



VORPROJEKT NEUBAU KRAFTWERK KELCHBACH PROGRAMM KLEINWASSERKRAFTWERKE

Schlussbericht

Ausgearbeitet durch

Jonas Kalbermatten, EnBAG AG
Industriestrasse 26 3900 Brig-Glis
jonas.kalbermatten@enbag.ch
www.enbag.ch



Impressum

Datum: 30.09.2009

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

BFE-Bereichsleiter: bruno.guggisberg@bfe.admin.ch

Projektnummer: 152706

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



Inhalt

1. Zusammenfassung	4
2. Ausgangslage und Ziele	5
3. Bestehende Studien	6
4. Hydrologie.....	7
4.1. Einzugsgebiet des Kelchbachs	7
4.2. Theoretische Abflusswerte	8
4.3. Produktionswasser KW Kelchbach 1975 - 1995	8
4.4. Wassermessungen.....	9
4.5. Hydrogeologie	9
4.6. Wässer- & Tränkewasser	9
4.7. Restwassermenge.....	10
5. Projektbeschreibung	11
5.1. Allgemeines	11
5.2. Rechtliche Situation.....	12
5.3. Ausbauwassermenge.....	12
5.4. Fassungsbereich	13
5.5. Druckleitung	14
5.6. Zentrale	18
5.7. Leistung & Energieproduktion	20
6. Wirtschaftlichkeit.....	22
6.1. Einmalige Investitionskosten	22
6.2. Jahreskosten	22
6.3. Stromgestehungskosten	22
7. Umweltaspekte	23
7.1. Hochwasser	23
7.2. Grundwasser	23
7.3. Hydrobiologie	23
7.4. Lärm	23
7.5. Transport und Materialwirtschaft.....	23
8. Terminplanung	24
Anhang: Leitungsprofil.....	25



1. Zusammenfassung

Der vorliegende Bericht befasst sich mit dem Vorprojekt zum Neubau des im Januar 2009 stillgelegten Laufkraftwerks „Kelchbach“ in Naters. Es werden dabei ein neuer Fassungsstandort sowie ein neues Druckleitungstrasse beschrieben. Der heutige Zentralenstandort in Naters bleibt bestehen, es ist jedoch geplant, ein neues Zentralengebäude in unmittelbarer Nähe zum alten Zentralengebäude zu errichten.

Als Resultat des Kraftwerkneubaus erwartet man sich eine Mehrproduktion an elektrischer Energie, da im Vergleich zum bestehenden Kraftwerk einerseits die Bruttofallhöhe und andererseits auch die Ausbauwassermenge erhöht werden. Bei der Ausarbeitung des Vorprojekts wurde darauf geachtet, dass Synergien mit wichtigen geplanten Infrastrukturprojekten der Gemeinde Naters genutzt werden können.

Der Bericht zeigt die Investitionskosten auf und rechnet aufgrund der jährlich anfallenden Kosten einen Gestehungspreis für die produzierte Energie.

Nebst den technischen und finanziellen Aspekten, wird ein Überblick über die umweltrelevanten Aspekte und die projektintegrierten Massnahmen dazu. Das weitere Vorgehen wird im Terminplan festgehalten.



2. Ausgangslage und Ziele

Das Kraftwerk Kelchbach wurde Ende des 19. Jahrhunderts erbaut und diente damals der Erstelektrifizierung der Gemeinden Brig und Naters. Am 15. Juli 1900 wurde diese Region erstmals mit elektrischer Energie versorgt. Gleichzeitig fand die Gründung der Elektrizitätswerk Brig Naters AG (EWBN) statt, welche heute EnBAG heisst und den Raum Brig-Aletsch-Goms mit elektrischer Energie – teilweise aus Eigenproduktion - versorgt. Das Kraftwerk Kelchbach wurde im Lauf der Jahre mehrmals ausgebaut und schlussendlich mit zwei Maschinengruppen à 220kW ausgerüstet.

Eine Studie aus dem Jahr 1996 befasste sich mit der Machbarkeit eines Kraftwerkneubaus. Aus Wirtschaftlichkeitsgründen wurde das Projekt jedoch zurückgestellt. Dies in erster Linie, weil der Energiepreis zur damaligen Zeit verhältnismässig tief war und die Nachfrage nach erneuerbarer Energie noch nicht im heutigen Ausmass vorhanden war.

Die Wasserrechtskonzession der Gemeinde Naters für die hydroelektrische Nutzung des Kelchbachs ist im Jahre 1999 erloschen, sodass beim Kanton Wallis eine Genehmigung für den provisorischen Weiterbetrieb eingeholt werden musste. Die Gemeinde Naters hat danach den Heimfall geltend gemacht, womit der sogenannt „nasse“ Teil des Kraftwerks (Wehr, Druckleitung, Turbine) in das Eigentum der Gemeinde übergegangen ist.

Nach einem Druckleitungsbruch im Januar 2009, welcher sich direkt oberhalb der Wohnzone von Naters ereignete, hat der Verwaltungsrat der EnBAG beschlossen, das Kraftwerk aus sicherheitstechnischen Gründen nach über 100-jähriger Betriebszeit stillzulegen und umgehend mit der Projektierung einer neuen Anlage zu beginnen. Das Variantenstudium mit drei Varianten und verschiedenen Fassungs- und Zentralenstandorten hat gezeigt, dass eine Fassung des Kelchbach unterhalb des Weilers „Geimen“ und eine Kraftwerkszentrale in unmittelbarer Nähe zur bestehenden Zentrale die wirtschaftlichste und sowohl technisch als auch ökologisch die sinnvollste Lösung darstellt.

Nachdem die Gemeindebehörden von Naters über das Projekt informiert wurden, hat die EnBAG mit der Ausarbeitung des Vorprojekts begonnen. In diesem Zuge wurden Mandate für die geologischen und umweltrelevanten Untersuchungen vergeben. Der vorliegende Bericht soll auch als Dokument für die Voruntersuchung der Dienststellen des Kantons Wallis dienen. Ziel ist es, im Frühjahr 2010 eine Konzession für die hydroelektrische Nutzung des Kelchbachs von der Gemeinde Naters zu erhalten, um im Jahr 2011 mit den Bauarbeiten starten zu können.



3. Bestehende Studien

Der Neubau des Kraftwerks Kelchbach wurde bereits während der Konzessionsdauer mehrmals untersucht. Die bestehenden Studien sind nachfolgend aufgeführt.

- **Hydrologische Grundlagen LONZA AG, 1989**
Mittels der Studie wurde versucht, das Wasserdargebot Kelchbachs abzuschätzen, denn zum damaligen Zeitpunkt verfügte man noch über keine genauen Wassermessungen.
- **Hydrogeologie des Kelchbach-Einzugsgebietes, Büro Odilo Schmid, 1990**
Die Studie zeigt die Grundwasser-Versickerungsgebiete entlang des Kelchbachs auf und empfiehlt, auf einen Fassungsstandort oberhalb des Weilers Geimen aus Gründen der Grundwasserversickerung zu verzichten, da es sonst zu einem Rückgang der Trinkwasserquellschüttungen kommen könnte.
- **Berechnung der Restwassermenge Kote 1'000 m ü.M., Büro Odilo Schmid, 1994**
Der Bericht schätzt ein Restwasser von 152 l/s, ohne dabei den Aspekt der Grundwasserinfiltration zu berücksichtigen
- **Berechnung der Restwassermenge Kote 950 m ü.M, Büro Odilo Schmid 1996**
Unter Berücksichtigung der Grundwasserinfiltration entlang des Bachlaufs wird eine Restwassermenge von 80 l/s errechnet.
- **Erneuerung KW Kelchbach, Variantenstudium, Büro BSAP, 1996**
Es wird der Neubau des Kraftwerks, jedoch mit denselben Standorten für Fassung, Druckleitung und Zentrale untersucht und kostenmässig abgeschätzt. Die Investitionskosten belaufen sich auf 1.8 Mio. Franken.
- **Studie Erneuerung KW Kelchbach, EWBN, Paul Fux, 1996**
Die Studie befasst sich mit einem neuen Fassungsstandort wenige Meter oberhalb der bestehenden Fassung. Dadurch kann eine Mehrproduktion erzielt werden.
- **Anschluss-Studie Erneuerung KW Kelchbach, Paul Fux, 1997**
Da die Studie aus dem Jahr 1996 zu hohe Investitionskosten zeigt, wird das Szenario eines Weiterbetriebs der bestehenden Fassung „Frohmatte“ untersucht.
- **Restwasserbericht für Konzessionsdossier, Pronat AG, 2003**
Dieser Bericht wurde für eine allfällige Erneuerung der Konzession erstellt.

