

HERAUSFORDERUNGEN IM SCHWEIZER DAMMBAU

ERHÖHUNG DES STAUDAMMS GÖSCHENERALP



Einleitung

Der Steinschüttdamm Göscheneralp liegt in den zentralschweizerischen Alpen und war zum Zeitpunkt seiner Errichtung (1955 – 1962) der höchste Erdkern-/Steinschüttdamm in Europa. Der Damm hat eine maximale Höhe von 155 m, eine Kronenlänge von 540 m und schliesst ein Speicherbecken mit einer Kapazität von 75 Mio. m³ ein.

Bei der ursprünglichen, 1953 erteilten Konzession für das Wasserkraftwerk Göscheneralp wurde eine spätere Erhöhung bereits berücksichtigt. Rund fünfzig Jahre später wurde eine Machbarkeitsstudie zur Erhöhung der Reservoirkapazität durchgeführt. Nach weiteren Detailstudien wurde Pöry Energy AG 2008 mit der Detailplanung für die Erhöhung des Damms um 8 Meter beauftragt.

Das Gestaltungskonzept sieht eine Erweiterung und Erhöhung der bestehenden Dammkronenbereiche sowie eine Anpassung der bestehenden Nebeneinrichtungen an das neue Stauziel vor. Der aktuelle Einlass der Hochwasserentlastung mit seitlichem Überlauf wird so weit notwendig abgebrochen und auf einem höheren Niveau neu erstellt. Das bestehende Wasserschloss wird durch den Bau einer zusätzlichen oberen Kammer vergrössert. Die weiteren Originalbauten wie Triebwassereinlauf und Druckwasserleitungen, Zuleitungssysteme, Mittel- und Grundablässe oder das Kavernenkraftwerk müssen nicht verändert werden.

Herausforderungen in Bezug auf die bestehende Anlage

Bei der Detailplanung der neuen Arbeiten wurden die Projektingenieure mit diversen Problemstellungen konfrontiert, die eine sorgfältige Untersuchung erforderten. Im Folgenden werden die Herausforderungen in Bezug auf die bestehende Anlage kurz dargestellt:

- **Geologie:** Wie in vielen Alpentälern ist eine detaillierte Bewertung der geologischen Bedingungen am Dammstandort auch hier von grosser Wichtigkeit. Die Talsohle am Standort besteht aus äusserst unterschiedlichen fluvioglazialen Ablagerungen von einer durchschnittlichen Dicke von 30 bis 40 m. Diese Ablagerungen beinhalten feinen Sand und Kies sowie grosse Blöcke und Geröll, vor allem entlang dem rechten (südlichen) Widerlager des Damms. Das Fundamentgestein besteht aus massivem Schiefergranit, und auf der Dammachse erstreckt sich über die gesamte Breite des Tals eine Schwelle dieses Grundgesteins
- **Bestehender Damm:** Der Göscheneralp-Damm ist ein Steinschüttdamm mit einem undurchlässigen zentralen Kern. Das Originallayout mit einem fast symmetrischen Querschnitt wurde gewählt, um Stabilität zu gewährleisten, die auch bei Erdbeben aufrechterhalten wird. An den Talflanken grenzt der Kern an den Fels. Sowohl auf der Wasser- als auch auf der Talseite wurde er durch Filter- und Übergangsschichten geschützt und von Steinschüttflanken gestützt, die rund 80% des Gesamtvolumens des Damms ausmachen. Diese Flanken konnten grösstenteils auf sehr stabilem Deckgestein errichtet werden. Am wasserseitigen Dammfuss wurde jedoch ein qualitativ schlechter Bereich gefunden, der Schlick- und sogar Torflinsen beinhaltete. Dieser schwierige Bereich wurde mit vertikalen Sanddränen versehen und mit einer 15 bis 20 m dicken Böschung, die sich rund 200 m wasserseitig des Dammfusses erstreckt, gestärkt.

