



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

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

WERKBETRIEBE FRAUENFELD

Neubau Wasserkraftwerk Altermatt – Frauenfeld

Konzessions- und Bauprojekt

Schlussbericht



Ausgearbeitet durch

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



**Programm
Kleinwasserkraftwerke**
www.kleinwasserkraft.ch

Impressum

Datum: 10. April 2008

Unterstützt vom Bundesamt für Energie

Mühlestrasse 4, CH-3063 Ittigen

Postadresse: CH-3003 Bern

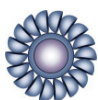
Tel. +41 31 322 56 11, Fax +41 31 323 25 00

www.bfe.admin.ch

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

Projektnummer: 102412

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



Antrag um Konzessionserteilung und Baubewilligung

Die Stadt Frauenfeld, vertreten durch die Werkbetriebe Frauenfeld, stellt hiermit aufgrund der nachstehenden Erläuterungen und der beigefügten Planunterlagen folgenden Antrag:

Antrag auf Konzessionserteilung für die Nutzung der Wasserkraft an der Murg im Bereich der bestehenden Wehrschwelle Altermatt in Frauenfeld. Im weiteren wird beantragt, dass die Bewilligung für 60 Jahre zu erteilen ist. Mit der Konzessionserteilung sind auch die Baubewilligung sowie die Nebenbewilligungen zu erteilen.

Unterschriften

Gesuchsteller: Werkbetriebe Frauenfeld

Projektverfasser: HYDRO – SOLAR Engineering AG

Zusammenfassung

Die dramatischen Hochwasser, die extreme Trockenheit: sie zeigen einmal mehr die Notwendigkeit für einen konsequenten Klimaschutz. Zweifellos besteht eine menschliche Mitverantwortung für den globalen Temperaturanstieg. Es gilt Verantwortung für die Zukunft zu übernehmen und den CO₂-Ausstoss zu reduzieren. Diese Tatsache, und sei der Beitrag noch so klein, ist heute wichtiger Bestandteil der energiepolitischen Zielsetzung von Bund, Kanton und der Stadt Frauenfeld. Die Bemühungen um eine bessere Erschliessung einheimischer, erneuerbarer Ressourcen gehören zu den Konstanten der Energiepolitik. Die Verpflichtung der Stadt Frauenfeld zur Nachhaltigkeit hilft mit die Klimaschutzziele zu erreichen.

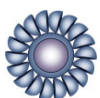
Das Wehrkraftwerk Altermatt steht im Kontext mit der regionalen, nationalen und internationalen Energiepolitik. Die Energienutzung an Nebenanlagen, wie zum Beispiel an bestehenden Schwellenbauwerken, gilt gemäss Untersuchungsstudien der EAWAG in gleichem Rahmen förderungswürdig wie beispielsweise Trinkwasserkraftwerke. Der Energieträger Wasserkraft soll umweltschonend ausgebaut werden. Das vorliegende Vorhaben reiht sich gut in diese Zielsetzung ein.

Für die Stadt Frauenfeld bestehen mit Umsetzung des Strom-VG klare und verlässliche gesetzliche Rahmenbedingungen indem eine kostendeckende Vergütung gewährt wird. Das Projekt entspricht marktwirtschaftlichen Rahmenbedingungen und hat einen hohen umweltpolitischen und volkswirtschaftlichen Stellenwert.

Die gemeinsame Realisierung der drei Bauvorhaben Zeughausbrücke, Hochwasserschutz und Wasserkraftnutzung ist sinnvoll und ermöglicht nicht nur kostenmässige Synergien sondern auch gewässerökologisch sinnvolle Verbesserungen.

Die Wasserkraftanlage nutzt eine Wassermenge von 5 m³/s bei einem vorhandenen Gefälle von rund 2.5 m. Es kann eine maximale Leistung von 100 kW erzeugt und mit einer Jahresproduktion von rund 440'000 kWh gerechnet werden. Diese Strommenge entspricht dem Bedarf von rund 100 Haushaltungen. Die Gesamtkosten der neuen Kraftwerksanlage betragen rund 2.2 Mio. Franken. Unter Berücksichtigung des Kostenbeitrages SIA von 0.7 Mio. reduziert sich die Nettoinvestition auf 1.5 Mio. Franken. Daraus ergibt sich ein Energiegestehungspreis von 25 Rp./kWh.

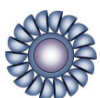
Die Anlage ist im Sinne der Gesetzgebung standortgebunden. Sie wird in einem bauzonenmässig erschlossenen Raum ohne Beeinträchtigung schutzwürdiger Biotope realisiert. Für die Erstellung der Anlage muss vorübergehend Wald gerodet werden. Dieser wird jedoch nach Fertigstellung der Anlage an gleicher Stelle wieder aufgeforstet. Das Projekt kann somit ohne bleibende Eingriffe in die



Landschaft erstellt werden. Möglichen Nachteilen stehen Verbesserungen der Gewässerökologie, dem Fischeufstieg und der Biber-Vernetzung gegenüber. Eine Restwasserabgabe nach GSchG ist nicht erforderlich. Der Geschiebweitertransport ist jederzeit gewährleistet, die Regeneration der Sohle wird gegenüber dem heutigen Zustand verbessert.

Das Projekt entspricht dem aktuellen Stand der Gesetzgebung des Umweltschutzes und der Raumplanung. Die eidgenössischen und kantonalen Gewässerschutzvorschriften werden eingehalten. Das Projekt berücksichtigt alle öffentlichen Interessen in gebührender Masse. Die Anlage beeinträchtigt die Landschaft nicht. Die Aspekte des Natur-, Landschafts- und Heimatschutzes werden gebührend berücksichtigt. Das vorhandene Energiepotential wird unter Berücksichtigung des Umweltschutzes genutzt. Die Eingriffe innerhalb des Projektperimeters sind minimiert.

Alle zweckmässigen Massnahmen zum Schutz der Fischerei sind getroffen worden.



Inhaltsverzeichnis

Seite

1.	Einleitung	8
2.	Unterlagen	10
3.	Hydrologie	11
	Einzugsgebiet	11
	Dauerkurve der Abflussmengen	11
	Ausbauwassermenge	13
	Hochwassermengen	13
4.	Baugrundabklärungen	15
5.	Projektbeschreibung	16
	Anlagenkonzept	16
	Festlegung des Betriebsstauziels	16
	Kenngrossen der Anlage	17
	Stauwehr	18
	Einlaufbauwerk mit Grundablass	18
	Fischaufstiegshilfe	18
	Biberpassage	20
	Zentrale mit Unterwasserkanal	21
	Elektromechanische Ausrüstung	21
	Dotierung Mühlewiesenkanal	22
	Transformator und Netzanschluss	22
	Werkleitungen	22
	Erschliessung und Umgebungsgestaltung	23
	Grundstückbeanspruchung	23
	Alter Bediensteg	23
6.	Hochwassersicherheit	24
7.	Auswirkungen auf Projekte Dritter	26
	Projekt Hochwasserschutz Murg	26
	Projekt Neubau Zeughausbrücke	26
	Projekt Entlastungskanal Mühletobelbach	27
	Abgrenzung Wasserbaupflicht	27
8.	Auswirkungen auf die Umweltaspekte	29
	Restwasser	29
	Grundwasser	29
	Geschiebetransport / Wehrreglement	30
	Gewässerökologie	30
	Natur- und Landschaftsschutz / Zonenplan	31
	Geschwemmselkonzept	32
	Materialdeponien	32
	Lärm	32
9.	Energieproduktion	33



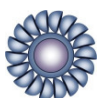
10.	Kostenvoranschlag	34
11.	Bauablauf und Bauprogramm	35
12.	Energiegestehungskosten, Wirtschaftlichkeit	36

Anhang:

- Beilage 1: Datenblatt Hydrologische Messstelle Murg Frauenfeld LHG 2386
Beilage 2: Produktions- und Ertragsberechnung / Bestimmung KEV-Vergütung
Beilage 3: Kostenvoranschlag
Beilage 4: Pegelrelationen Wehranlage

Planbeilagen Konzessions- und Bauprojekt:

a)	Übersichtsplan	1:500	03.111-04
b)	Längenprofil	1:500/50	03.111-05
c)	Situation Kraftwerk	1:200	03.111-06
d)	Grundriss, Schnitte: Wehranlage, Fischaufstiegshilfe	1:100	03.111-07
e)	Grundriss, Schnitte: Zentrale OW- und UW-Kanal	1:100	03.111-08
f)	Fassadenplan Zentrale	1:100	03.111-09
g)	Rodungsplan Situation	1:500	03.111-10



1. Einleitung

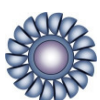
Das Murgwehr Altermatt bei der Zeughausbrücke in Frauenfeld ist Bestandteil einer alten Wasserkraftanlage aus dem Jahre 1860. Anfangs der 80er Jahre dieses Jahrhunderts wurde die Wasserkraftanlage stillgelegt.

Die Firma SIA Abrasives Industries AG in Frauenfeld, als Konzessionärin, will das Wasserrecht dem Staat zurückgeben. Die Unterhaltungspflicht der Wehranlage befindet sich derzeit immer noch bei der Firma SIA. Im Rahmen der Rückgabe des Wasserrechts muss die Firma SIA für den Abbruch oder die standfeste Sanierung der Wehranlage besorgt sein.

Wasserspiegelberechnungen haben aufgezeigt, dass die Hochwassersicherheit der Zeughausbrücke bedingt durch das Wehr Altermatt für eine Bemessungswassermenge von 200 m³/s nicht gewährleistet ist. Durch einen Abbruch der festen Wehrkrone und eine Verbreiterung der Überfallsektion auf die gesamte Wehrbreite kann jedoch die Hochwassersicherheit unter der Zeughausbrücke erreicht werden. Die Planung sah vor, dass die Wehranlage in eine Blockrampe umgebaut wird. Die Speisung des Mühlewiesenkanals musste weiterhin mit einer minimalen Wassermenge sichergestellt werden. Das Ingenieurbüro BHAtteam Frauenfeld präsentierte im Juni 2006 ein Vorprojekt mit Kostenvoranschlag für eine Blockrampe. Die Kosten für den Rückbau der Wehranlage sowie die Begleitmassnahmen wurden auf Fr. 760'000.-- bis 920'000.-- veranschlagt.

Die Stadt Frauenfeld unter Federführung der Werkbetriebe Frauenfeld haben im Frühjahr 2003 Interesse an der Reaktivierung der Wasserkraftanlage angemeldet und dazu eine Machbarkeitsstudie erstellen lassen. Die Studie zeigte auf, dass die Wasserkraftnutzung – in welcher Form auch immer – mit ungedeckten Investitionskosten in der Grössenordnung von Fr. 300'000.-- bis 600'000.-- verbunden sein wird. Bei keiner der dargelegten Lösungsansätzen (u.a. Wasserrad, Wasserkraftschnecke, konventionelle Turbine) konnte ein ausgeglichenes Betriebsergebnis nachgewiesen werden. Die Massnahmen zur Wehrsanierung wurden nicht berücksichtigt.

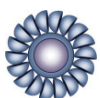
Aufgrund der sich abzeichnenden Verbesserungen in der Vergütung für Strom aus erneuerbarer Energien wurde im Sommer 2007 die Studie aus dem Jahre 2003 einer Überprüfung unterzogen. Gleichzeitig war bekannt, dass die SIA bereit ist, die Verpflichtung



zum Wehrrückbau als Einmalzahlung an einen künftigen Konzessionär in der Höhe von Fr. 770'000.-- abzugelten. Dank der in Aussicht stehenden Einführung der kostendeckenden Einspeisevergütung (KEV) sowie mit der Ablösezahlung der SIA konnte die Wirtschaftlichkeit eines neuen Wasserkraftwerkes Altermatt nachgewiesen werden. Die Einführung der KEV erfolgt definitiv auf den 1.1.2009.

Gleichzeitig wurde seitens der Stadt Frauenfeld ein Neubau der Zeughausbrücke im Jahr 2009 beschlossen. Zudem stellte sich aufgrund der Hochwasserereignisse vom August 2007 heraus, dass die Durchflusskapazität des Stadtmühlekanals zu erhöhen und die Hochwassersicherheit entlang der Murg oberhalb der Zeughausbrücke zu verbessern ist. Auf engstem Raum stehen somit 4 Bauvorhaben an, die sinnvollerweise aufeinander abzustimmen und bei der Realisierung zu koordinieren sind.

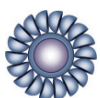
Die Hydro-Solar Engineering AG wurde am 14. September 2007 mit der Ausarbeitung des Konzessions- und Baugesuches für einen Neubau des Wasserkraftwerkes Altermatt an der Murg beauftragt. Auf Gesuch hin gewährte das Bundesamt für Energie mit Verfügung vom 26.11.2007 einen Beitrag an die Planungskosten.



2. Unterlagen

Zur Ausarbeitung des Konzessions- und Bauprojektes standen die folgenden Unterlagen zur Verfügung:

- 2.1 Studie Kleinwasserkraftwerk Altermatt / Basler&Hofmann Dezember 1994
- 2.2 Machbarkeitsstudie KW Altermatt / Hydro-Solar AG rev. 27.8.2007
- 2.3 Sanierung Zeughausbrücke / Wasserspiegelberechnungen an der Murg / Hunziker, Zarn und Partner April 2002
- 2.4 Aufhebung Wasserrecht SIA / Projekt Blockrampe mit Kostenvoranschlag und Projektpläne mit Höhenkoten / BHAtteam Juni 2006
- 2.5 Projekt Kreisel Zeughausstrasse / BHAtteam August 2007
- 2.6 Diverse Vernehmlassungen Amtsstellen Kanton TG ab Sommer 2007
- 2.7 Baugrundabklärungen Zeughausbrücke / Sondierbohrungen 1922
- 2.8 Zonenplan Gemeinde Frauenfeld
- 2.9 Hydrologisches Jahrbuch der Schweiz
 - Station LHG 2386: Murg-Frauenfeld, Periode 1974 bis 2006 (33 Jahre)
 - Hochwasserwahrscheinlichkeiten / BAFU November 2007
- 2.6 Grundbuchplan 1:1000, Gemeinde Frauenfeld



3. Hydrologie

3.1 Einzugsgebiet

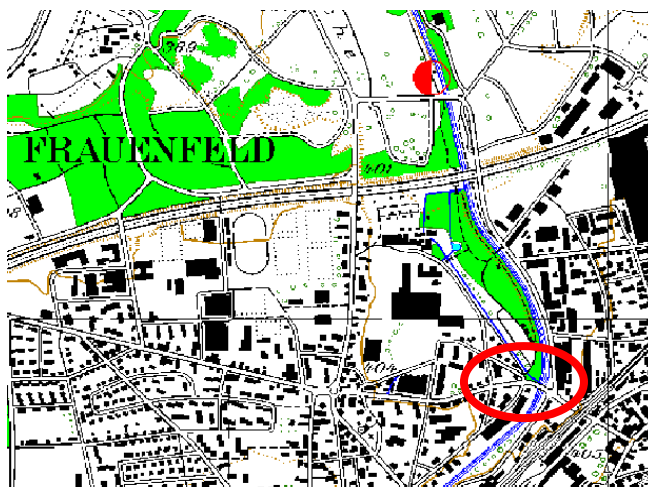
Das Einzugsgebiet der Murg bei der Wehrschwelle Altermatt, hat ein direktes Einzugsgebiet von rund 208 km² und weist verhältnismässig geringe Höhenunterschiede auf. Das Abflussverhalten der Murg entspricht einem Mittellandgewässer mit gedämpfter Abflusscharakteristik. Ein gewisses Rückhaltevermögen besteht, die Abflüsse sind jedoch stark abhängig von den jeweiligen Niederschlägen. Es bestehen jahreszeitliche Schwankungen, wobei der Winterabfluss meist grösser ist als der Sommerabfluss (55% zu 45%).

