

Zeitschrift: Wasser Energie Luft = Eau énergie air = Acqua energia aria
Herausgeber: Schweizerischer Wasserwirtschaftsverband
Band: 102 (2010)
Heft: 3

Artikel: Ersatz der Sicherheitsorgane am Stausee Hongrin
Autor: Zurwerra, Iwan / Perrottet, Pierre
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-941655>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 22.02.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Ersatz der Sicherheitsorgane am Stausee Hongrin

■ Iwan Zurwerra, Pierre Perrottet

Zusammenfassung

Die Kraftwerkgesellschaft FMHL (Forces Motrices Hongrin - Léman) betreiben seit dem 1. Oktober 1971 ein Pumpspeicherwerk zur Speicherung und Produktion von elektrischer Energie. Nach bald vierzigjähriger Laufzeit drängen sich an den Sicherheits- und Abschlussorganen der Doppelbogenstaumauer verschiedene Unterhalts- und Erneuerungsarbeiten auf.

Eine technische Expertise führte zur Entscheid, die Abschluss- und Sicherheitsorgane am Stausee Nord zu ersetzen und die Entleerungsschieber am Stausee Süd zu revidieren und zu ertüchtigen. Gleichzeitig wird der Korrosionsschutz der Stahlpanzerungen erneuert. Das Überlaufbauwerk im Zentrum wird betontechnisch instandgesetzt.

Nach umfangreichen Vorbereitungsarbeiten wurde die ursprüngliche Idee einer gleichzeitigen Totalerneuerung im gleichen Zeitraum zu Gunsten eines modularen Vorgehens aufgegeben. So wurden die Arbeiten am Stausee Süd in der Periode von Februar bis Mai 2010 ohne Betriebsunterbruch der Kraftwerkanlage erfolgreich ausgeführt. Die Fabrikation der Sicherheits- und Absperrorgane ist bereits weit fortgeschritten, sodass die Grundablassschieber auf Ende Mai 2010 geliefert worden sind.

In einem ersten Abschnitt werden der Auftrag, die Auftraggeberin FMHL vertreten durch ALPIQ Suisse SA und die Firma HYDRO Exploitation SA (HYDRO) als verantwortliche Betreibergesellschaft vorgestellt.

Anschliessend wird die Projektstruktur und das Vorgehen für die Planung erläutert. Diese umfangreichen Arbeiten stellen sehr hohe Anforderungen an die Baustellenlogistik. Im Rahmen des Lösungskonzeptes wird am Beispiel der Kranarbeiten das Risikomanagement der Firma HYDRO vorgestellt.

Im Abschnitt 5 wird auf die aktuell realisierten Arbeiten eingegangen. Der Subunternehmer TSM Perrottet SA, der für die Taucherarbeiten verantwortlich zeichnet, kommt in einem separaten Abschnitt zu Wort.

1. Der Auftrag

Im Folgenden werden die Auftraggeberin, die Kraftwerkanlage, die Auftragnehmerin und der Projektauftrag beschrieben.

1.1 Die Auftraggeberin: FMHL (Forces Motrices Hongrin-Léman SA)

Die Kraftwerkgesellschaft FMHL setzt sich aus den folgenden Aktionären zusammen:

Aktionär:	Anteil (in %)
Romande Energie SA	
Morges	41.1
ALPIQ Suisse SA	39.3
Groupe E	13.1
Gemeinde Lausanne	6.5
Das Assetmanagement der Anlage Hongrin-Léman wird durch ALPIQ Suisse SA gewährleistet.	

1.2 Die Auftragnehmerin: HYDRO Exploitation SA

Die Firma HYDRO Exploitation SA (HYDRO) mit Sitz in Sion (Wallis) hat den Auftrag, den Betrieb und Unterhalt von Kraftwerkanlagen zu gewährleisten. Zu diesem Zweck haben die Kraftwerkgesellschaften ALPIQ Suisse SA (vormals Energie de Ouest Suisse EOS), Grande-Dixence SA, Forces Motrices Valaisannes SA (FMV) und Romande Energie SA ihre Betriebs- und

Technikabteilungen in die 2002 gegründete HYDRO ausgelagert. Seither zeichnet das Unternehmen mit seinen über 400 Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern für den Betrieb und Unterhalt von Kraftwerkanlagen in den Kantonen Wallis und Waadt verantwortlich. HYDRO ist damit für ca. 20% der in der Schweiz installierten Produktionsleistung aller Wasserkraftwerke direkt zuständig. HYDRO plant und realisiert verschiedene Neubau- und Erneuerungsprojekte. HYDRO verfügt unter anderen über die Abteilungen Betrieb, Projektleitung und Technik. Zusätzlich wird seit 2008 ein leistungsfähiges Bearbeitungsatelier in Martigny mit einer eigenen Lehrlingsabteilung.

Seit 2009 ist die Einheit Produkte im Aufbau begriffen. Ziel dieser neuen Einheit ist es, die Dienstleistungen von im Markt anzubieten. Der Verfasser dieses Berichtes wurde per 1. Januar 2008 zusammen mit seinem Team beauftragt, dieses Projekt zu planen und zu realisieren.

1.3 Präsentation der Kraftwerkanlage Hongrin-Léman

Das Pumpspeicherwerk Hongrin-Léman liegt auf Gebiet des Kantons Waadt. Der Zugang zur Staumauer erfolgt über eine ca. sechs Kilometer lange Militärstrasse ab La Lecherette unterhalb des Col des Mosses.

