

Schlussbericht

Vorstudie Kleinwasserkraftwerk Mühle am Steintaler- bach in Ebnat Kappel

Reaktivierung der ehemaligen Wasserkraftanlage Mühle

ausgearbeitet durch
Josef Burri
Fernando Binder

IM Ingenieurbüro Maggia AG, Locarno

Patrik Wick, 9650 Nesslau

Mühle am Steintalerbach in Ebnat Kappel

A. Technischer Bericht

1. Einleitung	1
2. Unterlagen	2
2.1 Topographische Unterlagen	2
2.2 Hydrologische Unterlagen	2
2.3 Weitere Unterlagen	2
3. Hydrologie	3
3.1 Einzugsgebiet und Abflussmengen	3
3.2 Ausbau- und Nutzwassermenge	4
3.3 Restwassermengen	5
3.4 Hochwassermengen	5
4. Beschrieb der ehemaligen Anlage und deren Zustandserfassung	6
4.1 Stauwehr und Wasserfassung	6
4.2 Druckleitung und Wasserschloss	6
4.3 Zentrale und elektromechanische Ausrüstung	7
5. Variantenstudium	8
5.1 Anlagekonzept	8
5.2 Variante 1: $Q_A = 0.7 \text{ m}^3/\text{s}$	8
5.3 Variante 2: $Q_A = 1.0 \text{ m}^3/\text{s}$	8
5.4 Variante 3: $Q_A = 1.3 \text{ m}^3/\text{s}$	9
5.5 Variantenvergleich und Wahl der Bestvariante	9
6. Projektbeschreibung	10
6.1 Stauwehr und Wasserfassung	10
6.2 Druckleitung	11
6.3 Zentrale	11
6.4 Unterwasserkanal	12
7. Energieproduktion	13
8. Kostenschätzung und Bauprogramm	14
9. Wirtschaftlichkeit und Energiegestehungskosten	15
10. Hauptdaten	16
11. Auswirkungen der Wasserentnahme auf die Umwelt	18
11.1 Landschaftsschutz	18
11.2 Naturschutz	18
11.3 Erhaltung der Wasserqualität	19
11.4 Grundwasserschutz	19
11.5 Auswirkungen unterschiedlich grosser Wasserentnahmen	20
12. Zusammenfassung	21

B. Photodokumentation**C. Beilagen zum Technischen Bericht**

Beilage 1	Situation 1:25'000	111609.21-901
Beilage 2	Einzugsgebiet des Kraftwerks 1:100'000	111609.21-902
Beilage 3	Dauerkurve der Steintalerbaches bei der Wasserfassung	111609.21-903
Beilage 4	Situation 1:500	111609.21-904
Beilage 5	Längenprofil	111609.21-905
Beilage 6	Wasserfassung, Grundriss und Schnitte	111609.21-906
Beilage 7	Zentrale, Grundriss und Schnitte	111609.11-907
Beilage 8	Bauprogramm	111609.21-908

A. TECHNISCHER BERICHT

1. Einleitung

Die ehemalige Mühle auf der Liegenschaft der Familie Bösch in Ebnet Kappel nutzte früher das Wasser des Steintalerbaches mittels Wasserrädern in drei Stufen. Es gab eine untere und eine obere Fassung mit je einem Wehr. Von der oberen Fassung, welche sich ca. 250 m bachaufwärts der Sägerei befindet, gelangte das Wasser in ein Wasserschloss, welches sich unmittelbar oberhalb der Gebäude befindet. Von dort aus wurden zuerst alle drei Wasserräder versorgt, später wurde über eine Druckleitung eine Turbine angetrieben, die in der ehemaligen Wasserradkammer installiert war. Die Mühlen, wie auch die Kraftwerksanlage sind seit längerem ausser Betrieb.

Im Zuge des Neubaus von Herrn Bösch stellt sich die Möglichkeit, die Zentrale in dessen Untergeschoss zu realisieren.

Im Oktober 2001 beauftragte Herr P. Wick-Bösch die IM Ingenieurbüro Maggia AG mit der Ausarbeitung eines Vorprojektes für eine neue Nutzung des Wasserkraftpotentials in einer wirtschaftlichen Kraftwerksanlage.

Der vorliegende Bericht beinhaltet diese Studie zur Reaktivierung der ehemaligen Wasserkraftanlage Mühle.

2. Unterlagen

Zur Ausarbeitung des Vorprojektes des Kraftwerks Mühle am Steintalerbach standen folgende Unterlagen zur Verfügung.

2.1 Topographische Unterlagen

- Landeskarte 1:25'000 Blatt 1114 Nesslau
- Grundbuchpläne der Gemeinde Ebnat-Kappel
 - Situation 1:500
 - Situation 1:2000

2.2 Hydrologische Unterlagen

- Hydrologische Jahrbücher der Schweiz
Eidg. hydrometrische Stationen:
Steinenbach – Kaltbrunn, Steinenbrugg Periode 1968 bis 2000
- "Die grössten bis zum Jahre 1969 beobachteten Abflussmengen von schweizerischen Gewässern"; Eidg. Amt für Strassen- und Flussbau, 1974
- "Angemessene Restwassermengen – wie können sie bestimmt werden?" Wegleitung 2000, Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (BUWAL)

2.3 Weitere Unterlagen

- Studie zuhanden des Bundesamtes für Wasserwirtschaft zur Reaktivierung stillgelegter Kleinwasserkraftwerke im Kanton St. Gallen der ITECO Ingenieurunternehmung AG, 8910 Affoltern a/Albis, Juli 1995
- Studienbericht Nr. 3 des Bundesamtes für Wasserwirtschaft „Kleinwasserkraftwerke in der Schweiz, Teil IIa, Oberes Toggenburg“ (1984)
- Auszüge (Grundriss, Schnitte, Ansicht) aus den Projektplänen für den Neubau auf der Parzelle 730 in Ebnat-Kappel

3. Hydrologie

3.1 Einzugsgebiet und Abflussmengen

Das direkte Einzugsgebiet bei der Wasserfassung des Kraftwerks Mühle am Steintalerbach (siehe Beilage 2) hat eine Fläche von 15.85 km². Es ist zum grössten Teil bewachsen oder bewaldet. Infolge der grossen Abhängigkeit der Abflüsse von den jeweiligen Niederschlägen weist der Steintalerbach grosse jahreszeitliche Schwankungen auf.

Am Steintalerbach wurden keine offiziellen Messungen durchgeführt. Es standen auch keine Daten von der früheren Nutzung zur Verfügung. Zur Bestimmung der Abflussmengen wurden verschiedene benachbarte Einzugsgebiete mit vorhandenen Messstationen untersucht.

Die Dauerkurve für das Kraftwerk lässt sich am besten von der eidgenössischen hydrometrischen Station Steinenbach – Kaltbrunn, Steinenbrugg ableiten.

Station	Messperioden	Einzugsgebiet
Steinenbach – Kaltbrunn, Steinenbrugg	1968 – 2000	19.1 km ²

Das Einzugsgebiet des Steinenbachs weist eine ähnliche Morphologie und Grösse wie dasjenige des Steintalerbaches auf. Die beiden Einzugsgebiete grenzen aneinander an und entwässern die Oberflächengewässer aus dem Gebiet Speer – Tanzboden womit eine ähnliche jahreszeitliche Abflusssituation vorherrscht.

Die durchschnittlichen jährlichen Niederschlagsmengen sind im Referenzgebiet mit 2000 bis 2400 mm/Jahr etwas höher als diejenigen im Projektgebiet (1600 bis 2000 mm/Jahr).

Aus der Dauerkurve der Abflussmengen dieser Messstation lässt sich proportional zur Grösse des Einzugsgebietes, erweitert um einen Korrekturfaktor, die Dauerkurve für das Kraftwerk mit folgender Formel ermitteln:

$$Q_{\text{Kraftwerk}} = Q_{\text{Referenzstation}} * \frac{E_{\text{Kraftwerk}}}{E_{\text{Referenzstation}}} * C$$

- wobei:
- $Q_{\text{Kraftwerk}}$ = Abflussmenge beim Kraftwerk
 - $Q_{\text{Referenzstation}}$ = Abflussmenge der Referenzstation
 - $E_{\text{Kraftwerk}}$ = Einzugsgebiet des Kraftwerks (15.85 km²)
 - $E_{\text{Referenzstation}}$ = Einzugsgebiet der Referenzstation
 - $C = \frac{q_m \text{ Ebnat-Kappel}}{q_m \text{ Referenzstation}}$ = Korrekturfaktor, der die Variation der spezifischen mittleren Abflussmenge in Abhängigkeit der Grösse

3.3 Restwassermengen

Da der Steintalerbach eindeutig ein Fischgewässer ist, ist gemäss dem Gewässerschutzgesetz (GschG) Art. 31 eine Restwassermenge abzugeben.

Für die Bestimmung der Restwassermenge ist die Wassermenge Q_{347} des natürlichen Abflusszustandes massgebend. Diese beträgt gemäss der in Abschnitt 3.1 ermittelten Dauerkurve für das Mitteljahr $0.072 \text{ m}^3/\text{s}$.

