

Revitalisierung Salzachkraftwerk Gamp / Hallein

DI Christoph Peterstorfer

Salzburg AG für Energie, Verkehr und Telekommunikation
www.salzburg-ag.at

**Auftraggeber, übergeordnetes
Projektmanagement, örtliche
Bauleitung, Betriebsführung,
Gestaltung:**

Salzburg AG für Energie, Verkehr
und Telekommunikation

Kraftwerksbetreiber:

Salzburg AG für Energie, Verkehr
und Telekommunikation

Planung, Projektsteuerung:

Planungsgemeinschaft BHM-FHCE,
Linz

Ökologische Begleitplanung:

Institut für Ökologie, Salzburg

**Bodenmechanisch-gründungs-
technische Beratung:** Baurat h. c.

DI Dr. techn. Helfried Breymann

Baustellenkoordination:

Pöry Energy GmbH, Salzburg

Baumeisterarbeiten:

Fa. Schmölzl, Bayrisch
Gmain/Deutschland

Spezialtiefbau:

Fa. Bauer, Deutschland

**Elektromechanische Einrichtungen
(Turbinen, Generatoren, Getriebe):**

Andritz-Voith, Graz

**Stahlwasserbauanlagen,
Rechenreinigungsmaschine:**

Fa. Künz, Hard/Vlbg.

Trafoanlagen:

Fa. Siemens, Linz

Leittechnik:

Fa. ABB, Wien

Stahlbau, Schlosserarbeiten:

in Vergabe

Hallenkran:

Fa. ABUS, Attnang-Puchheim

1. Vorbemerkungen

Nach der geringen Investitionsbereitschaft für den Neubau von Kraftwerken ab den Achtzigerjahren des letzten Jahrhunderts hat die Wasserkraftnutzung u. a. auch Dank höherer Rentabilität derzeit einen enormen Aufschwung in Form gesteigener Investitionsvolumina – für den Um- bzw. Ausbau bestehender Kraftwerke sowie für den Bau neuer Anlagen – zu verzeichnen. Die gesellschaftliche Akzeptanz ist u. a. aufgrund gelungener ökologischer Begleit- und Ausgleichsmaßnahmen enorm gestiegen. Die Zahl gestalterisch gelungener Anlagen steigerte darüber hinaus die Zustimmung zu Wasserkraftwerksanlagen.

Die Errichtung eines Wasserkraftwerkes ist eine komplexe, die Beteiligten herausfordernde und letztlich äußerst lohnende Aufgabe. Sollen doch ein Naturraum mit seiner Flusslandschaft, die Gewalt des Wassers (hier die Salzach, die sich als großer Wildbach verhält) und die angrenzenden Umwelten mit den Anforderungen einer modernen auch ökologischen Ansprüchen gerecht werdenden Wasserkraftanlage in Einklang gebracht werden – und dies in einem äußerst knappen Zeit- und Kostenrahmen.

Der außergewöhnlich lange und harte Winter 2005/2006 erschwerte die tatsächliche Ausführung noch über Monate. Der zähe und unermüdliche Einsatz aller Beteiligten und vor allem der Bauarbeiter und Monteure der ausführenden Auftragnehmer ermöglichte es, dass nunmehr nach einem Jahr das Krafthaus fast gänzlich im Rohbau fertig gestellt ist und die Pit- und Turbinenmontagen beginnen können.

2. Projektbeschreibung

Die Lage der Kraftwerksanlage ist durch den Altbestand des Wehres zwischen dem Fabrikgelände der Firma M-real Hallein AG und der Fischzuchtanlage der Stadt Hallein gegeben. Aufgrund dieser Rahmenbedingungen ist auch keine Umleitung der Salzach möglich.

Der Rückstauraum und Unterwasserbereich erstreckt sich von der Stauwurzel im Bereich Langwies bis zum Ende der Unterwassereintiefung kurz oberhalb der Neumayrbrücke in der Nähe des Stadtzentrums.

