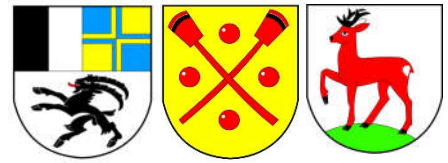


KANTON GRAUBÜNDEN

GEMEINDEN FLERDEN

+ GEMEINDE MASEIN



**006.13.102 FLERDEN
TRINKWASSERKRAFTWERK
PATRUTG – FLERDEN + MASEIN**

**TECHNISCHER
BERICHT
VORPROJEKT**

APRIL 2021

Inhaltsverzeichnis

1 Ausgangslage.....	3
2 Grundlagen.....	4
2.1 Planungsgrundlagen.....	4
2.2 Höhenkoten	4
2.3 Wassermengen	4
2.3.1 Grundlagen	4
2.3.2 Gefasste Quellen Barias und Patrutg	7
2.3.3 Ungefasste Quellen Barias und Patrutg	9
2.3.4 Vergleich mit den Messungen 2013 / 2014	10
2.3.5 Verfügbare Wassermengen	11
3 Auslegung	12
3.1 Berechnung der Stromproduktion	15
3.1.1 Anlage Flerden.....	15
3.1.2 Anlage Masein	15
4 Projekt.....	17
4.1 Zielsetzung	17
4.2 Schema	18
4.3 Projektübersicht.....	19
4.4 Sammel- / Kopfschacht Patrutg	21
4.5 Druckleitung	21
4.6 Abgabe an Kleinreservoir Bigniel.....	21
4.7 Maschinenhaus Flerden	21
4.8 Kosten	22
4.9 Beiträge.....	22
4.10 Wirtschaftlichkeit.....	23
5 Weiteres Vorgehen.....	26
6 Anhang.....	27
6.1 Gegenüberstellung der Baukosten mit / ohne Trinkwasserkraftwerk.....	27

1 Ausgangslage

Die Gemeinden Flerden und Masein beziehen einen Teil des Trinkwassers aus den Quellen oberhalb von Oberurmein. Zwischen Oberurmein und dem Reservoir Flerden liegen rund 300 Höhenmeter. Diese Höhendifferenz energetisch zu nutzen ist schon früher studiert worden.

Im Zusammenhang mit der Erneuerung der Wasserversorgung Urmein wurde die Frage nach möglichen Energienutzungspotenzialen in der Wasserversorgung erneut behandelt. In der Wasserversorgung Urmein selbst sind keine grösseren nutzbaren Höhendifferenzen vorhanden. Nur von Oberurmein bis nach Urmein gibt es entsprechende Möglichkeiten. Da auch die Gemeinden Flerden und Masein an einer Energienutzung auf dieser Strecke interessiert sind, wurde die Möglichkeit nach einer gemeinsamen Lösung geprüft. Die Gemeinde Flerden und Masein haben sich schlussendlich für die eigene Lösung, ohne Einbezug von Urmein, entschieden.

Um das Wasser aller beiden Gemeinden Flerden und Masein energetisch zu nutzen muss in Oberurmein ein Kopfschacht erstellt werden, über welchen die Öffnung der Turbinendüse geregelt werden kann.

Mit der Nutzung der Stufe vom Sammelschacht Patrutg bis zum Reservoir Flerden lassen sich ungefähr 191'000 kWh Strom pro Jahr produzieren. Dazu müssten im Wesentlichen die 60-jährige Leitung von Oberurmein nach Flerden ersetzt, die bestehenden Unterbrecherschächte aufgehoben und in Flerden ein Maschinenhaus erstellt werden.

Am 22.05.2013 hat die Gemeinde Flerden unser Büro mit der Ausarbeitung eines entsprechenden Vorprojektes, das insbesondere

- Festlegung Trasse Druckleitung, Standort Maschinenhaus zusammen mit dem Auftraggeber
 - Pläne und Technischer Bericht
 - besprechen der Ergebnisse und festlegen weiteres Vorgehen
 - Eingabe Kostendeckende Einspeisevergütung KEV
 - Gesuch um Beitrags - Vorbescheid des Bundesamtes für Landwirtschaft BLW
- enthalten soll, beauftragt.

Aufgrund dessen wurde das Vorprojekt ausgearbeitet und das Gesuch um Beitrags - Vorbescheid des Bundesamtes für Landwirtschaft BLW im Februar 2014 eingereicht. Im Mai 2014 ist der positive Vorbescheid vom BLW und Kanton Graubünden eingetroffen.

Das Projekt wurde jedoch bis heute nicht realisiert. Im Mai 2019, nach fünf Jahren, ist die Zusicherung von Seiten BLW und Kanton abgelaufen.

Nun wurde unser Büro beauftragt, das Vorprojekt 2014, wo notwendig und neue Erkenntnisse vorliegen, zu überarbeiten und erneut beim BLW und dem Kanton zwecks Gesuch um Beitrags – Vorbescheid einzureichen.

2 Grundlagen

2.1 Planungsgrundlagen

- [1] Variantenstudie Variante 4, Marugg + Partner, Aug. 2000.
- [2] Abklärung von Quellwasservorkommen für die Gemeinde Thusis, Marugg + Bruni AG, 2003 - 2005.
- [3] Angaben Quellmengen Patrutg und Barias, Daniel Lanicca, 19.11.2013.
- [4] Angaben Überlaufmengen Reservoir Oberurmein, Gemeinde Oberurmein, 09.07.2013.
- [5] Angaben Stromproduktion 2012 Trinkwasserkraftwerk Masein, Kanzlei Masein, E-Mail 18.10.2013.

2.2 Höhenkoten

Zusammenstellung der Höhenkoten

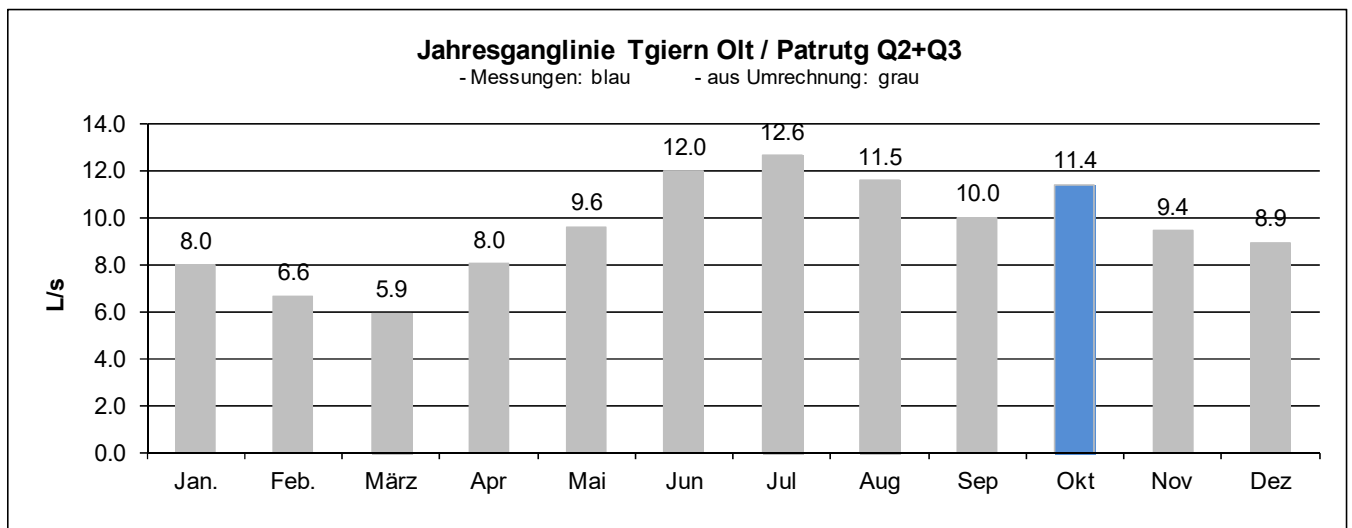
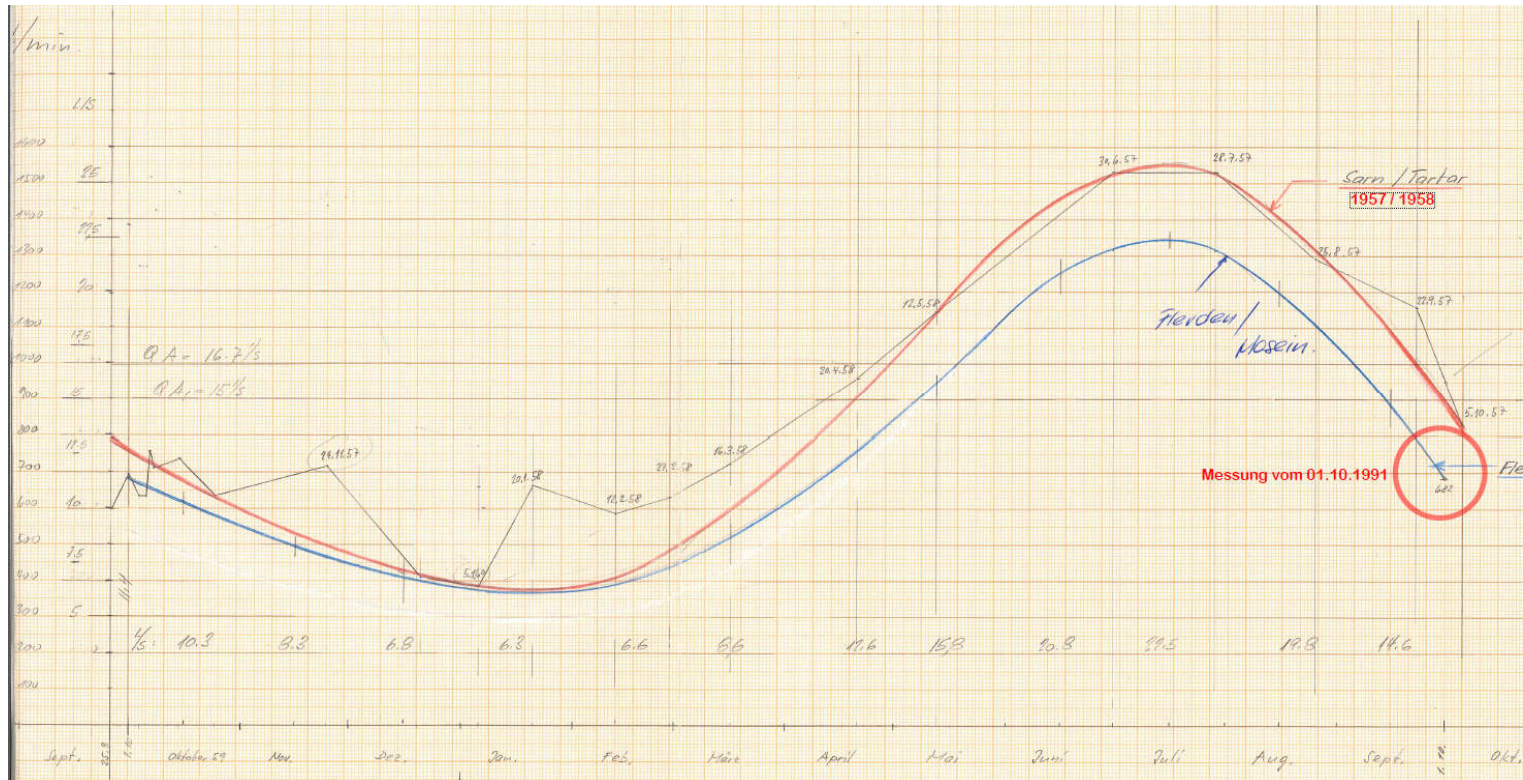
Bezeichnung	Quelle	Kote m ü. M.
Reservoir Flerden Wasserspiegel	Wasserversorgungsatlas	1312
Sammel- / Kopfschacht Patrutg	GeoGR	1604
Sammelschacht S1, Quellen Tgiern Olt	Studie Var 4	1608
Quellschacht 3, Patrutg	Studie Var 4	1626
Quellschacht 2, Tgiern Olt	Studie Var 4	1675
Turbinenhaus Flerden Turbinen Axe		1316
Turbinenhaus Flerden Unterwasser		1314

