

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

Artikel: Gesamterneuerung aus einem Guss
Autor: Tondini, Giancarlo
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-941659>

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: 29.12.2025

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

Gesamterneuerung aus einem Guss

Giancarlo Tondini

Zusammenfassung

Seit über 45 Jahren betreibt die Kraftwerke Hinterrhein AG (KHR) ihre Anlagen am Hinterrhein im Kanton Graubünden. Viele Anlagenteile haben die technische Lebensdauer erreicht, teilweise sogar überschritten. Um die Betriebssicherheit und Wirtschaftlichkeit bis zum Konzessionsende im Jahr 2042 zu gewährleisten, ist eine Gesamterneuerung der KHR-Anlagen notwendig. Unter anderem werden die Generatoren und Turbinen-Laufräder ersetzt und die Absperrorgane revidiert. Alle elektrischen Anlagen sowie die Leittechnik müssen modernisiert werden. Die Kosten für das Gesamtprojekt betragen 275 Millionen Franken. Der Verwaltungsrat hat im Dezember 2008 den Kredit dafür gesprochen. Die Projekt-Genehmigung («Baubewilligung») wird im Herbst 2010 erwartet. Der Baubeginn ist für den Winter 2011 geplant, 2017 werden die Arbeiten abgeschlossen. Für die Gesamterneuerung ist die komplette Entleerung aller KHR-Stauhaltungen notwendig. Dazu gehören das Ausgleichsbecken Preda (Madris), der Stausee Valle di Lei (hauptsächlich auf italienischem Gebiet), das Ausgleichsbecken Ferrera, der Stausee Sufers und das Ausgleichsbecken Bärenburg. Um die Regelungen, Anliegen und Bedenken von regionalen, kantonalen und italienischen Amtsstellen sowie von Umwelt- und Fischerverbänden frühzeitig abzuholen, sind die verschiedenen Anspruchsgruppen von Anfang an in das Projekt involviert. KHR beauftragte zudem das Umweltfachbüro ecowert, das Projekt ökologisch zu begleiten und das Umwelt- und Gewässermonitoring durchzuführen.

Sils und Thusis zusammen. Mit den Zentralen Ferrera, Bärenburg und Sils betreibt KHR die grösste Kraftwerkskombination in Graubünden und mit der 220-/380-kV-Schaltanlage in Sils einen bedeutenden Knotenpunkt im schweizerischen und europäischen Stromverbund – die durchschnittliche Jahresproduktion von KHR beträgt 1410 Gigawattstunden.

Im internationalen Stausee Valle di Lei von 197 Millionen Kubikmetern Nutzinhalt speichert KHR die Abflüsse aus den schweizerischen Tälern Avers, Madris und Niemet und den Abfluss aus dem italienischen Valle di Lei. Dieses Wasser verarbeitet KHR in der Maschinenkaverne Ferrera. Von hier gelangt es, zusammen mit den Abflüssen aus dem Zwischeneinzugsgebiet des Averser-Rheins, durch den Überleitstollen in den Stausee Sufers von 16 Millionen Kubikmetern Nutzinhalt. Das Wasser des Rheinwalds und des Schamsbergerbergs fliesst ebenfalls in diesen Speicher, dessen Inhalt auf die Turbinen der Staumauerzentrale Bärenburg der mittleren Stufe geleitet wird. Daran schliesst sich das unterste Werk mit dem Maschinenhaus in Sils an. Dieses verarbeitet ausser

1. Wasserkraft des Hinterrheins

Im Jahr 1963 haben die Kraftwerke Hinterrhein AG (KHR) ihre Anlagen in Betrieb genommen. Seitdem wird die Wasserkraft des Hinterrheins und seines wichtigsten

Zuflusses, des Averserrheins, genutzt und so eines der grössten Einzugsgebiete der Schweiz (rund 540 km²) zur Stromgewinnung aus Wasser erschlossen. KHR setzt sich aus den Anlagen Ferrera, Bärenburg,