Die beengten Platzverhältnisse im Bereich Frauenfeld führen dazu, dass die Murg oberhalb und unterhalb des Anlagenstandortes hochwasserschutzmässig stark kanalisiert und mit Hartverbauungen gesichert ist.

3.2 Dauerkurve der Abflussmengen

Die Abflussmengen des Kraftwerkes Altermatt lassen sich aus der eidgenössischen hydrologischen Station Murg-Frauenfeld ableiten. Die Station liegt ca. 800 m unterhalb des Kraftwerksstandortes und kann ohne weitere Umrechnungen als Abflussmengen-Referenzstation herangezogen werden. Die Wassermengen des unmittelbar unterhalb der Wehranlage rechtsufrig einmündenden Mühletobelbaches können dabei vernachlässigt werden.

- Station Murg-Frauenfeld / Periode 1974 – 2006 / Einzugsgebiet 212 km² (Anhang 1)



Standort Messstelle
Einzugsgebiet 212 km²

Standort Kraftwerk
Einzugsgebiet 208 km²

Abbildung 1: Standortübersicht



Es ergeben sich folgende Dauerkurven für den Standort Altermatt:

Tage	55	73	91	137	182	228	274	329	347
Mittelwert	6.72	5.60	4.78	3.45	2.71	2.11	1.64	1.12	0.92
Nassjahr 95	11.1	8.50	7.33	5.58	3.20	2.33	1.57	1.07	0.95
Trockenjahr 03	3.96	3.47	3.00	2.25	1.75	1.37	1.08	0.74	0.69

Tabelle 1: Wassermengenangaben in m³/s

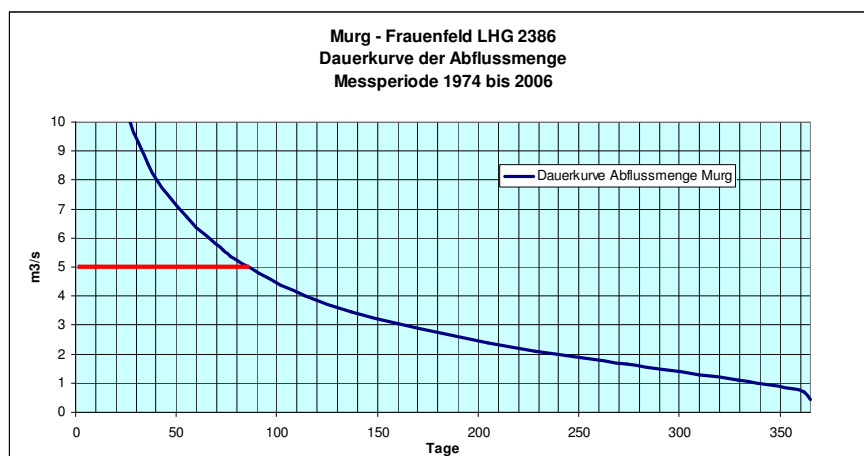


Abbildung 2: Dauerkurve der Abflussmengen

Die mittleren Jahres-Abflussmengen der Murg beim Standort Kraftwerk Altermatt betragen:

- Mitteljahr 4.14 m³/s
- Nassjahr (1995) 6.05 m³/s
- Trockenjahr (2003) 2.49 m³/s

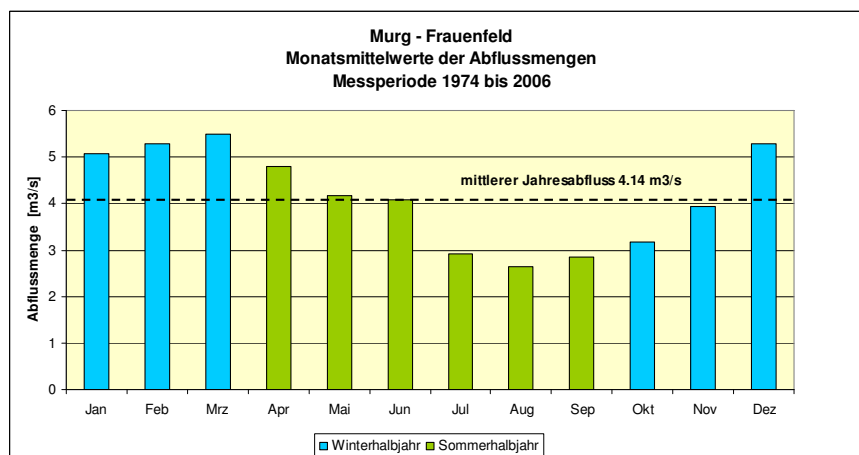


Abbildung 3: Monatsmittelwerte der Abflussmengen



3.3 Ausbauwassermenge

Die Ausbauwassermenge für das Kraftwerk Altermatt wird auf 5.0 m³/s festgelegt (Abb. 2). Die Ausbauwassermenge wird an rund 77 Tagen pro Jahr erreicht oder überschritten. Die mittlere jährliche Nutzwassermenge beträgt 86 Mio. m³ oder 2.7 m³/s, wobei 55% im Winter und 45% im Sommerhalbjahr anfallen. In einem nassen Jahr kann sich die Nutzwassermenge um 20% erhöhen, während in einem ausgeprägten Trockenjahr eine Reduktion von bis zu 30% in Kauf zu nehmen ist. Von der Nutzwassermenge werden die Dotationen der Fischaufstiegshilfe mit einer Wassermenge von rund 250 l/s und diejenige des Mühlewiesenkanals mit 100 l/s in Abzug gebracht.

3.4 Hochwassermengen

Die Bemessungshochwassermenge für ein HQ100-Ereignis für den Standort Altermatt wurde vom Amt für Umwelt Kanton Thurgau mit 200 m³/s festgelegt. Gegenüber den statistischen Werten des BAFU für die Messstation Murg-Frauenfeld liegt dieser Wert 19% höher, entspricht jedoch exakt der oberen Grenzlinie des Variationsbereiches. Dem Standort Altermatt werden folgenden Bemessungswassermengen zugeordnet:

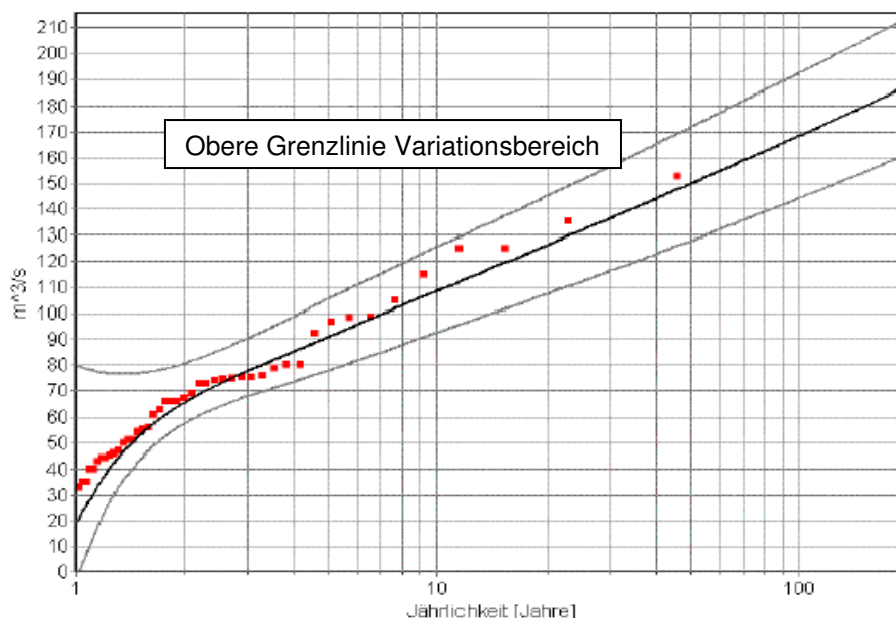
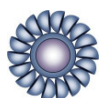


Abbildung 4: Statistische Auswertung Hochwasserereignisse mit Variationsbereich

Jährlichkeit (Jahre)	Bemessungs- Wassermenge (oberer Variationsbereich)
2	80
5	105
10	125
20	145
50	175
100	200
200	215
EHQ	260

Tabelle 2: Bemessungswassermengen KW Altermatt

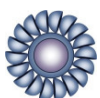
Zum Vergleich betrug die höchste gemessene Jahresspitze bei der Messstelle Frauenfeld 153 m³/s (1968).



4. Baugrundabklärungen

Es liegen Baugrunduntersuchungen in Form von Sondierbohrungen aus dem Jahren 1922 vor. Die damaligen Untersuchungen wurden im Zusammenhang mit dem Neubau der Zeughausbrücke durchgeführt. Aus den Unterlagen ist ersichtlich, dass der Mergelfels ca. auf Kote 389 m ü.M. zu erwarten ist. Darüber folgt eine rund 3 bis 5 m starke Lehmschicht. Den Übergang zum Bachbett bilden 2 bis 3 m starke Kiesablagerungen mit Schwemmsand.

Ergänzende Baugrundabklärungen für den Wehrbereich sind nicht durchgeführt worden. Es ist davon auszugehen, dass die kastenartige Holzkonstruktion der Wehranlage in der Lehmschicht verankert ist. Der Wehrkörper weist keine erkennbaren Schäden auf, was auf eine hohe Stabilität der Wehranlage schliessen lässt.



5. Projektbeschrieb

5.1 Anlagenkonzept

Die neue Kraftwerksanlage besteht aus einem ca. 21 m breiten Wehrfeld mit integriertem Schlauchwehr als Staukörper, einem anschliessenden 2 m breiten Grundablass sowie dem in den bestehenden Oberwasserkanal integrierten Zentralengebäude. Die Anlage wird mit einer Fischaufstiegshilfe in Form eines Borstenfischpasses auf der rechten Wehrseite ergänzt.

5.2 Festlegung des Betriebsstauziels

Die bestehende Stauanlage weist eine feste Wehrschwelenkote von 396.44 m ü.M. auf. Mittig der Wehranlage sind 3 Tafelschützen (Fallen) mit Hubgestänge angeordnet. Diese Fallen werden bei Hochwassergefahr ab einer Wassermenge in der Murg zwischen 10 und 15 m³/s gezogen. Unterhalb dieser Wassermenge besteht ein Wehrüberlauf mit Wasserspiegelschwankungen im Bereich von 396.50 bis 397.00 m ü.M. Mit einem Jahresmittelabfluss von 4.1 m³/s ergibt sich so ein Staupegel von 396.70 m ü.M. Unter Berücksichtigung des heutigen Betriebszustandes wird das neue Betriebsstauziel auf Koten 396.65 m ü.M. festgelegt. Damit ergibt sich im Oberwasserbereich nur bei Wassermengen unter 3 m³/s eine minimale Anhebung des Wasserspiegels von 10 bis 15 cm. Bei grösseren Wassermengen als 5 m³/s wird das Stauziel durch die Stauwehr auf konstantem Betriebsstauziel gehalten. Es ergeben sich somit mit dem gewählten Betriebsstauziel keine negativen Veränderungen im Oberwasserbereich der Anlage. Auf weitergehende Abklärungen und Untersuchungen kann daher verzichtet werden.

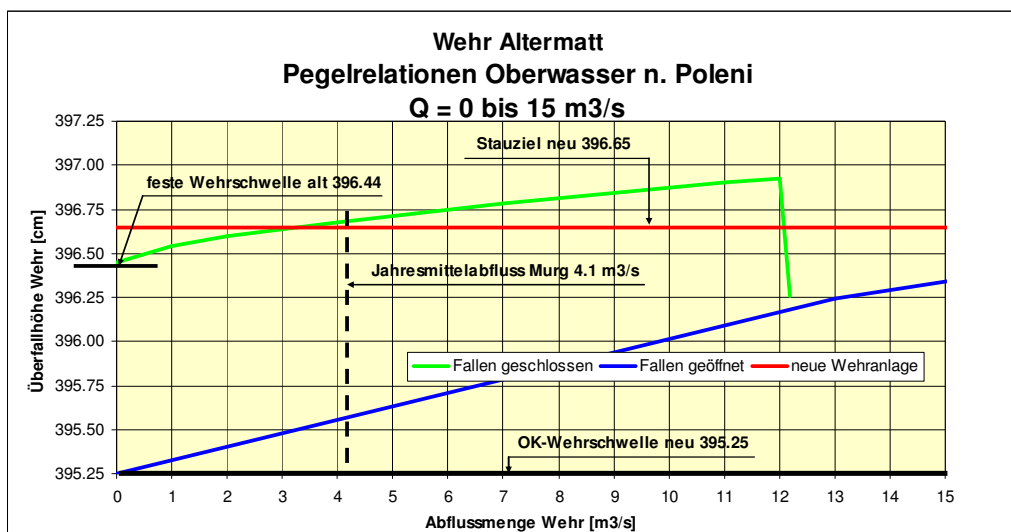


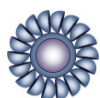
Abbildung 5: Gegenüberstellung Wasserspiegelkoten IST-Zustand mit gewähltem Betriebsstauziel (Anhang 4)



Die Wahl des Betriebsstauziels orientiert sich jedoch nicht nur an den vorgängigen Erläuterungen sondern hängt mit der kostenoptimierten Auslegung der Schlauchwehranlage zusammen. Die maximale Stauhöhe der Schlauchwehranlage liegt bei 140 cm. Die Kostenfolgen einer grösseren Stauhöhe können - wie bereits in der Machbarkeitsstudie nachgewiesen - betriebswirtschaftlich nicht durch einen höheren Ertrag kompensiert werden.

5.3 Kenngrössen der Anlage

- Einzugsgebiet	208	km ²
- Konzessionsstrecke	Fluss km	2.773 bis 2.390
- Oberwasserspiegel	396.65	m ü. M.
- Min. Unterwasserspiegel	393.50	m ü. M. (bei Q = 0.3 m ³ /s)
- Unterwasserspiegel bei Q _a	393.92	m ü. M.
- Bruttofallhöhe bei Q _a	2.73	m
- Nettofallhöhe bei Q _a	2.53	m
- Ausbauwassermenge Q _a	5	m ³ /s
- Mittlerer Jahresabfluss Murg	4.14	m ³ /s
- Minimale Wassermenge	0.6	m ³ /s (Trockenjahr 2003)
- Dotierwassermenge Fischaufstieg	250	l/s
- Mühlewiesenkanal	Dotierwassermenge	100 l/s
	Dynamisierung	bis 500 l/s
- Ausbautage	80	Tage
- Installierte Leistung	100	kW
- Energieproduktion	440'000	kWh / Jahr
- Bemessungshochwasser (HQ-100)	200	m ³ /s
- Schlauchwehr	Breite	20.60 m
	Stauhöhe	1.40 m
- Grundablass	Breite	2.00 m
	Kote Sohle	332.00 m ü. M.
	Lichte Höhe	1.50 m
- Turbine	Typ Kaplan	4-flügelig
	Laufreddurchmesser	1200 mm
	Ausbauwassermenge	5 m ³ /s
	Nennleistung	110 kW
	Nenndrehzahl	216 U/min.
- Generator	Typ	Asynchron mit Kompensation
	Nennspannung	420 V
	Nennleistung	120 kW
	Nenndrehzahl	1010 U/min
	Antrieb	Riemen
- Netzanschluss	Spannung	0.4 kV



5.4 Stauwehr

Das alte Stauwehr in der heutigen Form stammt aus dem Jahre 1919. Es besteht vermutlich aus einem mit Steinen verfüllten Holzgerüst und ist so als Schwergewichtselement auf dem Untergrund (Lehmkörper) fundiert. Das Projekt sieht vor, dass der eigentliche Wehrkörper als statisches Grundelement bestehen bleibt. Der 1919 erstellte Aufbau mit den integrierten Schützelementen (Fallen) wird abgebrochen. In den Wehrkörper wird eine massive Betonplatte zur Aufnahme der Schlauchwehrkomponenten eingelassen und mit den seitlichen Ufermauern verbunden. Damit wird der bestehende Wehrkörper kräftemässig nicht zusätzlich belastet. Sollte sich im Rahmen der Bauarbeiten zeigen, dass eine Unterspülung des Wehrkörpers vorliegt, erhält der Wehrkörper unterwasserseitig einen in den anstehenden Felsen eingebundenen Abschluss aus Spundwänden. Die Spundwandkrone wird mit einem Betonriegel abgeschlossen und mit dem Wehrkörper statisch verbunden.