Das bestehende Stauziel wurde beibehalten und die Flusssohle im Unterwasser eingetieft. So konnte die Rohfallhöhe erhöht werden. Das neue Kraftwerk wird als Buchtenkraftwerk errichtet.

Im Bereich des Kraftwerkes Gamp wird durch die Unterwassereintiefung und geringfügige Dammerhöhungen im Stauraumbereich ein über die HQ100-Marke reichender Hochwasserschutz erreicht.

Im Zuge des Baugeschehens wurden einige „Überraschungen“ aus dem Untergrund, z. B. Reste alter Flussbauwerke in Form zahlreicher Pfähle und Mauern, entdeckt.

2.1 Bestehende Kraftwerksanlage

Im Jahr 1928 wurde die ursprüngliche Wasserkraftanlage am Fabrikgelände der damaligen Papierfabrik der „The Kellner Partington Paper Pulp Co Limited, Manchester“ fertig gestellt. Um Betriebsfläche zu gewinnen, wurde später der ursprüngliche Einlaufkanal durch einen kurzen, rechtwinklig von der Salzach zum Krafthaus



Bauzustand der Wehrbaugrube bei Herstellung des Wehrpfeiler 3 im Winter 2006. Die Wehrbaugruben müssen mit relativ niedrigen Fangedämmen umschlossen werden, um ein Überfluten der Oberwasserdämme zu verhindern. Den Anschluss an die Pfeiler bilden Kastenfangedämme. Die Untergrundbeschaffenheit und die zahlreichen Holzpfähle ließen ein Rammen der Spundbohlen ohne Vorbohren nicht zu.



Blick vom Unterwasser auf das Wehrfeld 2 bei gesetzten Dammtafeln vor der Klappenmontage. Wesentliches Element bei der Gestaltung der Wehranlage ist der Kontrast zwischen den massiven Stahlbetonpfeilern zu den transparenten Stahlraumfachwerkträgern des Portalcranes. Die helle Stahlkonstruktion bildet den Konnex zu den mit Kollektorfachwerken verbundenen Werkshallen der Firma M-real Hallein AG.
Fotos: © Christoph Peterstorfer, Salzburg AG

führenden Einlauf ausgetauscht. Ebenso wurde der Auslaufkanal in Flächenerweiterungen der Fabrikanlage verwandelt und durch einen kurzen, quer zur Strömung in die Salzach führenden Auslauf ersetzt. Das Krafthaus befand sich am rechten Ufer und verfügte über vier Kaplan-turbinen mit einer Ausbauwassermenge von insgesamt $84 \text{ m}^3/\text{s}$. Die baulichen, stahlwasserbaulichen, maschinellen und elektrischen Anlagenteile befanden sich in einem äußerst sanierungsbedürftigen Zustand. Nach langen, teilweise unterbrochenen Verhandlungen gelang es der Salzburg AG, die Wehranlage von der M-real Hallein AG zu erwerben, um eine Revitalisierung der Kraftwerksanlage inklusive eines Neubaus des Krafthauses am linken Ufer durchzuführen. Ein Vorteil für M-real Hallein AG, da im Bereich des ehemaligen Krafthauses nun neue Anlagenflächen zur Verfügung stehen.

Die Wehranlage besaß drei Hauptwehrfelder ($B = 23 \text{ m}$) mit Dachweherverschlüssen, die zwischen den beiden Regulierpfeilern angeordnet waren. Links befand sich eine 5 m breite Floßgasse, rechts hatte das Wehrfeld eine Breite von 10 m .

Die Anlage zeigte sich durch die ausgeprägte und gut durchdachte Gestaltung der beiden Regulierpfeiler als „wehrhaftes“ Gebäude. Die alte Anlage wurde vor dem Abbruch fotografisch dokumentiert und soll in der neuen Anlage durch entsprechende Darstellung auch in Zukunft gewürdigt werden können.

