



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

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

FEBACOM AG - BURGDORF

Gesamterneuerung Kraftwerk Stanipac – Burgdorf

Vorprojektstudie

Schlussbericht



Ausgearbeitet durch

Markus Hintermann, dipl. Bauing. FH/SIA
HYDRO-SOLAR Energie AG Bachmatten 9, 4435 Niederdorf
markus.hintermann@hydro-solar.ch / www.hydro-solar.ch



Programm
Kleinwasserkraftwerke
www.kleinwasserkraft.ch

Impressum

Datum: 4.12.2007

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

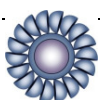
BFE-Bereichsleiter: bruno.guggisberg@bfe.admin.ch

Projektnummer: 102152

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



Inhaltsverzeichnis	Seite
Zusammenfassung	3
1. Einleitung	4
2. Unterlagen	5
2.1 Topografische Unterlagen / Unterlagen bestehende Bauwerke	5
2.2 Hydrologische Unterlagen	5
2.3 Weitere Unterlagen	5
3. Hydrologie	6
3.1 Einzugsgebiet	6
3.2 Dauerkurve der Abflussmengen	6
3.3 Restwassermengen	7
3.4 Ausbau- und Nutzwassermengen	7
3.5 Hochwassermengen	7
4. Bestehende Anlage	8
4.1 Allgemeines	8
4.2 Wasserfassung, Kanaleinlauf	8
4.3 Oberwasserkanal	9
4.4 Zentrale / Elektromechanische Ausrüstung	9
4.5 Unterwasserkanal	10
5. Variantenstudium	11
5.1 Ziel des Variantenstudiums	11
5.2 Standortvarianten	12
5.2.1 Variante 1 / Umbau bestehende Zentrale	12
5.2.2 Variante 2 / Neubau Zentrale in Verlängerung des Oberwasser-Kanals	12
5.2.3 Variante 3 / Neubau Zentrale auf Areal Stanipac	13
5.3 Maschinentypen	13
5.3.1 Produktion	13
5.3.2 Abmessungen	13
5.3.3 Kosten	14
5.4 Stauzielanpassung	14
5.5 Variantenvergleich	15



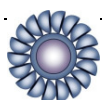
6.	Projektbeschrieb Bestvariante	17
6.1	Anlagenkonzept	17
6.2	Wasserfassung / Regulierbauwerk	17
6.3	Oberwasserkanal	17
6.4	Zentrale	17
6.5	Elektromechanische Ausrüstung	18
6.6	Netzanschluss	19
6.7	Baugesuch	19
7.	Energieproduktion	20
8.	Kostenschätzung	21
9.	Bauprogramm	22
10.	Wirtschaftlichkeit	23
11.	Zusammenstellung Hauptdaten	24
12.	Stauzielerhöhung	25
	Fotodokumentation	27

Verzeichnis Anhang

- Anhang 1: Hydrologie, Wasserwirtschaftliche Daten
Anhang 2: Variantenvergleich
Anhang 3: Generelles Terminprogramm

Planbeilagen Vorprojektstudie

- Beilage 1: Gesamtanlage Übersicht 1:2000
Beilage 2: OW-Kanal Längenprofil Wasserstand 1:2000 / 50
Beilage 3: Bestehende Anlage Situation und Schnitte 1:100
Beilage 4a: Standortvariante 1a: Kaplan turbine in best. Zentrale
Beilage 4b: Standortvariante 1b: Francisturbine in best. Zentrale
Beilage 4c: Standortvariante 1c: Durchströmturbine in best. Zentrale
Beilage 5: Standortvariante 2 mit Kaplan turbine
Beilage 6: Standortvariante 3 mit Kaplan turbine

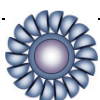


Zusammenfassung

Die Febacom AG betreibt die Wasserkraftanlage Stanipac im Burgdorf am Gewerbekanal. Die Anlage ist das erste Werk einer Reihe von 9 Kraftwerken entlang des Kanalsystems in Burgdorf. Allen Anlagen am Gewerbekanal Burgdorf wurden 2005 im Rahmen einer Gesamterneuerung die Konzession für 40 Jahre erteilt. Die Nutzwassermenge wurde auf 5 m³/s festgelegt. Die Anlage Stanipac weist heute eine Ausbauwassermenge von 3.5 m³/s aus. Sie soll deshalb komplett erneuert und entsprechend den neuen Konzessionsbedingungen für vollautomatischen Betrieb ausgebaut.

Die Vorprojektstudie hat folgende Resultate ergeben:

1. Die Untersuchung verschiedener Standortvarianten hat ergeben, dass es betriebswirtschaftlich sinnvoll ist, das bestehende Zentralengebäude sowie die vor- und nachgelagerten Bauwerke umfassend zu nutzen. Der Einbau der Turbine inkl. Generator, Hilfsbetriebe und Anlagensteuerung kann im bestehenden Zentralengebäude erfolgen. Die Prozesswasserversorgung wird durch die Erneuerung nicht tangiert.
2. Vergleiche verschiedenster Turbinentypen haben aufgezeigt, dass die bestehende Turbine durch eine doppeltregulierte, vertikalachsige Kaplanturbine zu ersetzen ist. Der Antrieb des Generators kann mit einem Riementrieb erfolgen.
3. Die bestehende Rechenreinigungsanlage ist durch einen hydraulischen Reiniger mit Schwemmrinne zu ersetzen.
4. Das seitliche Streichwehr soll durch eine bewegliche Klappe ersetzt werden. Dadurch kann der Betriebswasserspiegel um mind. 10 cm angehoben und der leicht höhere Unterwasserspiegel kompensiert werden.
5. Die Erneuerung ermöglicht eine Leistungssteigerung um 50% auf 120 kWe. Die Produktion kann ebenfalls um ca. 50% von 570'000 kWh auf rund 860'000 kWh gesteigert werden. Es ist mit Investitionskosten von rund 1.38 Mio. Fr. zu rechnen. Die kostendeckende Einspeisevergütung ermöglicht ein ausgeglichenes Betriebsergebnis.
6. Die Produktionsvorgaben können jedoch nur erreicht werden, wenn der Betrieb des Regulierwehres sowie der Wasserfassung in der Emme optimiert werden.
7. Eine weitere Leistungs- und Produktionssteigerung ist durch eine Erhöhung des Betriebsstauziels möglich. Eine Erhöhung ist im Rahmen der mittelfristig erforderlichen Sanierung der Kanalwände zu prüfen. Die Umsetzung bedarf weiterer Abklärungen mit der Betreibergenossenschaft des Kanals.



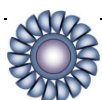
1. Einleitung

Die Febacom AG – vertreten durch Hans Ulrich Flückiger - ist seit kurzem Eigentümerin der Wasserkraftanlage Stanipac in Burgdorf am Gewerbekanal. Die Anlage ist das erste Werk einer Reihe von 9 Wasserkraftanlagen entlang des Kanalsystems von Burgdorf, welches oberhalb Burgdorf bei Emme-Fluss-km 18.53 beginnt („Emmeeinlass“), durch ganz Burgdorf hindurchführt und unterhalb Burgdorf zum Teil in den Grüttbach („Emme-Düker Fluss-km 13.920) und zum Teil in die Emme (Fluss-km 15.760) eingeleitet wird. Im Rahmen der im August 2005 erfolgten Gesamterneuerung der Konzessionen für die Wasserkraftwerke am Kanalsystem von Burgdorf wurde die maximale Nutzwassermenge auf 5.0 m³/s festgelegt. Die Dauer der Konzession beträgt 40 Jahre. Die Restwasserdotierung wurde auf 2.2 m³/s festgelegt. Die einzelnen Betreiber der Wasserkraftwerke haben sich zur Sicherstellung einer „guten Wasserführung“ zur Genossenschaft Wasserkraftwerke Burgdorf (GWKB) zusammengeschlossen. Die Genossenschaft ist für die Sicherstellung des Wasserzuflusses beim Emmeeinlass und für die konzessionsgemässe Nutzung durch die 9 Kraftwerksbetreiber zuständig.

Die Anlage Stanipac wurde in der heutigen Form 1946 für eine Dauer von 40 Jahren konzedierte. Sie weist eine Ausbauwassermenge von 3.5 m³/s bei einem Gefälle von 3.2 m auf und erbringt heute noch rund 80 kWe als maximalen Leistungs-Output. Die Anlage ist rund 60-jährig, die Turbine weist Schäden auf und der Automatisierungsgrad ist gering. Die maximale mögliche Produktion liegt im Mittel der vergangenen 10 Jahre bei 570'000 kWh. Das Erreichen der Produktion bedingt einen sehr hohen Betriebs- und Wartungsaufwand.

Im Zuge der Änderung des Energiegesetzes (EnG) im Zusammenhang mit dem neuen Stromversorgungsgesetz (StromVG) soll die kostendeckende Vergütung (KDV) für Neuanlagen eingeführt werden. Dabei steht auch bestehenden Anlagen die erheblich erneuert oder erweitert wurden die KDV zu. Beim vorliegenden Projekt handelt es sich sowohl um eine erhebliche Erneuerung als auch um eine erhebliche Erweiterung der Leistung und Produktion. Es darf damit gerechnet werden, dass die KDV für eine erneuerte Anlage Stanipac bei rund 25 Rp./kWh liegen dürfte. Damit wäre sichergestellt sein, dass die neue Anlage kostendeckend betrieben werden kann.

Die Febacom AG beauftragte die Hydro-Solar Energie AG mit der Ausarbeitung eines Vorprojektes mit Variantenvergleich. Die Ausarbeitung des Vorprojektes wird durch das Bundesamt für Energie im Rahmen des Förderprogramms Kleinwasserkraftwerke unterstützt.



2. Unterlagen

Zur Ausarbeitung der Vorprojektstudie standen folgende Unterlagen zur Verfügung.

2.1 Topografische Unterlagen / Unterlagen bestehende Bauwerke

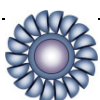
- Übersichts-, Grundriss und Schnittpläne der bestehenden Anlage
- Grundbuchplan
- Nivellement Wasserspiegel Gewerbekanal 11.7.2007

2.2 Hydrologische Unterlagen

- Dauerkurve der Abflussmengen LH 2155 Station Emme-Wiler 1922 - 2005
- Dauerkurve der Abflussmengen LH 2070 Station Emme-Emmenmatt 1918 - 2005

2.3 Weitere Unterlagen

- Konzessionsurkunde GWKB vom 19.8.2005
- Rechtliche Vereinbarungen gem. Grundbuch
- Monatliche Produktionsdaten der Jahre 1996 bis 2006



3. Hydrologie

3.1 Einzugsgebiet

Das Einzugsgebiet der Emme bei der Wehrschwelle „Emme-Einlass“ – mit einem direkten Einzugsgebiet von 670 km² – weist grosse Höhenunterschiede auf. Das Abflussverhalten der oberen Emme sowie der Ilfis entsprechen einem voralpinen Wildbach. Das Rückhaltevermögen ist gering. Die Abflüsse sind abhängig von den jeweiligen Niederschlägen. In den tieferen Regionen bewirkt der grosse Waldanteil, die Kulturlanddichte sowie die mässige Überbauungsdichte ein verzögertes Abfliessen der Niederschlagsmengen und damit eine Dämpfung der Abflussganglinien. Entlang der Emme ist mit ausgeprägten Hochwasserspitzen und erheblichem Geschiebe- und Geschwemmselanfall zu rechnen.

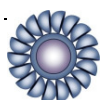
3.2 Dauerkurve der Abflussmengen

Die Dauerkurve der Abflussmengen für den Standort „Emme-Einlass“ lassen sich aus den Messergebnissen der beiden eidgenössischen hydrometrischen Stationen Emmenmatt und Wiler ermitteln. Die Umrechnung erfolgt proportional zur Grösse der Einzugsgebiete. Die unterschiedlichen spezifischen Abflussmengen werden durch Mittelwertbildung der Umrechnungsergebnisse ausgeglichen.

- Einzugsgebiet Messstation Emmenmatt Ae 443 km²
- Einzugsgebiet Messstation Wiler Ae 939 km²
- Einzugsgebiet Wasserfassung Emme-Einlass Ae 670 km²
- Umrechnungsfaktoren: Emmenmatt 1.51 x Q Emmenmatt
Wiler 0.71 x Q Wiler

Basis / Tage	91	137	182	228	251	274	292	310	329	347
Emmenmatt	22.7	16.3	12.1	8.77	7.43	6.25	5.35	4.55	3.78	3.00
Wiler	16.8	12.6	9.8	7.74	6.89	6.09	5.47	4.92	4.32	3.71
Mittelwert	19.8	14.5	11.0	8.26	7.16	6.17	5.41	4.74	4.05	3.36

Eine detaillierte Zusammenstellung der Abflussdaten kann dem Anhang 1 entnommen werden.



3.3 Restwassermengen

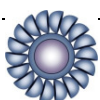
In der Konzession GWKB ist die Restwasserdotierung beim Emme-Einlass auf 2.2 m³/s festgelegt worden. Basis dazu bildete der Sanierungsbericht Wasserentnahmen, WEA März 2001. Die massgebende Abflussmenge Q-347 wurde darin auf 4.74 m³/s bestimmt. Die sich daraus ergebende Mindestrestwassermenge von 1.4 m³/s wurde zur Sicherstellung der hydrobiologischen Funktion der Emme auf 2.2 m³/s festgelegt.