2.3 Wassermengen

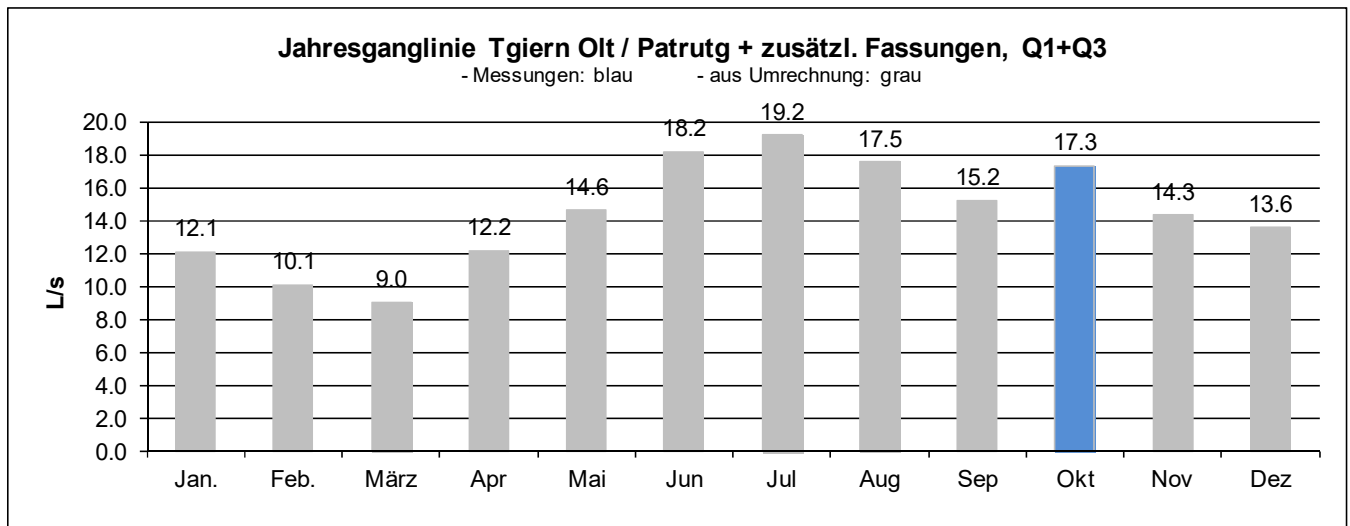
2.3.1 Grundlagen

Die Schüttungen für das Vorprojekt sind aus der Messung vom 1.10.1991 abgeleitet, die bei Tgiern Olt 11.4 L/s betrug. An den Begehungen 1999 sind keine Messungen vorgenommen worden, weil die Verhältnisse ausserordentlich nass waren.

Aus den mehrjährigen Quellmessungen im Alpgbiet von Sarn und Portein ist bekannt, wie sich die Quellschüttungen im Jahresverlauf verhalten. Diese Jahresganglinien, angepasst an die Messung vom 1.10.1991 bei Tgiern Olt, dienen als Grundlage für die unten abgebildeten Monatswerte.



Oberhalb von Oberurmein sind noch ungenutzte weitere Quellen vorhanden: "Barias ungefasst" und "Patrutg ungefasst". Anlässlich der Begehung vom 05.8.1999 wurden deren Schüttungen auf 1 und 5 l/s geschätzt. Werden diese Quellen zusätzlich gefasst, erhöht sich die Augustmenge von 11.5 auf 17.5 l/s und die übrigen Monate lassen sich analog zu oben beschriebenem Vorgehen berechnen.



Schon früher wurde darauf hingewiesen, dass für die definitive Dimensionierung des Trinkwasserkraftwerkes nur ungenügende Daten der Wassermengen vorhanden sind.

Im Zug einer Abklärung von Quellwasservorkommen für die Gemeinde Thusis [2] wurden diverse Quellen am Heinzenberg gemessen, darunter auch die hier Betrachteten. In dieser Arbeit sind die Messstellen wie folgt bezeichnet:

6.A ungefasste Quelle Patrutg

- 21.11.03: 48 l/m
- 18.04.05: 87 l/m
- 20.03.05: 5 l/m

4.N.A ungefasste Quelle Barias.

- 21.11.03: 2 l/m
- 21.05.05: 63 l/m

6 Überlauf Reservoir Oberurmein

- 21.11.03: 160 l/m
- 09.02.04: 198 l/m
- 20.03.05: 120 l/m
- 18.04.05: 9 l/m
- Überlauf minimal gem. Angabe Gemeinde Urmein: 121 l/m
- Überlauf mittel gem. Angabe Gemeinde Urmein: 576 l/m

Die Messungen zeigen grosse Unterschiede und die Datengrundlage ist immer noch ungenügend. Deshalb wurden ab Sommer 2013 weitere Messungen durch die Gemeinde Flerden erhoben. Die Messungen wurden bis im März 2014 fortgesetzt, so dass für die detaillierte Projektierung mehr

Angaben vorliegen. Das im Jahr 2013 erarbeitete Vorprojekt wurde nun aufgrund dieser zusätzlichen Messungen überprüft, vgl. 2.3.4.

2.3.2 Gefasste Quellen Barias und Patrutg

Die Messung vom 29.08.2013 liegt mit 5.6 l/s deutlich unter dem früher geschätzten Wert von 11.5 l/s! Der August 2013 war denn auch sehr trocken - etliche Quellschüttungen näherten sich dem ausserordentlich trockenen Jahr 2003. Ohne weitere Angaben darf man längerfristig sicher mehr annehmen, aber nicht so viel wie geschätzt.

Vergleich mit Trinkwasserkraftwerk Masein

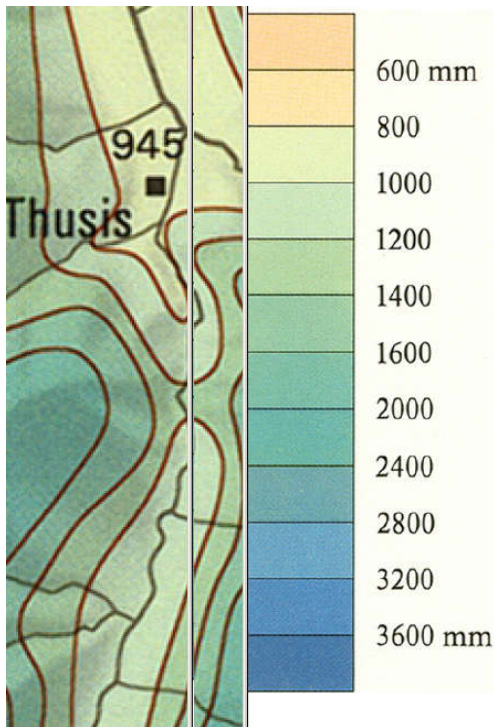
Als weitere Datengrundlage kann das Trinkwasserkraftwerk in Masein dienen. Anhand der Stromproduktion kann abgeschätzt werden, ob die zugrunde gelegten Wasserzuflüsse zutreffen oder nicht. Am 17.10.2013 haben wir von der Gemeinde Masein die Stromproduktion der Monate 2012 erhalten. Die Gemeinde Masein weist darauf hin, dass das Jahr 2012 ein gutes Wasserjahr war - der langjährig Durchschnitt also tiefer sein könnte.

Die Summe ergibt 256'000 kWh.

Das Trinkwasserkraftwerk Masein wurde aufgrund der Zuflüsse von Oberurmein nach Flerden, mit den Werten des oben abgebildeten Diagrammes "Jahresganglinie Tgiern Olt / Patrutg Q2+Q3" plus Überlauf Reservoir Flerden ausgelegt. In die Auslegung eingeflossen ist, dass nach dem Ersatz der Leitung von Oberurmein nach Flerden und der Fassung von zusätzlichen Quellen voraussichtlich mehr Wasser zufließen wird als heute. Deshalb wurde die Anlage überdimensioniert und auf 25 l/s statt auf 20 l/s ausgelegt. Die Stromproduktion wurde für die heutigen Verhältnisse, vor dem Ersatz der Leitung von Oberurmein nach Flerden und der Fassung von zusätzlichen Quellen, berechnet.

Die Berechnung ergab 250'000 kWh pro Jahr.