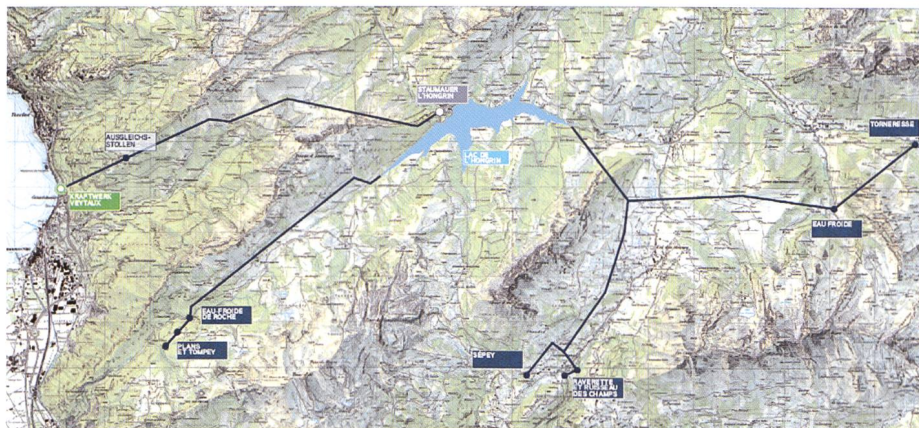


Bild 1. Der Kartenausschnitt zeigt die Gesamtübersicht.

Der Stausee wird aus Schmelz- und Regenwasser über verschiedene Zuflussstollen und durch Wasser aus dem Genfersee gespeisen, das hierzu hochgepumpt wird.

Über einen acht Kilometer langen Druckstollen gelangt das Wasser in den 1.2 km langen Druckschacht, der das Wasser auf die vier Maschinensätze zu je 60 MW leitet.

Die Kraftwerkzentrale befindet sich in einer Kaverne unweit des bekannten Schloss Chillon bei Montreux.

Die *Tabelle 1* fasst die wichtigsten Eckdaten des ersten Pumpspeicherwerkes der Schweiz zusammen.

1.4 Projektauftrag

HYDRO wurde im Jahr 2005 im Rahmen des 10-Jahres-Unterhaltsplans mit der technischen Überprüfung der Sicherheits- und Absperrorgane beauftragt. Nach halber Konzessions- und Betriebsdauer wurden verschiedene Szenarien zur Ertüchtigung studiert. Die ursprüngliche Variante, die Sicherheits- und Absperrorgane am Stausee Nord einer grossen Revision zu unterziehen, wurde nach vertiefter Analyse und unter Beizug von Experten zu Gunsten eines Ersatzes derselben verworfen.

Ziel dieses Projektes ist es, die untenstehenden Arbeiten bei minimaler In- und Auslastung der Kraftwerkanlage zu realisieren unter Gewährleistung der Sicherheit für Personen und Güter.

Der Projektauftrag umfasst folgende Revisions- und Erneuerungsarbeiten:

1. Wasserfassung Nord:

- Ersatz zweier Drosselklappen DN3000, Zwischenrohr, Bypass und Steuerung
- Erneuerung Korrosionsschutz Stahlpanzerung und neues Einlaufgitter DN-8500 seeseitig

2. Grundablässe Nord:

- Ersatz zweier Kegelstrahlschieber DN-1600 und zweier Drosselklappen DN-1800, Zwischenrohr und Steuerung
- Erneuerung Korrosionsschutz Stahlpanzerung und Einlaufgitter

3. Entleerung Süd:

- Revision zweier Tafelschieber, Revision Hydraulikgruppe und Steuerung
- Erneuerung Korrosionsschutz Stahlpanzerung und Einlaufgitter

4. Hochwasserentlastung Zentrum:

- Betoninstandsetzung

1.5 Rahmenbedingungen und Restriktionen

Der Auftraggeber legt Wert auf eine möglichst kurze Ausserbetriebnahme der Anlage. Die vorgesehenen Arbeiten am

Typ: Doppelbogenstaumauer (Seen Nord/Süd)

Baujahr:	1969
Inbetriebnahme:	1.10.1971
Konzessionsdauer:	80 Jahre (2051)
Maximale Stauhöhe	1255 m ü.M.
Minimale Höhe für Turbinierung	1180 m ü.M.
Achse Schieber Wasserfassung	1176 m ü.M.
Niveau Turbinenachsen	376.8 m ü.M.
Stauvolumen:	52 Mio. m ³
Mauerhöhe:	123 m (Nord), 95 m (Süd)
Installierte Leistung bisher:	
4x 60 MW (Pelton-turbinen)	240 MW
Geplante Leistung FMHL plus:	420 MW
Pumpbetrieb:	24.3 m ³ /s
Turbinenbetrieb bisher:	32.6 m ³ /s
Turbinenbetrieb FMHL plus:	58.0 m ³ /s

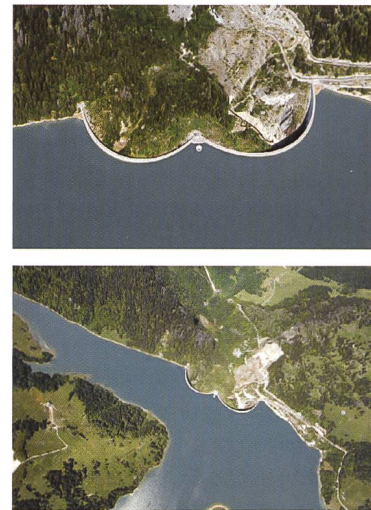


Tabelle 1. Die wichtigsten Eckdaten des ersten Pumpspeicherwerkes der Schweiz.