Diese Studien zeigten allesamt die grundsätzliche Machbarkeit eines Kraftwerkneubaus in verschiedenen Ausführungen. Da sich jedoch die Gestehungskosten im Bereich von 15 Rappen pro Kilowattstunde bewegten, hat man damals auf die weitere Verfolgung des Projekts verzichtet und entschieden, zu einem späteren Zeitpunkt erneut eine Abschätzung zu erstellen. Die hydrogeologischen Untersuchungen weisen klar darauf hin, dass der Bachverlauf des Kelchbachs als wichtiges Versickerungsgebiet von Grundwasser zu betrachten ist und deshalb eine Fassung des Bachs oberhalb des Weilers Geimen ausser Betracht fällt. Dieser Bericht zieht die Ergebnisse aus den verschiedenen Studien und Untersuchungen in Mitbetracht, ohne auf die Berichte im Einzelnen zu verweisen.



4. Hydrologie

4.1. Einzugsgebiet des Kelchbachs

Der Kelchbach verfügt auf der Höhenkoten 1'000 m ü.M. über ein Einzugsgebiet von 28 km², von denen rund 1.5 km² vergletschert sind. Dies entspricht einer Vergletscherung von lediglich 5.5%. Die mittlere Höhe des Einzugsgebiets liegt bei 2'150 m ü.M. Die geringe Vergletscherung des Einzugsgebiets weist darauf hin, dass die Abflusswerte massgeblich von den Faktoren Schneeschmelze und Niederschlag beeinflusst werden.

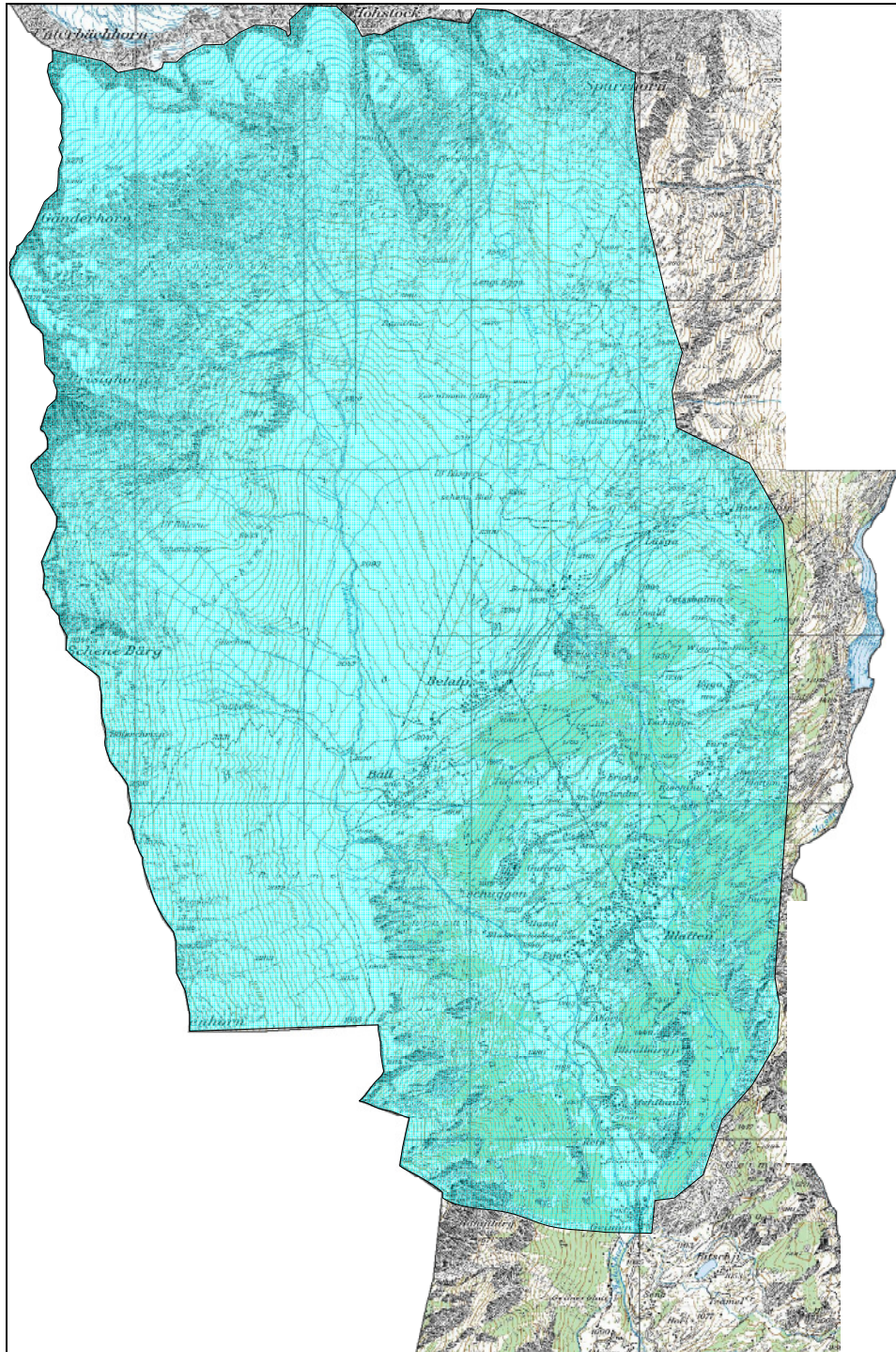


Abb. 1 Einzugsgebiet Kelchbach, Massstab 1:40'000



4.2. Theoretische Abflusswerte

Das Einzugsgebiet wurde für eine Abschätzung des theoretischen Wasserdargebots in verschiedene Höhenabschnitte unterteilt und mit dem Abfluss pro Quadratkilometer und Sekunde multipliziert. Aus dieser Berechnung resultierten die theoretischen Abflusswerte für die Kote 1'000 m ü.M. zwischen 350 l/s (Februar) und 2'450 l/s (Juni).

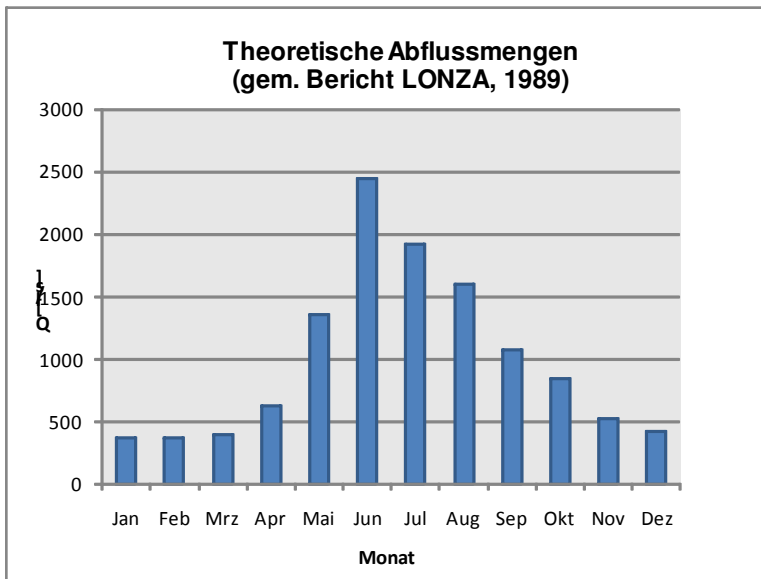


Diagramm 1 Theoretische Abflusswerte Kote 980 m ü.M.

4.3. Produktionswasser KW Kelchbach 1975 - 1995

Der Vergleich dieser errechneten Werte mit dem mittleren Produktionswasser des Kraftwerks Kelchbach zeigt grosse Abweichungen auf. Das minimale Wasserdargebot liegt im Monat Februar im Durchschnitt lediglich bei 104 l/s. Mögliche Gründe für diese Diskrepanz sind für die Infiltration von Bachwasser in das Grundwassersystem sowie der Bezug von Tränkwasser aus dem Kelchbach. Das Schluckvermögen der Anlage lag bei 300 l/s. Deshalb findet bei diesem Wert eine Begrenzung des mittleren Produktionswassers statt.