3.4 Ausbau- und Nutzwassermengen

In der Konzession GWKB ist die maximale Nutzwassermenge auf 5 m³/s festgelegt worden. Unter Berücksichtigung der Restwasserdotierung von 2.2 m³/s wird die maximale Nutzwassermenge an rund 250 Tagen im Jahr erreicht oder überschritten. Die mittlere jährliche Nutzwassermenge beträgt 135 Mio. m³ oder 4.28 m³/s.

3.5 Hochwassermengen

Die Hochwassermengen in der Emme tangieren die Wasserkraftanlagen am Kanalsystem nicht. Der Zufluss in den Kanal wird bei Hochwasser gedrosselt. Für den Emme-Einlass wurde jüngsten Berechnungen zufolge eine Bemessungswassermenge HQ-100 von 650 m³/s festgelegt.



4. Bestehende Anlage

4.1 Allgemeines

Die Konzession für die das Kraftwerk Stanipac wurde 1946 für eine Dauer von 40 Jahren erteilt. Seit 1996 ist diese somit abgelaufen. Im Hinblick auf die vorgesehene Gesamtlösung für alle Wasserkraftwerke am Kanalsystem Burgdorf wurde diese Situation von den kantonalen Behörden jedoch vorübergehend geduldet.

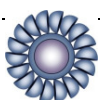
Die örtlichen Gegebenheiten am Standort Stanipac und grundbuchlichen Verhältnisse im Zusammenhang mit der Eigentümeränderung können wie folgt zusammengefasst werden:

- Das bestehende Zentralengebäude sowie der Zulaufkanal, die seitliche Entlastung und der Unterwasserkanal sind im Rahmen des Verkaufes als separate Grundstücksparzelle vom Areal Stanipac abgetrennt worden.
- Es besteht ein generelles Grenzbaurecht.
- Anpassungen an den Installationen der Prozesswasserversorgung in der bestehenden Zentrale gehen zu Lasten des Verursachers.
- Im Ober- und Unterwasserbereich bestehen Kanalunterhaltungspflichten.
- Ein externer Zentralenneubau ist möglich. Die zusätzlich erforderlichen Grundstücksflächen können im Abtausch erworben werden.

4.2 Wasserfassung, Kanaleinlauf

Die Wasserfassung für das Kanalsystem von Burgdorf befindet sich bei Emme-Fluss-km 18.5. Das Bauwerk besteht aus dem ersten Querbauwerk der Emme-Verbauung, dem eigentlichen Einlaufbauwerk am linken Ufer mit Stauklappe, Spülkanal im Wehr, Grobrechen mit Rechenreinigungsanlage und dem Umgehungsgerinne für die Längsvernetzung. Umgehungsgerinne und Rechenreinigungsanlage sind im Jahr 2005 resp. 2000 neu erstellt worden. Der Einlaufquerschnitt ist teilweise mit Kies aufgelandet.

Ein Regulierbauwerk, welches in den Hochwasserschutzdamm integriert ist, begrenzt die Zulaufmengen in den Gewerbekanal. Das Bauwerk beinhaltet zwei elektrisch betriebene Tafelschützen. Die Einstellung der Zulaufdrosselung erfolgt durch die GWKB. Die Drosselung ist automatisch gesteuert.



Abschätzungen des Auftraggebers zufolge, lag die bisherige maximal aus der Emme in den Kanal abgeleitete Nutzwassermenge bei 4.5 m³/s. Dieser Wert wurde jedoch nur bei erhöhtem Emme-Abfluss erreicht. Die Vermessungsaufnahmen vom Juli 2007 zeigten zudem eine Wasserspiegeldifferenz im Bereich des Regulierbauwerkes von 72 cm, bei einer geschätzten Abflussmenge im Kanal von 3.5 m³/s. Zu diesem Zeitpunkt betrug die Abflussmenge in der Emme 40 bis 50 m³/s. Grund für dieses Defizit könnte die Kiesauflandung am Einlauf sowie das Regulierkonzept bei der Zulaufdrosselung sein.

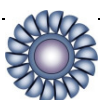
4.3 Oberwasserkanal

Der Oberwasserkanal – beginnend beim Regulierwerk und endend bei der Zentrale Stanipac – weist eine Länge von rund 400 m auf. Der Kanal ist als Rechteckgerinne mit natürlicher Sohle und rundholzverkleideten Wänden gestaltet. Im oberen Abschnitt – d.h. oberhalb der Dotierung Brunnbach - ist das Gerinne in einem guten baulichen Zustand, während ab der Dotierung des Brunnbaches der Zustand als gebrauchstauglich taxiert werden kann. Es ist davon auszugehen, dass dieser Abschnitt kurz- bis mittelfristig teilweise saniert werden muss. Die Unterhaltsstrecke misst im Oberwasser ca. 90 m.

Die Ableitung einer Wassermenge von 5 m³/s ist mit den heutigen Wasserspiegellagen möglich. Eine massive Erhöhung des Betriebsstauziels bedingt jedoch zwingend eine beidseitige Erhöhung der Seitenwände.

4.4 Zentrale / Elektromechanische Ausrüstung

Die elektromechanische Ausrüstung besteht aus einer einfachregulierten horizontalachsigen Propeller-Turbine Fabrikat Aebi aus dem Jahre 1947, einem Getriebe und einem Synchrongenerator mit 500 Volt Spannung. Die Anlage ist auf eine Wassermenge von 3.5 m³/s bei einer Bruttofallhöhe von 3.2 m ausgelegt. Die maximale Leistung beträgt knapp 80 kW. Der Gesamtwirkungsgrad von Turbine, Getriebe und Generator wird auf 70 bis 72% geschätzt. Die Anlage ist als teilweise geheberte Turbine konzipiert. Der Netzanschluss erfolgt über einen eigenen Trafo 05/16 kV in der, sich unmittelbar neben der Zentrale befindenden, Trafostation Stanipac.



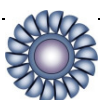
Die Schluckwassermenge der heutigen Turbine von 3.5 m³/s kann – gemäss Aussage des Betreibers - nur erreicht werden wenn die Wassermenge in der Emme bei Emmenmatt >5 m³/s ist. Dies entspricht einer Wassermenge von ca. 7.5 m³/s beim Einlauf in den Gewerbekanal. Diese Feststellung verdeutlicht, dass bei der Zulaufregulierung ein Verbesserungspotential besteht.

Der Zentrale vorgeschaltet befindet sich rechtsufrig ein Streichwehr von rund 13 m Länge und ein automatisch betriebener Grundablass. Bei Maximalwassermenge im Kanal besteht ein steter Überlauf beim Streichwehr von rund 10 cm Überfallhöhe. Das Stauziel wird dementsprechend angehoben, ohne dass es oberwasserseitig zu Ausuferungen kommt. Bei einer Notabschaltung der Turbine öffnet der seitliche Grundablass automatisch, sodass die gesamte Wassermenge ohne zusätzliche Wasserspiegelerhöhung abgeleitet werden kann.

Die Betriebssicherheit des Grundablasses ist nicht zwingend gegeben. Bei einem Versagen des Organs kann es zu einem Überlaufen des Kanals ins Areal Stanipac kommen. Eine Verbesserung kann durch den Ersatz des Streichwehres durch eine bewegliche Klappe erreicht werden.

4.5 Unterwasserkanal

Der Unterwasserkanal besteht aus einem Rechteckgerinne mit natürlicher Sohle und betonierten Seitenwänden. Der Kanal ist in einem guten Zustand. Es drängen sich keine grösseren Sanierungsmassnahmen auf. Periodisch sind Sand- und Kiesablagerungen zu entfernen. Der Unterhaltsabschnitt endet ca. 160 m unterhalb der Zentrale vor der Strassenbrücke Grunerstrasse.



5. Variantenstudium

5.1 Ziel des Variantenstudiums

Unter Berücksichtigung des heutigen Anlagenkonzeptes drängen sich Erneuerungs- und Ausbaumassnahmen am Oberwasserkanal und am Zentralenstandort auf. Alle Massnahmen dienen dazu, die konzedierte Wassermenge optimal zu nutzen und den Betriebsaufwand zu minimieren. EM-Ausrüstung, Steuerung, Rechenreinigungsanlage und Schützen müssen mehrheitlich ersetzt werden.

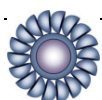
Im Rahmen dieser Studie werden folgende drei Standortvarianten untersucht:

- Integration in die bestehende Bausubstanz der alten Anlage
- Neubau Zentrale in Verlängerung Kanal
- Neubau Zentrale auf Grundstück Stanipac

Der konzessionsbedingt tiefe Ausbaugrad der Anlage lässt den Einsatz unterschiedlichster Turbinentypen zu. In die Betrachtungen werden folgende Turbinentypen einbezogen:

- Vertikale Kaplan turbine, doppeltreguliert
- Francis-Schacht turbine
- Durchströmturbine

Zudem werden der Nutzen und die Auswirkung einer möglichen Erhöhung des Betriebsstauziels untersucht. Auf diesen Aspekt wird in Kapitel 12 separat eingegangen.



5.2 Standortvarianten

5.2.1 Variante 1 / Umbau bestehende Zentrale

Variante 1 sieht die weitestgehende Nutzung des bestehenden Betriebsgebäudes vor. Dazu wird das Gebäude soweit notwendig ausgehöhlt und die neue Maschinengruppe unter Nutzung der vorhandenen Bausubstanz integriert. Turbinenzulauf und Unterwasserkanal bleiben unverändert bestehen. Das Stauziel wird um 10 cm auf 544.10 angehoben. Das feste Streichwehr ist dazu durch eine bewegliche Klappe mit Notabsenkung zu ersetzen. Grundablass und Rechenreinigungsanlage werden ersetzt. Die neue Anlagensteuerung wird am alten Standort in der Zentrale erstellt. An der Prozesswasserversorgung sind keine Änderungen erforderlich.

Während der Bauphase muss der Kraftwerksbetrieb eingestellt werden. Die Wasserumleitung erfolgt über das bestehende Streichwehr. Die Bauarbeiten im Bereich der Zentrale erfolgen im Schutz einer Wasserhaltungswand.

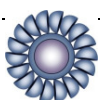
Bezüglich Zugang und Gebäudenutzung ergeben sich keine Änderungen.

5.2.2 Variante 2 / Neubau Zentrale in Verlängerung des Oberwasser-Kanals

Variante 2 sieht den Bau einer komplett neuen Zentrale in direkter Verlängerung zum Oberwasserkanal vor. Das bestehende Gebäude für die Versuchsturbine ist abubrechen und der Unterwasserkanal zu verbreitern und abzutiefen. Als Entlastung wird weiterhin der Oberwasserkanal mit dem Streichwehr und dem Grundablass genutzt. Die Zentrale wird durch Betonwände im Ober- und Unterwasser abgeschottet. Bei Streichwehr und Grundablass sind die gleichen Massnahmen wie bei Variante 1 vorgesehen.

Das Bauwerk kann ausserhalb des Zu- und Abflussquerschnittes erstellt werden. Während der Bauphase ist kein, resp. nur ein minimaler Betriebsunterbruch erforderlich.

Der Zugang zur Zentrale kann über den Hasleweg erfolgen. Dieser ist auf einer Länge von 130 m von einem Fussweg auf einen 3 m breiten Fahrweg auszubauen.



5.2.3 Variante 3 / Neubau Zentrale auf Areal Stanipac

Variante 3 sieht ebenfalls die Erstellung eines separaten Betriebsgebäudes vor. Im Gegensatz zur Variante 2 erfolgt jedoch die Entlastung auf der rechten Kanal- und Zentralenseite, sodass der gesamte linke Bereich mit Zentrale, Oberwasserkanal und Unterwasser einer neuen Nutzung zugeführt werden kann. Das gesamte alte Versuchsgebäude inkl. Ufermauern und Bauwerke im Ober- und Unterwasserbereich müssen jedoch abgebrochen werden.

Das Bauwerk kann mit Einschränkungen und zusätzlichen Massnahmen für die Wasserhaltung ebenfalls ausserhalb des Zu- und Abflussquerschnittes erstellt werden, sodass nur ein minimaler Betriebsunterbruch erforderlich wird.

Der Zugang zur Zentrale kann über den Parkplatz Stanipac erfolgen.

5.3 Maschinentypen

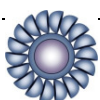
Die Abklärungen hinsichtlich des geeigneten Maschinentyps lassen sich wie folgt zusammenfassen:

5.3.1 Produktion

Die beste Energieausbeute mit rund 860'000 kWh pro Mitteljahr lässt sich mit der doppeltregulierten Kaplanmaschine erzielen. Bei der Francis-Schachtelturbine wirkt sich der starke Wirkungsgradabfall im Teillastbereich unter 50% Ausbauwassermenge negativ auf die Produktionserwartung aus. Es kann mit einer Minderproduktion pro Jahr von rund 4% oder 35'000 kWh gerechnet werden. Die Durchströmmaschine zeigt sich im Teillastbereich gegenüber der Francismaschine wohl verbessert, hingegen liegt der Gesamtwirkungsgrad über den ganzen Betriebsbereich deutlich tiefer als bei der Kaplan oder Francisvariante. Auch bei der Durchströmturbine dürfte die Minderproduktion bei 10% liegen.

5.3.2 Abmessungen

Die Kaplanmaschine weist die kompakteste Bauform auf. Dieser Vorteil kommt speziell bei der Standortvariante 1 zum Tragen, indem die Anlage mit deutlich geringerem Ausbruchvolumen in das bestehende Gebäude integriert werden kann. Die Francis- und speziell die



Durchströmlösung bedingen ein deutlich grösseres Bauvolumen, sodass für diese Varianten praktisch nur Lösungen mit einem separaten Zentralenneubau in Frage kommen.