Die Stauhaltung wird durch ein Gummischlauchwehr erzeugt. Dieses ist mit einer automatischen Stauzielregulierung versehen. Die Reguliereinheit ist linksufrig neben dem Grundablass vorgesehen. Rechtsufrig ist ein Schwimmerschacht mit einem Haubenventil geplant. Damit ist sichergestellt, dass sich das Schlauchwehr bei Hochwasser auch bei einem Ausfall der Steuerung in jedem Fall absenkt.

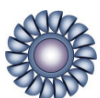
5.5 Einlaufbauwerk mit Grundablass

Vor dem linksufrigen Einlaufbauwerk in den Zulaufkanal ist ein Grundablass von 2 m Breite angeordnet. Damit kann bei Hochwasser anfallendes Geschiebe ins Unterwasser weitergeführt werden. Der Grundablass besteht aus einer Tafelschütze mit Elektroantrieb. Der Zulauf in den Kanal weist eine Lichte Breite vom 6 m auf und kann durch eine Tafelschütze mit Elektroantrieb abgesperrt werden. Die Tafelschütze dient zudem als Hochwasserschutzelement für die nachfolgenden Bauwerke.

Eine Bodenschwelle mit Kragplatte am Beginn des Einlaufkanals verhindert den Eintrag von Geschiebe in den Kanal. Zusätzlich ist beim Einlauf ein Schwemmbalken zur oberflächlichen Abweisung von Geschwemmsel vorgesehen.

5.6 Fischaufstiegshilfe

Als Fischaufstiegshilfe ist ein moderner Borstenfischpass analog beim Thur-Kraftwerk Aushöfen vorgesehen. Die Fischaufstiegshilfe ist rechtsufrig angeordnet. Beginnend im Bereich



des Wehrkolkes wird teilweise die Wehrplatte unterquert um anschliessend entlang des Brückenfundamentes ins Oberwasser geführt zu werden. Der Einstieg ist so gewählt, dass das Wasser aus dem Mühltobelbach zusätzlich als Lockwasser dient. Der Ausstieg erfolgt rund 5 m oberhalb der neuen Brücke. Der Ausstieg wird bei Hochwasser teilweise (automatisch) geschlossen. Zudem erhält der Fischpass eine Gitterrostabdeckung als Sturzsicherheit und als Schutz gegen Geschwemmselablagerungen bei extremen Hochwasserereignissen. Ein Überschwappen in den Fischpass erfolgt ab ca. 130 m³/s (HQ10).

Alternativ wurde die Umnutzung des bestehenden Ablasskanals aus dem Mühlewiesenkanal in eine Fischaufstiegshilfe geprüft. Dieser Lösungsansatz wurde jedoch von der zuständigen kantonalen Fachstelle zurückgewiesen. Der Einstieg in die Fischaufstiegshilfe liegt zu weit von der Wehranlage entfernt, sodass eine ‚Fischfalle‘ entsteht. Die gewünschte Vernetzung des Systems wäre dadurch nur ungenügend erfüllt. Zudem müsste der Kanal offen geführt werden. Dies wiederum hätte einen Geländeeinschnitt bedeutet und so die Gestaltungsmöglichkeiten für den geplanten Stadtpark stark eingeschränkt. Die Umnutzung des Ablasskanals wurde daher nicht weiter verfolgt.

Der Abbau der Strömungsenergie und somit die für den Fischaufstieg notwendige Verlangsamung der Fliessgeschwindigkeit wird durch den Einbau von Borstenelementen erreicht. Die besenähnlichen Elemente werden auf dem Betonboden der Fischaufstiegshilfe befestigt und dabei so angeordnet, dass es nicht zur Ausbildung eines Schussstrahles kommen kann. Damit für die Fische durchgehende Schwimmwege mit Ruhezonen entstehen, werden die Rauheitselemente mit Lücken und ausreichenden Zwischenräumen versetzt. Die Gerinnesohle wird mit grobkörnigem Substrat verfüllt. Damit wird auch der Aufstieg für Kleinfischarten sowie des Makrozoobenthos ermöglicht.

Der Fischpass erhält sowohl UW- wie OW-seitig einen direkten Sohlanschluss mit Wasserbausteinen.



Abbildung 6: Borstenfischpass mit und ohne Wasser / Anlage Murkart – Frauenfeld / April 2008

Die wichtigsten Kenndaten der Aufstiegshilfe sind:

- Bemessungswasserspiegel	OW	396.65	m ü. M.
	UW	393.65	m ü. M.
- Maximaler Höhenunterschied		3.00	m
- Länge gesamt		45	m
- Längsgefälle		8	%
- Breite		1.20	m
- Wassertiefe		35-40	cm
- Dotierwassermenge		200-250	l/s

5.7 Biberpassage

Dem Anliegen zur Schaffung einer Biberpassage wird durch die Erstellung einer durchgehenden Passage entlang der rechten Ufermauer der Fischaufstiegshilfe Rechnung getragen. Beginnend mit einer Anrampung ab der Einmündung des Mühletobelbaches führt die Passage auf der Betonkrone der Wehranlage und der Fischaufstiegshilfe bis unter die Zeughausbrücke. Die 30 cm breite Passage wird mit Rundholzstämmen abgedeckt.



Abbildung 7: Einfache Gestaltung einer Biberpassage. Bsp. KW Augst

5.8 Zentrale / Unterwasserkanal

Aufbau und Abmessungen des Zentralengebäudes sind auf das absolut technisch Notwendige beschränkt worden. Die Zentrale weist eine Abmessung von 6 x 7 m auf und bietet genügend Platz um die gesamte elektromechanische Ausrüstung für die Maschinengruppe sowie die Steuerungen und Hilfsaggregate der Nebenanlagen aufzunehmen. In der Zentrale ist zudem ein einfacher Einschienenkran mit 2 to Tragkraft als Hebezeug vorgesehen. Die Erstmontage der Turbine erfolgt über das geöffnete Zentralendach.

Der Gebäudeaufbau ist in massivem Beton gehalten und wird durch ein Schrägdach abgeschlossen. Die Fassade wird mit einer Stülpschalung in Holz verkleidet. Beidseitig ist der Einbau eines Fensters mit Sicherheitsglas vorgesehen.

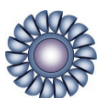
Der Zentrale vorgelagert ist eine automatische hydraulisch betriebene Rechenreinigungsanlage. Der Feinrechen weist eine lichte Stabweite von 30 mm auf. Die Anlage ist so konstruiert, dass an den Rechen gelangendes Gut nicht dem Wasser entnommen, sondern noch unter Wasser über die Spülrinne in den Unterwasserkanal weitergespült wird. Die Harke der Rechenreinigungsmaschine bildet dabei im Ruhezustand die notwendige Absperreinrichtung vor der Schwemmrinne.

Die Rückführung der turbinieren Wassermengen in die Murg erfolgt praktisch rechtwinklig zur Zulaufachse indem das gekrümmte Saugrohr entsprechend abgedreht wird. (gestalterischer Vorteil einer vertikalachsigen Maschine). Der Unterwasserkanal ist knapp 30 m lang. Um einen tiefen und breiten Einschnitt ins anstehende Terrain zu vermeiden, wird der Kanal unterirdisch geführt, und tritt erst bei der Einmündung in die Murg in Erscheinung.

5.9 Elektromechanische Ausrüstung

In der Zentrale ist eine vertikalachsige, langsamlaufende, doppelt regulierte Kaplan-turbine installiert. Die Turbine hat einen Laufraddurchmesser von ca. 1200 mm, eine Drehzahl von 216 U/min. und kann bis zu 5 m³/s Wasser verarbeiten. Sie ist über einen Riemenantrieb mit dem Generator verbunden, womit die Drehzahl der langsam laufenden Turbine auf die optimale Generator-drehzahl übersetzt wird.

Der Asynchron-Generator hat eine Spannung von 420 V, eine Leistung von 120 kW und eine Drehzahl von 1000 U/min.



Die Turbinenregelung, die Generatorsteuerung und Schaltanlage, die Anspeisung der Hilfsbetriebe sowie die Steuerungen der Rechenreinigungsanlage und der diversen Schützen sind in einem dreifeldrigen Schrank untergebracht. Die Anlage ist für vollautomatischen, wartungsarmen Betrieb ausgelegt. Die Steuerung der Turbine erfolgt wassermengenabhängig über eine Pegelsonde bei der Wehranlage.

Alle Hydraulikaggregate sind witterungsgeschützt in der Zentrale platziert.

5.10 Dotierung Mühlewiesenkanal

Der Mühlewiesenkanal soll weiterhin mit Wasser beschickt werden. Die Dotierwassermenge wird linksseitig des Zentralengebäudes aus dem Oberwasserkanal entnommen und über eine Blocksteinrampe in den nachfolgenden Kanalbereich geleitet. Die minimale Dotierwasserabgabe beträgt 100 l/s und wird über eine Absperrschütze fest eingestellt. Aus gewässerökologischer Sicht ist eine Dynamisierung der Wasserabgabe in den Kanal sinnvoll. Vorgesehen ist, dass eine Wassermenge von maximal 500 l/s in den Kanal geleitet werden kann. Die Abgabe erfolgt ebenfalls über die Dotierschütze. Die Erhöhung erfolgt jedoch erst wenn die Ausbauwassermenge der Wasserkraftanlage angemessen überschritten wird. Die Dotierung kann automatisiert werden.

5.11 Transformator und Netzanschluss

Der Netzanschluss erfolgt entsprechend den Vorgaben der Werkbetriebe Frauenfeld mittels Niederspannungs-Kabelleitung in die nahegelegene Trafostation Zeughausbrücke.

5.12 Werkleitungen

Im Projektbereich befinden sich mit Ausnahme einer Regenwasserentlastung keine Werkleitungen. Die örtliche Lage der Zentrale wird dabei durch die hochgelegene Linienführung der Regenwasserleitung bestimmt. Die Lage des Zentralengebäudes kann erst rechtsseitig der Leitung vorgesehen werden, ansonsten eine kostspielige Verlegung der Leitung notwendig würde.



5.13 Erschliessung und Umgebungsgestaltung

Die Zentrale liegt unmittelbar neben der bestehenden Brücke über den Mühlewiesenkanal. Die Areal-Erschliessung erfolgt also idealerweise über diese Brückenzufahrt. Als Zufahrt zur Wehranlage wird entlang des Kanals ein ca. 3 m breiter Kiesweg angelegt.

5.14 Grundstücksbeanspruchung

Durch den Bau des Kraftwerkes werden Landflächen auf folgenden Parzellen beansprucht:

- Parzelle 61164 Schweizerische Eidgenossenschaft, Wald
- Parzelle 60001 SIA Abrasives Industries AG
- Parzelle 60003 Staat Thurgau, Amt für Umweltschutz, Murg
- Parzelle 429 Staat Thurgau, Amt für Umweltschutz, Murg
- Parzelle 60004 Stadt Frauenfeld, Freihaltezone Siedlung
- Parzelle 430 Stadt Frauenfeld, Freihaltezone Siedlung

5.15 Alter Bediensteg

Im Projekt ist vorgesehen, dass der alte Bediensteg inkl. Antriebe entfernt wird. Alternativ besteht die Möglichkeit den Steg zu erhalten. Dazu ist der Steg einer umfassenden Werkssanierung zu unterziehen und muss aufgrund der Konzeption der Wehranlage um ca. 1 m flussabwärts verschoben werden. Der Mehrkostenaufwand für den Erhalt des Steges beträgt rund Fr. 90'000.-- und ist im Kostenvoranschlag nicht enthalten. Soll der Steg erhalten bleiben, ist es sinnvoll diesen als Fussgängerübergang entsprechend sicher auszugestalten.



6. Hochwassersicherheit

Als Grundlage zur Berechnung der Hochwassersicherheit dienen die in Kapitel 3.4 angegebenen Hochwassermengen. Seitens des Amtes für Umweltschutz sind bei der Auslegung der Wehranlage folgende Vorgaben zu berücksichtigen:

- HQ-100: 200 m³/s
mit Nachweis:
 - Freibord Wasserspiegel unter der neuen Zeughausbrücke
1.0 m
 - Energielinie unter der neuen Zeughausbrücke unterhalb des
Brückenquerschnitts
- EHQ: 260 m³/s
mit Nachweis:
 - Wasserspiegel unter der neuen Zeughausbrücke unterhalb des
Brückenquerschnitts

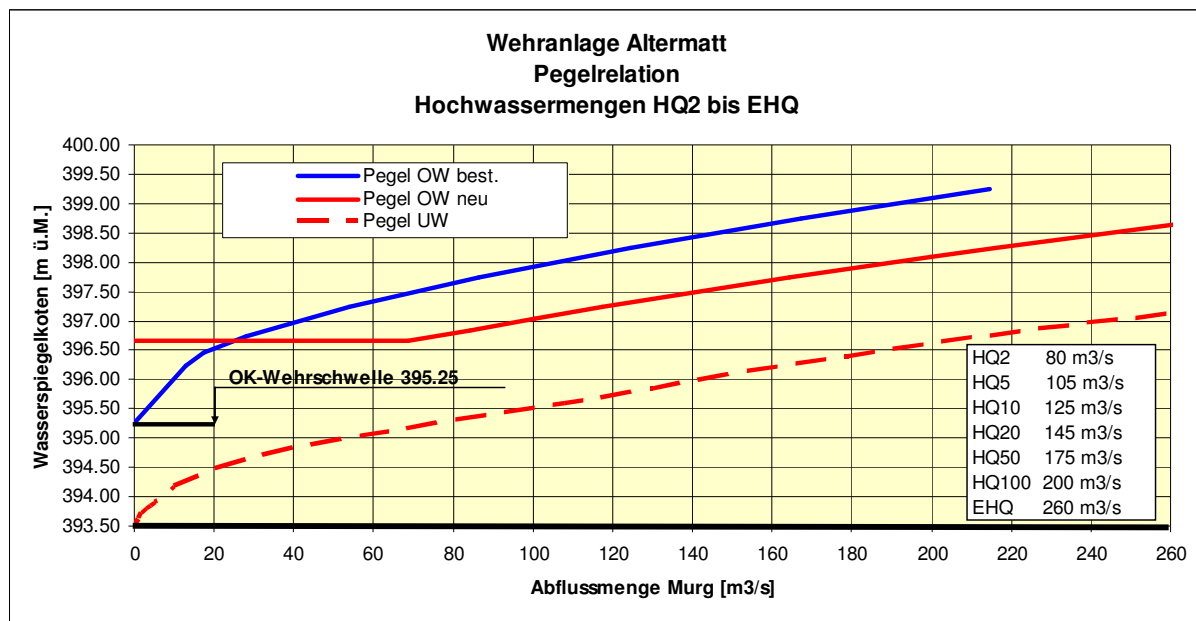


Abbildung 8: Pegelkurven Wehr Altermatt

Die Grafik (Abb. 8) zeigt die ermittelten Wasserspiegellagen im Oberwasserbereich der Wehranlage sowie der neuen Zeughausbrücke für die Bemessungshochwassermengen bei voll geöffneter Schlauchwehranlage, jedoch geschlossenem Grundablass. Im Bereich der Zeughausbrücke ergibt sich ein maximaler Wasserspiegel von 398.1 m ü.M. bei einem Abfluss von 200 m³/s. Die Energiehöhe liegt bei 398.7 m ü.M. Für ein EHQ steigt der Wasserspiegel unter der Zeughausbrücke



auf 398.6 m ü.M. Die Unterkante der neuen Zeughausbrücke wurde auf mind. 399.10 m ü.M. festgelegt. Die Berechnungen zeigen, dass die Bedingungen des Amtes für Umweltschutz betreffend Hochwassersicherheit der Zeughausbrücke eingehalten sind.

