



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

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

KLEINWASSERKRAFTWERK SCHLUEIN

Vorstudie

Ausgearbeitet durch

Felix Merz & Florian Thöny
Straub AG
Ingenieure + Geoinformatiker
Hartbertstrasse 10
7000 Chur
info@straub-online.ch www.straub-online.ch



Impressum

Datum: 13. April 2007

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: 102155

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



Inhaltsverzeichnis

1.	Zusammenfassung	4
2.	Einleitung	4
3.	Auftrag	5
4.	Ausgangslage	5
5.	Bestimmung Wasserdargebot	6
6.	Konzept / Projektbeschrieb	7
6.1.	Allgemein	7
6.2.	Kraftwerkkonzept	7
6.3.	Wassergewinnung/Wasserfassung	8
6.4.	Triebwasserweg	9
6.5.	Zentrale	11
6.6.	Wasserrückgabe	12
6.7.	Betrieb und Unterhalt	12
7.	Kosten und Wirtschaftlichkeit	13
7.1.	Investitionskosten	13
7.2.	Wirtschaftlichkeit	14
8.	Umwelt	15
9.	Projektmeilensteine	16
10.	Offene Punkte konzeptionell oder ausschlaggebende Details	16
11.	Vorschlag für das weitere Vorgehen	16
12.	Anlagedaten	16
13.	Beilagen	17



1. Zusammenfassung

Im Auftrag der Atel EcoPower AG wurde die Projektidee Kleinwasserkraftwerk (KWKW) Schluein (Bündner Oberland) weiter verfolgt und eine Vorstudie ausgearbeitet. Die Vorstudie kommt zum Schluss, dass die Idee, am Ual da Schluein ein Kraftwerk zu erstellen, möglich und wirtschaftlich ist.

Das Gewässer kann im Hochwasserfall sehr wild sein und es ist mit grossem Geschiebeaufkommen zu rechnen. Der Bach ist stark verbaut und es wurde ob dem Dorf auch ein Geschiebesammler erstellt. Es muss somit ein gutes, den örtlichen Gegebenheiten angepasstes Wassergewinnungssystem gefunden werden. Vorgesehen ist das Wasser oberhalb des Geschiebesammlers zu fassen. Möglich sind eine konventionelle Fassung mit Seitenentnahme oder ein Tirolerwehr. Es bedarf noch weiteren Abklärungen um entscheiden zu können welches System geeigneter ist. Das gefasste Wasser wird mit einer 1230m langen Druckleitung unter das Dorf Schluein geführt und dort mit einer vertikalen, mehrdüsigen Peltonturbine und einem Synchrongenerator in elektrische Energie gewandelt.

Im Projektpfimeriter befinden sich keine inventarisierten Zonen oder sonstige geschützte Objekte. Die Vorabklärung hat ergeben, dass das Vorhaben bei den Gemeindebehörden auf Wohlwollen stossen wird. Es kann davon ausgegangen werden, dass aufgrund der zwei obigen Gegebenheiten das Projekt aus heutiger Sicht die politische Akzeptanz finden wird und von Seiten des Umweltschutzes die Hürden nicht hoch sein sollten.

Die Anlage hat eine installierte Leistung von 720kW, ein Bruttogefälle von 140m, eine mittlere Jahresbruttolleistung von 487kW und ist in der Lage eine Jahresproduktion von 3.150 Mio. kWh erneuerbare, CO₂ -freie Energie zu erzeugen, was einem Verbrauch von ca. 700 schweizerischen Standardhaushalten entspricht.

Der Bau dieses KWKW unterstützt die Zielsetzung des Bundes, mit KWKW bis ins Jahr 2030 2000GWh/a mehr elektrische Energie zu produzieren. Im Rahmen der Energieverordnung (EnV; KEV) ist die Anlage wirtschaftlich.

Der Atel EcoPower AG wird empfohlen das Projekt weiter zu verfolgen, indem das Wasserfassungskonzept und der erste Teil der Druckleitung detaillierter untersucht werden und danach entschieden wird, ob ein Konzessionsprojekt der Gemeinde eingereicht werden soll. Dieser Zwischenschritt ist notwendig, da die Differenz der Gestehungskosten und der Einspeisevergütung mit 0.85Rp/kWh bei einer Annuität von 7.1% (Amortisation 25a; Verzinsung 5%) keine grossen Kostenabweichungen zulassen. Bei einer Annuität von 5.83% (40a; 5%) beträgt die Differenz allerdings bereits 3.15Rp/kWh.

2. Einleitung

Im Elektrizitätsbereich finden zur Zeit erhebliche Veränderungen statt. Weitreichend sind die Auswirkungen der Strommarkttöffnung. Diese hat vor allem die Erzeugerpreise unter Druck gesetzt und damit sind die Wasserkraftwerke gefährdet, die darauf angewiesen sind, die Investitionen langfristig abschreiben zu können. Die hydraulischen Produktionsanlagen sind in der Schweiz eine tragende Säule der Elektrizitätsversorgung. Es besteht daher der weitgehende Konsens, dass die Rahmenbedingungen für die Wasserkraft angepasst werden müssen.

Die Wasserkraft zählt zu den erneuerbaren Energien und geniesst den Ruf einer umweltfreundlichen, CO₂ -freien Energie.



Auf Bundesebene wurden das Energiegesetz, das Stromversorgungsgesetz und deren Verordnungen neu resp. revidiert auf den 1.1.2008 in Kraft gesetzt, so dass die erneuerbaren Energien am liberalisierten Markt bestehen können. Konkret bedeutet dies für die Wasserkraft, dass die KWKW mit einer gesetzlich verankerten Energieabnahmepflicht zu kostendeckenden Einspeisevergütungen (KEV) gefördert werden. Der Anschluss an das öffentliche Netz ist geregelt und garantiert.

Unter diesen Rahmenbedingungen will die EcoPower AG, eine Tochtergesellschaft der Aare Tessin AG für Elektrizität, Olten (Atel) Kleinwasserkraftwerke neu bauen und / oder bestehende erwerben und betreiben. Die Projektidee, in Schluein (Bündner Oberland) am Ual da Schluein (Schlueinerbach) ein Kleinwasserkraftwerk zu erstellen, entspricht der Zielsetzung von Atel EcoPower und den Zielvorgaben des Bundes, bis ins Jahr 2030 aus Kleinwasserkraftwerken gegenüber dem Jahr 2000 2000GWh/a mehr elektrische Energie zu produzieren.

3. Auftrag

Die Straub AG, Chur wurde von Atel EcoPower beauftragt die Projektidee KWKW Schluein in Form einer Vorstudie weiter zu konkretisieren und ein Kraftwerkskonzept mit entsprechender Wirtschaftlichkeitsberechnung auszuarbeiten. Abzuklären ist auch ob die Gemeinebehörde ein solches Vorhaben unterstützen und zuhanden der Gemeindeversammlung ein Konzessionsgesuch vertreten würden. Bei gegebener Wirtschaftlichkeit sind Vorschläge für das weitere Vorgehen auszuarbeiten.

4. Ausgangslage

Das KWKW Schluein soll das Wasser vom Ual da Schluein (Schlueinerbach) nutzen. Der Bach kann sehr wild sein. Er ist stark verbaut, da er sehr starke Bachsolenerosionen aufweist und dadurch die bachnahen Hänge ins Rutschen geraten können. Bei einigen Verbauungen wurden Geschiebeauffangzonen geschaffen, die nach grossen Hochwassern im Bedarfsfall ausgebaggert werden.

Frühere Projekte, das Wasser energetisch zu nutzen, sind keine bekannt mit Ausnahme, dass der Bach für den Antrieb einer Mühle diente, die aber keine Wasserentnahme mehr hat und nicht mehr betrieben wird. Es bestehen keine Wassernutzungsrechte.

Grundlagen

Diese Untersuchung in Form einer Vorstudie basiert auf folgenden Grundlagen:

- Kartenmaterial von Swisstopo
- Öffentlich zugängliche Luftaufnahmen
- Kartenmaterial des Kantons 1:10'000
- Natur- und Landschaftinventar Schluein vom Amt für Natur und Umwelt (ANU GR)
- Daten der Landeshydrologie
- Hydrologischer Atlas der Schweiz
- Geländebesichtigungen und fotografische Aufnahmen
- Schweizerische und Kantonale Gesetzgebung

Einzugsgebiet

Der Ual da Schluein soll auf einer Höhe von 870m ü.M. gefasst werden. Das Einzugs-



gebiet ist 14.7 km² gross. Es umfasst das Gebiet nördlich von Schluein mit den Eckpunkten Las Vals, Crest da Tiarms, Crap Masegn, Crap Sogn Gion und Falera. Der höchste Punkt ist der Crap Masegn mit 2472m ü.M. Vergletscherung gibt es keine.

Beilage 1 Einzugsgebiet mit Fassungs- und Zentralenstandort sowie Wasserführung.

Rechtliches

Im Kanton Graubünden sind die Gemeinden Konzessionsgeber und für die Wasserkraftnutzung zuständig. Der Kanton fungiert als Bewilligungsinstanz. Laut Gesetz kann sich der Konzessionsgeber bei der Wasserkraftnutzung angemessen beteiligen.

Das vorgesehene KWKW Projekt kann zu 100% auf Gemeindegebiet von Schluein realisiert werden. Schluein ist somit auch zu 100% Konzessionsgeber und erstinstanzlich für die Baubewilligung zuständig.

Die erste Kontaktaufnahme mit der Gemeinde (Herr A. Meisser, Gemeindepräsident) war positiv, die Projektidee stiess auf Wohlwollen.

