

## **Kraftwerk Rott – Kraftwerksbau im „Grenzbereich“ Neubau/Ersatzbau des Saalach-Kraftwerkes Rott-Freilassing**

**Bmstr. DI Günther Krenn**  
Porr Technobau und Umwelt GmbH

### **Baumeisterarbeiten:**

Arbeitsgemeinschaft Kraftwerk Rott  
Allgemeine Baugesellschaft – A. Porr AG,  
Niederlassung Salzburg  
Alpine-Mayreder Bau GmbH  
Hinteregger & Söhne BaugesmbH

**Bauherr:** Salzburg AG

**Projektleitung SAG:** DI Josef Rückl

**Architektur:** Mag. Arch. Erich Wagner

**Planung:** Büro Dr. techn. Werner Flögl

### **1. Ausgangspunkt – altes Kraftwerk**

Die manuelle Betriebsführung erforderte mit sieben bis acht Personen einen hohen Personalstand. Aufwändige Reparaturen des bereits stark erodierten „Schussbodens“ aus Beton unterwasserseitig der Grundablässe standen an, da ein Sohldurchschlag bei größeren Geschiebetransporten zu befürchten war. Durch höhere HW-Abflusswerte (+60%), problematische Geschiebeweiterleitung und veraltete Maschinensätze hatte das alte Kraftwerk nach 53 Jahren Betrieb viel früher als für Kraftwerke allgemein üblich das Ende seiner technischen und wirtschaftlichen Lebensdauer erreicht. Aus heutiger Sicht hatte es auch erhebliche ökologische Mängel durch den in Österreich bewilligten Schwallbetrieb und die fehlende Fischpassierbarkeit aufzuweisen. Die Abgabe von Restwasser war nicht vorgeschrieben. Die mit der Zeit stark zunehmenden „Umläufigkeiten“ mit Wasserverlusten von bis zu 3 m<sup>3</sup>/s haben diesen Mangel etwas ausgeglichen. Aufgrund der Wasserrahmenrichtlinie der EU musste der Betreiber früher oder später dennoch mit einer Vorschreibung rechnen.

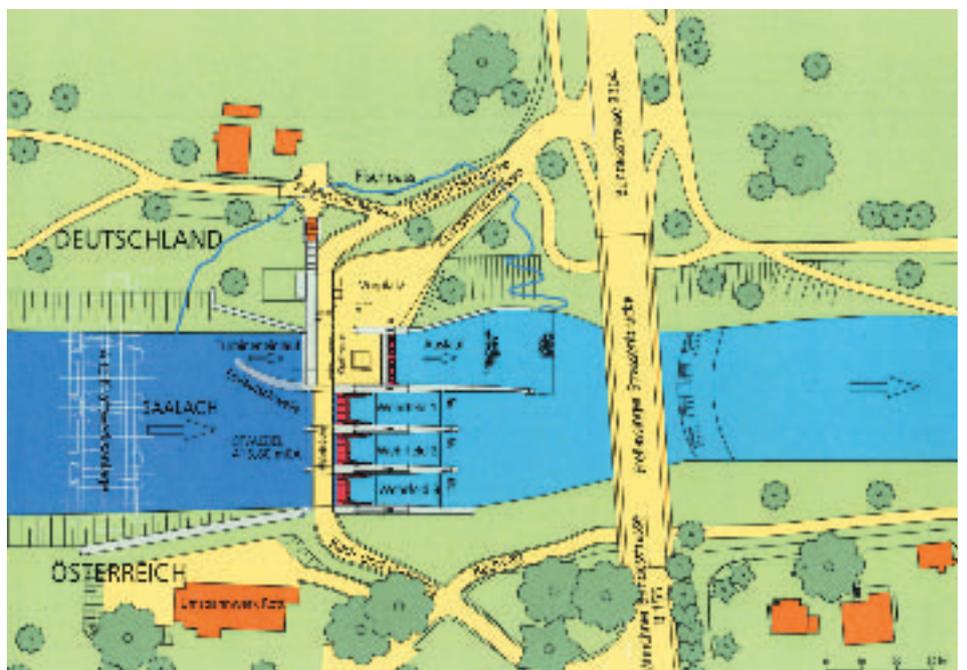
### **2. Planung – Ersatzbau und Behördenverfahren**

