



KLEINWASSERKRAFTWERK LAVIN

Vorstudie

Ausgearbeitet durch

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



Impressum

Datum: 28. Mai 2008

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: 102154

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 / Projektbeschreibung	7
6.1.	Allgemein	7
6.2.	Kraftwerkkonzept	8
6.3.	Wassergewinnung/Wasserfassung	8
6.4.	Triebwasserweg	9
6.5.	Zentrale	10
6.6.	Wasserrückgabe	11
6.7.	Optimierungsmöglichkeiten	11
6.8.	Betrieb und Unterhalt	11
7.	Kosten und Wirtschaftlichkeit	12
7.1.	Investitionskosten	12
7.2.	Wirtschaftlichkeit	12
8.	Umwelt	13
9.	Projektmeilensteine und Organisation	14
10.	Offene Punkte konzeptionell oder ausschlaggebende Details	14
11.	Vorschlag für weiteres Vorgehen	15
12.	Anlagedaten	15
13.	Beilagen	15



1. Zusammenfassung

Im Auftrag der Atel EcoPower AG wurde die Projektidee Kleinwasserkraftwerk (KWKW) Lavin (Unterengandin) weiter verfolgt und eine Vorstudie ausgearbeitet. Die Vorstudie kommt zum Schluss, dass die Idee an der Lavinuoz ein Kraftwerk zu erstellen möglich und wirtschaftlich ist.

Bei dem Projekt handelt es sich um eine Idee der Gemeinde Lavin die für die Realisierung einen Partner suchte und diesen mit der Atel EcoPower gefunden hat.

Bei der Lavinuoz handelt es sich um einen Bergbach des Typus a-glacio-nival der sehr wild sein kann. Im Sommer bei Hochwasser ist mit grösserem Geschiebeaufkommen, im Winter und Frühjahr mit grossen Lawinen zu rechnen. Diesem Umstand ist bei der Fassungsanordnung Rechnung zu tragen. Das Einzugsgebiet hat einen Vergletscherungsanteil von über 10%, es ist somit mit einer ausgeprägten und nachhaltigen Sommerwasserfracht zu rechnen. Vorgesehen ist das Wasser unterhalb der Alp Dadoura auf einer Höhe von 1720m ü.M. zu fassen. Möglich sind eine konventionelle Fassung mit Seitenentnahme oder ein Tirolerwehr. Der Fassung mit Seitenentnahme ist aus wirtschaftlichen Gründen der Vorzug zu geben. Ein Tirolerwehr kann allenfalls ins Auge gefasst werden, wenn das Risiko von Steinschlag im Fassungsgebiet als zu hoch eingeschätzt wird. Das gefasste Wasser wird mit einer 1350m langen Druckleitung ob das Dorf Lavin geführt. Dort wird es auf feiner Höhe von 1440m ü.M. mit einer horizontalen, zweidüsigen Pelton turbine und einem Synchrongenerator in elektrische Energie gewandelt. Das Projekt kann zu 100% auf Gemeindegebiet von Lavin realisiert werden.

Im Projektperimeter befinden sich inventarisierte Trockenwiesen und –weiden von regionaler Bedeutung ansonsten gibt es keine weiteren ausgeschiedene Zonen oder sonstige geschützte Objekte. Die Vorabklärung hat ergeben, dass an der Lavinuoz im Bereich des Dorfes ein Hochwasserschutzprojekt in Arbeit ist, dies eine Massnahme infolge des grossen Hochwassers 2005.

Die Anlage hat eine installierte Leistung von 1350kW, ein Bruttogefälle von 280m, eine mittlere Jahresbruttoleistung von 820kW und ist in der Lage nach den Wasserfrachtabschätzungen eine Jahresproduktion von 5.494 Mio. kWh erneuerbare, CO₂ freie Energie zu erzeugen.

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 mit Gestehungskosten von 15.15Rp/kWh und einer Vergütung von 17.23Rp/kWh wirtschaftlich.

Der Atel EcoPower AG wird empfohlen das Projekt weiter zu verfolgen, die Wasserrechte an der Lavinuoz provisorisch zu sichern, ein Konzessionsprojekt zuhanden der Gemeindeversammlung ausarbeiten zu lassen und die Konzession zu beantragen.

2. Einleitung

Im Elektrizitätsbereich finden zur Zeit erhebliche Veränderungen statt. Weitreichend sind die Auswirkungen der Strommarktöffnung. 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 Lavin (Engadin) an der Lavinuoz 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 wurde beauftragt die Projektidee KWKW Lavin in Form einer Vorstudie weiter zu konkretisieren und bei gegebener Wirtschaftlichkeit Vorschläge für das weitere Vorgehen auszuarbeiten. Im Vorfeld dieser Studie ist auch mit den Gemeindebehörden die rechtliche Situation zu überprüfen.

4. Ausgangslage

Das KWKW Lavin soll das Wasser vom Lavinuoz nutzen. Die Projektidee kommt von der Gemeinde Lavin. Die Engadiner Kraftwerke (EKW) wollten dieses Wasser allerdings schon einmal nutzen, dies aber im Zusammenhang mit dem Laufkraftwerk Tasna. Vorgesehen war damals (1955) die nördlichen Inn-Seitenbäche Susasca, Aua da Sagliains, Lavinuoz, Clozza und Tasna zu fassen und an der Mündung der Tasna in den Inn zu turbinieren. Die EKW verzichteten damals allerdings auf diese Nutzung. Die von zwei Gemeinden bereits erteilten Konzessionen sind ungenutzt verfallen.

Mitte 1979 stand die Gemeinde Lavin mit der Suisselectra in Kontakt die eine erste Studie (Projektskizze) über die Nutzung der Lavinuoz verfasste. Dieses Projekt wurde aber nicht weiter verfolgt.

Im Dezember 2006 vereinbarten die Gemeinde Lavin und die Atel EcoPower AG zu untersuchen, ob das Wasser der Lavinuoz unter den heutigen Gegebenheiten wirtschaftlich genutzt werden kann.

Grundlagen

Diese Untersuchung in Form einer Vorstudie basiert auf folgenden Grundlagen:

- Vorprojektskizze KWKW Lavinuoz Suisselectra, Basel, Juni 1979
- Kartenmaterial von Swisstopo
- Öffentlich zugängliche Luftaufnahmen
- Kartenmaterial des Kantons 1:10'000
- Daten der Landeshydrologie
- Hydrologischer Atlas der Schweiz
- Natur und Landschaftsinventar Lavin (Amt für Natur und Umwelt GR)
- Geländebesichtigungen und fotografische Aufnahmen
- Schweizerische und Kantonale Gesetzgebung

Einzugsgebiet

Die Lavinuoz soll auf einer Höhe von 1720m ü.M. gefasst werden. Das Einzugsgebiet ist 20.550km² gross. Es umfasst das Gebiet nördlich von Lavin mit den Eckpunkten Sassauta, Linard Pitschen, Piz Linard, Piz Sagliains, Chapütschin, Verstanclahorn,



Signalhorn, Piz Fliana, P. d' Anschatscha, Piz Champatsch und Piz Chapisun. Der höchste Punkt ist der Piz Linard mit 3411m ü.M. Die Vergletscherung ist grösser 10% und somit recht ausgeprägt.

Beilage 1: Einzugsgebiet Lavinuoz 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 Lavin realisiert werden. Lavin ist somit auch zu 100% Konzessionsgeber und erstinstanzlich für die Baubewilligung zuständig.

Die erste Kontaktaufnahme mit der Gemeinde (Gemeindepräsident) durch die Straub AG erfolgte im Mai 2007. Da die Gemeinde das Projekt angestossen hatte, ging es nicht darum die politische Akzeptanz abzuklären, sondern um die örtlichen Gegebenheiten, die Vorstellungen der Gemeinde und das Vorgehen bei den Arbeiten im generellen zu besprechen (laufendes Hochwasserschutzprojekt, Alpweg / Alpbewirtschaftung, Trinkwasserleitungen im Alpweg, usw.).

Der Boden auf dem die Anlage zu stehen kommt, gehört vorwiegend der Gemeinde, dieser würde mit der Konzessionserteilung auch zur Verfügung gestellt. Ob dies durch Verkauf oder im Baurecht erfolgt ist später auszuhandeln.

