

Konzessionsgesuch Wasserwirbelkraftwerk Kl. Emme, Rossei CH-6106 Werthenstein LU

Koordinaten 647 895 / 209 970

Bauherr: Mariette + Heinrich-Peter Keiser-Schafroth, Bergblick, Rossei
CH 6110 Wolhusen-Markt, 29. März 2011:

Unterschrift:

Planer: WWK Energie GmbH
CH 5210 Windisch, 29. März 2011:

Unterschrift:

Version: 29.03.2011
Ersteller: A. Steinmann / C. Urbani
Kontakt: **WWK Energie GmbH**
Technopark Aarau, Dorfstrasse 69, CH-5210 Windisch

Inhaltsverzeichnis

| | | |
|----------|--|-----------|
| 1 | Zusammenfassung | 3 |
| 2 | Einleitung | 4 |
| 2.1 | Projekthistorie | 4 |
| 2.2 | Bauherrschaft und Projektidee | 4 |
| 2.3 | Vorprüfungsverfahren | 4 |
| 3 | Beschreibung des Vorhabens | 6 |
| 3.1 | Anlagebeschreibung | 6 |
| 3.1.1 | Allgemeines | 6 |
| 3.2 | Dimensionierung | 7 |
| 3.2.1 | Anordnung | 7 |
| 3.2.2 | Anlagedaten | 9 |
| 3.2.3 | Verhältnis zum Ober- und Unterlieger | 9 |
| 3.2.4 | Wehranlage / Rechen / Geschwemmsel | 9 |
| 3.2.5 | Stromproduktion (Rotor, Generator, Schaltanlage) | 9 |
| 3.2.6 | Netzkopplung | 10 |
| 3.2.7 | Betrieb | 10 |
| 3.3 | Bauprogramm | 11 |
| 3.3.1 | Baublauf, Bauzeit und Wasserhaltung | 11 |
| 4 | Umweltaspekte | 12 |
| 4.1 | Gewässerschutz (Renaturierung / Revitalisierung) | 12 |
| 4.2 | Ökologie und Naturschutz | 12 |
| 4.3 | Fische, Kleinlebewesen, Mikroorganismen im Wasser | 12 |
| 4.4 | Landschafts- und Ortsbildschutz | 12 |
| 4.5 | Lärmschutz und Erschütterungen | 13 |
| 4.6 | Graue Energie | 13 |
| 4.7 | Vernetzung, Restwasser | 13 |
| 4.8 | Vergleich Umweltauswirkungen WWK- zu herkömmlichen KWK-Anlagen | 13 |
| 5 | Wirtschaftlichkeit | 15 |
| 5.1 | Anlage- und Gestehungskosten | 15 |
| 5.2 | Betriebs- und Unterhaltskosten | 16 |
| 5.3 | Wirtschaftlichkeit | 16 |
| | Beilagen (separate Dokumente) | 16 |
| | Übersichtsplan 1: 500 | 16 |
| | Situation 1:100, Längsschnitt A 1:100, Querschnitte B, C, D 1:100 | 16 |
| | Fotodokumentation | 16 |
| | 3D - Ansichten | 16 |

1 Zusammenfassung

Bei der Sicherstellung der heutigen Energieversorgung mit gleichzeitiger Senkung des CO₂-Ausstosses, spielt die Stromgewinnung aus Wasserkraft eine wichtige Rolle. Da in der Schweiz bereits die meisten grossen Wasserläufe zur Stromgewinnung genutzt werden, richtet sich der Fokus zunehmend auf Kleinwasserkraftwerke. Traditionelle Kleinwasserkraftwerke stehen wegen ihrer negativen Auswirkungen auf die Gewässerökologie in der Kritik – Veränderungen der Fliess- und Geschiebedynamik, Erschwerung oder starke Beeinträchtigung der biologischen Vernetzung, eine hohe Fischmortalität und starke Eingriffe ins Landschaftsbild erzeugen bei verschiedenen Interessengruppen Widerstand.

Vor einigen Jahren wurde in Österreich ein neuer Prototyp eines Wasserwirbelkraftwerks gebaut, welches keine der typischen Nachteile von herkömmlichen Kleinwasserkraftwerken aufweist. Wasserwirbelkraftwerke sind nicht vergleichbar mit herkömmlichen Kleinwasserkraftwerken und erfüllen die Anforderungen der Cleantech, in dem diese 97% CO₂-freie und erneuerbare elektrische Energie erzeugen. Die einfache, robuste und wartungsarme Technologie, lässt sich durch kleine, modulare und günstige ebenerdig verlegte Anlagen optimal für Flussrevitalisierungen und Renaturierungen einsetzen (Revision des Gewässerschutzgesetzes GSchG).

Durch den langsam drehenden Rotor im Wasserwirbel ergeben sich ideale Bedingungen für den Lebensraum von Mikroorganismen mit einer beidseitigen Fisch- und Benthosdurchgängigkeit zu Förderung der Biodiversität und Sauerstoffaufnahme des Fliessgewässers.

Durch Forschung und Entwicklung in der Schweiz und dem hohen Potential, diese Technologie auch in Entwicklungsländer einsetzen zu können, führt dies mit der Gründung der Genossenschaft Wasserwirbelkraftwerke Schweiz zur sozialen Geschäftsidee: ENERGIE MIT DER NATUR FÜR UNS ALLE

Durch den Bau eines Wasserwirbelkraftwerks (nachfolgend WWK-Anlage) ergeben sich am vorgeschlagenen Standort folgende Vorteile:

- Durch die Integration einer Fischschleuse direkt in das Kraftwerk ist der Fischauf- und Fischabstieg optimal gelöst. Die Erfolgskontrolle an der Pilotanlage in Schöffland wird 2011 durchgeführt.
- Durch die einrollende Bewegung des Wasserwirbels wird Sauerstoff in das Wasser eingebracht und nicht wie bei herkömmlichen Turbinen entzogen. Im Gegensatz zu den herkömmlichen Turbinen senkt der Wasserwirbel die Wassertemperatur leicht.
- Durch Verzicht auf eine Aufstauung sowie durch die Aufweitung des Gerinnes und das entfernen der harten Verbauung wird der Geschiebehalt wieder hergestellt und die Fliessdynamik gefördert. Dies ist jedoch im vorliegenden Projekt aus Platzgründen (Strasse, Felswand) leider nicht möglich. Dafür wird die Wiederherstellung der biologischen Durchgängigkeit durch die ins Kraftwerk integrierten Fischschleuse verwirklicht.
- Die Konstruktions- und Funktionsweise des Kraftwerks lässt es zu, dass auch grösseres im Fluss transportiertes Schwemmgut die Anlage passieren kann.
- Der Eingriff ins Landschaftsbild fällt durch die grösstenteils unter dem gewachsenen Terrain liegende Konstruktion sehr klein aus. Wird die nahe Umgebung gleichzeitig mit einer geeigneten Bepflanzung versehen, so ist die Anlage von aussen kaum mehr sichtbar.
- Der Einsatz nachwachsender Baustoffe wie Holz - anstelle Beton - reduziert die graue Energie.