Die Bauwerke der Kraftwerksanlage werden auf ein Bemessungshochwasser von 200 m³/s mit einem Freibord von mind. 50 cm bemessen.

Zur Simulation der Abflussverhältnisse in den Konzessionsbereichen oberhalb der Zeughausbrücke und unterhalb der Wehranlage wurde die Murg in einem numerischen Staukurvenprogramm (HEC-RAS) modelliert. Als Grundlage dienen die Querprofilaufnahmen vom Ober- und Unterwasserbereich aus den Jahren 1984 und 2003. Der Rauigkeitskoeffizient für den Abflussquerschnitt (inkl. Vorland) wurde mit $k\text{-Strickler} = 33 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$ eingesetzt. Die Berechnung kann nur für Hochwasserverhältnisse herangezogen werden. Bei geringeren Wassermengen ist eine Anpassung erforderlich.

Die Berechnungen zeigen, dass oberhalb der Zeughausbrücke ein Defizit betreffend Hochwassersicherheit besteht. Die Situation wird in einem separaten Projekt durch das Amt für Umweltschutz untersucht (siehe Kapitel 7.1).

Die Schlauchwehranlage ist mit einem passiven Sicherheitssystem versehen. Eine Notabsenkung erfolgt über ein wasserniveauabhängiges Schwimmerventil. Ein technisches Versagen kann somit ausgeschlossen werden und ein Absenken des Schlauchwehres ist auch bei Störfällen der Anlagensteuerung jederzeit sichergestellt.

Der Grundablass besteht aus einer Tafelhubschütze mit Elektroantrieb. Ein technisches Versagen beim Heben des Grundablasses ist nicht auszuschliessen. Bei den Berechnungen zur Hochwassersicherheit ist ein Versagen der Grundablassöffnung berücksichtigt.

Die Pegelstände im Unterwasser (Abb. 8) beziehen sich unmittelbar auf den Bereich der Wasserrückgabe. Die Pegelstände im Unterwasser werden durch den Kraftwerksbau nicht beeinflusst.



7. Auswirkungen auf Projekte Dritter

7.1 Projekt Hochwasserschutz Murg

Der Hochwasserschutz oberhalb der Zeughausbrücke liegt derzeit in der Wasserbaupflicht des Kantons. Speziell linksufrig besteht mit den neuesten Vorgaben betreffend Bemessungshochwasser eine ungenügende Hochwassersicherheit. Die Uferverbauungen im Gerinnebereich sind teilweise in schlechten Zustand, sodass mit lokal begrenzten Ausuferungen gerechnet werden muss. In einem separaten Projekt soll der Hochwasserschutz unter der Federführung des Amtes für Umweltschutz (AfU) des Kantons Thurgau verbessert werden. Es ist vorgesehen, dass mit den Planungsarbeiten im Frühjahr 2008 begonnen wird.

Der Einfluss des Kraftwerksprojektes auf den Hochwasserschutz beschränkt sich auf die Einhaltung vorgegebener Wasserspiegelkoten im Bereich der Wehranlage. Im Bereich der Wehranlage sowie unter der Zeughausbrücke ist eine Sohlsicherung mit plattigen Steinblöcken vorgesehen. Die Verbreiterung und Eintiefung der Abflusssektion im Wehrbereich sowie die Aufweitung des Durchflussprofils oberhalb der Wehranlage können zu erhöhten Schleppspannungen in der Murg führen. Entsprechende Abklärungen und Massnahmen sind Gegenstand des AfU-Projektes Hochwasserschutz.

Grundsätzlich kann jedoch festgestellt werden, dass mit der neu definierten Wehrschwelle des Wasserkraftwerkes die Wasserspiegelkoten im Oberwasserbereich bis ca. 1 m abgesenkt werden können.

7.2 Projekt Neubau Zeughausbrücke

Parallel zum Bauvorhaben Wasserkraftwerk ist die Erneuerung der Zeughausbrücke geplant. Bauherrin ist die Stadt Frauenfeld, vertreten durch das Tiefbauamt. Die beiden Bauvorhaben Brücke und Kraftwerk tangieren sich in folgenden Punkten:

- Beschränkung der lichten Durchflusshöhe bei Hochwasser
- Anschluss an das linke Brückenfundament im Bereich der Ufermauer des Fassungsbauwerkes
- Linienführung und Höhenlage der Fischaufstiegshilfe im Bereich der rechten Brückenfundation
- Sohlsicherung unterhalb der Brücke



- Koordination des Bauablaufes und des Sicherheitskonzeptes Hochwasser während der Bauphase

7.3 Projekt Entlastungskanal Mühletobelbach

Der Mühletobelbach mündet rechtsufrig unmittelbar unterhalb der Wehranlage in den Tosbeckenbereich. Die Abflusskapazität des Kanals ist ungenügend und soll durch einen neuen Entlastungskanal ergänzt werden. Die Linienführung sieht vor, dass dieser in einem gemeinsamen Bauwerk mit der bestehenden Mühletobelbach-Eindolung in die Murg eingeleitet wird. Das Mündungsbauwerk grenzt an den Einstieg in die Fischaufstiegshilfe liegt jedoch höher als die Fischaufstiegshilfe. Die Fischaufstiegshilfe wird im Bereich der Einmündung mit einer Betondecke gegen Hochwassermengen aus dem Mühletobelbach geschützt. Die beiden Bauwerke sind noch im Detail aufeinander abzustimmen. Bauliche Sanierungsmassnahmen am rechten, befestigten Ufer sind dem Bauvorhaben Entlastungskanal zuzuordnen.

7.4 Abgrenzung der Wasserbaupflicht (Vorschlag)

Im Rahmen der Neukonzessionierung wird die Wasserbaupflicht entlang der Murg für die verschiedenen Bauwerke neu festzulegen sein. Der Kanton Thurgau überträgt die Unterhaltspflicht des Hochwasserschutzes für einen bestimmten Gewässerabschnitt (Konzessionsstrecke) auf den Konzessionär. Voraussetzung für diese Übertragung ist jedoch, dass vorgängig der Hochwasserschutzbauten auf die zum Zeitpunkt der Wasserrechtsverleihung festgelegten Vorgaben erstellt sind.

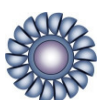
Im vorliegenden Fall beeinflussen die Bauvorhaben Zeughausbrücke, Wasserkraftwerk und Mühletobelbach in irgendeiner Weise die Verbauungen entlang der Murg. Es wird daher folgender Vorschlag zur Aufteilung der Wasserbaupflicht gemacht:

Zeughausbrücke:

Bauwerke im gesamten Brückenperimeter der Murg u.a. Brückenfundation, Uferanschlüsse und Sohlsicherung, exkl. Fischaufstiegshilfe

Einmündung Mühletobelbach:

Rechter Uferverbau flussabwärts ab Einmündungsbauwerk



Kraftwerk Altermatt:

Bauwerke im Bereich zwischen Zeughausbrücke und Wehranlage sowie Wehranlage und Fischaufstiegshilfe.

Ufersicherungen oberhalb der Zeughausbrücke bis Konzessionsgrenze (Fluss km 2.773, Fuss- und Velosteg) und Ufersicherung unterhalb der Wehranlage linksufrig bis unterhalb Einmündung Unterwasserkanal (Fluss km 2.390).

Im Rahmen der diversen Bewilligungsverfahren ist obiger Vorschlag zu präzisieren und die verschiedenen Wasserbau-Perimeter definitiv festzulegen.



8. Auswirkungen auf die Umwelt

Das Projekt unterliegt nicht der Pflicht einer Umweltverträglichkeitsprüfung (UVP).

Massgebende Bewertungsparameter sind:

- Restwasser
- Grundwasser
- Geschiebetrieb / Wehrreglement
- Gewässerökologie
- Natur- und Landschaftsschutz
- Lärm
- Materialdeponien
- Erschliessung

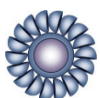
Der Umweltbereich ‚Luft‘ spielt im vorliegenden Fall keine Rolle, da das Bauvorhaben eine zu 100% CO₂-freie Stromproduktion aufweist.

8.1 Restwasser

Die Restwasserfrage nach Art. 31 c des eidgenössischen Gewässerschutzgesetzes (GSchG) stellt sich beim Kraftwerk Altermatt nicht. Das Wasser wird ca. 20 m unterhalb der Wehranlage in die Murg zurückgeleitet. Der Tosbeckenbereich erstreckt sich auf den Abschnitt zwischen Wehrschwelle und Wasserrückgabe. Es bildet sich eine geschlossene Wasserfläche im Zwischenabschnitt. Dieser Bereich wird kontinuierlich durch die Wasserabgabe von 250 l/s über den Fischpass alimentiert. Ein weiterer Wasserzufluss in den Zwischenabschnitt von 50 bis 100 l/s (Normalabfluss) erfolgt durch die rechtsufrige Einmündung des Mühletobelbaches. Es erfolgt kein Schwall- und Sunkbetrieb. Die anfallenden Wassermengen werden kontinuierlich genutzt und weitergeleitet.

8.2 Grundwasser

Der Grundwasserträger entlang der Murg beschränkt sich auf die oberste kieshaltige Schicht mit einer Mächtigkeit von 2 bis 3 m. Der Grundwasserspiegel ist in diesem Abschnitt durch den Wasserstand in der Murg geprägt. Es ist somit bei steigenden Wasserspiegellagen von einer Infiltration ins Grundwasser auszugehen. Ebenso gleicht sich der Pegel bei fallenden Wasserspiegellagen dem Abflussniveau in der Murg an.



Gegenüber dem heutigen Zustand ergibt sich keine Veränderung des Grundwasserpegels mit dem gewählten Betriebsstauziel von 396.65 m ü.M. Das Stauziel entspricht einer Abflussmenge in der Murg von ca. 3.3 m³/s und liegt damit unter der mittleren Jahresabflussmenge. Durch das neue Regulierwehr ergeben sich zudem bei Hochwasserabflüssen ab 20 m³/s tiefere Grundwasserspiegellagen als heute.

8.3 Geschiebetransport / Wehrreglement

Erste Geschiebebewegungen in der Murg setzen bei einem Abfluss von rund 20 m³/s ein. Der Weitertransport der Fraktionen erfolgt zu Beginn der Geschiebebewegungen über den Grundablass, später über die Schlauchwehranlage. Ab 40 bis 50 m³/s wird der Kraftwerksbetrieb kurzzeitig eingestellt und das Schlauchwehr vollständig abgesenkt, sodass der Einstau im Oberwasser aufgehoben ist und sich Normalabflussbedingungen einstellen. Damit ist der volle Geschiebetrieb uneingeschränkt möglich und die Regeneration des Sohlsubstrates sichergestellt.

Es gilt folgendes Wehrreglement:

<u>Wassermenge</u>	<u>Wasserspiegel</u>	<u>Regulierorgan (fett = jeweils regelaktiv)</u>
0 bis 5 m ³ /s	396.65 m ü.M.	Turbine
5 bis 20 m ³ /s	396.65 m ü.M.	Turbine / Schlauchwehr
20 bis 50 m ³ /s	396.65 m ü.M.	Turbine / Grundablass offen / Schlauchwehr
>50 m ³ /s	Normalabfluss	KW-Betrieb eingestellt / Schlauchwehr abgesenkt

8.4 Gewässerökologie

Gewässerökologisch interessiert der direkte Vergleich zum heutigen Zustand des Gewässers im Bereich der Wehranlage Altermatt. Der Vergleich der Wasserspiegellagen (Abb.5) zwischen IST-Zustand und künftiger Stauhaltung zeigt, dass die Veränderung im tiefen cm-Bereich liegt. Aufgrund des gewählten Betriebsstauziels ergibt sich somit keine Veränderung der gewässerökologischen Gegebenheiten.

Hingegen ermöglicht der Bau der Wehranlage, dass die Wasserspiegellagen bereits ab 20 bis 25 m³/s (Abb. 8) tiefer sind als heute und sich die Schleppspannung an der Sohle erhöht. Durch die höhere Fließgeschwindigkeit im Gerinne verringert sich die Tendenz zur Ablagerung von Feststoffen und gleichzeitig führt die höhere Schleppspannung dazu, dass Ablagerungen weitertransportiert werden und es eine früher einsetzende Regeneration des Sohlsubstrates gibt. Die neue Wehranlage führt daher zu einer gewässerökologischen Verbesserung gegenüber dem IST-Zustand.



8.5 Natur- und Landschaftsschutz / Zonenplan

Gemäss Zonenplan der Stadt Frauenfeld kommen Teile der Wasserkraftanlage in die Zonen Wald und Freihaltezone Siedlung zu liegen. Für die Erstellung des Unterwasserkanals, des Zentralengebäudes sowie des Zufahrtsweges zur Wehranlage ist eine vorübergehende Rodung von 500 m² sowie eine permanente Rodung von 250 m² notwendig. Nach Erstellung der Anlage wird die Fläche an gleicher Stelle wieder aufgeforstet, wobei die zusätzlich benötigte Fläche durch Verbreiterung des Waldareals in die angrenzende Freihaltezone Siedlung kompensiert wird.

Die beanspruchten Rodungsflächen sind in einem separaten Plan dargestellt.

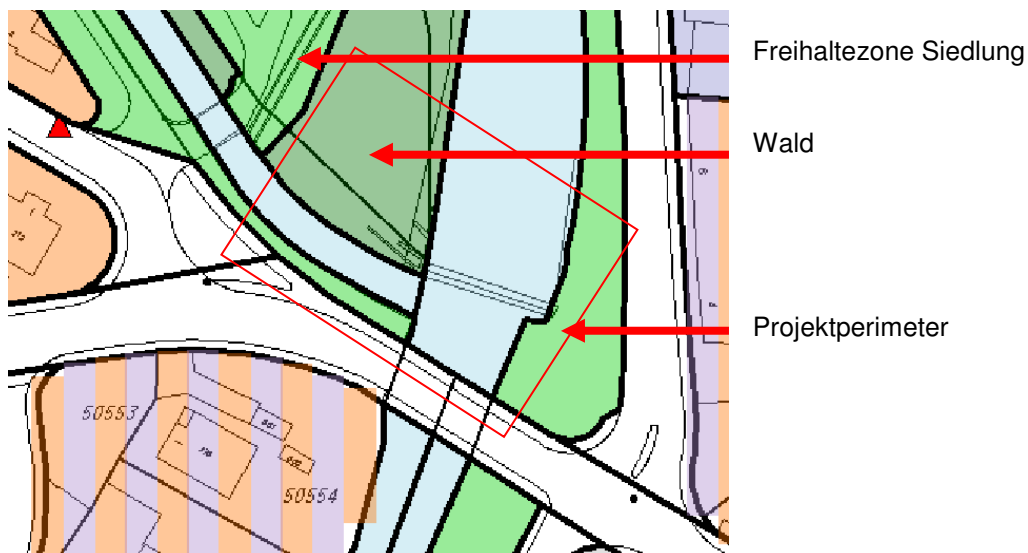


Abbildung 9: Ausschnitt Zonenplan Stadt Frauenfeld

Die Anlage ist mit den Zielen und Grundsätzen des Raumplanungsgesetz (RPG) vereinbar und entspricht Art. 24 RPG als standortgebunden. Durch die unterirdische Linienführung des Unterwasserkanals gliedert sich das Bauvorhaben optimal in den Landschaftsraum ein. Die Standortgebundenheit ist durch die Forderung der Fischereibehörden nach einer möglichst wehrnahen Wasserrückgabe aber auch aufgrund der vorhandenen Werkleitungen sowie des rechtsufrigen Mühletobelbaches gegeben. Einer möglichen Verlegung des Zentralenstandortes entlang des Mühlewiesenkanals steht die Schaffung einer Restwasserstrecke gegenüber.

