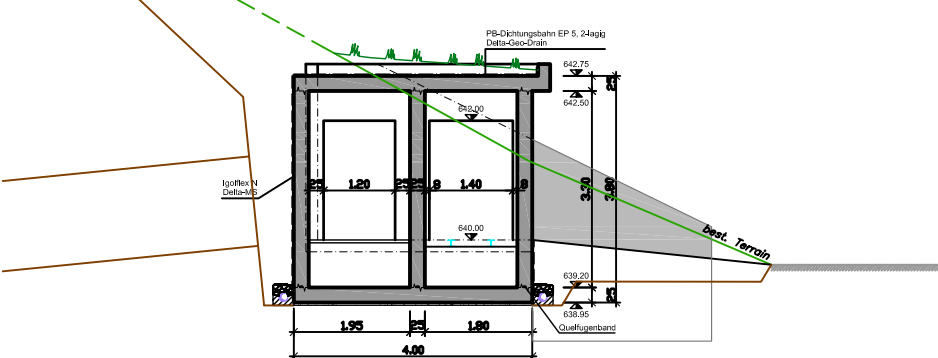
Schnitt D-D 1:50



Schnitt B-B 1:50



Schnitt E-E 1:50



Gemeinde Raron

BAUPROJEKT

Trinkwasserturbinierung Moos

Moos - Reservoir Tscherggen

Betriebsgebäude Moos

Grundriss 1: 50

Schnitte 1: 50

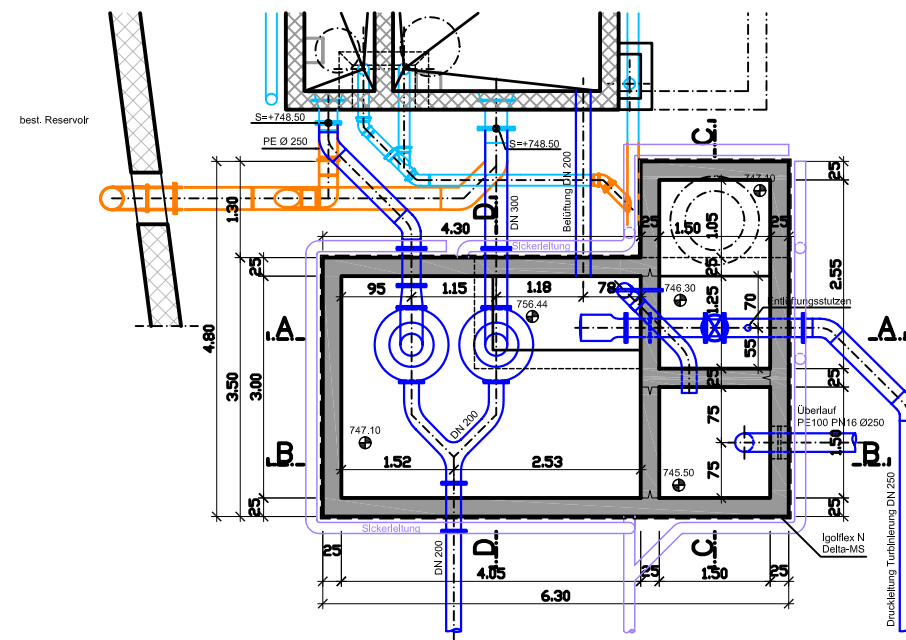
655 Plan Nr.65500.2.35-08				Projektverfasser			
Erstellung	Prüfung	Freigabe	Rev.	<div>SCHNEIDER - BREGY und PARTNER INGENIEURUNTERNEHMUNG</div> <div>Schneider - Bregy und Partner AG Brückensouthern 5 CH-3942 Raron Telefon 027 935 80 00 Telefax 027 935 80 05 E-Mail: info@sb-ep.ch www.sbp-ep.ch</div>			
Datum	Vision	Datum	Vision				
27.11.06	W.K.	27.11.06	F.L.				
Format: 1050 / 600				Fläche m2: 0.63			