Es wird mit einer Rodungsfläche unter 5000m² gerechnet.

Beim Ablauf des Konzessionsverfahrens kann davon ausgegangen werden, dass die Variante 8 zur Anwendung kommt (siehe Beilage 8 und 9).

Das Projekt ist nicht UVP pflichtig. Es ist ein Umwelt- und Restwasserbericht auszuarbeiten. Die Ausarbeitung dieses Berichtes soll ähnlich wie bei einem Umweltverträglichkeitsbericht erfolgen (Aussage Amt für Natur und Umwelt) ist aber vom Verfahren her einfacher.

5. Bestimmung Wasserdargebot

Aufgrund der Vorprojektskizze der Suisselectra kann angenommen werden, dass an der Tasna und Susasca Wassermessungen gemacht wurden, dies wahrscheinlich im Zusammenhang mit dem EKW Projekt KW Tasna. Für die Vorstudie standen diese Messungen jedoch nicht zur Verfügung. Für die Abschätzung des Wasserdargebotes der Lavinuoz auf Kote 1720m ü.M. wurden deshalb Daten der Landeshydrologie herangezogen. Am geeignetsten sind die drei Abflussmessungen am Ova dal Fuorn – Zernez Put la Dossa, Ova da Cluozza – Zernez und Ova Chamuera la Punt-Chamues-ch. Diese Messungen sind durch keine Kraftwerke beeinflusst, liegen nahe bei Lavin haben aber den Nachteil, dass alle auf der rechten Innseite liegen.

Kenngrössen:

Name der Messstation	Höhe (m ü.M.)	Mittlere Höhe (m ü.M.)	Fläche (km ²)	Vergletscherung (%)	Spezifischer Abfluss (l/skm ²)
Ova dal Fuorn	1707	2313	55.3	0.02	19
Ova da Cluozza	1509	2368	26.9	2.2	29
Ova Chamuera	1720	2549	73.3	1.5	31
Lavinuoz	1720	ca. 2400	20.1	>10	gesucht



Auf dem Diagramm (siehe Beilage 6) sind die Abflussdauerlinien der drei Gewässer umgerechnet auf das Einzugsgebiet der Lavinuoz und der Mittelwert der drei Einzugsgebiete dargestellt. Um den Einfluss eines Gletschers und die Höhenlage eines Gewässers extrem darzustellen, wurde noch die Abflussdauerlinie des Rosegbaches-Pontresina mit einer mittleren Höhe von 2716m ü.M. und einer Vergletscherung von 30% in das Diagramm aufgenommen.

Als Abflussdauerlinie für die Auslegung des KWKW Lavin wird das Wasserdargebot der Ova da Clozza Zernez reduziert auf das Einzugsgebiet von 20.550km² ohne weitere Korrektur herangezogen.

Begründung:

- Liegt am nächsten bei Lavin
- Hat von der Grösse, Vergletscherung und der mittleren Höhe die beste Übereinstimmung
- Liegt im Winter unter und im Sommer über dem Mittel der drei Einzugsgebiete und ist somit in der Winterenergieberechnung eher konservativ und berücksichtigt im Sommer den Gletschereinfluss leicht, aber immer noch konservativ.

Aufgrund dieser Abflussdauerlinie wird die Auslegung der Maschinengruppe auf die Wassermenge Q₁₀₀ gelegt.

Auf der leicht spekulativen Seite kann man davon ausgehen, dass das Wasserdargebot im Sommer infolge der doch deutlich höheren Vergletscherung nachhaltiger sein wird, als die Abflussdauerlinie ausweist. Dies würde es erlauben, dass die Ausbaumassermenge höher angesetzt werden könnte. Wichtig ist, dass sofort nach dem Entscheid das Projekt weiter zu verfolgen eine Wassermessung installiert wird, um so das Referenzeinzugsgebiet abstimmen zu können oder ein geeigneteres zu suchen.

Infolge des grossen Sommer- zu Winterwasser - Verhältnisses von 600l/s zu 0l/s ist ein kleiner Stunden- oder Tagesspeicher für den wirkungsgradoptimierten, alternierenden Winterbetrieb notwendig.

Das Diagramm (siehe Beilage 7) zeigt die angenommene Wasserfracht, abzüglich dem gesetzlichen Restwasser von 86l/s auf Basis Q₃₄₇ = 105l/s, für die Auslegung und Berechnung der Anlage. Ein allfällig notwendige Restwassererhöhung im Sommer ist nicht mit berücksichtigt.

6. Konzept / Projektbeschrieb

6.1. Allgemein

Die Kraftwerkskomponenten werden für eine Lebensdauer von über 30 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, bei gutem Unterhalt mit einer Lebensdauer bis 60 Jahren gerechnet werden. Die Lebensdauer des Turbinenrades ist von der Wasserqualität und der mechanischen Belastung abhängig.

Der Automatisierungsgrad und der Ausbaustandard der Kraftwerksanlage werden so ausgelegt, dass der Betrieb mit einem Minimum an Personal aufrecht erhalten werden kann und die Wartungs- und Unterhaltskosten minimal sind. 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. Kraftwerkkonzept

(siehe Beilage 2)

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

Ein kleiner Tages- oder Stundenspeicher ist allerdings notwendig, da das Verhältnis der Ausbauwassermenge (Q_a) von 600l/s zur minimalen Wasserfracht im Winter, die während 4 bis 5 Tagen die Restwassermenge unterschreiten kann, zu gross ist. Der kleine Speicher könnte allenfalls eliminiert werden, wenn eine zweite sehr kleine Maschinengruppe installiert würde.

Mit dem vorgesehenen $Q_a = Q_{100}$ von 600l/s und dem Bruttogefälle von 280m wird eine Leistung von 1.3 -1.4 MW erreicht die während ca. 96 Tagen gefahren werden kann (4 Tage Hochwasserverlust).

Die aufgrund der Abflussdauerlinie errechnete Energieproduktion abzüglich den Hochwasserverlusten liegt bei 5'494 MWh.

6.3. Wassergewinnung/Wasserrfassung

Standort: Koordinaten 803'320/184'280, unterhalb der Alp Dadoura, unmittelbar ob der Waldgrenze auf einer Höhe von 1720m ü.M.

Das Einzugsgebiet ist mit Ausnahme einer Waldfläche von 0.5km² unbewaldet. Das Gebiet war einmal mit einem Gletscher überdeckt und besteht vorwiegend aus Ablagerungen des Gletschers.

Die Wasserrfassung (Disposition siehe Beilage 3) besteht aus einem Wehr, einem beweglichen Element für die Spülung, einem Einlaufbauwerk mit Rechen und Einlaufschütze, sowie einem Teil für die Entsandung. Es werden keine Massnahmen getroffen für die Installation einer Rechenreinigungsmaschine.