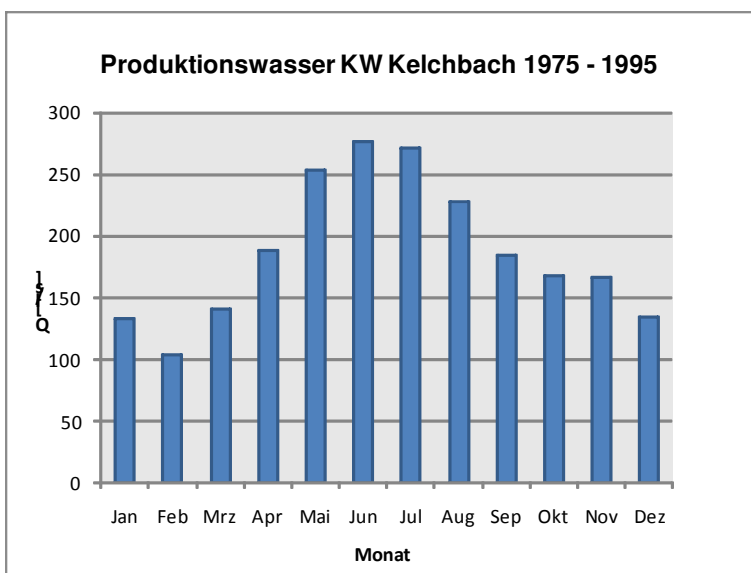


Diagramm 2 Produktionswasser KW Kelchbach 1975-1995



4.4. Wassermessungen

Es bestehen zwei Messreihen, die das Wasserdargebot des Kelchbachs auf der Kote 980 m ü.M. zeigen. Die erste wurde während der Jahre 1989 bis 1996 aufgenommen. Eine weitere begann im Jahr 2007 und dauert bis heute (September 2009) an. Die Abflussmengen werden darin mit der Salzverdünnungsmethode ermittelt. Die Auswertung dieser Messungen ergibt das Wasserdargebot gemäss dem folgenden Diagramm.

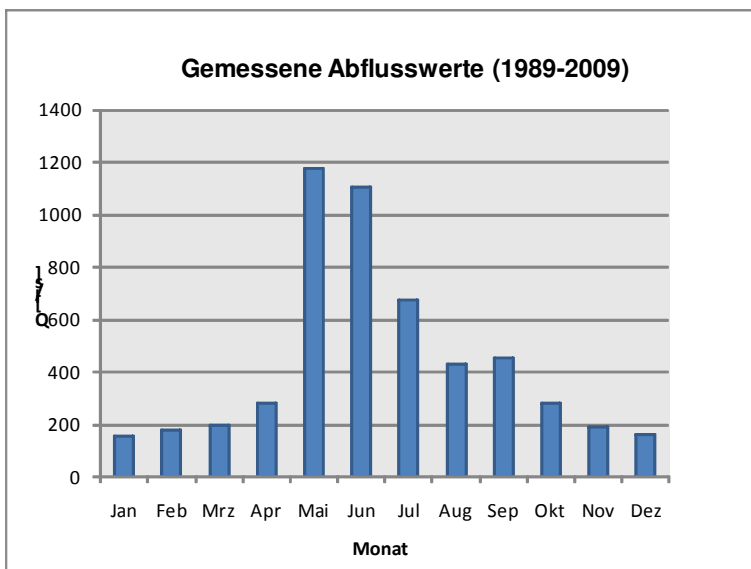


Diagramm 3 Produktionswasser KW Kelchbach 1975-1995

Bei der Erhebung der Messresultate wurde darauf geachtet, dass die Messungen nicht auf Tage mit Niederschlag folgten, da dies die Messresultate verfälscht hätte. Zudem wurde als Messzeitpunkt jeweils der Vormittag gewählt. Die niedrigsten Abflusswerte erreicht der Kelchbach während der Monate Januar und Februar mit ca. 90 l/s, Maximalwerte von mehreren Kubikmetern pro Sekunde wurden im Frühjahr unter Einfluss der Schneeschmelze gemessen. Wassermessungen auf der Kote des geplanten Fassungsstandortes auf 1'030 m ü.M. waren zum Zeitpunkt der Berichterfassung noch in Erhebung. Da sich jedoch auf dem Zwischenabschnitt weder grössere Zuläufe und Abflüsse befinden, kann von einem Wasserdargebot ohne grössere Abweichungen zu den gemessenen Werten auf der Kote 980 m ü.M. ausgegangen werden.

4.5. Hydrogeologie

Das Büro „Odilo Schmid“ wurde im Jahr 1990 beauftragt, die Infiltration von Bachwasser in das Grundwassersystem entlang des Kelchbachs zu untersuchen. Dazu wurde ein Färbversuch mit anschliessender Untersuchung des Quellwassers durchgeführt. Der Bericht zeigt auf, dass ein massgeblicher Teil des Trinkwassers von Naters zwischen den Koten 1'300 m ü.M. (Dorf Blatten) und 1'050 m ü.M. (Weiler Geimen) direkt aus dem Kelchbach stammt und ein Rückgang des Kelchbachwasser die Quellschüttung beeinflussen würde. Es wird daher empfohlen, auf diesem Bereich auf eine Fassung des Kelchbachs zu verzichten.

4.6. Wässer- & Tränkewasser

Dem Kelchbach wird an zwölf Stellen Wasser zur Bewässerung der landwirtschaftlichen Zonen im Sommerhalbjahr sowie zur Versorgung von insgesamt 33 landwirtschaftlichen Betrieben mit Tränkewasser im Winterhalbjahr entnommen. Unterhalb der Kote 1'000 m ü.M. sind heute noch drei Fassungsstandorte intakt. Beregnungsanlagen sind gesetzlich verboten, da das Gebiet grösstenteils als landwirtschaftliche Schutzzone deklariert ist. Dies führt dazu, dass aus dem Kelchbach unterhalb der Kote 1'050 m ü.M. im Sommer bis zu 150 Liter pro Sekunde an Wässerwasser ausgeleitet werden.



4.7. Restwassermenge

Die damalige Elektrizitätswerk Brig-Naters AG (EWBN) hat im Zuge der Konzessionsverlängerung des Kraftwerks Kelchbach im Jahr 1996 eine Berechnung der Mindestrestwassermenge in Auftrag gegeben. Dabei wurde die Restwassermenge für die Kote 950 m ü.M. mit ca. 80 l/s errechnet. Diese Menge wurde unter Berücksichtigung der Bachinfiltrationen in das Grundwassersystem ermittelt. Die identische Restwassermenge erhält man ebenfalls, wenn man die Restwassermenge gemäss dem eidg. Gewässerschutzgesetz, Art.31 für den gemessenen Abflusswert Q_{347} von 90 l/s errechnet. Zusätzlich zur gesetzlich vorgeschriebenen Restwassermenge müssen im Winter für die Tränkwasserversorgung weitere 30-40 l/s zur Verfügung stehen, sodass man in den Wintermonaten gesamthaft rund 130 l/s an Bachwasser ungefasst lassen müsste. Für die Monate mit intensiver Bewässerung der landwirtschaftlichen Zone könnte sich dieser Wert bis gegen 230 l/s steigern.



5. Projektbeschreibung

5.1. Allgemeines

Das Projekt sieht vor, das Bachwasser auf der Kote 1'030 m ü.M. mittels eines Tirolerwehrs zu fassen und im anschliessenden Sandfang zu entsanden. Vom Druckerzeugungsschacht aus gelangt das Wasser in die Druckleitung mit einer Gesamtlänge von 2'200m. Diese Leitung führt grösstenteils entlang der Trinkwasserhauptleitung von Naters. Die Zentrale wird am nördlichen Dorfrand von Naters auf der Kote 700 m ü.M. direkt am Bachufer errichtet. An dieser Stelle befindet sich das bestehende Kraftwerk Kelchbach. Die elektrische Leistung liegt bei rund 1'600 kVA. Der Energieabtransport erfolgt über das 16kV-Netz der EnBAG AG. Die untenstehende Grafik gibt eine Projektübersicht.