Die erste Planung für den Ersatzbau Kraftwerk Rott geht bis in das Jahr 1998 zurück, als die Salzburger Stadtwerke das Ingenieurbüro Dr. Flögl in Linz mit der Planung beauftragten. Ein Einreichprojekt mit zwei großen Wehrfeldern und einer schmalen Spülgasse sowie mit einem Krafthaus auf österreichischer Seite wurde erstellt. Das fertige Einreichprojekt lag im November 2000 den Salzburger Stadtwerken vor. Zur Absicherung der Planung hat sich die Salzburg AG frühzeitig zur Durchführung eines Modellversuches entschlossen. Um die optimalen hydraulischen Verhältnisse zu finden und Optimierungen am Bauwerk vorzunehmen, wurden 1.200 m Flusslauf im Wasserbau-Labor der TU Graz im Maßstab 1:40 nachgebaut.

Anfang 2001 erfolgte die Überprüfung der inzwischen vorliegenden ersten Einreichplanung aufgrund von geologischen Erkundungen und Modellversuchen durch ein kleines Team aus Fachkräften des Auftraggebers. Es stellte sich heraus, dass eine optimale Ausnutzung der Wasserkraft nur dann gegeben ist, wenn das Krafthaus auf deutscher Seite in der Außenkurve der Saalach liegend errichtet wird. So wurde das erste „Einreichprojekt 2000“ wegen der erkannten Verbesserungsmöglichkeiten im Dezember 2001 im laufenden Bewilligungsverfahren kurz vor Bescheiderlassung zurückgezogen und verworfen.

Das Planungsbüro wurde beauftragt, ein zweites Einreichprojekt mit dem Krafthaus auf bayerischer Seite auszuarbeiten. Innerhalb von drei Monaten, im März 2002, lag das Projekt vor und wurde neuerlich zur

Bild 1: Lageplan des zweiten Einreichprojektes mit Krafthaus in Deutschland



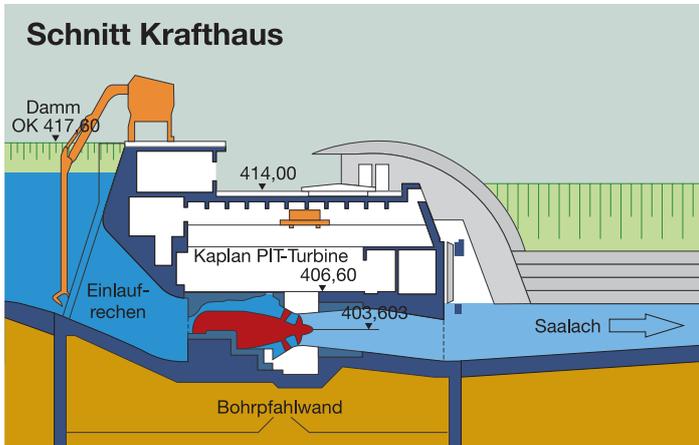


Bild 2: Schnitt Krafthaus

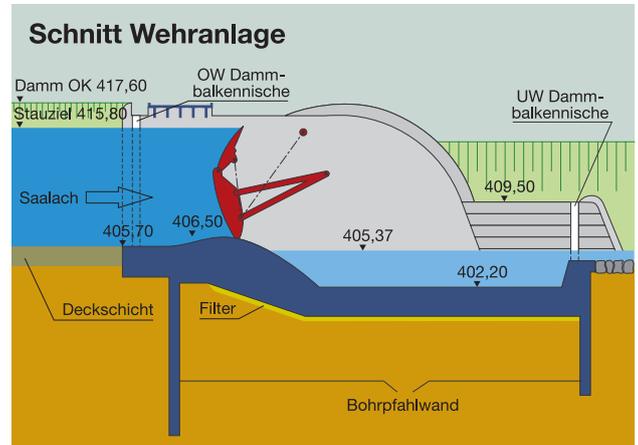


Bild 3: Schnitt Wehranlage

Grafiken: © 2005 PORR Grafikdienst

Bewilligung eingereicht und im Mai 2002 wasserrechtlich verhandelt. Die Behördenauflagen aus der ersten Wasserrechtsverhandlung blieben im Wesentlichen unverändert. Im Bewilligungsverfahren gab es gegen das Projekt keinen Einspruch. So wurde das Kraftwerk Rott zu einem „grenzüberschreitenden Projekt“ mit einer Energieeinspeisung in das Netz der EON in der Bundesrepublik Deutschland.