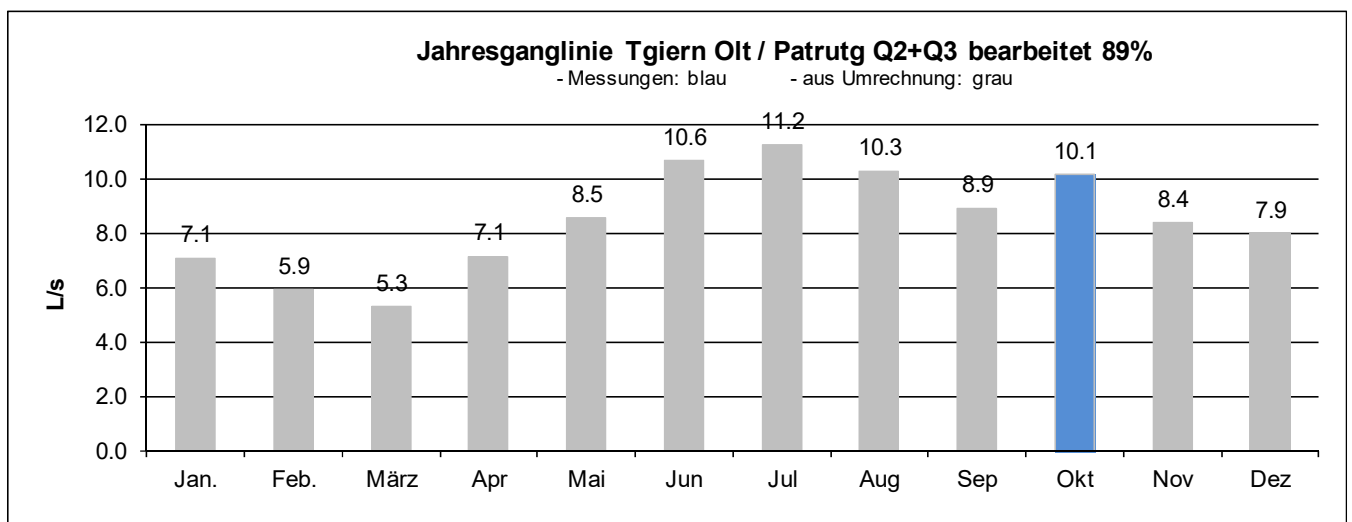
Es darf daraus geschlossen werden, dass die zugrunde gelegten Quellzuflüsse in einem "guten" Wasserjahr zutreffen und die Mengen gemäss Diagramm "Jahresganglinie Tgiern Olt / Patrutg Q2+Q3" auch für das Trinkwasserkraftwerk Flerden verwendet werden dürfen. Zur Berücksichtigung, dass 2012 ein überdurchschnittliches Jahr war, sollten die Mengen aber reduziert werden. Leider sind die Niederschlagsdaten des hydrologischen Atlases der Schweiz (HADES) nur bis 2009 aufgearbeitet. Verfügbar sind aus dem HADES die Niederschläge 1951 - 1980, die im Raum Thusis mit 800 - 900 mm angegeben sind.



Aktuellere Niederschlagsdaten verkauft Meteo Schweiz. Für die Station Thusis beträgt der Jahresniederschlag 2012 = 1040 mm.

Nimmt man somit 900 mm als Mittel der HADES Angaben 1951 - 1980, so sind das nur 87% der Niederschläge 2012. Aufgrund der Produktion im Jahr 2012 von 256'000 kWh ist längerfristig mit 223'000 kWh zu rechnen. Das wiederum sind 89% der prognostizierten 250'000 kWh.

Schlussfolgerung: wir reduzieren die "Jahresganglinie Tgiern Olt / Patrutg Q2+Q3" mit dem Faktor 0.89.



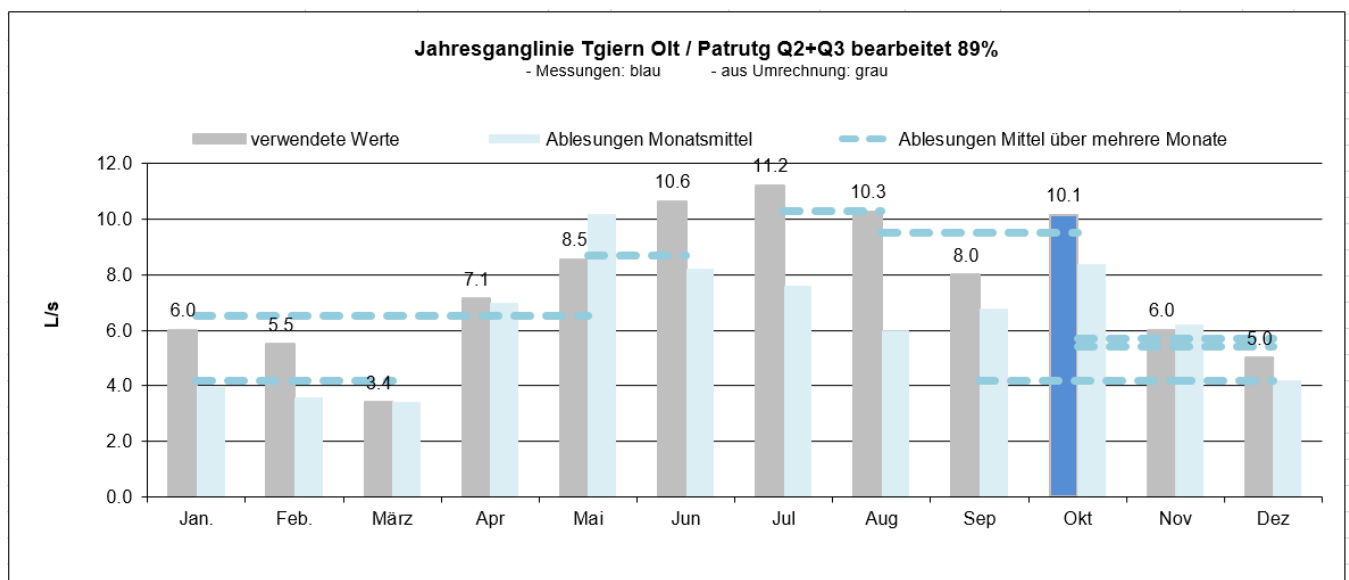
Nach dieser Betrachtung haben wir von der Gemeinde Masein auch noch die Produktionen der Jahre 2010 und 2011 erhalten.

Der Durchschnitt 2010 - 2012 beträgt 229'144 kWh. Das sind 89.5% des Jahres 2012. Somit führt auch dieser Vergleich zur oben bereits vorgenommenen Reduktion mit dem Faktor 0.89.

		2012	2011	2010
Jan		12'921	16'216	9'281
feb		9'944	12'693	7'373
mrz		18'745	13'000	9'609
apr		26'899	16'787	26'126
mai		28'117	14'243	29'199
jun		24'210	14'853	23'055
jul		23'332	19'398	21'116
aug		22'517	20'599	23'094
sept		22'231	20'265	20'550
okt		22'280	21'830	19'915
nov		23'147	19'175	19'581
dez		21'514	14'918	18'699
Total 2012		255'857	203'977	227'598

Berücksichtigung der Zählerablesungen D. Lanicca

Vom Brunnenmeister Daniel Lanicca haben wir diverse Ablesungen des Einlaufes ins Reservoir Flerden erhalten. Diese Ablesungen enthalten 50% der Quellschüttungen der Quellen von Oberurmein. Teilweise sind mehrere Messungen pro Monat erfolgt; diese haben wir in die Monatsmittelwerte umgerechnet. Weiter sind Ablesungen über mehrere Monate erfolgt; diese haben wir qualitativ berücksichtigt. Zusammengefasst sind die Werte aufgrund der Ablesungen tiefer als die im korrigierten Diagramm oben. Wir haben die zu verwendenden Werte daher nochmals reduziert:



2.3.3 Ungefasste Quellen Barias und Patrutz

Die früher angenommenen Schüttungen scheinen deutlich zu hoch zu sein. Die diesjährigen Messungen ergaben:

Quelle Barias 1704

Datum	Sek.	Min/L
02.08.2013	22.6	26.5
29.08.2013	78	7.7
20.09.2013	114	5.3
17.10.2013	33	18.2
12.11.2013	3.9	153.8

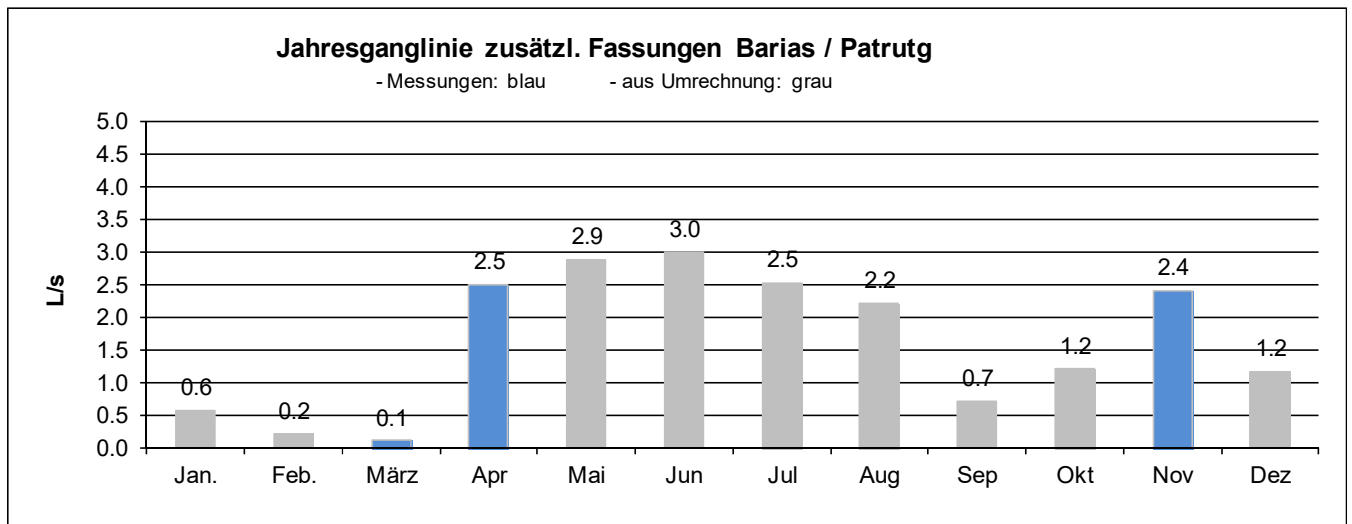
Quelle Patrutg 1626

Datum	Sek.	Min/L
02.08.2013	10.4	57.7
29.08.2013	16.2	37.0
20.09.2013	16.5	36.4
17.10.2013	11.5	52.2
12.11.2013	7.3	82.2