2 Einleitung

2.1 Projekthistorie

20 m oberhalb des Restaurant Bergblick wurde 1991 das Wehr eingebaut, um das Gefälle der begradigten Kl. Emme zu reduzieren und somit Sohlerosion und Böschungsanrisse zu vermeiden. Dadurch ist natürlich der Fluss nicht mehr fischdurchgängig. Mit dem Bau eines Wasserwirbelkraftwerkes kann nicht nur erneuerbarer Energie produziert werden sondern es wird auch gleichzeitig die Fischdurchgängigkeit wieder hergestellt.



Foto: bestehender Überfall Rossei

2.2 Bauherrschaft und Projektidee

Das Ehepaar Mariette und Heinrich-Peter Keiser-Schafroth, als Besitzer und Betreiber der Holzofenbäckerei und Pizzeria Bergblick in der Rossei direkt, am Ufer der Kl. Emme sind immer auf der Suche nach Attraktionen für Ihre Gäste. Nachdem die geplante Fähre, welche auf spektakuläre Art Gäste vom Wanderweg zum Restaurant bringen sollte. leider nicht bewilligt wurde, hat das innovative Ehepaar eine neue Idee :

Ein Wasserwirbelkraftwerk kombiniert mit einer Hängebrücke !

Die Wanderer kommen auf elegante Art zum Restaurant und können dabei sehen wie einfach und trotzdem effizient Naturstrom produziert wird – Sicher eine Attraktion im Bioservat Entlebuch.

2.3 Vorprüfungsverfahren

Am 1.3.2010 reichte die WWK Energie GmbH für diesen Standort ein Gesuch um Vorprüfung ein. Dieses Gesuch wurde vom RAWI mit dem Schreiben vom 9. März 2010 sistiert. Dabei wurde auch mitgeteilt, dass bis zum Vorliegen des Abschlussberichtes der Arbeitsgruppe KWKW (Mitte 2010) die Sistierung anhalte. Bis Dato hat die WWKE vom RAWI keine Mitteilung erhalten, dass das Gesuch bearbeitet wird. Da das vorliegende Projekt absolut keinen negativen Einfluss auf die Hochwassersituation hat und andererseits die vorhandenen Möglichkeiten für die Produktion von erneuerbarer Energie genutzt werden müssen, wird direkt das Konzessionsgesuch eingereicht. Um nicht weitere Verzögerung bei der Realisierung dieses sinnvollen Projektes zu riskieren, ersuchen wir Sie höflich, dass Gesuch möglichst rasch zu behandeln.

2.4 Projektträger und Projektverfasser

Projektträger und Bauherrschaft :

Mariette und Heinrich-Peter Keiser-Schafroth
 Holzofenbäckerei und Pizzeria Bergblick, Rossei, CH-6110 Wolhusen-Markt
 Tel. 041 / 490 05 05, FAX 041 / 490 05 06, holzofenbrot@bluewin.ch

Projektverfasser :

WWK Energie GmbH
 Technopark Aargau, Dorfstrasse 69, CH-5210 Windisch
 Claude Urbani, Tel. 056 / 441 74 07, urbani@gwwk.ch
 Andreas Steinmann, Tel. 062 / 721 82 54, FAX 062 / 721 82 51, steinmann@gwwk.ch

Die Firma WWK Energie GmbH (WWKE) entwickelt, plant, realisiert und betreibt Wasserwirbelkraftwerke im Auftrag der Genossenschaft Wasserwirbelkraftwerke Schweiz (GWWK) und Dritter.

Die **Visionen** der GWWK und der WWKE ist die Sicherstellung der Beteiligung der Bevölkerung an der dezentralen Produktion von CO₂-freier und erneuerbarer Energie, konkret bei Bau und Betrieb von Wasserwirbelkraftwerken in der ganzen Schweiz.

Internationale Projekte (WWK-Anlagen) sollen in Entwicklungsländern und abgelegenen Gebieten, durch eine dezentrale Energieproduktion, auch zum gesellschaftlichen Wohlstand dieser Regionen beitragen. Bei internationalen Projekten und Anlagen operieren die GWWK und die WWKE als Engineering-Partner und Lieferant von komplexen Anlagenkomponenten. Weitere Zielsetzungen beim Bau von WWK-Anlagen ergeben sich aus dem Dreieck der Nachhaltigkeit wie folgt:

Ökologie (Flora / Fauna):

- Rev. GSchG (WWK unterstützt Renaturierung / Revitalisierung von Fließgewässern)
- Flora: Lebensraum Mikroorganismen, Pflanzen
- Fauna: Fisch- und Benthosdurchgängigkeit, Förderung Biodiversität
- Landschaft: min. Eingriffe, UVB positiv, Anlagen unterirdisch

Technologie / Ökonomie:

- 100% Erneuerbare Energie und 97% CO₂-frei
- Einfach – robust – wartungsarme Technologie
- Klein und günstige Anlagen
- Grosses Einsatzpotential (tausende in CH und international)
- Modularisierung (einfach, günstiger Bausatz) mit verschiedenen Materialien
- Wasserwirbelkraftwerke nicht vergleichbar mit herkömmlichen KWK-Anlagen (keine Nachteile)!

Gesellschaft / soziales:

- Durch die Genossenschaft in die Gesellschaft integriert
- Int. Projekte sollen in Entwicklungsländern zum gesellschaftlichen Wohlstand beitragen
- Grosse Chance für den Innovationsstandort Schweiz durch F+E Potentiale (UNI / FH)
- Wirtschaftsförderung durch lokale Vergabe von Aufträgen

Die **Strategie** der WWKE ist durch Planung, Genehmigungsverfahren, Engineering, Bau, Betrieb und Weiterentwicklung von Wasserwirbelkraftwerken, eine langfristig sichere Produktion von erneuerbarer Energie in der Schweiz sicherzustellen. Die WWKE baut die erforderliche Kompetenz kontinuierlich aus.