5.3.3 Kosten

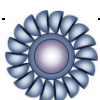
Die Kosten der einzelnen Maschinentypen unterscheiden sich überraschender Weise nur geringfügig voneinander. Die üblichen Mehrkosten einer doppeltregulierten Kaplan turbine werden dabei durch die geringeren Kosten für die Kraftübertragung auf den Generator mittels Riemenantrieb kompensiert. Die deutlich geringeren Drehzahlen der Varianten Francis und Durchström bedingen den Einsatz eines Getriebes zur Kraftübertragung. Positiv dürfte sich auch der Anbietermarkt auf die Kaplan turbine auswirken. Während bei der Francis oder Durchströmvariante lediglich 1 bis 2 Hersteller in Frage kommen ist der Bietermarkt bei Kaplan turbinen in dieser Baugrösse doch deutlich grösser. Als mögliche Lieferanten kommen die Firmen Wiegert & Bähr Renchen, HSI Hydro Morbach oder Gugler Hydro Energie Niederranna in Frage.

Generell kann festgehalten werden, dass die Kaplan turbine die kleinsten baulichen Abmessungen verursacht, gefolgt von der Francislösung, während die Durchströmmaschine das grösste umbaute Volumen verursacht.

5.4 Stauzielanpassung

Bereits heute besteht bei einem Turbinenstillstand resp. erhöhten Zuflussmengen ein erhöhter Wasserstand bedingt durch den seitlichen Überlauf über das Streichwehr von 10 cm Höhe ohne dass es entlang des Kanals zu einem seitlichen Überlaufen kommt. Ohne bauliche Massnahmen entlang des Kanals ist eine Erhöhung des Stauziels um 10 cm möglich. Es ist jedoch sicherzustellen, dass es bei einem Betriebsunterbruch zu keinem weiteren Pegelanstieg kommt. Dazu ist das seitliche feste Streichwehr vor der Zentrale durch eine Regulierklappe zu ersetzen. Der Grundablass wird künftig nicht mehr als Sicherheitsorgan genutzt, sondern dient lediglich zur Kanalentleerung.

Die vorgesehene Erhöhung des Betriebsstauziels um 10 cm wird durch einen erhöhten Pegel im Unterwasser bei voller Ausbauwassermenge kompensiert. Die Erhöhung der Ausbauwassermenge auf 5 m³/s führt so zu keinem Fallhöheverlust. Die Bruttofallhöhe von 3.2 m ist weiterhin gegeben.



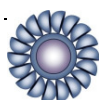
5.5 Variantenvergleich

Anhang 2 zeigt eine Übersicht über die Auswirkungen der einzelnen Varianten hinsichtlich Produktion, Investitionskosten und Ertrag. Der Variantenvergleich erfolgt über eine Ertragsbarwertberechnung auf Basis des Discounted-Cash-Flows. Der Ertragsbarwert wird direkt mit dem berechneten Investitionsvolumen verglichen. Die Berechnungen erstrecken sich dabei über einen Zeithorizont von 25 Jahren. Allfällige Betriebsunterbrüche in der Bauphase sind entsprechend berücksichtigt.

Das Ergebnis kann wie folgt zusammengefasst werden:

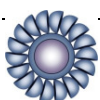
Variante	Produktion kWh	Investition Mio. sFr.	Ertragsbarwert Mio. sFr.	Vergleich	Rangfolge
Standortvariante 1a Kaplan	858'000	1.38	2.11	153%	1
Standortvariante 1b Francis	823'000	1.44	2.01	140%	2
Standortvariante 1c Durchström	772'000	1.50	1.88	126%	6
Standortvariante 2a Kaplan	858'000	1.54	2.11	137%	3
Standortvariante 2b Francis	823'000	1.54	2.01	131%	5
Standortvariante 2c Durchström	772'000	1.57	1.88	120%	8
Standortvariante 3a Kaplan	858'000	1.60	2.11	132%	4
Standortvariante 3b Francis	823'000	1.60	2.01	126%	6
Standortvariante 3c Durchström	772'000	1.62	1.88	116%	9

Der Variantenvergleich verdeutlicht, dass für jede Standortvariante der Einsatz einer Kaplan turbine die wirtschaftlichste Lösung darstellt. Die einzelnen Unterschiede sind zwar gering, es lassen sich jedoch klare Tendenzen erkennen.



Die Vorteile der Bestvariante können wie folgt zusammengefasst werden:

- grösste Produktionserwartung
- geringste Investitionskosten
- beste Wirtschaftlichkeit
- optimalste Nutzung der bestehenden Bausubstanz
- keine Abbrucharbeiten und baulichen Massnahmen ausserhalb des Kraftwerk-Grundstücks
- kurzer Netzanschluss, Nutzung der bestehenden Kabelverbindung
- einfache Wasserhaltungsmassnahmen während der Bauphase
- kurze Kanalabschlagszeiten
- kein baubewilligungspflichtiger Tatbestand, da keine Veränderungen an der Gebäudehülle sowie an den Aussenbauwerken vorgenommen werden.
- Betriebswasserversorgung Stanipac wird nicht tangiert



6. Projektbeschrieb Bestvariante

6.1 Anlagenkonzept

Das erneuerte Kraftwerk Stanipac nutzt wie bis anhin das vorhandene Gefälle am alten Kraftwerksstandort. Die vorgeschlagene Erneuerung sieht den Einbau einer vertikalen Kaplanturbine im bestehenden Zentralengebäude vor. Gleichzeitig wird jedoch das Stauziel um 10 cm angehoben und das bestehende, seitliche Streichwehr durch eine Entlastungsklappe ergänzt. Die Auslegung der Anlage erfolgt jedoch bereits im Hinblick auf eine spätere Stauzielerhöhung von max. 50 cm. Diese Stauzielanpassung soll im Zusammenhang mit später notwendigen Sanierungsmassnahmen am Oberwasserkanal ausgeführt werden.

6.2 Wasserfassung / Regulierbauwerk

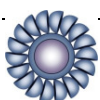
An der Wasserfassung sind keine konkreten Massnahmen vorgesehen. Wichtig ist jedoch, dass die Zulaufregulierung optimiert wird. Nur so kann sichergestellt werden, dass jederzeit die tatsächlich nutzbare Wassermenge dem Kanalsystem zugeleitet werden kann. Dies bedingt, dass die bestehenden Regulierschützen automatisiert und mit einer Oberwasser- und Kanalpegelsteuerung ausgerüstet werden.

6.3 Oberwasserkanal

Am Kanal sind vorerst keine Massnahmen geplant. Die Erhöhung des Stauziels um 10 cm kann ohne bauliche Vorkehrungen aufgefangen werden. Im Sinne einer Werterhaltung sind jedoch einzelnen Kanalabschnitte zwischen Dotierung Brunnbach und der Zentrale in den nächsten Jahren zu sanieren.

6.4 Zentrale

Die Zentralendisposition, die Abmessungen des Zulauf- und Unterwasserkanals sowie das Entlastungskonzept mit dem seitlichen Streichwehr werden nicht verändert. Der feste Streichwehraufbau wird durch eine bewegliche, automatisch funktionierende Klappe von 13



m Länge und 50 cm Stauhöhe ersetzt. Der bestehende Grundablass kann eventuell übernommen werden. Dem Turbineneinlauf vorgeschaltet ist eine automatische, hydraulisch betriebene Rechenreinigungsanlage. Die Oberkante der Schwemmrinne liegt dabei unter dem Betriebsstauziel. Der Wasserabschluss erfolgt durch die Reinigerharke. Wird ein Reinigungszyklus ausgelöst so wird der Überlauf in die Schwemmrinne freigegeben und das geförderte Gut kann direkt ins Unterwasser geleitet werden. Die Turbine wird nach erfolgreichem Ausbruch in die Aussenwände der bestehenden Turbinenkammer integriert und das Saugrohr in Richtung Unterwasserkanal gedreht.

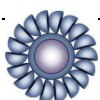
Die Decke der Turbinenkammer wird gegenüber der heutigen Situation um ca. 50 cm abgesenkt. Dadurch ist der Einbau der Turbine mit Riemenscheibe ohne Veränderung der Prozesswasserversorgung möglich.

Die bestehende Zentrale bietet genügend Platz um die gesamte elektromechanische Ausrüstung, die Steuer- und Schaltanlage sowie die Hydraulikaggregate für die Turbinenregelung, die Rechenreinigungsanlage und Streichwehrklappe aufzunehmen. Das Zugangskonzept wird nicht geändert.

6.5 Elektromechanische Ausrüstung

Als betriebswirtschaftlich beste Lösung wird der Einbau einer vertikalachsigen Kaplan turbine empfohlen. Zur optimalen Nutzung des Wasserdargebotes ist die Turbine doppelt reguliert vorzusehen. Die langsamlaufende Turbine weist einen Laufraddurchmesser von ca. 1200 mm auf. Sie ist über einen Riemenantrieb mit einem Asynchron-Generator verbunden. Als Drehzahlen für den Generator kommen 750 oder 1000 U./min. in Frage. Der Generator hat eine Spannung von 420 Volt.

Die Anlage ist für vollautomatischen, wartungsarmen Betrieb ausgelegt. Die gesamte Steuerung inkl. Hilfsbetriebe kann in einem vierfeldrigen Schrank untergebracht werden. Die Fernüberwachung kann über eine Internetvisualisierung erfolgen.

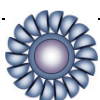


6.6 Netzanschluss

Der Netzanschluss erfolgt in die bestehende Trafostation Stanipac. Diese befindet sich unmittelbar neben dem Zulaufkanal. Der bestehende Trafo ist jedoch aufgrund der veränderten Spannung NS-seitig zu ersetzen. Es wird davon ausgegangen, dass die Kabelverbindung sowie die Messung weiterhin genutzt werden kann.

6.7 Baugesuch

Die vorgeschlagenen Massnahmen beschränken sich auf die bestehenden Anlageteile und das bestehende Zentralengebäude. An der Gebäudehülle erfolgen keine oder nur minimale Veränderungen. Es besteht daher kein baubewilligungspflichtiger Tatbestand gemäss Aussage B. Oppediger WANUTZ Kt. Bern. Zudem erfolgt die Erneuerung im Rahmen einer bestehenden Gesamtkonzession. Die Konzessionsbedingungen werden durch die Erneuerung nicht verändert.



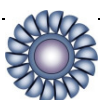
7. Energieproduktion

Die Energieproduktion der Bestvariante wurde aus der in Anhang 1 aufgeführten Dauerkurve der Abflussmengen ermittelt. Die Konzessionsbedingungen bezüglich Restwasserabgabe wurden dabei berücksichtigt. Die Berechnung erfolgte unter Berücksichtigung der hydraulischen Verluste und der massgebenden Turbinen- und Generatorwirkungsgrade. Produktionsausfälle bei zu geringer Wasserführung wurden ebenfalls berücksichtigt. Weitere Unterbrüche wie Kanalabschlag oder Produktionseinbussen wurden mit einem Verfügbarkeitskoeffizienten von 96% eingerechnet.

Die Ermittlung der Energieproduktion erfolgte für ein Durchschnittsjahr. Die Produktion kann um +/-10% schwanken.

Die Aufteilung in Winter- und Sommerenergieproduktion zeigt nur geringfügige, praktisch vernachlässigbare Vorteile für die Winterproduktion. In der Verordnung zur KEV wird nicht mehr zwischen Tarif- und Jahreszeiten unterschieden.

Die Energieproduktion im Mitteljahr beträgt: 860'000 kWh



8. Kostenschätzung

Die Kostenschätzung gemäss Anhang 2 basiert auf Erfahrungswerten kürzlich ausgeführter oder projektierter Anlagen. Die Preisbasis ist 2007. Zusätzlich wurden Richtpreisofferten für die elektromechanischen Einrichtungen eingeholt.

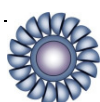
Die Kostenschätzung beinhaltet alle für die Erneuerung des Kraftwerks Stanipac notwendigen Bauarbeiten, inkl. Stahlwasserbau. Der elektromechanische Teil beinhaltet die gesamte Zentralenausrüstung mit Turbine, Asynchrongenerator, Steuer- und Schaltanlage, Trafo sowie sämtlichen Hilfseinrichtungen.

Es sind 10% Reserven eingerechnet worden. Die Genauigkeit der Kostenschätzung liegt bei +/-10%.

Zusammenfassung Baukosten:

1.	Baumeisterarbeiten, Bauhandwerker	Fr.	310'000.—
2.	Stahlwasserbau, Rechenanlage	Fr.	220'000.—
3.	EM-Ausrüstung	Fr.	380'000.—
4.	Schaltanlage, Steuerung, Netzanschluss	Fr.	100'000.—
5.	Diverses, Bauzinsen, Reserve	Fr.	120'000.—
6.	Projekt, Bau- und Montageleitung	Fr.	180'000.—
7.	Betriebsunterbruch	Fr.	70'000.—
Total Investitionskosten		Fr.	1'380'000.—

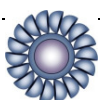
In der Kostenschätzung nicht enthalten sind die erforderlichen Massnahmen für die Automatisierung des Regulierwerkes. Ebenso sind die Kosten für den Kauf der alten Anlage nicht enthalten.



9. Bauprogramm

Das Bauprogramm wird von den Lieferfristen der Turbine und des Generators bestimmt. Da ein Asynchrongenerator zum Einsatz gelangt, ist von einer Lieferfrist ab Bestellung bis Montage von 8 bis 10 Monaten auszugehen. Im Weiteren sind die Zeiten des Kanalabschlags zu beachten. Diese Zeitfenster müssen für die Arbeiten der Wasserhaltung und die Massnahmen ausserhalb der Baugrube genutzt werden. Die Produktionseinbusse der unterliegenden Kraftwerke kann so möglichst gering gehalten werden.