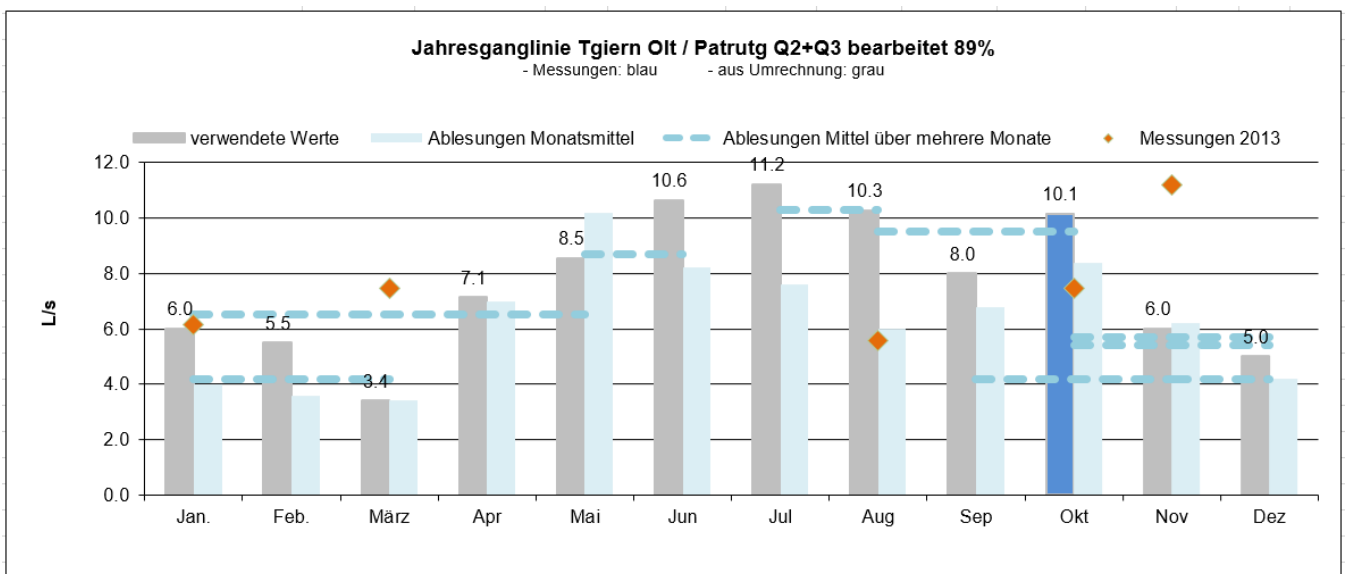
Unter Berücksichtigung dieser Messwerte gehen wir neu von

- 145 l/m = 0.83 l/s im November
- 150 l/m = 2.5 l/s im Maximum
- 6 l/m = 0.1 l/s im Minimum

aus.



2.3.4 Vergleich mit den Messungen 2013 / 2014



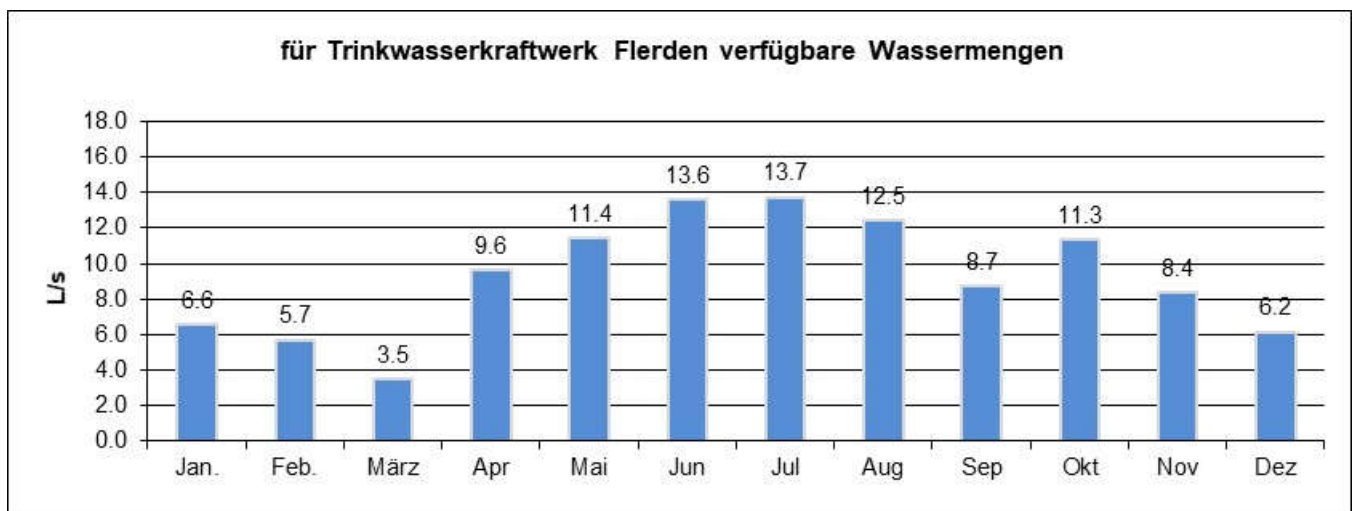
Die zusätzlichen Messungen sind im oben abgebildeten Diagramm als orange Punkte eingetragen.

Der Wert vom August liegt sehr viel tiefer als die Annahmen. Wir weiter oben bereits ausgeführt, war der August 2013 sehr trocken - etliche Quellschüttungen näherten sich dem ausserordentlich trockenen Jahr 2003. Es ist auch ersichtlich, dass sich die Werte im Oktober bereits wieder den bisherigen Annahmen nähern und die Novembermessung dann deutlich höher liegt. Somit dürften die Differenzen auf die natürlichen hydrologischen Schwankungen zurückzuführen sein. Die Messung vom Januar 2014 stimmt mit den Annahmen überein und der März Wert ist rund doppelt so hoch.

In der Summe sind die Messungen 2013 / 2014 um rund 2 l/s höher als die bisherigen Annahmen. Das entspricht einer Abweichung von nur 6% und damit betrachten wir die bisherigen Annahmen als bestätigt.

2.3.5 Verfügbare Wassermengen

Aus den oben hergeleiteten Anteilen ergeben sich die gesamten, für die Stromproduktion verfügbaren, Wassermengen:



3 Auslegung

Maximale Auslegung

Das Minimum soll, damit der Turbinenbetrieb effizient bleibt, min. ca. 10% der maximalen Wassermenge betragen

-> **Maximum ca. 50 l/s.**

Minimale Auslegung

Es sollen minimal die heute verfügbaren Zuflüsse verwertet werden

-> **Minimum ca. 5 l/s.**

Wassermengen

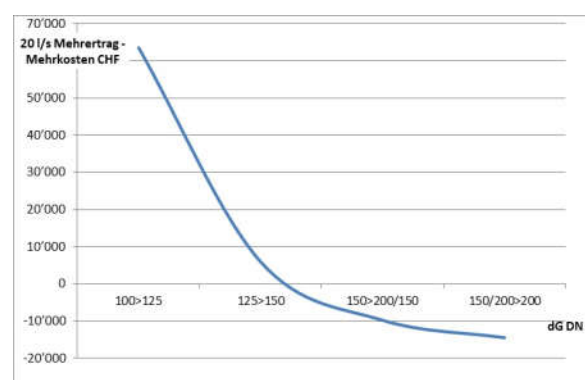
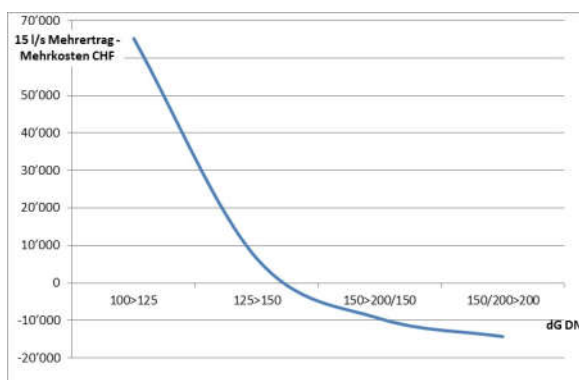
Die bisherigen Werte der Quellen Patrutg und Tgiern Olt sind aufgrund der Niederschläge und der Ablesungen des Brunnenmeisters stark reduziert worden. Für die Berechnung der Stromproduktion und der Wirtschaftlichkeit ist das richtig, damit Beschlüsse nicht auf zu hohen Erwartungen gefasst werden. Die vorgenommenen Reduktionen sind andererseits aber auch mit Unsicherheiten behaftet. Sollte trotzdem mehr Wasser verfügbar sein, soll dieses auch verwertet werden können. **Aus diesen Überlegungen folgt eine Auslegung von 15 - 20 l/s.**

Vergütung des Stroms

Aktuell gibt es für Kleinanlagen keine KEV mehr! Gemäss Abklärungen der Gemeinde Flerden mit dem EWZ kann aktuell mit 8 Rp. / kWh gerechnet werden. Wie die Vergütung in Zukunft aussehen wird, weiss niemand. Billiger wird der Strom aber nicht und wir rechnen mit 0.16 Fr. / kWh.

Grösse der Turbinenanlage und der Druckleitung

Die Kosten für die Turbinenanlage sind für 15 l/s oder 20 l/s nicht wesentlich verschieden. Auch bei der Druckleitung sind keine Kostendifferenzen zu erwarten, da die Druckleitung für 20 l/s kaum grösser wird.

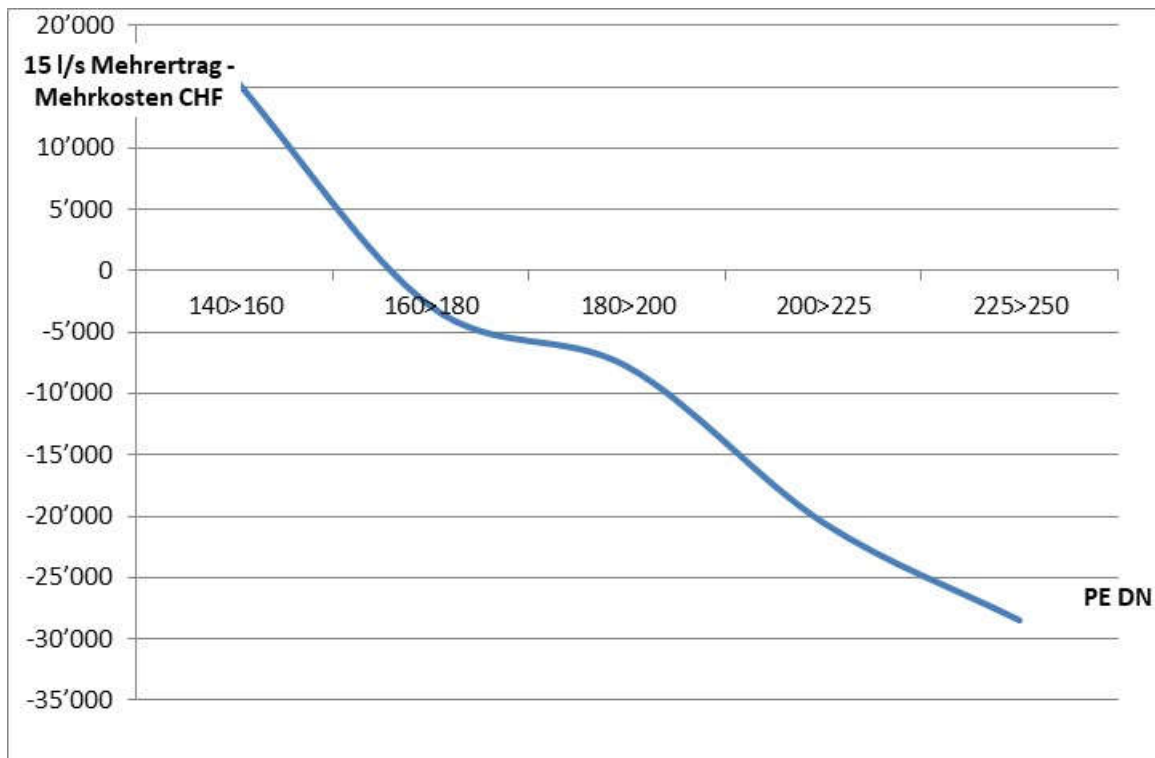


Wir nehmen jedoch nicht an, dass die Zuflüsse viel höher sein als zum jetzigen Zeitpunkt. Zu bedenken ist auch, dass die Fassung zusätzlicher Quellen ob Oberurmein eventuell nicht bewilligt wird oder daraus Restwasserauflagen abgeleitet werden.