Kern- und Übergangszonen: Die Originalmaterialien für die Kern- und Übergangszonen wurden im Bereich des Speicherbeckens von der Talsohle ausgegraben. Aufgrund der grossen Heterogenität der natürlichen Körnung musste das Material gesiebt und vor dem Mischen getrennt werden. Um die gewünschte Permeabilität zu erreichen, wurde das Kernmaterial mit Opalinuston, gewonnen aus Ablagerungen am Fusse des Jura Gebirges (rund 150 km entfernt im Kanton Aargau), gemischt. Diese Methode ergab ein homogenes und undurchlässiges Material, das sich für einen sehr dünnen Kern besonders eignet. Mit einer Dicke von 44 m am Fundament und 5,5 m auf der Dammkrone hat der 130 bis 150 m hohe Kern ein Volumen von nur 800'000 m³. Zum Schutz gegen Erosion wurden auf beiden Seiten der Kernflächen abgestufte Filterschichten platziert, deren Korngrösse und Permeabilität gegen aussen hin zunehmen.

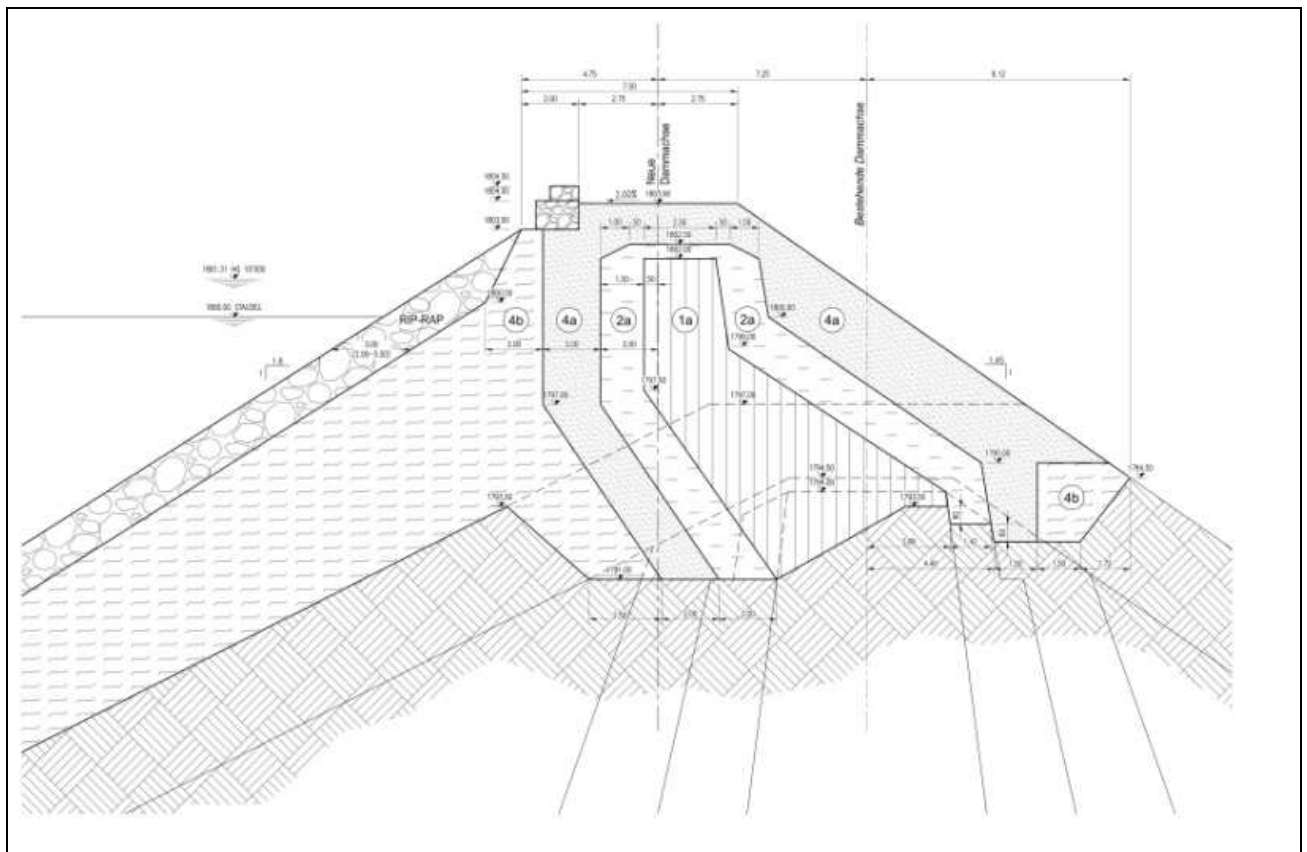
Steinschüttmaterial: Die Dammschultern wurden aus kompaktem Moränematerial aus verschiedenen Bereichen der Talflanken, des Speicherbeckens und unterhalb des Dammstandorts gebildet.