**ANHANG NR. 5: REGULIER-, TEIL UND MISCHBECKEN (REDUZIERT AUF A3)**

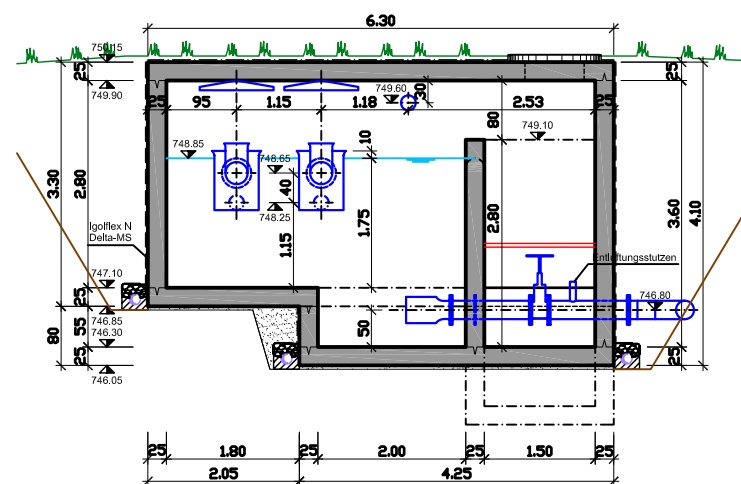




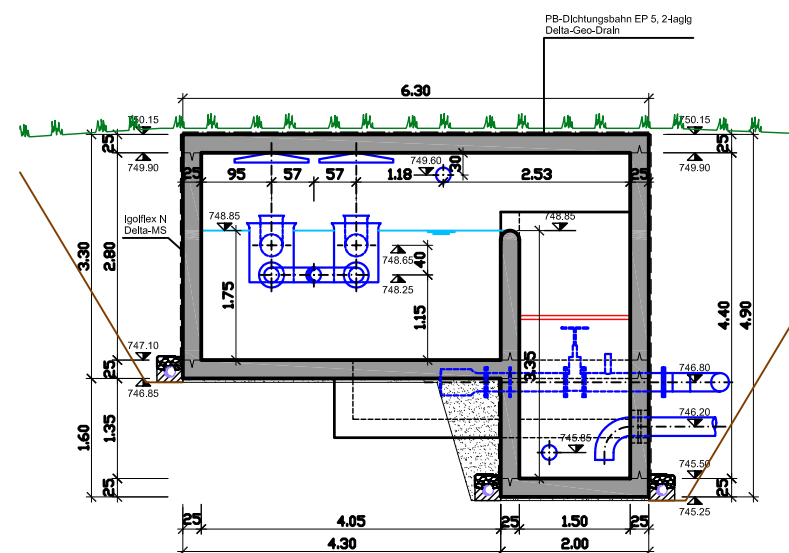
Grundriss 1:50



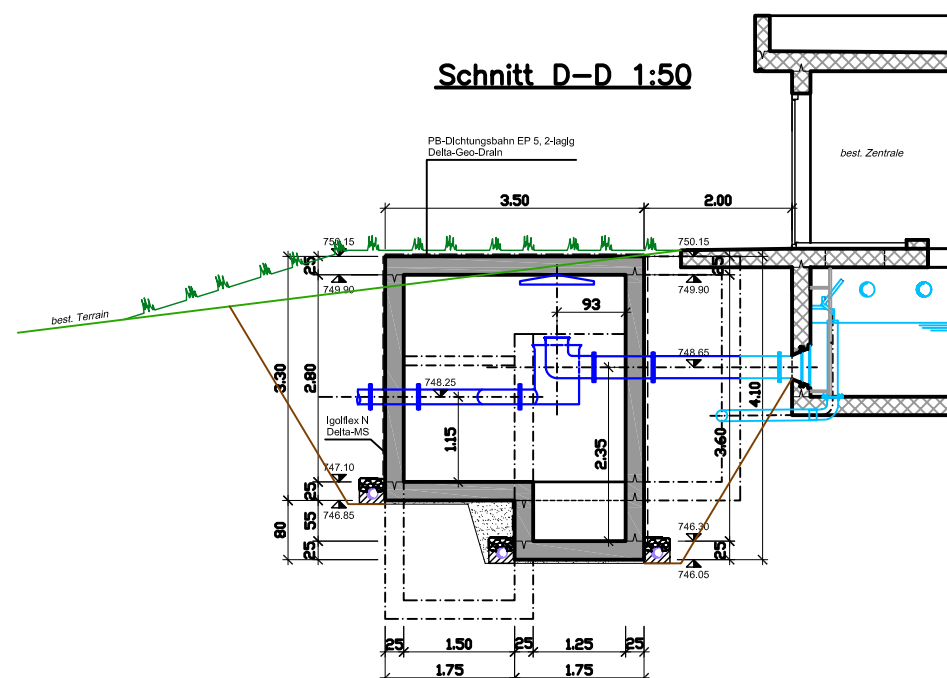
Schnitt A-A 1:50



Schnitt B-B 1:50



Schnitt D-D 1:50



Gemeinde Raron

BAUPROJEKT

Trinkwasserturbinierung Moos

Moos - Reservoir Tscherggen

Teil-, Überlauf und Regulierbecken

Grundriss 1:50

Schnitte 1:50

655 Plan Nr.65500.2.35-09 Projektverfasser			
Erstellung	Prüfung	Freigabe	Rev.
Datum	Visum	Datum	Visum
27.11.06	W.K.	27.11.06	F.L.
			a
			b
			c
			d
Format: 735 / 600		Fläche m2: 0.44	

**SCHNEIDER - BREGY und PARTNER**  
INGENIEURUNTERNEHMUNG  
Schneider - Bregy und Partner AG  
Brückenmoosstrasse 5  
CH-3942 Raron  
Telefon 027 935 80 00  
Telefax 027 935 80 05  
E-Mail: info@sbp-ag.ch  
www.sbp-ag.ch

## **ANHANG NR. 6: BERECHNUNG DER DURCHSCHNITTlichen JAHRESKOSTEN**



## Trinkwasserkraftwerk TWKW "Moos" Raron

## Durchschnittliche Jahreskosten / Gestehungskosten

**Grundlagen:** Berechnung EnAlpin AG von H. Salzgeber  
 Besprechung mit Salzgeber Kurt vom 08.11.2006