3 Beschreibung des Vorhabens

3.1 Anlagebeschreibung

3.1.1 Allgemeines

Es geht grundsätzlich um eine nachhaltige, CO₂-freie dezentrale Stromerzeugung mit Kleinwasserkraftanlagen im Leistungsbereich 10 - 50 kWel mittels Wasserwirbeltechnik. Diese Technik (siehe nachstehende Abbildungen) eignet sich für kleine Fallhöhen H (0.7 - ca 3 m) und kleine Volumenströme Q (1 - ca. 4 m³/s).

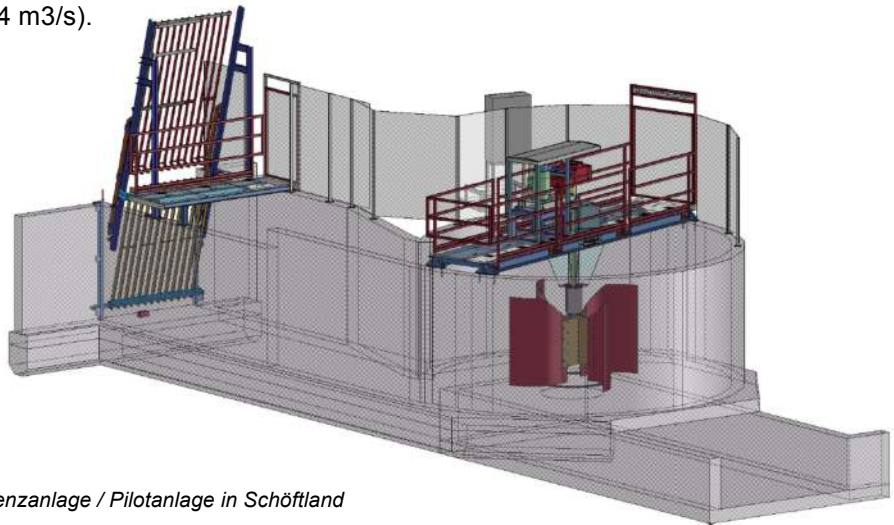


Abbildung: 3D-Grafik Referenzanlage / Pilotanlage in Schöffland

Das Wasser fließt im Oberwasserkanal tangential in das Rotationsbecken, bildet dort einen sog. Badewannenwirbel und strömt durch die zentrale Öffnung in das Unterwasser. Der Drallstrom des Wirbels wird durch die vertikalachsige Turbine auf einen geringen Restwert reduziert. Das übertragene Drehmoment treibt via Getriebe den Generator an. Die geringen Strömungsgeschwindigkeiten und Turbinendrehzahlen (ca. 20 U/min) ermöglichen den Fischdurchgang von oben nach unten und umgekehrt. Es ist keine Staustufe erforderlich. Die Anlagen lassen sich ohne grosse Beeinträchtigung der Umgebung bauen. Sie eignen sich insbesondere bei Renaturierungen von Flüssen.



Abbildung: Referenzanlage / Pilotanlage in Schöffland

3.2 Dimensionierung

3.2.1 Anordnung

Die WWK-Anlage wird am rechten Ufer der Kl. Emme (siehe Grafik), auf Höhe des Wehres erstellt. Sämtliche Anlageteile, wie Rotationsbecken, Zulauf mit Grobrechen und Revisionschütze, Auslauf, Grundablass mit Schütze und natürlich gestaltetes Becken für die Fischschleuse liegen ausserhalb des Flussprofils und werden mittels Baumstämmen vor Beschädigungen durch Hochwasser geschützt.