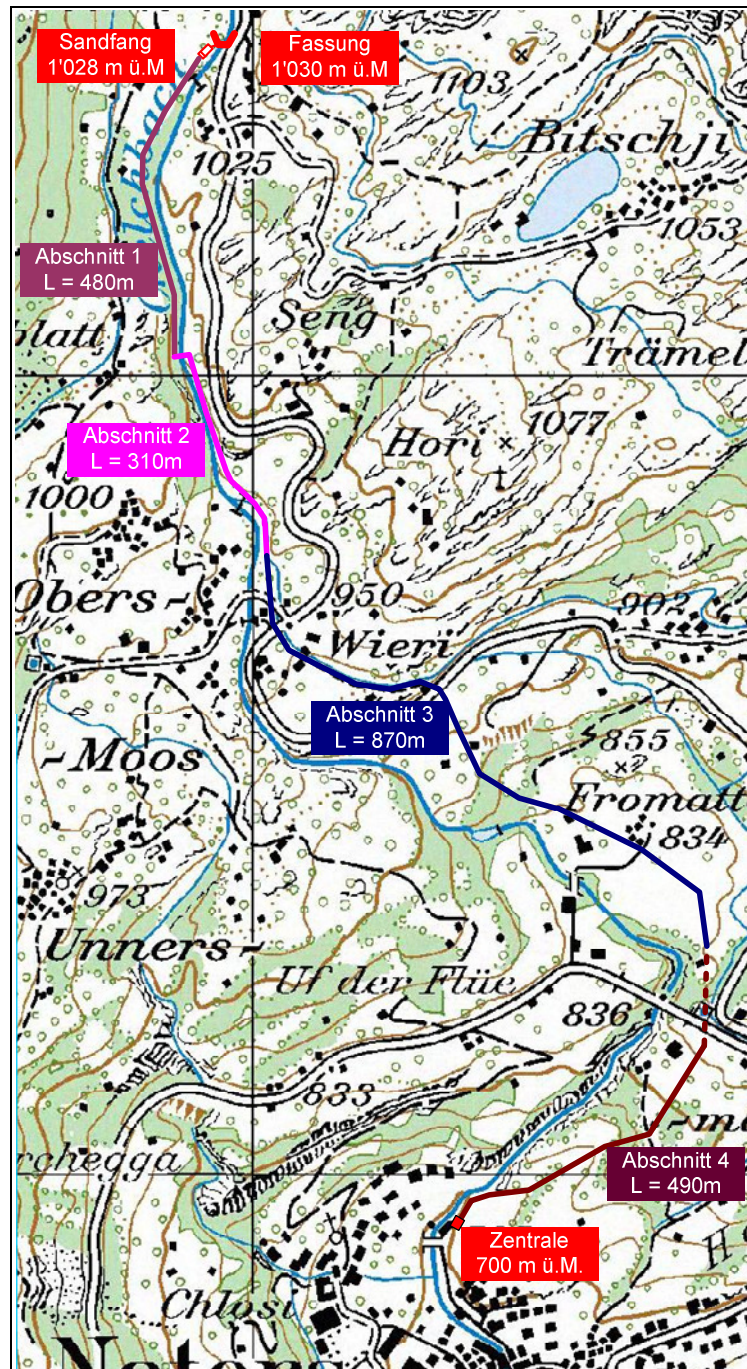


Abb.2 Projektperimeter, Massstab 1:10'000



5.2. Rechtliche Situation

Gemäss dem kantonalen (Wallis) Gesetz über die Nutzbarmachung der Wasserkräfte aus dem Jahr 1990 ist vor Beginn einer hydroelektrischen Nutzung eines kommunalen Gewässers – wie dies der Kelchbach darstellt – eine Konzessionserteilung durch die betroffene Gemeinde vonnöten. Die Nutzungskonzession wird im vorliegenden Fall durch die Urversammlung der Gemeinde Naters erteilt. Bevor der Antrag für eine Konzessionserteilung jedoch der Urversammlung unterbreitet werden kann, muss das Projekt zur Vorprüfung den kantonalen Dienststellen zugestellt werden. Einer Konzessionserteilung durch die Gemeinde folgt die Homologierung durch den Staatsrat des Kantons Wallis. Erst danach kann das Bauprojekt öffentlich aufgelegt werden.

Gemäss der eidg. Verordnung über die Umweltverträglichkeitsprüfung (UVPV) ist der Neubau der Kraftwerksanlage am Kelchbach nicht UVP-pflichtig, da die installierte Leistung kleiner als 3 Megawatt sein wird. Das Konzessionsgesuch muss jedoch einen Bericht zu den Raumplanungs- und Umweltauswirkungen sowie einen Geologiebericht enthalten, da der grösste Teil der Bauten (v.a. Druckleitung) ausserhalb der Bauzone errichtet wird.

Weitere Randbedingungen für das Projekt werden in folgenden Gesetzen gegeben:

- Bundesgesetz vom 22. Dezember 1916 über die Nutzbarmachung der Wasserkräfte
- Bundesgesetz vom 22. Juni 1979 über die Raumplanung mit den Ausführungsbestimmungen des Kantons Wallis
- Bundesgesetz vom 7. Oktober 1983 über den Umweltschutz
- Bundesgesetz vom 1. Juli 1966 über den Natur- und Heimatschutz

5.3. Ausbauwassermenge

Das nachfolgende Diagramm zeigt die Jahressganglinie des verfügbaren Wasserdargebots, welche aus den verschiedenen Wassermessungen (Kapitel 4) resultiert. Von diesen Messungen wurden die voraussichtliche Restwassermenge von 80 l/s sowie die Abflussmengen für Wasser- und Tränkewasser abgezogen.

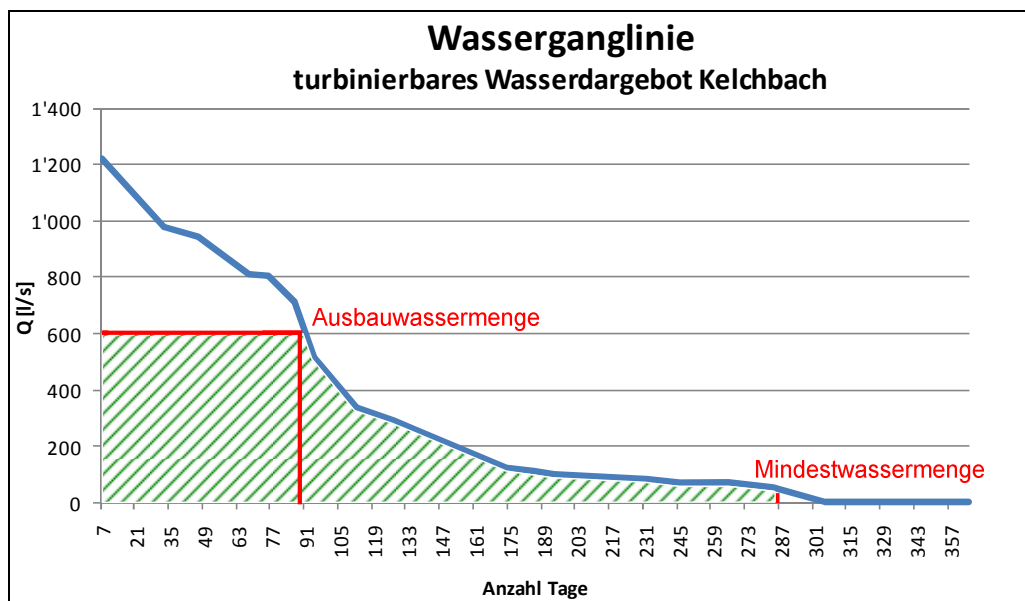


Diagramm 4 Jahressganglinie

Aus der Ganglinie ist ersichtlich, dass die Ausbauwassermenge von 600 l/s während rund 13 Wochen im Jahr zur Verfügung steht. Da aufgrund der gesetzlichen Restwasserabgabe von 80 l/s und den Tränkewasserabgaben während der Monate Januar, Februar und März teilweise kein Turbinierwasser zur Verfügung steht, muss die Anlage während rund 11 Wochen im Jahr ausser Betrieb genommen werden. Das jährlich turbinierbare Volumen (grüne Schraffierung) liegt bei 7.1 Mio. Kubikmetern.



5.4. Fassungsbereich

Im Bereich des zur Gemeinde Naters gehörenden Weilers „Geimen“ auf 1'030 m ü.M. wird das Wasser aus dem Kelchbach gefasst und für die Turbinierung vorbereitet. Der Fassungsbereich liegt direkt an der Kantonsstrasse Naters – Blatten und ist daher jederzeit gut zugänglich.

Wasserfassung (Tirolerwehr)

Das Wasser wird via Solenentnahme mittels eines Fallrechens mit einer Neigung von 70% entnommen. Dazu wird im Bachbett eine Wehrmauer von ca. 6 Meter Breite errichtet. Die Höhe der Überfallkante liegt rund 2.5 m über dem Niveau des vorgelagert errichteten Blockteppichs. Ein kleiner Serviceraum enthält den motorisierten Schütz für die Spülung der Fassung (Grundablass) sowie den Dotierschütz für die Restwasserabgabe. Seitlich des Wehrs werden zwei Blockrollierungen errichtet, welche sich an das Gelände anpassen. Im Hochwasserfall darf es durch die Fassung zu keiner Behinderung des Abflusses kommen, sodass die Gefahr einer Stauung mit Überschwemmungsfolge nicht entsteht. Dafür muss die Stützmauer zur Strasse hin wohl zusätzlich erhöht werden.