Kurz vor Übergabe der Wehranlage erfolgte die endgültige Staulegung durch „Alterschwäche“ eines der in die Jahre gekommenen Dachwehre. Teile dieses Dachwehres wurden bei Hochwasser abgetrieben, eine Reparatur wurde nicht mehr durchgeführt.

2.2 Beschreibung des Revitalisierungsprojektes

2.2.1 Wehranlage

Die Herstellung des Wehres erfolgt in Nassbauweise und ist infolge der Rahmenbedingungen (keine Umleitung der Salzach möglich) nur in der niederschlagsarmen Zeit (Mitte September – April) in wechsel-



Wehrfeld 2 mit Oberwasserdambalken und Oberwasserportalkranträger vor der Klapfenmontage und nach Einbau einer Hartbetonschicht. Die Beschattung durch Sonnenschirme diente der Schwindminimierung des Polymerebetons vor dem Anschlussblech der Wehrklappe.



Blick auf den Krafthauseinlauf (spätere Rechenebene) und Wehrfeld 1 (Spülgasse). Eine 10 m breite Spülgasse (hier vor Einbau des Wehrsegments) sorgt im 1. Wehrfeld für den Geschiebeabtransport von der Einlaufschwelle ins Unterwasser. Eine oberwasserseitige Trennrippe soll den Zug im Bereich der Einlaufschwelle erhöhen.

Fotos: © Christoph Peterstorfer, Salzburg AG

weise links- und rechtsufrigen Wehrbaugruben möglich. Diese werden durch Fangedämme sowie Kastenfangedämme (im Anschluss an die Flusspfeiler) umschlossen.

Aus Gründen der Hochwassersicherheit im Oberwasser konnte die Oberkante der Dämme nur so gewählt werden, dass eine maximale Wasserführung von 400 bis 450 m³/sec für diese Bauzustände möglich ist. Bei größeren Wasserführungen muss die Wehrbaugrube vom Unterwasser geflutet und durchströmt werden. Die Dammhöhe musste so gewählt werden, dass ein Überfluten der Oberwasserdämme des Stauraums trotz Einbau der halbseitigen Fangedämme des Wehrbereiches in der Niederwasserperiode vermieden werden kann.

Die Pfeiler der alten Wehranlage wurden komplett abgetragen, um eine neue, geänderte Wehrfeldteilung zu ermöglichen. Daraufhin wurde der Wehrrücken so weit abgeschrägt, dass unter der neuen Klapfengrube die erforderliche Neubetonstärke gewährleistet werden kann. Ein neuer, tiefer gerammter Oberwasserdichtspund wird oberhalb der Bestandsspundwand abgeteuft. Dazwischen wird ein Betonriegel hergestellt, in den die Lagerkräfte der Wehrklappenlager mit Spannstangen zurückverankert werden können.

Am Ende der Tosbecken werden die UW-Spundwände abgeteuft. Eine Hartbetonschicht ersetzt die bisherige Holzbeschichtung des Tosbeckens. Im Wehrrückenbereich und vor allem in der linken Spülgasse wird mit Hartbeton bzw. in Teilbereichen mit Polymerbeton die Abrasion verhindert.

Der Ein- und Auslaufbereich des alten Krafthauses wird mit Dämmen mit Ufersicherung (Steinsatz) verschlossen.

2.2.2 Krafthaus

Die Gründung des Krafthauses erfolgte auf dicht gelagerten Feinsandschichten. Bei der Schlitzwandherstellung wurden nach den Alluvionen Konglomerate sowie dicht gelagerte Feinsande durchörtert. Die Sohle liegt ca. 13 m unter dem damaligen Wasserspiegel der Salzach. Die 30-kV-Kabel-

Verbindung vom Kraftwerk erfolgt durch den Wehrrücken auf die rechte Salzachseite und rechtsufrig weiter salzachabwärts. Ein nahe gelegener, vor Baubeginn errichteter Gehweg mit einem Fußgängertunnel unter der Baustraße stellt ein gefahrloses Erreichen des Naherholungsraumes an den Altarmen der Salzach im Bereich Gamp sicher. Das Kraftwerk wird im Jahresdurchschnitt Strom für (ca.) eine Kleinstadt erzeugen.