Im Anhang 3 ist ein detailliertes Projektierungs- und Bauprogramm für die Bestvariante dargestellt.

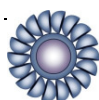


10. Wirtschaftlichkeit

Die Wirtschaftlichkeit der Investitionen gemäss Kapitel 8 wird auf Basis einer Ertragsbarwertberechnung beurteilt. Grundlage dazu bildet die mittlere Produktionserwartung sowie die zu erwartende kostendeckende Einspeisevergütung KEV. Auf Basis der Vernehmlassungsunterlagen zur KEV lässt sich für die Anlage Stanipac folgender Vergütungsansatz ermitteln:

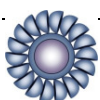
Berechnung KEV

- Grundvergütung für 98 äkW	16.6 Rp./kWh
- Druckstufenbonus	5.5 Rp./kWh
Total KEV	22.1 Rp./kWh
Betriebsertrag 860'000 kWh	190'000.--/Jahr
Betriebsaufwand	40'000.--/Jahr
Ertragsbarwert	2.11 Mio. Fr.
	Basis 25 Jahre, 5% Zinssatz
Investitionsvolumen	1.38 Mio. Fr.



11. Zusammenstellung Hauptdaten

-	Anlagenkoordinaten	614'540 / 210'800
-	Einzugsgebiet Emmeeinlass	670 km ²
-	Ausbauwassermenge Q _a	5.0 m ³ /s
-	Wasserspiegel Oberwasser	544.10 m ü.M.
-	Unterwasserspiegel bei Q _a	540.90 m ü.M.
-	Unterwasserspiegel bei Q _{-min}	540.85 m ü.M.
-	Bruttogefälle	3.20 m
-	Nettofallhöhe bei Q _a	3.00 m
-	mittlere Nutzwasserfracht	135 Mio. m ³ / Jahr
-	mittlere Nutzwassermenge	4.28 m ³ /s
-	Ausbautage	250 Tage
-	installierte Leistung ab Geno	120 kWe
-	Produktionserwartung	858'000 kWh / Jahr
-	Turbine:	
	Typ	Kaplan, doppelt reguliert
	Lauftraddurchmesser	ca. 1200 mm
	Nennndrehzahl	ca. 220 U./min.
	Nennleistung	ca. 145 kW (mit Stauzielerhöhung)
-	Generator	
	Typ	Asynchron
	Nennleistung	ca. 135 kW (mit Stauzielerhöhung)
	Nennndrehzahl	750 U./min.
-	Transformator	
	Nennleistung	160 kVA
	Übersetzung	0.4 / 16 kV



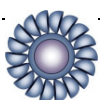
12. Stauzielerhöhung

Eine Erhöhung des Betriebsstauziels im Oberwasserkanal wurde untersucht. Bereits heute besteht bei einem Turbinenstillstand resp. erhöhten Zuflussmengen ein erhöhter Wasserstand bedingt durch den seitlichen Überlauf über das Streichwehr von mindestens 10 cm Höhe ohne dass es entlang des Kanals zu einem seitlichen Überlaufen kommt. Im Bereich des Regulierwerkes beim Kanaleinlauf konnte zudem eine Pegeldifferenz von über 70 cm festgestellt werden. Die Nutzung der Überfallhöhe ist im Projekt vorgesehen. Diese wird jedoch durch den zu erwartenden Pegelanstieg im Unterwasser kompensiert, sodass weiterhin eine Bruttofallhöhe von 3.2 m zu Verfügung steht. Um sicher zu stellen, dass es bei einer Turbinenabstellung zu keiner Schwallbildung resp. weiteren Stauzielerhöhung im Kanal kommt, ist bereits im Projekt der Ersatz des festen Streichwehrs durch eine bewegliche Regulierklappe vorgesehen.

Ohne bauliche Massnahmen entlang des Kanals ist eine Erhöhung des Stauziels von mehr als 10 cm nicht möglich. Eine weitere Erhöhung bedingt eine höhenmässige Anpassung der seitlichen Verbauungen. Dabei ist die Konstruktion der Entlastungsklappe bereits so gestaltet, dass diese einfach angehoben und auf die neuen Wasserspiegelkoten angepasst werden kann.

Die maximal mögliche Stauzielerhöhung kann zum jetzigen Zeitpunkt nicht angegeben werden. Dazu sind zusätzliche Gelände und Bauwerksaufnahmen sowie hydraulische Berechnungen notwendig. Wir schätzen jedoch das Potential einer Erhöhung auf rund 30 cm.

In der Basisvariante besteht gemäss von den Bedingungen zur KEV keine Berechtigung für den Wasserbaubonus, da der Anteil des Wasserbaues an den gesamten Investitionskosten deutlich unter dem Schwellenwert von 30% liegt. Der Bonus könnte jedoch im Zusammenhang mit den baulichen Massnahmen für eine Stauzielerhöhung ausgelöst werden.



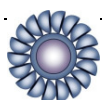
Mit dieser Ausgangslage ergeben sich folgende betriebswirtschaftlich Kennzahlen:

-	Bruttofallhöhe	3.50	m
-	Installierte Leistung	130	kW
-	mittlere Jahresproduktion	935'000	kWh
-	Berechnung KEV		
-	Grundvergütung für 108 äkW	16.2	Rp./kWh
-	Druckstufenbonus	5.5	Rp./kWh
-	Wasserbaubonus	3.5	Rp./kWh
-	Total KEV	25.2	Rp./kWh
-	Betriebsertrag	235'000.--	/Jahr
-	Betriebsaufwand	40'000.--	/Jahr
-	EBDIT	195'000.--	/Jahr
-	Ertragsbarwert	2.75	Mio. Fr.

Gegenüber der Basislösung kann durch eine Stauzielerhöhung und bedingt durch die zusätzliche Vergütung des Wasserbaubonus in der KEV eine Ertragswertverbesserung von rund 0.6. Mio. Fr. geschaffen werden.

Es ist davon ausgehen, dass auf die gesamte Länge des Gewerbekanals eine Erhöhung der Seitenwände um 30 bis 50 cm zu erfolgen hat. Im unteren Abschnitt - ab der Dotierung Brunnbach - können diese Massnahmen im Zusammenhang mit der Sanierung des Kanalverbaues erfolgen, im oberen Bereich ist eine Erhöhung durch einfachere bauliche Massnahmen möglich. Wir schätzen, dass die Gesamtinvestition dieser Aufwendungen – ein Anteil davon müsste zudem durch den GWKB getragen werden – deutlich unter der möglichen Ertragswertverbesserung liegen dürfte.

Die Verordnung zur KEV sieht vor, dass die Beitragsberechtigung auch dann besteht, wenn Investitionen gestaffelt über einen Zeitraum von 5 Jahren erfolgen. Die Massnahmen zur Stauzielerhöhung haben somit nicht zwingend mit der Umsetzung der Basisvariante zu erfolgen.



Fotodokumentation



Bild 1: Streichwehr mit Entlastungskanal



Bild 2: Ansicht Unterwasserbereich



Bild 3: Zulaufkanal mit Rechenreinigungsanlage



Bild 4: Entlastungsbauwerk von Unterwasser



Bild 5: Generator mit Getriebe und Regler



Bild 6: Turbine



Bild 7: Propellerlaufrad

Emme - Kraftwerk Stanipac - Burgdorf

Hydrologie / Wasserwirtschaftliche Daten

1. Dauerkurve der Abflussmengen

Tage Station	Q LHG 2070 Emmenmatt 443 km ² Q-Faktor	Q Emmeeinlauf Burgdorf 670 km ² 1.51	Q LHG 2155 Emmenmatt 993 Q-Faktor	Q Emmeeinlauf Burgdorf 670 km ² 0.71	Q-Mittel	Nutzvolumen bei Qa = 5.000 m ³ /s Dotierwassermenge = 1.700 m ³ /s Fischaufstieg = 0.500 m ³ /s
9	46.50	70.22	65.80	46.72	58.47	3'888'000
18	35.20	53.15	51.00	36.21	44.68	3'888'000
36	25.60	38.66	38.10	27.05	32.85	7'776'000
55	20.60	31.11	31.20	22.15	26.63	8'208'000
73	17.50	26.43	26.90	19.10	22.76	7'776'000
91	15.00	22.65	23.60	16.76	19.70	7'776'000
114	12.70	19.18	20.30	14.41	16.80	9'936'000
137	10.80	16.31	17.70	12.57	14.44	9'936'000
160	9.30	14.04	15.50	11.01	12.52	9'936'000
182	8.00	12.08	13.80	9.80	10.94	9'504'000
205	6.84	10.33	12.30	8.73	9.53	9'936'000
228	5.81	8.77	10.90	7.74	8.26	9'936'000
251	4.92	7.43	9.70	6.89	7.16	10'943'659
274	4.14	6.25	8.58	6.09	6.17	8'872'550
292	3.54	5.35	7.70	5.47	5.41	5'581'457
310	3.01	4.55	6.93	4.92	4.73	4'462'569
329	2.50	3.78	6.09	4.32	4.05	3'596'869
347	1.99	3.00	5.22	3.71	3.36	2'336'688
356	1.61	2.43	4.55	3.23	2.83	694'533
362	1.04	1.57	3.84	2.73	2.15	0
365	0.64	0.97	2.74	1.95	1.46	0
Summe Durchschn. Wassermenge						134'984'325 m ³ /Jahr 4.28 m ³ /s

Energiewirtschaftliche Daten

1. Basisdaten

Ausbauwassermenge	5.0 m ³ /s
Rest- /Dotierwassermenge, Fischaufstieg	2.200 m ³ /s
Stauziel Oberwasser	544.00 m ü.M.
Bruttofallhöhe bei Q-mittel	3.20 m
Nutzvolumen	134'984'325 m ³ / Jahr

2. Energieproduktion

Installierte Leistung	122	kW-el
Jahresenergieproduktion	893'832	kWh
Verfügbarkeit	96.0%	
Kalkulatorische Jahresproduktion	858'079	kWh
Vollaststunden	7026	Std.
Äquivalente Leistung nach KEV	98	kWä

3. Daten gem. eidg. Wasserrechtsgesetz

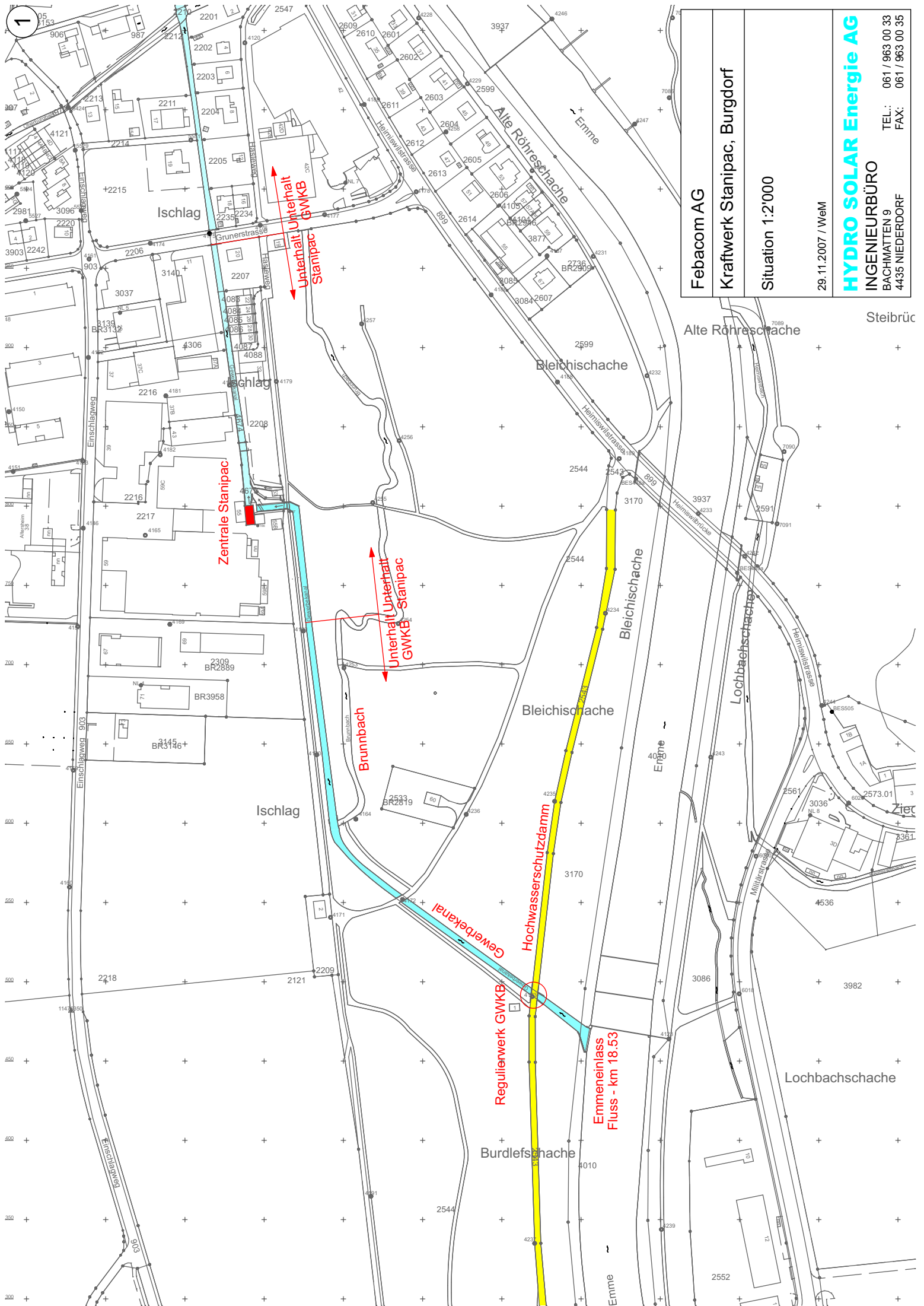
Bruttoproduktion	1'177'063	BkWh
mittlere Bruttoleistung nach WRG	134	BkW