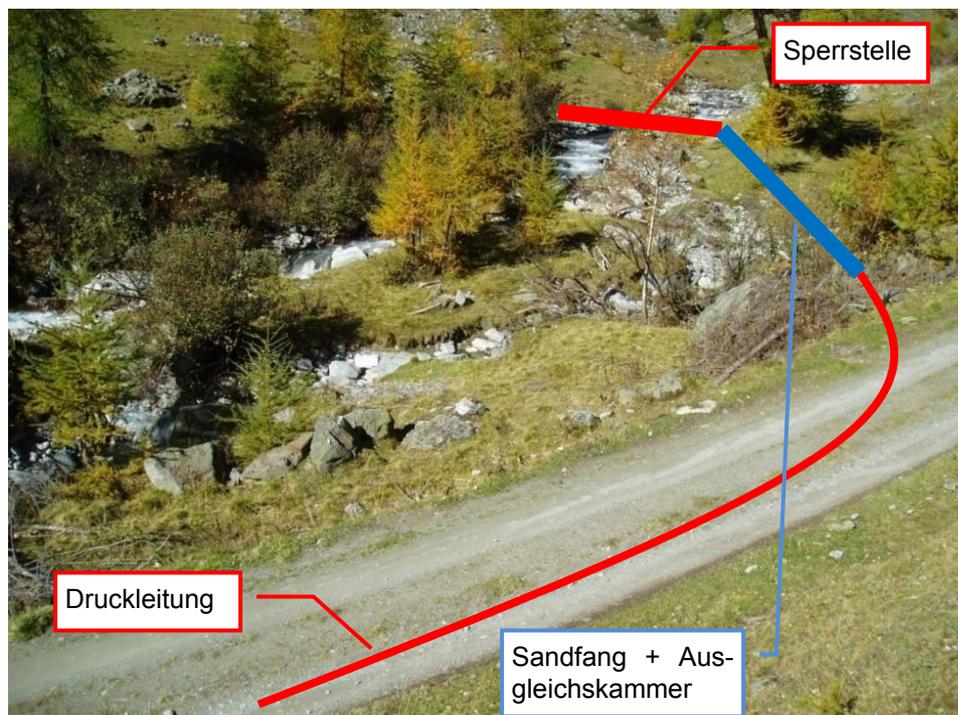


Bild 1 Fassungsstandort Alp Dadoura mit Alpweg



Dem Entsanderteil folgt eine Ausgleichskammer mit einem nutzbaren Inhalt von mindestens 800m³ Wasser das als Regelbecken und im Winter als Stunden- bis Tagespeicher genutzt wird.

Die Variante Tirolerwehr wird als weitere Lösung nicht ausgeschlossen. Dieses Wehr müsste auf einer Höhe von 1700m ü.M. bereits leicht im Wald erstellt werden und hat den Nachteil, dass nochmals 2 bis 3m Gefälle verloren gehen, also Total ca. 23m oder 7 bis 8%. Dies bedeutet, dass die Lösung mit dem Tirolerwehr ca. CHF 800'000.-- billiger sein müsste.

Bei der Wasserzuführung zur Druckleitung ist ein Sicherheitsorgan für den schnellen Abschluss (Rohrbruchsicherung) vorgesehen. Zusätzlich werden in einem separaten Raum die Steuerung, Fernwirkanlage inkl. Überwachung und der Eigenbedarf untergebracht.

Um dem Gewässerschutzgesetz Art. 31&ff gerecht zu werden, muss Dotierwasser abgegeben und eine Fischaufstiegshilfe gebaut werden. Vorgesehen ist eine Dotiermenge von 86l/s. Ob eine Aufstiegshilfe wirklich gebaut werden muss und was für ein Typ, ist im Konzessionsprojekt definitiv abzuklären. Ein Argument dagegen ist die Höhe der Wasserfassung und dass mit grösster Wahrscheinlichkeit bereits kurz nach dem Dorf Lavin natürliche Hindernisse den Fischaufstieg bis zur Fassung verhindern und so die Vernetzung mit dem Inn mehrfach unterbrochen ist. Ein Argument dafür ist, dass bei den Hochwasserschutzverbauungen in Lavin alle Massnahmen getroffen werden, dass die Bachsolenbefestigungen fischgängig sind. Es ist somit das Präjudiz geschaffen, dass beim vorliegenden Projekt der Problematik „Fisch“ hohe Beachtung geschenkt werden muss. Nicht geklärt ist auch, ob im Sommer während ca. 80 Tagen eine höhere Dotierwassermenge verlangt wird. Die Wahrscheinlichkeit ist gross, wie viel kann aber erst im Rahmen der Ausarbeitung des Umwelt- und Restwasserberichts beantwortet werden.

Das Wehr steht quer zur Fliessrichtung, das Spülelement und die Wasserentnahme sind auf der linken 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 600l/s unter 1.2m/s gehalten.

Die Fassung liegt direkt neben dem Weg zu den Alpen. Es muss daher darauf geachtet werden, dass sie ansehnlich in die Landschaft integriert wird.

Die Fischaufstiegshilfe ist ober- und unterwasserseitig mit je einer Abschlussmöglichkeit ausgerüstet, damit bei Hockwasser das Eindringen von Geschiebe verhindert werden kann. Gerechnet wird mit einer maximalen Höhe von 3m welche die Fische überwinden müssen. Bei der Bauart ist dem Wasserbedarf besondere Achtung zu schenken, da nicht mehr alle Aufstiegshilfen bei der vorgesehenen Restwassermenge funktionieren.

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 den Alpweg gelegt werden kann oder zumindest nicht allzu weit entfernt ist, damit 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, aus Gründen der Frostsicherheit ist dies auch anzustreben.



Vorgesehen ist die Leitung auf der linken Talseite von der Fassung bis auf eine Höhe von 1600m ü.M. im oder am Alpweg entlang zu führen. Danach auf dem kürzesten Weg bis in die Zentrale über einen steilen Abhang hinunter auf die Kote 1440m ü.M.. Die Erdverlegung ist in diesem Teilstück kostenintensiv, wenn die Leitung nicht sichtbar sein darf muss ein Schrägschacht gebohrt werden.

Ein Problem stellt die Verlegung im Alpweg dar, da während der möglichen Bauzeit auch die Alp belegt ist und der Weg befahrbar bleiben muss. Zudem ist die Trinkwasserleitung ebenfalls teilweise im vorgesehenen Korridor verlegt und darf auf keinen Fall Schaden nehmen, da keine Redundanz vorhanden ist.

Druckleitungskorridor siehe Beilage 11.

6.5. Zentrale

Vorgesehener Standort: Koordinaten 803'950/183'140 oberhalb der Brücke der Kantonsstrasse Zelerina – Zuoz auf einer Höhe von 1440m ü.M. (siehe Beilage 4+5).

Die Zentrale steht mitten im Hochwasserrisikogebiet und muss dementsprechend gebaut werden. Bei der Planung der Zentrale muss das Hochwasserschutzkonzept beachtet werden, damit die vorgesehenen Vorkehrungen für den Schutz nicht zunichte gemacht werden und die Zentrale ebenfalls geschützt ist.

Gerechnet wird mit einem teilweise überdeckten Massivbau. Die Grösse von 10 x 15m ist so bemessen, dass im Erdgeschoss alle Hauptkomponenten, vom Kugelschieber bis zum Blockschalter, Platz finden und für den Maschinenunterhalt noch eine angemessene Arbeitsfläche zur Verfügung steht.



Bild 2 Zentralenstandort, im Hintergrund Brücke über die Lavinuoz

Vorgesehen ist eine zweidüsige, horizontal angeordnete Pelton-turbine mit einem Synchron-generator und einer Wirkleistung von 1.350 MW resp. ca. 1.8 MVA Nennscheinleistung. Inselbetrieb ist nicht vorgesehen aber die Produktion von Blindleistung ist möglich.



Die optimale Wasserabarbeitung wird über eine Niveauregulierung gewährleistet. Für den allenfalls notwendigen alternierenden Winterbetrieb (Dezember bis März) bei einer Wasserfracht < 100l/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, 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.

Der Blocktrafo, die Schaltanlage und der EB werden in separaten Räumen oder Zellen untergebracht.

Die Baustellenerschliessung der Zentrale ist problemlos und kostengünstig.

6.6. Wasserrückgabe

Die Wasserrückgabe erfolgt ab der Zentrale in einer gedeckten Freispiegelleitung DN1000 direkt zurück in die Lavinuoz. Bei der Wasserrückgabe ist der Hochwasserschutztauglichkeit ebenfalls besondere Beachtung zu schenken.

6.7. Optimierungsmöglichkeiten

Das in dieser Vorstudie vorgesehene Bruttogefälle beträgt 280m mit der Gefahr, dass es bei der Festlegung der Fassungsart und des Standortes noch auf 265m (Tirolerwehr) zurückgehen kann. Bei der weiteren Projektbearbeitung ist darauf zu achten, dass kein weiteres Gefälle verloren geht. Ein Wehr mit Seitenentnahme wäre deshalb zu bevorzugen.

Beim Zentralenstandort könnten bis zu 50m Gefälle optimiert werden. Dies wenn die Zentrale an den Inn gelegt wird. Ein guter Standort wäre bei der gemeindeeigenen ARA (siehe Beilage 11). Dadurch fällt das Teilstück des Baches im Dorf aber in den Bereich der Ausleitungsstrecke. Der Variantenentscheid kann erst nach der Abklärung der politischen Akzeptanz gefällt werden.