8.6 Geschwemmselkonzept

Untersuchungen in Sachen Geschwemmselentnahme haben gezeigt, dass Totholz, Falllaub und andere Wasserpflanzen, die als Geschwemmsel am Turbineneinlauf von Wasserkraftwerken angetrieben werden, strukturell und funktionell wichtige Bestandteile von Fließgewässer-Ökosystemen darstellen. Angeschwemmtes Falllaub stellt für Lebewesen im Gewässer ein quantitativ erhebliches Nahrungsreservoir dar. Mit der konsequenten Entnahme von Laub und Totholz wird somit eine wichtige Nahrungsgrundlage dem Gewässer entzogen.

Das Konzept der Rechenreinigungsanlage sieht vor, dass an den Rechen gelangendes Gut nicht dem Wasser entnommen wird, sondern über eine unter Wasser liegende Spülrinne in den Unterwasserkanal das Kraftwerk geleitet wird. Dabei bildet die Reinigerharke in der oberen Ruheposition eine Art Absperrwand vor der Spülrinne. Ein Überlaufen der Spülrinne und damit ein Abschwemmen des Geschwemmsels erfolgt erst bei Auslösen des Reinigungszykluses, indem der Überlaufquerschnitt freigegeben wird.

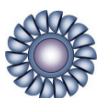
Bei Hochwasserereignissen werden hauptsächlich grosse Totholzmassen transportiert. Dabei gelangen nur geringe Mengen in den Fassungsbereich. Die eigentlichen Holzfrachten werden über die Wehranlage abgeleitet.

8.7 Materialdeponien

Mit Ausnahme einer kleineren Zwischendeponie für Humus und für lockeres Aushubmaterial zur Wiedereindeckung des Unterwasserkanals sind im Projektperimeter keine Materialablagerungen vorgesehen. Zur Bauwerkshinterfüllung und Terraingestaltung nicht benötigtes Aushubmaterial wird in die Unternehmerdeponie abgeführt. Betonabbruch wird fachgerecht entsorgt.

8.8 Lärm

Als Grundlage für die Beurteilung der Lärmbelastung dient die eidgenössische Lärmschutzverordnung LSV. Die nächstgelegenen Wohngebäude befinden sich linksufrig des Anlagestandortes im Abstand von 30 m. Die betroffenen Gebäude sind der Empfindlichkeitsstufe ES II zuzuordnen. Erfahrungen mit ähnlichen kleinen Anlagen haben gezeigt, dass der Schallpegel bei den betroffenen Gebäuden auch ohne spezielle Massnahmen zur Schalldämmung deutlich unter den Planungswerten für ES II (45 dB(A)) liegen wird.



9. Energieproduktion

Die Energieproduktion bestimmt sich aus den in Abschnitt 3 ermittelten Dauerkurven der Abflussmengen in der Murg für den Standort Altermatt und der gewählten Ausbauwassermenge von 5 m³/s.

Die Berechnung erfolgt aufgrund des effektiv vorhandenen Gefälles, der hydraulischen Verluste sowie dem Gesamtwirkungsgrad der elektromechanischen Ausrüstung und kann dem Anhang 2 im Detail entnommen werden.

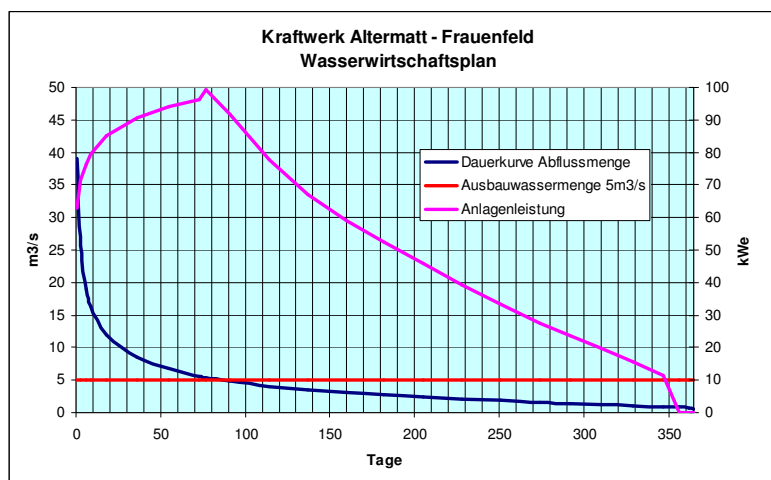


Abbildung 10: Wasserwirtschaftsplan KW Altermatt

Die Aufteilung in Winter- und Sommerenergieproduktion erfolgt entsprechend den saisonal anfallenden Wasserfrachten für ein Mitteljahr.

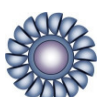
Die Energieproduktion beträgt im Mitteljahr:

Winterhalbjahr	240'000 kWh
Sommerhalbjahr	200'000 kWh
Total Mitteljahr	440'000 kWh

In Extremjahren kann sich die Produktion wie folgt verändern:

Trockenjahr	320'000 kWh
Nassjahr	530'000 kWh

Die Berechnungen basieren auf einer betrieblichen Verfügbarkeit von 94%. Damit sind Betriebsunterbrüche infolge Störungen, Hochwasser oder Unterhaltsarbeiten berücksichtigt.



10. Kostenvoranschlag

Der Kostenvoranschlag basiert auf einem detaillierten Leistungsverzeichnis mit Erfahrungswerten ausgeführter Anlagen und eingeholter Richtpreisofferten. Die Preisbasis ist März 2008. Eine detaillierte Zusammenstellung kann dem Anhang 3 entnommen werden.

Der Kostenvoranschlag beinhaltet alle für die Errichtung des Kraftwerks Altermatt notwendigen Baumassnahmen. Abgrenzungen zu den Bauvorhaben der Stadt Frauenfeld (Zeughausbrücke, Mühletobelbach und dem Kanton Thurgau (Hochwasserschutzprojekt) sind entsprechend dem im Kapitel 7.4 vorgeschlagen Perimeter für die Wasserbaupflicht berücksichtigt.

Weitergehende Kostensynergien durch die gemeinsame Realisierung der Bauvorhaben (Installationsplätze, Wasserhaltung, grösseres Bauvolumen) sind nicht berücksichtigt. Sie bilden eine stille Reserve. Die Erschwernisse für Bauarbeiten in der Murg mit den entsprechenden Massnahmen zum Schutz gegen allfällige Hochwasser sind berücksichtigt. Ebenso sind allfällige Kosten für die zusätzliche Sicherung der Wehranlage mittels Spundwand eingerechnet. Bei den mechanischen Anlagen sind die komplette Maschinegruppe sowie Rechen mit Rechenreinigungsmaschine, Dotierschieber Mühlewiesenkanal, Einlauf- und Grundablasschütze, Schwemmbalken, Schlauchwehr, Dammbalken und die komplette Ausrüstung der Fischaufstiegshilfe sowie weitere mechanische Hilfsmittel eingerechnet. Die elektrischen Anlagen umfassen den Generator sowie die komplette Anlagensteuerung mit Überwachung sowie die Energieableitung bis zum Anschlusspunkt in die Trafostation Zeughausbrücke.

Zu den Berechnungen der Kosten des baulichen und des elektromechanischen Teils wurden die üblichen Reserven für Verschiedenes und Unvorhergesehenes mit 10% auf den baulichen und auf den elektromechanischen Teil addiert. Der Kostenvoranschlag hat eine Genauigkeit von +/-10%.

Kostenzusammenstellung:

A.	Baukosten	
-	Baumeisterarbeiten inkl. Handwerker	Fr. 957'000.--
-	Elektromechanische Einrichtungen, Stahlwasserbau	Fr. 793'000.--
-	Verschiedenes, Unvorhergesehenes	Fr. 150'000.--
	Total Baukosten KW Altermatt	Fr. 1'900'000.--
B.	Allgemeine Kosten	Fr. 260'000.--
	Total Investitionskosten KW Altermatt	Fr. 2'160'000.--



11. Bauablauf und Bauprogramm

Der Bauablauf, im Speziellen die Massnahmen im Gewässer- und Wehrbereich, ist mit dem Brückenbauprojekt zu koordinieren. Aus Sicht des Kraftwerkprojektes drängt sich für die gemeinsamen Bauwerke folgender Bauablauf auf:

Phase 1: (Brückenplatte abgebrochen)

- Baumassnahmen linke Uferseite mit Grundablass, Wasserfassung, Kanaleinlauf und Brückenfundation
- Baumassnahmen rechts Uferseite mit oberer Abschnitt Fischaufstiegshilfe und Brückenfundation
- Wasserhaltung erfolgt über einen Teilabbruch der festen Wehrschwelle rechtsufrig und durch Spundwände im Bereich der Brückenfundationen. Diese werden soweit erforderlich bis zur bestehenden Wehrkonstruktion verlängert.

Phase 2: (Erstellung Brückenplatte)

- Baumassnahmen rechte Uferseite mit Fertigstellung Fischaufstiegshilfe und Bauwerk Mühletobelbach
- Wasserhaltung erfolgt mittels Damm. Die Wasserableitung erfolgt über den neuen Grundablass.

Phase 3:

- Erstellung Mittelbereich Wehranlage
- Erstellen der Sohlsicherung oberhalb Wehranlage
- Montagearbeiten Schlauchwehr
- Wasserhaltung erfolgt mittels Damm. Die Wasserableitung erfolgt seitlich über den Grundablass sowie über die Fischaufstiegshilfe.

Phase 4:

- Inbetriebnahme der Wasserkraftanlage
- Bei Bedarf Sanierung der Wehranlage im Kolkbereich

Parallel und unabhängig zu o.g. Projektphasen kann die Zentrale und der Unterwasserkanal erstellt werden.

Es wird mit einer Gesamtbauzeit für die Wasserkraftanlage von 6 bis 8 Monaten gerechnet.



12. Energiegestehungskosten, Wirtschaftlichkeit

Die mittleren Energiegestehungskosten lassen sich mit der ermittelten Energieproduktion (Abschnitt 9) und den in Abschnitt 10 aufgeführten Anlagekosten ermitteln. Im Zusammenhang mit der Rückgabe des nicht mehr genutzten Wasserrechtes der SIA Abrasives Industries AG erfolgt eine einmalige Kostenabgeltung von Fr. 770'000.-- an die gesetzlich vorgeschriebenen Rückbaumassnahmen. Zusätzlich werden die Betriebskosten berücksichtigt. Die Berechnung lässt sich wie folgt zusammenfassen:

Konzessionsdauer	60 Jahre	
Annuitätsabschreibungen	Gesamtanlage	40 Jahre
	Kapitalverzinsung	5%
Nettoinvestition	2.16 Mio. abzüglich Beitrag SIA	1.39 Mio. Fr.
Energieproduktion	440'000 kWh (kalkulatorisch)	
Jahreskosten	Abschreibungen, Verzinsung	Fr. 81'000.--
	Betriebsaufwand	Fr. 24'000.--
	Total Jahreskosten	Fr. 105'000.--
Energiegestehungskosten		24 Rp./kWh

Per 1.1.2008 ist das Strom-Versorgungs-Gesetz (StromVG) in Kraft getreten. Darin festgehalten ist die kostendeckende Einspeisevergütung (KEV) für Kleinwasserkraftwerke bis 10 MW über einen Zeitraum von 25 Jahren ab Inbetriebsetzung der Anlage. Die Vergütung soll per 1.1.2009 eingeführt werden. Im vorliegenden Projekt kann aufgrund des Verordnungsentwurfes von nachfolgend berechneter Vergütung ausgegangen werden.

Berechnung KEV gem. Vorordnungsentwurf vom Juni 2007:

-	äquivalente Leistung nach KEV	50	äkW
-	Vergütung:		
-	Grundvergütung	20.0	Rp./kWh
-	Bonus Fallhöhe	4.5	Rp./kWh
-	Bonus Wasserbau	4.0	Rp./kWh
→	Total Vergütung nach KEV-Entwurf	28.5	Rp./kWh
→	Jahresertrag nach KEV		Fr. 125'000.--



Die Wirtschaftlichkeit der Investition wird auf Basis einer Ertragswertberechnung nach der Discountet-Cashflow-Methode beurteilt. Die Berechnungsparameter sind in Angleichung zur KEV wie folgt festgelegt:

-	Betrachtungszeitraum	25	Jahre
-	Barwertzinssatz konstant	5%	
-	Betriebsaufwand konstant	Fr. 24'000.--	/ Jahr
-	EBDIT konstant	Fr. 101'000.--	/Jahr
→	Ertragsbarwert	1.43 Mio.	Fr.

Der erzielbare Ertragsbarwert über einen Zeitraum von 25 Jahren entspricht ziemlich genau dem Betrag der Nettoinvestition nach Abzug der Kostenbeteiligung SIA. Es zeigt sich, dass die Anlage unter betriebswirtschaftlichen Aspekten knapp kostendeckend erstellt werden kann. Die für den Zeitraum von 25 Jahren zugesicherte KEV ermöglicht die kostendeckende Realisierung des Projektes mit einer ausreichenden Investitionssicherheit. Erst mit Einführung der KEV ist die Wirtschaftlichkeit des Projektes gegeben.

Nach Ablauf der KEV in 25 Jahren ist der erzeugte Strom auf dem freien Markt abzusetzen. Im vorliegenden Fall ist trotz steigender Stromtarife jedoch davon auszugehen, dass der erzielbare Ertrag tiefer liegt als mit der KEV. Es ist daher angebracht, die Wirtschaftlichkeitsbetrachtung auf den Zeitraum der KEV zu beschränken, im Wissen darum, dass bei einer Nutzungs- und Lebensdauer einer solchen Anlage von 40 bis 60 Jahren eine zusätzliche Beurteilungsreserve besteht.