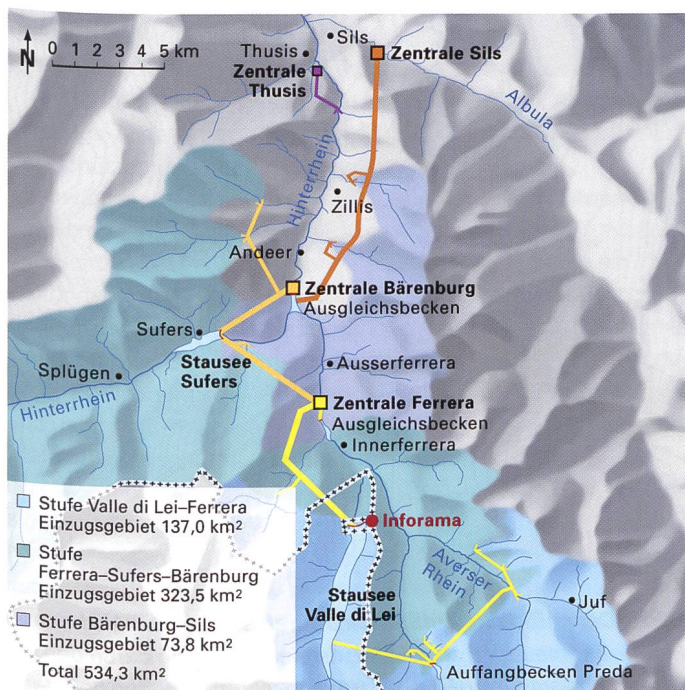


Bild 1. KHR-Überblick.

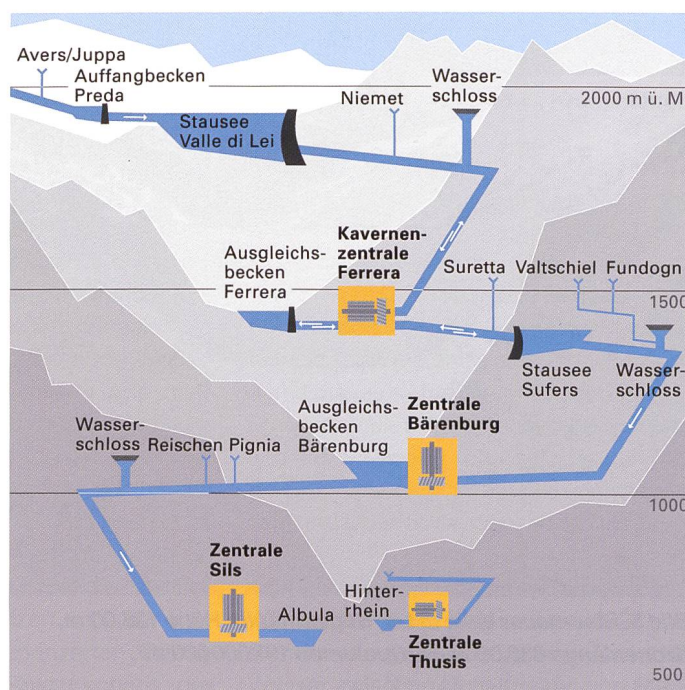


Bild 2. Gefällstufen.

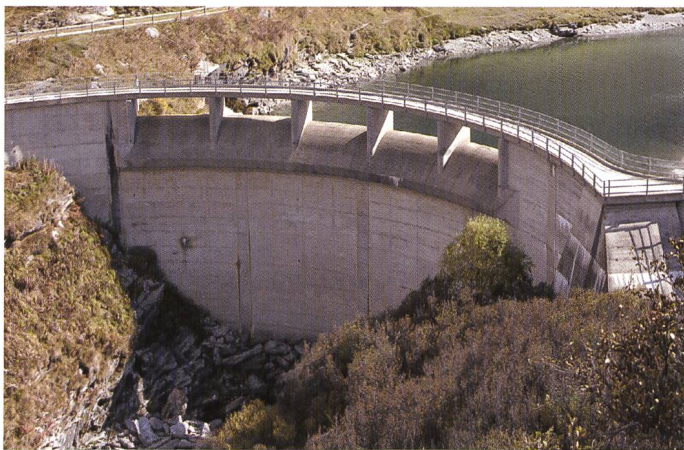


Bild 3. Ausgleichsbecken Madris, Bogenmauer: Höhe 20 m, Kronenlänge 83.00 m, Nutzvolumen 270 000 m³.



Bild 4. Die Inspektion mit einer Unterwasserkamera hat gezeigt, dass vom drei Meter hohen Einlaufwerk nur noch die obersten 30 Zentimeter sichtbar sind.

dem Nutzwasser der Mittelstufe noch die im Ausgleichsbecken Bärenburg gesammelten Abflüsse des Zwischeneinzugsgebiets sowie die gefassten Gewässer der unteren Stufe.