Eine Überprüfung dieser Wassermenge Q_{347} gemäss Wegleitung 2000 des BUWAL bestätigt diese Wassermenge: eine Umrechnung aus dem Q_{347} des Steinenbaches ($Q_{347} = 90 \text{ l/s}$) ergibt flächenproportional 78 l/s , bei der Berücksichtigung der kleineren Niederschlagsintensität folgen daraus 72 l/s . Aus der Berechnungsart nach Aschwanden folgen wesentlich tiefere Werte für die Wassermenge Q_{347} .

Daraus resultiert gemäss Art. 31 Abs. 1 GSchG:

„Bei Wasserentnahmen aus Fließgewässern mit ständiger Wasserführung muss die Restwassermenge mindestens betragen: bis 60 l/s Abflussmenge Q_{347} -> 50 l/s und für je weitere 10 l/s Abflussmenge Q_{347} -> 8 l/s mehr...“

folgende Mindestrestwassermenge:

$$Q_{\text{Restwasser}} = 50 \text{ l/s} + 1.2 * 8 \text{ l/s} = 60 \text{ l/s}$$

Das Restwasser wird über die ins feste Wehr integrierte Fischrampe abgegeben.

3.4 Hochwassermengen

Der Steintalerbach ist ein Wildbach mit grossen Hochwasserspitzen, welcher viel Geschiebe mit sich bringt.

Die Berechnung der Dimensionierungshochwassermenge für das Kraftwerk Mühle am Steintalerbach erfolgte gemäss Weisungen des Tiefbauamtes St. Gallen nach der empirischen Formel von Müller (1943):

$$DHQ = E * \Psi_0 * \frac{43}{\sqrt[3]{E}} = 15.85 * 0.3 * \frac{43}{\sqrt[3]{15.85}} = 80 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$$

Die Wasserfassung und das feste Wehr sind bei einem Neubau der Kraftwerksanlage auf ein Hochwasser von $80 \text{ m}^3/\text{s}$ mit genügendem Freibord zu bemessen.

4. Beschrieb der ehemaligen Anlage und deren Zustandserfassung

Die ehemalige Mühle nutzte früher das Wasser des Steintalerbachs mittels Wasserrädern in drei Stufen.

4.1 Stauwehr und Wasserfassung

Es gab eine obere und eine untere Fassung mit je einem Wehr.

Vom oberen Wehr, welches sich ca. 250 m bachaufwärts der ehemaligen Sägerei befindet, sind nur noch Überreste im Bereich der linksseitig angeordneten Wasserfassung vorhanden. Das Wehr musste vor einigen Jahren wegen rechtsseitiger Umspülung und Erosion abgebrochen werden. Die Mauern des Entkiesers sind zum Teil beschädigt und in einem schlechten Zustand. Die Betonplatte seitlich des Rohranfanges ist fast vollständig unterspült.

Von der unteren Fassung floss das Wasser über einen Kanal zu den beiden unteren Stufen. Von dieser ist noch die Schwelle vorhanden. Da jedoch rechtsseitig Mauersteine entfernt wurden, ist die Stabilität des Wehres nicht mehr sichergestellt. Die Wasserfassung selbst ist komplett zerstört. Der Kanal ist stellenweise noch erkennbar, jedoch nicht mehr brauchbar.

4.2 Druckleitung und Wasserschloss

Die ca. 250 m lange Zuleitung zum Wasserschloss besteht aus einem Zementrohr, welches zum grossen Teil entlang der Höhenkurve erdverlegt ist. Es ist stark verkalkt und verschmutzt. Über die Dichtigkeit dieser Leitung und allenfalls vorhandene Bruchstellen kann keine Aussage gemacht werden.

Kurz nach der Wasserfassung ist ein Überlaufbauwerk angeordnet. Es verfügt über ein kleines Absetzbecken. Es besteht aus Beton und ist mit Holzbrettern abgedeckt.

Das Wasserschloss mit den Abmessungen 4 x 4 x 4 m befindet sich in der Falllinie oberhalb der Zentrale. Vor dem Einlauf in die zweite Druckleitung ist ein Feinrechen angeordnet.

Die Druckleitung, welche vom Wasserschloss zur Turbine führt, besteht aus genieteten Stahlblechrohren und ist stark verrostet.

4.3 Zentrale und elektromechanische Ausrüstung

Die Zentrale wurde in der ehemaligen Wasserradkammer des Mühlengebäudes, welches vor einigen Jahren einem Brand zum Opfer fiel, installiert. Die Mauern und das Gewölbe sind dringend sanierungsbedürftig.

An der gleichen Stelle soll ein neues Gebäude errichtet werden, in welches eine neue Zentrale integriert werden könnte.

Von der elektromechanischen Ausrüstung ist bis auf das Saugrohr der ehemaligen Turbine nichts mehr vorhanden.

Der unterirdische Verbindungskanal zur ehemaligen untersten Stufe mündet in einem Kanalisationsschacht bei der Strassenbrücke. Von dort geht ein viel kleineres Kanalisationsrohr weiter, welches für die Wasserkraftnutzung jedoch nicht zu gebrauchen ist.

5. Variantenstudium

5.1 Anlagekonzept

Im Rahmen eines Variantenstudiums wurden verschiedene Ausbauvarianten untersucht. Dabei war eine optimale und möglichst wirtschaftliche Nutzung der anfallenden Wassermengen zu finden. Die Beurteilung und der Vergleich der verschiedenen Varianten bezüglich Anlagekosten, Energieproduktion und Wirtschaftlichkeit führt schliesslich zur Wahl der Bestvariante.

Das Konzept der bestehenden Anlage mit Wasserfassung, Druckleitung und Zentrale bleibt dabei weitgehend erhalten. Das zur Verfügung stehende Gefälle am Steintalerbach wird neu in einer Anlage genutzt.

5.2 Variante 1: $Q_A = 0.7 \text{ m}^3/\text{s}$

Ausbauwassermenge	Q_A	=	0.7	m^3/s
Nettofallhöhe	H_N	=	20.60	m
Ausbauleistung	P_A	=	121	kW

Im Steintalerbach wird ein neues Stauwehr und eine neue Umlenkfassung mit einem Entsander gebaut. Von dort führt eine Druckleitung DN 600 entlang des Weges zur neuen Zentrale im Untergeschoss des Neubaus auf dem Areal der ehemaligen Mühle. In der Zentrale wird das Betriebswasser mittels einer Durchströmturbine und einem Asynchrongenerator verarbeitet. Ein kurzer Unterwasserkanal gibt das Wasser dem Steintalerbach zurück.

5.3 Variante 2: $Q_A = 1.0 \text{ m}^3/\text{s}$

Ausbauwassermenge	Q_A	=	1.0	m^3/s
Nettofallhöhe	H_N	=	20.80	m
Ausbauleistung	P_A	=	175	kW

Analog zu Variante 1, mit grösserem Entsander, Druckleitung DN 700 und elektromechanische Anlagen entsprechend der höheren Ausbauleistung ausgelegt.

5.4 Variante 3: $Q_A = 1.3 \text{ m}^3/\text{s}$

Ausbauwassermenge	Q_A	=	1.3	m^3/s
Nettofallhöhe	H_N	=	21.20	m
Ausbauleistung	P_A	=	231	kW

Analog zu Variante 1, mit grösserem Entsander, Druckleitung DN 800 und elektromechanische Anlagen entsprechend der höheren Ausbauleistung ausgelegt.

5.5 Variantenvergleich und Wahl der Bestvariante

In der folgenden Tabelle sind die Anlage- und Jahreskosten, die Energieproduktion sowie die Energiegestehungskosten für die oben beschriebenen Varianten zusammengestellt.

		Variante 1	Variante 2	Variante 3
Anlagekosten	Fr.	780'000	885'000	970'000
Jahreskosten	Fr.	68'000	78'000	85'000
Energieproduktion	kWh	492'000	601'000	685'000
Energiegestehungskosten	Rp/kWh	13.8	13.0	12.4

Aus der oben aufgeführten Tabelle geht hervor, dass die Variante 3 mit einem Ausbau des Kraftwerkes auf $1.3 \text{ m}^3/\text{s}$ und einer installierten Leistung von 231 kW bei Gestehungskosten von 12.4 Rp/kWh die interessanteste Variante darstellt. Die Anlagendisposition mit einer Druckleitung vom Entsander bis zur Zentrale erlaubt einen einfachen und unterhaltsarmen Kraftwerksbetrieb.

Ein Gestehungspreis von 12.4 Rp/kWh ist wirtschaftlich interessant. Die Reaktivierung des Kraftwerks ist aus energiepolitischen Gründen absolut sinnvoll.

In den folgenden Kapiteln wird die Bestvariante 3 mit einer Ausbauwassermenge von $1.3 \text{ m}^3/\text{s}$ näher beschrieben und dargestellt.

6. Projektbeschreibung

(Beilage 4 bis 7)

6.1 Stauwehr und Wasserfassung

(Beilage 6)

Stauwehr

An der Stelle der ehemaligen Wehrschwelle wird eine neue Schwelle mit der Krone auf Höhe 668.50 m ü. M. erstellt. Eine Natursteinpflasterung der Oberfläche dient als Abrasionsschutz. Eine Grundablassöffnung in der linken Wehrhälfte erlaubt die Spülung des Stauräumes.