Dem Bauherrn ist es gelungen, nur sechs Monate nach der zweiten Wasserrechtsverhandlung die Bauarbeiten zu vergeben und kurz darauf mit dem Bau zu beginnen.

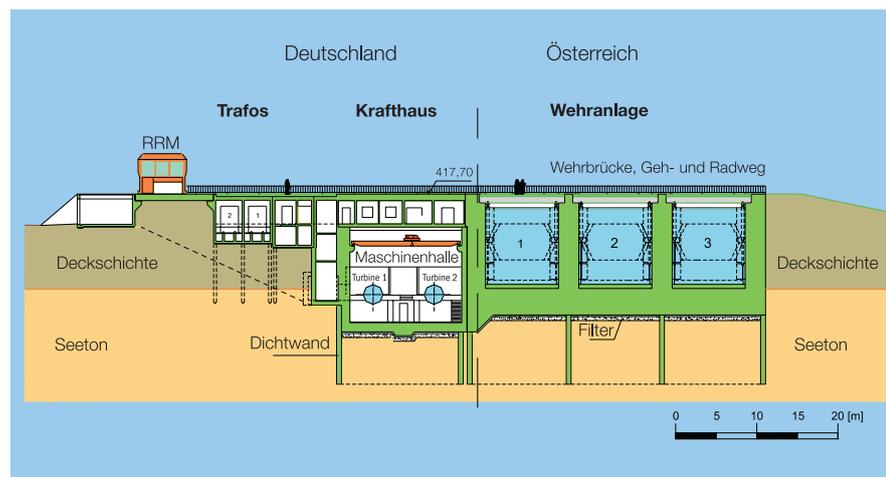


Bild 4: Querschnitt durch das Kraftwerk

### Wehranlage und Wehrverschlüsse

Die Wehranlage besteht aus drei gleich großen Wehrfeldern und erfüllt die „n-1-Regel“, d. h. ein Hochwasser muss auch mit einem Wehrfeld weniger sicher abgeführt werden können.

Die Wehrpfeiler sind schlank und optisch durch Strukturbeton und horizontale Schattennuten gegliedert. Die in der Seitenansicht abgerundete Form der Pfeiler erinnert stark an das alte vertraute Hohlwehr. Nach der Idee des Architekten sollte mit der runden Form abstürzendes Wasser symbolisiert werden.

Die tiefste Gründungssohle der Wehranlage liegt etwa 4 m tief im Feinsand. Das Tosbecken und der Wehrrücken sind mit einer 30 cm dicken Verschleißschicht aus Hartbeton überzogen. Nur die Gegenschwelle

und der oberste Bereich des Wehrrückens sind gepanzert. Jedes Wehrfeld kann für Revisionsarbeiten im Ober- und im Unterwasser durch Dammbalken abgeschlossen werden. Das Einsetzen der Dammbalken erfolgt entweder von der Wehrbrücke oder vom rechten Ufer aus.

Als Wehrverschlüsse wurden Drucksegmente mit aufgesetzten Stauklappen gewählt. Der Antrieb erfolgt ölhdraulisch. Zur Lasteinleitung in die Wehrpfeiler wurde auf eine vorgespannte Rückverankerung verzichtet. Die Lagerkräfte werden nur über schlaife Bewehrung aufgenommen. Dies hatte insbesondere bei der Montage Vorteile und brachte auch Kostenvorteile. Auf exakt hergestellte Achsen wurde besonderes Augenmerk gelegt. Im Falle eines Turbinen-

ausfalles besteht die Möglichkeit, die Klappen relativ schnell und automatisch abzusenken, damit es zu keiner Überflutung im Oberwasser kommt.