Bestehende Wasserrechte sind keine bekannt.

Es wird mit einer Rodungsfläche unter 5000m² gerechnet.

Beim Konzessionsverfahren kann davon ausgegangen werden, dass die Variante 8 nach dem Ablaufplan des Amtes für Energie und Verkehr Graubünden zur Anwendung kommt (siehe Beilage 8 und 9).

Das KWKW Projekt ist nicht UVP Pflichtig. Es muss ein Umwelt- und ein Restwasserbericht erstellt werden.

5. Bestimmung Wasserdargebot

Im Einzugsgebiet des projektierten Kleinwasserkraftwerkes Schluein bestehen keine kantonalen oder eidgenössischen Abflussmessstationen. Dies bedingt, dass die Abflussmengen mit Hilfe von Referenzmessstationen in geographischer Nähe und charakteristisch verwandten Gebieten bestimmt werden und diese auf den Ual da Schluein hochgerechnet werden müssen.

Die Referenzeinzugsgebiete mit einigen wichtigen Kenngrössen sind in der untenstehenden Tabelle aufgeführt. Die Messstationen sind durch keine Kraftwerke beeinflusst und weisen bis auf den Schmuèrbach langjährige Messreihen auf. Von den langjährig gemessenen Stationen liegen die drei erstgenannten geographisch am nächsten zum Ual da Schluein. Plessur und Taschinasbach wurden als Referenzstationen herangezogen, da sie bezüglich physiographischen Gebietskenngrössen (Stationshöhe, mittlere Höhe und Vergletscherung) sowie der Niederschlagsmengen der in der weiteren Umgebung des hier zu untersuchenden Einzugsgebietes am ähnlichsten sind.

Name der Messstation	Messperiode	Höhe (m ü.M.)	Mittlere Höhe (m ü.M.)	Fläche (km ²)	Vergletscherung (%)	Spez. mittlerer Abfluss (l/skm ²)
Somvixer Rhein - Sumvitg	1978-2006	1490	2450	21.8	6.7	67.0
Ferrerabach - Trun	1963-1989	1240	2461	12.5	17.3	59.2
Schmuèrbach - Ruis	1929-1934	730	2030	100	7.5	41.9
Plessur - Chur	1931-2006	573	1850	263	0	30.8
Taschinasbach - Grüsch	1972-2006	666	1768	63	0.04	41.7
Ual da Schluein	keine	870	ca. 1800	14.7	0	?



Der Vergleich der auf das Einzugsgebiet des Ual da Schluein hochgerechneten Abflussdauerlinien (siehe Beilage 6) zeigt, dass im tiefen Abflussbereich alle Kurven recht nahe beieinander liegen. Während der abflussintensiven Periode sind die drei Vorderrheintaler Bäche mit ihren hohen mittleren Höhen und ihrer starken Vergletscherung wesentlich abflusswirksamer als die Plessur und der Taschinasbach. Unter Berücksichtigung der physiographischen Kenngrössen scheint uns der Taschinasbach sich am ähnlichsten mit der Ual da Schluein zu verhalten. Auch eine grobe Abschätzung der jährlichen Niederschlagsmengen zeigt eine grosse Übereinstimmung zwischen den beiden Einzugsgebieten.

Aus diesem Grund wird der Taschinasbach ohne Korrektur, reduziert auf das Einzugsgebiet von 14.7 km² zur Festlegung der Abflussdauerlinie für den Ual da Schluein herangezogen.

6. Konzept / Projektbeschrieb

6.1. Allgemein

Die Kraftwerkskomponenten werden für eine Lebensdauer von mindestens 30 bis 40 Jahren ausgelegt. Davon ausgenommen sind die Steuer- und Regeleinrichtungen, die erfahrungsgemäss nach ca. 15-20 Jahren ersetzt werden müssen. Bei den Bauten sowie dem Stahlwasserbau kann mit einer bedeutend längeren Lebensdauer gerechnet werden. Die Lebensdauer des Turbinenrades ist von der Wasserqualität und der mechanischen Belastung abhängig.

Der Automatisierungsgrad und der Ausbaustandard der Kraftwerksanlage werden so festgelegt, dass der Betrieb mit einem Minimum an Personal aufrecht erhalten werden kann und die Wartungs- und Unterhaltskosten minimal ausfallen. Das Werk kann vor Ort wie auch über eine Fernwirkanlage überwacht und bedient werden.

Die Aspekte der Verfügbarkeit, des Unterhaltes und des Wirkungsgrades werden hoch gewichtet, bei Zielkonflikten steht die Verfügbarkeit an erster Stelle.

6.2. Kraftwerkskonzept

(siehe Beilage 2)

Die Kraftwerksanlage ist ein klassisches Hochdruck-Kleinwasserkraftwerk mit Laufwasser (Ausleitungskraftwerk).

Die Auslegung erfolgt nach den langjährigen Abflussmessungen des Taschinasbaches umgerechnet auf die Einzugsgebietsgrösse von Schluein abzüglich einer gesetzlichen Restwassermenge von 72l/s (siehe Beilage 7). Die Ausbauwassermenge Q_a wurde auf Q₈₅ = 720l/s gelegt. Bei dieser Wassermenge kann noch eine Druckleitung mit einem Durchmesser von 600mm eingesetzt werden.

Ein kleiner Tages- oder Stundenspeicher ist notwendig, da das Verhältnis der Ausbauwassermenge zur minimalen Wasserfracht im Winter, die während 4 bis 5 Tagen die gesetzliche Restwassermenge unterschreiten kann, zu gross ist.

Mit dem vorgesehenen Q_a von 720l/s und dem Bruttogefälle von 140m wird eine Generatorenleistung von 780kW erreicht, die während ca. 80 Tagen gefahren werden kann (5 Tage Hochwasserverlust).

Die aufgrund der Abflussdauerlinie errechnete jährliche Energieproduktion abzüglich des 5 tägigen Hochwasserverlustes liegt bei 3'150 MWh, davon fallen 21% oder 662 MWh im Winterhalbjahr an.



6.3. Wassergewinnung/Wasserfassung

Standort: Koordinaten 735°970/184°280, beim Zusammenfluss Schlueiner- und Falera-bach, auf einer Höhe von 870m ü.M.

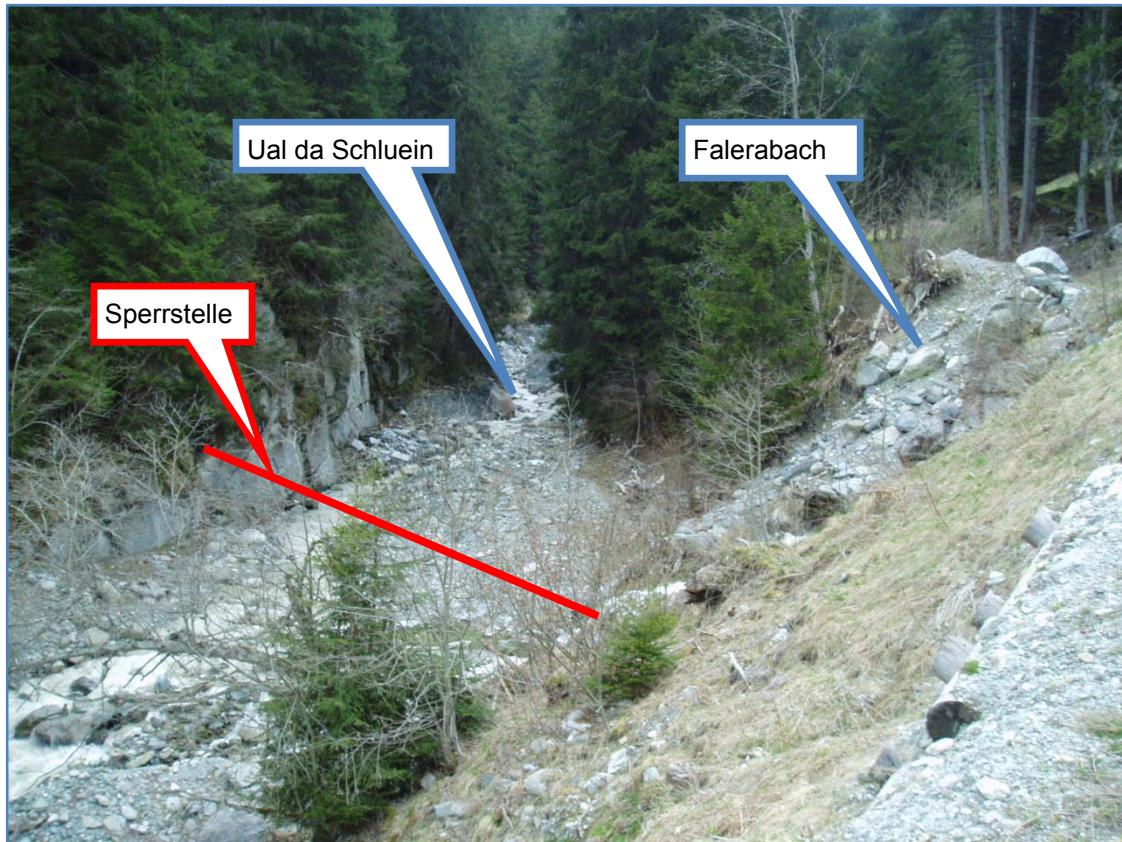


Bild 1 Fassungsstandort

Oberhalb der Fassung beträgt der bewaldete Flächenanteil im Einzugsgebiet zwischen 30 und 35%. Der Geschiebetrieb im Bach kann durch die Bachbetterosion und dadurch bedingtes Nachrutschen der Uferpartien beträchtlich sein. Bei der Wassergewinnung ist somit speziell auf die Reinigung des Wassers zu achten. Auch die Stauhaltung muss gut gespült werden können.