Durch das Optimieren könnte das Gefälle also bis zu 65m (50mm Zentralenstandort + 15m Fassungsstandort) oder über 20% erhöht werden. Die geschätzten Mehrkosten liegen bei CHF 0.9 Mio. bei einer Produktionserhöhung von über 1 GWh.

6.8. 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 Pikettendienstes).

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 Geschwämselftrieb infolge Hochwasser ist der Kraftwerksbetrieb einzustellen und freier Durchfluss zu erstellen. Die Reinigung und Spülung der Fassung im ordentlichen Betrieb ist durch den Wehrwart zu bewerkstelligen. Eine automatische Spülung wird auf jeden Fall installiert und wird mit grosser



Wahrscheinlichkeit genügend effizient sein, so dass sich die Arbeiten für den Wehrwart auf Kontrollen und ausserordentliche Situationen beschränken. Aufmerksamkeit ist dem Winterbetrieb zu schenken, da die Zugänglichkeit stark eingeschränkt ist und die Fassung während mehreren Monaten unbeaufsichtigt ihren Dienst verrichten muss.

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

- Eine Jahreskontrolle der gesamten Anlage von 5 Arbeitstagen (AT) im März
- 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 Betrieb, Unterhalt und den Pikettdienst sollte versucht werden mit dem örtlichen EW oder den Engadiner Kraftwerken eine Unterhaltsvereinbarung auszuhandeln. Die Wehrrarbeiten können einem ortsansässigen Bauern oder pensionierten Sachverständigen z.B. EW Mitarbeiter übergeben werden.

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)
Wass erfassung	1'950
Triebwasserweg / Druckleitung DN 600	2'038
Zentrale: Bau, Krananlage und allg. Einrichtungen	490
Zentrale: Elektromechanische Ausrüstung	1'500
Wasserrückgabe und Energieübergabe	70
Ingenieurleistungen	605
Diverses (Gebühren, Kapaldienst während dem Bau usw.)	552
Unvorhergesehenes 10%	605
Total Investitionskosten	7'810
Kostengenauigkeit +/- 20%	+/- 1'562

7.2. Wirtschaftlichkeit

Aufgrund der Investitionskosten, der Amortisationszeit von 25 Jahren, einem kalkulatorischen Zinssatz von 5%, Betriebskosten und Wasserzinsen ergeben sich folgende



Energiegestehungskosten:

- 15.15 Rp/kWh; bei einer zu erwartenden mittleren Erzeugung von 5'494MWh/a.

Die Gestehungskosten setzen sich wie folgt zusammen:

Kostenart	Betrag abs. Rp/kWh	Betrag %
Kapitaldienst	10.08	66.6
Verwaltung, Betrieb, Unterhalt und technischer Support	3.44	22.7
Wasserzinse und sonstige Abgaben	1.20	7.9
Versicherungen	0.43	2.8
Total	15.15	100

Die Entschädigung nach der neuen Energieverordnung (ENV; KEV) beträgt 17.23Rp/kWh. Die wirtschaftliche Tragbarkeit ist somit gut gegeben.

Die mittlere Bruttoleistung beträgt 820kW, das Kraftwerk ist somit nach dem Gesetz vom Wasserzins befreit. Es wurde trotzdem mit dem maximalen Wasserzins von Fr. 80.-- /kW mittlere Bruttoleistung für die Entschädigung der Gemeinde gerechnet.

Risikoabschätzung

Eine Abweichung der Investitionskosten von +10% beeinflussen die Gestehungskosten mit 1.5Rp/kWh. Dies bedeutet, dass die Gestehungskosten bei 16.65Rp/kWh liegen würden.

Die Abweichung der Energieproduktion von 10% beeinflussen die Gestehungskosten und die Einspeisevergütung bei einer Verzinsung von 5% wie folgt:

Abweichung	KEV	Gestehungskosten Amortisation 25 a		Gestehungskosten Amortisation 40 a	
		Abs.	Delta	Abs.	Delta
+ 10%	17.00	13.84	3.16	12.21	4.79
Auslegung	17.23	15.15	2.08	13.35	3.88
- 10%	17.52	17.74	-0.22	14.74	2.78

8. Umwelt

Beim Bau der Fassung und der Druckleitung (Wasserführung) muss dafür gesorgt werden, dass möglichst wenig Wald gerodet werden muss und der Boden nicht verdichtet wird.

Das vorgesehene Gelände wird teilweise landwirtschaftlich genutzt. Der untere Teil der Druckleitung durchquert eine Zone „Trockenwiesen und -weiden von regionaler Bedeutung“ (siehe Beilage 8). Auch Teile der Zentrale können diese Zone tangieren. Dies bedeutet, dass beim Bau besondere Vorkehrungen erforderlich sein werden. Dies sollte sich aber darauf beschränken, dass bei Aushüben die einzelnen Erdschichten separiert werden und beim Auffüllen die Bodenstruktur möglichst gleich aufgebaut wird. Eine grosse Kostenfolge oder weitere Restriktionen sollten daraus nicht entstehen. Ersatzmassnahmen von Seiten des Kantons könnten aber geltend gemacht werden. Diese Problematik könnte beim Standort ARA umgangen werden (siehe Beilage 11).



Noch nicht ganz absehbar ist die Restwasserproblematik. Der Bach ist gut strukturiert, dies bedeutet, dass gegenüber dem gesetzlichen Minimum keine höhere Restwassermenge gefordert werden sollte. Die Fischwanderung muss grundsätzlich sichergestellt werden. Der Verzicht auf eine Fischaufstiegshilfe kann begründet werden, mit den natürlichen Hindernissen, ob darauf eingegangen wird, ist nicht abschätzbar. Die Beurteilung muss durch die Umweltexperten erfolgen mit dem Antrag an das Amt für Natur und Umwelt.

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.

Schutzzonen von nationaler Bedeutung werden keine tangiert.

Auf den Tourismus (Ästhetik) kann zumindest soweit Rücksicht genommen werden, dass die Druckleitung grösstenteils oder ganz erdverlegt wird. Die Fassung wird immer einsehbar sein, mit Ausnahme ein Tirolerwehr würde noch innerhalb des Waldes erstellt (Gefälleverlust!). Dass der Bach genutzt wird ist vom Alpweg aus teilweise sichtbar und je nach Zentralenstandort auch im Dorfe.

9. Projektmeilensteine und Organisation

Projektmeilensteine:

- | | |
|--|--------------------|
| • Entscheid der Atel das Projekt weiter zu verfolgen | Projektstart |
| • Vorstellen des Projektes und prov. Zusage der Wasserrechte durch die Gemeindebehörde | + 2 Monate |
| • Ausarbeitung Konzessionsprojekt | + 6 Monate |
| • Bewilligungsverfahren, Konzessionserteilung durch die Gemeindeversammlung | + 4 Monate |
| • Bau der Anlage, Ausführung | + 12 bis 18 Monate |
| • Inbetriebsetzung und Probetrieb | + 1 Monate |
| • Übergabe der Anlage an den Eigentümer nach Projektstart: | 28 bis 31 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 bis 18 Monate und bildet in der Ausführungsphase den kritischen Terminpfad.

10. Offene Punkte konzeptionell oder ausschlaggebende Details

- Verifizieren der Restwassermenge und Notwendigkeit der Fischaufstiegshilfe abklären.
- Suche nach früheren Wassermessungen und Überprüfung der Abflussdauerlinie respektive der Jahresproduktionserwartung.
- Installation einer Wassermessung.
- Politische Machbarkeit des Zentralenstandortes ARA abklären



11. Vorschlag für weiteres Vorgehen

Da die Vorprojektstudie zu einem positiven Schluss für das KWKW Projekt Lavin kommt, wird dem Auftraggeber, der Atel resp. EcoPower, empfohlen das Projekt weiter zu verfolgen, die Wasserrechte an der Lavinuoz zu sichern und ein Konzessionsprojekt ausarbeiten zu lassen mit allen dazugehörenden Abklärungen.