Die Auslegung im Vorprojekt ist deshalb 15 l/s.

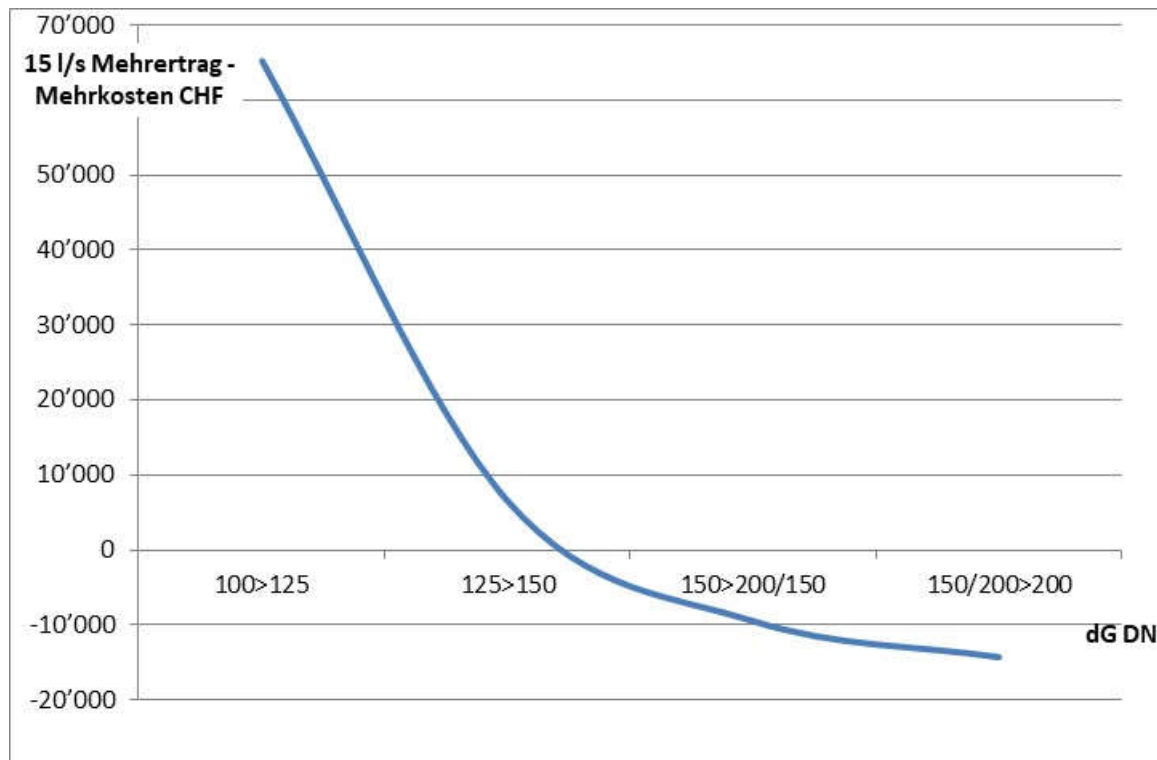
Druckleitung

Die oberen 775 m der Druckleitung können, bis 15 bar Druck erreicht sind, in PE (Polyethylen) PN 16 gebaut werden. Zur Bestimmung der wirtschaftlichen Nennweite wurden die Druckverluste, die Stromproduktion, der Ertrag mit den unter " Vergütung des Stroms" aufgeführten Vergütungen und die Kosten für verschiedene Nennweiten variiert:



Der Mehrertrag überwiegt die Mehrkosten bis zu PE 180.

Unterhalb der 15 bar - Grenze wird Guss eingesetzt. Auch dafür erfolgte die Optimierung wie für PE:



Der Mehrertrag überwiegt die Mehrkosten bis zu dG 150.

Wahl für das Vorprojekt: PE 160 / 130.8 auf 775 m und dG 125 auf 795 m.

3.1 Berechnung der Stromproduktion

3.1.1 Anlage Flerden

Ausbauwassermenge:	15 L/sek.										Änderung Durchflussmenge in + / - l/s:	0
Bruttofallhöhe:	288 m											
Druckleitung: Abschnitt:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		total
Innendurchmesser in mm	130.8	125	mittlerer Durchmesser: 127.9									
Länge in m	775	775										1550
k abs. in mm	0.1	0.1										
Zeta	5	5										
Wirkungsgrade T*G bei	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	100%		
bei Q in L/sec	1.5	3	4.5	6	7.5	9	10.5	12	13.5	15		
Eta in %	34.25	67.75	78.55	80.66	82.76	83.92	85.09	85.89	86.33	86.77		
Energieberechnung:												
	Q	Q _T	H netto	ETA	P	E					Sommerperiode:	
Monat	in L/sec	in L/sec	in m	in %	in kW	in MWh					Monat Nr. 5	bis u. mit 9
Januar	6.6	6.6	284.1	81.50	15.0	11.2					Hochtarif Stunden/Tag	15
Februar (28.25 Tage)	5.7	5.7	285.0	80.23	12.8	8.7						
März	3.5	3.5	286.8	71.35	7.0	5.2					Max. Leistung [kW]	32
April	9.6	9.6	280.0	84.39	22.3	16.0					Mittlere Leistung [kW]	
Mai	11.4	11.4	277.0	85.57	26.5	19.7					Winter:	17
Juni	13.6	13.6	272.6	86.36	31.4	22.6					Sommer:	28
Juli	13.7	13.7	272.4	86.39	31.6	23.5					Jahr:	21
August	12.5	12.5	274.9	86.04	29.0	21.6						
September	8.7	8.7	281.4	83.69	20.1	14.5					Verfügbarkeit (Pmittel/Pmax)	
Oktober	11.3	11.3	277.2	85.52	26.3	19.5					Winter:	52.8%
November	8.4	8.4	281.8	83.46	19.4	14.0					Sommer:	87.8%
Dezember	6.2	6.2	284.5	80.94	14.0	10.4					Jahr:	67.5%
Mittelwerte	9.3	9.3	279.8	83.0	21.3	15.6						
Energiebewertung in CHF:												
	Winter	Anteil	Ansatz	Betrag	Sommer	Anteil	Ansatz	Betrag			Jahr	Betrag
Energie: kWh HT+NT	84'996	45.5%			101'921	54.5%					186'916	
Energie: kWh HT	53'122	28.4%	0.080	4'250	63'701	34.1%	0.080	5'096			116'823	9'346
Energie: kWh NT	31'873	17.1%	0.080	2'550	38'220	20.4%	0.080	3'058			70'094	5'607
Mittl. Leistung: kW	17		0.000	0	28		0.000	0				0
Total				6'800				8'154				14'953

3.1.2 Anlage Masein

Da auf das Überwasser aus dem Reservoir Oberurmein verzichtet wird, tragen lediglich die zusätzlich zu fassenden Quellen zu einer Mehrmenge bei, welche zu einer Produktionssteigerung im Trinkwasserkraftwerk Masein führt. Die Mehrproduktion wird im Folgenden berechnet.

Grundlage bildet die ursprünglich Berechnung der Anlage Masein, wobei die Wasserzuflüsse um den Faktor der mittleren Produktion der Jahre 2010 - 2012 (230'000 kWh) zu der damals projektierten Produktion (249'000), reduziert wurden.

Projekt:	Trinkwasserkraftwerk Masein gem. Produktion 2010-2013: 230'000 kWh										Berechnen
Ausbauwassermenge:	20 L/sek.									Änderung Durchflussmenge in + / - l/s:	0
Bruttofallhöhe:	316 m										
Druckleitung: Abschnitt:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	total
Innendurchmesser in mm	147	150									1530
Länge in m	735	795									
k abs. in mm	0.1	0.2									
Zeta	3	5									
Wirkungsgrade T*G bei	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	100%	
bei Q in L/sec	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	
Eta in %	75.00	75.00	75.00	75.00	75.00	75.00	75.00	75.00	75.00	75.00	
Energieberechnung:											
	Q	Q _r	H netto	ETA	P	E	Sommerperiode:				
Monat	in L/sec	in L/sec	in m	in %	in kW	in MWh	Monat Nr.	5	bis u. mit	9	
Januar	9.1	9.1	312.5	75.00	20.9	15.5	Hochtarif Stunden/Tag			15	
Februar (28.25 Tage)	7.8	7.8	313.4	75.00	18.1	12.2	Max. Leistung [kW]			35	
März	6.8	6.8	314.0	75.00	15.6	11.6	Mittlere Leistung [kW]				
April	9.2	9.2	312.4	75.00	21.2	15.2	Winter:			23	
Mai	11.2	11.2	310.8	75.00	25.7	19.1	Sommer:			31	
Juni	13.8	13.8	308.4	75.00	31.2	22.5	Jahr:			26	
Juli	15.7	15.7	306.2	75.00	35.4	26.4	Verfügbarkeit (P_{mittel}/P_{max})				
August	14.7	14.7	307.4	75.00	33.2	24.7	Winter:			63.9%	
September	13.3	13.3	308.8	75.00	30.3	21.8	Sommer:			88.0%	
Oktober	13.3	13.3	308.8	75.00	30.3	22.5	Jahr:			74.0%	
November	11.9	11.9	310.3	75.00	27.1	19.5					
Dezember	10.9	10.9	311.1	75.00	24.9	18.6					
Mittelwerte	11.5	11.5	310.3	75.0	26.2	19.1					
Energiebewertung in CHF:											
	Winter	Anteil	Ansatz	Betrag	Sommer	Anteil	Ansatz	Betrag		Jahr	Betrag
Energie: kWh HT+NT	115'244	50.2%			114'451	49.8%				229'694	
Energie: kWh HT	72'027	31.4%	0.000	0	71'532	31.1%	0.000	0		143'559	0
Energie: kWh NT	43'216	18.8%	0.000	0	42'919	18.7%	0.000	0		86'135	0
Mittl. Leistung: kW	23		0.000	0	31		0.000	0			0
Total				0				0			0