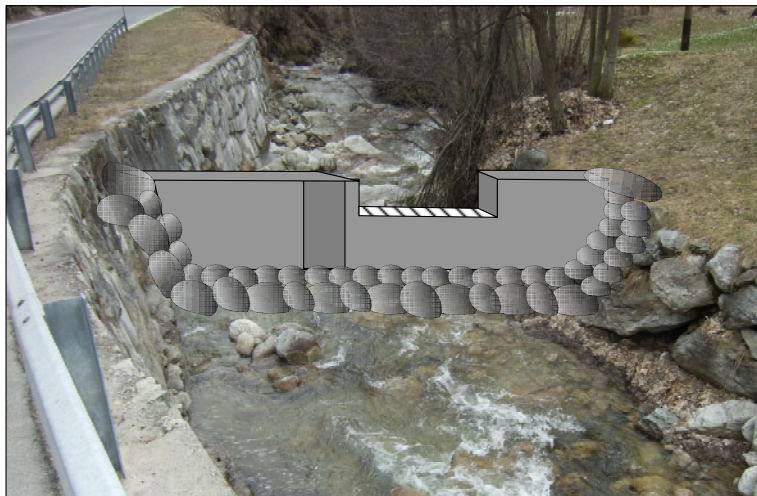


Abb. 3 Tirolerwehr beim Weiler „Geimen“, 1'030 m ü.M

Entsander

In Zeiten mit grossen Abflussmengen führt der Kelchbach Feststoffe mit sich, welche die hydraulischen Komponenten des Kraftwerkssystems beschädigen würden. Mittels eines Sandfangbeckens, auf dessen Grund sich Feststoffe ablagern sollen, wird das Wasser für die spätere Turbinierung aufbereitet. Der geplante Sandfang ist vom Typ „Sandfang mit Spülrinne“ und kommt am rechten Bachufer zu liegen. Der Sandfang wird als geschlossene Kammer realisiert und nach der Erstellung zugeschüttet, sodass er von aussen kaum sichtbar bleibt.

Länge	:	25	m
Breite	:	2	m
Tiefe:	:	2.5	m
Volumen:	:	125	m ³

Die Dimensionen wurden so gewählt, dass sich bei einem Durchfluss von 600 l/s Feststoffe bis zu einem minimalen Korndurchmesser von 0.3mm auf dem Beckengrund ablagern. Am Eingang des Beckens werden auf einer Länge von rund 2.5m Beruhigungsrechen montiert, mittels welcher eine möglichst gleichmässige Strömung des Wassers erreicht werden soll. Turbulenzen schränken die Funktion des Sandfangs ein, weil sie ein Absinken der Feststoffe erschweren.

Wenn die Ablagerungen auf dem Beckengrund eine gewisse Höhe erreichen, wird dies durch Sensoren detektiert. Die Steuerung führt danach eine automatische Spülung des Beckens durch. Dabei ist es wichtig, der Wasserstand im Kelchbach nicht zu einem Rückstau beim Spülschieber führt und somit ein ungehindertes Ausfliessen aus dem Entsanderbecken möglich ist.



Es ist vorgesehen, dass eine Entlastungsvorrichtung am Beckeneingang die Durchflussmenge auf 600 l/s reduziert, sodass durch zu viel gefasstes Wasser die Funktionalität des Sandfangs nicht beeinflusst wird.

Druckerzeugungsschacht

Am Entsanderausgang fliesst das Wasser über eine scharfkantige Abflusskante in den Druckerzeugungsschacht. Auf dessen Grund befindet sich der Druckleitungseinlauf. Eine hydrostatische Drucksonde erfasst den Wasserstand im Schacht und gibt ihn an die Turbinenregelung weiter, welche den Wasserstand konstant hält. Bei einer Abschaltung der Maschinengruppe steigt der Wasserstand und es kommt zu einem Überlauf. Der Schacht muss deshalb mit einer Überlaufkante ausgerüstet werden. Beim Druckleitungseinlauf wird ein elektrischer Schieber montiert, welcher bei einem Druckleitungsbruch durch die Steuerung geschlossen wird, sodass möglichst wenig Wasser bei der Leckstelle austritt.

5.5. Druckleitung

Die Abbildung 2 zeigt den Druckleitungsverlauf. Dabei werden vier Abschnitte mit verschiedenen Anforderungen an das Material und das Grabenprofil betrachtet. Die Gesamtlänge der Druckleitung beträgt 2'000 m. Druckverlustberechnungen haben ergeben, dass ein Leitungsinwenddurchmesser von 600mm gewählt werden soll. Dieser Rohrdurchmesser bedingt eine Grabentiefe von rund 1.5 Meter. Parallel zur Druckleitung wird auf der gesamten Länge ein Kabelschutzrohr eingezogen, in welches ein Lichtwellenleiter zur Übertragung der Signale (Pegelstände / Steuerbefehle) eingezogen wird.

Die geplante Leitungstrasse führt entlang der bestehenden Trinkwassertransportleitung (Durchmesser 200mm), welche die Reservoirs der Gemeinde Naters speist. Gespräche mit der Trinkwasserversorgung Naters AG haben gezeigt, dass eine Sanierung der Trinkwasserleitung gleichzeitig mit dem Kraftwerksneubau angestrebt werden soll und damit eine wichtige Synergie genutzt werden kann. Diese Sanierung ist jedoch nicht Teil dieses Berichts und wird deshalb ausser Betracht gelassen.

Abschnitt 1: Geimen – Bachquerung (Länge 480m)

Die Druckleitung führt auf diesem Abschnitt entlang des rechten Kelchbachufers. Die ersten 150 Meter weisen voraussichtlich keine bautechnischen Schwierigkeiten auf. Als Leitungsmaterial kann Polyethylen (PE) gewählt werden.

Auf diesem Abschnitt befinden sich fünf Brunnstuben der Wasserversorgung, welche teilweise nur in geringem Abstand zur geplanten Linienführung stehen (Abb. 6). Abklärungen haben ergeben, dass sich die eigentlichen Quellfassungen einige Meter oberhalb der Brunnstuben befinden, sodass beim Bau nicht mit einer Beeinträchtigung des Quellwassers zu rechnen ist.

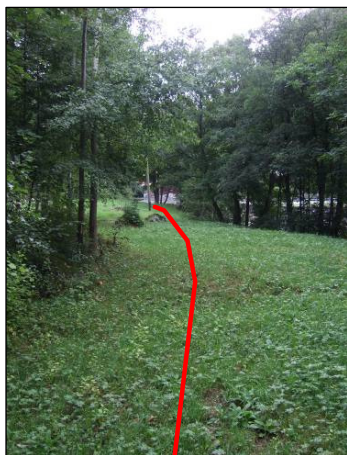


Abb. 4 Abschnitt 1 oben



Abb. 5 Abschnitt 1 oben



Abb. 6 Abschnitt 1 Brunnstuben



Auf dem restlichen Teilabschnitt (330m) kann aufgrund der örtlichen Topologie teilweise nur ein Abstand von wenigen Metern zum Bachbett eingehalten werden. Bei Hochwasser besteht Unterspülungsgefahr. Um diese zu minimieren, muss das Ufer mit baulichen Massnahmen zusätzlich gefestigt werden. Begehungen mit einem Geologen haben ergeben, dass auf diesem Teilabschnitt grosse Felsblöcke aus früheren Bergstürzen vorkommen, welche mittels Sprengungen zerkleinert werden müssen. Aufgrund des anspruchsvollen Geländes und der geologischen Aspekte, wird auf diesem Abschnitt ein zementfaserumhülltes Gussrohr zum Einsatz kommen.



Abb 7 Abschnitt 1 unten

Abschnitt 2: Bachquerung – Weiler Moosji (Länge 320m)

Nach dem ersten Abschnitt führt die Leitung durch eine ca. 300m lange Schlucht mit steil abfallenden Seitenwänden. Bereits beim Bau der Trinkwasserleitung im Jahr 1929 hat man eine Leitungsführung linksufrig des Bachs bevorzugt. Dies verlangt jedoch eine Querung des Kelchbachs (Abb. 8). Es ist vorgesehen, diese als Unterquerung mittels einer Schwelle zu realisieren.



Abb. 8 Abschnitt 2 Unterquerung des Bachs



Nach erfolgter Unterquerung des Bachs beginnt der bautechnisch schwierigste Abschnitt. Für die Verlegung der Trinkwasserleitung wurden auf diesem Abschnitt mehrere Stollenabschnitte aus dem Fels gesprengt (Abb. 9). Um genügend Platz für die Neuverlegung der Trinkwasserleitung und der Druckleitung zu haben, müssten diese Stollen verbreitert werden. Zudem wird es nötig sein, die Leitung an mehreren Stellen im Fels zu verankern und mit einer Betonumhüllung vor Steinschlag zu schützen.