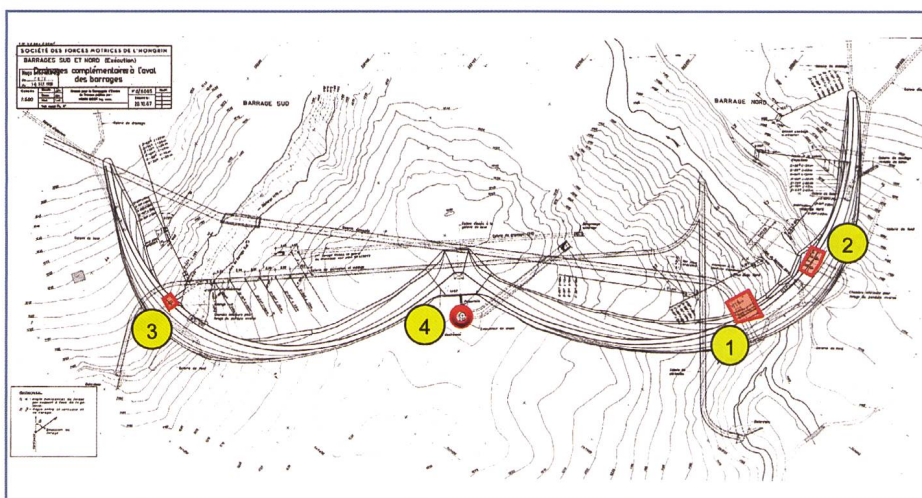


Bild 2. Übersicht der Baustellen.

Stausee Hongrin müssen im Gesamtkontext der geplanten und laufenden Projekte gesehen werden, die parallel an der Anlage Hongrin-Léman vorgesehen sind. Namentlich wird hier der Ausbau der Anlage im Rahmen des Projektes «Hongrin-Léman Plus» erwähnt.

Wichtige Rahmenbedingungen für die Realisierung, die den Projektverlauf wesentlich beeinflussen, werden hier erwähnt:

- Lange Lieferfristen für die Sicherheits- und Absperrorgane (2–2½ Jahre)
- Verfügbarkeit von Spezialunternehmungen
- Abgelegene Baustelle
- Kein direkter Zugang mit Fahrzeugen zu den Schieberkammern am Fuss der Staumauer
- Klimatische Bedingungen
- Natürlicher Zufluss der Wassermengen
- Strenge Umweltauflagen.

2. Planung

2.1 Projektstrukturplan

Ein umfangreiches Projekt dieser Komplexität verlangt eine genaue Systemanalyse. Es wurde hier eine objektorientierte Gliederung gewählt.

Der Projektperimeter wird in die vier Hauptobjekte Grundablässe und Wasserfassung Nord, Überlaufbauwerk im Zentrum und Entleerungsschieber Süd unterteilt. Die Hilfsobjekte Logistik, Kranarbeiten, Wasserhaltung und Umweltmassnahmen unterstützen die Realisierung der Hauptobjekte.

Stichwortartig werden die wesentlichen Aspekte zusammengefasst, welche die Komplexität dieses spannenden Auftrages ausmachen:

- Bedeutendes Kraftwerk für die Energieversorgung in der Westschweiz
- Keine Vergleichsmöglichkeiten mit gleichen oder ähnlichen Projekten

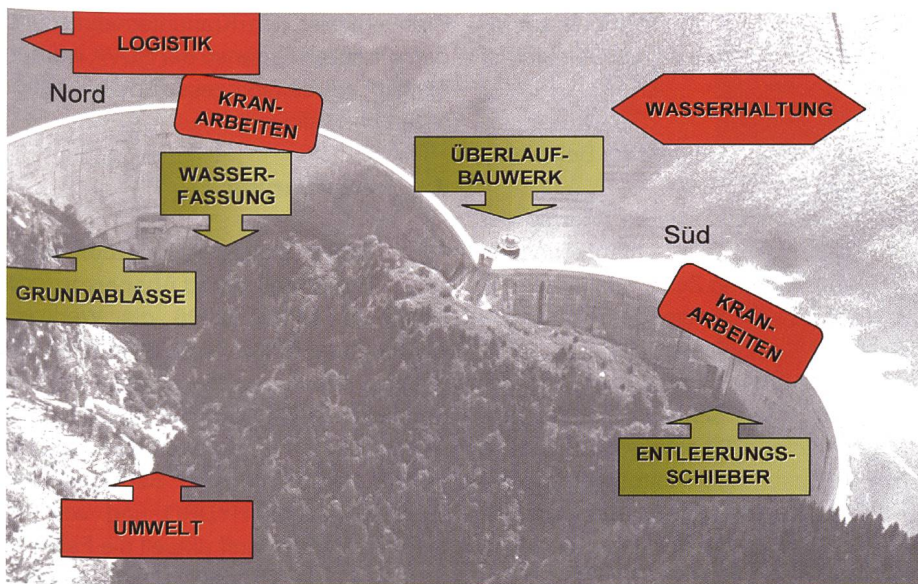


Bild 3. Projektstruktur (Hauptobjekte grün).

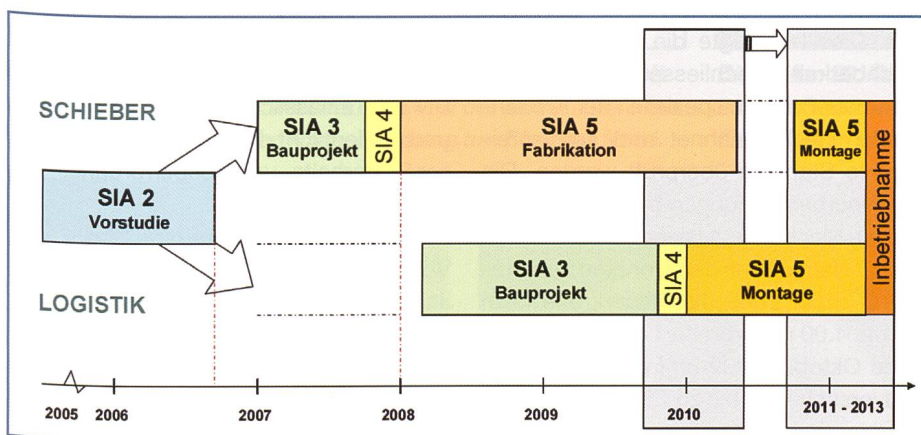


Bild 4. Phasenorientiertes Vorgehen nach Norm SIA 112.