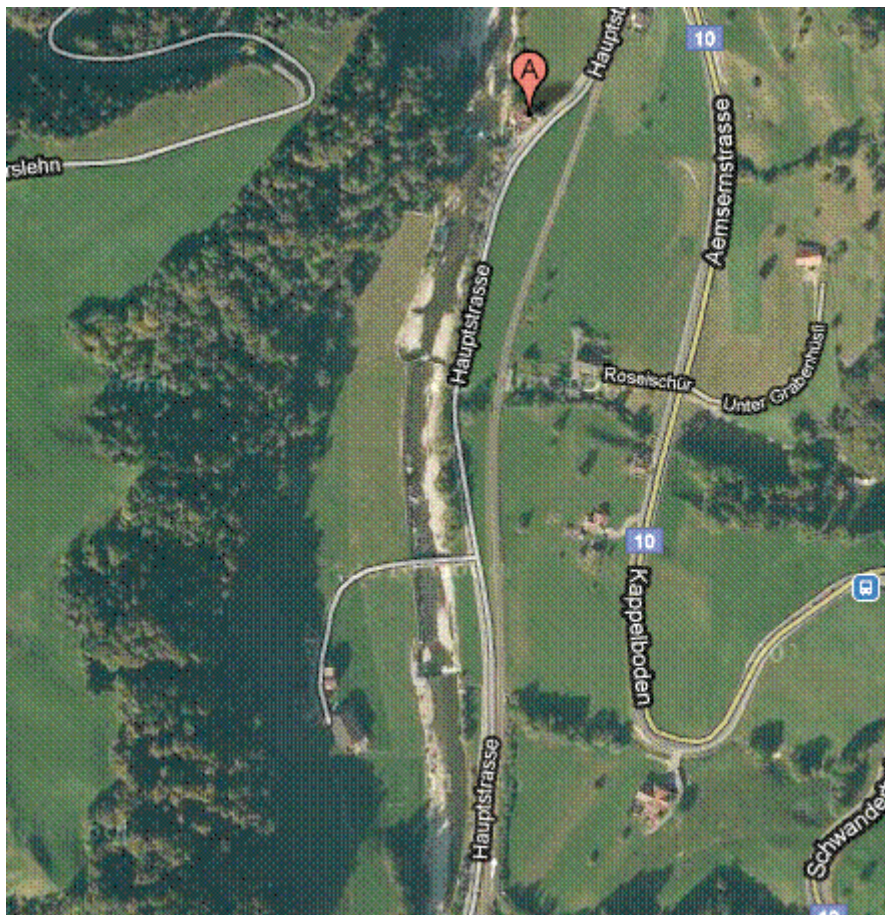


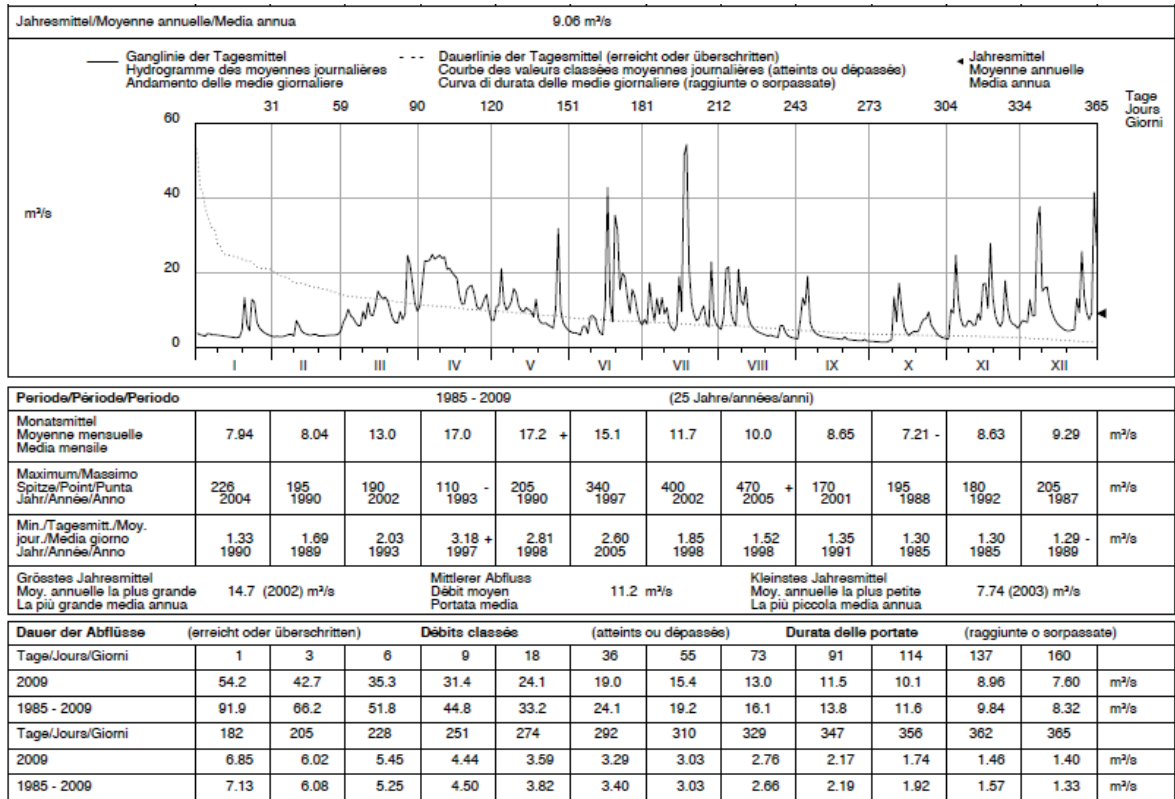
Abbildung: Standort WWK-Anlage (A) [Quelle: Google]

Das bestehende Wehr, inkl. Widerlager wird aus Stabilitätsgründen vollständig belassen. Im Ein- und Auslauf werden lediglich die Flusssteine entfernt und gleich vor Ort wiederverwendet.

2.5.2 Hydrologie und Hochwassersituation

Es wird nur der beim Wehr vorhandene Höhenunterschied der Wasserspiegel genutzt. Es sind auch sämtliche Anlageteile ausserhalb des bestehenden Abflussprofils angeordnet. Damit verursacht die WWK-Anlage absolut keine Beeinträchtigung des Hochwasserabflusses.

Als Grundlage für die Berechnung der Ausbauwassermenge dienten die Aufzeichnungen der Messstation Werthenstein Chappelboden, Periode 1965.2007).



Grafik: Abflussmengen Station Werthenstein Chappelboden, BAFU

Daraus ergibt sich als optimale Ausbauwassermenge 9 m3/s

Die Eigenschaften des Systems ermöglichen eine Stromproduktion bereits ab 3.0 m3/s. Da Wasserwirbelkraftwerke ohne zusätzliche Aufstauung arbeiten, bleiben die natürlichen Pegelschwankungen auch oberhalb des Kraftwerkes erhalten.

| Fallhöhe max. m 2.00 | | Beckendurchmesser m 8.50 | | genutzte Wassermenge 3.00 - 9.00 m3/s | | | | | | | | |
|----------------------|----------------|--------------------------|----------------|---------------------------------------|--------|------|------------------|----------------|---------------|-----------------------------------|---------|-------------|
| Dauer der Abflüsse | Abfluss (m3/s) | Restwasser m3/s | Kraftwerk m3/s | Fallhöhe | Faktor | kW | Anz.Tage weniger | Anz. Tage | Anz.Tage mehr | kWh | | |
| 356 | 1.92 | 0.00 | 1.92 | 0.40 | 5.0 | 3.8 | | 9 | 356 | 829 | | |
| 310 | 3.03 | 0.00 | 3.03 | 0.70 | 5.0 | 10.6 | 9 | 46 | 310 | 11708 | | |
| 251 | 4.5 | 0.00 | 4.50 | 1.00 | 5.0 | 22.5 | 55 | 59 | 251 | 31860 | | |
| 205 | 6.08 | 0.00 | 6.08 | 1.40 | 5.0 | 42.6 | 114 | 46 | 205 | 46986 | | |
| 182 | 7.13 | 0.00 | 7.13 | 1.60 | 5.0 | 57.0 | 160 | 23 | 182 | 31486 | | |
| 137 | 9.84 | 0.84 | 9.00 | 2.00 | 5.0 | 90.0 | 183 | 45 | 137 | 97200 | | |
| 91 | 13.80 | 4.80 | 9.00 | 2.00 | 5.0 | 90.0 | 228 | 46 | 91 | 99360 | | |
| 55 | 19.2 | 10.20 | 9.00 | 2.00 | 5.0 | 90.0 | 274 | 36 | 55 | 77760 | | |
| 18 | 33.20 | 24.20 | 9.00 | 2.00 | 5.0 | 90.0 | 310 | 37 | 18 | 79920 | | |
| 6 | 51.8 | 42.80 | 9.00 | 2.00 | 5.0 | 90.0 | 347 | 12 | 6 | 25920 | | |
| | | | | | | | | Kontrolle Tage | 365 | | 503'030 | Total kWh/a |
| | | | | | | | | | | Total Jahresstunden bei 365 Tagen | 8760 | |
| | | | | | | | | | | äquivalente Leistung in kW | 57.4 | |