Pos.	Bezeichnung	Jahreskosten Einzelposten	Jahreskosten Total
<b>1</b>	<b>Betrieb und Unterhalt</b>		SFr. 9'000
	Geschäftsleitung	SFr. 1'000	
	Betriebsleitung	SFr. 1'000	
	Personalkosten (Pikett, Kontrollen)	SFr. 1'000	
	Unterhalt		
	- Elektromechanik	SFr. 3'000	
	- Bau	SFr. 1'000	
	Versicherung		
	- Feuer und Elementar, Haftpflicht, Maschinenbruch	SFr. 2'000	
<b>2</b>	<b>Verwaltung</b>		SFr. 1'000
	Verwaltung und Geschäftskosten	SFr. 1'000	
<b>3</b>	<b>Kapitaldienst</b>		SFr. 11'100
	Durchschnittliche Kapital- und Fremdzinsen (4% von SFr. 550'000 / 2)	SFr. 11'100	
<b>4</b>	<b>Abschreibungen und Erneuerungsfonds</b>		SFr. 18'333
	Abschreibungen (Abschreibefrist 30 Jahre)	SFr. 18'315.00	
	<b>Total Aufwand</b>		SFr. 39'433
	<b>Produktion in kWh</b>		kWh 346'222
	<b>Durchschnittliche Gestehungskosten in Rp pro kWh</b>		Rp. 11.39

## Trinkwasserkraftwerk TWKW "Moos" Raron

## Investitionskosten und Amortisation

Grundlagen: Berechnung EnAlpin AG von H. Salzgeber  
 Besprechung mit Salzgeber Kurt vom 08.11.2006