- Hohe Investitionskosten
- Umweltauflagen
- Anspruchsvolle Risikolandschaft
- Hoher Innovationsanteil Logistik/Transport
- Ressourcen: Koordination von Fachspezialisten
- Terminprogramm ist sehr volatil und muss den neuen Umständen jeweils angepasst werden.

2.2 Projektaufbau/ Organisation

HYDRO arbeitet generell nach einer Matrixorganisation. Unter der Führung eines Projektleiters der Abteilung Projektleitung arbeiten verschiedene Teilprojektleiter aus der Abteilung Technik mit ihren Fachspezialisten. Zusätzlich wurde ein Vertreter der Abteilung Betrieb ins Team integriert.

Die Tätigkeiten und Teilaufträge werden nach fachlichen Kriterien aufgeteilt und für alle Haupt- und Hilfsobjekte gemäss Projektstrukturierung im Bild 3 zugeordnet. So zeichnet beispielsweise der Teilprojektleiter Mechanik und Korrosionsschutz für die Planung und Fabrika-

tion aller Sicherheits- und Abschlussorgane und die Korrosionsschutzarbeiten verantwortlich. Die Baustellenlogistik und die Installationen sind einem weiteren Teilprojektleiter zugeordnet.

Ein wesentlicher Aspekt stellt auch der direkte Kontakt zur Energieproduktion der Kraftwerkanlage und zum Energiehandel dar.

2.3 Projektablauf: Vorgehen nach SIA NORM SIA 112

Bild 4 zeigt vereinfachend das gewählte phasenorientierte Vorgehen. Nach der Vorstudienphase in der Periode 2005–2006 wurde umgehend die Detailprojektierung für die Sicherheits- und Absperrorgane vorangetrieben. Die Ausschreibung nach öffentlichem Beschaffungswesen wurde mit der Auftragsvergabe an die Firma ADAMS Schweiz AG auf Ende 2007 abgeschlossen. Die Priorisierung der Schieberbeschaffung liegt im langen Beschaffungs- und Fabrikationsprozess begründet.

Ab 2008 wurde neben der Detailprojektierung der Schieber parallel auch

die Planung der Logistik und der Baustelleninstallationen in Angriff genommen.

Das Bauprojekt für die Installationen und die Logistik konnte auf Ende 2009 beendet werden. Der aktuelle Stand der Arbeiten per Mitte August 2010 wird im Abschnitt 4 beschrieben.

3. Lösungskonzept

3.1 Logistik/Baustellenerschliessung

Der Zugang zur Staumauer erfolgt über eine etwa sechs Kilometer lange und etwa drei Meter breite Militärstrasse ab La Lecherette unterhalb des Col des Mosses.

Die Staumauerkrone befindet sich auf einer Höhe von 1257 m ü.M. Die nutzbare Mauerkronbreite beträgt ca. 3.40 m.

Die Baustellen befinden sich an der Staumauer Nord in einer Tiefe zwischen ca. –83 m (Wasserfassung Hauptdruckleitung Hongrin-Léman) und ca. –91 m (Grundablässe).

Die Tafelschieber am Stausee Süd befinden sich in einer Tiefe von ca. –75 m.

Der einzig mögliche Zugang zu den Schieberkammern besteht über die Staumauerkrone. Von hier aus werden die bis zu 26 t schweren Schieber mittels Spezialkran abgesenkt. Für den Personentransport und für Lasten bis 2 t wird ein Baustellenlift installiert.

Damit die Baustelle auch im Hochwinter betrieben werden kann, wurden sämtliche nötigen Massnahmen getroffen. Neben Lawindienst und Sicherheitsmassnahmen für die Mannschaft sind im Logistikkonzept auch die Stromversorgung und die Unterkunft – und Verpflegungscontainer vorgesehen.

Die Machbarkeit des Logistikkonzeptes wurde anschliessend von einem externen Experten validiert.

3.2 Management des Seespiegels

Ein wesentliches Element dieses Projektes bildet das Management des Seespiegels während der Arbeiten. Neben der ursprünglichen Lösung, den See unterhalb der Grundablassschieber mittels zweier Kernbohrungen abzusenken, wird aktuell eine Lösung erarbeitet, bei der der See nicht mehr abgesenkt werden muss.

Bei der ersten Variante wurde vorgesehen, zwei Bohrungen von 800 mm durch die Staumauer Nord zu führen. Mit dieser Lösung kann eine maximale Wassermenge von 12 m³/s abgeführt werden. Diese Menge tritt in den Wintermonaten Januar bis März auf. Würden die Arbeiten

in den Frühling verschoben, ist mit wesentlich höheren Zuflussmengen zu rechnen.

Um die Realisierung flexibler, innerhalb des Jahres zu positionieren, wird mit der zweiten Variante auf eine Absenkung des Sees verzichtet. Hierzu werden auf die Einlauftrumpeten der Grundablässe jeweils ein Obturator (Stahlglocke) von 4.70 m Durchmesser unter Wasser montiert. Eine Machbarkeitsstudie hat die Realisierbarkeit aufgezeigt. Die definitive Lösung wird gewählt, sobald auch das wirtschaftlich günstigste Zeitfenster für die Ausserbetriebnahme festgelegt ist.

3.3 Risikomanagement im Projekt

3.3.1 Allgemein

Für dieses Projekt wurde eine systematische Risikoanalyse durchgeführt. In Zusammenarbeit mit einem externen Partner wurden sämtliche relevanten Risiken analysiert. Das dabei gewählte Vorgehen wird nachfolgend kurz skizziert.