Injektionsschirm: Unter dem Damm und in den Talflanken wurde bis zu einer Tiefe von 180 m unter der Granitoberfläche mit Bohrlöchern in einem Abstand von je 6 m ein umfassender Injektionsschirm erstellt. Neben der Errichtung dieses Injektionsschirms wurden die Zwischenräume an den Stellen, an denen der Kern mit dem Gestein in Kontakt kommt, vermörtelt, um ein Durchsickern und lokale Erosionen zu vermeiden.

- **Nebeneinrichtungen:** Auf der nördlichen Seite des Speicherbeckens wurde ein Streichwehr-Überlauf ohne Schützen gebaut, der das Wasser in einen Seitenkanal und einen Stollen ableitet, der zum Mittelablass führt. Diese Anlagen lassen das Wasser mit einer Geschwindigkeit von 200 m³/s abfliessen. Der 930 m lange Grundablass befindet sich am linken Ufer und wurde für eine maximale Kapazität von 150 m³/s ausgelegt.
- **Triebwasserwege und Kraftwerkszentrale:** Vom Speicherbecken führt ein 7,2 km langer Zuleitungsstollen mit einem internen Durchmesser von 3 Metern über die rechte Talflanke zum Wasserschloss Rötiboden. Der geneigte Steigschacht verbindet die oberen und unteren Kammern, und das Wasser fällt durch einen Druckschacht mit einem Anfangsdurchmesser von 2,4 m und einem Gefälle von 80% auf die Turbinen. Alle sechs Einheiten – die vier grossen, vom Speicherbecken gespeisten Maschinen sowie zwei kleinere Maschinen, die Wasser verwenden, das durch ein separates System von einem Einlass bei Andermatt umgeleitet wird – befinden sich in einer einzigen Kavernenzentrale (Länge: 118 m, Breite: 20 m, Höhe: 31 m). Diese zwei separaten Anlagen operieren unter einer Bruttofallhöhe von 708 m, respektive 343 m. Der Abfluss vom Speicherbecken speist vier dreistrahlige, vertikale Pelton-turbinen mit einer Leistung von je 40 MW.
- **Dammüberwachung:** Das Verhalten des bestehenden Damms wird seit der Erbauung kontinuierlich überwacht. Dazu werden eingebettete Instrumente verwendet, die den Porendruck, den Erddruck usw. messen. Die Senkung und Bewegung des Damms wird mit externer geodätischer Ausrüstung gemessen.

Methodologie für die Dammerhöhung

Damm: Der Querschnitt der Dammkrone wird nach der Erhöhung des Damms wie auf diesem Plan aussehen. Der erhöhte Kern (Bereich 1a) wird mit scharfen Biegungen (dog-leg) gebaut, damit die kritischen Gleitflächen so tief wie möglich im Dammkörper liegen. Die ungleichmässige Setzung der neuen Teile des Damms wird bei der Erhöhung um nur 8 m nicht signifikant sein. Im Bereich des bestehenden Damms bestehen keine bedeutenden Biegungen, die zu ungünstiger Deformierung aufgrund der erhöhten Last führen könnten. Auf der Höhe der Dammkrone wird der Kernbereich eine minimale Dicke von 2,5 m aufweisen.