Die freie Durchflussbreite von 14 m erlaubt eine schadlose Ableitung des Dimensionierungshochwassers DHQ von $80 \text{ m}^3/\text{s}$ (siehe Kapitel 3.4). Der Wasserspiegel liegt dabei ca. 1.50 m über der Wehrkrone.

Fischaufstieg

In die Wehrschwelle ist im linksseitigen Drittel ein Fischaufstieg angeordnet. Er wird als Rauherinne-Beckenpass mit einem Gefälle von maximal 10 % erstellt. Als Querwände dienen hochkant gestellte Blöcke. Die Wasserspiegeldifferenzen von Becken zu Becken betragen maximal 20 cm. Zwischen den hochgestellten Blöcken werden Öffnungen, welche in Fliessrichtung versetzt sind, von mindestens 20 cm Breite offengelassen. Die einzelnen Becken sind 2 m lang, 1 m breit und mindestens 0.50 m tief. Die Sohle wird zwischen den grossen Blöcken eingekiest.

Einlaufbauwerk

Die Wasserfassung funktioniert nach dem Prinzip einer Umlenkfassung und ist an der Kurvenaussenseite des Steintalerbaches angeordnet. Eine Tauchwand vor dem Einlauf in den Entsander sorgt für die Abweisung von Treibeis und grobem Geschwemmsel.

Die Wasserfassung ist mit einer Betondecke abgedeckt. Eine Leitmauer schützt im Hochwasserfall die mechanischen Einrichtungen des Entsanders vor einer Überflutung.

Entsander

Der Entsander und Entkieser entnimmt dem Betriebswasser durch einen Sedimentationsprozess alle Komponenten grösser als 0.2 mm. Abgelagertes Kies und Sand kann durch

Öffnen der Spülschütze ins Unterwasser weitergegeben werden. Ein Einlaufschütz dient beim Spülvorgang der Verbesserung des Spüleffektes und im Revisionsfall der Trockenlegung der gesamten Kraftwerksanlage.

Nach der Entsanderkammer passiert das Wasser einen manuell zu reinigenden Rechen, bevor es in die Druckleitung fliesst.

6.2 Druckleitung

(siehe Beilage 4 und 5)

Die neue Druckleitung wird bis an den Waldrand in das bestehende Trasse verlegt, anschliessend kommt sie in den Feldweg zu liegen und wird auf direktem Weg zur Zentrale geführt.

Die Leitung besteht aus erdverlegten Stahlgussrohren DN 800.

6.3 Zentrale

(Beilage 7)

Die Zentrale kommt in das Untergeschoss des Neubaus "Mühli" zu liegen. Die Nutzung der Wasserkraft erfolgt mit einer Durchströmturbine mit einer Ausbauwassermenge von 1.3 m³/s, welche gute Wirkungsgrade im Voll- wie auch im Teillastbetrieb aufweist. Bei einem Nettogefälle für Q_A von 22.95 m ergibt sich eine Ausbauleistung von 231 kW für die Anlage. Die Turbine treibt einen Asynchrongenerator von rund 235 kW an. Durch die Drehzahl der Turbine von 333 U/min kann auf ein Getriebe verzichtet werden. Die produzierte Energie wird direkt ins örtliche Niederspannungsnetz der Dorfkorporation eingespiessen.

Die Turbine wird für automatischen Dauerbetrieb ausgelegt und reguliert sich nach dem konstanten Stauziel im Entsander.

Der Zugang zum Maschinenraum erfolgt über eine Zugangstreppe. Grössere Komponenten können durch eine Montageöffnung im Hallenboden ins Untergeschoss abgesenkt werden. Anschliessend werden sie auf einem Wagen bis vor die Zentrale gefahren und von dort mit dem Maschinensaalkran in ihre Position gehoben.

Die eigentliche Zentrale wird vom Rest des Neubaus durch Fugen abgetrennt, um die Schwingungen und Lärmemissionen der Maschinengruppe auf ein Minimum zu reduzieren. Der Maschinenraum wird mit zusätzlichen Lärmdämmmassnahmen versehen.

6.4 Unterwasserkanal

(Beilage 7)

Von der Turbine gelangt das abgearbeitete Betriebswasser über eine rund 40 m lange neue Unterwasserleitung kurz vor der Brücke zurück in den Steintalerbach. Diese Leitung besteht aus einem erdverlegten Rohr mit Durchmesser DN 1400.

7. Energieproduktion

Die Energieproduktion der Bestvariante wurde aus der im Abschnitt 3 ermittelten Dauerkurve der Abflussmengen mit Berücksichtigung der gesetzlichen minimalen Restwassermenge, der Ausbauwassermenge, sowie den effektiven Gefällsverhältnissen ermittelt. Die Berechnung erfolgte unter Berücksichtigung der hydraulischen Verluste und der massgebenden Turbinen- und Generatorwirkungsgrade, welche aufgrund von Lieferantenangaben und kürzlich ausgeführter Anlagen angenommen wurden.

Die Produktionsausfälle infolge stillstehender Turbine bei zu geringer Wasserführung der Thur ($Q < 5\% Q_A = 65 \text{ l/s}$) wurden ebenfalls berücksichtigt.

Die Ermittlung der nachfolgend aufgeführten Energieproduktion erfolgte für ein Durchschnittsjahr. In einem nassen Jahr erhöht sich diese Produktion um bis zu 15 %, während in einem sehr trockenen Jahr mit einer Reduktion von bis zu 25 % zu rechnen ist.

Die Aufteilung in Winter- und Sommerenergieproduktion erfolgte entsprechend den saisonal anfallenden Wasserfrachten für ein Mitteljahr. Die Hochtarifzeiten wurden wie folgt angenommen:

- Hochtarifzeiten: Montag bis Freitag: 0700 – 2200 Uhr
Samstag: 0700 – 1300 Uhr
- Niedertarifzeiten: übrige Stunden

Die Energieproduktion im Mitteljahr beträgt:

Winter	HT	82'200 kWh	Total	171'250 kWh	(25 %)
	NT	89'050 kWh			
Sommer	HT	246'600 kWh	Total	513'750 kWh	(75 %)
	NT	267'150 kWh			
Total Mitteljahr				685'000 kWh	(100 %)

8. Kostenschätzung und Bauprogramm

Die vorliegenden Kostenschätzungen basieren auf Erfahrungswerten kürzlich ausgeführter oder projektierter Anlagen, welche auf die Preisbasis 2001 umgerechnet wurden, beziehungsweise auf Richtpreisofferten für die elektromechanischen Einrichtungen.

Die Kostenschätzungen beinhalten alle für die Erneuerung des Kraftwerks Mühle am Steintalerbach notwendigen Bauarbeiten. Darin sind auch alle Stahlwasserbauarbeiten enthalten.

Der elektromechanische Teil beinhaltet die ganze Zentralenausrüstung mit Turbine, Asynchrongenerator und sämtlichen Hilfseinrichtungen.

Zu den Schätzungen der Kosten des baulichen und des elektromechanischen Teils wurden die üblichen Reserven von ca. 10 % für Verschiedenes und Unvorhergesehenes dazuzugerechnet. Die Kostenschätzung enthält ausser den reinen Baukosten auch die allgemeinen Aufwendungen für die Projektierung, Bau- und Montageleitung, Versicherungen, Gebühren, Bauzinsen und Finanzierungskosten von ca. 18 %.

Schätzung der Anlagekosten

A. Baukosten

Baulicher Teil	Fr.	260'000.—
Stahlwasserbau	Fr.	200'000.—
Elektromechanischer Teil	Fr.	285'000.—
Verschiedenes und Unvorhergesehenes (ca. 10 %)	Fr.	75'000.—
Total Baukosten	Fr.	820'000.—

B. Allgemeine Kosten

Projektierung, Bau- und Montageleitung, Versicherungen, Finanzierung, Bauzinsen (ca. 18 % der Baukosten)	Fr.	150'000.—
--	-----	-----------

C. Anlagekosten KW Mühle am Steintalerbach (exkl. MwSt.)

Fr. **970'000.—**

In der Beilage 8 ist ein allgemeines Bauprogramm dargestellt, das einen möglichen Projektierungs- und Bauablauf darstellt. Die eigentlichen Bauarbeiten dauern etwa 12 Monate, wobei die relativ lange Lieferfrist der Turbine das Bauprogramm eindeutig bestimmt.

9. Wirtschaftlichkeit und Energiegestehungskosten

Mit der in Abschnitt 7 angegebenen Energieproduktion und den in Abschnitt 8 aufgeführten Anlagekosten lassen sich die mittleren Energiegestehungskosten bestimmen.