In Anlehnung an die oben beschriebene systematische Projektstrukturierung wurde auch die Risikoanalyse aufgebaut. Für die zu liefernden Hauptobjekte gemäss Projektumfang sind verschiedene Unterstützungsprozesse (Hilfsobjekte) notwendig, die allen Lieferelementen gemeinsam sind. Es sind dies die technische Konzeption, Logistik, Kranarbeiten, Wasserhaltung, QSU (Qualität, Sicherheit, Umwelt).

Für jedes der Objekte wurde eine fundierte Risikoanalyse nach Norm ONR 49001 durchgeführt. HYDRO ist nach die-

ser Norm zertifiziert. Die Methodik zur Risikoanalyse bei den einzelnen Objekten ist in *Bild 5* erklärt.

3.3.2 Risikomanagement am Beispiel der Kranarbeiten

Nach einer systematischen Analyse der Kranarbeiten mit den entsprechenden Tonnagen, wurde in Zusammenarbeit mit dem Kranfabrikanten und dem Kranunternehmer ein Konzept erarbeitet.

Die Hebung und Absenkung der alten und neuen Schieber der Wasserfassung, die ca. 26 t schwer sind und die Mauerkrone mit einer Nettobreite von nur 3.40 m stellen hohe Anforderungen an die Machbarkeit. Bereits in einem sehr frühen Stadium wurde ein Hubversuch im Werk des Kranfabrikanten gemacht unter Anordnung der Kranstützen im maximal möglichen Abstand mit einer Last von 30 t. Dies bestätigte die grundsätzliche Machbarkeit. Anschliessend mussten die Staumauer und im speziellen der Kronenbereich nachgerechnet und auf hinreichende Stabilität überprüft werden. Die Ingenieurberechnungen bestätigten auch hier die Machbarkeit (siehe *Bild 6*).

Nachdem in den Monaten September–Oktober 2009 die Mauerkrone lokal auf ca. 4.00 m verbreitert wurde, konnten Ende Oktober 2009 umfangreiche Kranhubversuche mit bis zu 28 t durchgeführt werden, welche das Konzept der Baustellenerschliessung mittels Pneukranen bestätigten (siehe *Bild 7*).

In enger Zusammenarbeit mit dem

Kranhersteller, dem Kranunternehmer und den offiziellen Organen der SUVA wurden sämtliche Arbeitsprozesse detailliert analysiert und validiert.

4. Ausführung

4.1 Stausee Nord: Fabrikation der Sicherheits- und Absperrorgane

Nachdem Anfang 2008 die Werkverträge mit der Firma ADAMS Schweiz AG unterschrieben wurden, konnte mit der Detailkonzeption der Sicherheits- und Abschlussorgane (Schieber) begonnen werden. Unter intensiver Begleitung der Planung seitens HYDRO und weiterer externer Partner läuft aktuell die Fabrikation. Die beiden Drosselklappen DN 3000, sowie das Zwischenrohr für die Wasserfassung am Stausee Nord sind per Ende April 2010 im Werk abgenommen worden. Die Lieferung erfolgte per Ende Mai 2010. Das *Bild 8* zeigt die offene Drosselklappe DN 3000 anlässlich der Abnahme im Werk und verdeutlicht die Grössenordnung dieser Sicherheits- und Absperrorgane.

4.2 Arbeiten am Stausee Süd

Vordergründiges Ziel war es, bereits dieses Jahr die Arbeiten am Stausee Süd zu realisieren. Die Klärung der Hubmethode mittels Pneukranen im vergangenen Herbst ermöglichte die Vorbereitung der Arbeiten für den Süden. Damit die Schieber demonstrieren und der Revision im Atelier HYDRO zugeführt werden konnten, wurde seeseitig ein wasserdichter Obtruator (Stahlglocke) unter Wasser montiert (siehe nachfolgender Abschnitt).

Die Arbeiten mussten in enger Zusammenarbeit mit dem Kraftwerkeigner und den Verantwortlichen für das Produktionsmanagement koordiniert werden. Der Seespiegel durfte während der Tauchereinsätzen eine festgelegte Höhenlage nicht über- resp. unterschreiten. Der Phase der detaillierten Baustellenvorbereitung in den Monaten Dezember 2009 bis Februar 2010 folgte die Eröffnung der Baustelle ab 22. Februar 2010 mit der Schneeräumung der Zufahrtsstrasse und dem Aufbau der notwendigen Infrastruktur.

Parallel zu den Demontagerbeiten für die Sicherheitsorgane wurden gleichzeitig die Vorbereitungsarbeiten für die Sandstrahl- und Korrosionsschutzarbeiten aufgenommen (*Bild 9*).

Für die Koordination aller Arbeiten und der verschiedenen Subunternehmer wurde eine örtliche Bauleitung für die gesamte Bauzeit eingerichtet. Die Arbeiten wurden termingerecht per 07. Mai 2010 mit