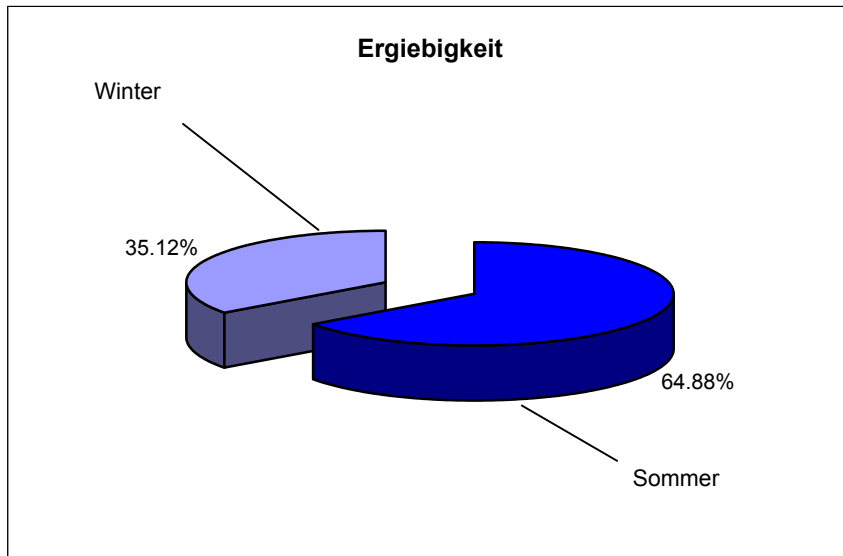
Pos.	Bezeichnung	Investitionskosten [SFr]	Abschreibungsfrist [Jahre]	Abschreibungsrate [%]	Abschreibungen [SFr]
1	Baumeisterarbeiten	SFr. 191'000	30	3.33%	SFr. 6'367
1.1	Regiearbeiten	12'000			
1.2	Baustelleneinrichtung	12'000			
1.3	Überlaufleitung	3'000			
1.4	Druckleitung	69'000			
1.5	Anteil Rohbau Betriebsgebäude	49'000			
1.6	Anteil Rohbau Regulierbecken	46'000			
2	Elektromechanische Ausrüstung, Steuerung	SFr. 209'000	30	3.33%	SFr. 6'967
2.1	Elektromechanische Ausrüstung Betriebsgebäude	185'000			
2.2	Elektromechanische Ausrüstung Regulierbecken	24'000			
3	Diverser und Unvorhergesehenes	SFr. 40'000	30	3.33%	SFr. 1'333
4	Planung und Projektierung	SFr. 44'000	30	3.33%	SFr. 1'467
5	Landerwerb	SFr. 27'000	30	3.33%	SFr. 900
6	MWSt. 7.6 % (gerundet)	SFr. 39'000	30	3.33%	SFr. 1'300
	Total Aufwand	SFr. 550'000			
	Total Abschreibungen pro Jahr				SFr. 18'333