Das gewählte Fassungskonzept sieht vor, dass mit einem ca. 5 m hohen Wehr mit einem Spülelement ein 3 bis 5'000m³ grosses Ausgleichsbecken geschaffen wird. Mit einer Seitenentnahme wird das Wasser dem Sandfang zugeführt.

Vorgesehen ist den Einlaufrechen mit einer Rechenreinigungsmaschine auszurüsten. Fischaufstiegshilfe ist keine vorgesehen, da ca. 300m bachabwärts eine über 20m hohe künstliche Bachverbauung besteht, die jegliche Fischwanderung verwehrt und bachaufwärts noch weitere Bachverbauungen folgen.

Dem Sandfang folgt die Apparatekammer mit einer Sicherheitsdrosselklappe und den notwendigen Hilfsbetrieben für das Wehr. Der Einlauf wird so gestaltet, dass im Winter bei alternierendem Betrieb das Stauvolumen als Stundenspeicher genutzt werden kann und so auf eine Ausgleichskammer/Reservoir verzichtet werden kann.

Die Variante Tirolerwehr wird als weitere Lösung nicht ausgeschlossen. Dies hätte aber den Nachteil, dass eine Ausgleichskammer gebaut und der Sandfang bedeutend



grösser dimensioniert werden müsste. Der Entscheid, welches Fassungsprinzip gewählt wird, hat im Vorprojekt zu erfolgen, dann wenn ein genaues Geländemodell für die Platzierung der Bauten vorliegt, das Stauhaltungsvolumen genau bestimmbar ist und die geologischen Verhältnisse besser untersucht sind.

Um dem Gewässerschutzgesetz Art. 31&ff gerecht zu werden, muss Dotierwasser abgegeben werden. Vorgesehen ist eine Dotiermenge (gesetzliche Mindestrestwassermenge) von 72l/s. Nicht geklärt ist, ob im Sommer während ca. 80 Tagen eine höhere Dotierwassermenge verlangt wird. Wir gehen davon aus, dass dies nicht notwendig ist, da das Gewässer sehr stark verbaut, nicht oder schlecht einsehbar und touristisch unbedeutend ist.

Das Wehr steht quer zur Fliessrichtung, das Spülelement und die Wasserentnahme sind auf der rechten Bachseite angeordnet. Ein genügend hoher Freibord und ein Rechen vor der seitlich angeordneten Einlauföffnung gewähren die geschiebefreie Wassergewinnung. Mit dem Spülelement kann das vor der Einlauföffnung resp. vor dem Freibord liegende Geschiebe im Bach ohne Entnahme weitergeleitet werden. Durch eine genügend grosse Dimensionierung der Einlauföffnung wird die Einlaufgeschwindigkeit des Wassers bei 720l/s unter 1.0m/s gehalten.

Der Fassungsstandort ist verkehrstechnisch gut erschlossen da ein Kiessammler unterhalb der Fassung liegt der im Bedarfsfalle ausgebaggert wird.

6.4. Triebwasserweg

Bei der Suche des optimalen Triebwasserweges von der Fassung bis zur Zentrale müssen folgende Ziele verfolgt werden:

- Möglichst wenig Wald soll gerodet werden.
- Die Trasse soll so gewählt werden, dass die Leitung in Wege oder Strassen gelegt werden kann oder zumindest nicht allzu weit entfernt ist, so dass die Kosten für die Baustellenerschliessung tief gehalten werden können und der Eingriff in die Natur möglichst klein ist.
- Der Optik soll Beachtung geschenkt werden, d.h. die Leitung soll, wenn möglich erdverlegt werden. Dies ist auch aus Gründen der Frostsicherheit anzustreben, da in wasserarmen, unterdurchschnittlichen Wintern der Betrieb bis zu 10 Tage eingestellt werden muss.

Die Leitung weist einen Durchmesser (DN) von 600mm auf und ist 1230m lang. Vorgesehen ist die Leitung im oberen Bereich von der Fassung bis ins Dorf Schleien auf der rechten Seite des Baches zu führen. Kurz vor dem Zentralenstandort soll sie in einem 20m langen Bachabschnitt, der durch zwei Sohlenschwellen gesichert ist, auf die linke Seite gelegt werden. Diese Querung ist nötig, um den besten Zentralenstandort zu erreichen.

Die Druckleitung lässt sich in 7 Teilabschnitte unterteilen:

Abschnitt	Seite	Trasse	Bemerkung
1. 120m	rechts	Bach entlang	Hochwasserschutz gewährleisten
2. 130m	rechts	im Forstwerg	Aufschüttung des Weges um einen Düker zu vermeiden, problemlos



3. 100m	rechts	durch Wald	Stark verblockt, Hang muss angeschnitten werden
4. 200m	rechts	im Fussweg	partiell Rutschgebiet (50m problematisch)
5. 500m	rechts	Weg/Wiese/Wald	Problemlose Trasse
6. 30m	unterq.	im Bach	Bachunterquerung einfach zwischen zwei Sohlenschwellen
7. 150m	links	im Wuhr, Wiese, Spielplatz	Problemlose Trasse

Die Teilstücke 3 und 4 sind die Problembereiche. Diese müssen vor der Weiterverfolgung des Projektes eingehend geologisch beurteilt werden und allenfalls nach Alternativen gesucht werden.

Die Zugänglichkeit zum Druckleitungskorridor für den Bau ist problemlos und kostengünstig.

Druckleitungskorridor siehe Beilage 4.



Bild 2 Druckleitungskorridor im Abschnitt 3 stark verblockt



Bild 3 Druckleitungskorridor im Abschnitt 4 mit instabilen Zonen



Bild 4 Bereich der Bachunterquerung



Bild 5 Problemlose Trasse, Weg Abschnitt 5



6.5. Zentrale

Vorgesehener Standort: Koordinaten 736°600/183°390 140m unterhalb der Brücke der Kantonsstrasse im Dorf Schluein auf einer Höhe von 740m ü.M. (siehe Beilage 4).



Bild 6 Zentralenstandort, rechts das aufgeschüttete Wuhr

Die Zentrale hat einen Grundriss von 10.50 x 12.50 m und ist in das ca. 3m hohe Wuhr integriert, so dass die Zentralenhöhe von 10m vom Dorf aus gesehen als zweistöckiges Gebäude (Einfamilienhaus) wahrgenommen wird und dem ortsüblichen Baustil angepasst werden kann.

Die Zentrale steht am Rande des Siedlungsgebietes. Somit sind spezielle Lärmschutzvorkehrungen zu treffen. Dies betrifft grundsätzlich die Körperschallisolation des Maschinenfundaments aber auch Luftschallmassnahmen mit Schalldämmungen an den Lüftungsöffnungen. Technisch stellen diese Massnahmen keine grosse Herausforderung dar, sie dürfen aber nicht vergessen gehen. Die Einhaltung der Verordnung der nicht ionisierenden Strahlung (NISV) ist ebenfalls zu berücksichtigen, wobei davon ausgegangen werden kann, dass dies keine besonderen Probleme oder Kosten verursachen sollte.

Der Grundriss ist so bemessen, dass im Erdgeschoss die Turbine und der Kugelschieber Platz finden. Ein halber Stock höher, ob der Druckleitung sind der Blocktrafo, die Mittelspannungsanlage und die Steuerung platziert. Daneben steht für den Maschinenunterhalt noch eine angemessene Arbeitsfläche zur Verfügung mit Werkplatz und Nasszelle.

Vorgesehen ist eine vertikale, mehrdüsige Peltonturbine mit einem Synchrongenerator, der eine Wirkleistung von 780kW hat. Inselbetrieb ist nicht vorgesehen, aber die Produktion von Blindleistung ist möglich.

Die optimale Wasserarbarbeitung wird über eine Niveauregulierung gewährleistet. Für den allenfalls notwendigen alternierenden Winterbetrieb (Dezember bis März) bei einer



Wasserfracht < 120l/s kann auf eine Leistungsregulierung mit niveaugesteuerter Start-Stoppautomatik umgeschaltet werden.

Der erzeugte Strom ab Generator wird dem örtlichen Netz auf der Mittelspannungsebene zugeführt.

Der Eigenbedarf (EB) für die ganze Kraftwerksanlage wird vom örtlichen EW auf der 400V Ebene bezogen, die Übertragung in die Wasserfassung wird mit einer internen 990V Versorgung sichergestellt. Falls aus Gründen der Redundanz gewünscht oder wenn wirtschaftlich sinnvoll, kann der EB auch ab Generator produziert werden, es bedarf dann aber einer Umschalteinrichtung zwischen Eigen- und Fremdversorgung. Auf die Fremdversorgung kann nicht verzichtet werden.

Die Baustellenerschliessung der Zentrale ist problemlos und kostengünstig.

6.6. Wasserrückgabe

Die Wasserrückgabe erfolgt ab der Zentrale in einem gedeckten Unterwasserkanal direkt zurück in den Ual da Schluein unmittelbar ob der Zonengrenze des Landschaftsinventars Aue National.