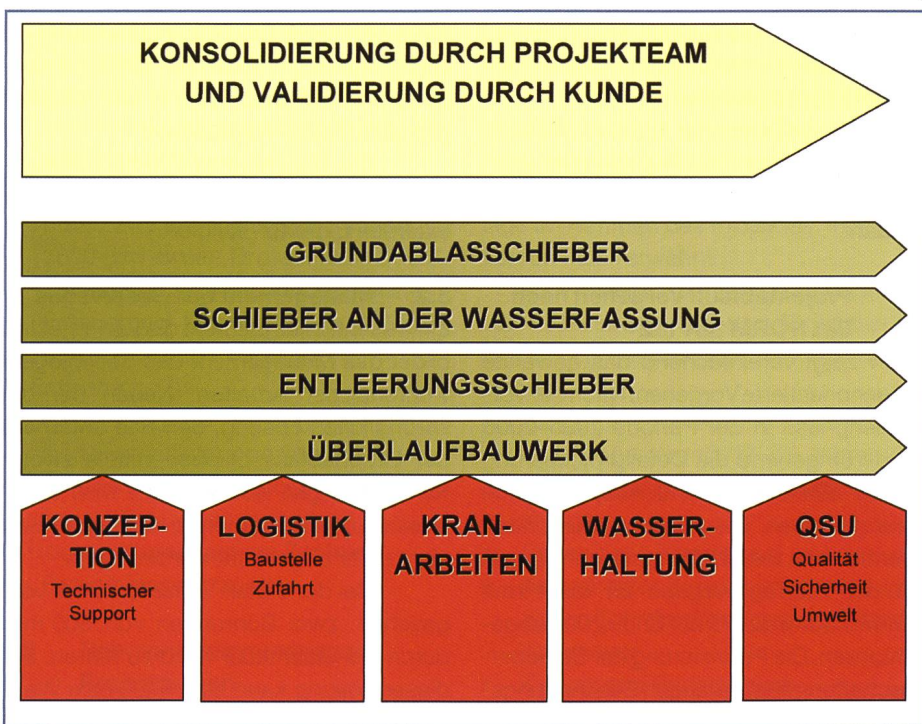


Bild 5. Strukturierung Risikoanalyse.

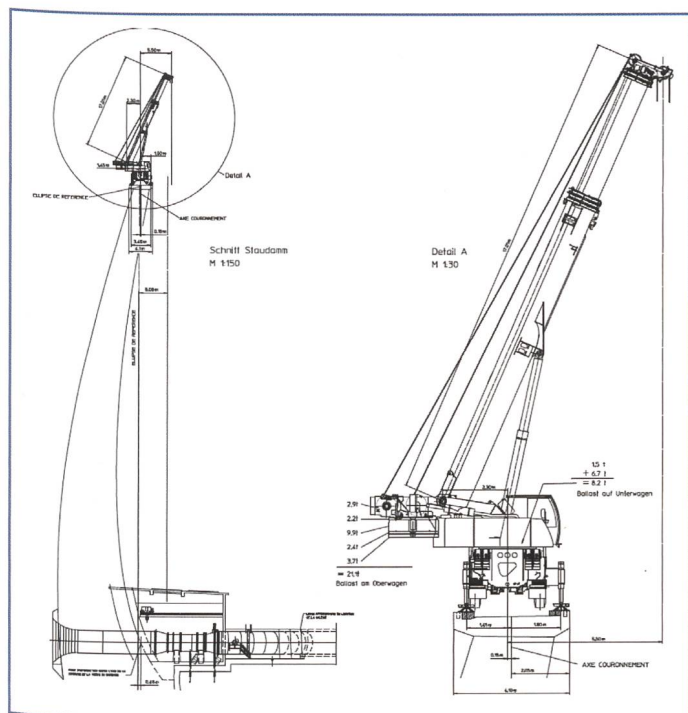


Bild 7. Am 29. Oktober 2009 wurde ein Hubversuch mit 28 t auf der Staumauer Nord gemacht, der die theoretischen Konzepte in situ bestätigte.



Bild 8. Die Schieber für die Grundablässe sind aktuell in Fabrikation. Die Abnahme ist für Herbst 2010 geplant.

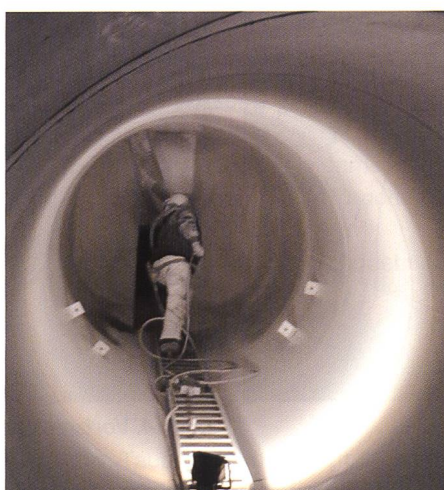


Bild 9. Die Korrosionsschutzarbeiten an der Stahlpanzerung unterhalb der Schieber.

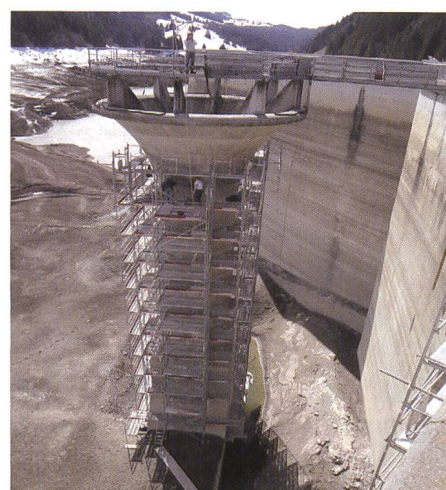


Bild 10. Die umfangreichen Gerüstbauarbeiten.

der Inbetriebnahme der revidierten Schieber und der Demontage des Baugerüsts beendet. Damit kann der See Hongrin wieder ohne Einschränkungen betrieben werden. Die Baustelle wird per Ende August 2010 mit den letzten Rückbauarbeiten an der Staumauerkrone abgeschlossen.

4.3 Arbeiten am Überlaufbauwerk im Zentrum

Für die Betoninstandsetzung am Überlaufbauwerk wurde ein komplexes Baugerüst erstellt (Bild 10). Nach der Reinigung der schadhaften Betonflächen mit Wasserhöchstdruck wurde die Armierung mit einem Korrosionsschutz behandelt. Anschliessend wurden die Betonflächen

mit einem Instandsetzungsmörtel neu aufgebaut. Die Betonierfugen wurden mit einem Fugenabdichtungsband zusätzlich geschützt. Diese Arbeiten konnten ebenfalls per Mitte Mai 2010 abgeschlossen werden.