Projekt:	TWKW Masein gem. Produktion 2010-2013: 230'000 kWh, ohne Überlauf Oberumein										Berechnen
Ausbauwassermenge:	25 L/sek.									Änderung Durchflussmenge in +/- l/s:	0
Bruttofallhöhe:	316 m										
Druckleitung: Abschnitt:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	total
Innendurchmesser in mm	147	150									
Länge in m	735	795									1530
k abs. in mm	0.1	0.2									
Zeta	3	5									
Wirkungsgrade T*G bei	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	100%	
bei Q in L/sec	2.5	5	7.5	10	12.5	15	17.5	20	22.5	25	
Eta in %	75.00	75.00	75.00	75.00	75.00	75.00	75.00	75.00	75.00	75.00	
Energieberechnung:											
	Q	Q _T	H netto	ETA	P	E	Sommerperiode:				
Monat	in L/sec	in L/sec	in m	in %	in kW	in MWh	Monat Nr.	5	bis u. mit	9	
Januar	9.7	9.7	312.1	75.00	22.3	16.6	Hochtarif Stunden/Tag			15	
Februar (28.25 Tage)	8.0	8.0	313.3	75.00	18.4	12.5					
März	6.9	6.9	313.9	75.00	15.9	11.9	Max. Leistung [kW]			41	
April	11.7	11.7	310.4	75.00	26.7	19.2	Mittlere Leistung [kW]				
Mai	14.1	14.1	308.0	75.00	32.0	23.8	Winter:			25	
Juni	16.8	16.8	304.8	75.00	37.7	27.1	Sommer:			36	
Juli	18.2	18.2	303.0	75.00	40.6	30.2	Jahr:			30	
August	16.9	16.9	304.7	75.00	37.9	28.2					
September	14.0	14.0	308.1	75.00	31.7	22.9	Verfügbarkeit (Pmittel/Pmax)				
Oktober	14.5	14.5	307.6	75.00	32.8	24.4	Winter:			62.1%	
November	14.3	14.3	307.8	75.00	32.4	23.3	Sommer:			88.7%	
Dezember	12.1	12.1	310.0	75.00	27.6	20.5	Jahr:			73.3%	
Mittelwerte	13.1	13.1	308.7	75.0	29.7	21.7					
Energiebewertung in CHF:											
	Winter	Anteil	Ansatz	Betrag	Sommer	Anteil	Ansatz	Betrag		Jahr	Betrag
Energie: kWh HT+NT	128'433	49.3%			132'133	50.7%				260'566	
Energie: kWh HT	80'271	30.8%	0.000	0	82'583	31.7%	0.000	0		162'854	0
Energie: kWh NT	48'162	18.5%	0.000	0	49'550	19.0%	0.000	0		97'712	0
Mittl. Leistung: kW	25		0.000	0	36		0.000	0			0
Total				0				0			0

In Masein resultiert eine Mehrproduktion von $260'000 - 230'000 = 30'000$ kWh / Jahr.

4 Projekt

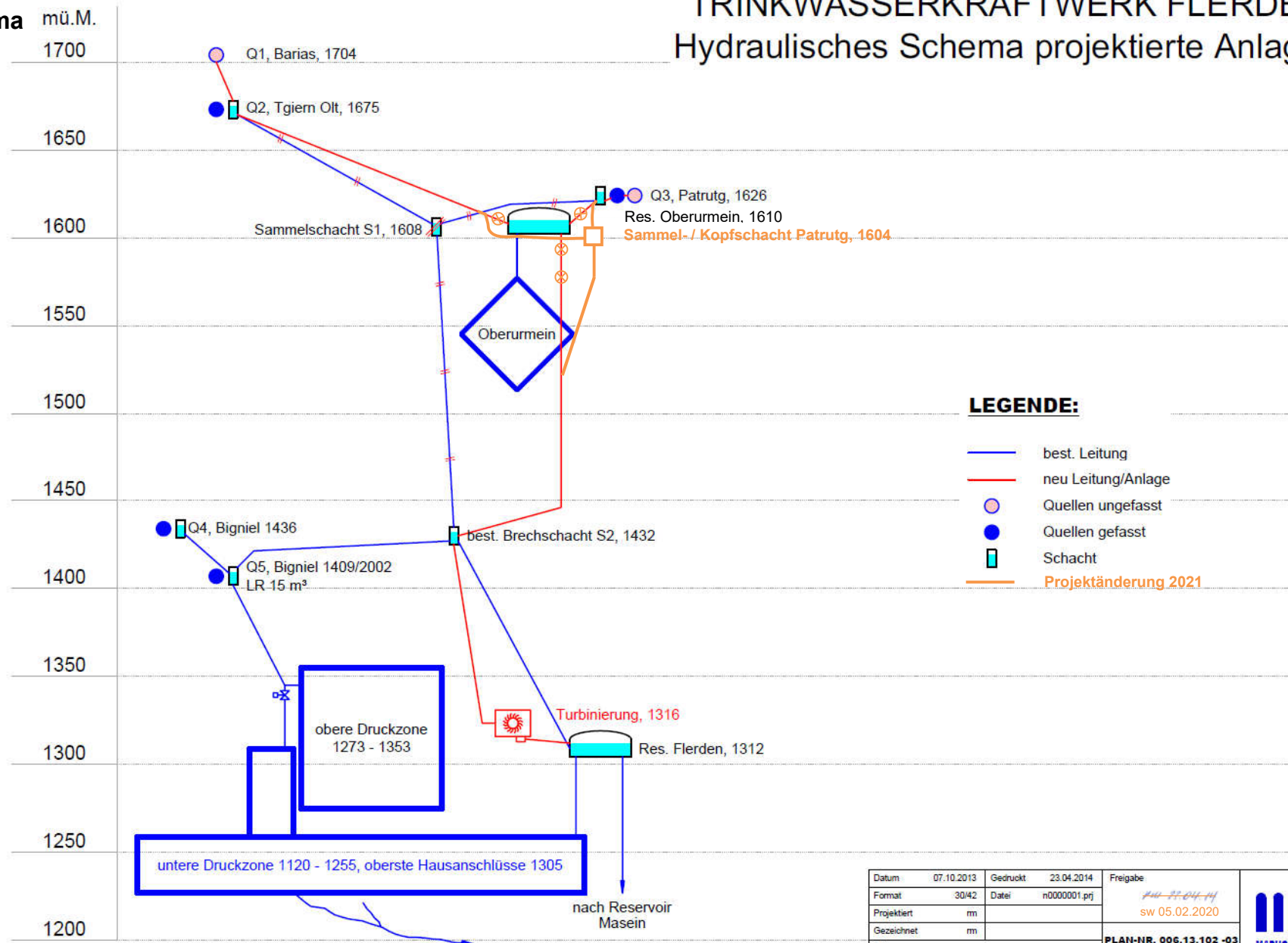
4.1 Zielsetzung

Die Gemeinde Flerden studiert zusammen mit der Gemeinde Masein den Ersatz der Zuleitung der Quellen Patrutg und Tgiern Olt bis nach Flerden. Die bestehende 60-jährige Leitung mit den 3 Sammel- und Unterbrecherschächten soll durch eine Druckleitung ersetzt und der Druck in einem Trinkwasserkraftwerk genutzt werden.

4.2 Schema mü.M.

TRINKWASSERKRAFTWERK FLERDEN

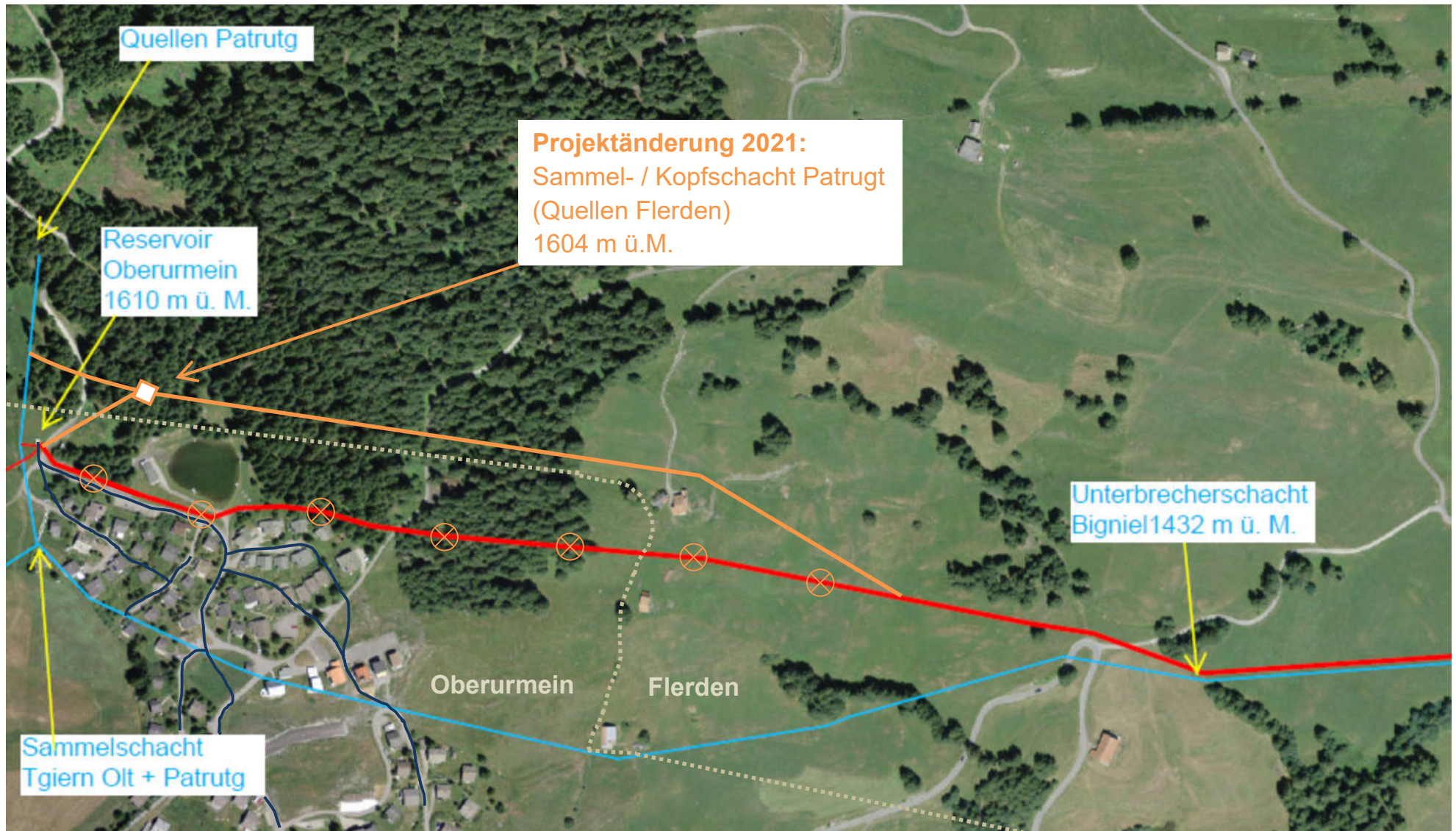
Hydraulisches Schema projektierte Anlagen