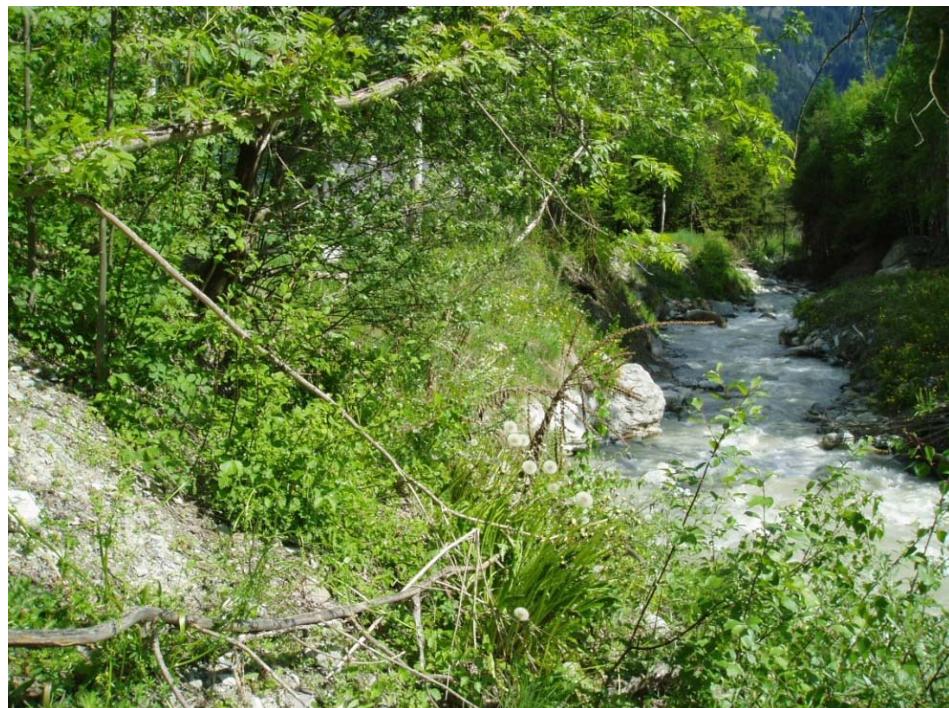


Bild 7 Bereich der Wasserrückgabe oberhalb der Zone Aue National

6.7. Betrieb und Unterhalt

Der Kraftwerksbetrieb ist so automatisiert, dass kein permanentes Betriebspersonal notwendig ist. Ein Kontrollrundgang pro Woche, bei dem die nötigen Kontrollen und die Wartung durchgeführt werden, genügt. (52 x 2 Std. und Gewährleistung des Pikettdienstes und bei hohen Wasserfrachten angemessene Wehrkontrollen).

Die Maschine kann lokal und von fern angefahren und gestoppt werden. Fällt die Maschinengruppe infolge einer Störung aus, muss zwingend ein Betriebsfachmann die Anlage kontrollieren und die Maschine für die Wiederinbetriebsetzung frei geben.



Die Kontrolle der Wasserfassung ist den Wasserverhältnissen entsprechend anzupassen. Bei übermässigem Geschiebe- und/oder Geschwemmseltrieb infolge Hochwasser ist der Kraftwerksbetrieb einzustellen und sofort freier Durchfluss zu erstellen. Dies ist sehr wichtig damit sich das kleine Staubecken nicht mit Geschiebe füllen kann. Die Reinigung und Spülung der Fassung im ordentlichen Betrieb ist durch den Pikett-dienst zu bewerkstelligen.

Die Verfügbarkeit der Anlage von 98% wird erreicht mit folgendem Unterhaltszyklus:

- Eine Jahreskontrolle der gesamten Anlage von max. 5 Arbeitstagen (AT) im Februar
- Eine Zwischenkontrolle für kritische Komponenten von einem AT im September
- Alle 10 bis 12 Jahre eine angemessene Revision von 15 bis 20 AT

Für den Unterhalt können Berufsleute eingeschult werden, mindestens ein Elektromonteur sollte darunter sein.

7. Kosten und Wirtschaftlichkeit

7.1. Investitionskosten

Die Kostenschätzung basiert auf Budgetofferten von Lieferanten und Erfahrungswerten von anderen Kleinwasserkraftwerkprojekten. Alle Angaben der Kosten verstehen sich exklusiv Mehrwertsteuer.

Anlageteil	Kosten (TCHF)
Wasserfassung	1'411
Triebwasserweg / Druckleitung DN 600	1'698
Zentrale: Bau, Krananlage und allg. Einrichtungen	506
Zentrale: Elektromechanische Ausrüstung	750
Wasserrück- und Stromabgabe	45
Ingenieurleistungen	433
Diverses (Gebühren, Kapitaldienst während dem Bau usw.)	384
Unvorhergesehenes 10%	487
Total Investitionskosten	5'714
Kostengenauigkeit +/- 20%	+/- 1'100



7.2. Wirtschaftlichkeit

Aufgrund der Investitionskosten, (Amortisationszeit 25 Jahre, kalkulatorische Verzinsung 5%), Betriebskosten, Verwaltung, Versicherungen und Wasserzinsen ergeben sich folgende Energiegestehungskosten:

- 18.44 Rp/kWh; bei einer zu erwartenden mittleren Erzeugung von 3'150MWh/a.

Die Gestehungskosten setzen sich wie folgt zusammen:

Kostenart	Betrag abs. Rp/kWh	Betrag %
Kapitaldienst	12.85	69.7
Betrieb und Unterhalt	1.25	6.8
Verwaltung und technischer Support	2.57	13.5
Wasserzinse und sonstige Abgaben	1.23	6.7
Versicherungen	0.54	2.3
 Total	 18.44	 100

Mit den Gestehungskosten von 18.44Rp/kWh ist die wirtschaftliche Tragbarkeit gegeben. Die Vergütung der Energie beträgt nach der neuen Energieverordnung (kostendeckende Einspeisevergütung, KEV) 19.29Rp/kWh.

Mit einer mittleren Bruttolleistung von 487kW wäre das Kraftwerk vom gesetzlichen Wasserzins befreit. Da der Konzessionsgeber aber anderweitig zu entschädigen ist, wird mit dem gesetzlichen maximalen Wasserzins von Fr. 80.-- pro kW mittlere Bruttolleistung gerechnet.

Risikoabschätzung (Sensitivitätsanalyse)

Eine Abweichung der Investitionskosten von 10% beeinflussen die Gestehungskosten mit 1.35Rp/kWh.

Wird die Amortisationszeit von 25 auf für Kraftwerke übliche 40 Jahre erhöht mindert das die Gestehungskosten um 2.30Rp/kWh.

Bei einer Zinsreduktion von 5 auf 4% bei 25 Jahren Amortisationszeit resultiert eine Minderung der Gestehungskosten um 1.26Rp/kWh, oder bei einer Amortisationszeit von 40 Jahren und einem kalkulatorischen Zinssatz von 4% eine solche von 3.7Rp/kWh.

Eine Abweichung der Energieproduktion von 10% beeinflussen die Gestehungskosten und die Einspeisevergütung bei einer Verzinsung von 5% wie folgt (Delta= KEV-Abs):

Abweichung Energieprod.	KEV	Gestehungskosten Amortisation 25 a		Gestehungskosten Amortisation 40 a	
		Abs.	Delta	Abs.	Delta
+ 10%	18.89	16.76	2.13	14.68	4.21
Auslegung	19.29	18.44	0.85	16.14	3.15
- 10%	19.79	20.49	- 0.70	17.94	1.85



8. Umwelt

(Natur- und Landschaftsinventar Schluein siehe Beilage 3)

Der Projektperimeter wurde so gewählt, dass keine inventarisierten Flächen tangiert werden. Der Zentralenstandort liegt unmittelbar ob dem Gebiet Aue national und das Wasser wird auch vor diesem Gebiet in den Bach zurückgegeben.

Der Fassungsstandort liegt zwischen zwei Bachverbauungen, wobei eine von beträchtlicher Höhe ist.

Der Bach ist in der ganzen Ausleitungsstrecke mit Solenschwellen stark verbaut und auf einer grossen Strecke hat es Ufermauern. Der Bach ist trotz all diesen Verbauungen als Fischgewässer ausgeschieden. Dies dürfte sich aber auf die Strecken im Außengebiet unterhalb der Zentrale beziehen und allenfalls der Falerabach oberhalb der Wasserfassung.

Die Druckleitung kann erdverlegt werden und ist nicht ersichtlich. Zu über 80% kann sie in Forstwegen, landwirtschaftlich genutzten Wiesen oder künstlichen Wuhren verlegt werden. Ein kleiner Teil liegt im Wald, die Rodungsfläche liegt aber unter 2500m². Touristisch ist der Bereich des Projektperimeters nicht genutzt.



Bild 8 Stelle mit Bachverbauung, Wasserfracht am 12.05.2008



9. Projektmeilensteine

- | | |
|---------------------------------------------------------------------------------|--------------------|
| • Entscheid der Atel EcoPower das Projekt weiter zu verfolgen | Projektstart |
| • Vorstellen des Projektes und prof. Zusage der Wasserrechte durch die Gemeinde | + 2 Monate |
| • Ausarbeitung Konzessionsprojekt (davon Vorprojekt 3 Mt.) | + 10 Monate |
| • Bewilligungsverfahren, Konzessionerteilung | + 4 Monate |
| • Bau der Anlage, Ausführung | + 12 bis 20 Monate |
| • Inbetriebsetzung und Probetrieb | + 1 Monate |
| • Übergabe der Anlage an den Eigentümer nach Projektstart: | 29 bis 37 Monate |

Durch parallel laufende Arbeiten kann die Projektabwicklung noch marginal verkürzt werden. Bei der Bauausführung ist der zeitliche Baubeginn unter dem Jahr ausschlaggebend und kann den Projektfahrplan negativ beeinflussen (Bau der Wasserfassung). Die Lieferfrist für die vorgesehene Maschinengruppe dauert 15 bis 20 Monate und bildet in der Ausführungsphase den kritischen Terminpfad.