### Krafthaus

Das Krafthaus beinhaltet zwei so genannte PIT-Rohrturbinen mit einem Laufraddurchmesser von je 2,35 m. Am Beginn des Einlaufs sind jeweils Feinrechen mit 6 cm lichtem Stababstand angeordnet. Beim Turbinenzulauf war zu beachten, dass der Querschnitt permanent kleiner wurde, um eine konstante Beschleunigung des Triebwassers zu erreichen. Dem PIT-Gehäuse folgt das Rohrgehäuse, worin der Leitapparat und die Turbine untergebracht sind.

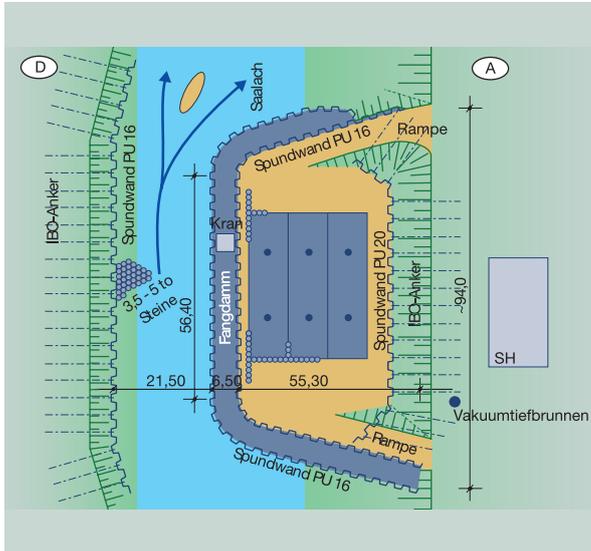


Bild 5: Baugrubenumschließung Bauabschnitt 1  
Grafik: © 2005 PORR Grafikdienst



Bild 6: Kastenfangedamm – Bauabschnitt 1

Foto: © Bukowsky

Das Rohrgehäuse mit den Stützrippen muss in der Lage sein, die Kräfte des Maschinensatzes in das Bauwerk einzuleiten. Jeder Maschinensatz besteht aus Turbine und Generator, die auf einen Block-Transformator geschaltet sind und über den Leitstand gesteuert werden. Diese bilden eine elektrische Einheit.

Die Revisionsverschlüsse für die Turbineneinläufe wurden in einem Dammbalkenlager unter Tage untergebracht. Die hydraulisch betriebene Rechenreinigungsmaschine ist in der Lage, diese Verschlüsse über einen Schlitz aus diesem Raum zu entnehmen und zu versetzen.

In Konstruktion und Raumdisposition wurde das Krafthaus äußerst sparsam ausgelegt. Im Krafthaushochbau befinden sich der Hydraulikraum, der Raum für das Notstromdieselaggregat, die Eigenbedarfsanlage und zwei Traforäume sowie ein kleines Büro mit Aufenthalts- und Sanitärraum. Im Wesentlichen bleiben die Wände in Sichtbeton. Lediglich die Krafthaushalle und die Stufen im Stiegenhaus erhalten einen färbigen Kunststoffbelag. Unterwasserseitig wird der Fassade ein Stahlrost vorgesetzt. Dahinter befinden sich die Nischen für die hydraulisch zu betätigenden UW-Dammbalkenverschlüsse.

Die Gründungssohle des Krafthauses liegt ebenfalls etwa 5,50 m im Feinsand. Die flach gegründeten Nebengebäude wurden auf einer lagenweise verdichteten Aufschüttung hergestellt. Sie sind deshalb durch mehrere Fugen voneinander konstruktiv getrennt.

### 3. Bauabwicklung, Gründung und Dichtung

Der Bau des Kraftwerkes erfolgte in „Nassbauweise“ in zwei Bauabschnitten im Flussbett der Saalach. Aufgrund der äußerst knapp bemessenen Bauzeit wurde auf die Bauzeit- und Bauablaufplanung besonderes Augenmerk gelegt. Für die Herstellung des Krafthauses beispielsweise standen vom Beginn der Bohrpfähle bis zum Einbau der Turbinen nur etwa fünf Monate Bauzeit zur Verfügung.