5. Firma TSM Perrottet SA: Taucharbeiten am Stausee Süd

Der nachfolgende Beitrag wurde von unserem Partner und Subunternehmer TSM Perrottet SA verfasst. TSM Perrottet SA zeichnete für die Unterwasserarbeiten verantwortlich.

Anforderungen des Kunden Hydro-Exploitation SA:

- Trockenlegen des Grundablasses Entleerung am Stausee Süd, Durchmesser Einlauf 1600 mm.
- Einsatztiefe der Taucher –29 m, umgerechnete Tiefe auf Bergsee –32 m, Staumauerkrone 1257 m über Meer.
- Zufahrt schwierig infolge Eis und Schnee auf der schmalen Zufahrtstrasse ab Passhöhe.
- Gewicht der einzelnen Ausrüstungsgegenstände beschränkt auf 5.5 t.
- Ausführung im Winter.
- Die absolute Dichtheit des Obturators muss gewährleistet sein, da die Sanierung durch Sandstrahlen und Beschichten nur trocken ausgeführt werden kann.



Bild 11. Ausrüsten des Obturators.

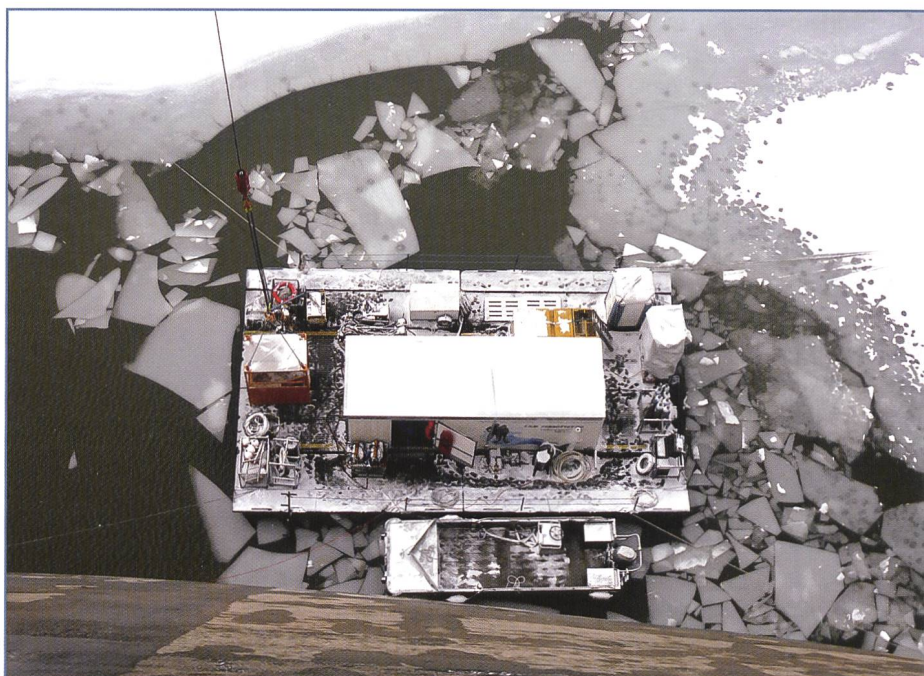


Bild 12. Arbeitsponton.



Bild 13. Druckkammer und Taucher-Regie.

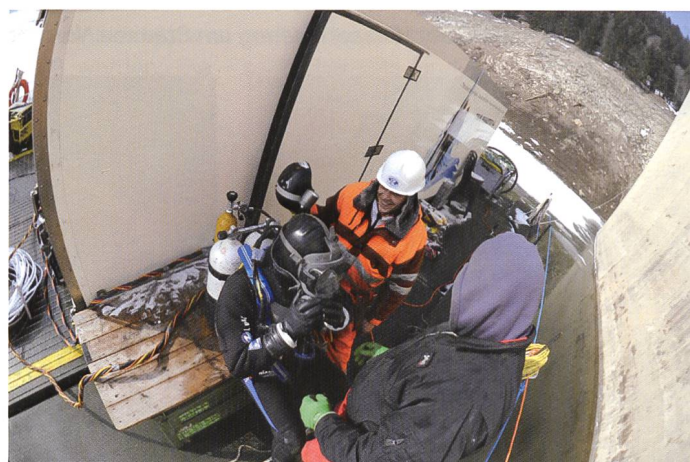


Bild 14. Vorbereiten des Tauchers.

Um diesen Anforderungen gerecht zu werden, wurden alle Abläufe auf dem Werkhof in Sugiez durchgespielt.

- Der Obturator (2.3 t) mit seiner Dichtung und den Flut- bez. Füllschiebern ausgerüstet.
- Die Anschlagmittel auf die richtige Länge eingestellt, um die Schräglage gegenüber der Bogenstaumauer sicherzustellen.
- Spezielle Aufnahmen für ein provisorisches Arbeitsgerüst, sowie Halterungen für die Bohrlafette, wurden an die Dichtflansche montiert.
- Alle zum Einsatz kommenden Taucher mussten die Arbeitsabläufe trocken durchspielen, um diese auch bei minimalsten Sichtverhältnissen zu gewährleisten.
- Bohrlafette setzen, acht Kernlöcher bohren, Bohrkern bergen, 2K Kleb-anker setzen.

- Der Obturator wurde auf dem Werkhofplatz mit Wasser gefüllt und einem Drucktest unterzogen um sicherzugehen, dass die gewählte Dichtung den Anforderungen gerecht wird.