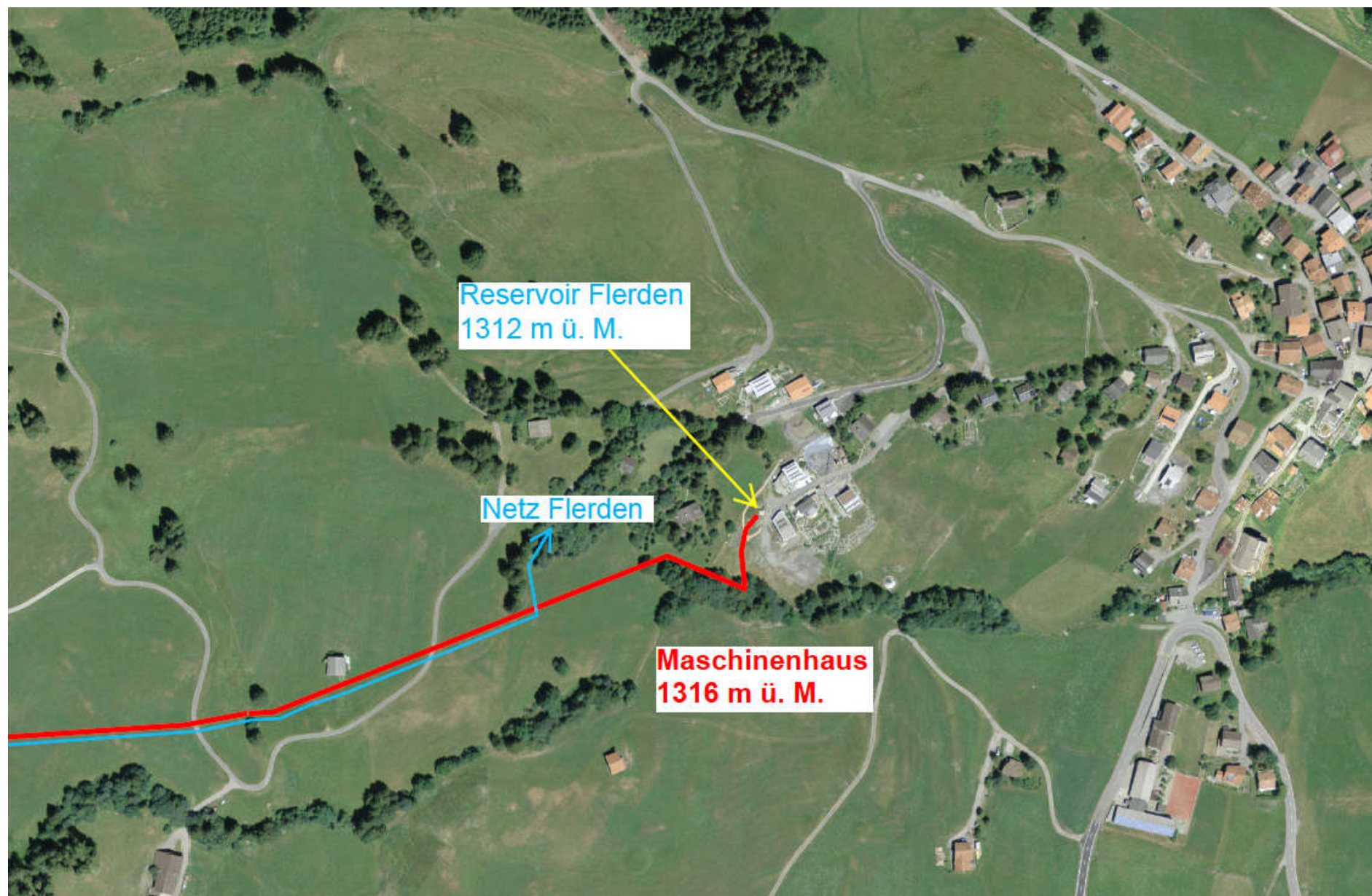


Datum	07.10.2013	Gedruckt	23.04.2014	Freigabe
Format	30/42	Datei	n0000001.prj	
Projektiert	rm			sw 05.02.2020
Gezeichnet	rm			
Beilagen				

PLAN-NR. 006.13.102 -03

4.3 Projektübersicht





4.4 **Sammel- / Kopfschacht Patrutz**

Im Bereich Patrutz soll ein neuer Sammel- / Kopfschacht auf ca. 1'604 m ü.M. erstellt werden. Darin werden die beiden Quellen Tgiern Olt und Patrutz, der Gemeinde Flerden, eingeleitet. Weiter wird das Wasser ab dem genannten Schacht mit einer Druckleitung in Richtung Turbine geführt.

4.5 **Druckleitung**

Wie oben hergeleitet ist eine 1550 m lange Druckleitung vorgesehen. Im oberen, 775 m langen Abschnitt bis 15 bar Druck in Polyethylen, dann in Guss.

Sowohl der Sammel-schacht in Oberurmein als auch die Unterbrecherschächte ob Bigniel und ob dem Reservoir Flerden entfallen. In den Graben der Druckleitung wird ein Kabelschutzrohr für das Signalkabel, das den Wasserstand im Sammel-schacht Patrutz an die Turbinensteuerung meldet, eingelegt.

4.6 **Abgabe an Kleinreservoir Bigniel**

Der heutige Unterbrecherschacht wird aufgehoben und die Abgabe erfolgt direkt ab der Druckleitung. Der Druck beträgt an der Abgabestelle 18 bar. Aus diesem Grund muss ein Druckreduzierventil eingesetzt werden. Da ein Ventil nicht vergraben werden soll, kann der bestehende Schacht umgebaut werden, so dass er kein offenes Wasser mehr enthält, sondern nur noch das Druckreduzierventil und den Absperrhahn. Der Druck soll möglichst stark reduziert werden, damit die bestehende Einlaufregelung im Kleinreservoir beibehalten werden kann.

4.7 **Maschinenhaus Flerden**

Im Maschinenhaus werden die Turbine, die Umleitung für die Trinkwasserzufuhr im Störfall, der Generator, die Steuerung und die Starkstromanlagen untergebracht.

Besondere Beachtung ist der Schalldämpfung zu schenken, da in der Nähe Wohnbauten stehen. Die Gebäudefront wird von der Siedlung weg, zum Wald, gerichtet.

Für die Zufahrt wird ein Wegtrasse vom Reservoir Flerden bis zum Maschinenhaus ausgebildet und mit etwa 30 cm Fundationsmaterial versehen. Es dient als Baustellenerschliessung und wird nach Bauende dünn humusiert und extensiv begrünt.

Das turbinierete Wasser fliesst vom Maschinenhaus durch eine neue Leitung, die ins Trasse der Zufahrt verlegt wird, ins Reservoir Flerden.

Die elektrische Einspeisung kann gemäss Angabe der ewz (E-Mail vom 02.03.2014) voraussichtlich am Kleinverteiler KLV 16 FW3 erfolgen. Die Kostenschätzung geht von den entsprechenden Kosten exkl. MWST, CHF 18'600, aus. Die ewz bringen dabei noch den Vorbehalt an, dass die Anlastung der Kosten für die Netzverstärkung durch das ECom zu genehmigen ist. Sollte die Genehmigung nicht erfolgen, so würden sich die Kosten um CHF 37'600 auf CHF 56'200 erhöhen.

4.8 Kosten

Die Kostenschätzung weist im Vorprojekt eine Genauigkeit von 25% auf. Sie lautet auf CHF 1.77 Mio. inkl. MWST. Davon können, für die Erneuerung der Wasserleitung mit PE DN 125 und zwei neuen Unterbrecherschächten, CHF 0.74 Mio. auf das Konto Erneuerung der Wasserversorgung verbucht werden.

Quellfassungen Oberurmein		36'600
Quellzuleitungen		134'400
Sammel- / Kopfschacht Patrutg		81'100
Druckleitung		799'800
Maschinenhaus		591'600
Projekt, Bauleitung + Spezialisten [%]:	inklusiv	
Unvorhergesehenes in Einzelkosten eingerechnet		
Total excl. MWST:		1'643'500
MWST:	120'058	1'763'558
Gerundet auf Fr.	1'000	1'764'000
Genauigkeit der Schätzung + / - der Gesamtsumme	25%	2'205'000
Andere Positionen können stärker abweichen.	25%	1'323'000

Kostenbasis, Jahr 2021
Nicht enthalten sind Nebenkosten wie Gebühren, Landerwerb, Rechte etc.

4.9 Beiträge

Die Gebäudeversicherung Graubünden GVG richtet, wenn das Alter der Leitung 50 Jahre erreicht hat, an den Ersatz der Leitung in PE DN 125, inkl. der Schächte, die gesetzlich vorgesehenen Beiträge aus. Gemäss Regulativ für Beitragsleistungen der GVG-GR vom Februar 2017 kann mit einem Beitragssatz für Neuinvestition in Höhe von 15% der anrechenbaren Kosten gerechnet werden.

Beim Bundesamt für Landwirtschaft BLW wurde anfangs 2014 ein Gesuch um einen Beitrags - Vorbescheid eingereicht. Mit Schreiben vom 20.05.2014 nahm das ANU Stellung: Die Reservoirzuleitung ist mit CHF 785'000 beitragswürdig, die Stromproduktion nicht, da bereits mit der KEV unterstützt. Das BLW stellt einen Pauschalbeitrag CHF 180'000 in Aussicht und löst damit einen Kantonsbeitrag von CHF 162'000 aus. Setzt man nun die neuen Zahlen, aufgrund des leicht angepassten Projektes, ein, erhält man folgende Zahlen:

- Beitragswürdige Kosten Reservoirzuleitung 1'550 m x 500 CHF/m1 = 775'000 CHF
- Beitrag BLW 23% von 775'000 CHF = 178'000 CHF
- Beitrag Kanton GR 90% von 178'000 CHF = 160'000 CHF

Setzt man die beitragsberechtigten Kosten der Reservoirzuleitung gemäss BLW auch für die GVG ein, ergeben sich 15% von ca. 775'000 = CHF 116'000.