## Vorgaben und Annahmen

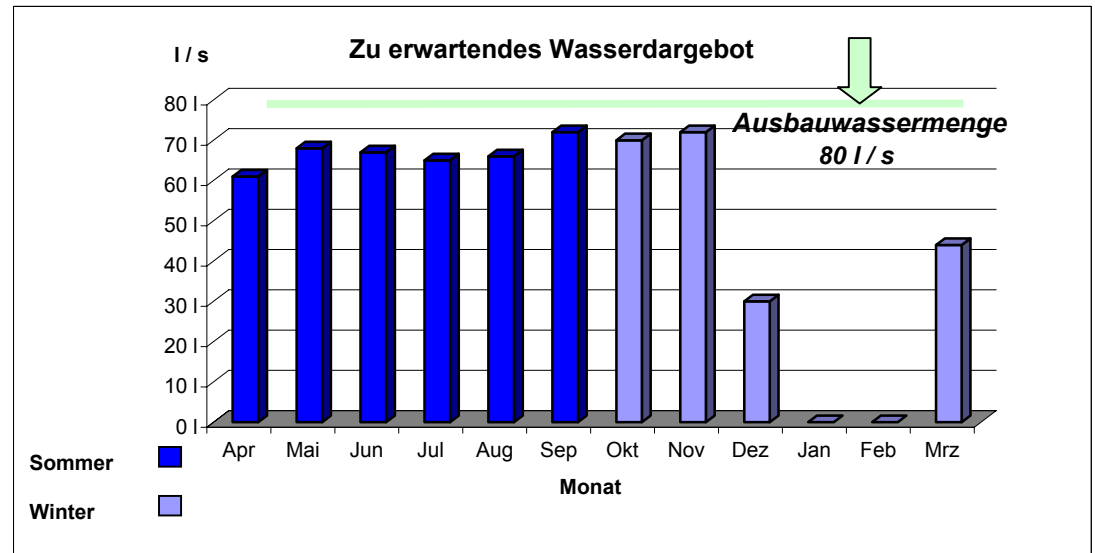
Druckleitung		Bruttofallhöhe	106 m	(Durchmesser siehe Liste)		Wasserdargebot / mögliche Energieproduktion					
		Länge	386 m	Q max =	95 l / s	Sommer	l / s	KWh	Winter	l / s	KWh
Wassermenge	Saison	Sommer	Winter	Ausbau		Apr	61 l	33'929 KWh	Okt	70 l	41'020 KWh
	Ergiebigkeit	67 l / s	36 l / s	70 l / s		Mai	68 l	37'823 KWh	Nov	72 l	41'020 KWh
	Systemwirkungsgrad	0.8				Jun	67 l	37'267 KWh	Dez	30 l	17'580 KWh
	Turbinert	60 l / s	32 l / s	70 l / s		Jul	65 l	36'154 KWh	Jan	0 l	0 KWh
	Nettofallhöhe	98 m	104 m	96 m		Aug	66 l	36'711 KWh	Feb	0 l	0 KWh
	Verfügbarkeit	90 %	90 %			Sep	72 l	38'935 KWh	Mrz	44 l	25'784 KWh
Maximale Generatornettoleistung		Turbinenk. =	7.80	53 KW		Mittelwert	67 l	36'803 KWh	Mittelwert	36 l	20'900 KWh
						Total		220'819 KWh	Total		125'403 KWh

Aufteilung der Investitionskosten	Gemeinde	Dritte	Total
	100.00 %	0.00 %	100.00 %

Total	346'222 KWh
Preis	15.00 Rp.
Ertrag	51'933 Fr.