#### Bauabschnitt 1 – Wehranlage

Nach einer kurzen Phase für die Baustelleneinrichtung erfolgten die Herstellung der Sicherung des Ufers auf der bayerischen Seite mit geankerten Spundwänden und die Sohlsicherung mittels sechs Querspundwänden. Eine massive Sohlsicherung mit 3,5 bis 5 t schweren Wasserbausteinen sorgte für die notwendige Sicherheit des Umleitungsgerinnes und der Bauumschließung.

Ab Anfang Jänner 2003 erfolgten die Baugrubenumschließung und die Umliegung der Saalach auf die linke Seite.

Der verbleibende Durchflussquerschnitt musste in der Lage sein, während der Dauer der Errichtung der Wehranlage ein 30-jährliches Hochwasser mit 770 m<sup>3</sup>/s abzuführen. Dabei ergibt sich eine rechnerische Fließgeschwindigkeit von bis zu 7 m/s.

Der Salzburger Seeton erforderte eine aufwändige und umfangreiche Planung der gesamten Wasserhaltungs- und Gründungsmaßnahmen. Die Baugrube wurde im Flussbereich mit einem Kastenfangedamm, der mit Kies aufgefüllt und am rechten Ufer mit einer geankerten Spundwand umschlossen wurde. Die Einbindetiefe der Spundwände in den Seeton betrug 6 bis 8 m. Im Zuge der Rammarbeiten für die Baugrubenumschließung waren im gesamten Baufeld großflächig die Rammhindernisse, bestehend aus Steinen, Blöcken, alten Sohl-sicherungen aus Beton, Spundbohlen etc., zu entfernen.

Nach der Fertigstellung der Baugrubenumschließung wurde im April 2003 mit den Untergrundabdichtungs- und Gründungsmaßnahmen der Wehranlage begonnen. Statt einer Schlitzwand-Tiefgründung gelangte der technisch gleichwertige Sonder-

vorschlag der Arbeitsgemeinschaft, Gründungskästen mit überschnittenen Schneckenortbeton-Pfählen (SOB-Pfählen), zur Ausführung. In sechs Wochen wurden von der Porr Grundbau GmbH mit der erstmals in Österreich eingesetzten Drehbohranlage mit doppeltem Drehkopf rund 3.600 m Bohrpfähle mit einem Durchmesser von 90 cm hergestellt.

Die Bohrpfähle wurden vor Installation und Inbetriebnahme der GW-Haltung errichtet. Sie erreichten vom Niveau des Arbeitsplans aus eine Tiefe von bis zu 12,50 m. Nach Erreichen der planlichen Endtiefe erfolgte der kontrollierte Betoneintrag im Schutze der Verrohrung. Die gewählte Methode mit dem Doppeldrehkopf-Verfahren (DDK-Verfahren) zur Herstellung eines durch zwei Querscheiben ausgesteiften „Kastens“ hat sich bei den schwierigen Bodenverhältnissen des Salzburger Seetons und dem vor Inbetriebnahme der GW-Haltung nur etwa 70 cm unter Planumoberkante anstehendem oberflächlich entspannten Grundwasser gut bewährt.

Nach der Bohrpfahlherstellung wurde ein System aus 3x2-Vakuumtiefbrunnen und

Vakuumfilterlanzen sowie ergänzend außerhalb des Gründungskastens eine offene Wasserhaltung eingerichtet. Dadurch konnten der Baugrubenaushub und der Teilabbruch der Pfahlköpfe zügig innerhalb des Bohrpfahlkastens bei abgesenktem Grundwasserspiegel erfolgen. Nach Abschluss der Aushubarbeiten konnte in der letzten Juniwoche 2003 der erste Sohlblock für die Bodenplatte der Wehranlage betoniert werden.

In weiteren zehn Wochen wurden rund 8.000 m<sup>3</sup> Beton und 700 t Bewehrungsstahl für die gesamte Wehranlage, bestehend aus Sohlplatte mit vier Wehrpfeilern, verarbeitet.