			Variante 1a Turbine Kaplan	Variante 1b Turbine Francis	Variante 1c Turbine Durchström	Variante 2a Turbine Kaplan	Variante 2b Turbine Francis	Variante 2c Turbine Durchström	Variante 3a Turbine Kaplan	Variante 3b Turbine Francis	Variante 3c Turbine Durchström
Anlagedaten	Ausbauwassermenge	Q-a [m3/s]	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0
	Bruttofallhöhe	H-n [m]	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2
	Installierte Leistung	P-e [kW]	120	120	108	120	120	108	120	120	108
	Mittlere Jahresproduktion	E [kWh]	858'000	823'000	772'000	858'000	823'000	772'000	858'000	823'000	772'000
Investitionskosten Schätzung	Baumeisterarbeiten Abbruch / Aushub / Wasserhaltung	sFr.	70'000	90'000	100'000	120'000	120'000	120'000	140'000	140'000	140'000
	Baumeisterarbeiten Betonarbeiten	sFr.	150'000	200'000	200'000	230'000	240'000	260'000	260'000	270'000	280'000
	Baumeisterarbeiten Umgebung	sFr.	30'000	30'000	50'000	80'000	80'000	80'000	80'000	80'000	80'000
	Bauhandwerker	sFr.	60'000	60'000	80'000	100'000	100'000	100'000	100'000	100'000	100'000
	Stahlwasserbau / Rechenanlage	sFr.	220'000	220'000	220'000	220'000	220'000	220'000	220'000	220'000	220'000
	EM-Ausrüstung, Montage, IBS	sFr.	380'000	370'000	380'000	360'000	350'000	360'000	360'000	350'000	360'000
	Steuerung, Schaltanlage	sFr.	80'000	80'000	80'000	80'000	80'000	80'000	80'000	80'000	80'000
	Netzanschluss	sFr.	20'000	20'000	20'000	40'000	40'000	40'000	40'000	40'000	40'000
	Allgemeine Kosten / Diverses / Reserve	sFr.	300'000	300'000	300'000	300'000	300'000	300'000	300'000	300'000	300'000
	Betriebsunterbruch	sFr.	70'000	70'000	70'000	10'000	10'000	10'000	20'000	20'000	20'000
	Total Investitionskosten	sFr.	1'380'000	1'440'000	1'500'000	1'540'000	1'540'000	1'570'000	1'600'000	1'600'000	1'620'000
			100%	104%	109%	112%	112%	114%	116%	116%	117%
Betriebswirtschaft	Bruttoproduktion nach KEV	bkW	98	94	88	98	94	88	98	94	88
	KEV (kostende. Einspeisevergütung)	Rp./kWh	22.1	22.2	22.5	22.1	22.2	22.5	22.1	22.2	22.5
	Ertrag aus Stromverkauf / Basis KEV	sFr./Jahr	189'618	182'706	173'700	189'618	182'706	173'700	189'618	182'706	173'700
	URE / Versicherung	sFr.	-40'000	-40'000	-40'000	-40'000	-40'000	-40'000	-40'000	-40'000	-40'000
	EBITA	sFr.	149'618	142'706	133'700	149'618	142'706	133'700	149'618	142'706	133'700
	Ertragsbarwert 25 Jahre 5% (Basis KEV)	sFr.	2'108'716	2'011'298	1'884'368	2'108'716	2'011'298	1'884'368	2'108'716	2'011'298	1'884'368
Bewertung			153%	140%	126%	137%	131%	120%	132%	126%	116%

ERNEUERUNG KRAFTWERK STANIPAC - BURGDORF

Generelles Terminprogramm

[illegible]



1

Febacom AG
Kraftwerk Stanipac, Burgdorf
Situation 1:2'000
29.11.2007 / WeM
HYDRO SOLAR Energie AG
INGENIEURBÜRO
BACHMATTEN 9
4435 NIEDERDORF
TEL.: 061 / 963 00 33
FAX: 061 / 963 00 35

Steibrüc

Alte Röhreschache

Bleichschache

Zentrale Stanipac

Unterhalt GWKB

Brunnbach

Bleichschache

Hochwasserschutzdamm

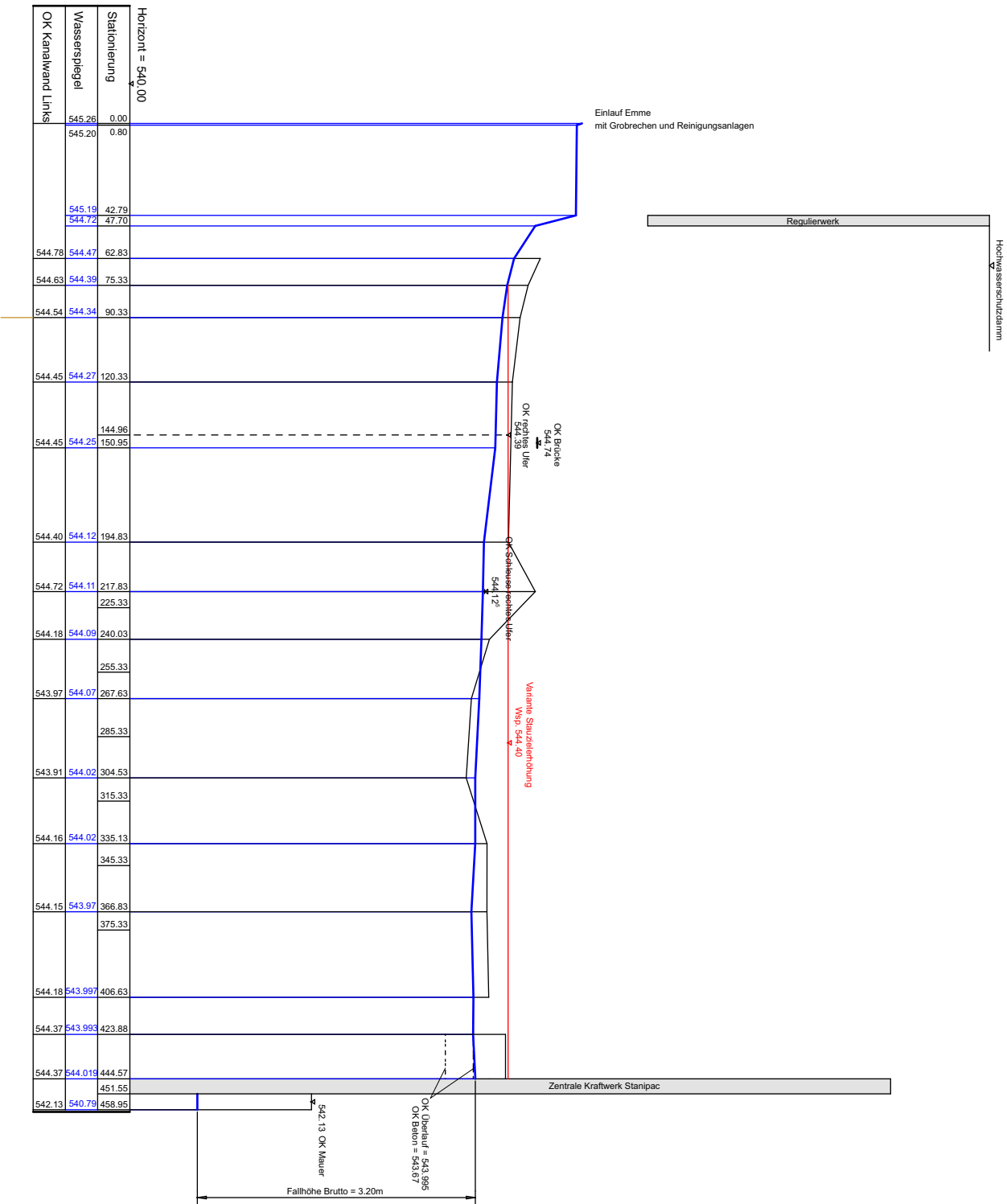
Regulierwerk GWKB

Emmereinlass
Fluss - km 18.53

Burdleschache

Lochbachschache

Lochbachschache



Febacom AG

Kraftwerk Stanipac, Burgdorf

Gewerbekanal

Längenprofil 1:2'000 / 50

gem. Nivellament vom 11.07.07

29.11.2007 / WeM

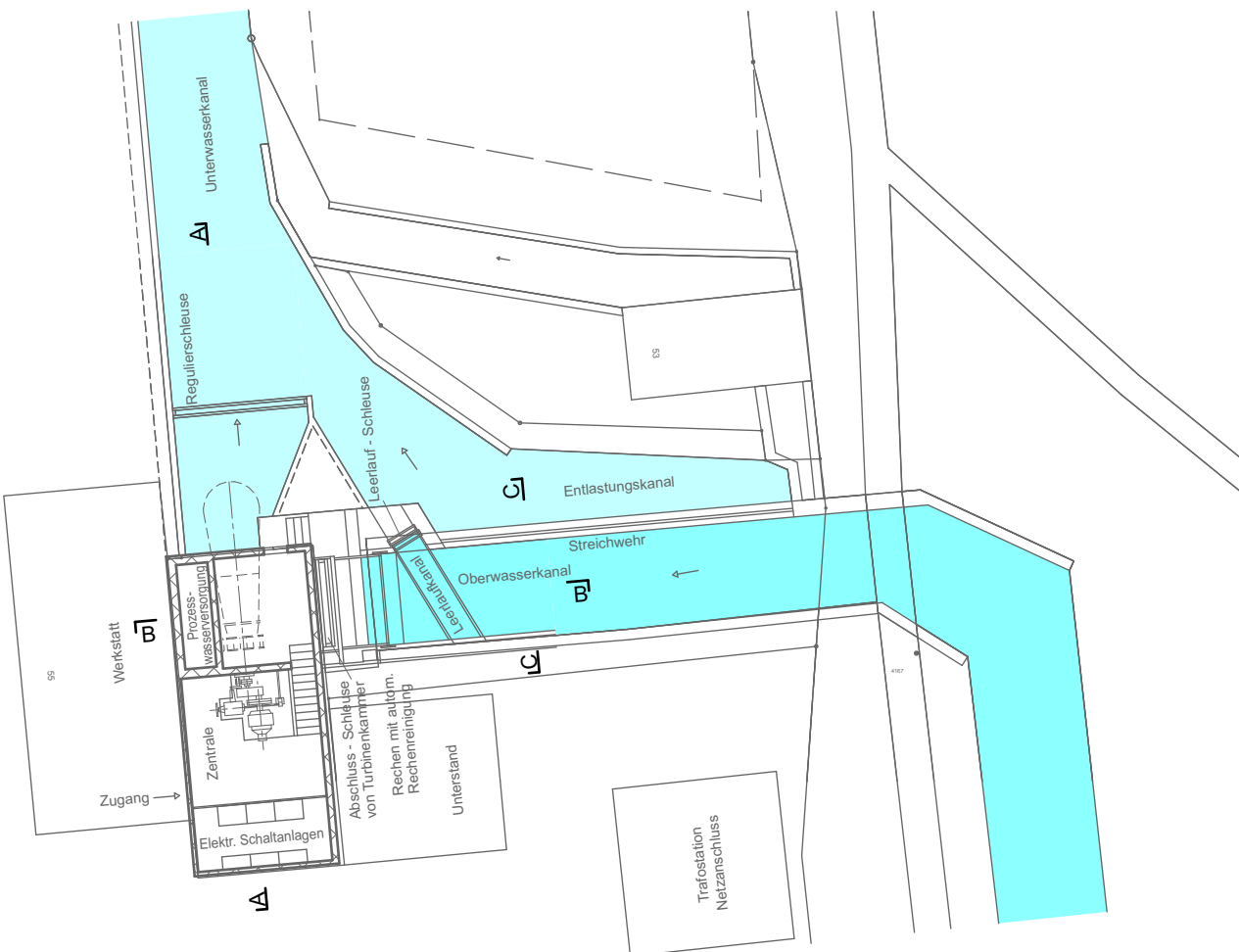
HYDRO SOLAR Energie AG

INGENIEURBÜRO

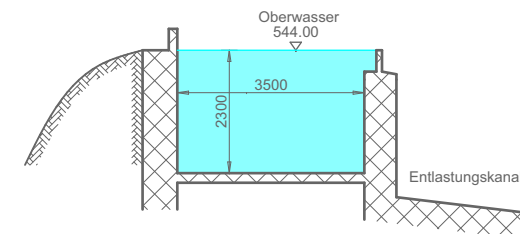
BACHMATTEN 9

4435 NIEDERDORF

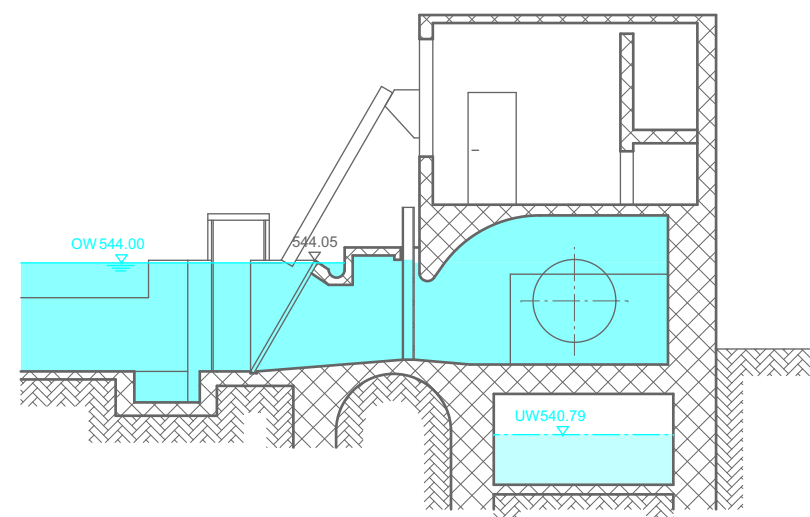
TEL.: 061 / 963 00 33
FAX: 061 / 963 00 35