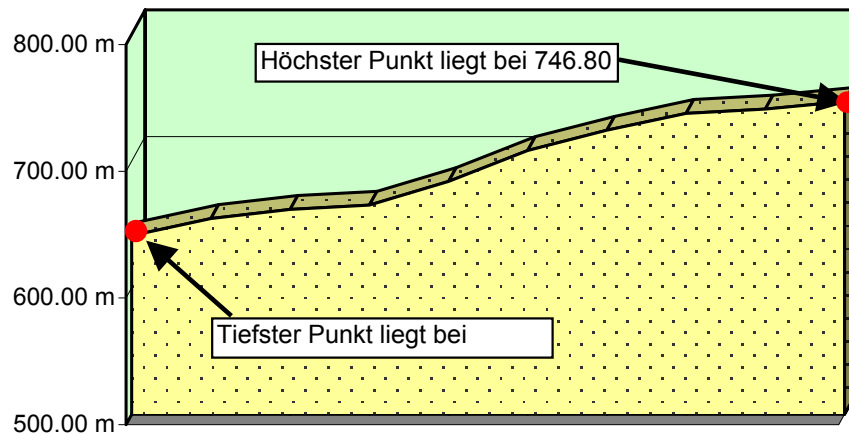
§



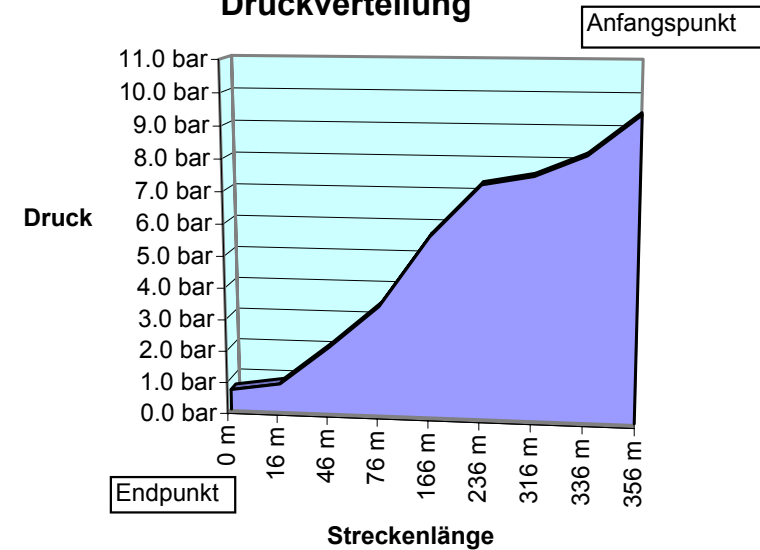
# Druckleitung TWKW "Moos" Raron

Abschnitt	Leistungsabschnitte			Material	746.80 m	105.8 m	DH	Druck	Max. Q	
Reg.-141	16.0 m	220 mm	80 K	PE 100 PN 16	740.86 m	5.9 m	5.9 m	0.6 bar	95 l / s	OK
138-141	30.0 m	220 mm	80 K	PE 100 PN 16	737.51 m	9.3 m	9.3 m	0.9 bar	95 l / s	OK
135-138	30.0 m	220 mm	80 K	PE 100 PN 16	724.15 m	22.7 m	22.7 m	2.1 bar	95 l / s	OK
126-135	90.0 m	220 mm	80 K	PE 100 PN 16	708.16 m	38.6 m	38.6 m	3.4 bar	95 l / s	OK
119-126	70.0 m	220 mm	80 K	PE 100 PN 16	683.72 m	63.1 m	63.1 m	5.7 bar	95 l / s	OK
111-119	80.0 m	220 mm	80 K	PE 100 PN 16	665.05 m	81.7 m	81.7 m	7.3 bar	95 l / s	OK
109-111	20.0 m	220 mm	80 K	PE 100 PN 16	661.67 m	85.1 m	85.1 m	7.6 bar	95 l / s	OK
107-109	20.0 m	220 mm	80 K	PE 100 PN 16	654.47 m	92.3 m	92.3 m	8.2 bar	95 l / s	OK
104 -107	30.0 m	220 mm	80 K	PE 100 PN 16	641.00 m	105.8 m	105.8 m	9.5 bar	95 l / s	OK
Summe	386.0 m			Mittelwert						