10. Offene Punkte konzeptionell oder ausschlaggebende Details

- Umfassende Geologische Untersuchung im Bereich der Fassung und kritischen Stellen bei der Druckleitung mit Vorprojekt.
- Verifizieren der Wasserfrachten, nach Möglichkeit Wassermessung installieren.
- Provisorische Abklärung ob mit dem minimalen gesetzlichen Restwasser gerechnet werden kann (keine Sommermodulation).
- Information Netzbetreiber und genauer Einspeisepunkt festlegen.

11. Vorschlag für das weitere Vorgehen

Die Vorstudie zeigt, dass das Projekt wirtschaftlich ist. Der Atel EcoPower AG wird empfohlen das Projekt weiter zu verfolgen, die Wasserrechte am Ual da Schluein zu sichern und ein Konzessionsprojekt ausarbeiten zu lassen mit allen dazugehörenden Abklärungen.

Die Wirtschaftlichkeit bei einer Amortisationszeit von 25 Jahren ist nicht hoch. Da auf Stufe Vorstudie betreffend Geologie und Fassungsprinzip bezüglich Kostenschätzung noch grössere Abweichungen möglich sind, sollte ein Vorprojekt für die Wasserfassung und den ersten Teil der Druckleitung mit einer Kostengenauigkeit von unter 15% erstellt werden. Anhand dieser Unterlagen kann entschieden werden, ob ein Konzessionsprojekt erstellt werden soll.

Gut wäre, wenn sofort eine permanente Wasserfrachtmessung installiert würde, damit die hydrologischen Verhältnisse besser abgeschätzt werden können.

12. Anlagedaten

Konzessionsgeberin	Gemeinde Schluein
Einzugsgebietsgrösse	14.7km ²
Fassung	Ual da Schluein, Höhe 880m ü.M.
Wasserrückgabe	Ual da Schluein, Höhe 740m ü.M.
Bruttogefälle	140m
Ausbauwassermenge	720l/s



Mittlere jährliche Bruttoleistung	487 kW
Installierte Leistung	780 kW
Jahresproduktion	3.150 Mio. kWh
Investition (+/- 20%)	5.714 Mio. CHF (inkl. Kapitalkosten; exkl. MWSt)
Gestehungskosten	18.44 Rp/kWh
KEV	19.29 Rp/kWh

Chur, den 15. Mai 2008

Straub AG Ingenieure und Geoinformatiker
Abteilung Wasserkraft

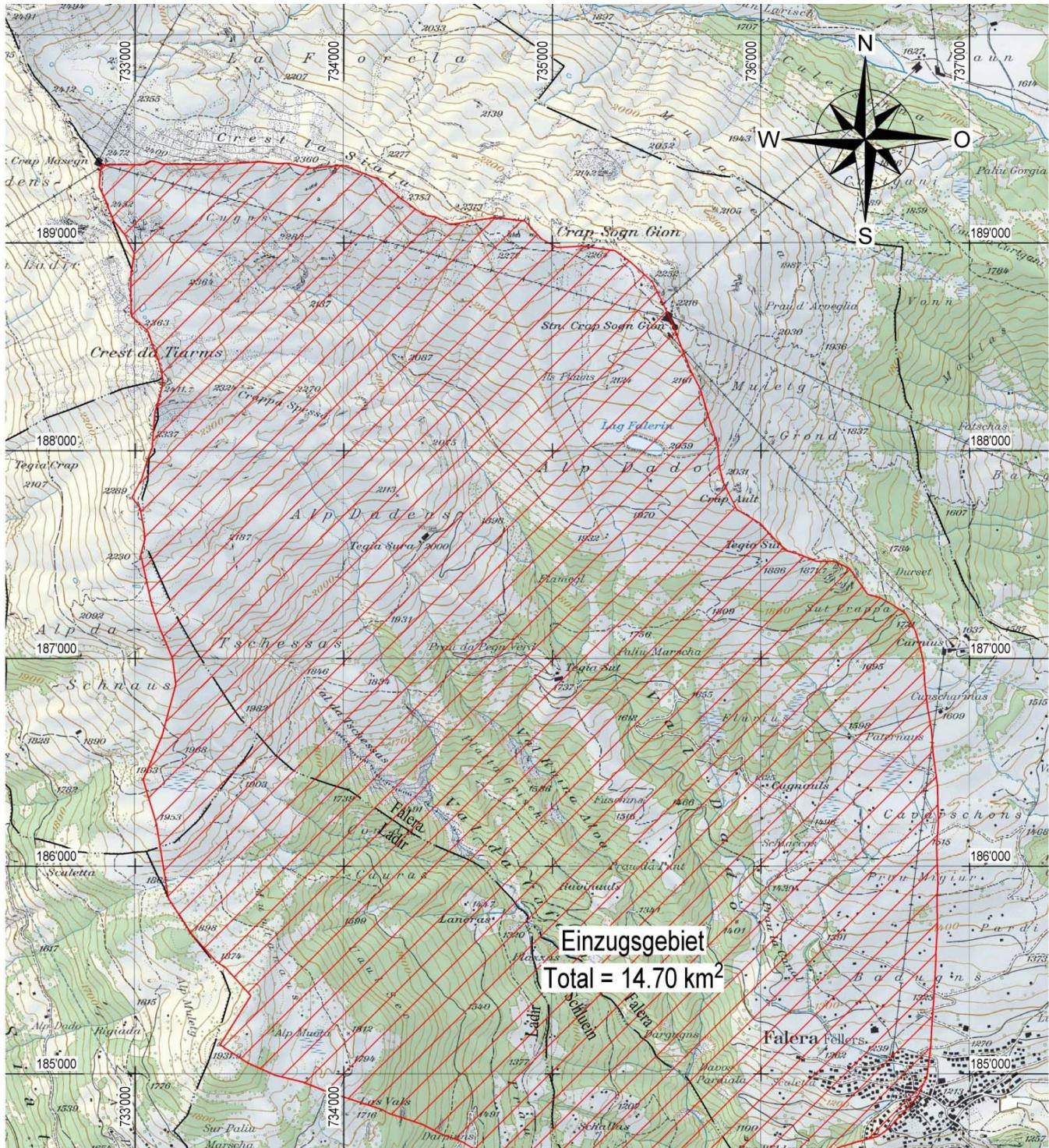
Felix Merz

Florian Thöny

13. Beilagen

1. Einzugsgebiet Ual da Schluein, Standort der Fassung und der Zentrale, Landeskarte 1:25'000 Blatt 1194 Flims (verkleinert)
2. Kraftwerkkonzept KW KW Schluein
3. Natur- und Landschaftsinventar Schluein (ANU)
4. Druckleitungskorridor mit Längsprofil
5. Zentralend disposition
6. Abflussdauerlinie, der Referenzeinzugsgebiete
7. Abflussdauerlinie für die Auslegung
8. Verfahrensvarianten bei der Nutzung eines öffentlichen Gewässers Kanton Graubünden
9. Voraussichtliches Konzessionsverfahren nach kantonalem Recht, Variante 8





Legende:

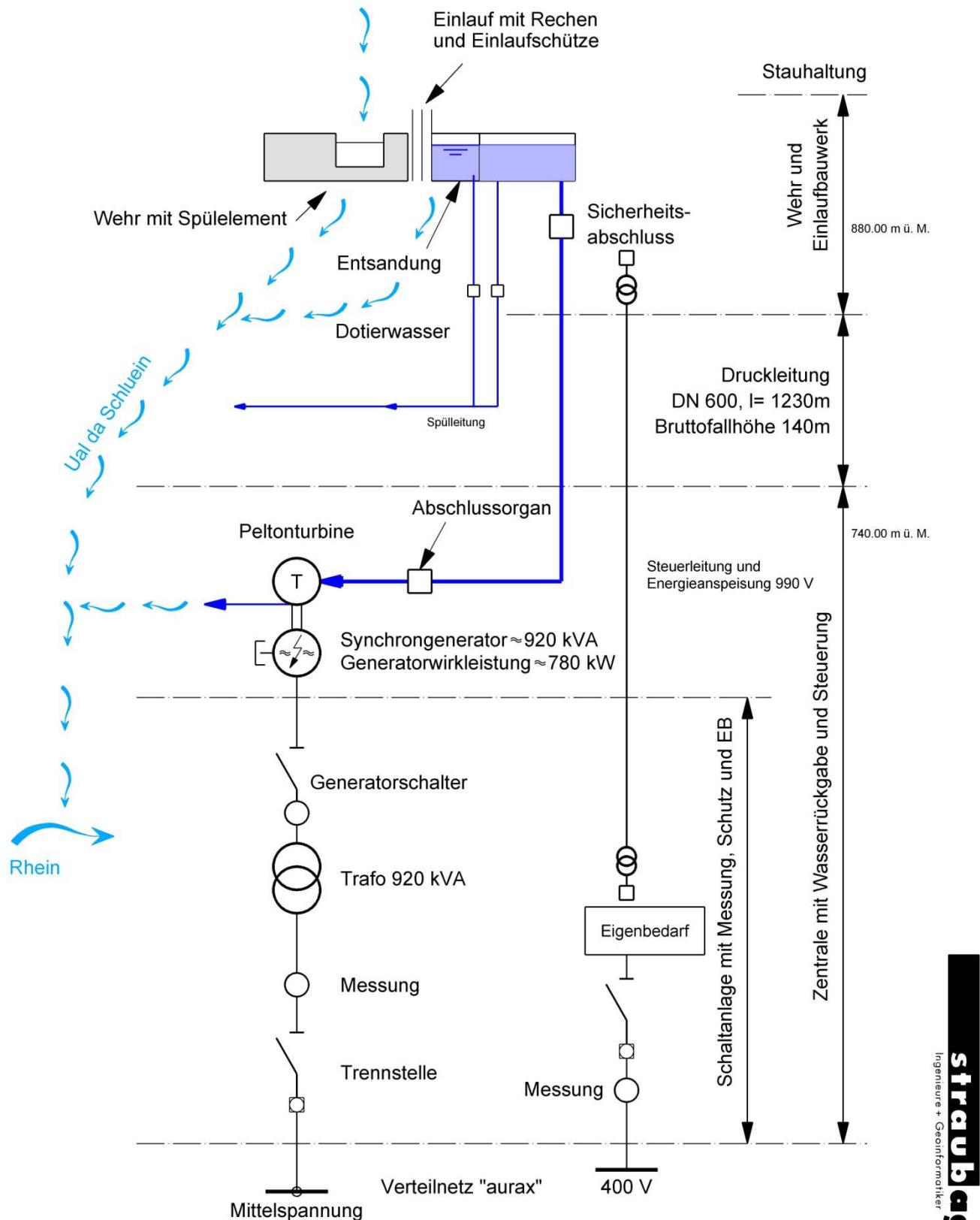
Blatt: 1194 Flims

- Einzugsgebietumgrenzung
- Druckleitung
- Gemeindegrenze

Reproduziert mit Bewilligung
© 2007 swisstopo
(JM071025)



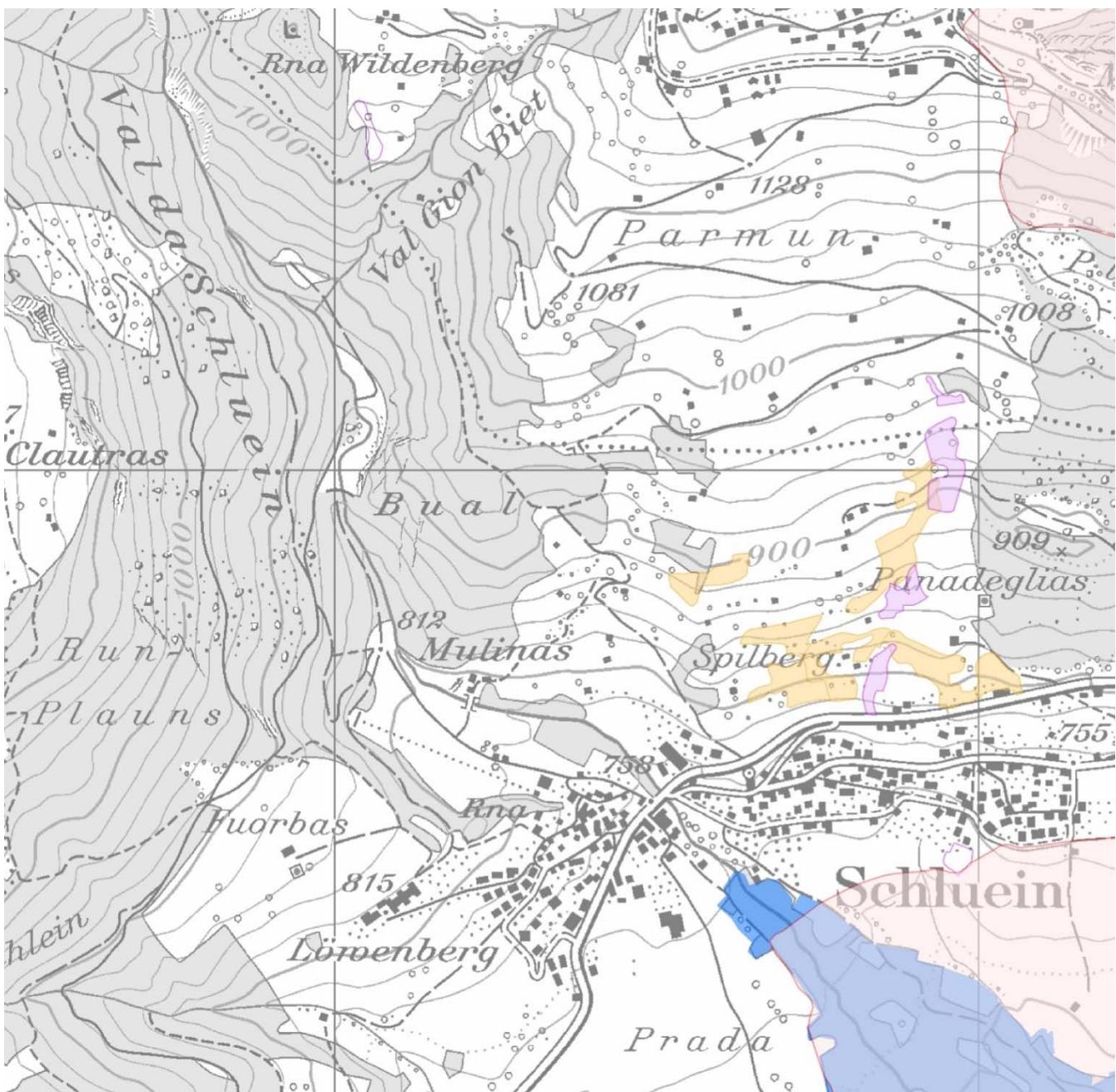
Vorstudie
Kraftwerkkonzept KWKW Schluein



zur,14.05.2008: P:\1838_ch\1600 Schluein\02 Projekt\CAD\0_Vorstudie\Hydraulische_Schema\Hydr_Schema.2d



Auszug Natur und Lanschaftsinventar Schluein



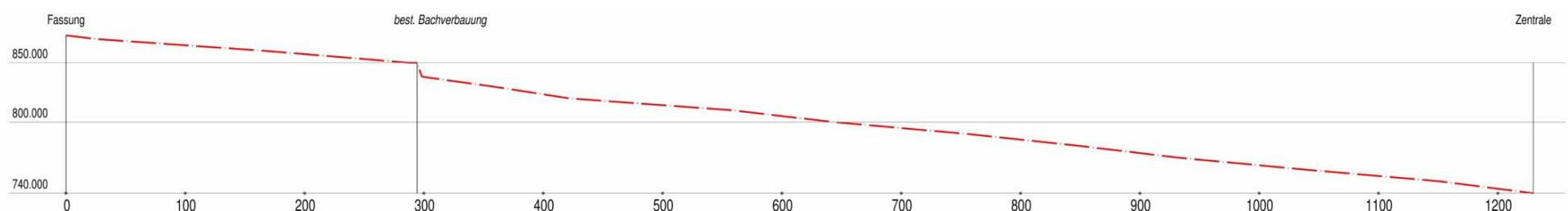
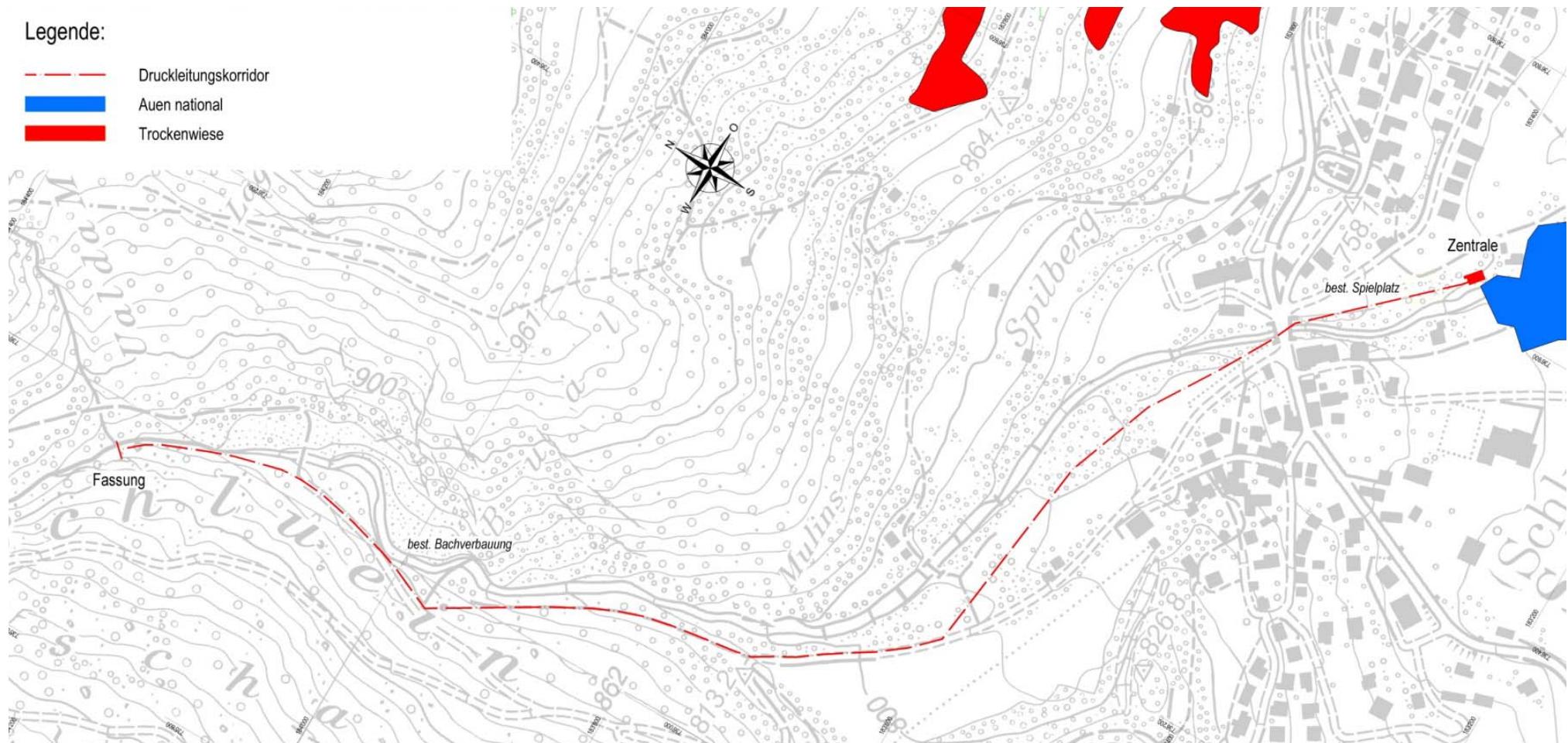
Legende:

- █ Aue national
- █ Trockenwiesen und -weiden regional
- █ Landschaft regional
- █ Flachmoor regional
- █ Flachmoor lokal

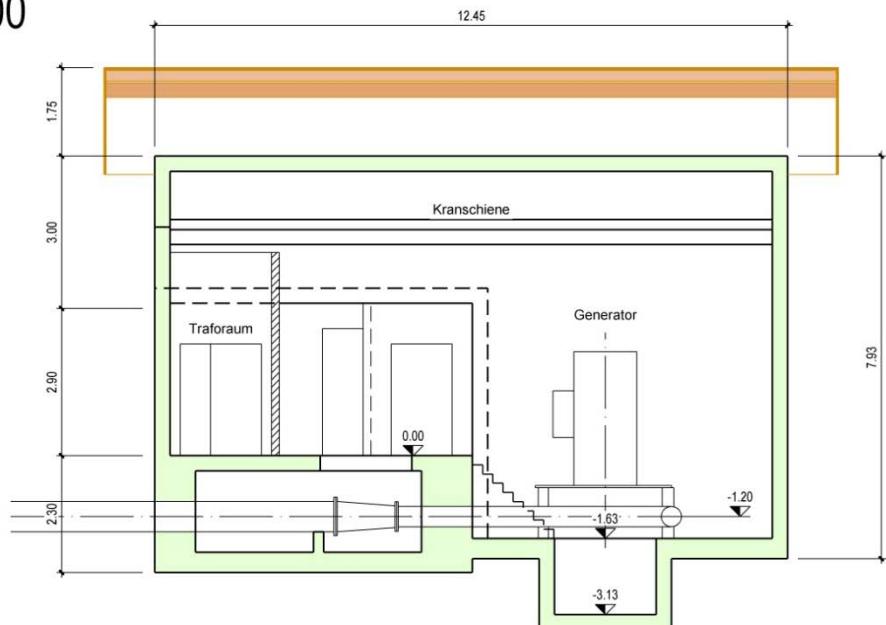


Legende:

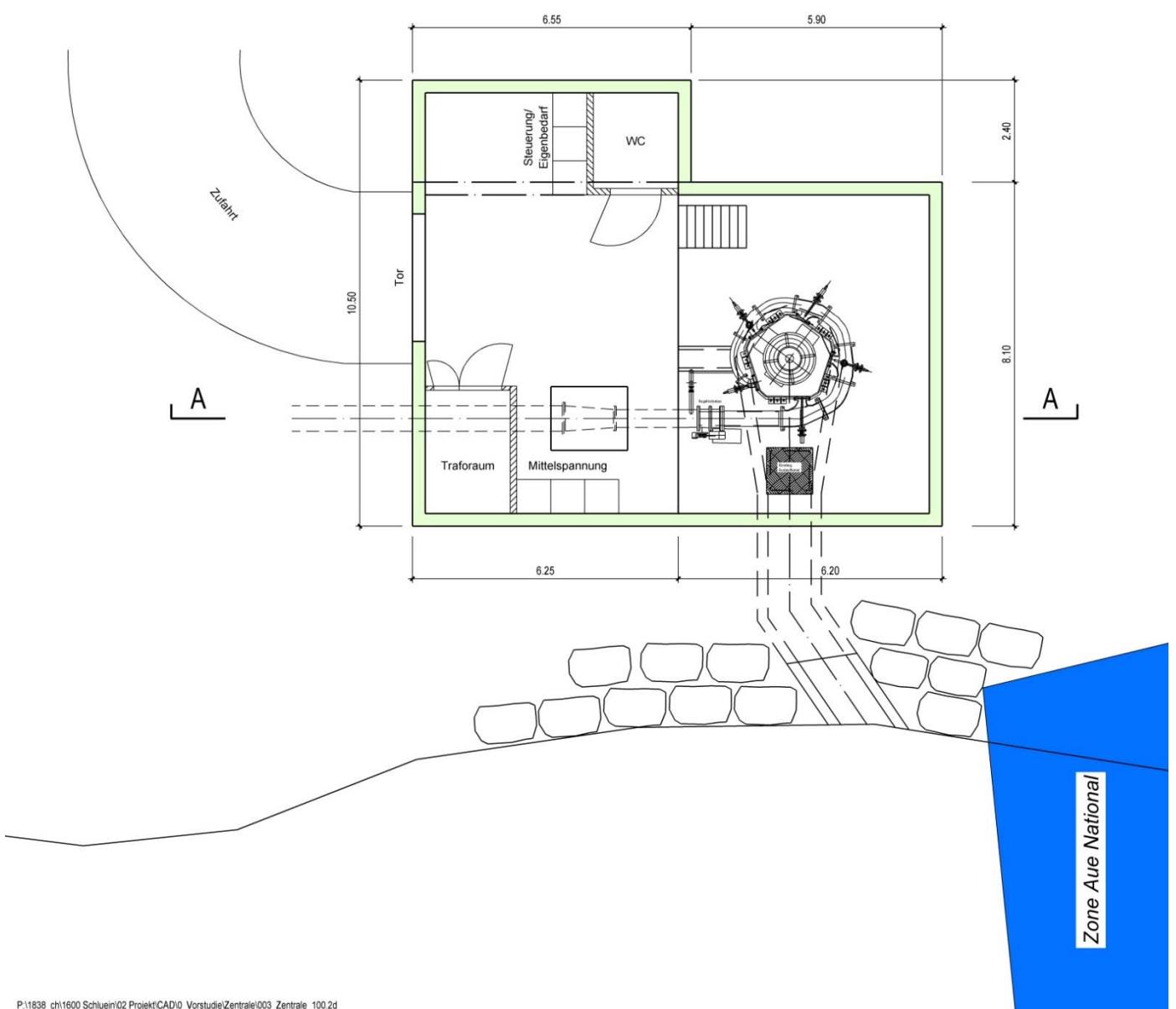
- Druckleitungskorridor
- Auen national
- Trockenwiese