3. Baugrube

Die zentrale Krafthausbaugrube wird durch Schlitzwände umschlossen. Auf der Landseite ist diese als rückverankerte Wand ausgebildet. Die wasserseitigen Lasten (maßgeblich HQ30) werden durch zwei Stahlaussteifungshorizonte auf die Landseite abgeleitet. Der Aushub erfolgte abschnittsweise bis zum Niveau des Ankerhorizontes, nach Herstellung der Verankerung und Einbau des oberen Aussteifungshorizontes

wurden die Steifen des unteren Aussteifungshorizontes unmittelbar im Nachlauf auf den streifenweisen Aushub eingebaut.

Die parallel durchgeführten geodätischen Kontrollmessungen an ausgewählten Schlitzwandpunkten sowie die eingebauten Druckmessdosen bei den Abstützpunkten einzelner Steifen ermöglichten eine laufende Kontrolle des Bauzustandes und erwiesen sich als gutes und vor allem flexibles Kontrollinstrument in allen Bauphasen.

Die Umschließung der Krafthausbaugrube wurde auf ein 30-jährliches Hochwasserereignis ausgelegt.

Die angetroffenen Bodenverhältnisse für die Bauwerksgründung waren günstig. Der erforderliche Baugrubenaushub erfolgte nach vorausseilender Wasserhaltung. In den unteren Bereichen war eine Entspannung des Porenwasserdrucks durch Vakuumbrunnen erforderlich. Die Porenwasserdruckgeber und der Pegel ermöglichten es, den Pumpeneinsatz auf die jeweilige Situation flexibel anzupassen,

ohne ein ausreichendes Sicherheitsniveau zu verlassen. Trotz der tief reichenden Schlitzwände musste die Wasserhaltung wegen des Nichtvorhandenseins eines echten Stauers bis zur Flutung des Ein- und Auslaufes permanent aufrechterhalten werden.

Die Verankerung erfüllte die in sie gesetzten Anforderungen. Die erforderlichen Spannkraftkräfte der Litzanker konnten mühelos aufgebracht werden und vor allem die Dichtigkeit erfüllte die Wünsche des Bauherrn.

Die Baugrube des obersten Einlaufbereiches ist mit Spundwänden umschlossen und schließt an die Querspundwand der Krafthausbaugrube an. Um diese Baugrubenumschließung möglichst wirtschaftlich zu halten, wurde das Fluten bei höheren Wasserständen festgelegt. Die landseitige Spundwand dient im Endzustand im Fußbereich zur Unterströmungssicherheit. Der oberste Teil der Fischaufstiegshilfe ist in die Baugrube integriert.

Die Umschließung des Auslaufbereiches besteht landseitig aus einer Schlitzwand mit aufgesetzter Winkelstützmauer und wasserseitig einer Spundwand mit Stützberme. Der Aushub im Auslaufbereich kann erst bei niedriger Wasserführung frühestens ab Oktober dieses Jahres erfolgen.

4. Konstruktiver Aufbau der Wasserkraftanlage

Das Hauptbauwerk besteht aus einer vierfeldrigen Wehranlage und dem Krafthaus mit zwei Kaplan-Pit-Turbinen mit horizontaler Achse. Das Krafthaus wie die Wehranlage bilden jeweils für sich einen Monolithen und sind voneinander in Fließrichtung durch eine Fuge getrennt. Die Wehranlage hat 3 Hauptwehrfelder (Fischbauchklappe) mit je 26,75 m Breite und eine Spülgasse (Segmentwehr) mit 10,0 m Breite. Die je 2,5 m starken Pfeiler (Landpfeiler, Mittelpfeiler, Trennpfeiler) sind mit der Wehrfeldplatte biegesteif verbunden. Die Wehrfeldplatte besteht unterwasserseitig aus der Tosbeckenplatte und im Oberwasser aus der auf dem Bestand aufgesetzten neuen Wehrkonstruktion. Bei der Tosbeckenplatte wurde nach Entfernung der Beschichtung aus Holz eine bewehrte Hartbetonschicht aufgebracht. Der Wehr-