Projektprofil



Druckverteilung



## Trinkwasserkraftwerk TWKW "Moos" Raron

## Hydraulische Berechnung der Druckleitung und Ermittlung der Druckverluste

Q= 70 l/s Ausbau

Leitungsdaten									Menge	Geschw.	Verluste		h			Energie- höhe	Druck- höhe	Leitungs- höhe	Druck
Punkt	Höhe	Abschnitt	L	i	Æ	A innen	K	R	Q	v	Reibung	Bogen	Ein / Austritt	S	delta Ze				
	(m.ü.M)		(m)	(%)	(mm)	(m <sup>2</sup> )	(m <sup>1/3</sup> *s <sup>-1</sup> )	(m)	(m <sup>3</sup> /s)	(m/s)	(-)	(-)	(-)	(-)	(m)	(m.ü.M)	(m.ü.M)	(m.ü.M)	(bar)
Reg.-141	746.80	A0	16	37.11	220	0.038	80	0.0551	0.07	1.83	0.00	0.00	0.5	0.50	0.09	746.80			
138-141	740.86	A1	30	11.16	220	0.038	80	0.0551	0.07	1.83	4.39	0.48	0.48	5.35	0.92	746.71	746.54	740.06	0.6
135-138	737.51	A2	30	44.56	220	0.038	80	0.0551	0.07	1.83	4.39	§	0.39	4.773	0.82	745.80	745.62	736.71	0.9
126-135	724.15	A3	90	17.76	220	0.038	80	0.0551	0.07	1.83	13.16	0.21	§	13.372	2.29	744.98	744.81	723.35	2.1
119-126	708.16	A4	70	34.92	220	0.038	80	0.0551	0.07	1.83	10.23	0.21	0.21	10.66	1.83	742.68	742.51	707.36	3.4
111-119	683.72	A5	80	23.33	220	0.038	80	0.0551	0.07	1.83	11.70	0.21	0.21	12.122	2.08	740.85	740.68	682.92	5.7
109-111	665.05	A6	20	16.95	220	0.038	80	0.0551	0.07	1.83	2.92	0.04	0.14	3.1015	0.53	738.77	738.60	664.25	7.3
107-109	661.67	A7	20	35.96	220	0.038	80	0.0551	0.07	1.83	2.92	0.14	0.29	3.356	0.58	738.24	738.07	660.87	7.6
104 -107	654.47	A8	30	44.91	220	0.038	80	0.0551	0.07	1.83	4.39	0.29	0.5	5.1764	0.89	737.67	737.49	653.67	8.2
Total	641.00		386												10.02	736.78	736.61	640.20	9.5

Verluste durch Formstücke		A1	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	Total	
Bogen 4°	0.01289										0	0.00
Bogen 11°	0.03544						1				1	0.04
Bogen 22°	0.07089				3	3		2			8	0.57
Bogen 30°	0.09667	5	1								6	0.58
Bogen 45°	0.14500		2						2		4	0.58
		0.48	0.39	§	0.21	0.21	0.04	0.14	0.29	0.00	1.76	1.76

## Trinkwasserkraftwerk TWKW "Moos" Raron

## Hydraulische Berechnung der Druckleitung und Ermittlung der Druckverluste

Q= 60 l/s Sommerdurchschnitt

Leitungsdaten									Menge	Geschw.	Verluste					Energie- höhe	Druck- höhe	Leitungs- höhe	Druck
Punkt	Höhe	Abschnitt	L	i	Ä	A innen	K	R	Q	v	Reibung	Bogen	Ein / Austritt	S	delta Ze				
	(m.ü.M)		(m)	(%)	(mm)	(m <sup>2</sup> )	(m <sup>1/3</sup> *s <sup>-1</sup> )	(m)	(m <sup>3</sup> /s)	(m/s)	(-)	(-)	(-)	(-)	(m)	(m.ü.M)	(m.ü.M)	(m.ü.M)	(bar)
	746.80															<b>746.80</b>			
Reg.-141		A0	16	37.11	220	0.038	80	0.0551	0.06	1.57	0.00	0.00	0.5	0.50	0.06				
	740.86															746.74	746.61	740.06	0.6
138-141		A1	30	11.16	220	0.038	80	0.0551	0.06	1.57	4.39	0.48	0.48	5.35	0.67				
	737.51															746.06	745.94	736.71	0.9
135-138		A2	30	44.56	220	0.038	80	0.0551	0.06	1.57	4.39	§	0.39	4.773	0.60				
	724.15															745.46	745.33	723.35	2.2
126-135		A3	90	17.76	220	0.038	80	0.0551	0.06	1.57	13.16	0.21	§	13.372	1.69				
	708.16															743.77	743.65	707.36	3.6
119-126		A4	70	34.92	220	0.038	80	0.0551	0.06	1.57	10.23	0.21	0.21	10.66	1.34				
	683.72															742.43	742.30	682.92	5.8
111-119		A5	80	23.33	220	0.038	80	0.0551	0.06	1.57	11.70	0.21	0.21	12.122	1.53				
	665.05															740.90	740.78	664.25	7.5
109-111		A6	20	16.95	220	0.038	80	0.0551	0.06	1.57	2.92	0.04	0.14	3.1015	0.39				
	661.67															740.51	740.39	660.87	7.8
107-109		A7	20	35.96	220	0.038	80	0.0551	0.06	1.57	2.92	0.14	0.29	3.356	0.42				
	654.47															740.09	739.96	653.67	8.5
104 -107		A8	30	44.91	220	0.038	80	0.0551	0.06	1.57	4.39	0.29	0.5	5.1764	0.65				
	641.00															739.44	739.31	640.20	9.7
<b>Total</b>			<b>386</b>												<b>7.36</b>				