2. Sanierungsarbeiten

Heute sind nicht nur an fast allen Anlage- teilen Abnutzungs- und Gebrauchsspuren sichtbar, sondern zwingend erneuert werden müssen, auch der Korrosionsschutz an allen wasserführenden Teilen sowie die leittechnischen Einrichtungen, die nicht dem heutigen technischen Stand entsprechen. Zudem kann dank moderner Technologien die Effizienz leicht gesteigert werden, ohne dass die Leistung der Anlagen erhöht wird.

Bei der Planung der Erneuerung orientiert sich KHR an der Gründerzeit. Damals wurden die Anlagen ohne Unter-

brechung erbaut. Heute führt KHR die Sanierung von Schächten, Bauten und hydraulischer und elektrischer Ausrüstung über alle drei Kraftwerkstufen ebenfalls «aus einem Guss» durch. Für diese Arbeiten wäre aus ökologischen Gründen der Sommer ideal, der Hauptteil der Arbeiten findet aber aufgrund der Wasserverhältnisse in den Wintermonaten statt.

3. Komplette See-Entleerungen

Um an die sanierungsbedürftigen wasserseitigen Anlagenteile zu gelangen, entleert KHR im Winter ihre zwei Stauseen (Valle di Lei, Sufers) und die drei Ausgleichsbecken (Preda, Ferrera, Bärenburg) komplett: den Sufnersee und das Ausgleichsbecken Bärenburg im Winter 2011/12, zum ersten mal überhaupt den Stausee Valle di Lei zusammen mit dem Ausgleichsbecken

(Preda Madris, Ferrera, Bärenburg) Preda (Madris) im Winter 2012/13 und das Ausgleichsbecken Ferrera im Winter 2013/14. Vor den See-Entleerungen (Oktober bis April) werden die drei Ausgleichsbecken gespült. Für das Ausgleichsbecken Preda (Madris) ist es die erstmalige Spülung in seiner Geschichte. Anschliessend wird es für die kommenden fünf Jahre wie die anderen beiden Ausgleichsbecken (Bärenburg und Ferrera, Spülbewilligung seit 1985) versuchsweise gemäss neuem Spülkonzept regelmässig gespült, um umfangreiche Geschiebeablagerungen zu verhindern.

4. Unterschiedliche Herausforderungen bei den Stauanlagen

Bei den fünf Stauanlagen fallen ähnliche



Bild 5. Staumauer Valle di Lei, Bogenmauer: Höhe 138.00 m, Kronenlänge 635.00 m, Nutzvolumen 197 000 000 m³.

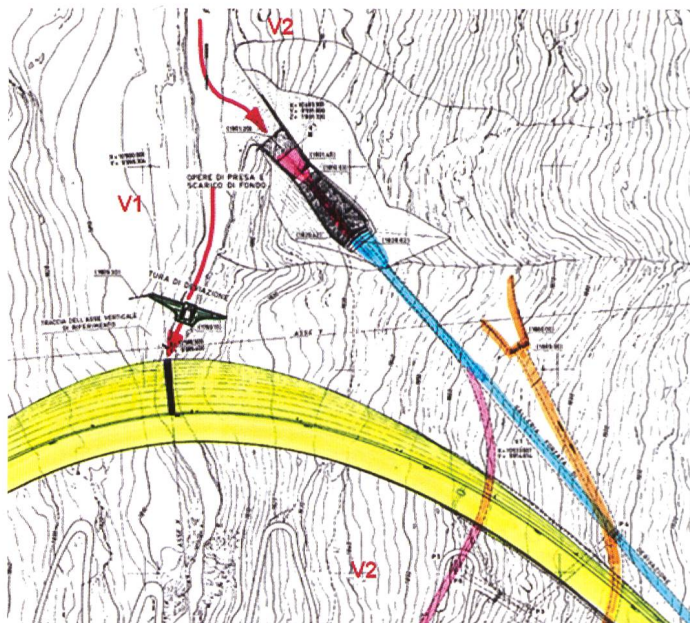


Bild 6. Der natürliche Zufluss wird durch den ursprünglichen Mauerdurchlass (V1) abgeleitet, da eine Ableitung durch den Grundablassstollen (V2) die Korrosionsschutzarbeiten behindern würde.