Die links sichtbaren vier Betonscheiben dienen zur Stützung der Trennwand (maßgeblich Lastfall Hochwasser Bauzustand) zum Unterwasserbereich der Wehranlage. Diese temporären Abstützungen werden in der Niederwasserperiode vor Flutung des Auslaufs entfernt.

höcker, welcher die Tosbeckenplatte überragt, ist an seiner Oberfläche teilweise mit einer Hartbetonschicht ausgeführt. Oberwie unterwasserseitig schließt die Wehranlage mit einer Spundwand ab. Über die Wehranlage spannt sich oberwasserseitig des Wehrverschlusses der Portalkranträger in Form eines Stahlraumfachwerktragwerkes. Die Träger sind auf Elastomerlagern gelagerte feldweise Einzelträger. Der Aufbau des Krafthauses ist im Wesentlichen durch den Triebwasserweg vorgegeben.

Die beiden vom Beton und teilweise mit Stahl ummantelten Triebwasserwege haben im Einlauf oberwasserseitig beginnend einen rechteckigen Querschnitt, welcher sich zum Turbinendeckel hin verjüngt und auf einen Kreisquerschnitt übergeht. Im Anschluss an die Turbine, im Saugrohr, wandelt sich der Querschnitt wieder vom Kreis, größer werdend, in ein Rechteck um. Oberhalb der betonummantelten Triebwasserführung im Oberwasser und Unterwasser bestehen Räumlichkeiten für diverse Anlagen. Im mittleren Teil darüber befindet sich die Kraftwerkshalle, welche aus Stahlbeton besteht. Das Hallendach ist eine Stahlbeton-Fertigteil-Konstruktion. Außerhalb dieses eben beschriebenen Kraftwerksgebäudes befinden sich noch die ober- und unterwasserseitigen Ufermauern und diverse andere kleinere Betonbauwerke.

5. Schalungsbau

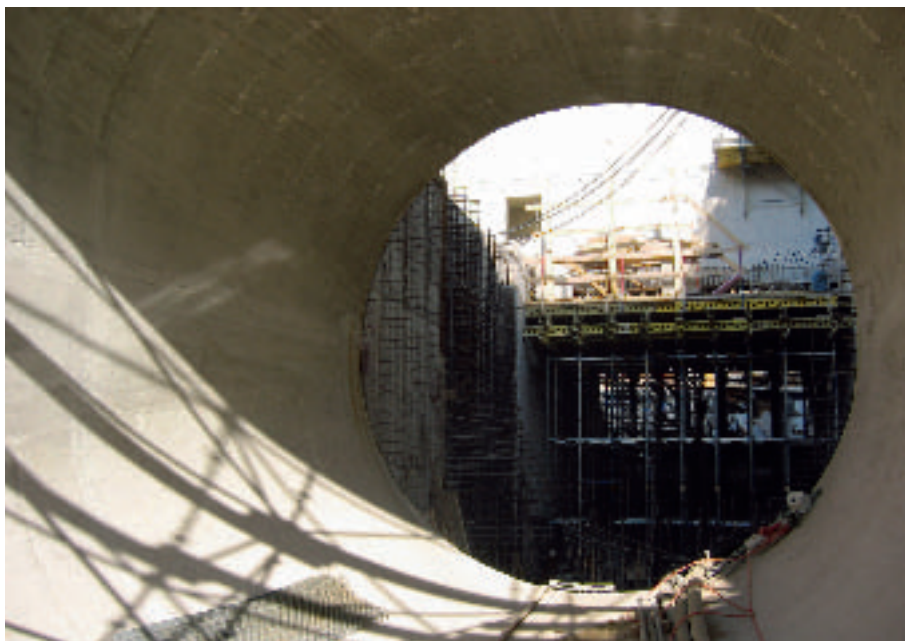
Der Großteil der Wandflächen wurde mit einem Rahmenschalungssystem hergestellt, welches vor allem im Krafthausbereich sehr rationell eingesetzt werden konnte. Beim Triebwasserweg des Krafthauses hingegen weisen die wasserberührten Betonflächen dem hydraulischen Profil entsprechend gekrümmte Formen auf. So wurde die Schalung des unterwasserseitig liegenden Turbinensaugrohres mit einer traditionellen Saugrohrschalung aus Kanthölzern, Pfosten und Bretterschaltung gebildet. Die Vorfertigung erfolgte in der Zimmerei. Die Saugrohrschalung wurde in verkehrsgerechten Teilen auf die Baustelle geliefert und dort zusammengesetzt und verspannt. Die Wehrpfeilerschalung wurde mit Großflächenschalungen ausgeführt.