Total der voraussichtlichen Beiträge: rund CHF 450'000.

Das es im Moment kein KEV gibt, erhält man eventuell auch Beiträge für die Stromproduktion. Dies gilt es mit dem ANU / BLW abzuklären.

4.10 Wirtschaftlichkeit

Mit Bescheid vom 03.03.2014 wurde die Anlage als KEV förderungswürdig befunden und auf die Warteliste gesetzt. Gemäss den ab 01.01.2014 geltenden Vorschriften konnte mit 0.26 Fr. / kWh exkl. MWST für die Dauer von 20 Jahre gerechnet werden. Aktuell trifft dies nicht mehr zu. Die von der Gemeinde Flerden getroffenen Abklärungen mit dem EWZ haben ergeben, dass mit einem Verkaufspreis von ca. 8 Rp. / kWh gerechnet werden kann. Statt KEV könnte es in Zukunft jedoch Förderbeiträge in Form einer einmaligen Investition geben. Aufgrund von Abklärungen bei Vergleichsobjekten kann bei einer jährlichen Produktion beim Kraftwerk Flerden von rund 187'000 kWh mit einer Investition in Höhe von rund 150'000 CHF gerechnet werden.

Betriebsdauer und Amortisation sind für die einzelnen Komponenten separat bestimmt worden:

Betriebsdauer	Jahre	Kosten
Quellfassungen	80	36'600
Zuleitungen	50	134'400
Sammel- / Kopfschacht	50	81'100
Druckleitung (Mehrkosten gegenüber Freispiegleitung)	80	122'100
Gebäude	60	285'700
Elektromechanische Ausrüstung	20	273'100
Turbinenanlage	60	120'000
Total		1'053'000
Mittel	51	

Gemäss den Daten der Eidgenössischen Elektrizitätskommission ElCom betragen heute (2014) im Durchschnitt aller erfassten Daten die Preise für die Netznutzung 8.9 und für die Energie 7.5 Rappen / kWh. Geht man von dem reinen Energiewert aus und rechnet mit 2% Teuerung pro Jahr, so erhält man in 20 Jahren 11.1 Rappen und in 52 Jahren 21.5 Rappen. Der Durchschnitt vom Jahr 0 bis zum Jahr 52 beträgt dann rund 13.7 Rappen pro kWh.

Die Betriebskosten sind wie folgt angenommen:

Betrieb und Unterhalt Trinkwasserkraftwerke	Kosten	Ansatz	Betrag
Kontrollen	24	40	960
pro Monat	2		
Dauer h	5		
Unterhaltskosten elektromechanische Ausrüstung	273'100	1.50%	4'097
Unterhaltskosten Bau	570'600	0.50%	2'853
Unterhaltskosten Druckleitung	122'100	0.50%	611
Versicherungen Maschinenbruch	273'100	0.40%	1'092
Betriebshaftpflicht	649'600	0.10%	650
Administration			3'000
			13'262

Mit diesen Grundlagen ergibt sich die folgende Wirtschaftlichkeit (exkl. Subventionsbeiträge):

Jahreskosten exkl. MWST:				
Investition:	Fr. 812'800	= 1'643'500 - 677'700 - 153'000		
Zinssatz:	4.000%			
Kapitalwiederbeschaffungsdauer:	51 Jahre	gem. Betriebsdauer		
Jahreskosten:				
Zinskosten:	Fr. 32'512.00	4.00%		
Kapitalwiederbeschaffung:	Fr. 5'181.97	0.64%		
Total Jahreskosten	Fr. 37'693.97	4.638%		
Betriebskosten und Produktion für Kraftwerke:				
Unterhalt u. Erneuerung / Jahr	Fr. 12'497	1.538%		
Jährliche Kapital- und Betriebskosten:		6.175%		Fr. 50'191
Produktion kWh / Jahr:				
	217'000	inkl. Mehrproduktion Masein		
Energiegestehungspreis CHF / kWh	0.231			
Ansatz Erlös CHF/kWh	0.137	Erlös CHF / Jahr		Fr. 29'707
Gewinn / Jahr				Fr. -20'484
Kosten / Nutzenverhältnis	1.69			

Das Trinkwasserkraftwerk ist **nicht wirtschaftlich**.

Verteilt man die Subventionsbeiträge auf die Wasserversorgung (50%) und die Stromproduktion (50%) auf, verbessert sich zwar die Wirtschaftlichkeit und die Anlage könnte knapp rentabel betrieben werden.

Jahreskosten exkl. MWST:				
Investition:	Fr. 587'800	= 1'643'500 - 677'700 - 153'000 - 225'000		
Zinssatz:	4.000%			
Kapitalwiederbeschaffungsdauer:	51 Jahre	gem. Betriebsdauer		
Jahreskosten:				
Zinskosten:	Fr. 23'512.00	4.00%		
Kapitalwiederbeschaffung:	Fr. 3'747.49	0.64%		
Total Jahreskosten	Fr. 27'259.49	4.638%		
Betriebskosten und Produktion für Kraftwerke:				
Unterhalt u. Erneuerung / Jahr	Fr. 11'372	1.935%		
Jährliche Kapital- und Betriebskosten:		6.572%		Fr. 38'631
Produktion kWh / Jahr:				
	217'000	inkl. Mehrproduktion Masein		
Energiegestehungspreis CHF / kWh	0.178			
Ansatz Erlös CHF/kWh	0.137	Erlös CHF / Jahr		Fr. 29'707
Gewinn / Jahr				Fr. -8'924
Kosten / Nutzenverhältnis	1.30			

Das Trinkwasserkraftwerk ist **nicht wirtschaftlich**.

Nun sieht es so aus, dass ein Trinkwasserkraftwerk nicht rentabel betrieben werden könnte. Dies ist jedoch aufgrund diverser Annahmen, welche im Rahme einer Studie üblich sind, überhaupt nicht so klar.

Zum Beispiel, wenn die durchschnittliche jährliche Teuerung beim Energiewert statt der angenommenen 2.00 % mindestens 2.90% beträgt, kann die Anlage rentabel betrieben werden.

Oder, liegt der Kapital-Zinssatz lediglich bei einem Mittel von 1.90% statt den angenommenen 4.00%, wäre die Anlage ebenfalls rentabel. Der gewählte Wert von 4.00 % ist sicher eher konservativ. Wie sich die Zinssätze in Zukunft entwickeln und bis auf welches Level sie ansteigen werden, ist jedoch schwierig abzuschätzen.

Denkbar ist natürlich auch eine Mischung von Beidem, z.B. Teuerung 2.50% und Kapital-Zinssatz von 3.00% - Anlage rentabel.

Weiter liegen die Baukosten lediglich als Schätzung mit einer Genauigkeit von +/- 25% vor. Auch hiervon hängt die Rentabilität der Anlage sehr stark ab. Weiter stellt sich die Frage, welche Kosten und welche Subventionsbeiträge dem Trinkwasserkraftwerk und welche der ordentlichen Sanierung der Wasserversorgung angerechnet werden.

Aufgrund der diversen Unsicherheiten und Ungenauigkeiten empfehlen wir das Bauprojekt und das Submissionsprojekt auszuarbeiten und die Submission der Arbeiten durchzuführen. Mit der Submission stehen dann verlässliche Zahlen und auch weitere Messwerte der Quellschüttungen zur Verfügung, so dass der Entscheid, das Projekt weiter zu verfolgen, auf guten Grundlagen basierend, gefällt werden kann.

Sieht man eine realistische Chance betreffend Realisierbarkeit des Trinkwasserkraftwerkes, empfiehlt es sich das TWKW zeitnah, zwecks Fixierung der Einmalinvestition, beim EWZ einzureichen.

5 Weiteres Vorgehen

- Projekteinreichung und Anmeldung TWKW bei EWZ
- Erneutes Beitragsgesuch an ANU / BLW / GVG
- Anschlussgesuch ewz für definitive Anschlusskosten
- Auftrag für Bau- und Submissionsprojekt und für die Submission
- neue Produktions- und Wirtschaftlichkeitsberechnung
- Entscheid Projektrealisierung. Im positiven Fall:
 - Kreditbeschluss.
 - BAB Gesuch.
 - Gesuche um die Beitragszusicherungen von Kanton, GVG und Bund.
 - Dann sind der Regierungsbescheid und der Bundesbeschluss abzuwarten, ca. 2 Monate.
 - Ausführung.

Landquart, 18.04.2014 /rm

rev. 19.06.2014 /rm – Wirtschaftlichkeit nach Beiträgen, S. 28

rev. 31.01.2020 /sw – Überarbeitung, erneute Eingabe ANU / BLW / GVG nach Ablauf
Vorbescheid vom 01.05.2014

rev. 20.04.2021 /sw – Überarbeitung, Projekt ohne Überlaufmengen Oberurmein, Ergänzung
Angaben Einmalinvestition EWZ

rev. 10.11.2021 /sw – Gegenüberstellung der Baukosten, S. 27

MARUGG + BRUNI AG
Dipl. Ingenieure ETH/SIA
Landquart Chur Cazis

6 Anhang

6.1 Gegenüberstellung der Baukosten mit / ohne Trinkwasserkraftwerk

Objekt	mit TWKW	ohne TWKW
Quellfassungen Oberurmein	36'600	36'600
Quellzuleitungen	134'400	134'400
Sammel- / Kopfschacht Patrutg	81'100	60'000
Druckleitung	799'800	-
Freispiegelleitung mit Unterbrecherschächte	0	677'700
Maschinenhaus	591'600	-
Projekt, Bauleitung + Spezialisten	inklusive	inklusive
Unvorhergesehenes	inklusive	inklusive
Total excl. MWST:	1'643'500	908'700
MWST:	120'058	69'970
Total inkl. MWST:	1'763'558	978'670
Total inkl. MWST gerundet auf Fr. 10'000	1'760'000	980'000
Total voraussichtliche Beiträge BLW, Kanton, GVG	450'000	400'000
¹ Total voraussichtliche Einmalinvestition EWZ für TWKW	142'000	-
Total inkl. MWST Restkosten Gemeinden	1'168'000	580'000

¹ Stand 20.04.2021