Der Energiegestehungspreis ergibt sich aus dem Quotient der Jahreskosten und der jährlichen Energieproduktion. Die Berechnung der Jahreskosten erfolgte aufgrund von Richtwerten; dieser liegt bei 8.8 % der Anlagekosten. Bei deren Berechnung wurde von folgenden Voraussetzungen ausgegangen:

- Konzessionsdauer 80 Jahre
- Annuitätsabschreibung über
60 Jahre für bauliche Anlagen
50 Jahre für Projektierung, Bauleitung, Bauzinsen und Stahlwasserbau
40 Jahre für maschinelle Anlagen und Innenausbau des Maschinenhauses
25 Jahre für Sanierungsmassnahmen, Hilfs- und Steuereinrichtungen
- Vollständige Amortisation der bestehenden Anlage (keine Restwerte)
- Verzinsung des Kapitals zu 6 %
- Vollautomatischer und unbemannter Betrieb des Kraftwerkes (Betriebspersonal nur zu Kontrollzwecken im Kraftwerk)
- Deckung der jährlichen Kosten aus Unterhalt, Material, Löhnen, Versicherungen und Steuern mit ca 1.5 % der Anlagekosten
- Kein Wasserzins (Anlagen unter 1 MW Bruttoleistung sind vom Wasserzins befreit)

Wirtschaftlichkeitsberechnung

1. <u>Anlagekosten</u> KW Mühle am Steintalerbach	Fr.	970'000.—
2. <u>Jahreskosten</u> Ca. 8.8 % der Anlagekosten	Fr.	85'000.—
3. <u>Energieproduktion</u>	kWh	685'000
4. <u>Energiegestehungskosten</u> im Mitteljahr		

$$K = \frac{\text{Jahreskosten}}{\text{Energieproduktion}} = \frac{85'000 \text{ Fr.}}{685'000 \text{ kWh}} = 0.124 \text{ Fr./kWh}$$

Energiegestehungskosten KW Mühle am Steintalerbach = 12.4 Rp. / kWh

10. Hauptdaten

– Einzugsgebiet	E	=	15.85 km ²
– Oberwasserspiegel			668.50 m ü. M.
– Unterwasserspiegel			645.55 m ü. M.
– Bruttogefälle	H _{br}	=	22.95 m
– Nettogefälle bei Q _A	H _N	=	21.20 m
– Ausbauwassermenge	Q _A	=	1.30 m ³ /s
– Restwassermenge	Q _R	=	60 l/s
– Ausbautage			55 Tage
– Mittlere jährliche Bruttoleistung	P _B	=	111 kW
– Ausbauleistung	P _A	=	231 kW
– Energieproduktion: Sommer			685'000 kWh
– Energieproduktion: Winter			171'250 kWh
– Energieproduktion: Jahr			513'750 kWh
– Stauwehr als festes Überfallwehr			
– Überlaufkote			668.50 m ü. M.
– Breite	B _W	=	14.0 m
– Höhe (im Mittel)	H _W	=	1.50 m
– Ableitkapazität	DHQ	=	80 m ³ /s
– Überstau bei DHQ			1.50 m
– Wasserfassung und Entsander			
– Länge	L _K	=	16.00 m
– Breite	B _K	=	2.00 m
– Höhe (im Mittel)	H _K	=	2.80 m
– Mittlere Geschwindigkeit	v _K	=	0.25 m/s
– Mittleres Gefälle		=	3.00 ‰
– Druckleitung			
– Länge	L _{DL}	=	235 m
– Durchmesser	D _{DL}	=	0.8 m
– Mittlere Geschwindigkeit	v _{DL}	=	2.59 m/s

- Turbine
 - Durchströmturbine
 - Kote Mitte Laufrad = 648.05 m ü. M.
 - Laufraddurchmesser D = 0.50 m
 - Nennwassermenge Q_T = 1.30 m³/s
 - Nettogefälle bei Q_T H_N = 21.20 m
 - Nennleistung P_N = 231 kW
 - Drehzahl der Turbine n_T = 333 U/min

- Generator
 - Asynchrongenerator (horizontal)
 - Nennleistung P_G = 235 kVA
 - Nennspannung U_G = 400 V
 - Nenndrehzahl n_G = 333 U/min
 - Durchbrenndrehzahl n_{GD} = 770 U/min

- Unterwasserkanal
 - Länge L_{UWK} = 40 m
 - Durchmesser D_{UWK} = 1.4 m

11. Auswirkungen der Wasserentnahme auf die Umwelt

Die Reaktivierung der Niederdruckanlage am Steintalerbach bringt einige Veränderungen mit sich, welche sich direkt oder indirekt auf die Umgebung auswirken. Einige wichtige Aspekte sind im folgenden kurz wiedergegeben.

11.1 Landschaftsschutz

Wie in Kapitel 3.3 erwähnt, wird beim vorliegenden Erneuerungsprojekt der Restwasserstrecke eine Restwassermenge nach Art. 31 Abs. 1 GschG für Fischgewässer von 60 l/s abgegeben. Damit wird gegenüber den Verhältnissen beim bestehenden Kraftwerk, wo kein Dotierwasser vorgeschrieben war, insofern eine Verbesserung erzielt, als dass der Bachquerschnitt ständig benetzt bleibt. Dies speziell an Tagen mit geringer Wasserführung, wo das Bachbett zu Zeiten des Kraftwerksbetriebes annähernd oder sogar ganz trocken war. Es gelingt somit, ganzjährig eine Fließstrecke herzustellen.

Das Wehr wird mit einer Natursteinpflasterung verkleidet und fügt sich somit gut in die bestehende Bachlandschaft ein. Hinter diesem wird sich im Staubereich ein kleiner Weiher, welcher über die Fischtreppe mit dem Unterwasser verbunden ist, ausbilden. Der geschlossene Entsander wird in Sichtbeton erstellt. Auf diesem steht eine Leitmauer, welche bei Hochwasser die mechanischen Anlageteile vor der Überflutung schützt.

Durch die erdverlegte Linienführung der Druckleitung im Wald, im Feld und im Feldweg wird das Landschaftsbild nicht tangiert und bleibt optisch unverändert.

Der Wert dieser zum Teil noch wilden Bachlandschaft oberhalb des Wehres bleibt somit weitgehend erhalten.

11.2 Naturschutz

Entlang des projektierten Niederwassergerinnes liegen keine inventarisierten Schutzgebiete und auch keine schützenswerte Biotope, die seltene Lebensräume oder -gemeinschaften enthalten.

Für den Neubau der Wasserfassung und die Verlegung der Druckleitung müssen temporär einzelne Bäume und Gebüsche gerodet werden. Sie werden nach Vollendung der Bauarbeiten wieder angepflanzt oder durch standortgerechte Bäume ersetzt.

Fische

Die Restwasserstrecke zählt nicht zu den Aufzuchtgewässern für Fische.

Im durch das Kraftwerk genutzten Bereich des Steintalerbaches leben vor allem Bachforellen und einige Groppen.

Die beim Stauwehr projektierte Fischtreppe und das Niederwassergerinne in der Restwasserstrecke ermöglicht allen im betreffenden Gewässer natürlicherweise angesiedelten Fischen den Aufstieg.

Wildtiere

Die projektierte Kraftwerksanlage entspricht in ihren Dimensionen der seit über hundert Jahren bestehenden Anlagen. Sie bildet somit für die Wildtiere, welche den Zugang zur Steintalerbach suchen, keine neuen Hindernisse.

Der künstliche See bei der Wasserfassung wird beim vorhandenen grossen Geschiebetrieb des Steintalerbaches relativ schnell verlanden. Der Spüleffekt des Grundablasses wird erfahrungsgemäss nur den Nahbereich des Einlaufbauwerks frei spülen. Die dadurch entstehenden Flachwasserzonen dienen den Wildtieren auch bei grösseren Wasserführungen als sicheren Übergang.

11.3 Erhaltung der Wasserqualität

Die Reaktivierung und der Betrieb des Kraftwerks am Steintalerbach führt zu keinen Veränderungen der Wasserqualität. Es werden im Projektperimeter heute und in Zukunft keine Abwässer in den Steintalerbach eingeleitet.

Das beim Rechen bei der Wasserfassung anfallende Geschwemmsel wird dem Steintalerbach zurückgegeben. Dies ist gut für die Natur, denn das Geschwemmsel, welches hauptsächlich aus Laub und Ästen besteht, enthält Nährstoffe für verschiedenste Flusslebewesen, welche sonst fehlen würden.

11.4 Grundwasserschutz

Durch die Stauhaltung im Bereich der projektierten Wehr- und Fassungsanlage kann, bis sich der Stauraum durch im Wasser mitgeführtes Feinmaterial selbst abgedichtet hat, das Grundwasser kurzfristig verstärkt angereichert werden.

Unterhalb der Rückgabestelle bleiben die Wassermengen auch mit Bewirtschaftung einer grösseren Ausbauwassermenge dieselben wie heute.

Es ist mit keiner Veränderung der heutigen Situation zu rechnen.

11.5 Auswirkungen unterschiedlich grosser Wasserentnahmen

Durch eine Erhöhung respektive Verminderung der Restwassermenge kann weniger beziehungsweise mehr Wasser für die Produktion elektrischer Energie genutzt werden. Dadurch verändern sich die Energiegestehungskosten des Kraftwerks am Steintalerbach.