6. Beton

Durch das nahe gelegene Mischwerk der Fa. Deisl wurde der Beton nicht direkt auf der Baustelle gemischt, sondern als Lieferbeton angeliefert und mit Betonpumpen bzw. mit Krankübeln eingebaut. Als Bindemittelgemisch verwendete man Portlandzement und Flual nach dem bewährten Massenbetonrezept für den Krafthausbau. Der Transport zur Baustelle erfolgte über öffentliche Wege. Mit der Materialuntersuchung wurde ca. ein Jahr vor den Betonierarbeiten begonnen. Die Eignungsprüfung des Konstruktionsbetons – mit der Betonsorte C20/25(56)XC3/XF3/GK32/PB – wurde von der MVA Straß durchgeführt.

Der Beton erwies sich als sehr gut geeignet. Die bereits nach 28 Tagen erzielten Druckfestigkeiten lagen durchwegs bei den zu erzielenden 56-Tage-Festigkeiten und die Temperaturentwicklung im eingebauten Frischbeton war trotzdem äußerst günstig.

In Wehrbereichen mit verstärktem Abrieb wurde eine Hartbetonschicht ergänzt bzw. nass in nass hergestellt. Während der Bauphase wurden Eignungsprüfungen für Verguss- bzw. Sekundärbeton und für MA-Beton für das Tosbecken und die Wehreinlaufplatte durchgeführt.



Blick in das Saugrohr

Foto: © Christoph Peterstorfer, Salzburg AG

7. Statik und Bewehrung

Die Lagerkonsolen für die Einleitung der Segmentlagerkräfte im Wehr, der Wehrbrücke sowie diverse Schwerlastdecken und die Kranbahnträger sind jene Bauteile mit dem höchsten Beanspruchungsniveau. Aufgrund der aktuellen Normenlage wurden auch eher massige Betonblöcke im Tiefbaubereich mit geringen Lastspannungen relativ stark bewehrt. Die Schwerlastdecken, Lastenleitungsgebiete, Umwandlungen von Anlagerräumen sowie Bauteile des Hochbaues und auch die Wehrbrücke sind mit 120 bis 200 kg/m³ großzügig bewehrt. Zur Einleitung der Segmentlagerkräfte in die Wehrpfeiler wurde zur sicheren Vermeidung von Rissbildungen eine Vorspannbewehrung eingebaut. Es werden die anhand eines einfachen Fachwerksmodells ermittelten Zuggurtkräfte durch Vorspannen überdrückt. Dennoch wurde in die Segmentlagerkonsole auch ein hoher Gehalt an schlaffer Bewehrung eingebaut, einerseits zur Abdeckung der Spalt- und Randzugkräfte, andererseits als zusätzliche Sicherheit zur Aufnahme der oben genannten Zuggurtkräfte. Die Tragwerksplanung wie die Schalungsplanung wurden von einem Planungsteam der Planungsgemeinschaft BHM-FHCE durchgeführt. Durch den Einsatz aller anderen Beteiligten konnte just in time gebaut werden.