Sanierungsarbeiten an wie beispielsweise die Revision der Sicherheitsorgane, die Erneuerung des Korrosionsschutzes oder Betonsanierungen an die Ablassstollen. Die Vorgeschichte und Charakteristika jeder einzelnen Anlage stellen die Verantwortlichen jedoch jeweils vor neue Herausforderungen.

4.1 Ausgleichsbecken Preda

Im Rahmen der Vorabklärungen fotografierte KHR den Zustand der Anlagenteile, die sich im Wasser befinden. Die Bilder zeigten deutlich: Das drei Meter hohe Einlaufbauwerk des Grundablassstollens ist fast vollständig verlandet, was die Sicherheit der Anlage zwar nicht beeinträchtigt, die Sanierungen aber behindern würde (siehe *Bilder 3 und 4*). Nach einer ersten, noch ausstehenden Spülung untersucht KHR erneut mit Hilfe einer Unterwasserkamera, in welchem Zustand die nun besser sichtbare Stollenpanzerung und der Beton im Grundablassstollen sind. Nach der vollständigen Entleerung des Ausgleichbeckens (Winter 2012/13) wird der Korrosionsschutz der Stollenpanzerung bei den Grundablassschützen erneuert, die Grundablassschützen revidiert, und wenn notwendig werden auch Betonsanierungen im Grundablassstollen vorgenommen. Eine spezielle Herausforderung dabei werden die Winterverhältnisse im abgeschiedenen Tal auf über 2000 m ü.M. sein. Gezielte Massnahmen wie lokale Strassenräumungen und Lawinendienst sind dabei zentral.

4.2 Stauanlage Valle di Lei

Der 197 Millionen Kubikmeter fassende Stausee Valle di Lei ist das Kernstück der KHR-Anlagen (siehe *Bild 5*).

Zu den hier vorgesehenen Instandsetzungs-Arbeiten gehören die Revision der Schützen und der Einlaufrechen beim Triebwasserstollen sowie die Erneuerung des Korrosionsschutzes aller Panzerungen und Schützen. Um im Trockenen arbeiten zu können, gilt es, den natürlichen Zufluss optimal abzuleiten. Bei der ursprünglichen Umleitung wurde das Rohr im Jahr 1963 nach Beendigung der Arbeiten gekappt und ist heute mit sieben Meter hohem Material zugeschüttet. Da die Umleitung durch den Grundablassstollen die Korrosionsschutzarbeiten behindern würde, hat KHR entschieden, den alten Mauerdurchlass wieder in Betrieb zu nehmen (siehe *Bild 6*). Die Arbeiten während des Winters auf 2000 m ü.M. wird alle Verantwortlichen vor weitere Herausforderungen stellen.



Bild 7. Sufers, Bogenmauer: Höhe 58.00 m, Kronenlänge 125.00 m, Nutzvolumen 16000000 m³.

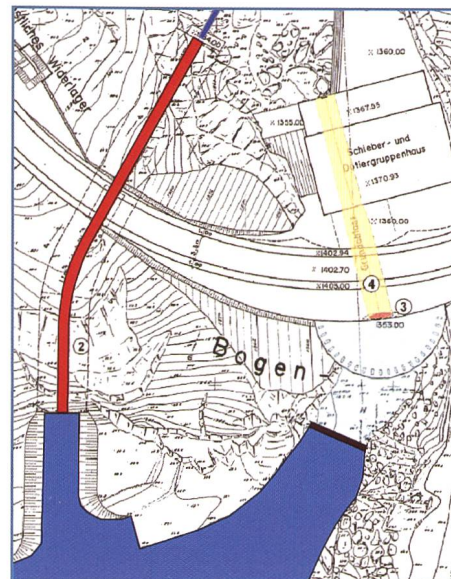


Bild 8. Der zubetonierte Umleitstollen wird für die Sanierungsarbeiten wieder freigelegt. Danach wird mit Hilfe eines Umleitdammes der natürliche Zufluss in den Umleitstollen geleitet.



Bild 9. Ausgleichsbecken Ferrera, Schwergewichtsmauer: Höhe 28.00 m, Kronenlänge 61.00 m, Nutzvolumen 230000 m³.