12. Anlagedaten

Konzessionsgeberin	Gemeinde Lavin
Einzugsgebietgrösse	20.550km ²
Fassung	Lavinuoz, Höhe 1720m ü.M.
Wasserrückgabe	Lavinuoz, Höhe 1440m ü.M.
Bruttogefälle	280m
Ausbauwassermenge	600l/s
Installierte Leistung	1.350 MW
Jahresproduktion	5.494 Mio. kWh
Investition (+/- 25%)	7.810 Mio. CHF
Gestehungskosten	15.15 Rp/kWh

Chur, den 28. Mai 2008

Straub AG

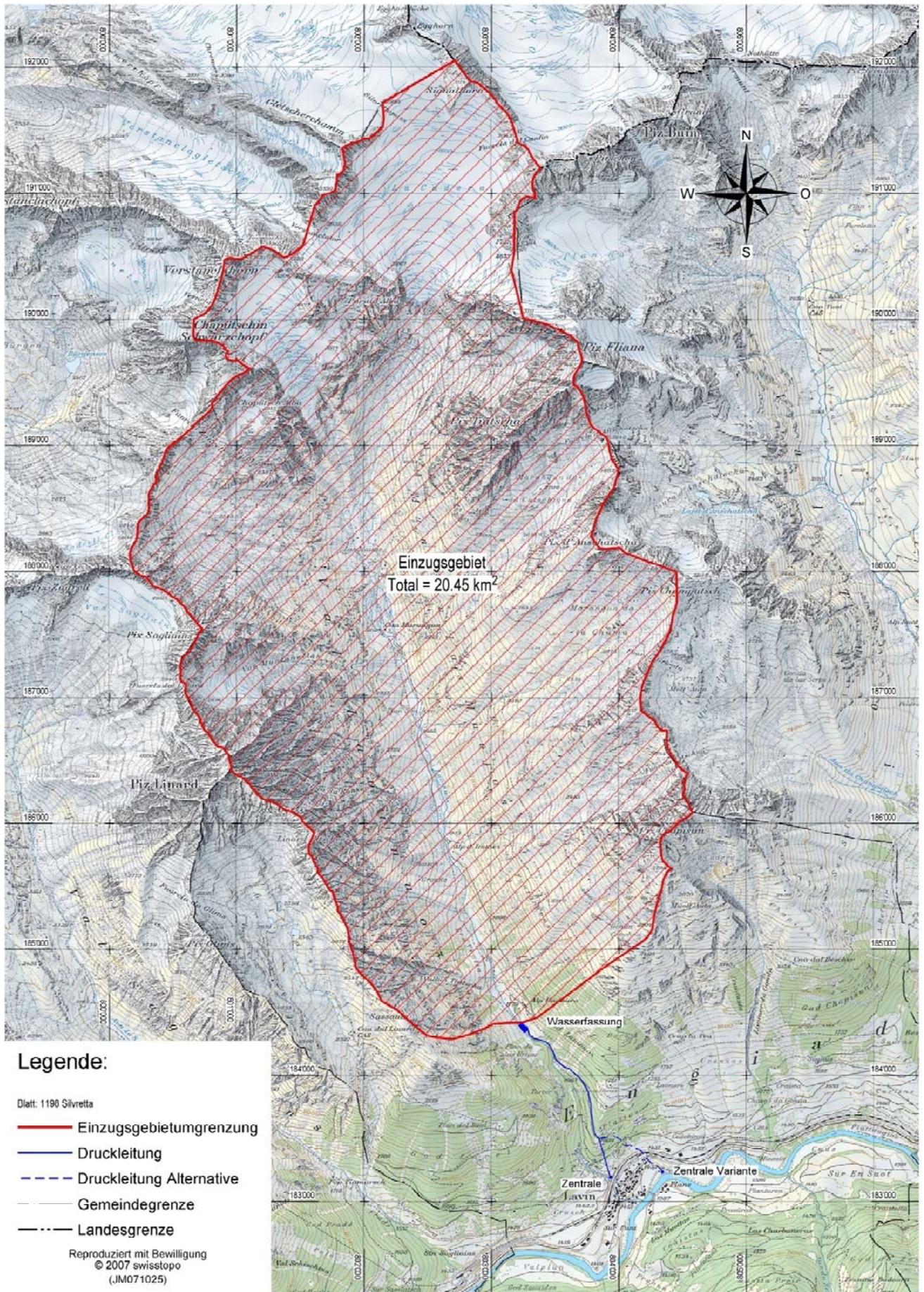


Felix Merz

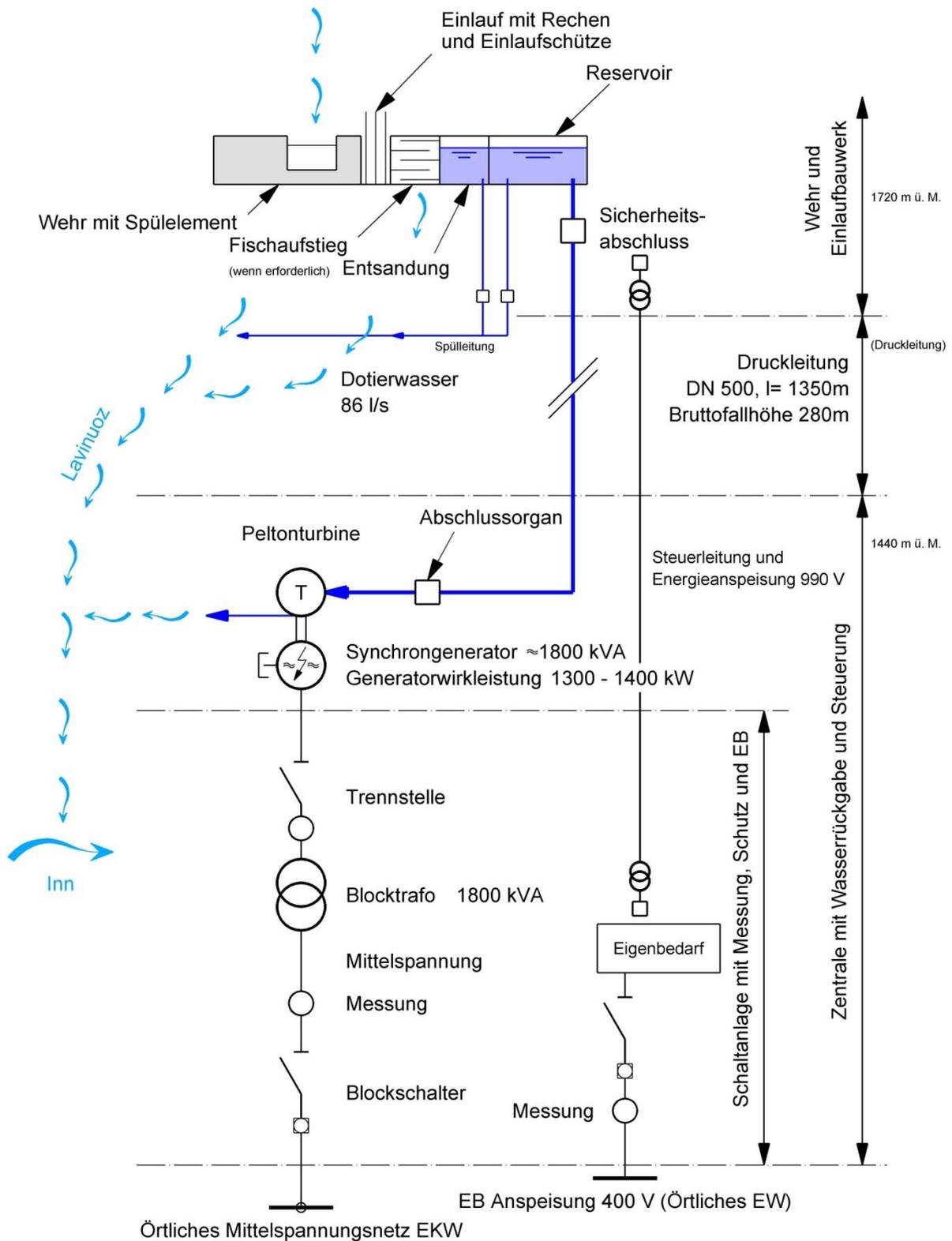
13. Beilagen

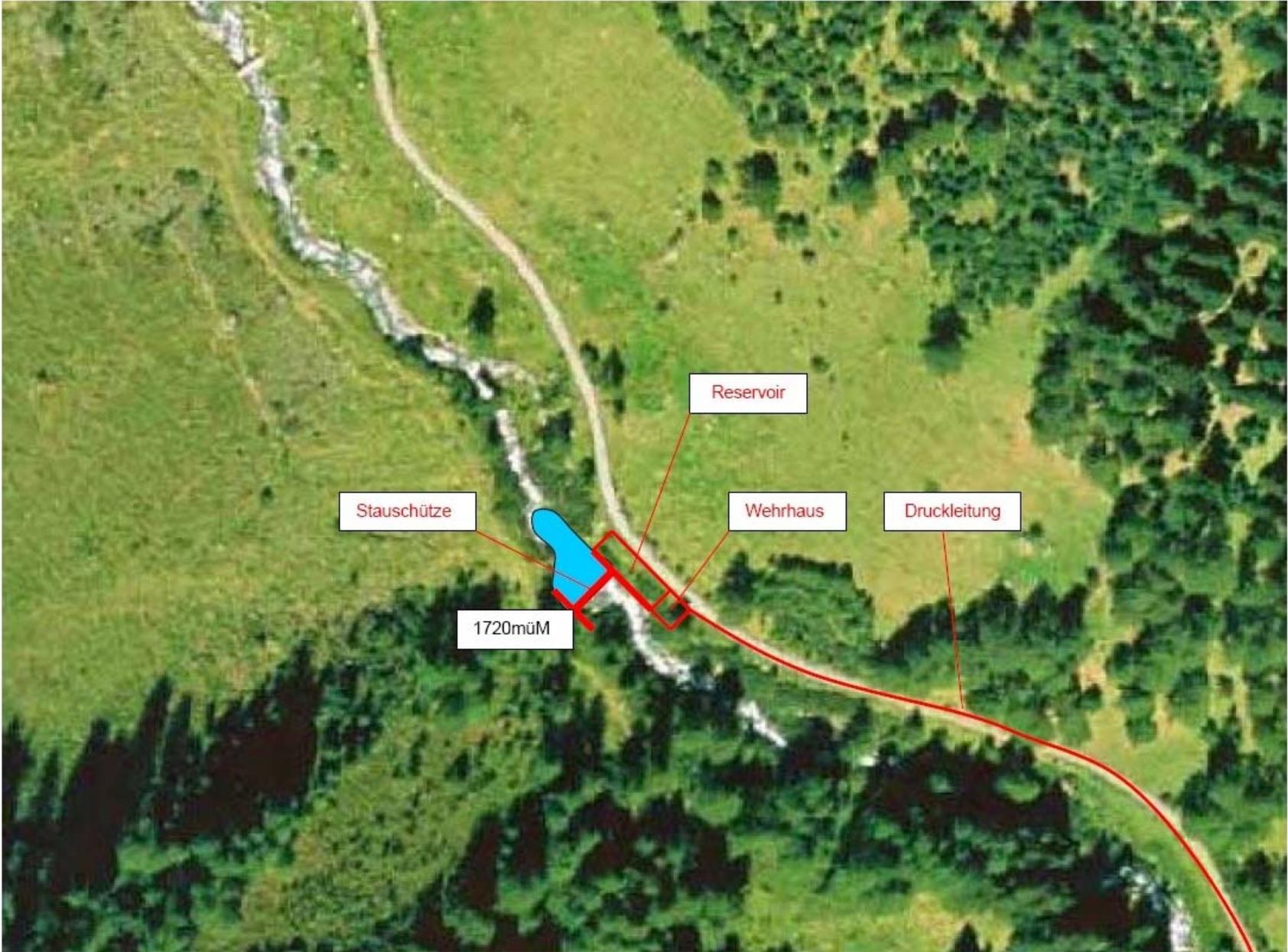
1. Einzugsgebiet Lavinuoz und Standort der Fassung und der Zentrale, Landeskarte 1:25'000 Blatt 1198 Silvretta
2. Kraftwerkkonzept KWKW Lavin
3. Fassungsdisposition
4. Zentralendisposition mit Anschlusspunkt ans örtliche Netz
5. Zentralengrundriss
6. Abflussdauerlinie, der Referenzeinzugsgebiete
7. Abflussdauerlinie für die Auslegung
8. Natur- und Landschaftsinventar Lavin (ANU)
9. Verfahrensvarianten bei der Nutzung eines öffentlichen Gewässers
10. Voraussichtliches Konzessionsverfahren Variante 8
11. Druckleitungskorridor