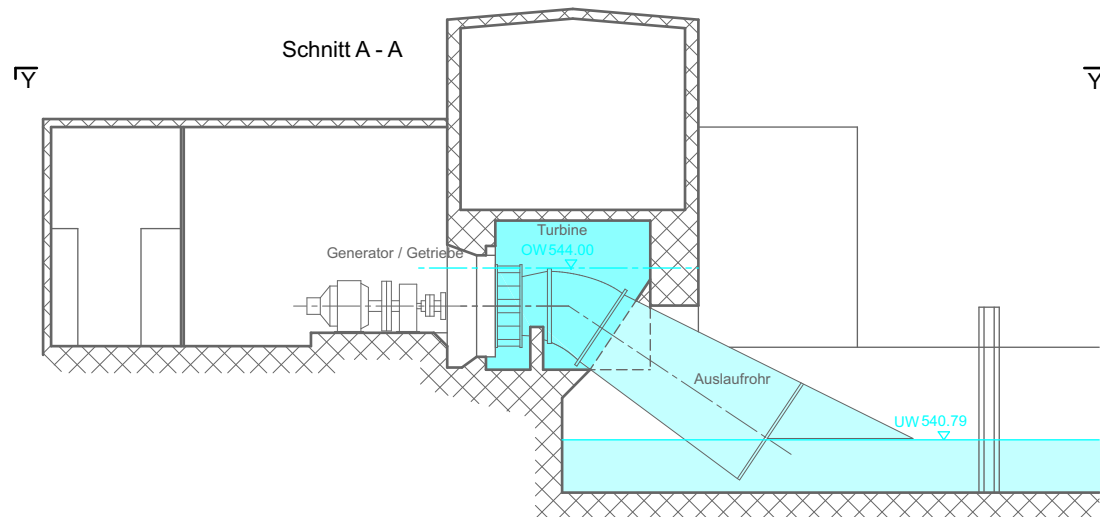
Schnitt C - C



Schnitt B - B



Schnitt A - A



Febacom AG

Kraftwerk Stanipac, Burgdorf

Bestehende Anlage

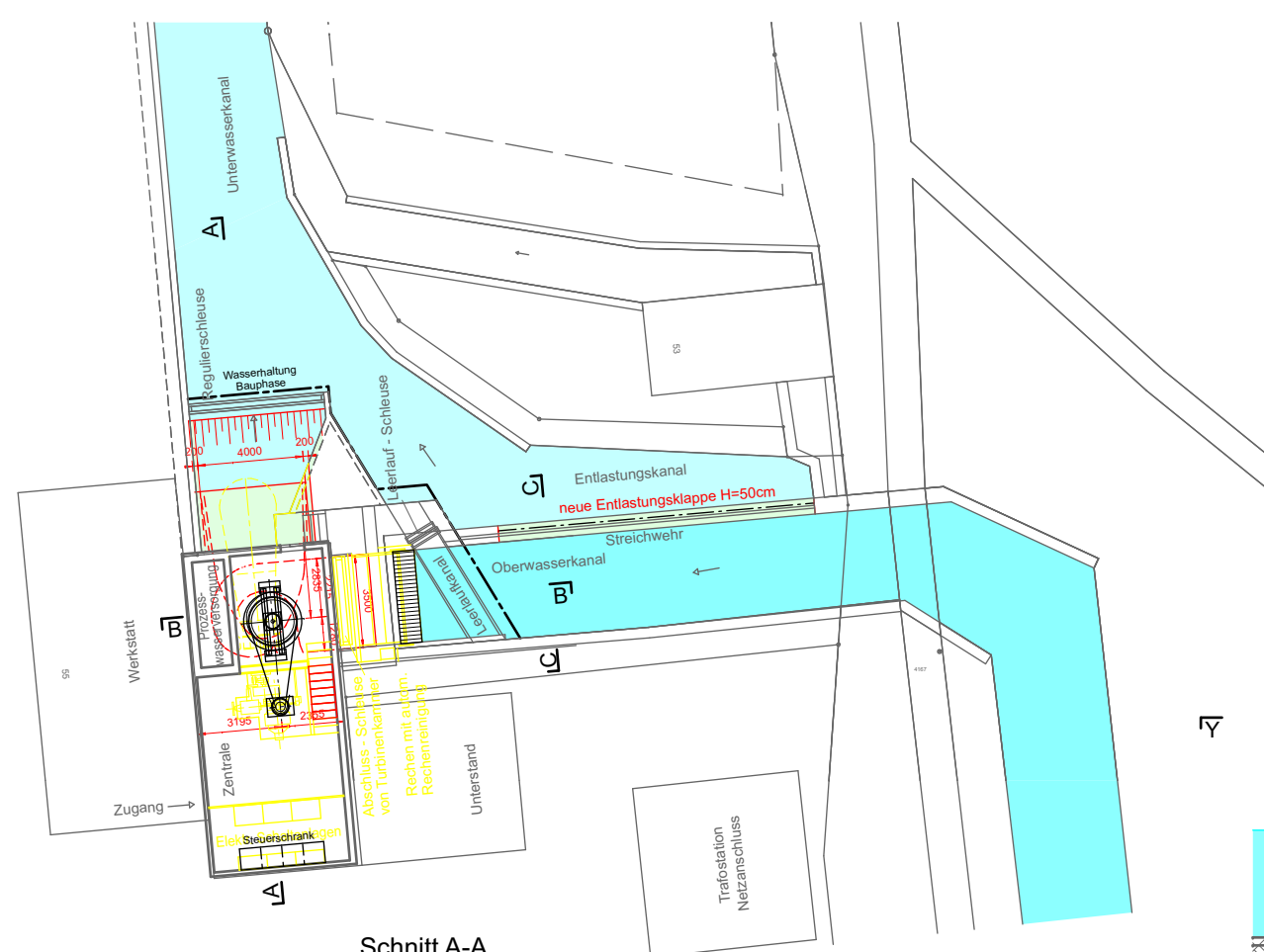
Situation 1:200 / Schnitte 1:100

04.12.2007 / WeM

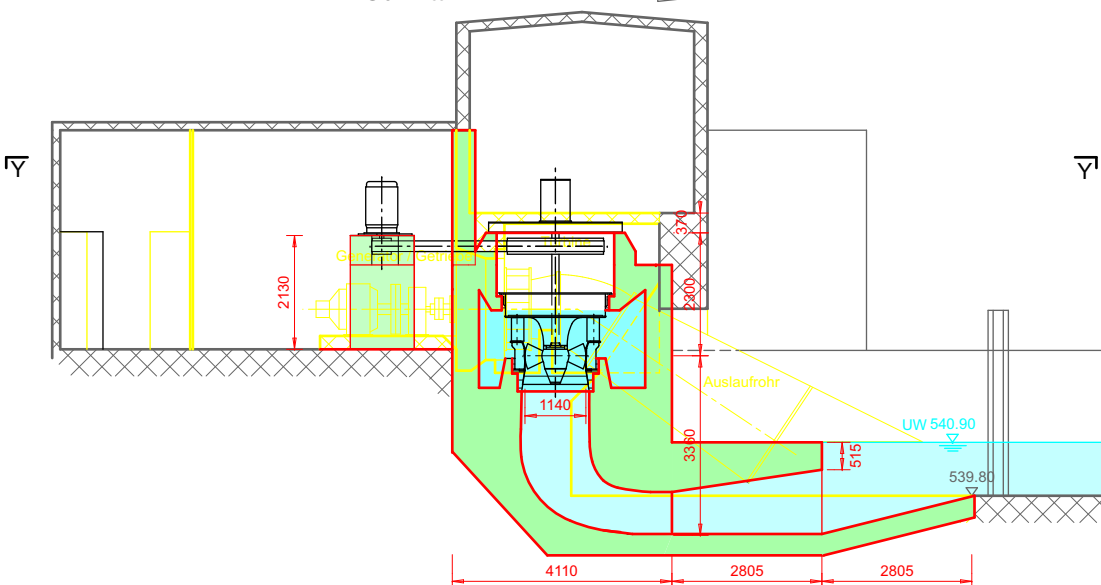
HYDRO SOLAR Energie AG

INGENIEURBÜRO

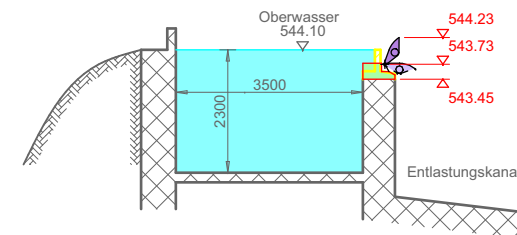
BACHMATTEN 9
4435 NIEDERDORFTEL.: 061 / 963 00 33
FAX: 061 / 963 00 35



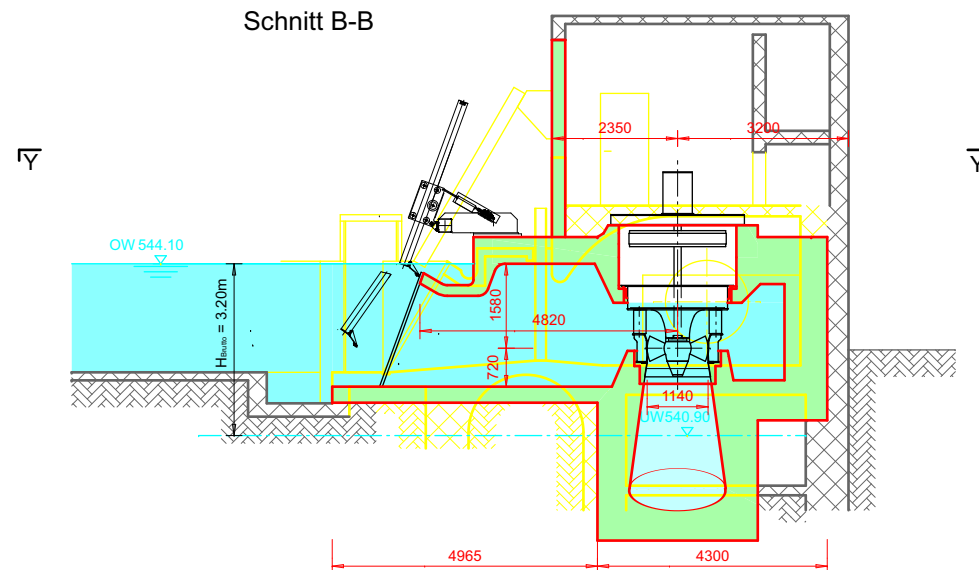
Schnitt A-A



Schnitt C-C



Schnitt B-B



Anlagendaten:
 $H_N = 3.0\text{m}$
 $Q_A = \text{ca. } 5\text{m}^3/\text{s}$
 $P_E = \text{ca. } 120\text{kW}$
 $n_T = 220 \text{ U/min}$