Technische Daten Kraftwerk Gamp

Betreiber: Salzburg AG

Investitionsvolumen: ca. 33 Mio. Euro

Kraftwerkstyp: Laufkraftwerk

Durchschnittliche Jahreserzeugung:

Altanlage: ca. 25 GWh, Neuanlage: 53 GWh
(entspricht dem Bedarf von rund 15.200
Durchschnittshaushalten)

Ausbauleistung: 8.580 kW statt 3.700 kW

Turbinen: 2 Kaplan-PIT-Turbinen

Bruttofallhöhe: 6,52 m statt 6,10 m



Die Einlaufschwelle wurde hinter einer unverankerten Spundwand hergestellt. Um dies zu ermöglichen, musste ab einem bestimmten Wasserspiegel der Einlauf teilweise geflutet werden. Hinter der landseitigen Einlaufwand erkennt man die Spundwandumschließung des Fischeaufstiegsbauwerks (vertical slots).
Foto: © Christoph Schenk, Salzburg AG

8. Termine

Der offizielle Baubeginn war am 18. Juli 2005. Ursprünglich war geplant, innerhalb von ein- einhalb Jahren die komplette Wasserkraft- anlage fertig zu stellen. Durch den schnee- reichen Winter 2005/2006 ist dieser Traum zerschlagen worden. Um die Arbeitssicher- heit nicht zu gefährden, wurde ein neuer Bau- zeitplan, der auch die notwendigen Puffer- zeiten für Störungen berücksichtigte, erstellt. Die Schlitzwandarbeiten des Krafthauses begannen Ende Juli 2005. Nach einem guten Jahr war der Krafthausrohbau fertig und im August werden bereits die Turbinen- bzw. PIT-Bauteile eingebaut. Der Beginn der Wehrumschließungsarbeiten war im Septem- ber 2005. Die Wehranlage wird traditionell innerhalb zweier Niederwasserperioden ge- baut. Derzeit sind 2 Wehrfelder hergestellt. Die restlichen beiden Wehrfelder werden im Herbst/Frühwinter 2006 errichtet.

9. Ökologische Begleitmaßnahmen

Im unmittelbaren Kraftwerksbereich sind ökologisch wertvolle Flächen, u. a. in Form von Auwäldern und ehemaligen Altarmen der Salzach, vorhanden. Es wurde darauf geachtet, diese Flächen weitestgehend zu schonen. Durch die Anpassung der Form des Fischeaufstiegsgerinnes gelang es, ein

bereits als Rodungsfläche deklariertes Areal zu erhalten. Zu den aus ökologischer Sicht wesentlichen Verbesserungen zählt die Er- richtung eines funktionsfähigen Fischeaufstiegs (Vertical Slots und Fischeaufstiegsgerinne). Neben einer standortgerechten Bepflanzung der freien Böschungflächen und Schaffung eines Amphibienlaichgewässers sowie einer Flutmulde im Oberwasserbereich wird ein Wiederansiedlungsprojekt der „Deutschen Tamariske“ bei der Halbinsel oberhalb der

Neumayrbrücke durchgeführt. Diese öko- logischen Begleitmaßnahmen ermöglichen eine höhere Akzeptanz in der Bevölkerung. Mit Vertretern der Stadt Hallein, den ortsan- sässigen Fischern und den Anrainern werden laufend die für die Kraftwerkerrichtung not- wendigen Maßnahmen abgestimmt. Auf kurz- fristig auftretende Probleme konnte rasch reagiert, die vorübergehende Beeinträchtigung der Lebensqualität durch den Baustellenbe- trieb so gering als möglich gehalten werden.

Blick vom Unterwasser auf die Kraftwerksbaustelle. Der Großteil des Auwaldes im unmittelbaren Bau- stellenbereich konnte erhalten werden.

Foto: © Christoph Peterstorfer, Salzburg AG