Schnitt A-A 1:100

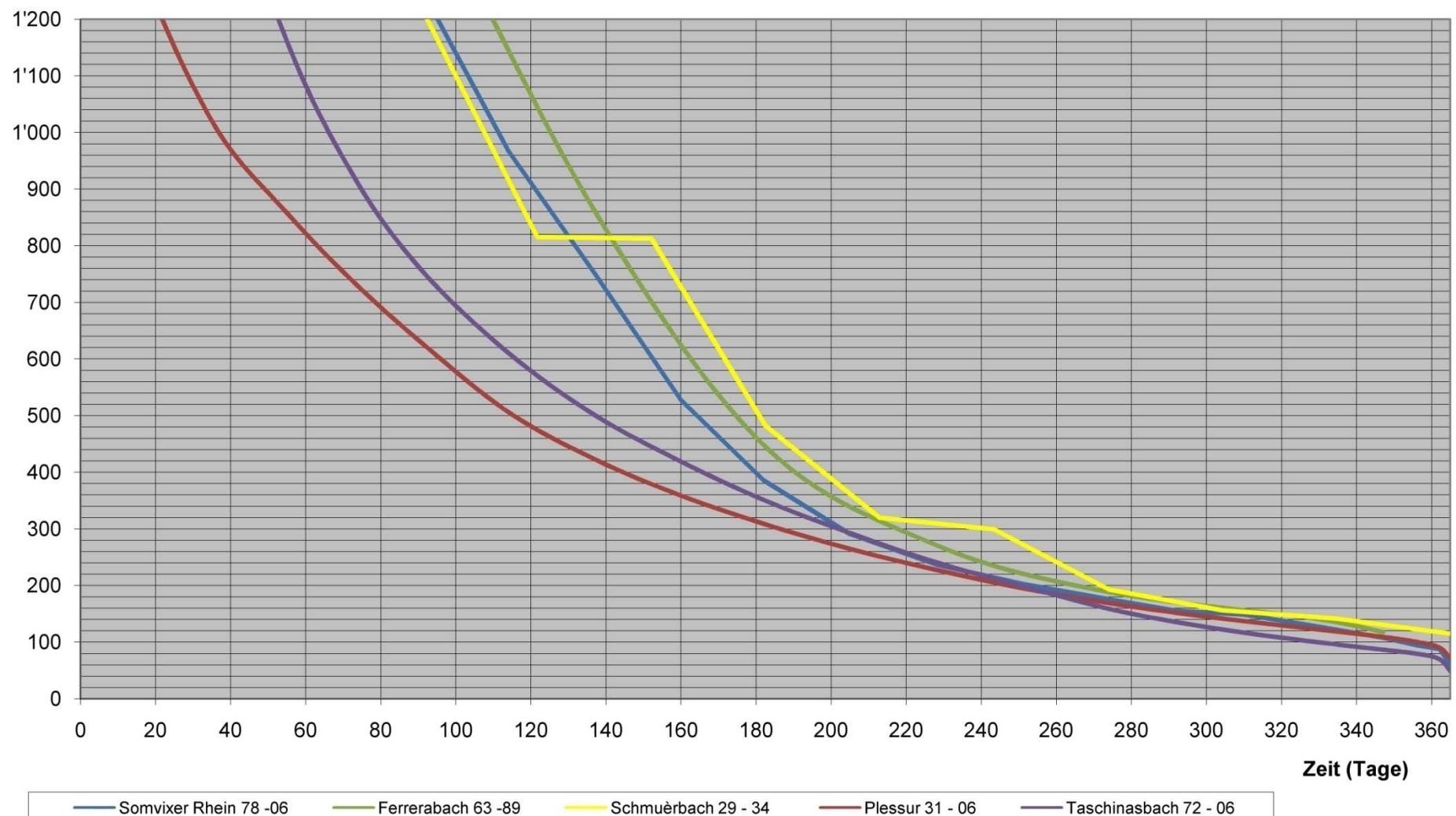


Grundriss 1:100



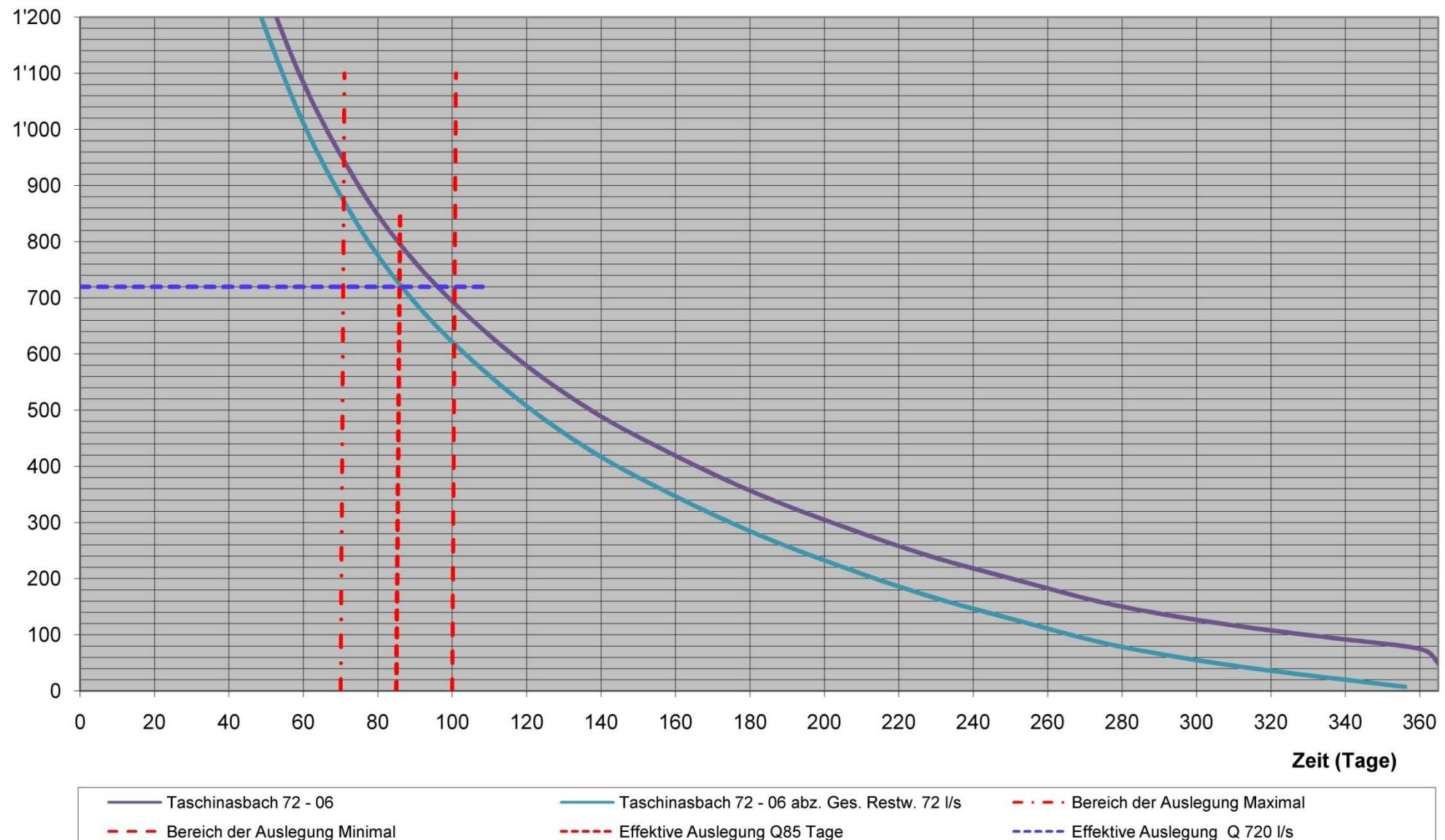
Wassermenge Q
(l/s)

Abflussdauerlinie der Referenzgebiete reduziert auf Einzugsgebiet Schluein



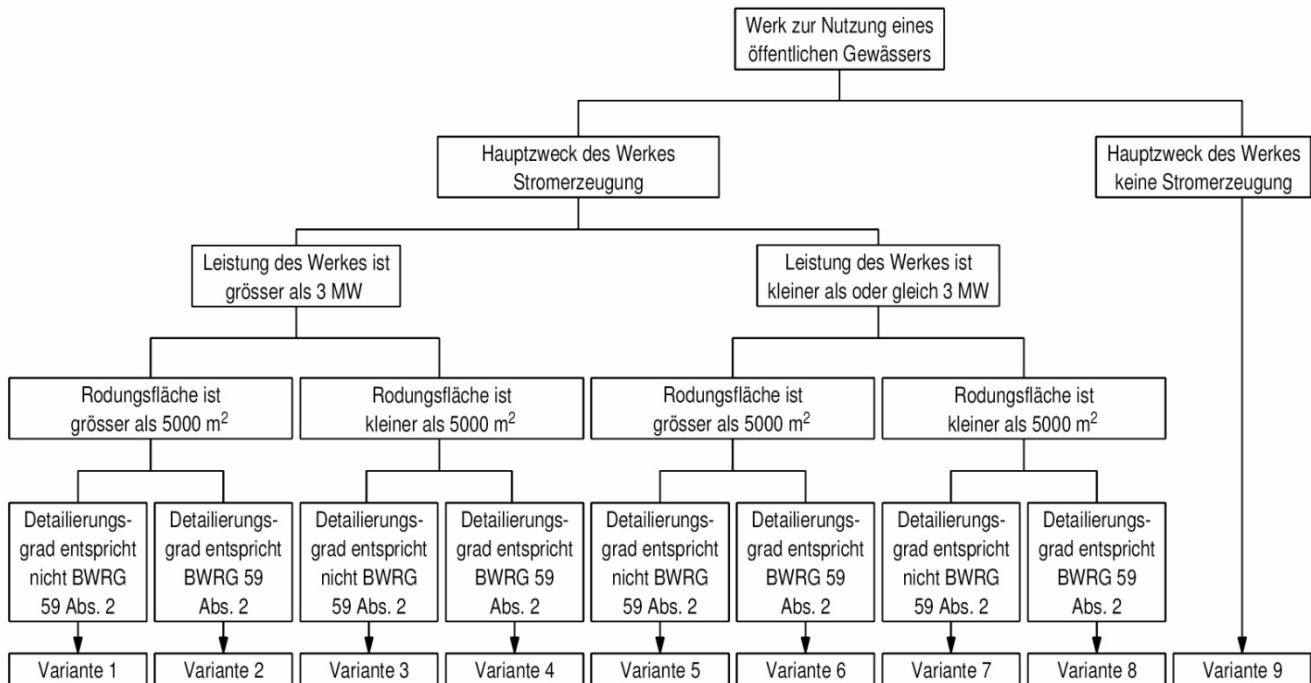
Wassermenge Q
(l/s)

Abflussdauerlinie für die Auslegung reduziert auf Einzugsgebiet Schlu ein



Übersicht Verfahrensvarianten bei der Nutzung eines öffentlichen Gewässers

Quelle Amt für Energie Graubünden www.energie.gr.ch Wasserkraft/Verfahren/Übersicht



Art. 58 b) Entscheid

¹ Bei der Projektgenehmigung entscheidet die Regierung über alle noch ausstehenden weiteren für die Verwirklichung des Vorhabens erforderlichen Bewilligungen, insbesondere auch über die Bau- und Ausnahmebewilligung nach Raumplanungsrecht.

² Sofern alle weiteren Bewilligungen bereits mit dem Konzessionsnehmigungsentscheid erteilt werden konnten, entfällt das Projektgenehmigungsverfahren.



Konzessionsverfahren im Kt. GR bei Wasserkraftwerken