In der nachfolgenden Tabelle sind die Energiegestehungskosten für folgende drei Fälle aufgeführt:

A: Halbe Restwassermenge

$$Q_R = 30 \text{ l/s}$$

B: Restwassermenge nach GschG für Fischgewässer

$$Q_R = 60 \text{ l/s} \quad (\text{Kap. 3.3})$$

C: Doppelte Restwassermenge

$$Q_R = 120 \text{ l/s}$$

Fall	A	B	C
Restwassermenge	30 l/s	60 l/s	120 l/s
Nettoenergieproduktion	723'000 kWh	685'000 kWh	625'000 kWh
Nettoenergiegestehungskosten	11.8 Rp./kWh	12.4 Rp./kWh	13.6 Rp./kWh

12. Zusammenfassung

Durch die in diesem Vorprojekt dargestellte Reaktivierung des Kraftwerks am Steintalerbach wird das Energiepotential in diesem Bachabschnitt wirtschaftlich optimal genutzt.

Das im vorliegenden Bericht dargestellte Erneuerungsprojekt sieht ein automatisch funktionierendes Kraftwerk vor. Die vorgeschlagene Ausbauwassermenge Q_A von $1.3 \text{ m}^3/\text{s}$ erlaubt eine Jahresenergieproduktion von 685'000 kWh. Bei einer Investition von 945'000 Franken resultieren Gestehungskosten von 12.4 Rp./kWh. Bei einem Rücklieferarif von maximal 15 Rp./kWh gemäss Empfehlung EVED ist ein gewinnbringender und wirtschaftlicher Betrieb möglich und erlaubt allenfalls auch eine raschere Amortisation der Investition. Für die Erneuerungsarbeiten ist eine Bauzeit von rund 12 Monaten vorgesehen.

Durch die aufgezeigte Reaktivierung des Kraftwerks am Steintalerbach entsteht eine neue leistungsfähige Kraftwerksanlage, die wertvolle Mehrenergie zu kostendeckenden Bedingungen liefert.

Der Gestehungspreis pro Kilowattstunde von 12.4 Rp./kWh ist wirtschaftlich interessant und der Ausbau der Anlage aus energiepolitischem Standpunkt absolut sinnvoll. Im Sinne des Bundesprogramms "Energie Schweiz" leistet das Erneuerungsprojekt einen bemerkenswerten Beitrag zur Erhaltung und Sicherstellung von sauberen und regenerierbaren Energiequellen.

IM Ingenieurbüro Maggia AG

PHOTODOKUMENTATION

Photodokumentation Kraftwerk am Steintalerbach



Bild 1: Ehemalige Wasserfassung: rechts im Bild ist das Einlaufbauwerk und das Zementrohr zu sehen.



Bild 2: Möglicher Standort für die neue Wehrschwelle: Die neue Wasserfassung ist an der Kurvenaussenseite (rechts im Bild) geplant.

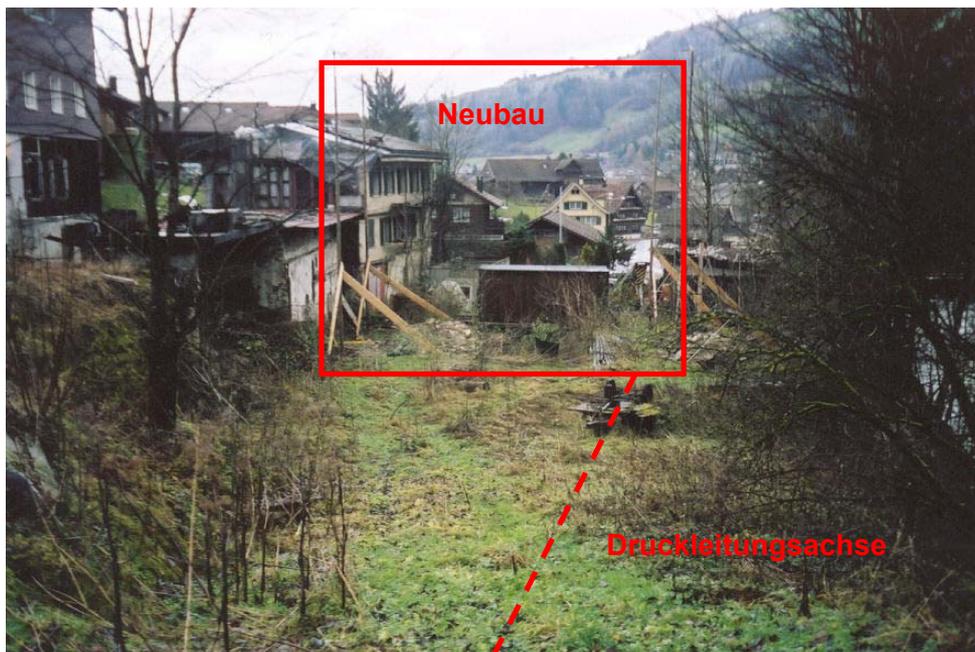


Bild 3: Standort der Zentrale im geplanten Neubau



Bild 4: Standort des Auslaufbauwerks der Zentrale



Bild 5: Unterlauf des Steintalerbaches: im Hintergrund ist der Wasserfall zu sehen.