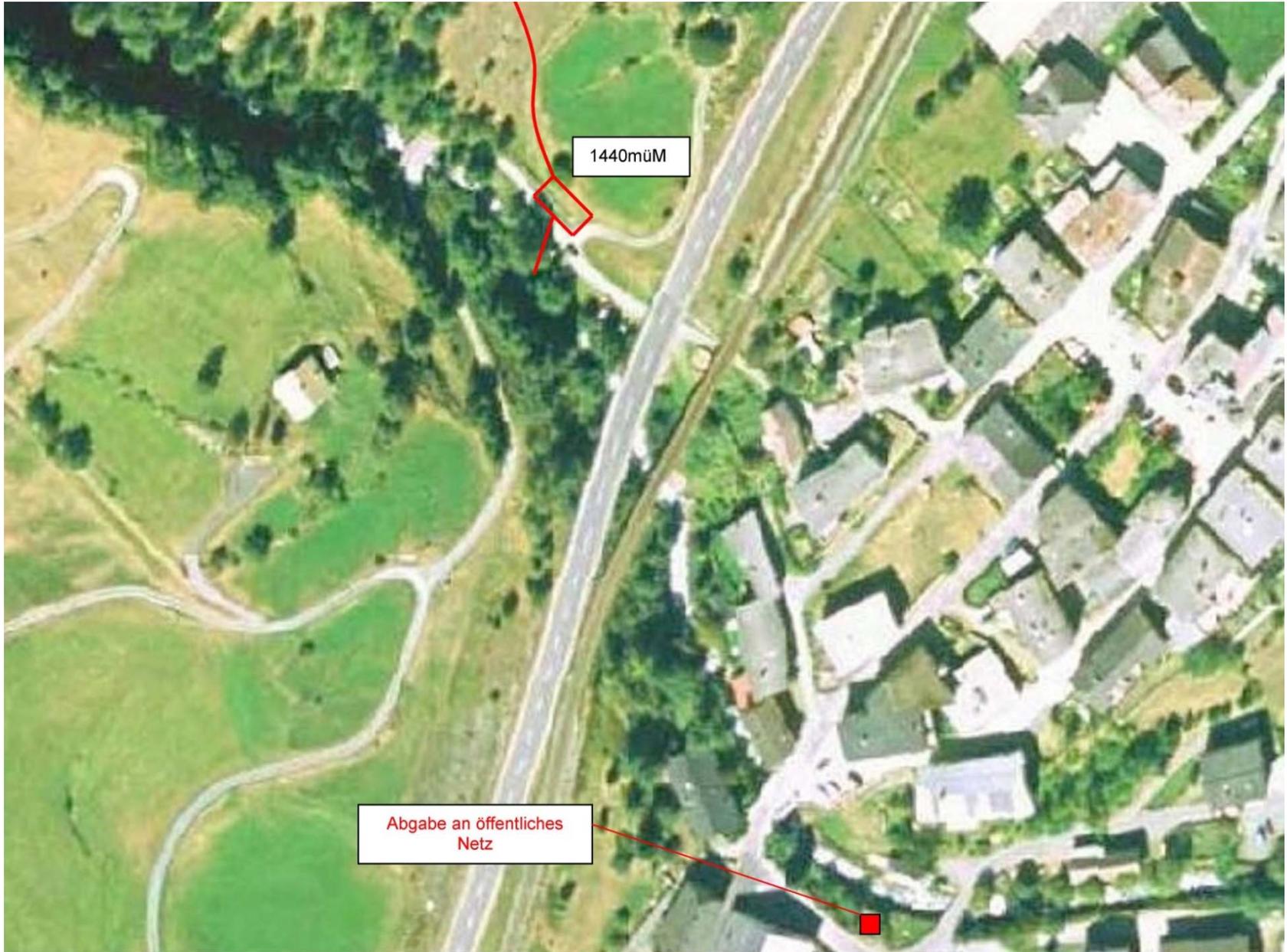




Vorstudie Kraftwerkskonzept KWKW Lavin





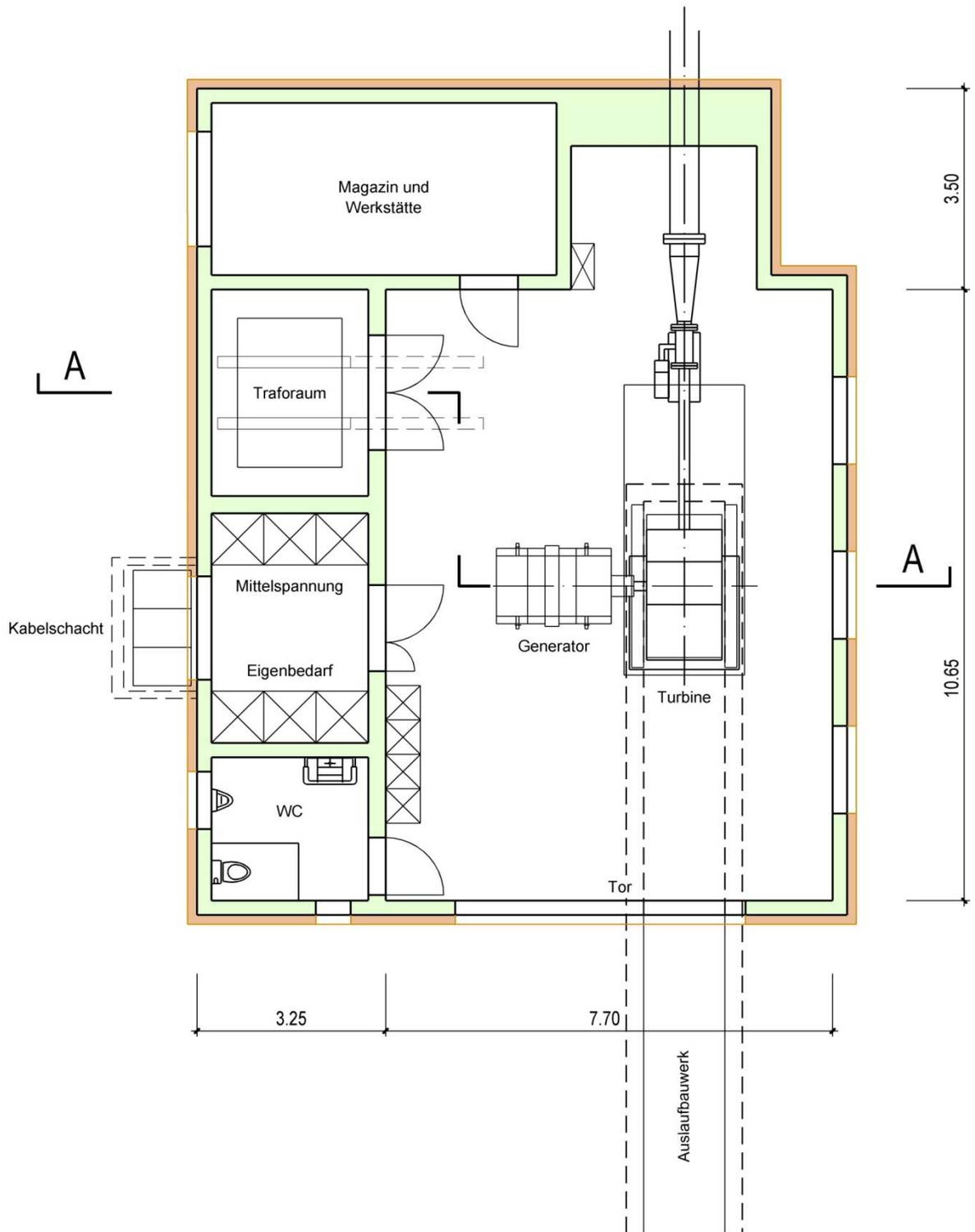


1440müM

Abgabe an öffentliches
Netz

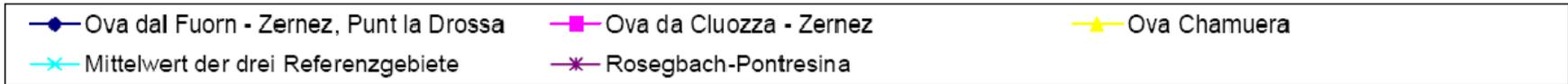
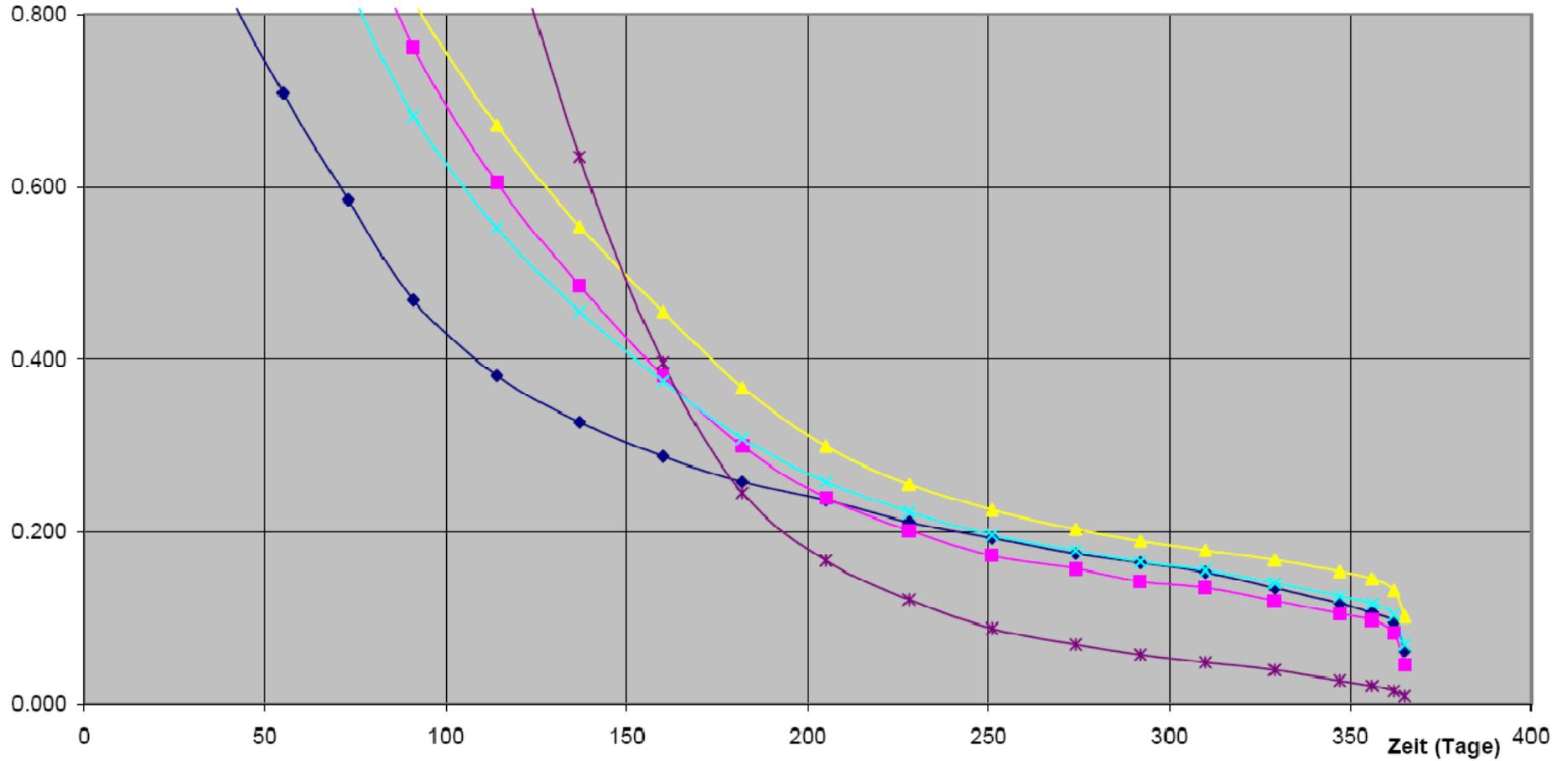