5.1 Unsere Insel

Eine genügend grosse Arbeitsplattform wird vor Ort gebracht, um die gesamte Infrastruktur aufzunehmen. Zwei koppelbare Aluminiumpontons, mit einer Gesamtfläche von 12 x 8 m, kommen wegen der Gewichtseinschränkung zum Einsatz. Gegen die Eisbildung wird ein Druckluftblasenvorhang unter Wasser montiert damit zum einen die Pontons keinen Schaden nehmen und die Wasseroberfläche für die Taucher eisfrei bleibt. Wie schon auf dem Broyekanal vor unserem Werkhof 1:1 geübt, wird nun der Ponton mit dem Spezialkran beladen. Druckkammer und Regiecontainer, Generator, Niederdruck- und Hochdruck-

kompressoren, Hydraulikgruppen, Atemgasbatterien, Werkzeuge, Taucherausrüstungen und vieles mehr werden winter-sicher festgezurt.

Die wichtigsten Maschinen sind doppelt vorhanden, um bei allfälligen Ausfällen keine Wartezeiten zu generieren, da das Zeitfenster unbedingt eingehalten werden muss.

5.2 Die Sicherheit

Um den SUVA- und den von uns selbst auferlegten Sicherheitsstandards zu genügen, ist eine Druckkammer mit einem Chamber Master vor Ort Pflicht. Die nächste Druckkammer in Genf nützt bei einem Taucherunfall nichts, wenn der Helikopter wegen schlechter Sicht nicht fliegen kann. Die Hyperbar-Mediziner in Genf, sowie die REGA sind orientiert. Der Helilandeplatz ist gesichert.



Bild 15. Alles OK.

5.3 Das Einsatzteam

Einsatzleiter, Tauchersupervisor, Chamber Master, drei Taucher, Hilfsttaucher.

5.4 Tagesablauf, Tauchereinsätze

- Check der Druckkammer
- Alle Schieber, Dichtungen, Atemgasanschlüsse, Kommunikation, Gasreserven, Schottdichtungen werden anhand einer Checkliste vom Chamber Master kontrolliert.
- Check der Gasverteilerpanels und der Kommunikations-Boxen, der Videoüberwachung und der Atemgase werden vom Supervisor kontrolliert.
- Die Taucherausrüstungen werden vorbereitet. Die Reservegeräte auf deren Inhalt und Druck geprüft.
- Die Oberflächenmannschaft bereitet die zum Einsatz kommenden Werkzeuge vor.



T.S.M. PERROTTET AG
 Ch. de la Tour du Chêne 10, CH-1786 Sugiez
 Tel. +41 (0)26 673 11 62
 www.tsm-perrottet.com

*Taucherarbeiten
 Wasserbauarbeiten
 Kranarbeiten
 Hafeninstallationen
 Vermietung Arbeitspontons*



KRAN DEMAG AC 60
 AUTOGRUE DEMAG AC 60



TAUCHROBOTER GNOM
 ROBO SUBAQUATIQUE

*Travaux sous-marins
 Travaux lacustres
 Travaux de grutage
 Installations portuaires
 Location ponton de travail*

- Briefing der Einsatzgruppe, Einteilung der Taucher und Sicherheitstaucher.
- Während der Arbeitstaucher im Einsatz ist, steht der Sicherheitstaucher einsatzbereit zur Verfügung.
- Über die Nabelschnur (Schlauchverbindung) mit Hauptatemgas, Telefon und Lichtkabel sowie Tiefenmessung ist der Supervisor mit dem Taucher in Verbindung.
- Taucher 1 ist im Einsatz. Beendet seinen Tauchgang.
- Stand-by-Taucher 2 kommt zum Einsatz.
- Taucher 3 wird zum Stand-by-Taucher.
- Wenn Taucher 2 aussteigt, kommt Taucher 3 zum Einsatz.
- Taucher 1 wird Sicherheitstaucher

Die verwendeten Atemgase sind: Nitrox 30/70% für den eigentlichen Arbeitseinsatz. Für die Dekompression wird

ab 6 m Wassertiefe 100% Sauerstoff verwendet. Die maximalen Tauchzeiten pro Taucher werden auf 60 Minuten beschränkt, um die Möglichkeit von Repetitivtauchgängen offen zu lassen.

5.5 Das Wetter

Wir wussten, dass es eine Winterbaustelle wird. Doch dass es im März noch Minustemperaturen von 21° geben würde, ist wohl ungewöhnlich. Der zum Teil extrem starke Nordwind und Schneefall half mit, die Situation noch zu verschlechtern. Die Taucherausrüstungen gelangen an ihr Limit durch Vereisen und Festkleben auf dem Deck.

5.6 Die Arbeiten

Das ganze Team erledigte die Aufgaben, dank ihrer Erfahrung und der Trockenübungen, mit Bravour. Inspektion, Vermessen, Filmen, Hochdruckreinigen. Einrichten des Obturators. Bohren, Verschrauben und Rückbau wurden trotz den extrem widerlichen Bedingungen und den nicht alltäglichen Voraussetzungen ruhig, sicher und unfallfrei ausgeführt.

Anschrift der Verfasser

Iwan Zurwerra, Dipl. Bauingenieur FH/REG A;
 Projektmanager SGO
 Projektleiter HYDRO Exploitation SA
 Rue des Creusets 41, CH-1951 Sion (VS)
 Tel. +41 (0)27 328 44 11
 zui@hydro-exploitation.ch

Pierre Perrottet, Geschäftsführer
 TSM Perrottet AG, Ch. de la Tour du Chêne 10,
 CH-1786 Sugiez, Tel. +41 (0)26 673 11 62
 www.tsm-perrottet.com

Weitere Informationen unter:
 www.alpiq.com
 www.hydro-exploitation.ch