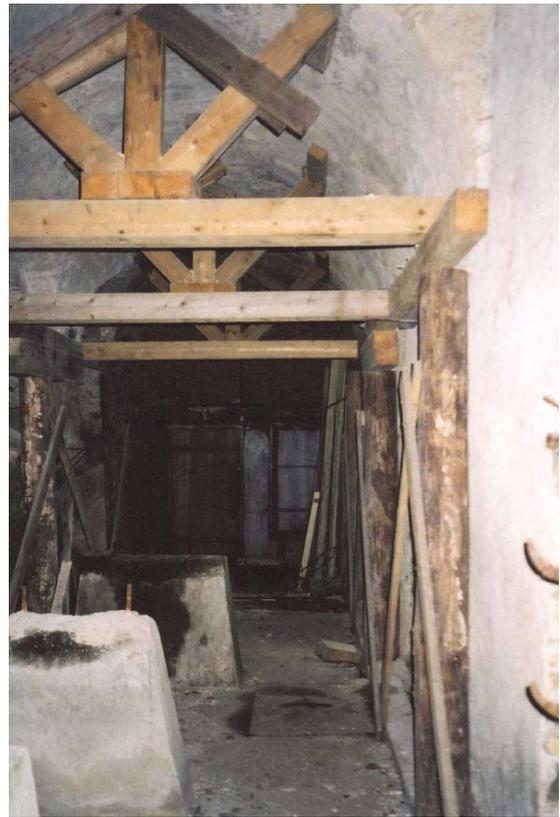


Bild 6: Alte Wasserradkammer

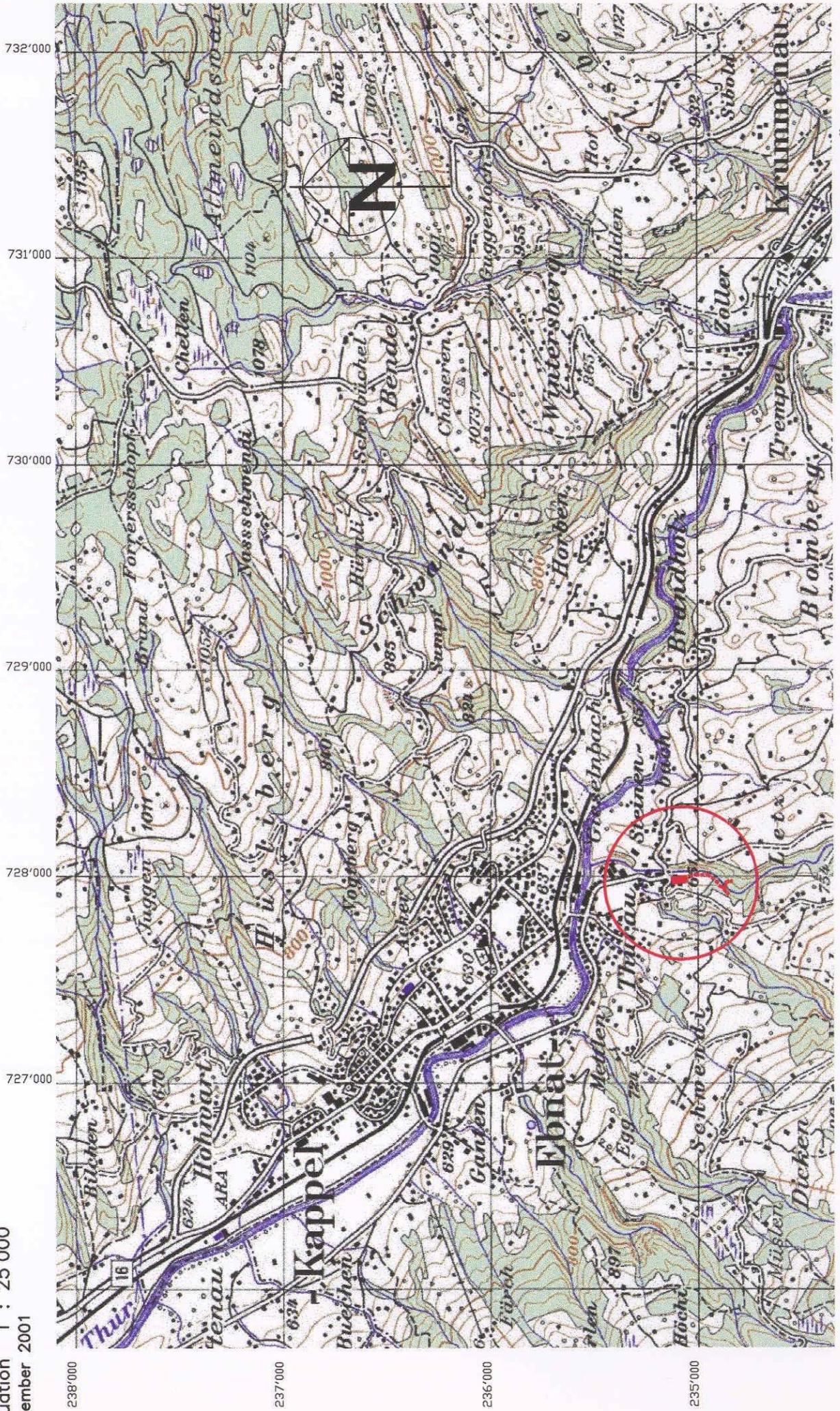
BEILAGEN

Patrik Wick, 9650 Nesslau

Kraftwerk am Steintalerbach

Reaktivierung und Erweiterung der bestehenden Anlage

Situation 1 : 25'000
Dezember 2001

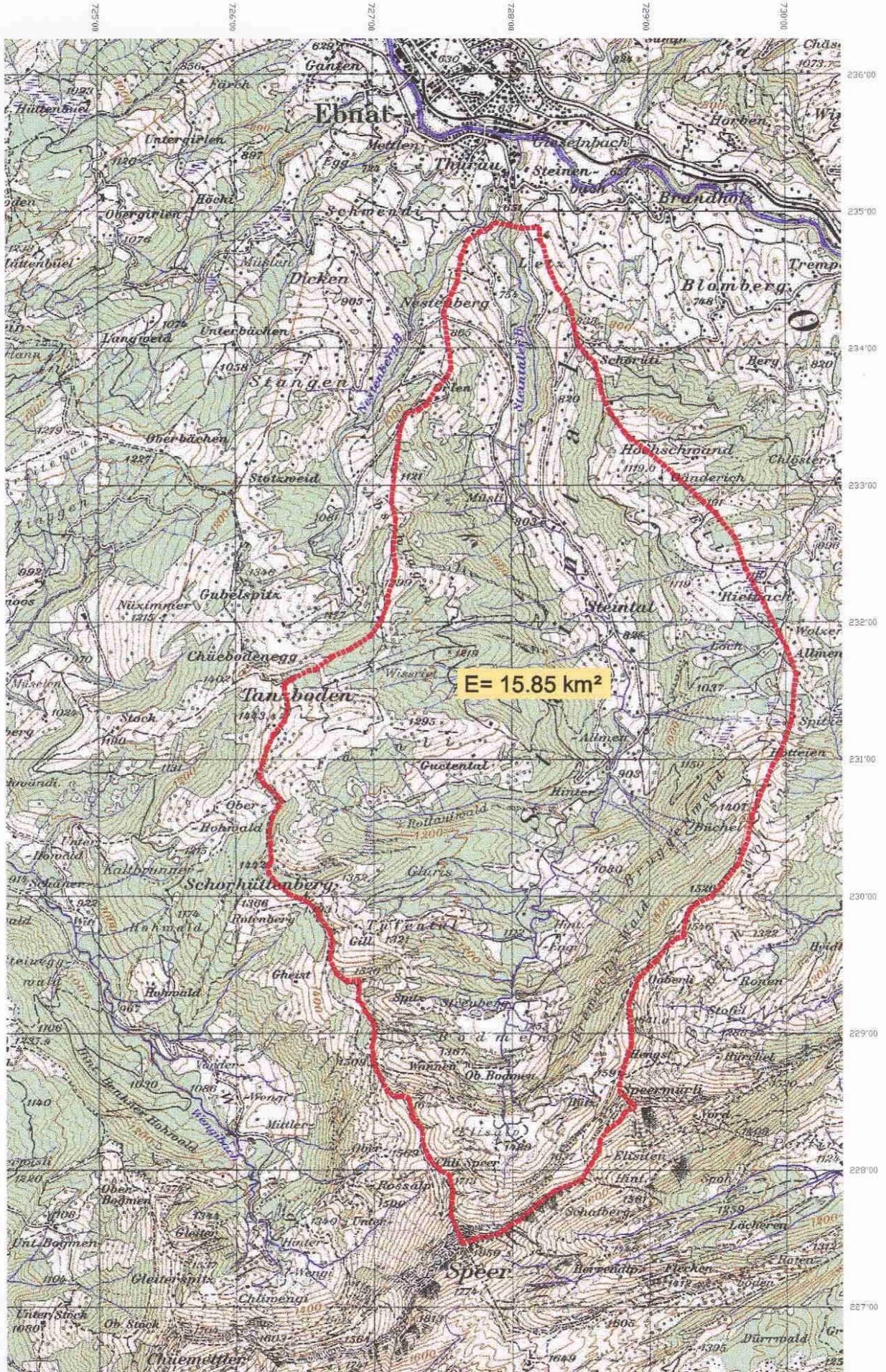


Kraftwerk am Steintalerbach

Reaktivierung und Erweiterung der bestehenden Anlage

Einzugsgebiet 1 : 40'000

Dezember 2001

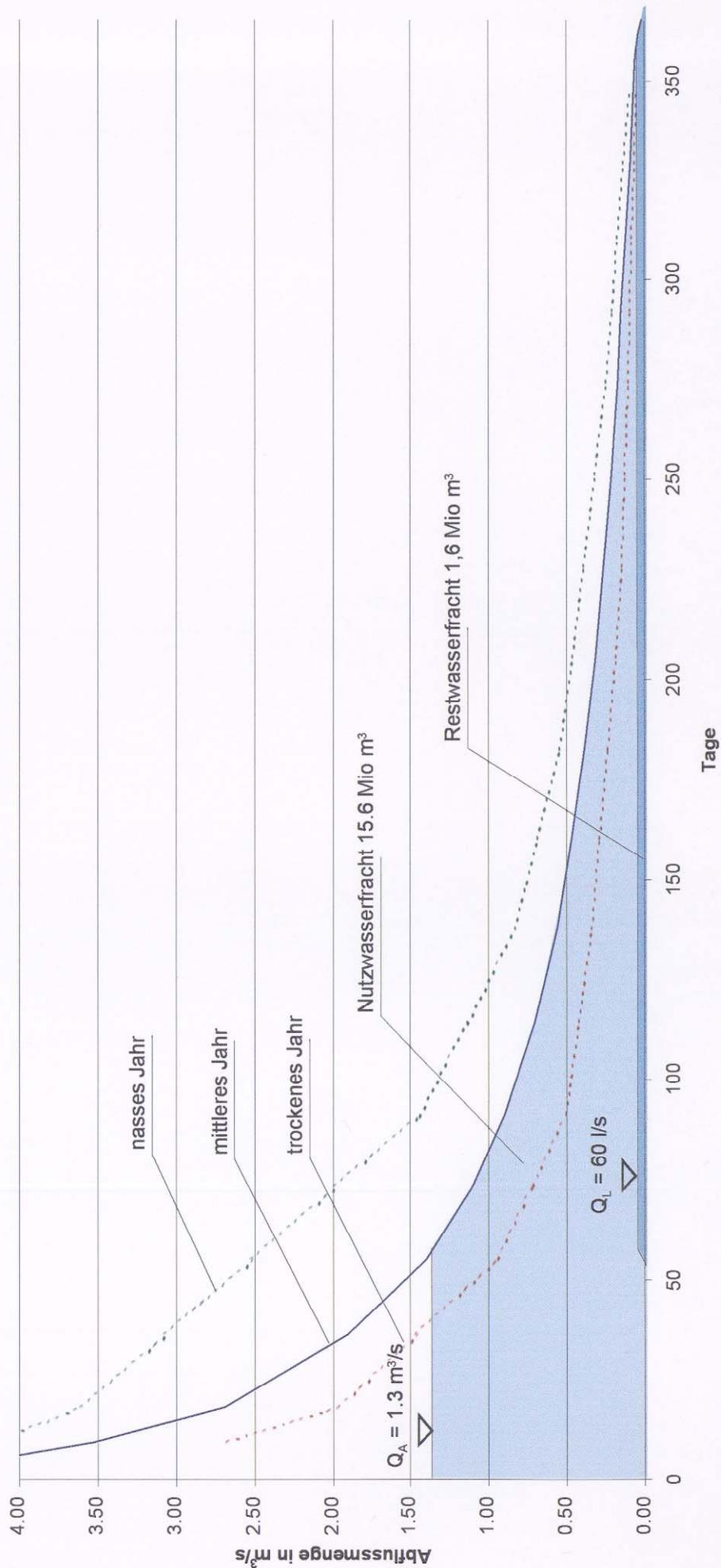


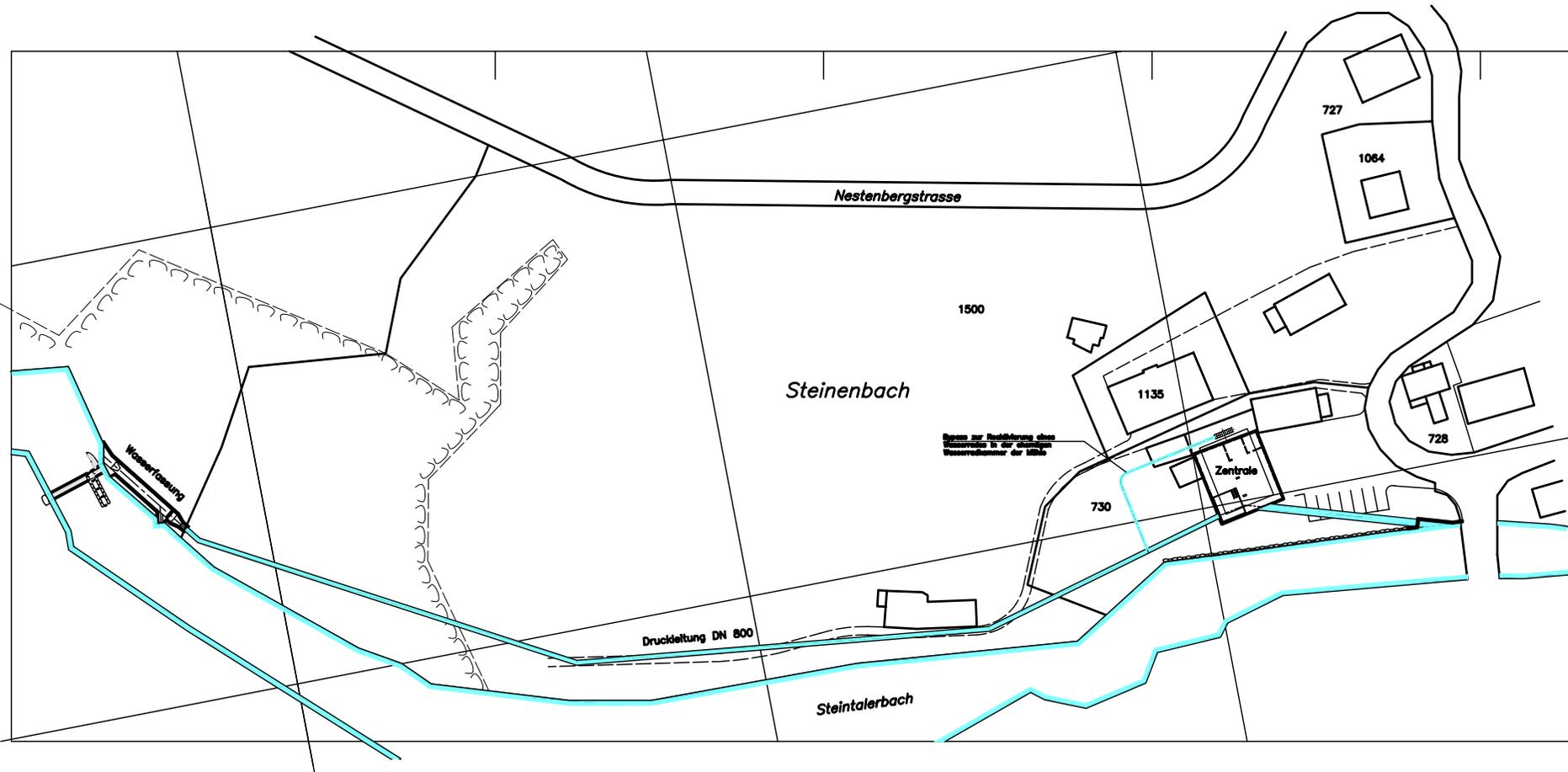
Patrik Wick, 9650 Nesslau
Kraftwerk am Steintalerbach

Reaktivierung und Erweiterung der bestehenden Anlage

Dezember 2001

Dauerkurve des Steintalerbaches ($E = 15.85 \text{ km}^2$)
bei der Wasserfassung des Kraftwerks Mühle am Steintalerbach





Patric Wick, 9650 Nesslau Blatt 4
Kraftwerk Mühle am Steintalerbach