Der gesamte Kern wird von einem mindestens 1,2 m dicken Filter (Bereich 2a) umgeben. Der Filter muss mit Steinschüttmaterial (Bereich 4a) umgeben werden. Im Bereich der Krone muss die Korngrösse kleiner sein. Dank der geringen Dicke und der guten Dichte dieser Körner entsteht so eine äusserst dichte, sehr feste Schulter. Die dreiecksförmige, wasserseitige Fläche wird mit Steinschüttmaterial errichtet (Bereich 4b). Aussparungen und Hohlräume auf der Auflagefläche mit dem bestehenden Schutzdeckwerk werden vor der Anbringung von neuem Material aufgefüllt. Drei Reihen Gabione mit einer Höhe von je 50 cm werden entlang der Wasserseite der erhöhten Dammkrone angebracht. Das für die erhöhten Bereiche der Dammkrone notwendige Material stammt von der gleichen Stelle am Dammfuss wie das Material für den Originaldamm. Im Sommer 2009 wurden in diesem Bereich Untersuchungen durchgeführt, um die geotechnischen Eigenschaften des Materials zu analysieren und Proben für ein Labortest-Programm zu entnehmen. Der bestehende Injektionsschirm wird in beiden Widerlagern durch zusätzliche Bohrlöcher im erhöhten Teil des Damms erweitert.

Anpassung von bestehenden Nebenanlagen: Die Anpassung der Hochwasserentlastungsanlage für den höheren Damm wurde so geplant, dass das ursprüngliche Entlastungskonzept, das aus einem Entlastungswehr und einem Entlastungsstollen bestand, nicht verändert werden musste. Ein neues Betontrog-Einlaufbauwerk ist notwendig, um dem 8 m höheren Stauziel Rechnung tragen zu können. Am oberen Ende des neuen Seitenkanals wird der Abfluss nun von beiden Seiten her erfolgen. Die Anpassung des Längsprofils des Entlastungsstollens wurde so geplant, dass der Tunnelfirst und die Tunnelsohle nur geringfügig verändert werden müssen.

Anpassung der Triebwasserwege: Eine Analyse der Triebwasserwege hat gezeigt, dass in Verbindung mit der höheren Stauhöhe des Speicherbeckens keine Anpassungen notwendig sind. Die Tragfähigkeit des Gesteins bietet genügend Widerstand für den etwas höheren internen Wasserdruck, und der Sickerverlust wird nur geringfügig höher sein. Als Folge des höheren Stauziels muss jedoch das bestehende Wasserschloss durch den Bau einer zusätzlichen oberen Kammer über dem oberen Schacht erweitert werden. Diese neue obere Kammer wird im Falle extremer transientser Belastung zu 85% gefüllt sein.

Umweltaspekte: Zur Kompensierung des Verlusts von natürlichem Lebensraum werden verschiedene Massnahmen wie die Instandsetzung der Abbauzone und der Zugangsstrasse zum Wasserschloss sowie diverse landschaftsbauliche Massnahmen umgesetzt.

Bauprogramm und Projektorganisation: Aufgrund der winterlichen Witterung und der Lawinengefahr in dieser Höhenlage im oberen Göschenerreusstal können Bauarbeiten nur von Mai bis Oktober durchgeführt werden. Aus diesem Grund soll die Dammerhöhung während drei Sommern stattfinden.

Ergebnisse und Erkenntnisse

Innerhalb von nur zwölf Monaten erarbeiteten die Konstrukteure von Pöry Detailpläne und Ausschreibungsdokumente für die Änderung des Damms und der dazugehörigen Nebeneinrichtungen. Ausserdem wurden in dieser kurzen Zeit Standortuntersuchungen, Umweltstudien und risikoreduzierende Massnahmen durchgeführt, Ausschreibungspläne erstellt und die für einen Projektstart im Frühling 2011 notwendigen rechtlichen respektive administrativen Angelegenheiten in Bezug auf Konzessionen, Zulassungen und Bewilligungen vorbereitet.