Tabelle: Berechnete Produktionsleistung

Daraus ergibt sich eine variable Fallhöhe von 0.70 – 2.0 m

3.2.2 Anlagedaten

| | | |
|---------------------------------------|---|---|
| Standort der Anlage: | Gemeinde: Strasse: Koordinaten: | CH-6110 Werthenstein Bergblick, Rossei 647 895 / 209 970 |
| Wasserspiegellagen WWK-Anlage: | Oberwasser: Unterwasser: | Pegelstand variabel Pegelstand variabel |
| Wassermengen: | Mittlere Jahresabflussmenge Q _{jm} : Dotierwassermenge Fischpass Q _d : Ausbauwassermenge Q _a : Mittlere genutzte Wassermenge Q _m : | 11.2 m ³ /s 0.075 m ³ /s 9.0 m ³ /s 3.0 - 9.0 m ³ /s |
| Fallhöhe: | Variabel : | 0.50 – 2.00 m |
| Beckendimension: | Beckendurchmesser: | 8.0 m |
| Leistungen: | Mittlere Nettoleistung P _m (bei Q _m): Maximale Leistung ab Generator P _{max} : | 57.4 kW 90 kW |
| Produktion: | Zu erwartende mittlere Jahresproduktion: | 500'000 kWh |

Tabelle: Übersicht der Anlagedaten

3.2.3 Verhältnis zum Ober- und Unterlieger

Da keine Aufstauung stattfindet und auch nicht anderweitig in das Abflussregime eingegriffen wird, ergeben sich keinerlei Auswirkungen auf Ober- und Unterlieger.

3.2.4 Wehranlage / Rechen / Geschwemmseil

Da die WWK-Anlage ohne Aufstauung arbeitet, braucht es keine Wehranlage. Der Pegelstand im Kraftwerk entspricht immer dem des Oberwassers. Beträgt die Abflussmenge mehr als 9 m³/s, so fließt das überschüssige Wasser (ca. 150 Tage/Jahr) über das bestehende Wehr ab.

Um Revisionsarbeiten auszuführen oder das Kraftwerk bei Hochwasser zu schützen wird eine automatisierte Schütze zwischen Grobrechen und Rotationsbecken eingebaut.

Die Konstruktions- und Funktionsweise des Kraftwerks lässt es zu, dass auch grösseres im Fluss transportiertes Schwemmgut (Länge bis 1.50 m und Durchmesser bis 0.20 m) die Anlage passieren kann. Somit ist nur ein Grobrechen notwendig. Damit keine Menschen oder Tiere in das Rotationsbecken gelangen können, wird ein Grobrechen mit Stababstand 15 cm eingesetzt. Der Rechen kann durch periodisches, automatisiertes Öffnen der Schütze gereinigt werden. Damit ist sichergestellt, dass das Schwemmgut im Fluss bleibt und somit für Strukturvielfalt sorgt, Lebensräume schafft und der Eintrag von Totholz und anderem organischem Material erhalten bleibt.

3.2.5 Stromproduktion (Rotor, Generator, Schaltanlage)

Die Pilotanlage in Schöffland ist mit einem Getriebe und einem Asynchrogenerator mit 750 U/Min. ausgerüstet. Damit ergibt sich eine fixe Drehzahl des Rotors von 18 U/Min. Für die optimierte Energieerzeugung bei variablen Wassermengen empfiehlt sich jedoch der Einsatz eines Frequenzumrichters, welche durch eine "intelligente" Softwaresteuerung (Power Tracking) automatisch die optimale Drehzahl anhand der Wassermenge regelt. Da durch diese Kombination doch erhebliche Verluste im Wirkungsgrad entstehen, wird durch Forschung zusammen mit der FHNW (Fachhochschule Nordwestschweiz) und anderen Partnern an der Entwicklung eines langsam laufenden Permanentmagnet-Generators gearbeitet. Wir rechnen damit, dass dieser Mitte 2011 einsatzbereit ist und somit der Wirkungsgrad erheblich gesteigert werden kann.

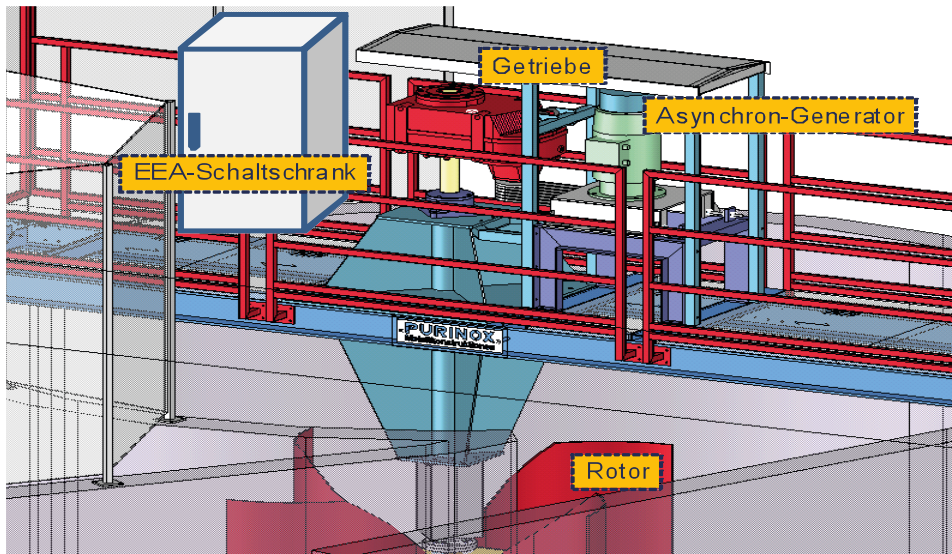


Abbildung: mechanische und elektrotechnische Komponenten der Referenzanlage in Schöffland

3.2.6 Netzkopplung

Die Netzkopplung des Asynchrongenerators / Synchrongenerators ist via einer Sicherheitsschaltung mit dem öffentlichen 3x400VAC Netz (Netzebene 7) gekoppelt. Diese Schaltung der Netzkopplung hat die Aufgaben, bei einem Netzausfall den Generator vom Netz zu nehmen. Dies damit er bei einer Ausschaltung des öffentlichen Netzes auch wirklich spannungslos ist. Wird das öffentliche Netz wieder zugeschaltet, soll die Stromproduktion wieder hochfahren und mit dem öffentlichen Netz synchronisieren, damit ein automatischer Betrieb möglich ist. Sämtliche elektrotechnischen Komponenten an der Pilotanlage in Schöffland wurden durch das ESTI (Eidg. Starkstrominspektorat) am 24.11.2010 abgenommen.