HYDRO-SOLAR Engineering AG
Niederdorf, 10. April 2008 / Hi

Zugehörige Gesuchsdokumente:

- Beilagen 1 bis 4
- Planbeilagen

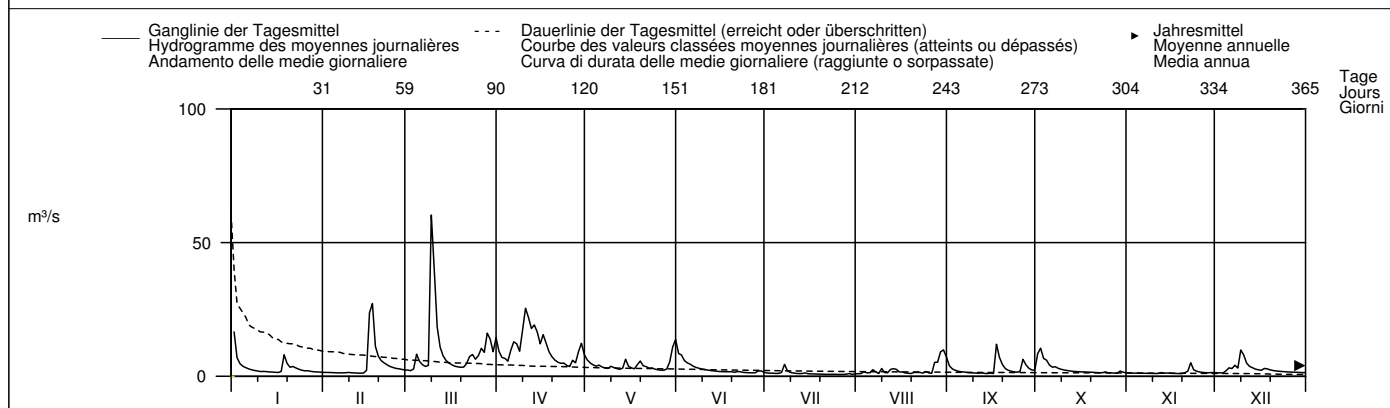


Abfluss	Murg - Frauenfeld										LH 2386
Débit	Koordinaten		Höhe		Fläche		Mittlere Höhe		Vergletscherung		
Portata	Coordonnées	709540 / 269660	Altitude	390 m ü.M.	Surface	212 km²	Altitude moyenne	580 m ü.M.	Extension glacier	- %	
	Coordinate		Altitudine		Superficie		Altitudine media		Ghiacciaio		

2006	Jan./Janv. Genn.	Febr./Févr. Febbr.	März/Mars Marzo	April/Avril Aprile	Mai/Mai Maggio	Juni/Juin Giugno	Juli/Juillet Luglio	Aug./Août Agosto	Sept./Sept. Sett.	Okt./Oct. Ott.	Nov./Nov. Nov.	Dez./Déc. Dic.		
Tagesmittel	1	16.6 +	1.43	2.31	9.30	6.09	8.54 +	1.24	0.95 -	3.91	8.44	1.22	1.31	1
	2	6.97	1.42	2.09 -	7.03	4.96	7.94	1.16	0.99	2.78	10.5 +	1.19	1.27	2
	3	4.70	1.38	2.78	6.69	4.25	5.83	1.14	1.71	2.24	6.69	1.15	1.24 -	3
	4	3.74	1.34	8.25	5.64	3.78	5.00	1.05	1.26	1.89	6.03	1.17	2.07	4
	5	3.20	1.27	5.53	9.69	4.16	4.48	1.08	1.31	1.67	4.20	1.15	3.15	5
Moyenne journalière	6	2.75	1.28	4.34	12.9	3.46	3.74	1.45	2.46	1.60	3.38	1.12	2.88	6
Media giornaliera	7	2.40	1.27	3.67	12.2	3.11	3.28	4.46 +	1.64	1.42	3.57	1.09	4.12	7
	8	2.16	1.33	4.06	9.36	2.93	2.97	2.01	1.03	1.30	2.96	1.10	3.06	8
	9	1.96	1.44	60.3 +	17.2	3.73	2.70	1.43	2.90	1.26	2.61	1.08	9.83 +	9
	10	1.76	1.28	39.9	25.4 +	3.26	2.49	1.22	1.40	1.19	2.32	1.04	7.94	10
	m³/s	11	1.80	1.26	18.4	22.0	2.89	2.30	1.06	1.29	1.12	2.15	1.06	4.87
12		1.74	1.16	10.9	17.9	2.61	2.14	1.00	2.55	1.30	1.98	1.36	3.69	12
13		1.62	1.15 -	7.67	19.2	3.01	2.00	1.03	2.84	1.07	1.84	1.15	3.17	13
14		1.56	1.21	5.92	16.5	6.36	1.88	1.25	2.58	1.02 -	1.76	1.21	2.67	14
15		1.48	2.21	4.95	12.1	3.71	1.77	0.94	1.63	1.17	1.69	1.16	2.42	15
	16	1.42 -	23.8	4.26	15.6	3.14	1.71	0.88	1.58	1.02 -	1.63	1.06	2.22	16
	17	1.79	27.2 +	3.78	12.4	2.78	1.69	0.87	1.23	12.0 +	1.60	1.05	2.92	17
	18	8.04	11.2	3.52	9.11	4.33	1.69	0.81	1.12	7.09	1.56	0.99 -	2.75	18
	19	4.82	7.48	3.36	7.29	5.70	1.72	0.80	1.03	4.43	1.51	1.00	2.40	19
	20	3.38	5.83	3.43	6.03	3.91	1.48	0.77	1.41	2.89	1.46	1.33	2.14	20
	21	3.65	4.96	4.77	5.26	3.58	1.73	0.71	1.45	2.24	1.37	1.89	1.98	21
	22	3.12	4.25	7.37	4.85	3.04	1.70	0.73	1.43	1.89	1.33	5.06 +	1.88	22
	23	2.63	3.65	8.15	4.94	3.11	1.43	0.72	1.17	1.67	1.32	2.43	1.77	23
	24	2.27	3.27	6.38	4.08	2.65	1.37	0.74	1.79	1.51	1.63	1.87	1.70	24
	25	2.03	2.95	7.71	3.63 -	2.41	1.30	0.69	1.27	1.83	1.26	1.61	1.63	25
+Maximum Massimo	26	2.08	2.79	10.5	5.97	2.27	1.29 -	0.68 -	1.10	6.34	1.24	1.43	1.56	26
- Minimum Minimo	27	1.84	2.57	8.94	5.04	2.26 -	1.29 -	0.68 -	5.20	4.29	1.20	1.36	1.52	27
	28	1.70	2.33	16.1	9.21	2.73	1.93	0.80	5.25	3.00	1.15 -	1.30	1.48	28
	29	1.62		13.9	12.3	5.42	2.02	1.01	9.13	2.37	1.93	1.39	1.44	29
	30	1.57		9.18	8.03	11.0	1.49	0.71	9.87 +	2.21	1.53	1.39	1.36	30
	31	1.47		14.5		13.8 +		0.91	7.20		1.30		1.37	31
Monatsmittel Moyenne mensuelle Media mensile	3.16	4.38	9.90	10.6 +	4.21	2.70	1.10 -	2.51	2.66	2.68	1.41	2.70	m³/s	
Maximum/Massimo Spitze/Pointe/Punta Datum/Date/Data	25.3 1.	49.5 17.	92.4 9.	47.4 9.	17.7 31.	10.1 1.	13.8 7.	20.1 28.	36.5 17.	15.2 1.	9.49 - 22.	14.1 9.	m³/s	

Jahresmittel/Moyenne annuelle/Media annua

3.99 m³/s



Periode/Période/Periodo	1974 - 2006												(33 Jahre/années/anni)
Monatsmittel Moyenne mensuelle Media mensile	5.07	5.29	5.50 +	4.80	4.18	4.08	2.91	2.64 -	2.86	3.17	3.94	5.28	m³/s
Maximum/Massimo Spitze/Pointe/Punta Jahr/Année/Anno	95.0 1995	125 1999	95.5 1978	75.5 1986	135 1999 +	98.0 1995	115 1977	125 1978	80.0 2000	55.0 - 1998	63.0 1998	98.5 1988	m³/s
Min./Tagesmitt./Moy. jour./Media giorno Jahr/Année/Anno	0.84 1992	0.86 1992	1.03 1993	1.06 + 1997	0.58 1993	0.62 1992	0.63 1998	0.56 1992	0.42 1992	0.37 - 1992	0.67 1985	0.90 2004	m³/s
Grösstes Jahresmittel Moy. annuelle la plus grande La più grande media annua	6.05 (1995) m³/s			Mittlerer Abfluss Débit moyen Portata media				4.14 m³/s			Kleinstes Jahresmittel Moy. annuelle la plus petite La più piccola media annua		
											2.49 (2003) m³/s		

Dauer der Abflüsse	(erreicht oder überschritten)			Débits classés			(atteints ou dépassés)			Durata delle portate			(raggiunte o sorpassate)
Tage/Jours/Giorni	1	3	6	9	18	36	55	73	91	114	137	160	
2006	60.3	27.2	22.0	17.9	12.9	9.13	6.97	5.25	4.33	3.58	2.96	2.57	m³/s
1974 - 2006	39.0	25.7	19.0	16.4	12.0	8.54	6.72	5.60	4.78	4.01	3.45	3.05	m³/s
Tage/Jours/Giorni	182	205	228	251	274	292	310	329	347	356	362	365	
2006	2.16	1.84	1.63	1.46	1.36	1.27	1.19	1.09	0.99	0.80	0.71	0.68	m³/s
1974 - 2006	2.71	2.40	2.11	1.86	1.64	1.47	1.30	1.12	0.92	0.80	0.69	0.45	m³/s

Werkbetriebe Stadt Frauenfeld
Murg-Kraftwerk Altermatt / Frauenfeld
Produktions- / Ertrags- / KEV-Berechnung

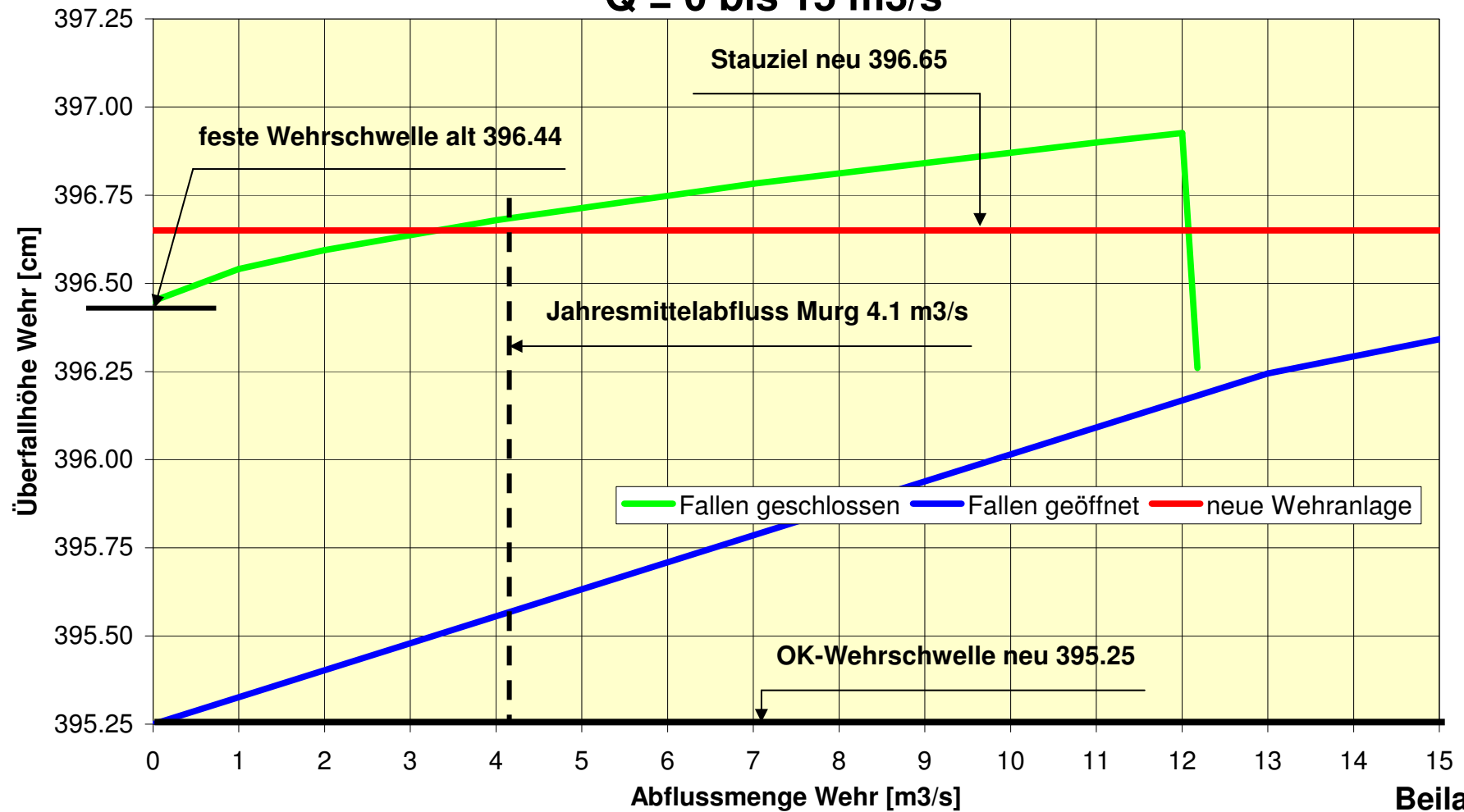
Tage	DK bis 2006 m3/s	Pegel OW m ü.M.	Pegel UW m ü.M.	Brutto Fallhöhe m	Q-Dot FAH m3/s	Q-Nutz Anlage m3/s	Turbine Beaufschl. %	Hydr. Verluste m	Netto Fallhöhe m	Wirkungsgr. Anlage %	Leistung kW	Produktion kWh
					Qa =	5.00						
1	39.00	396.65	394.80	1.85	0.35	5.00	100%	0.25	1.60	80%	63	1'507
3	25.70	396.65	394.58	2.07	0.35	5.00	100%	0.25	1.82	80%	71	3'221
6	19.00	396.65	394.45	2.20	0.35	5.00	100%	0.25	1.95	80%	77	5'326
9	16.40	396.65	394.37	2.28	0.35	5.00	100%	0.25	2.03	80%	80	5'622
18	12.00	396.65	394.23	2.42	0.35	5.00	100%	0.25	2.17	80%	85	17'799
36	8.54	396.65	394.09	2.56	0.35	5.00	100%	0.25	2.31	80%	91	37'972
55	6.72	396.65	394.00	2.65	0.35	5.00	100%	0.25	2.40	80%	94	42'139
73	5.60	396.65	393.95	2.70	0.35	5.00	100%	0.25	2.45	80%	96	41'108
77	5.35	396.65	393.92	2.73	0.35	5.00	100%	0.20	2.53	80%	99	9'380
91	4.78	396.65	393.89	2.76	0.35	4.43	89%	0.19	2.57	82%	92	32'065
114	4.01	396.65	393.86	2.79	0.35	3.66	73%	0.18	2.61	83%	78	46'745
137	3.45	396.65	393.83	2.82	0.35	3.10	62%	0.17	2.65	83%	67	39'929
160	3.05	396.65	393.80	2.85	0.35	2.70	54%	0.16	2.69	83%	59	34'783
182	2.71	396.65	393.78	2.87	0.35	2.36	47%	0.15	2.72	83%	52	29'411
205	2.40	396.65	393.76	2.89	0.35	2.05	41%	0.14	2.75	83%	46	27'095
228	2.11	396.65	393.74	2.91	0.35	1.76	35%	0.13	2.78	82%	39	23'532
251	1.86	396.65	393.72	2.93	0.35	1.51	30%	0.12	2.81	80%	33	20'054
274	1.64	396.65	393.70	2.95	0.35	1.29	26%	0.11	2.84	76%	27	16'730
292	1.47	396.65	393.67	2.98	0.35	1.12	22%	0.10	2.88	75%	24	11'026
310	1.30	396.65	393.65	3.00	0.35	0.95	19%	0.10	2.90	73%	20	9'388
329	1.12	396.65	393.64	3.01	0.35	0.77	15%	0.10	2.91	71%	16	8'057
347	0.92	396.65	393.63	3.02	0.35	0.57	11%	0.10	2.92	70%	11	5'840
356	0.80	396.65	393.60	3.05	0.35	0.00	0%	0.10	2.95	70%	0	0
362	0.69	396.65	393.57	3.08	0.35	0.00	0%	0.10	2.98	60%	0	0
365	0.45	396.65	393.55	3.10	0.35	0.00	0%	0.10	3.00	50%	0	0