 Reaktivierung und Erweiterung der bestehenden Anlage
 Vorprojekt
Skizzen 1:500
 Dezember 2001 **IM INGENIEURBÜRO MAGGI AG**
 BERATUNGS INGENIEURE
 8601 Locarno

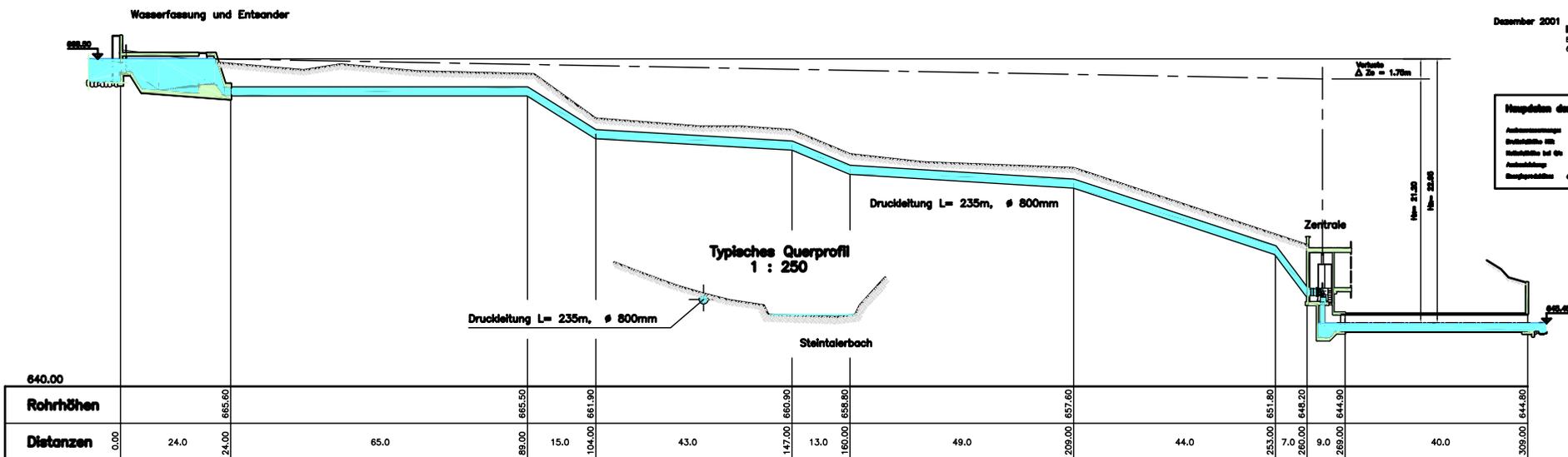
Hauptdaten der Anlage

Antriebsleistung	1.80 MW
Nennleistung	2.000 kW
Nennleistung bei 0%	2.000 kW
Anschubleistung	2.00 MW
Druckverlust	0.0700 MPa

Hydraulisches Längsprofil 1:500/200

Hauptdaten der Anlage

Anbaukapazität	1,30 m³/s
Stützweite	25,00 m
Stützweite bei Q ₁₀	21,00 m
Anlaufhöhe	2,00 m
Stützweite bei Q ₁₀	20,00 m



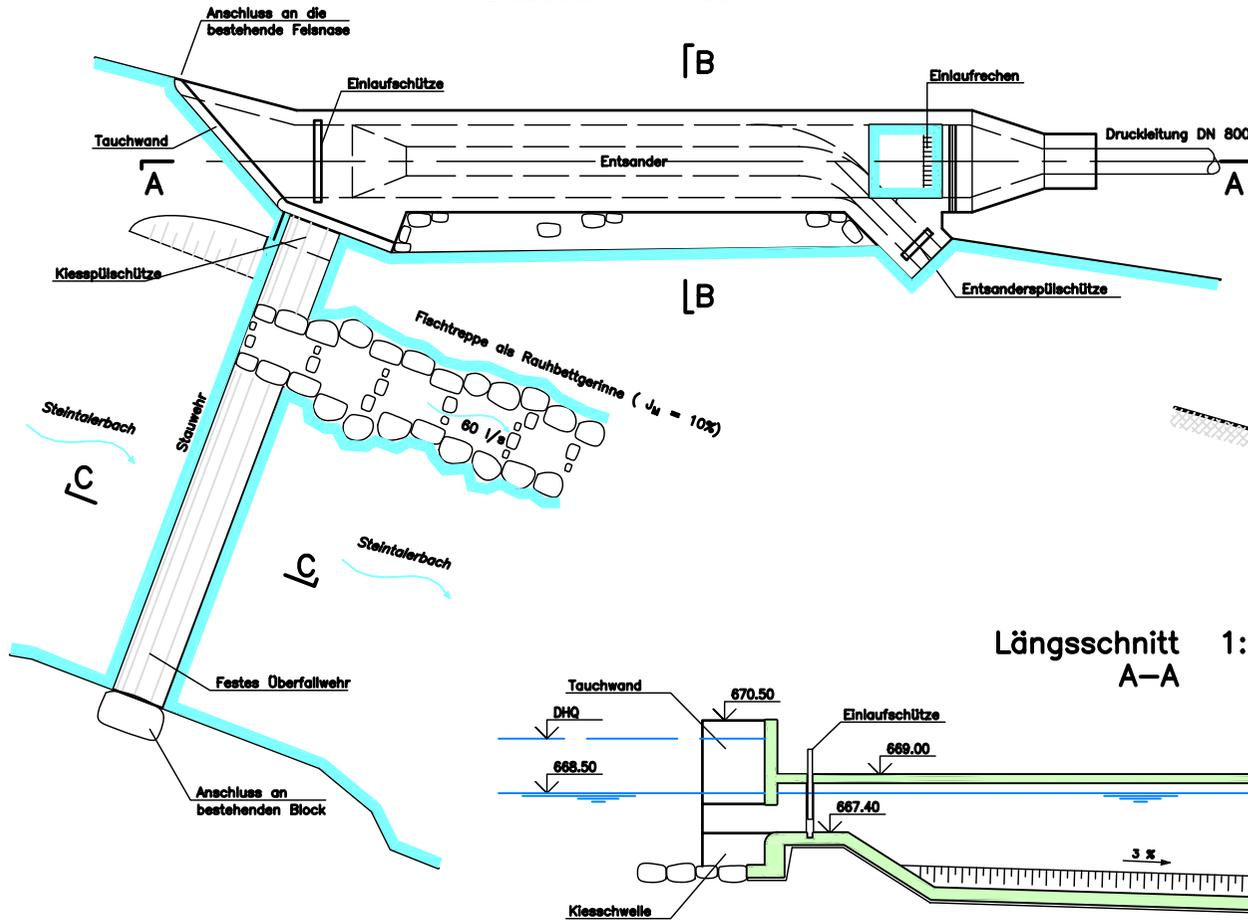
Rohrhöhen	0.00	24.0	24.00	65.0	89.00	15.0	104.00	43.0	147.00	13.0	166.00	49.0	209.00	44.0	253.00	7.0	260.00	9.0	269.00	40.0	309.00
Distanzen	0.00	24.0	24.00	65.0	89.00	15.0	104.00	43.0	147.00	13.0	166.00	49.0	209.00	44.0	253.00	7.0	260.00	9.0	269.00	40.0	309.00