3.2.7 Betrieb

Da im Bereich des Rotors keine Druckunterschiede auftreten, entfallen auch damit verbundenen Verschleisserscheinungen, zB durch Kavitationsfrass. Die bau- und maschinentechnische Ausrüstung ist einfacher und günstiger als bei herkömmlichen Kleinwasserkraftwerken und wartungsärmer. WWK-Anlagen sind im Betrieb über 50% günstiger als herkömmliche Kleinwasserkraftwerke. Trotzdem gibt es geringfügige Kontroll- und Wartungsarbeiten an einer WWK-Anlage:

Für eine optimierte Energielieferung mit wenig Betriebsausfällen wird eine Fernüberwachung und Fernsteuerung installiert, welche die wichtigsten elektrotechnischen Anlagekomponenten drahtlos (UMTS, GPRS) oder drahtgebunden (ADSL) verschlüsselt übermittelt. Durch diese Fernüberwachung durch die WWKE kann ein hoher Betriebsaufwand durch Personaleinsatz verhindert und die Verfügbarkeit der WWK-Anlage erhöht werden. Damit soll auch sichergestellt werden, dass die Betriebssicherheit und Qualität der Energielieferung sich zukünftig auf hohem Niveau einspielen kann.

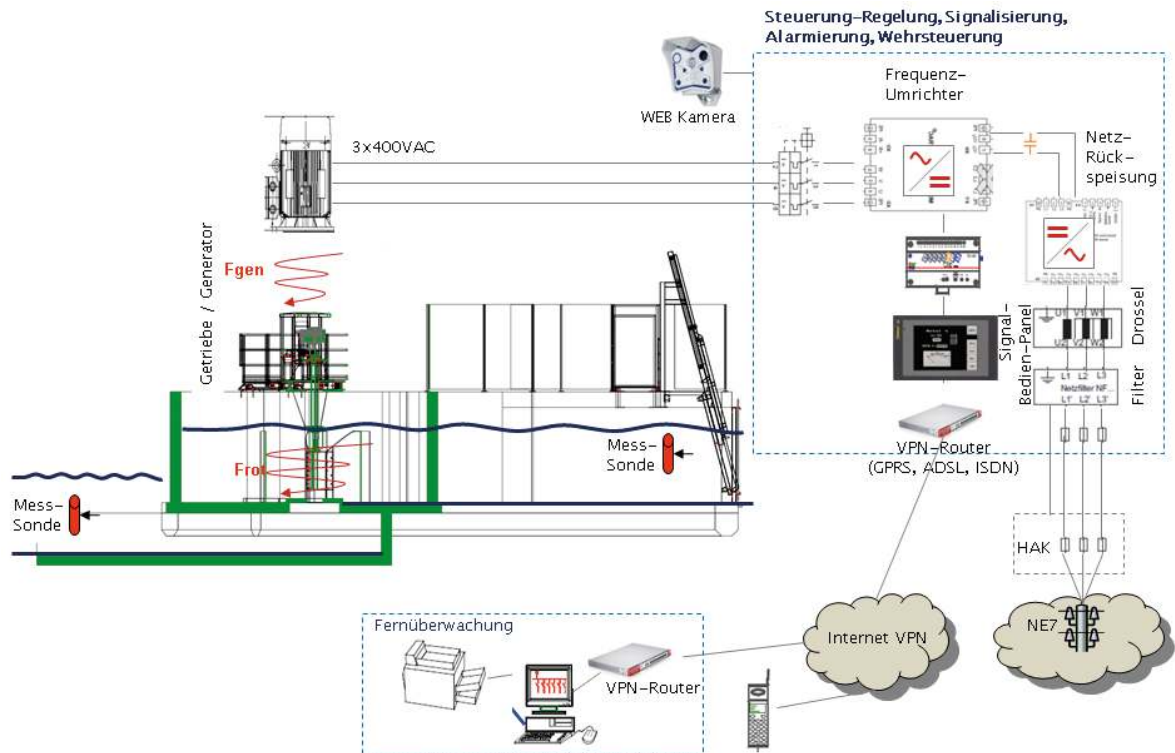


Abbildung: Elektro-, MSR- und Kommunikationstechnik in der Referenzanlage Schöffland

3.3 Bauprogramm

3.3.1 Bauablauf, Bauzeit und Wasserhaltung

Phase 1: Baustelleninstallation, Anschlussleitung für Strom (Nutzung als Baustrom)

Phase 2: Ausserhalb Abflussprofil, trocken im Schutze der alten Uferverbauung/Böschung, Fällen von 3 – 4 Bäumen und einigen Sträuchern, Aushub- und Auffüllarbeiten, Notwendiger Rückbau der bestehenden Flussteine/Betonmauern, Bau Auslaufkanal, Rotationsbecken, Grundablass, Becken Fischschleuse, Schütze und Einlauf mit Grobrechen bis nahe an Wasserlinie. Hinterfüllung soweit möglich.

Phase 3: Erstellen eines Erddammes zur Trockenlegung des Anschlussbereiches, ca. 3m ab Ufer. Erstellen der Sohlpflästerung mit Flussteinen. Anschlussarbeiten Einlauf, Auslauf, Grundablass. Geländeanpassung und Bepflanzung. Wieder erstellen des Parkplatzes.

Mit den Bauarbeiten kann sofort nach in Kraft treten der Konzession begonnen werden. Wir rechnen mit einer Bauzeit von 12 Wochen.

Da einzig die Sohlpflästerung (Flussteine in Beton gelegt) und die Anpassungsarbeiten im Gewässerbereich liegen, kann die Wasserhaltung mit Erddämmen ausgeführt werden. Diese Arbeiten werden in 2 Etappen zu je ca. 3 Arbeitstage aufgeteilt (oberhalb und unterhalb Wehr) und in Schönwetterperioden ausgeführt.