Im September 2003 wurde mit der Montage der Wehrverschlüsse (Segmente mit aufgesetzten Klappen) begonnen. Nach Abschluss der Stahlbauarbeiten, Einbringung des Hartbetons im Tosbecken der Wehranlage und Ergänzung der Sohlsicherung innerhalb der Baugrubenumschließung wurde in der letzten Novemberwoche mit dem Rückbau der Baugrubenumschließung begonnen.

Am 2. Dezember 2003 konnte die Saalach in das neue Bachbett durch die neu errichtete Wehranlage geleitet werden.



Bild 7: Überschnittene Bohrpfähle

Bild 8: Betonbau der Wehranlage (im Hintergrund das alte Kraftwerk und die Eisenbahnbrücke)  
Fotos: © Bukowsky





Bild 9: Aussteifung des Mini-Kastenfangedammes



Bild 10: Bohrpfahlarbeiten für das Krafthaus Fotos: © Bukowsky



Bild 11: Betonarbeiten – Sohlblöcke Krafthaus

### Bauabschnitt 2 – Krafthaus

Im Jänner 2004 wurde der zweite Bauabschnitt – das Krafthaus für zwei Maschinensätze mit Einlauftrug und dem Auslaufbereich – in Angriff genommen.

Die Bauumschließung bestand im Wesentlichen aus vier Komponenten:

- dem Kastenfangedamm als Unterwasserabschluss
- dem Wehrpfeiler 1 als Abschluss an der Wasserseite
- einer doppelten Spundwand mit Erdstützkörper und später der oberwasserseitigen Ufermauer
- der Umschließung des Einlauftruges mit einem „Mini-Kastenfangedamm“

Der hydraulische Modellversuch ergab, dass eine im Grundriss polygonal verlaufende Einlaufschwelle gleichmäßigere Anströmverhältnisse zu den Turbinen hat als die ursprünglich vorgesehene geradlinige Einlaufschwelle. Die geänderte polygonale, angenähert runde Form der Schwelle hätte jedoch den Abflussquerschnitt mit einem konventionell ausgeführten Kastenfangedamm so eingengt, dass die Behördenauflage HQ30 für den Bauzustand nicht erfüllt hätte werden können. Einvernehmlich mit der Salzburg AG wurde daher die Ausführung eines vorgesezten „Mini-Kastenfangedammes“ mit einer Breite von nur 4 m entwickelt.

Grundgedanke war die abschnittsweise Herstellung der Einlaufschwelle, wobei die

Stützung der wasserseitigen Spundwand gegen die schachbrettartig fertig gestellten Teilabschnitte der Einlaufschwelle mit einem Stützriegel aus Beton erfolgte. Die an der Einlaufschwelle stehende Spundwand diente einerseits als verlorene Schalung, andererseits als Erosionsschutz für die Einlaufschwelle.

Die Errichtung der Baugrubenumschließung mit Spundwänden und die Schüttung der Erdstützkörper konnten Mitte Jänner 2004 abgeschlossen werden. In dieser Zeit wurde die Wasserhaltung – eine Kombination aus sechs Vakuumtiefbrunnen, Vakuumlanzen, Längsdrainagen mit offenen Pumpensümpfen – für den Bauabschnitt 2 vorauseilend zur Bohrpfahlherstellung installiert und in Betrieb genommen. Der zulässige Differenzwasserdruck zwischen der Bohrpfahlkastenaußen- und -innenseite durfte 0,20 m nicht überschreiten. Zur Kontrolle wurden fünf Piezometer eingebaut.

Die Gründung des Krafthauses selbst erfolgte analog zur Wehranlage auf einer Pfahl-Plattengründung mit überschnittenen Bohrpfählen (verrohrtes SOB-System). Die Bohrpfähle parallel zum Wehrpfeiler 1 wurden in aufgelöster und versetzter Lage hergestellt. Innerhalb von 3,5 Wochen konnten die Pfahlarbeiten trotz extrem eingeschränkter Platzverhältnisse fertig gestellt werden.