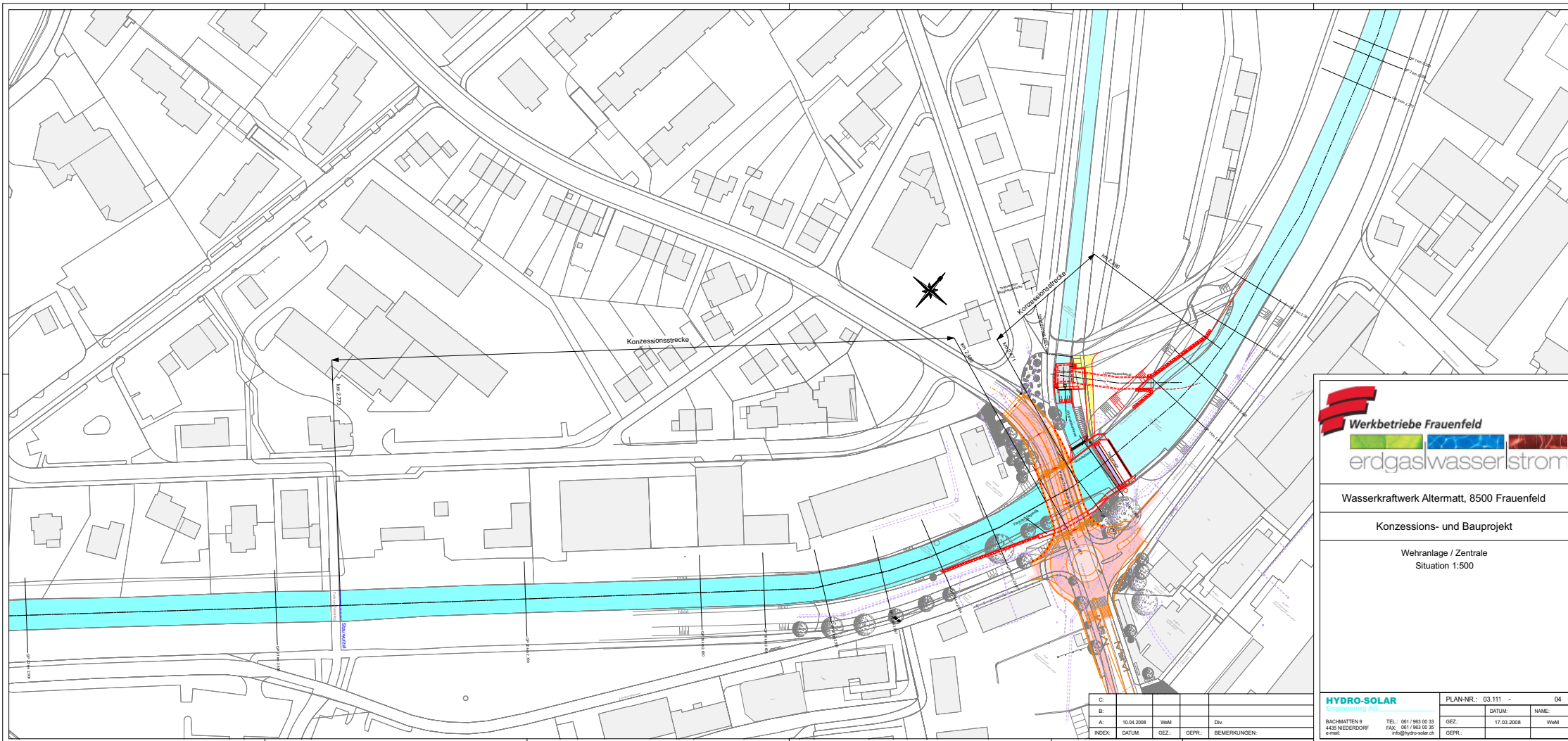
Berechnung KEV	äkW	50					Total Prod. hydrologisch	468'726
Basiswert	Rp./kWh	20.00	Betriebsertrag mit KEV	sFr.	125'572		Total Prod. kalkulatorisch	440'602
Bonus Fallhöhe	Rp./kWh	4.50	Betriebsaufwand	sFr.	-24'000			
Bonus Wasserbau	Rp./kWh	4.00	EBDIT	sFr.	101'572			
Total KEV	Rp./kWh	28.50	Barwert nach DCF	sFr.	1'431'144			

Kraftwerk Altermatt Frauenfeld						
Kostenvoranschlag						
NPK-Nr.	Bezeichnung der Leistungen und Lieferungen			Allg. Kosten	Wehr	Zentrale
				Total	Anteil	Anteil
000	Kosten für Grundstück					
010	Vermessung			2'000.00		
040	Aufwand Verfahren Konzession und Bauprojekt			10'000.00		
050	Rechtskosten			5'000.00		
050	Geotechnische Sondierungen			0.00		
100	Vorbereitung, Spezialtiefbau, Umgebung					
110	Vorbereitungs-, Rodungs- und Abbrucharbeiten					
	113	Baustelleinrichtungen		75'000.00	40'000.00	35'000.00
		Baustellenzufahrt		4'000.00	2'000.00	2'000.00
	116	Abholzen und Roden		3'000.00		3'000.00
	117	Demontagen und Abbrüche		8'000.00	8'000.00	
150	Bauarbeiten für erdverlegte Leitungen					
	151	Bauarbeiten für E-Werkleitungen		11'000.00	2'000.00	9'000.00
160	Baugrubensicherung und Wasserhaltung					
	161	Wasserhaltung Pumpen, Diverses		30'000.00	10'000.00	20'000.00
	162	Spundwand		60'000.00	60'000.00	
	163	Wehrkrone		12'000.00	12'000.00	
	164	Fandämme OW und UW		20'000.00	15'000.00	5'000.00
180	Umgebungsgestaltung					
	181	Umgebungsarbeiten		15'000.00	5'000.00	10'000.00
	183	Zäune, Abschränkungen, Tore		6'000.00	4'000.00	2'000.00
200	Tiefbauarbeiten					
210	Erdarbeiten und Aushub					
	211	Abbrucharbeiten Beton		42'000.00	32'000.00	10'000.00
	212	Baugrubenaushub, Hinterfüllen		73'000.00	28'000.00	45'000.00
	213	Gewässerkorrektion Ufer- und Sohsicherung		75'000.00	50'000.00	25'000.00
220	Oberbauarbeiten					
	221	Uebergangs- und Foundationsschichten		3'000.00		3'000.00
	222	Pflästerungen und Abschlüsse		2'000.00		2'000.00
	221	Belagsarbeiten		2'000.00		2'000.00
300	Rohbauarbeiten					
310	Baumeisterarbeiten					
	313	Beton- und Stahlbetonarbeiten, inkl. Wehrsanieurng		420'000.00	180'000.00	240'000.00
	314	Maurerarbeiten		15'000.00	5'000.00	10'000.00
350	Spenglerarbeiten					
	357	Blitzschutzanlagen, Erdung		5'000.00		5'000.00
360	Zentralendach			15'000.00		15'000.00
370	Fassadenverkleidung in Holz			8'000.00		8'000.00
380	Aussentüren, Fenster			9'000.00		9'000.00
390	Ausrüstung Borstenfischpass			20'000.00	20'000.00	
400	Sanitär-, Lüftungsanlagen					
420	Sanitärinstallationen, Wasseranschluss			5'000.00		5'000.00
460	Raumluftechnische Anlagen			1'000.00		1'000.00
600	Ausbauarbeiten					
610	Schlosserarbeiten, Geländer, Abdeckungen, Gitterroste			13'000.00	5'000.00	8'000.00
640	Plattenarbeiten			5'000.00		5'000.00

Kraftwerk Altermatt Frauenfeld						
Kostenvoranschlag						
NPK-Nr.	Bezeichnung der Leistungen und Lieferungen			Allg. Kosten	Wehr	Zentrale
				Total	Anteil	Anteil
700	Einrichtungen und Ausrüstungen					
790	Spezielle Ausrüstungen					
	791	Stahlwasserbauteile				
		791.1	Rechenanlage komplett	70'000.00		70'000.00
		791.2	Dotierschieber Mühlewiesenkanal	6'000.00		6'000.00
		791.3	Kanaleinlaufschütz	70'000.00	70'000.00	
		791.4	Spülschütz Grundablass	30'000.00	30'000.00	
		791.5	Schlauchwehrranlage, Schwimmersch. Steuerkasten	165'000.00	165'000.00	
		791.6	Absperrschieber Fischaufstieg	12'000.00	12'000.00	
		791.7	Schwemmbalken	5'000.00	5'000.00	
	792	Elektromechanische Ausrüstung				
		792.1	Turbinen komplett	300'000.00		300'000.00
		792.2	Generator	35'000.00		35'000.00
		792.3	Gen.-Schalt- und Steueranlage, EB-Versorgung	50'000.00		50'000.00
		792.4	Maschinensaalkran	6'000.00		6'000.00
	793	Elektroanlagen				
		793.1	Elektroinstallationen, Verkabelung	12'000.00		12'000.00
		793.4	Netzanschluss 0.4 kV	12'000.00		12'000.00
		793.6	Telefonanschluss, Modem, Installationen	5'000.00		5'000.00
		793.7	Fernüberwachung / Fernübertragung	15'000.00		15'000.00
800	Uebrigte Aufwendungen					
820	Bewilligungen und Gebühren					
	822	Bewilligungen		5'000.00		
	823	Gebühren ESTI		3'000.00		
830	Baunebenkosten					
	833	Vervielfältigungen und Plankopien		1'000.00		
	835	Versicherungen		12'000.00		
	837	Reisespesen, div. Nebenkosten		2'000.00		
850	Bauherrenleistung					
	851	Projektcontrolling		0.00		
860	Finanzierung					
	862	Finanzierung ab Baubeginn		25'000.00		
870	Honorare					
	876	Honorare Fach-Spezialisten				
		876.1	Honorare Geometer, Vermessung, Absteckung	5'000.00		
	877	Honorar Gesamtplaner		190'000.00		
880	Übergangskonten					
	883	Unvorhergesehenes, Diverses				
		883.1	Baumeisterarbeiten 10%	100'000.00		
		883.2	EM-Ausrüstung, übriger Lieferumfang 5%	50'000.00		
Total Anlagekosten Zentralenneubau / Wehrsanierung				2'160'000.00	760'000.00	990'000.00

Wehr Altermatt
Pegelrelationen Oberwasser n. Poleni
Q = 0 bis 15 m³/s





**Werkbetriebe Frauenfeld**

erdgaswasserstrom

Wasserkraftwerk Altermatt, 8500 Frauenfeld

Konzessions- und Bauprojekt

Wehranlage / Zentrale
Situation 1:500

C:				
B:				
A:	10.04.2008	WvM		Div.
INDEX:	DATUM	GEZ.	GEPR.	BEMERKUNGEN:

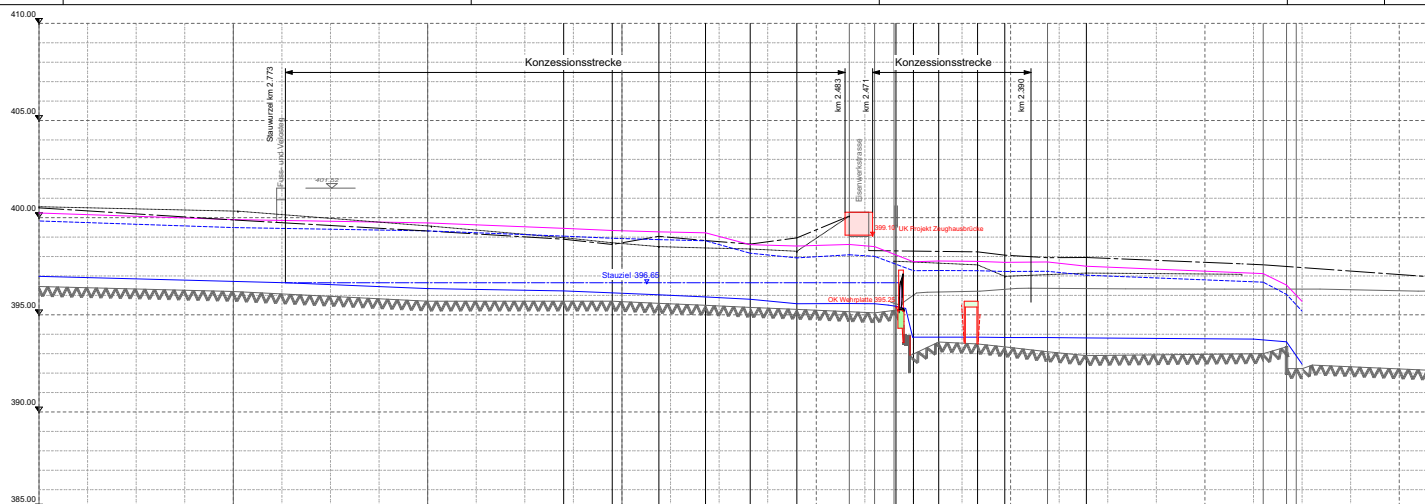
HYDRO-SOLAR
Engineering AG
BACHMATTEN 9
4450 NIEDERDORF
e-mail: info@hydro-solar.ch