Abb.9 Abschnitt 2 Schluchteingang

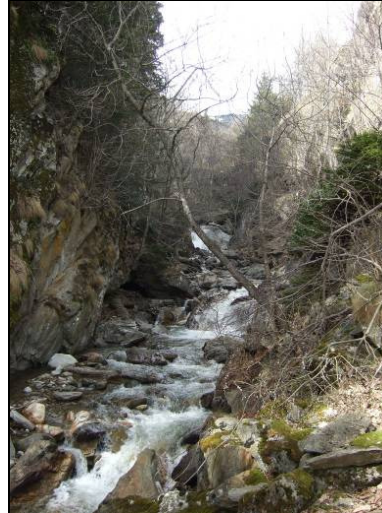


Abb 10 Abschnitt 2 Schluchtausgang

Abschnitt 3: Weiler Moosji – Frohmatta (Länge 880m)

Auf diesem Abschnitt sind zwei Unterquerungen der Strasse Naters-Blatten nötig. Für die erste davon kann die zugängliche Unterführung (Abb. 11) verwendet werden. Die Druckleitung führt hiernach einem Wanderweg entlang am Rande der Bauzone „Wiery“ (Abb. 12) sowie – nach der zweiten Strassenquerung - entlang einer ehemaligen Abfalldeponie.

Dieser Abschnitt besteht zu einem grossen Teil aus gut zugänglichen Wiesen. Da jedoch die Felsbedeckung teilweise nur gering ist, müssen wohl auch hier Sprengarbeiten durchgeführt werden, um die nötige Grabentiefe zu erreichen.



Abb. 11 Abschnitt 3 Strassenunterquerung1



Abb. 12 Abschnitt 3 Bauzone „Wiery“





Abb. 13 Abschnitt 3 unterhalb Strasse



Abb. 14 Abschnitt 3 „Frohmatte“

Abschnitt 4: Frohmatta – Naters Dorf (520m)

Die „Frohmatte“ stellt eine Senke im Gelände dar. Es gilt daher, nach dieser Senke die Anhöhe zum Reservoir „Kirchmatte“ zu erreichen. Dies würde - im Leitungsprofil betrachtet - zu einem vorübergehenden Hochpunkt führen. Hochpunkte werden im Normalfall mit einem Be- und Entlüftungsventil ausgerüstet, um allfällige Über- und Unterdrücke ausgleichen zu können und somit Schäden an der Druckleitung zu vermeiden. Um diesen Problemen vorzubeugen, ist für das Vorprojekt eine Horizontalbohrung auf einer Länge von 120m und einem Durchmesser von 1m vorgesehen. Der Austritt der Bohrung befindet sich unterhalb der Strasse Naters-Mund.



Abb. 15 Abschnitt 4 Reservoir „Kirchmatte“



Abb. 16 Abschnitt 4 Austrittsstelle der Bohrung



Danach führt die Leitung durch landwirtschaftliche Wiesen und bewaldete Flächen und bewältigt auf einer Leitungslänge von 330 Metern eine Höhendifferenz von 140 Höhenmetern. Auch hier ist die Überdeckung des Felsen von geringer Höhe, dies v.a. in den steilen Geländeabschnitten.



Abb. 17 Abschnitt 4 oben

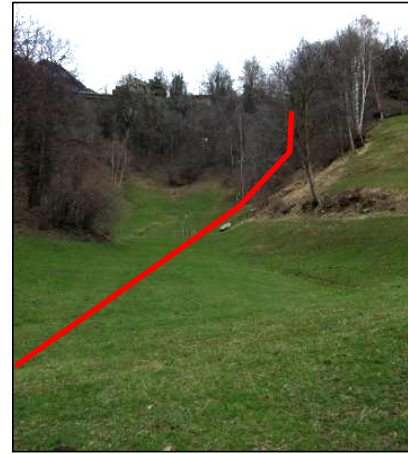


Abb. 18 Abschnitt 4 unten

5.6. Zentrale

Die bestehende Zentrale des Kraftwerks Kelchbach aus dem Jahre 1900 ist mit einer Grundfläche von 130m^2 und einer Zentralenhöhe von 7m zu gross und nicht an die Platzbedürfnisse der heutigen Elektromechanik angepasst. Um das Gebäude trotzdem weiterhin als Zentralenstandort verwenden zu können, wären teure bauliche Massnahmen notwendig. Insbesondere dem Schutz der anliegenden Gebäude vor dem Maschinenlärm müsste hohe Bedeutung eingeräumt werden, da das Gebiet rund um die Zentrale sich im Laufe der Jahre zum Wohngebiet gewandelt hat und durch die gesteigerte Maschinenleistung beim Kraftwerksneubau mit zusätzlichem Lärm zu rechnen ist. Da sich im Obergeschoss des Zentralengebäudes ständig bewohnte Räumlichkeiten befinden, müssten zur Reduktion der nichtionisierenden Strahlung weitere Massnahmen getroffen werden.

Aus den obigen Gründen wird im Vorprojekt der Bau eines neuen Zentralengebäudes in unmittelbarer Nähe zur bestehenden Zentrale untersucht.



Abb. 19 bestehende Zentrale Kelchbach

Standort

Der gewählte Standort befindet sich südlich der alten Zentrale und hat eine Grundfläche von rund 8×8 Meter und eine Gebäudehöhe von 5m. Das Gebäude soll vollständig eingeböschet werden, sodass nur noch die Gebäudefront zu sehen sein wird. Durch die Einböschung werden von den Wänden ausgehende Lärmemissionen gedämpft. Die Lüftungsanlage der Zentrale wird mit einer Schalldämpfung an der Ausleitung versehen.



Die Zentrale wird mit einer Maschinengruppe mit der elektrischen Leistung von 1'800 kVA ausgerüstet. Für die komplette Elektromechanik wurde von der Siemens Schweiz AG ein Budgetangebot ausgearbeitet. Demnach werden in der Zentrale folgende Komponenten installiert:

Turbine

Turbinenart	:	Pelton
Bauform	:	vertikalachsig
Düsenzahl	:	4
Nennleistung	:	1'583 kW
Nettofallhöhe	:	299m
Ausbauwassermenge	:	600 l/s
Max. Wirkungsgrad	:	91%
Düsenantrieb	:	hydraulisch
Absperrorgan	:	Kugelhahn mit Fallgewicht
Turbinendrehzahl	:	1'000 U/min.

Die Maschine würde 4-düsig realisiert, um Durchflüsse bis zu 50 l/s turbinieren zu können. Es besteht jedoch auch die Möglichkeit, die Zentrale mit zwei horizontalachsigen Maschinengruppen unterschiedlicher Grösse auszurüsten.

Generator

Typ	:	Synchrongenerator
Bauform	:	vertikalachsig
Nennleistung	:	1'800 kVA
Spannung	:	690 V
Drehzahl	:	1'000 U/min.
Max. Wirkungsgrad	:	94%
Lagerart	:	Wälzlager
Kühlung	:	Wasserkühlung mit Wärmetauscher im Unterwasserbecken

Schränke

Abmessungen	:	5'200 x 2'000 x 600mm (BxHxT)
Sammelschienenstrom	:	2000 A
Feld 1	:	Abgang Netztransformator
Feld 2	:	Eingang Generator mit Leistungsschalter
Feld 3	:	Eigenbedarfstransformator 690 / 400 VAC
Feld 4	:	Gleichrichteranlage 400 VAC / 24 VDC mit Batterie
Feld 5	:	Synchronisierung / Schutz / Automatik / Turbinenregelung

Energieabtransport

Netztransformator	:	1'800 kVA, 690V/16'000V, Dyn5, ölisoliert
MS-Schaltanlage	:	3 Felder mit Lasttrennschaltern Sammelschienen spannung 16'000 V Sammelschienen strom 630A Max. Kurzschluss strom 16kA

Ein 16kV-Kabel führt bereits heute zur bestehenden Zentrale. Daher muss kein weiteres Kabel verlegt werden.

Wasserrückgabe

Die geplante Zentrale befindet sich in einem Abstand von 5 Metern zum Bachufer des Kelchbachs. Die Ausleitung muss so konzipiert werden, dass keine Schallgeräusche aus dem Unterwasserbecken durch den Ausleitkanal nach aussen geleitet werden und zu Lärmemissionen führen. Die Entlüftung des Unterwasserbeckens geschieht über einen Schalldämpfer.