Wie die Erfahrungen beim Bauabschnitt 1 mit dem Salzburger Seeton zeigten, reagierte der Feinsand sehr empfindlich auf

veränderte Grundwasser-Strömung mit Erosion. Deshalb wurden zur sicheren Vermeidung von Erosionen im Bereich des Anschlusses der Baugrubenumschließung an den Wehrpfeiler und die linksufrige Spundwand zusätzlich Dichtsäulen mit dem DSV-Verfahren hergestellt. Der Einsatz für die wenigen Dichtsäulen auf der orografisch linken Seite war für den Auftraggeber insofern wirtschaftlich interessant und vertretbar, als diese mit den geplanten DSV-Arbeiten auf dem rechten Ufer koordiniert werden konnten. Die Kosten für eine zusätzliche Baueinrichtung sind damit entfallen.

### Gründung und Abdichtung der Oberwasser-Stützenmauern aus DSV-Säulen

Die ursprüngliche Ausführungsplanung sah eine Abdichtung des Rückstauraumes zu den bestehenden Dämmen hin mit Ufermauern und darunter liegenden Spundwänden vor.

Alternativ zur Ausführungsplanung wurde von der Arbeitsgemeinschaft die Gründung und Abdichtung der bestehenden Ufermauer mit einer Säulenreihe im Düsenstrahl-Verfahren (DSV-Verfahren) vorgeschlagen. Nach einer kurzen Planungsphase und in enger Zusammenarbeit mit dem ausführenden Subunternehmer wurde dieses Verfahren mit Säulendurchmessern von 1,80 m und Tiefen von bis zu 22 m von der bestehenden Geländeoberkante von der Salzburg AG zur Ausführung beauftragt.

Zur Vermeidung von Sickerströmungen entlang der erdberührten Fläche des Krafthauses, der Wehrwange und der oberwasserseitigen Ufermauern sowie zur Verlängerung der Sickerwege wurden Querriegel aus DSV-Säulen hergestellt.

Die frei stehenden Baugrubenwände des Krafthauses aus überschrittenen Bohrpfählen mit einer Höhe von 5,20 m hätten bei einer Pfahlänge von 11 m eine Aussteifung oder eine aufwändige Ankerung erfordert. Eine Ankerung der Bohrpfähle schied von vornherein aus, da dies im Seeton einen nicht zu akzeptierenden Zeitaufwand bedeutet hätte. Eine Aussteifung der Baugrube mit Stahlträgern hätte wiederum zu gravierenden Behinderungen bei den darunter durchzuführenden Schalungs-, Bewehrungs- und Betonarbeiten geführt.

Auf der Baustelle wurde eine Lösung erarbeitet, bei der auf behindernde Aussteifungen in der Baugrube des Krafthauses weitestgehend verzichtet werden konnte. Die dazu erforderlichen Arbeitsschritte vor Beginn des eigentlichen Betonbaus waren:

- Spundwandherstellung innerhalb des Bohrpfahlkastens in der Baugrube und für den Unterwasser-Bereich des Auslauftrogs

- Ankerung der Spundwand zur Herstellung des Auslauftrogs
  - Herstellung eines Stahlbetonkopfbalkens auf der landseitigen Bohrpfahlwand
  - Aushub der Baugrube in zwei Abschnitten mit nacheilendem Einbau von Filter- und Sauberkeitsbeton, der die Aufgabe eines Druckriegels zu übernehmen hatte
- Nach Abschluss der umfangreichen Maßnahmen für die Baugrubenherstellung



Bild 12: Betonarbeiten – Saugrohr des Krafthauses

Fotos: © Bukowsky

Bild 13: Einlauftrug – Krafthaus



konnte Anfang März 2004 mit den eigentlichen Betonarbeiten für das Krafthaus, dem Einlauftrug mit Uferstützmauer und dem Auslauftrug begonnen werden.

Mitte Juni 2004 war die Einbaubereitschaft für die PIT-Turbinen gegeben. Infolge von Lieferverzögerungen beim Turbinenlieferanten konnte der Turbineneinbau erst fünf Wochen später als geplant erfolgen. Zwischenzeitlich wurden das Krafthaus, bestehend aus Räumen für die Wehrhydraulik, Notstromaggregat, 30-kV-Schaltanlage, Blockrafo, Dammbalkenlager und Rechengutcontainer, sowie sämtliche Panzerungen für Einlaufrechen und Dammbalken hergestellt. Nach einer Montagezeit der PIT-Turbinen von rund drei Wochen im August wurde die Krafthaushallendecke, bestehend aus Halbfertigbetonteilen und Ortbetonplatten, aufgesetzt. Parallel dazu erfolgten nach aufwändigen Bewehrungs- und Schalungsarbeiten die Vergussbetonarbeiten der Turbinengehäuse.