Verluste durch Formstücke		A1	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	Total	
Bogen 4°	0.01289										0	0.00
Bogen 11°	0.03544						1				1	0.04
Bogen 22°	0.07089				3	3		2			8	0.57
Bogen 30°	0.09667	5	1								6	0.58
Bogen 45°	0.14500		2						2		4	0.58
		0.48	0.39	§	0.21	0.21	0.04	0.14	0.29	0.00	1.76	1.76



## Trinkwasserkraftwerk TWKW "Moos" Raron

## Hydraulische Berechnung der Druckleitung und Ermittlung der Druckverluste

Q= 32 l/s Winterdurchschnitt

Leitungsdaten									Menge	Geschw.	Verluste					Energie- höhe	Druck- höhe	Leitungs- höhe	Druck
Punkt	Höhe	Abschnitt	L	i	Ä	A innen	K	R	Q	v	Reibung	Bogen	Ein / Austritt	S	delta Ze				
	(m.ü.M)		(m)	(%)	(mm)	(m <sup>2</sup> )	(ml/3*s-1)	(m)	(m <sup>3</sup> /s)	(m/s)	(-)	(-)	(-)	(-)	(m)	(m.ü.M)	(m.ü.M)	(m.ü.M)	(bar)
	746.80															<b>746.80</b>			
Reg.-141		A0	16	37.11	220	0.038	80	0.0551	0.032	0.84	0.00	0.00	0.5	0.50	0.02				
	740.86															746.78	746.75	740.06	0.7
138-141		A1	30	11.16	220	0.038	80	0.0551	0.032	0.84	4.39	0.48	0.48	5.35	0.19				
	737.51															746.59	746.55	736.71	1.0
135-138		A2	30	44.56	220	0.038	80	0.0551	0.032	0.84	4.39	§	0.39	4.773	0.17				
	724.15															746.42	746.38	723.35	2.3
126-135		A3	90	17.76	220	0.038	80	0.0551	0.032	0.84	13.16	0.21	§	13.372	0.48				
	708.16															745.94	745.90	707.36	3.8
119-126		A4	70	34.92	220	0.038	80	0.0551	0.032	0.84	10.23	0.21	0.21	10.66	0.38				
	683.72															745.56	745.52	682.92	6.1
111-119		A5	80	23.33	220	0.038	80	0.0551	0.032	0.84	11.70	0.21	0.21	12.122	0.43				
	665.05															745.12	745.09	664.25	7.9
109-111		A6	20	16.95	220	0.038	80	0.0551	0.032	0.84	2.92	0.04	0.14	3.1015	0.11				
	661.67															745.01	744.98	660.87	8.2
107-109		A7	20	35.96	220	0.038	80	0.0551	0.032	0.84	2.92	0.14	0.29	3.356	0.12				
	654.47															744.89	744.86	653.67	8.9
104 -107		A8	30	44.91	220	0.038	80	0.0551	0.032	0.84	4.39	0.29	0.5	5.1764	0.19				
	641.00															744.71	744.67	640.20	10.2
<b>Total</b>			<b>386</b>												<b>2.09</b>				

Verluste durch Formstücke		A1	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	Total	
Bogen 4°	0.01289										0	0.00
Bogen 11°	0.03544						1				1	0.04
Bogen 22°	0.07089				3	3		2			8	0.57
Bogen 30°	0.09667	5	1								6	0.58
Bogen 45°	0.14500		2						2		4	0.58
		0.48	0.39	§	0.21	0.21	0.04	0.14	0.29	0.00	1.76	1.76