TEL.: 081 / 983 00 33
FAX.: 081 / 983 10 35
info@hydro-solar.ch

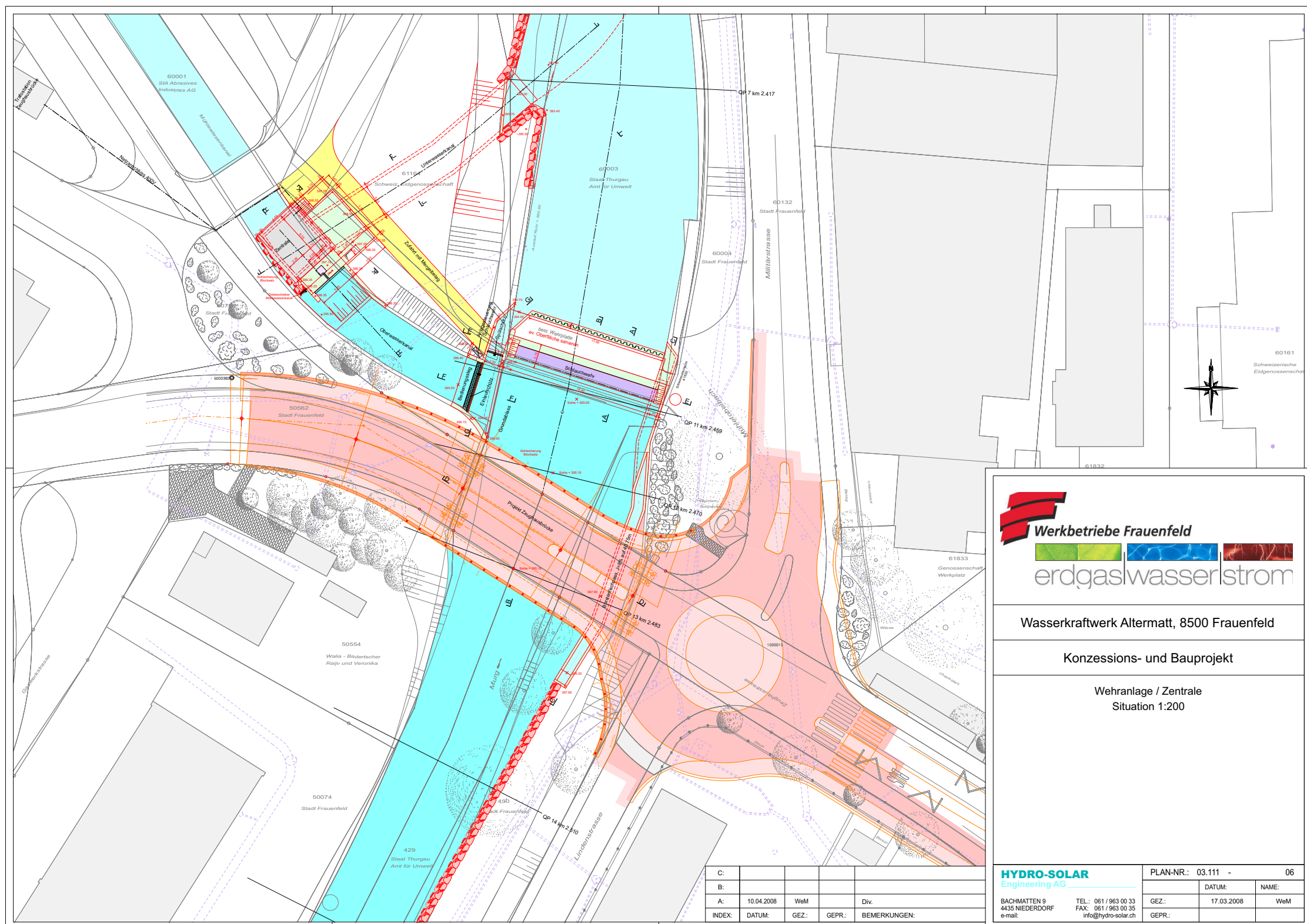
PLAN-NR.: 03.111 -		04
DATUM:	NAME:	
GEZ.: 17.03.2008	WvM	
GEPR.:		

Legende:

- Q = 5 m³/s (Normalabfluss)
- - - Qa = 5 m³/s (Stauziel = 396.65 m ü.M.)
- - - HQ100 = 200m³/s
- EHQ = 260m³/s
- - - Ufer links
- - - Ufer rechts
- ~~~~~ Flusssohle bestehend (gemittelt)



Kilometrierung 1983 und Zwischendistanzen	22	2.500	100m	2.600	100m	2.700	70m	2.830	25m	2.855	19m	2.871	24m	2.895	23m	2.918	24m	2.942	2.970	2.987	10m	2.997	9m	2.998	20m	2.417	2.400	2.2m	2.381	20m	2.361	91m	2.300	2.270	12m	2.258	2.253	77m	2.200	2.181	
Querprofile																																									
Höhe Flusssohle	396.45			396.20		395.70																																			
Höhe Wsp. Q = 5m³	398.88			398.75		398.35																																			
Höhe Wsp. Q = 200m³ HQ100	399.83			399.68		399.32																																			
Höhe Wsp. Q = 260m³ EHQ	400.24			399.99		399.57																																			



Wasserkraftwerk Altermatt, 8500 Frauenfeld

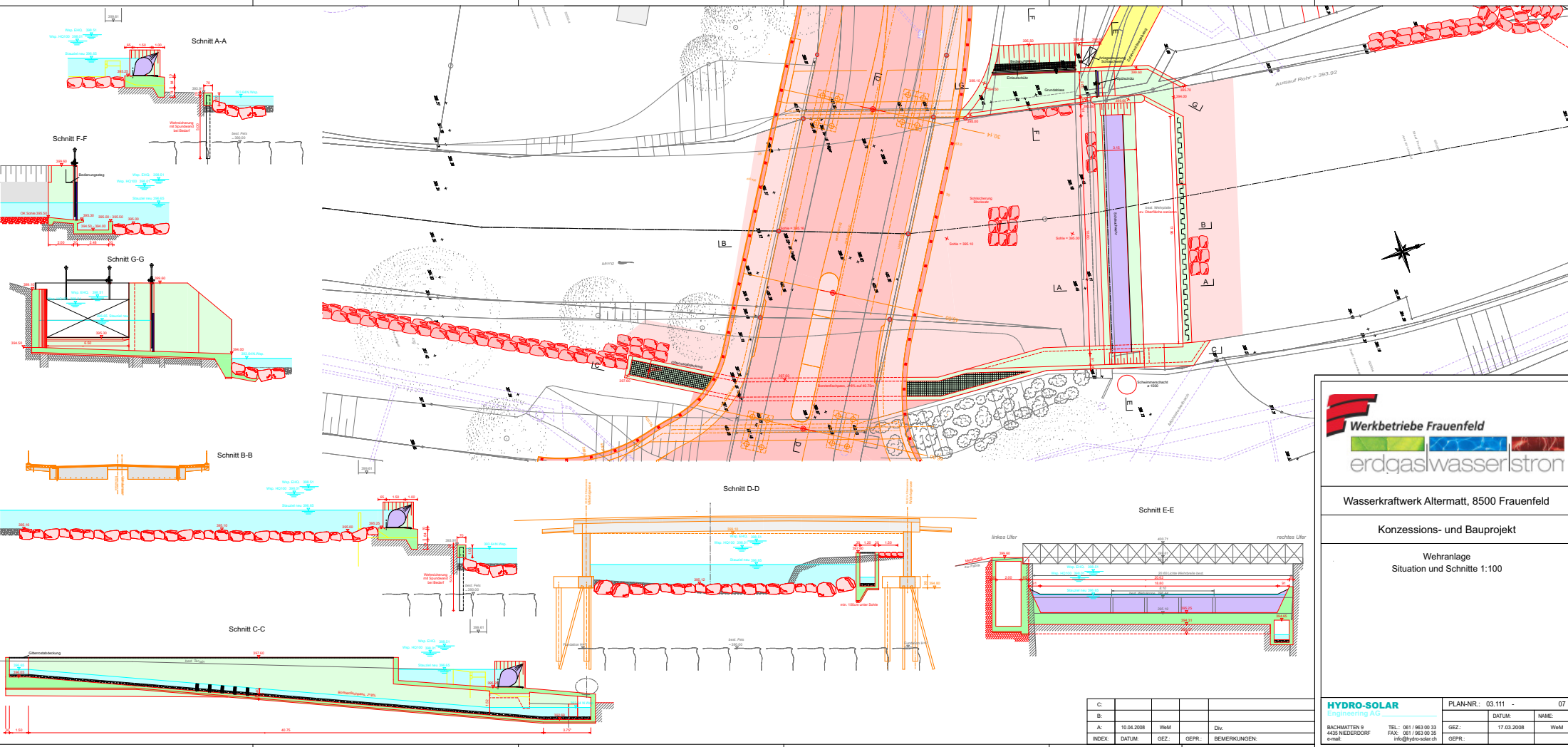
Konzessions- und Bauprojekt

Wehranlage / Zentrale
Situation 1:200

C:				
B:				
A:	10.04.2008	WeM		Div.
INDEX:	DATUM:	GEZ.:	GEPR.:	BEMERKUNGEN:

HYDRO-SOLAR
Engineering AG
BACHMATTEN 9
4435 NIEDERDORF
e-mail: info@hydro-solar.ch

PLAN-NR.:	03.111	-	06
DATUM:	17.03.2008	NAME:	WeM
GEZ.:		GEPR.:	



**Werkbetriebe Frauenfeld**
**erdgaswasserstron**

Wasserkraftwerk Altermatt, 8500 Frauenfeld

Konzessions- und Bauprojekt

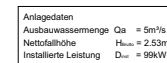
Wehranlage
Situation und Schnitte 1:100

HYDRO-SOLAR
Engineering AG

BACHMATTEN 9
4455 NIEDERDORF
e-mail: info@hydro-solar.ch

TEL: 081 / 963 00 33
FAX: 081 / 963 00 35
info@hydro-solar.ch

PLAN-NR.:	03.111	-	07
GEZ.:	DATUM:	NAME:	
GEPR.:	17.03.2008	WetM	



C:				
B:				
A:	10.04.2008	WeM		Div.
INDEX:	DATUM:	GEZ.:	GEPR.:	BEMERKUNGEN:



Wasserkraftwerk Altermatt, 8500 Frauenfeld

Konzessions- und Bauprojekt

Zentrale
Situation und Schnitte 1:100

HYDRO-SOLAR
Engineering AG _____

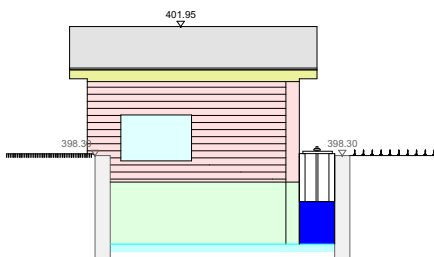
BACHMATTEN 9
4435 NIEDERDORF
e-mail:

TEL.: 061 / 963 00 33
FAX: 061 / 963 00 35
info@hydro-solar.ch

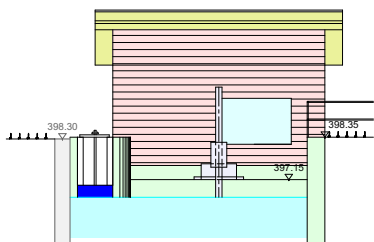
PLAN-NR.: 03.111 -	08
--------------------	----

	DATUM:	NAME:
GEZ:	17.03.2008	WeM
GEPR:		

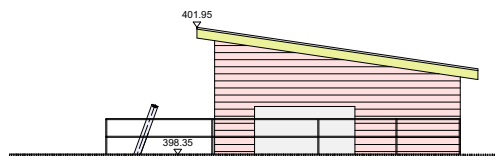
Nordfassade



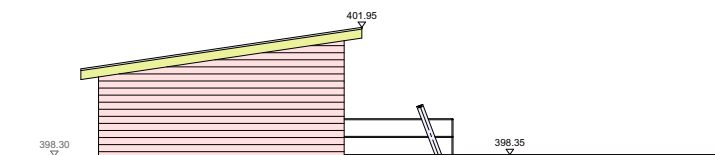
Südfassade



Ostfassade



Westfassade



C:				
B:				
A:	10.04.2008	WeM		Div.
INDEX:	DATUM:	GEZ.:	GEPR.:	BEMERKUNGEN:



Werkbetriebe Frauenfeld

erdgas|wasser|strom

Wasserkraftwerk Altermatt, 8500 Frauenfeld

Konzessions- und Bauprojekt

Zentrale
Ansichten 1:100

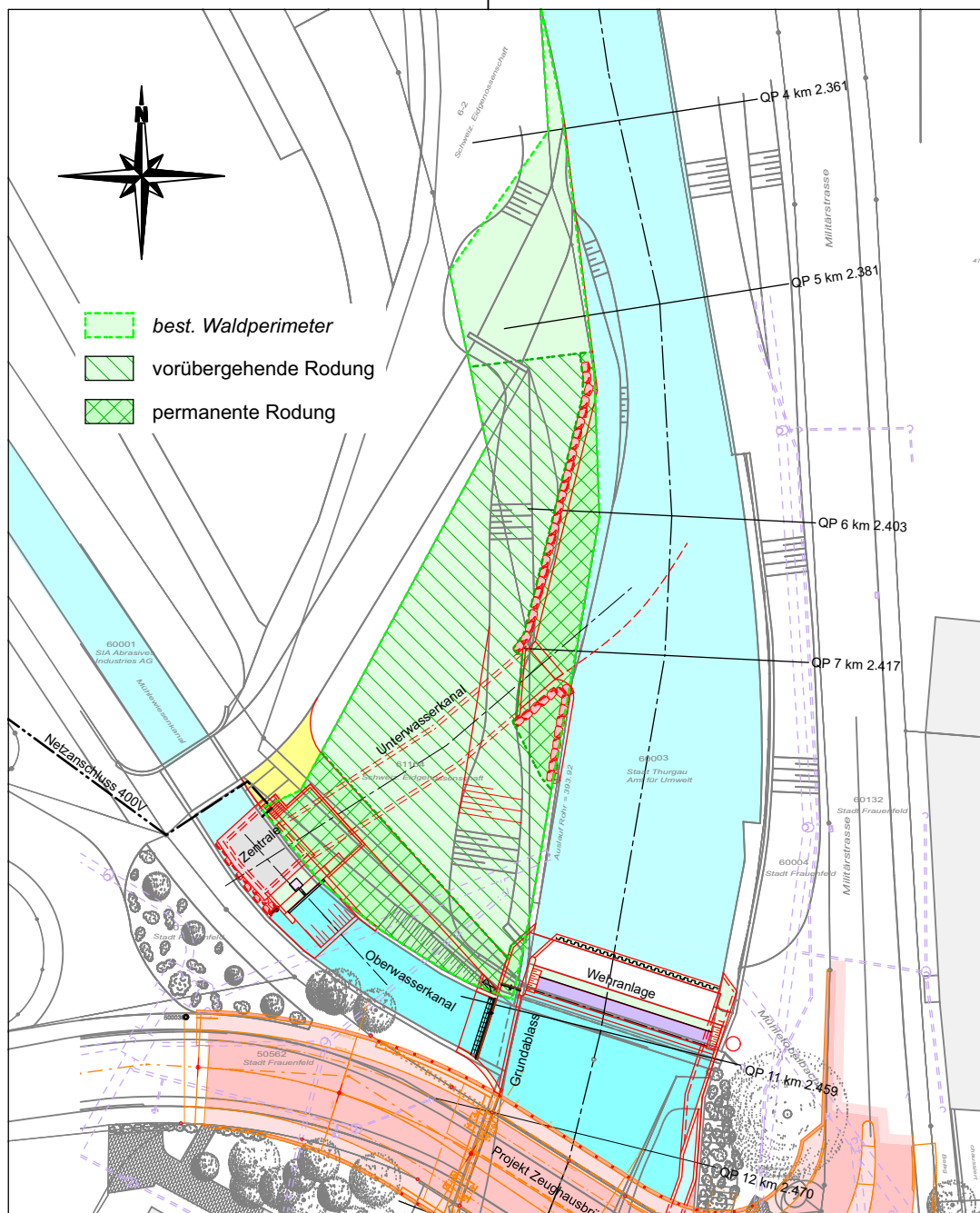
HYDRO-SOLAR
Engineering AG

BACHMATTEN 9
4435 NIEDERDORF
e-mail:

TEL.: 061 / 963 00 33
FAX: 061 / 963 00 35
info@hydro-solar.ch

PLAN-NR.: 03.111 - 09

	DATUM:	NAME:
GEZ.:	17.03.2008	WeM
GEPR.:		



C:				
B:				
A:	10.04.2008	WeM		Div.
INDEX:	DATUM:	GEZ.:	GEPR.:	BEMERKUNGEN:



Werkbetriebe Frauenfeld

erdgas | wasser | strom

Wasserkraftwerk Altermatt, 8500 Frauenfeld

Konzessions- und Bauprojekt

**Rodungsplan
Situation 1:500**

HYDRO-SOLAR
Engineering AG

BACHMATTEN 9
4435 NIEDERDORF
e-mail:

TEL.: 061 / 963 00 33
FAX: 061 / 963 00 35
info@hydro-solar.ch

PLAN-NR.: 03.111 - 10

	DATUM:	NAME:
GEZ.:	17.03.2008	WeM
GEPR.:		