Kraftwerk Mühle am Steintalerbach
 Reaktivierung und Erweiterung der bestehenden Anlage
 Vorprojekt

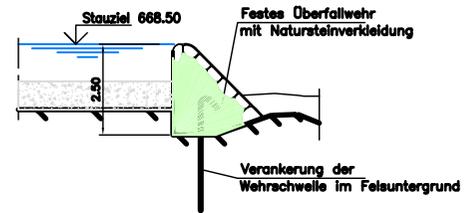
Wasserfassung
 Grundrisse und Schnitte 1:100

Dezember 2001 **IM INGENIEURBÜRO MAGGA AG**
 BERATENDE INGENIEURE
 6601 Locarno

Situation 1:100



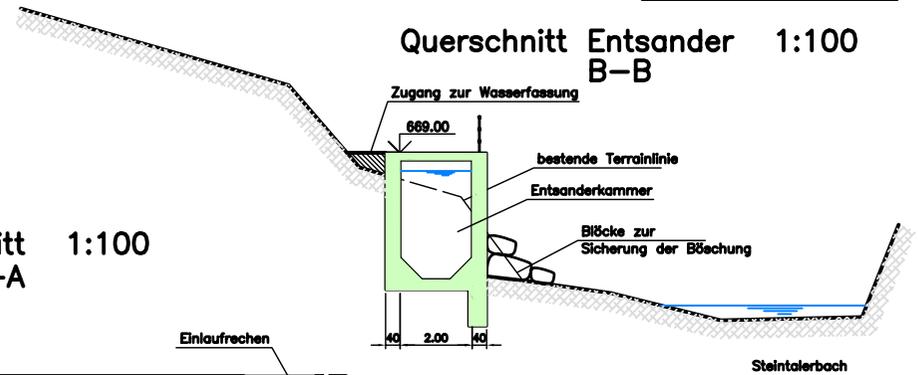
Querschnitt Stauwehr 1:100
 C-C



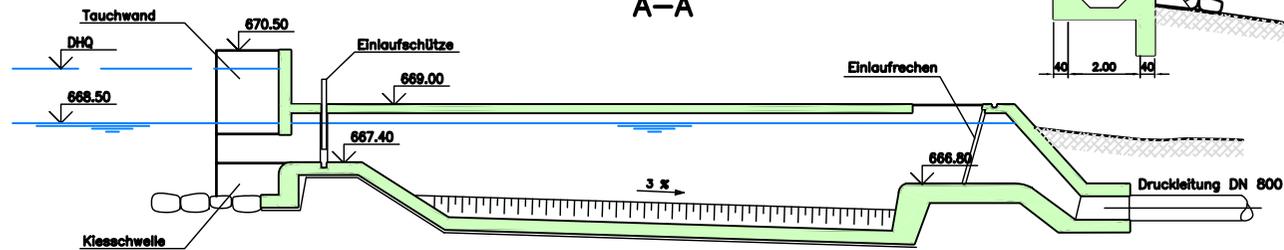
Hauptdaten der Anlage:

Ausbauwassermenge:	1.30 m ³ /s
Bruttofallhöhe KH:	22.95 m
Nettofallhöhe bei QK:	21.20 m
Ausbauleistung:	231 kW
Energieproduktion:	685'000 kWh

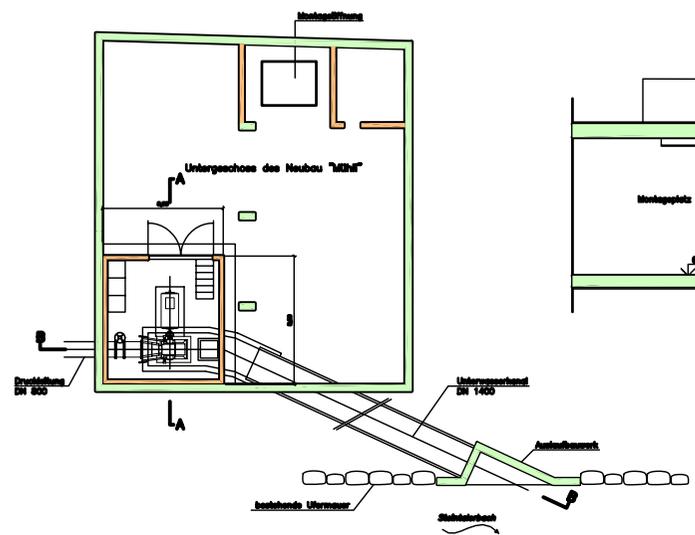
Querschnitt Entsander 1:100
 B-B



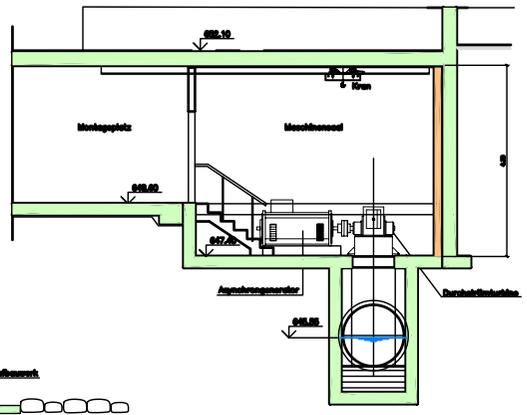
Längsschnitt 1:100
 A-A



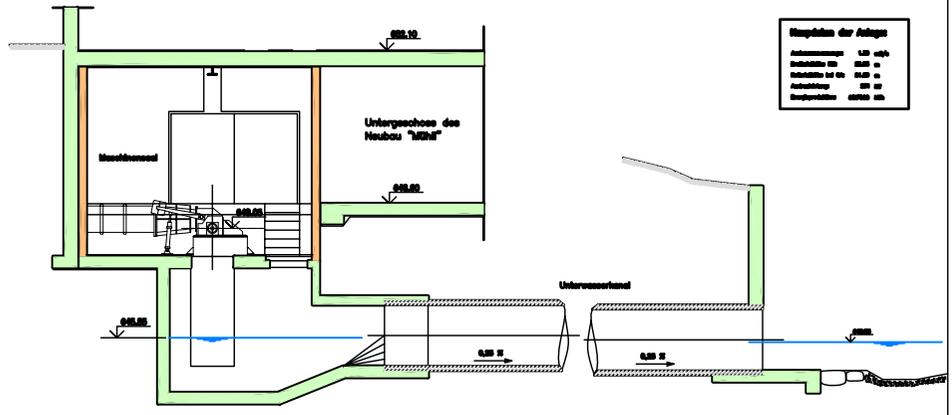
Grundriss 1:100



Schnitt A-A 1:50



Schnitt B-B 1:50



Patric Wici, 9550 Neerou Blatt 7
Neubau MNH am Stahlhafen
 Realisierung und Erweiterung der bestehenden Anlage
 Voprdjekt
 Zürich
 Grundris und Schnitt 1:100/50
 Dezember 2001 **BI BUNDESVERBUND MASCHINEN AG**
 BENTHEKE HEDERLE
 8071 Luernu

Legende der Anlage

Anfahrungsgerüst	LSB	sch
Bestehende Mauer	MSB	sch
Bestehende Stütze	MSB	sch
Neubauwerk	MSB	sch
Bestehende Mauer	MSB	sch

Kraftwerk Mühle am Steintalerbach

Allgemeines Projektierungs- und Bauprogramm