4.3 Stausee Sufers

Die Umleitung des Zuflusses ist auch beim Sufnersee ein Thema (siehe *Bild 7*): In der Staumauer ist lediglich ein Grundablass integriert. Der Umleitstollen, der beim Bau der Staumauer das zufließende Wasser des Hinterrheins ableitete, wurde nach Abschluss der Arbeiten zubetoniert (siehe *Bild 8*). Für die Sanierungsarbeiten wird der Beton des Umleitstollens durchbohrt und ein 30 Meter langes Stahlrohr von 1.50 Meter Durchmesser eingebaut. Die Sanierungsarbeiten umfassen hier die Revision der Grundablassschützen und den Korrosionsschutz des gepanzerten Grundablassstollens, des Einlaufrechens des Triebwasserstollens sowie die Revision

der Drosselklappen mit der gepanzerten Druckstollenstrecke.

4.4 Ausgleichsbecken Ferrera

Die Entleerung des Ausgleichbeckens Ferrera findet erst im Winter 2013/14 statt, damit dieses während der Entleerung des Stausees Valle di Lei als Absatzbecken dienen kann. Danach saniert KHR auch hier die Grundablassschützen (Segmentschützen) und Überfallklappen (siehe *Bild 9*).

4.5 Ausgleichsbecken Bärenburg

Während einer Spülung im Jahre 1997 entstand die unglückliche Situation, dass das Wasser zwischen Umleitmauer und Staumauer einen Negativdruck auf die gebo-



Bild 10. Ausgleichsbecken Bärenburg, Schwergewichtsmauer: Höhe 64.00 m, Kronenlänge 110.00 m, Nutzvolumen 1 000 000 m³.



Bild 11. Bruch des Umleitdammes anlässlich einer Spülung im Jahr 1997.



Bild 12. Die Panzerung der Trennwand zwischen den Parallelschützen des Grundablasses ist von den ausgeführten Spülungen stark beschädigt.

gene Umleitmauer ausübte. Der mittlere Teil der Umleitmauer brach, siehe *Bilder 11 und 12*). Da diese bei Spülungen das angeschwemmte Material durch den Grundablass ableitet und so den Mauerdurchlass frei hält, baut KHR die Umleitmauer wieder vollständig auf. Dies sowie die weiteren Sanierungsarbeiten – Instandsetzung Grundablass und Mauerdurchlass, Entfernung von Sedimentablagerungen zwischen Umleitmauer und Mauerdurchlass, Sanierung Einlaufbauwerk Triebwasser-

stollen – sind aufgrund der Lage der Anlagen in der engen Schlucht nur mit Hilfe einer Material-Seilbahn möglich (siehe *Bild 10*). KHR baut diese im Frühling 2011 auf und ein Jahr später nach Abschluss der Arbeiten wieder ab.

5. Einbindung von Behörden, Umweltverbänden und Fischern

Um das Vorgehen für die Gesamterneuerung mit den kantonalen und italienischen Amtsstellen, Umweltverbänden (WWF, Pro Natura) und Fischern (Unione Pesca Sportiva Sondrio, lokalen und kantonalen Vereinen Graubünden) abzugleichen, organisierte KHR regelmässig geeignete Plattformen für diese Anspruchsgruppen: Informationsveranstaltungen in der Schweiz und in Italien, Begehungen vor Ort und Diskussionsrunden am «Runden Tisch». Das Umweltfachbüro ecowert hat zudem in einem umfassenden Umweltbericht sämtliche Umweltaklärungen im Zusammenhang mit den See-Entleerungen festgehalten und lieferte so wichtige Informationen zu Abflussverhältnissen, Verlan-

dungen in den Seen, Feststofftransport in den Fliessgewässerstrecken, Zustand der aquatischen Fauna (Fischbestand, Makroinvertebratenbesiedlung), Fliessgewässerlebensräume und chemischen Belastung der Seesedimente. Die Untersuchungsergebnisse dienten einerseits dazu, Schutzmassnahmen wie die Reduzierung des Fischbestandes oder vorgängige Spülung der Ausgleichsbecken auszuarbeiten, andererseits als Basis für die Erfolgskontrolle nach Abschluss der Arbeiten. Und damit auch die lokale Bevölkerung sowie weitere interessierte Anspruchsgruppen regelmässig über das Projekt Gesamterneuerung informiert werden, kommuniziert KHR systematischer und aktiver auf verschiedenen Kanälen wie Website, Pressemitteilungen oder elektronische Newsletter.

Anschrift des Verfassers

Giancarlo Tondini, dipl. Bauführer SBA
Kraftwerke Hinterrhein AG, CH-7430 Thusis
g.tondini@khr.ch

Bilder: Mathias Kunfermann, Thusis und Kraftwerke Hinterrhein AG.