Febacom AG

Kraftwerk Stanipac, Burgdorf

Variante 1a, Umbau bestehende Zentrale

Situation 1:200, Schnitt 1:100

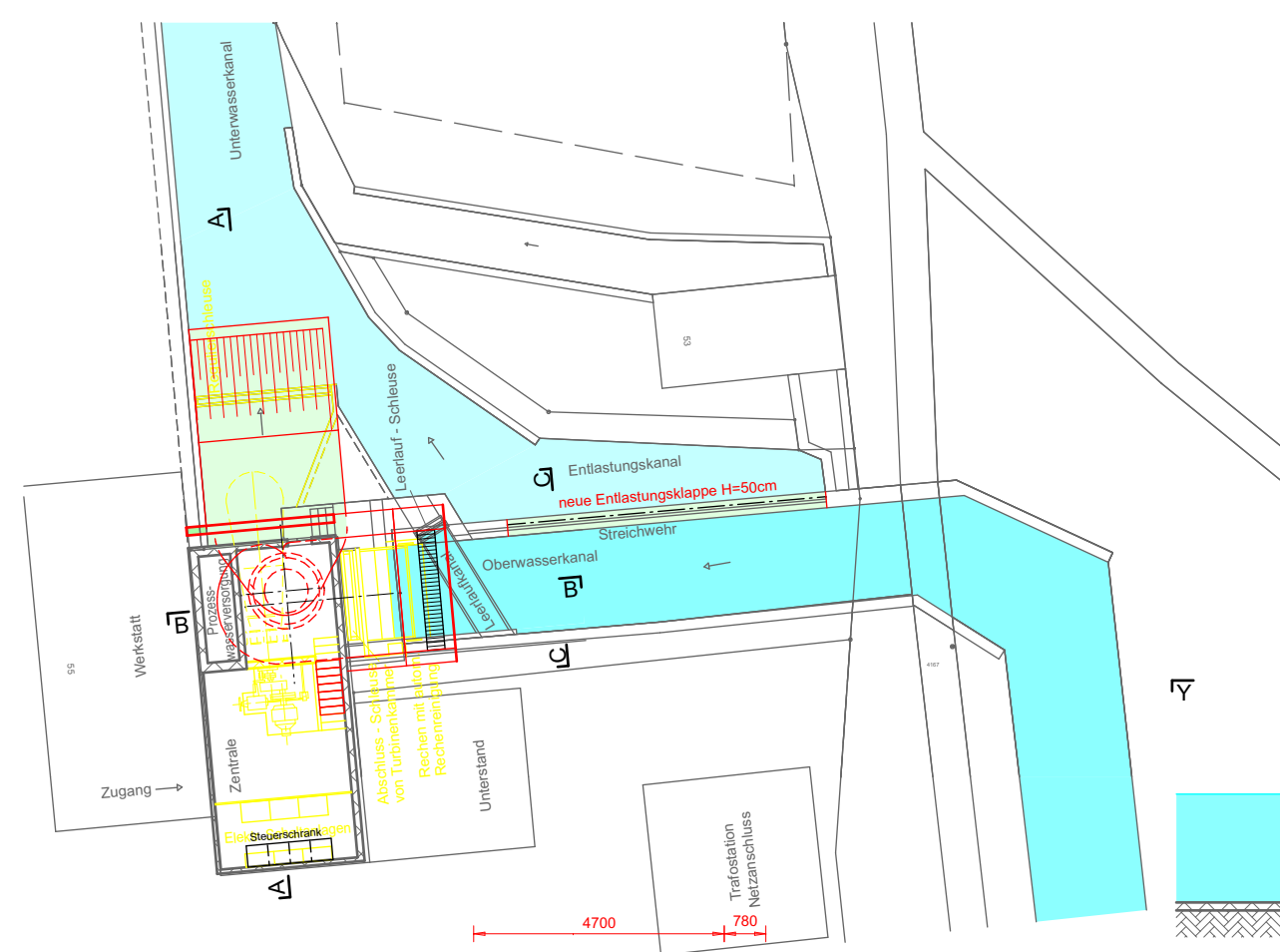
04.12.2007 / WeM

HYDRO SOLAR Energie AG

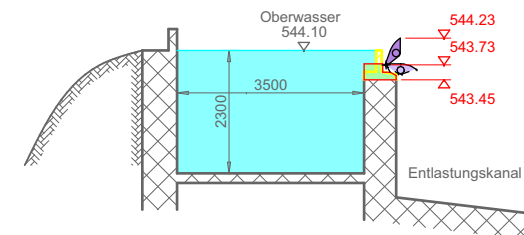
INGENIEURBÜRO

BACHMATTEN 9
 4435 NIEDERDORF

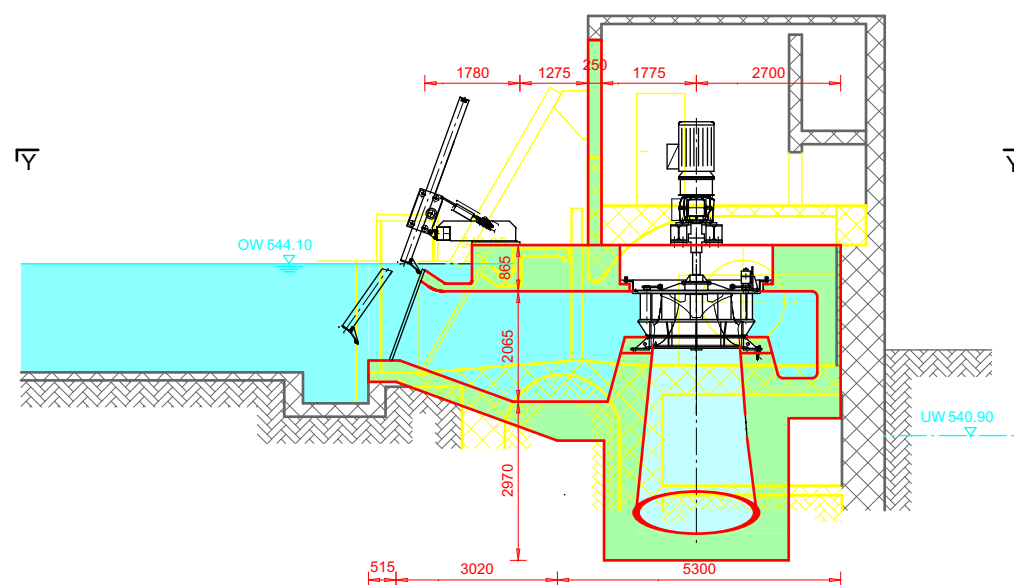
TEL.: 061 / 963 00 33
 FAX: 061 / 963 00 35



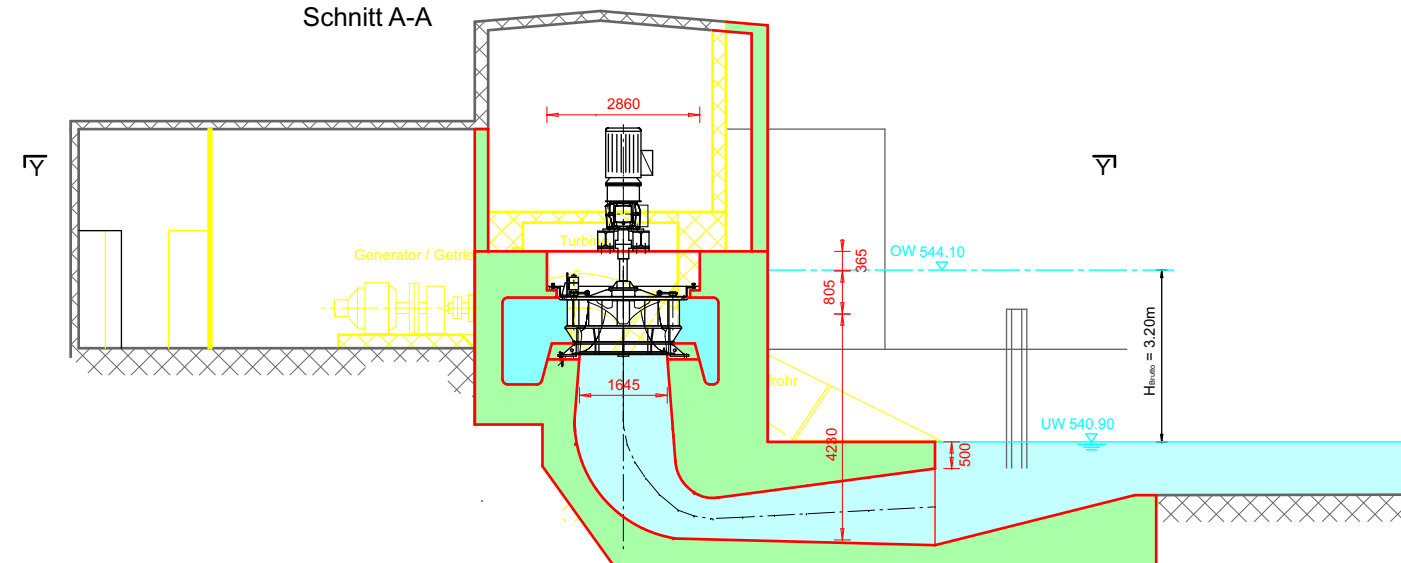
Schnitt C-C



Schnitt B-B



Schnitt A-A



Anlagendaten:
 $H_N = 3.0\text{m}$
 $Q_A = \text{ca. } 5\text{m}^3/\text{s}$
 $P_E = \text{ca. } 132\text{kW}$
 $n_T = 87 \text{ U/min}$

Febacom AG

Kraftwerk Stanipac, Burgdorf

Variante 1b, Umbau bestehende Zentrale

Situation 1:200, Schnitt 1:100

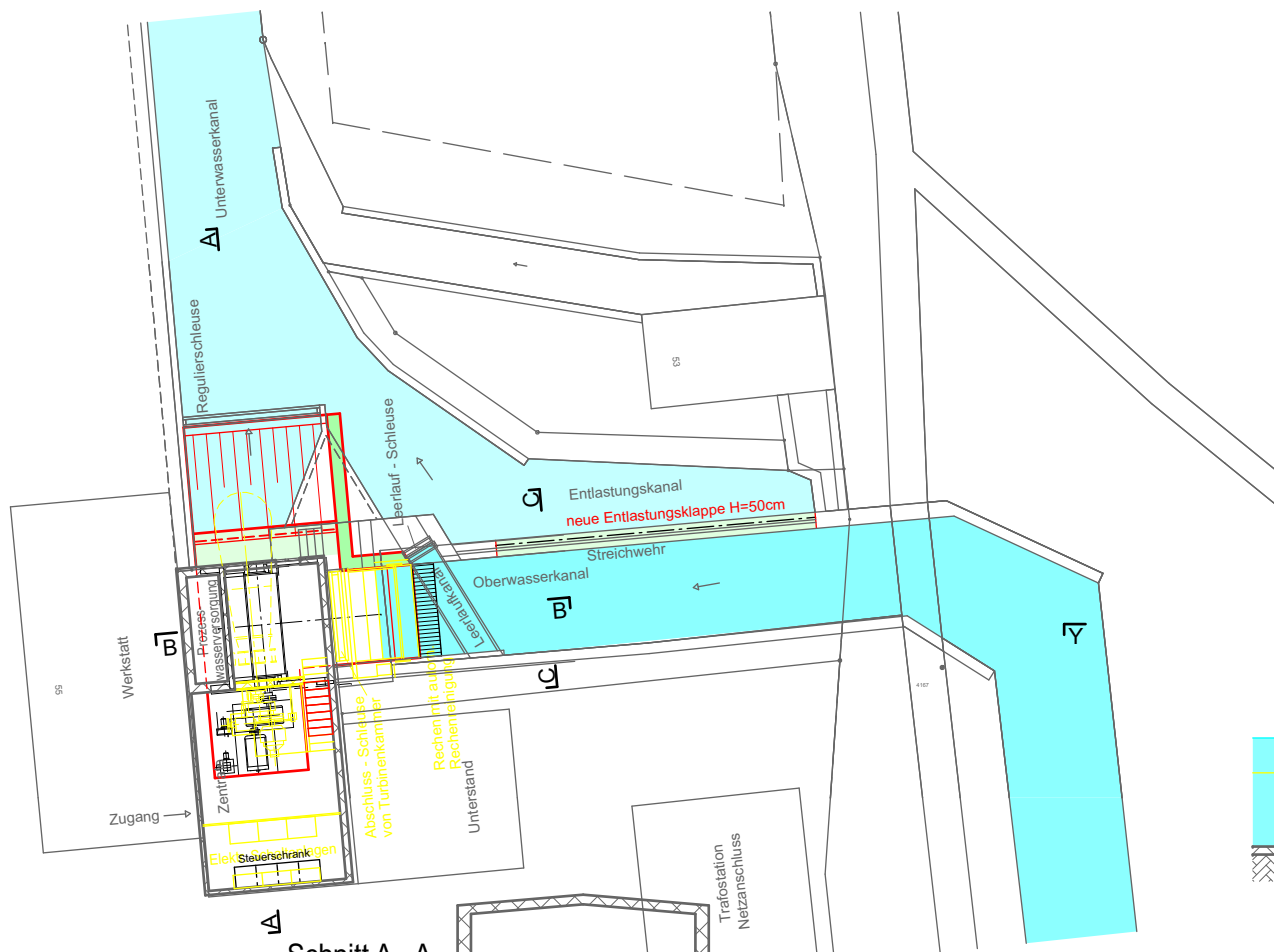
04.12.2007 / WeM

HYDRO SOLAR Energie AG

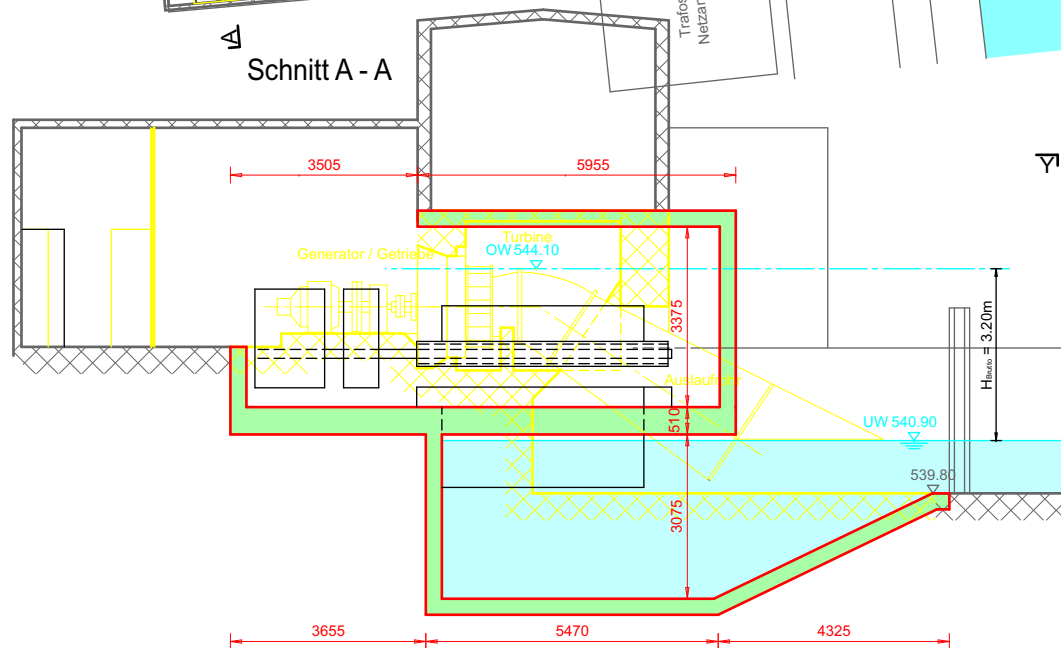
INGENIEURBÜRO

BACHMATTEN 9
 4435 NIEDERDORF

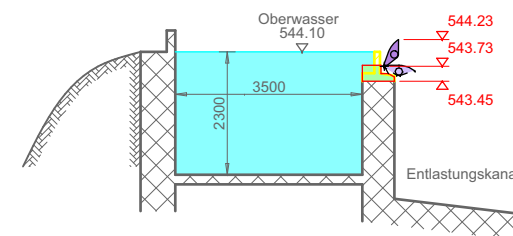
TEL.: 061 / 963 00 33
 FAX: 061 / 963 00 35