4 Umweltaspekte

4.1 Gewässerschutz (Renaturierung / Revitalisierung)

Da die Kl. Emme im Bereich Rossei zwischen Strasse und Felswand liegt, fehlt hier jeglicher Platz für eine Renaturierung/Aufweitung. Dafür kann mit dem Bau der WWK-Anlage die bisher fehlende Vernetzung (Fische und Kleinlebewesen) wieder hergestellt werden.

4.2 Ökologie und Naturschutz

Die WWK-Anlage hat keinerlei nachteilige Auswirkung auf die Gewässerökologie da es sich um ein offenes System handelt. Das Wasser wird durch den langsam drehenden Rotor (ca. 20 U/Min.) nur sanft umgelenkt. Die üblichen Nachteile von konventionellen Kraftwerken, wie Druckunterschiede, Sauerstoffentzug und Erwärmung des Wassers entfallen. Es können folgende positive Veränderungen aufgeführt werden:

- Sauerstoffeintrag und Abkühlung des Wassers (ca. 0.5°) durch den Wasserwirbel
- Keine Wassererwärmung durch Stauhaltung
- Natürlichen Pegelschwankungen bleiben im ganzen Kraftwerksbereich erhalten
- Organisches Material (Totholz, Blätter etc.) bleibt im Fließgewässer

4.3 Fische, Kleinlebewesen, Mikroorganismen im Wasser

Der **Abstieg** ist absolut gefahrlos für alle Fischarten und Fischgrößen bis hin zur Brut, Kleinlebewesen und Mikroorganismen gegeben. Es findet nur ein sanftes Umlenken des Wassers durch den langsam drehenden Rotor statt. Es gibt keine Druckunterschiede und hohe Wassergeschwindigkeiten, damit sind Wasserwirbelkraftwerke einzigartig. Bei allen anderen Systemen, ausser beim unterschlächtigen Wasserrad sind Schädigungen an Kleinfischen und Kleinlebewesen unvermeidlich.

Der **Aufstieg** ist für schwimmstarke Fische direkt durch den Wirbel und das Rotationsbecken möglich. Die höchste Wassergeschwindigkeit ist bei der Abflussöffnung im Boden des Rotationsbeckens zu finden. Dort beträgt sie maximal 3.0 m/s, Im Becken selber liegt sie bei maximal 1.5 m/s und im Ein- und Auslaufbereich bei weniger als 1.0 m/s. Diese Geschwindigkeiten können von etlichen Arten und von grösseren Fischen problemlos überwunden werden. Für alle andern Fische, Kleinfische und Kleinlebewesen bietet die im Kraftwerk integrierte Fischschleuse optimale Bedingungen für einen stressfreien Aufstieg.

In dieser Kombination bietet das Wasserwirbelkraftwerk für alle Wasserlebewesen optimalste Bedingungen für einen stressfreien und gefahrlosen Auf- und Abstieg.

Somit kann auf die vom Kanton geplante Fischtreppe verzichtet werden, somit entfallen dem Kanton Luzern Kosten von schätzungsweise CHF 150 – 200'000.-. **Aus diesem Grunde beantragt der Gesuchsteller vom Kanton eine Entschädigung von CHF 80'000.- als Abgeltung für die von ihm mit dem Bau des WWK erbrachte ökologische Sanierung des Wehres.**

4.4 Landschafts- und Ortsbildschutz

Die gesamte WWK-Anlage ist in das bestehende Terrain eingelassen, einzig der Generator sowie der Schaltschrank sind zum Schutz vor Hochwasser über dem Terrain angebracht. Die Böschungen bei der Fischschleuse und beim Auslauf werden mit einheimischen, standortgerechten Sträuchern bepflanzt. Somit ist das Wasserwirbelkraftwerk optimal in die Landschaft eingepasst und kaum mehr sichtbar.

Wasserwirbelkraftwerke sind neu und dadurch attraktiv. Weil man in diesem offenen System „sehen“ kann wie Strom produziert wird, locken sie viele Besucher an. Damit besteht eine grosse Chance die **Stromproduktion im Einklang mit der Natur** der Bevölkerung näher zu bringen und auch zusätzliche Gäste ins Restaurant locken. Die im Bauprojekt zusätzlich geplante Hängebrücke dient dabei als Zuschauerpodest und wird mit Informationstafeln bestückt.

4.5 Lärmschutz und Erschütterungen

Anwohnerbefragungen an der Pilotanlage in Schöffland (AG) haben gezeigt, dass von den technischen Anlagekomponenten nichts zu hören ist und keine Erschütterungen / Schwingungen auftreten. Das Rauschen des Wassers ist durch das Entfernen der Schwellen sogar leiser geworden. Dasselbe gilt auch für den Standort an der Kl. Emme. Das Rauschen des Wirbels wird deutlich leiser sein als das bisherige am Wehr. Dies gilt bis zur Ausbauwassermenge von 9 m³/s. Fliesst mehr Wasser (Rest über das Wehr) nähert sich das Rauschen der jetzigen Situation an.

4.6 Graue Energie

Der Verhaltenskodex der GWWK und WWKE verlangt, dass möglichst viele Bauarbeiten von lokalen Partnern ausgeführt werden. Damit erhöht sich die Akzeptanz des Projektes mit gleichzeitiger Förderung der Realwirtschaft. Zusätzlich wird auch der Energieverbrauch für die Transporte tief gehalten.

Die Pilotanlage in Schöffland wurde mit Beton, Stahl und Flusststeinen gebaut, was einiges an grauer Energie beinhaltet. Um diese zu reduzieren erarbeitet die FH Biel (Kompetenzzentrum für Holzbau) ein Konzept um den Beton und einen Teil des Stahls durch den nachwachsenden Rohstoff Holz zu ersetzen.

4.7 Vernetzung, Restwasser

Die Vernetzung ist durch die Integration der Fischschleuse vollumfänglich sichergestellt. Die gesamte Anlage wird durch Fische, Kleinlebewesen und Mikroorganismen als Lebensraum in Beschlag genommen, wie an der 4-jährigen Pilotanlagenlage in Österreich von Herrn Zotlöterer zu sehen ist (siehe Fotos in der Beilage). Ein weiterer Beweis lieferten die Elektroabfisch-Resultate anlässlich des Einbaus der Fischschleuse bei der Pilotanlage in Schöffland. Auf einer Länge von 30m wurden 280 Fische gefangen, davon 110 Barben. Dies zeigt klar wie gerne sich Fische in „verwirbeltem Wasser aufhalten. Die bestehende Blockrampe bleibt intakt und ermöglicht weiterhin den Geschiebetransport.