5.7. Leistung & Energieproduktion

Das im Kapitel 4.4 angegebene Wasserdargebot wird zur Berechnung der jährlichen Energieproduktion herangezogen. Dafür müssen nebst der Bruttoleistung die Verluste in der Rohrleitung sowie die Wirkungsgrade von Turbine und Generator bekannt sein.

Bruttoleistung

Geht man von einer stehenden Wassersäule in der Druckleitung aus, errechnet sich die potentielle Energie mit der Formel

$$E_{pot} = m \cdot g \cdot h$$

E_{pot} : potentielle Energie [J]

m : Masse [kg]

g : Erdbeschleunigungskonstante 9.81 [ms^{-2}]

h : Bruttofallhöhe [m]

Als Leistung wird eine Änderung der Energie pro Zeit definiert.

$$P = \frac{\Delta E_{pot}}{\Delta t} = \frac{\Delta m}{\Delta t} \cdot g \cdot h = Q \cdot \delta \cdot g \cdot h$$

P : Leistung [W]

Q : Durchfluss [m^3s^{-1}]

δ : spezifisches Gewicht von Wasser 1'000 [kgm^{-3}]

Für das Kraftwerk Kelchbach gilt:

$$Q = 0.6 \text{ m}^3/\text{s} \text{ (Ausbauwassermenge)}$$

$$h = 325 \text{ m} \text{ (Bruttofallhöhe)}$$

Dies ergibt gemäss der obigen Formel für das Kraftwerk Kelchbach eine **Bruttoleistung P** von **1.91 Mio. Watt (Megawatt)**.

Hydraulische Leistung

Da das Wasser in der Druckleitung mit einer bestimmten Geschwindigkeit fliesst, führt dies zu Rohrreibungsverlusten. Diese werden in einer Reduktion der Bruttofallhöhe dargestellt. Für die projektierte

Die Berechnung der Rohrreibungsverluste wurde mittels der semiempirischen Gleichung nach COLEBROOK-WHITE errechnet. Für das Kraftwerk Kelchbach gelten die Werte gemäss folgender Tabelle:

Dimensionierungswassermenge	Q	0.6 m^3/s
Gesamtlänge der Druckleitung	L	2'200 m
Innendurchmesser	d_i	0.6 m
Äquivalente Rauigkeit GUSS	K	0.50 mm
Äquivalente Rauigkeit PE	k	0.01 mm
Fliessgeschwindigkeit bei Q	v	2.1 m/s
Reibungsverlusthöhe bei Q	h_v	15.3 m

Tabelle 1 Nenndaten Rohrleitung

Die maximale hydraulische Leistung P_{hyd} wird wie folgt berechnet:

$$P_{hyd} = Q \cdot \delta \cdot g \cdot (h - h_v) = 0.6 \frac{\text{m}^3}{\text{s}} \cdot 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 9.81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot (325 \text{ m} - 15.3 \text{ m}) = 1.823 \cdot 10^6 \text{ W}$$

Die maximale hydraulische Leistung liegt bei **1.82 Megawatt**.



Elektrische Leistung

Zur Berechnung der elektrischen Leistung müssen die Wirkungsgrade von Turbine und Generator berücksichtigt werden. Diese wurden von der Siemens Schweiz AG unter Berücksichtigung verschiedener Durchflüsse wie folgt angegeben:

Durchfluss [l/s]	η Turbine	η Generator
600	90.3 %	97.1 %
450	91.0 %	97.1 %
300	90.8 %	96.7 %
150	89.7 %	94.7 %
50	86.8 %	93.0 %

Tabelle 2 Wirkungsgrade Turbine und Generator

Die hydraulische Leistung, welche an den Turbinendüsen anliegt, muss mit den Wirkungsgraden von Turbine und Generator multipliziert werden, um daraus die maximale elektrische Leistung zu erhalten. Die maximale elektrische Leistung der Anlage liegt demnach bei **1.59 Megawatt**.

Jahresproduktion

Aus den obigen Angaben für die Druckleitungsverluste und die Maschinenwirkungsgrade ergibt durch die Verknüpfung mit dem verfügbaren Wasserdargebot folgende Produktion, jeweils auf Halbmonate verteilt.

Monat	Tage	Q [l/s]	h_n [m]	P_{el} [kW]	E [kWh]
Jan 1.H	15.5	50	324.9	74	27'449
Jan 2.H	15.5	40	324.9	0	0
Feb 1.H	14	30	325.0	0	0
Feb 2.H	14	60	324.8	124	41'634
Mrz 1.H	15.5	80	324.7	180	67'100
Mrz 2.H	15.5	130	324.2	340	126'356
Apr 1.H	15	150	324.0	404	145'581
Apr 2.H	15	220	322.9	602	216'665
Mai 1.H	15.5	600	309.7	1'598	594'527
Mai 2.H	15.5	600	309.7	1'598	594'527
Jun 1.H	15	600	309.7	1'598	575'349
Jun 2.H	15	600	309.7	1'598	575'349
Jul 1.H	15.5	600	309.7	1'598	594'527
Jul 2.H	15.5	460	315.9	1'259	468'379
Aug 1.H	15.5	450	316.3	1'234	458'990
Aug 2.H	15.5	340	320.0	941	349'907
Sep 1.H	15	190	323.4	517	185'982
Sep 2.H	15	120	324.3	306	110'319
Okt 1.H	15.5	130	324.2	340	126'356
Okt 2.H	15.5	110	324.4	274	101'749
Nov 1.H	15	40	324.9	0	0
Nov 2.H	15	30	325.0	0	0
Dez 1.H	15.5	102	324.5	248	92'343
Dez 2.H	15.5	80	324.7	180	67'100
Total					5'520'189

Tabelle 3 Produktion auf Halbmonate verteilt

Die erwartete Jahresproduktion liegt theoretisch bei 5.52 GWh. Die Verfügbarkeit der Kraftwerksanlage wird mit 98% angenommen. Dies ergibt eine tatsächliche Jahresproduktion von **5.4 GWh**. Aus der Tabelle ist ersichtlich, dass die Kraftwerksanlage in den Monaten November und Januar / Februar voraussichtlich ausser Betrieb sein wird, da das Wasserdargebot zu klein ist. Die jährliche Produktion würde zur Deckung des Strombedarfs von rund 1'350 Haushaltungen à 4'000 kWh dienen.



6. Wirtschaftlichkeit

6.1. Einmalige Investitionskosten

Für die Abschätzung der Erstellungskosten des Kraftwerks wurden die Bereiche „Baukosten“, „Elektromechanik“ und „diverse einmalige Kosten“ betrachtet.

Fassung, Entsander, Wasserschloss	SFr. 475'000.-
Druckleitung	SFr. 2'861'000.-
Zentrale, Wasserrückgabe	SFr. 570'000.-
Erschliessungen	SFr. 60'000.-
Unvorhergesehenes Bau	SFr. 449'000
Baukosten	SFr. 4'415'000.-
Absperrorgan, Turbine, Generator	SFr. 919'000.-
Steuerung, Regelung, Kommunikation	SFr. 306'000.-
Zentralenausstattung	SFr. 148'000.-
Energietransport	SFr. 115'000.-
Unvorhergesehenes Elektromechanik	SFr. 163'000.-
Elektro-mechanische Kosten	SFr. 1'651'000.-
Planung, Projektierung, NK, diverses	SFr. 1'721'000.-
Totale Investitionskosten	SFr. 7'787'000.-

Tabelle 4 Investitionskosten

6.2. Jahreskosten

Die jährlichen Planausgaben für die ersten 25 Betriebsjahre wurden in untenstehender Tabelle zusammengetragen.

Personalaufwand	SFr. 104'100.-
Materialaufwand	SFr. 39'000.-
Geschäfts- und Betriebsleitung	SFr. 35'000.-
Versicherung	SFr. 9'400.-
Konzessionsabgaben	SFr. 62'200.-
Steuern	SFr. 27'400.-
Amortisation, linear auf 25 Jahre	SFr. 233'700.-
Kapitalaufwand bei 80% Fremdkapital	SFr. 255'400.-
Jahreskosten	SFr. '766'200.-

Tabelle 5 Jahreskosten

6.3. Stromgestehungskosten

Die Stromgestehungskosten liegen bei 14.2 Rp./kWh. Wenn man von einem mittleren Marktpreis der Energie von 15 Rp./kWh ausgeht, kann das Werk wirtschaftlich betrieben werden.



7. Umweltaspekte

Im August 2009 hat die EnBAG eine Umweltstudie in Auftrag gegeben, mittels welcher die umweltrelevanten Aspekte mit ihren Massnahmen dazu definiert werden, damit diese bereits in die Erstellung des Vorprojekts einfließen können.