Grundriss 1:100



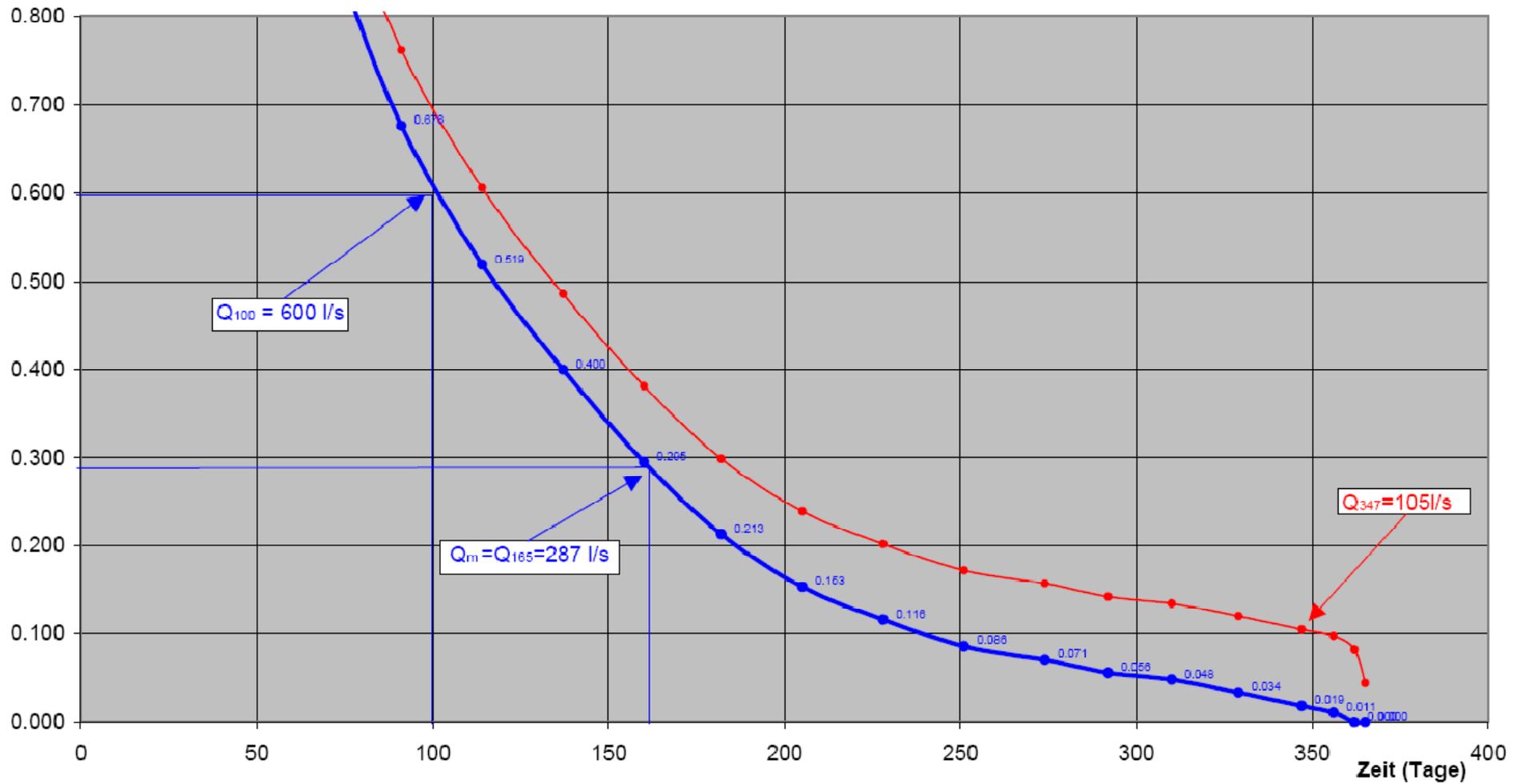
Wassermenge Q
(m³/s)

Abflussdauerlinie der Referenzgebiete reduziert auf Einzugsgebiet Lavinuoz



Abflussdauerlinie für die Auslegung

Wassermenge Q
(m³/s)



—●— Ova da Cluozza Zernez red.auf Einzugsgebiet Lavinoz —●— Ova da Clozza Zernez red. Abzüglich Restwasser von 86 l/s



Auszug Natur und Landschaftsinventar Lavin



Legende:

TROCKRWIESEN UND -WEIDEN

 regional

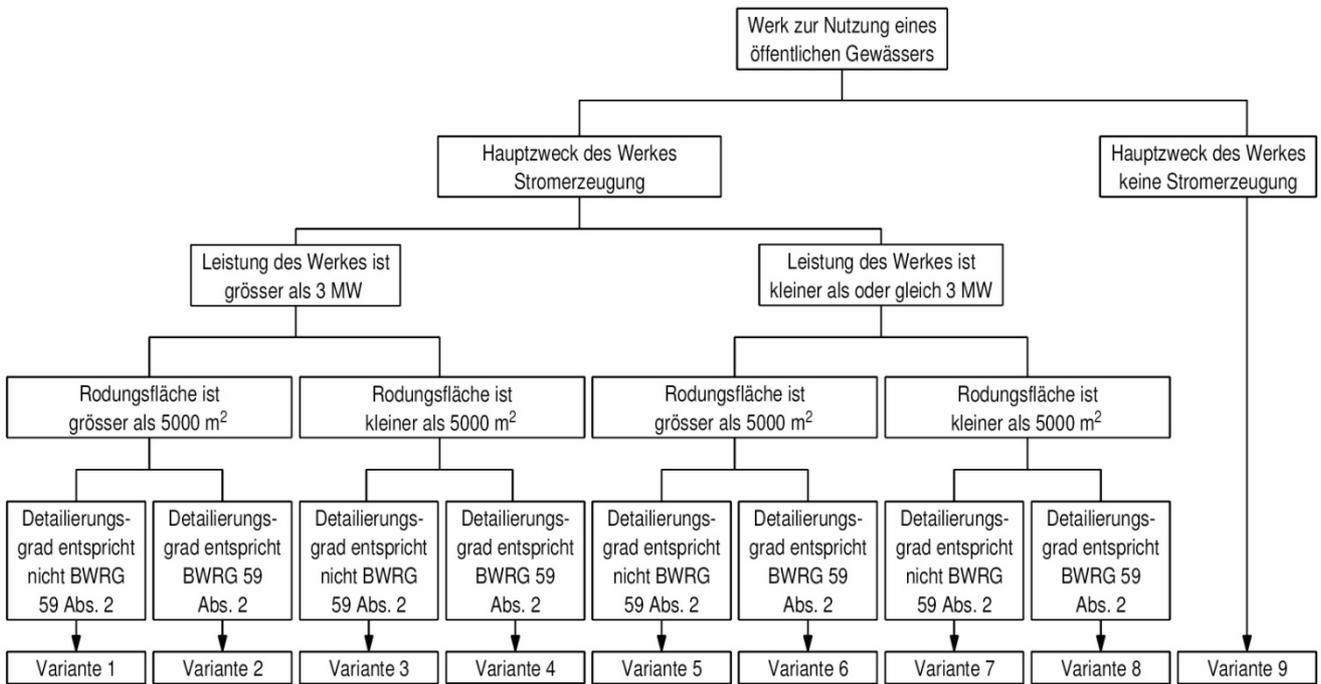
LANDSCHAFTEN

 Landschaft regional



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 Ausnahmbewilligung nach Raumplanungsrecht.

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



Konzessionsverfahren im Kt. GR bei Wasserkraftwerken