Beim Wasserwirbelkraftwerk handelt es sich um ein Durchlaufkraftwerk, welches aus Gründen des Hochwasserschutzes im Böschungsbereich erstellt wird. Somit ist **kein Restwasser** verlangt.

4.8 Vergleich Umweltauswirkungen WWK- zu herkömmlichen KWK-Anlagen

| Wasserwirbelkraftwerk | Kraftwerk mit Kaplan- oder Francisturbine |
|--|--|
| Das Wasser wird durch den Rotor nicht durchschnitten, sondern nur sanft umgelenkt. Dies macht das Kraftwerk für absteigende Fische und Kleinlebewesen absolut ungefährlich. | Druckunterschiede führen zur Zerstörung der Wasserstruktur und stellen eine grosse Gefahr für die Gesundheit der Fische dar. |
| Durch die einrollende Bewegung des Wirbels, der ja auch überall in natürlich fliessenden Gewässern entsteht, ordnet sich die Gewässerstruktur und nähert sich derer des Quell- | Der Aufstieg von Fischen und Kleinlebewesen kann nur über eine Fischtreppe sichergestellt werden, welche nie optimal für alle Arten sind. Beim Abstieg muss ein Teil der |

| | |
|--|--|
| wassers an. | Fische durch die Turbine, wo sie sich häufig verletzen oder gar sterben. |
| Das Kraftwerk ist durchgängig für Treibgut (Totholz, Blätter etc.) und fördert weiterhin die Ökologie im Fließgewässer | Treibgut muss vor der Turbine aufgehalten werden. |
| Keine Aufstauung und somit keine Erwärmung des Wasser. Keine Behinderung des Geschiebetransportes | Aufstau führt zur Wassererwärmung und verhindert Geschiebetransport |

Tabelle: Vergleiche WWK- zu KWK-Anlagen

5 Wirtschaftlichkeit

5.1 Anlage- und Gestehungskosten

| Anlage- und Gestehungskosten : | Konzessionsprojekt | |
|---|---------------------------|----------------|
| | +/- 30% | |
| Vorarbeiten | 6.0-12.0 m3 | |
| Machbarkeitsstudie, Abklärungen, Vorentscheid | | 5'000 |
| Konzessionsverfahren , erstellen aller notwendigen Unterlagen, Eingabe, Betreuung während dem Verfahren bis zur Erteilung der Konzession (exkl. Einsprachen) | | 25'000 |
| Total Vorarbeiten | | 30'000 |
| Ausführungsphase | | |
| Detailplanung und Submission bis zum Abschluss | | 20'000 |
| Werkverträge | | |
| Bauleitung Gesamtprojekt | | 25'000 |
| Erschliessung, Zufahrt, Strasse Instandstellen | | 125'000 |
| Rodungsarbeiten, Bepflanzung | | 15'000 |
| Erdarbeiten, Wasserbau , Abbrüche | | 150'000 |
| Kraftwerkskörper (Holz, Flusssteine) | | 120'000 |
| Stahlbau : Tragkonstruktion, Podeste, Geländer, Einlaufschütz | | 95'000 |
| Wirbelrotor | | 35'000 |
| Generator, Frequenzumrichter | | 40'000 |
| Elektrotechnische Ausrüstung : Schaltschrank, Steuerung | | 45'000 |
| Einspeisung, inkl. Grabarbeiten, Kabel, Einspeisekasten mit Zähler | | 120'000 |
| Total Ausführungsphase | | 790'000 |
| Abschlussarbeiten / Diverses | | |
| Nutzungsgebühren für F+E (20% Stromertrag) | | 28'800 |
| Qualitätskontrolle, Inbetriebnahme, Unterhaltsplanung, Ausführungspläne, Anlagedokumentation, Betriebsschulung | | 10'000 |
| Gebühren, Abgaben, Reserve | | 21'200 |
| Total Abschlussarbeiten / Diverses | | 60'000 |
| Total Anlagekosten | | 880'000 |
| Produktion (kWh) | | 500'000 |
| Ertrag Stromverkauf (KEV) | 0.288 | 144'000 |
| Faktor | | 1.76 |
| Gestehungskosten | | |
| Anlagekosten | | 880'000 |
| Amortisationsfaktor | | 0.075 |
| Zins+Amortisation | | 66'000 |
| Betrieb und Unterhalt | 3% | 26'400 |
| Lizenzgebühr jährlich | 16.0% | 23'040 |
| Total Kosten / Jahr | | 115'440 |
| Produktion / Jahr (kWh) | | 500'000 |
| Gestehungskosten bei Gesamtwirkungsgrad 50 % (CHF./kWh) | | 0.231 |
| Vergütung KEV (CHF/kWh) | | 0.288 |

Tabelle: Anlage- und Gestehungskosten

5.2 Betriebs- und Unterhaltskosten

Die Betriebskosten für Wartung und Unterhalt der WWK-Anlage sind sehr gering. Durch die in Kp. 4.2 beschriebenen Fernwartungsmöglichkeiten, könnte der Eigentümer die Anlage selbständig warten und unterhalten oder diese durch die WWKE erledigen lassen. Die WWKE rechnet für Fernüberwachung und Einsätze vor Ort mit einem Aufwand von ca. CHF 15'000.- /a. Die eingesetzten Anlageteile sind langlebig - trotzdem müssten zusätzlich Rückstellungen / Aufwendungen (Material, Verschleissteile, Versicherungen) von ca. CHF 10'000.- /a durch den Betreiber vorgenommen werden.

5.3 Wirtschaftlichkeit

Gemäss Berechnungen ergeben sich folgende Werte :

| | |
|------------------------------|------------------------|
| Jahresproduktion: | 500`000 kWh |
| Äquivalente Leistung: | 57.4 kW |
| KEV – Vergütung: | CHF 0.288 / kWh |
| Gestehungskosten: | CHF 0,231 / kWh |

Somit ist das Kraftwerk wirtschaftlich zu betreiben und lässt sich in 20 Jahren amortisieren.

Beilagen (separate Dokumente)

Übersichtsplan 1: 500

Situation 1:100, Längsschnitt A 1:100, Querschnitte B, C, D 1:100

Fotodokumentation

3D – Ansichten

Zwischenbericht Fischdurchgängigkeit