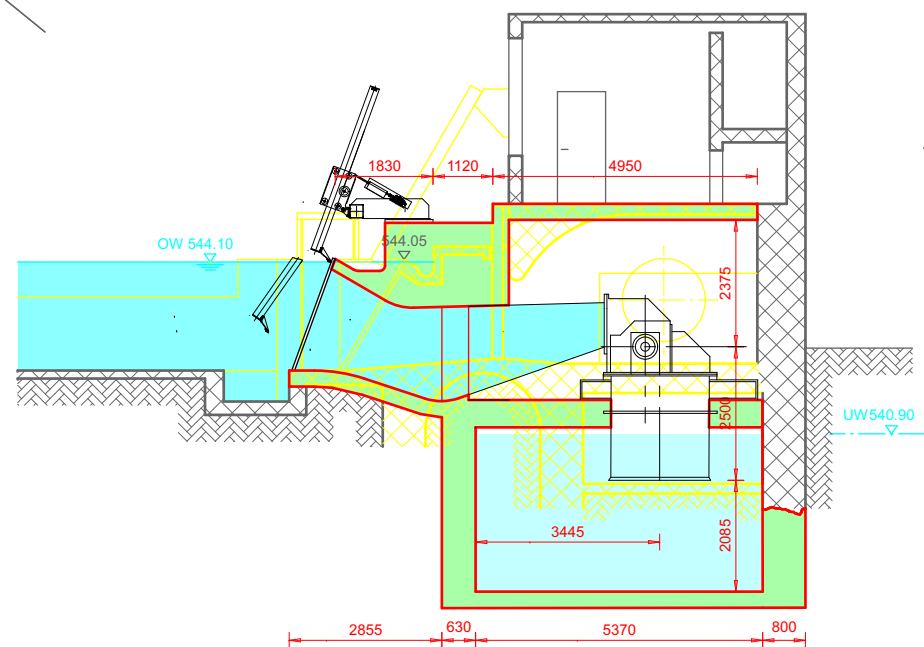
Schnitt A - A



Schnitt C - C



Schnitt B - B



Anlagendaten:
 $H_N = 3.0\text{m}$
 $Q_A = 5\text{m}^3/\text{s}$
 $P_E = 112\text{ kW}$

Febacom AG

Kraftwerk Stanipac, Burgdorf

Variante 1c, Umbau bestehende Zentrale

Grundriss 1:200, Schnitt 1:100

04.12.2007 / WeM

HYDRO SOLAR Energie AG

INGENIEURBÜRO

BACHMATTEN 9
 4435 NIEDERDORF

TEL.: 061 / 963 00 33
 FAX: 061 / 963 00 35

Technical drawing of a pump station (Pumpenstation) showing a cross-section of the structure. The drawing includes dimensions for the building footprint (3000m x 2720m), the pump chamber (1140m diameter), and the total height (3200m). The drawing also shows the location of the pump chamber (Pumpenkammer) and the pump (Pumpe) within the structure.

Schnitt A-A 1:100

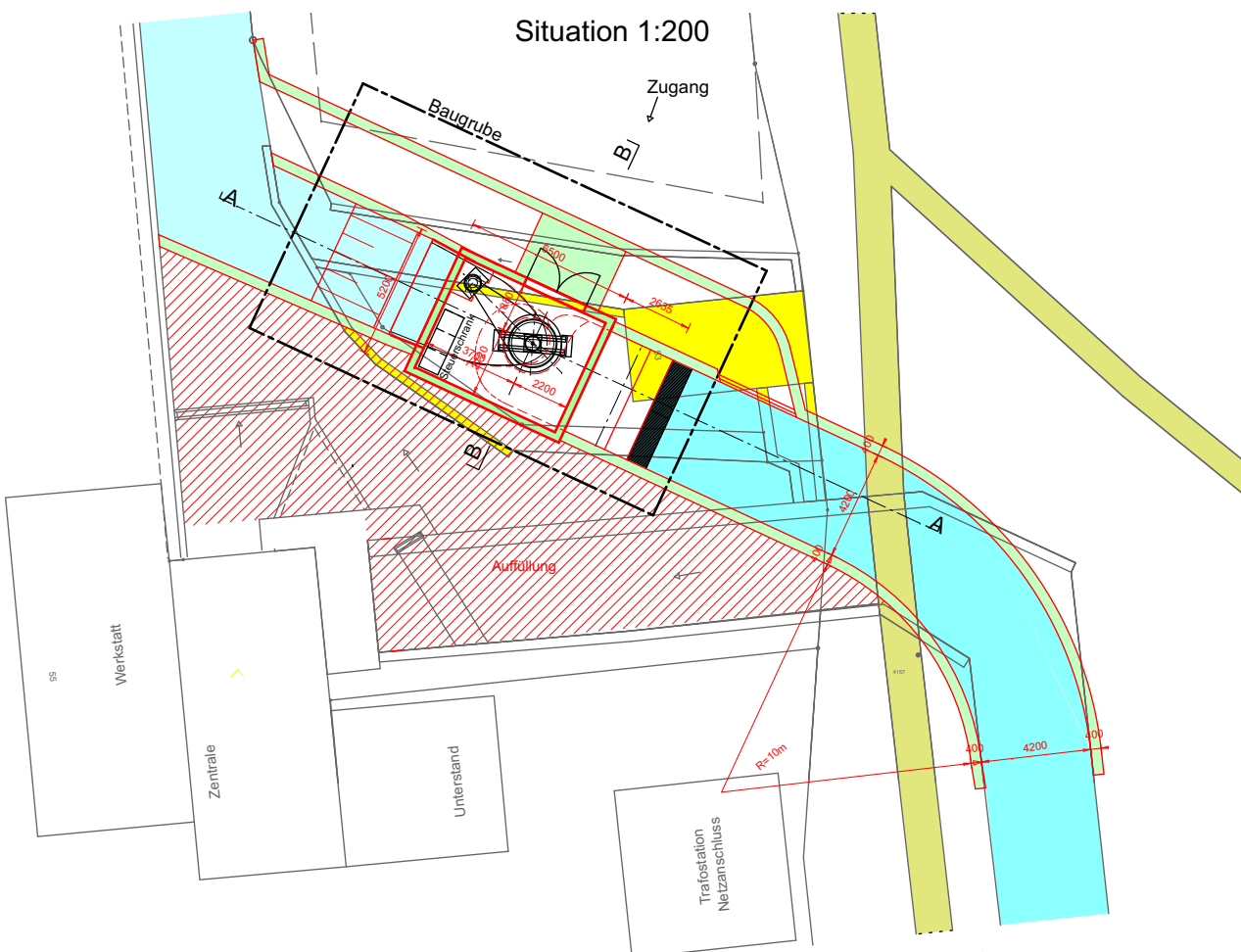
Architectural cross-section A-A at 1:100 scale. The drawing shows a building's internal structure, including a large central hall with a conical skylight, a staircase, and a water feature. Dimensions are provided in millimeters.

Key dimensions and features:

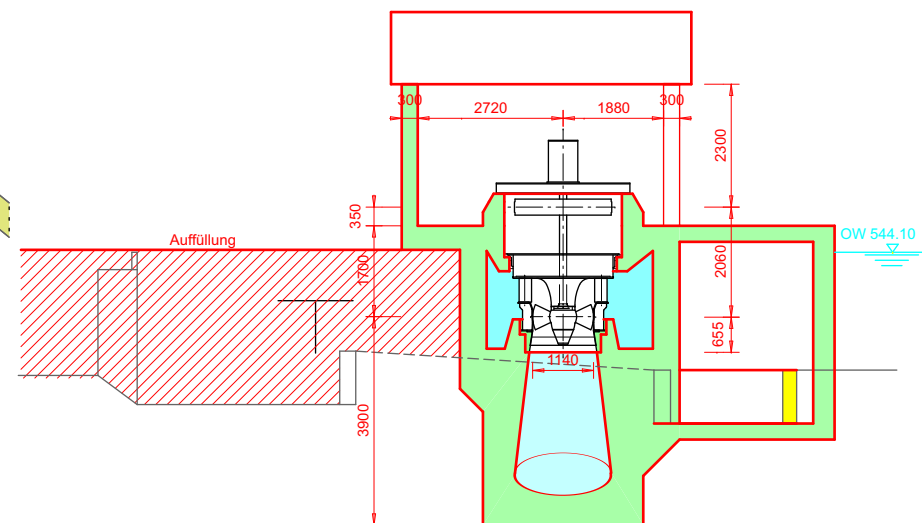
- Overall width: 2200 mm (left section) + 3700 mm (right section) = 5900 mm.
- Overall height: 5600 mm.
- Water level: OW 544.10.
- Staircase width: 1140 mm.
- Staircase height: 1700 mm.
- Staircase landing width: 1375 mm.
- Staircase landing height: 600 mm.
- Staircase landing width: 3820 mm.
- Staircase landing height: 4000 mm.
- Staircase landing width: 1140 mm.
- Staircase landing height: 5600 mm.
- Staircase landing width: 1140 mm.
- Staircase landing height: 5600 mm.

HYDRO SOLAR Energie AG
INGENIEURBÜRO
BACHMATTEN 9
4435 NIEDERDORF
TEL.: 061 / 963 00 33
FAX: 061 / 963 00 35

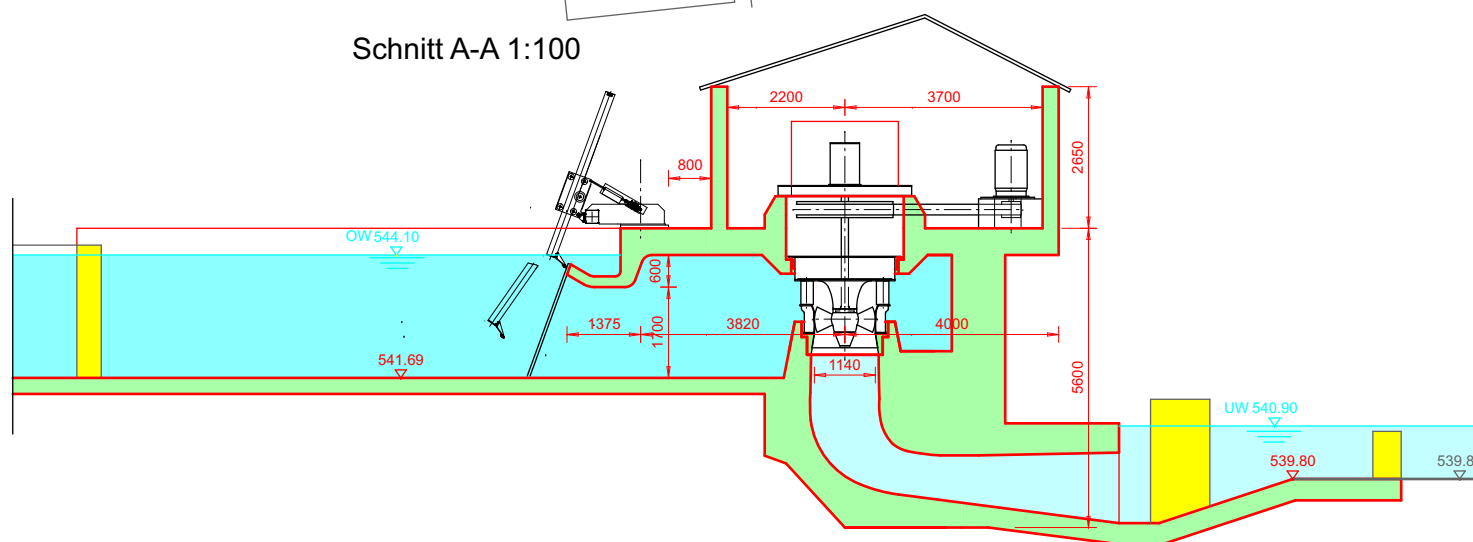
Situation 1:200



Schnitt B-B 1:100



Schnitt A-A 1:100



Anlagendaten:

 $H_N = 3.0\text{m}$ $Q_A = \text{ca. } 5\text{m}^3/\text{s}$ $P_E = \text{ca. } 120\text{kW}$ $n_T = 220\text{ U/min}$

Febacom AG

Kraftwerk Stanipac, Burgdorf

Variante 3a

Neubau einer Zentrale auf Areal Stanipac

Situation 1:200, Schnitt 1:100

04.12.2007 / WeM

HYDRO SOLAR Energie AG**INGENIEURBÜRO**BACHMATTEN 9
4435 NIEDERDORFTEL.: 061 / 963 00 33
FAX: 061 / 963 00 35