7.1. Hochwasser

Für den Kelchbach wird in einer Studie der ETH Zürich aus dem Jahr 1994 ein prognostizierter Abflusswert des hundertjährigen Hochwassers von $68 \text{ m}^3/\text{s}$ angegeben. Dieser Wert muss bei der Dimensionierung des Fassungsbauwerks im Speziellen berücksichtigt werden.

Auf dem ersten Leitungsabschnitt kann es bei Hochwasser zur Unterspülung der Leitungen kommen. Deshalb sind auch hier baulich Massnahmen wie beispielsweise abschnittsweise Blockrollierungen nötig.

Die Spülung des Sandfangbeckens sowie die Wasserrückgabe nach der Turbinierung müssen so projektiert werden, dass auch im Hochwasserfall kein Rückstau von Bachwassers in den Abflusskanäle zu erwarten ist.

7.2. Grundwasser

Eine Hydrogeologiestudie aus dem Jahr 1990 zeigt die Infiltrationsgebiete des Bachwassers in das Grundwassersystem auf. Die Fassung wird unterhalb der Hauptversickerungszone des Grundwassers projektiert, um einer Beeinträchtigung der Quellschüttungen am Natischerberg vorzubeugen.

Entlang des obersten Druckleitungsabschnittes befinden sich fünf Brunnstuben der Wasserversorgung Naters AG. Um beim Kraftwerksneubau eine Synergie mit der Neuverlegung der Trinkwasserleitung zu erhalten, muss die Druckleitung im Bereich unterhalb der Brunnenstuben verlegt werden. Hier sind Massnahmen zu treffen, damit es zu keiner Verunreinigung des Trinkwassers kommen kann.

7.3. Hydrobiologie

Die Hydrobiologie des Kelchbachs wurde bereits während des Betriebs des alten Kraftwerks untersucht. Dabei wurde der Abschnitt unterhalb der damaligen Fassung auf der Kote 900 m ü.M. in Teilabschnitte unterteilt. Es hat sich gezeigt, dass sich der Kelchbach nur gebietsweise als Fischereigewässer eignet, da mehrere natürliche Migrationsbarrieren bestehen.

Da das alte Kraftwerk der Restwasserverordnung nicht unterstellt war, jedoch nach einer Neukonzession der Anlage immer mindestens 80 l/s durch den Bach fließen werden, wird dies positive Auswirkungen auf die hydrobiologische Entwicklung des Kelchbachs haben. Die Hydrobiologie des Abschnitts unterhalb der neu projektierten Fassung wird für die Einreichung des Konzessionsgesuchs untersucht.

7.4. Lärm

Die geplante Zentrale liegt in der Bauzone am Dorfrand der Gemeinde Naters. Dies bedingt, dass bei der Projektierung insbesondere auf den Schutz der Anwohner vor Lärmemissionen geachtet werden muss. Bauliche Massnahmen im Unterwasserkanal sowie bei den Zugängen zum Zentralengebäude reduzieren den Lärm wesentlich. Zudem werden 3 Seiten des Zentralengebäudes eingeböscht.

7.5. Transport und Materialwirtschaft

Ein grosser Teil des Aushubmaterials wird für die Einfüllung des Leitungsgrabens wiederverwendet, sodass entlang der Druckleitung kein Abtransport von Aushubmaterial nötig ist. Der nötige Beton sowie die Rohrleitungen werden mittels Helikopter an den Einbauort geflogen. Der Fassungsbereich und die Zentrale sind mit Strassen erschlossen. Als Installationsplätze werden vorhandene Ausweichstellen oder Parkplätze verwendet. Durch diese Massnahme kann auf die Errichtung von Baupisten verzichtet werden.



8. Terminplanung

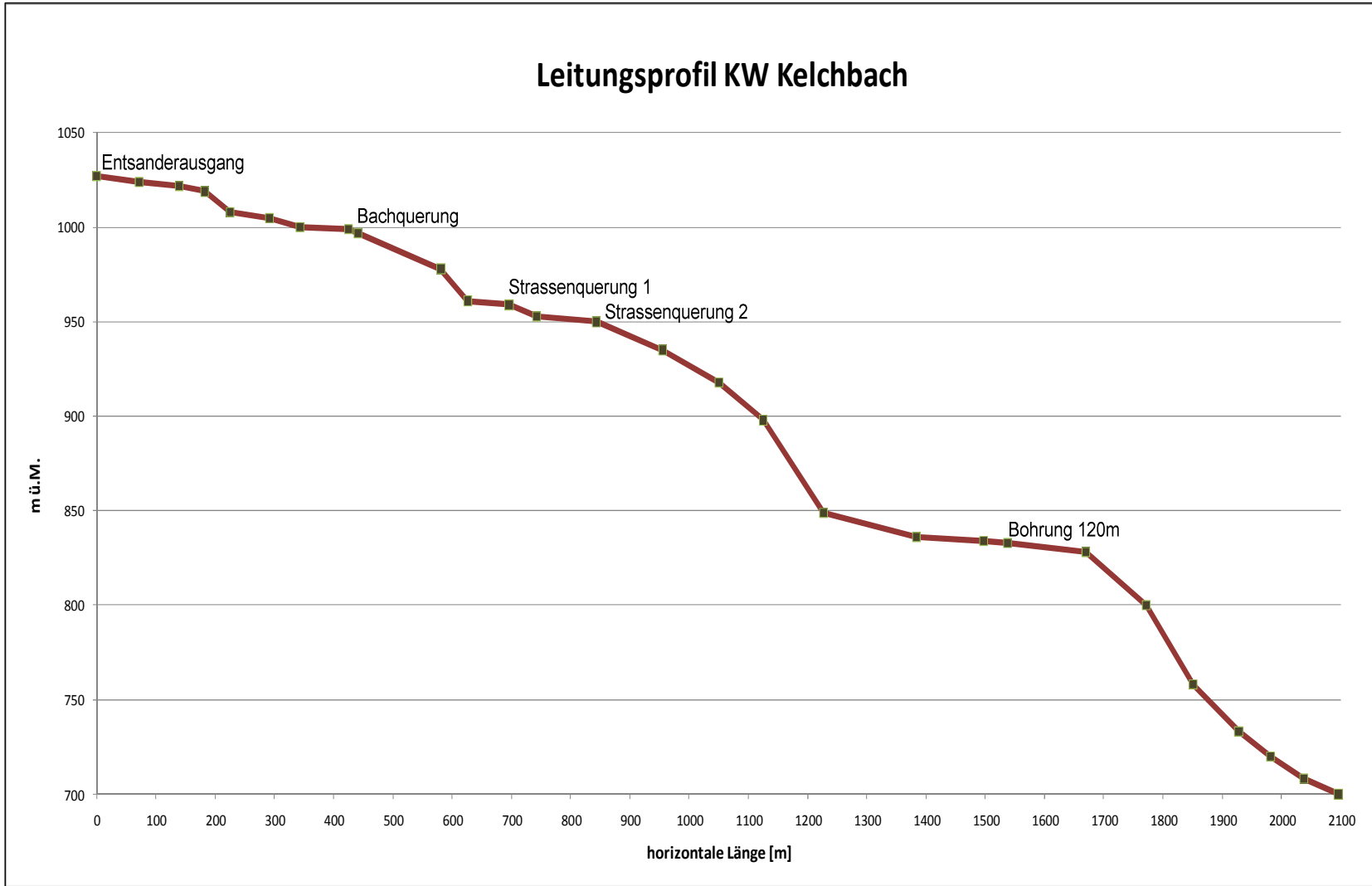
Nach dem Variantenstudium im Frühjahr 2009, hat die EnBAG im August Mandate für die Bereiche „Bautechnik“, „Geologie“ und „Umwelt- und Raumplanung“ an drei einheimische Unternehmungen erteilt. Das Projektteam wird unter der Leitung der EnBAG das Vorprojekt mit den nötigen Spezialberichten bis Ende Oktober 2009 ausarbeiten. Es gelten danach folgende Terminziele:

- November 2009, Abgabe Projektunterlagen zur Vorprüfung durch kantonale Behörden
- November 2009, Projektvorstellung Urversammlung Naters
- April 2010, Vormeinung des Kantons Wallis
- Mai 2010, Konzessionserteilung durch Urversammlung der Gemeinde Naters
- Herbst 2010, Homologierung der Konzession durch Walliser Staatsrat
- Ende 2010, Eingabe Baugesuch
- Frühjahr 2011, Baubeginn
- Frühjahr 2012 Inbetriebnahme des Kraftwerks





25/25



Anhang : Leitungsprofil