Beim Krafthaus mit Einlauf- und Auslauftrug wurden rund 8.500 m<sup>3</sup> Beton und 700 t Baustahl eingebaut und rund 10.300 m<sup>2</sup> Schalung verarbeitet.

Am 13. September 2004 wurde der Abbruch des Hohlwehres in Angriff genommen und fünf Wochen später war alles bis auf Höhe des Maschinenhallenbodens abgetragen.

Bis zum Termin des Einstaubeginnes am 22. November 2004 waren die Anschlüsse der oberwasserseitigen Ufermauern an die Rückstaudämme, Einlauf- und Baugrubenumschließung Auslaufbauwerk Fischpass sowie Ergänzungen im Steinsatz der Sohl- und Ufersicherungen herzustellen.

Die Inbetriebnahme der ersten Turbine erfolgte im Dezember 2004, die der zweiten Turbine im Jänner 2005. Diverse Restarbeiten der Außenanlagen und der „Fischweg“ waren bis zum Bauende im Mai 2005 abzuschließen.

#### 4. Betonsorten – Betonierkonzepte

In der Regel kommen im Kraftwerksbau aufgrund der besonderen Anforderungen an die einzelnen Bauteile Sonderbetone zum Einsatz. Diese besonderen Anforderungen ergeben sich zum einen vor allem aus der Massigkeit der Bauteile und zum anderen aus den besonderen technischen Anforderungen (z. B. Verschleiß- bzw. Hartbeton, Vergussbeton, Beton für Hinterbetonierungen) einzelner Bauteile.

#### Hauptmengen Betonbau – Wehranlage / Krafthaus inkl. Einlauf und Auslauf

##### Bauabschnitt 1 – Wehranlage

|                                   |                      |
|-----------------------------------|----------------------|
| konstruktiver Beton:              | 8.142 m <sup>3</sup> |
| Vergussbeton + Hinterbetonierung: | 168 m <sup>3</sup>   |
| Verschleißbeton (Hartbeton):      | 342 m <sup>3</sup>   |
| vertikale Schalung:               | 5.832 m <sup>2</sup> |
| Streckmetallschalung:             | 890 m <sup>2</sup>   |
| Bewehrung:                        | 728 t                |

##### Bauabschnitt 2 – Krafthaus inkl. Einlauf- und Auslaufbereich

|                                   |                      |
|-----------------------------------|----------------------|
| konstruktiver Beton:              | 8.307 m <sup>3</sup> |
| Vergussbeton + Hinterbetonierung: | 188 m <sup>3</sup>   |
| vertikale Schalung:               | 9.514 m <sup>2</sup> |
| Streckmetallschalung:             | 772 m <sup>2</sup>   |
| horizontale Schalung:             | 787 m <sup>2</sup>   |
| Bewehrung:                        | 705 t                |

Es wurden mehrere auf die jeweiligen Anforderungen der Bauteile abgestimmte Betonrezepturen entwickelt. Ebenso wurden auf die einzelnen Bauteile abgestimmte Betonierkonzepte ausgearbeitet.

#### Betonierkonzepte – Massenbeton / Hartbeton / Vergussbeton (Hinterbetonierung)

Für die massigen Bauteile wurde die Betonrezeptur C25/30 (56) XC3, XF3 (F45) verwendet. In Teilbereichen war das Größtkorn aufgrund der eng liegenden Bewehrung auf GK22 bzw. ausnahmsweise auf GK16 zu beschränken. Der Beton wurde mittels Autobetonpumpe mit 36-m-Auslegermast in den jeweiligen Betonierabschnitt in Lagen von 40 cm bis max. 50 cm eingebracht. Die Verdichtung erfolgte mittels Tauchrüttler. Die Einbaugeschwindigkeit war abhängig von der Dichte der Bewehrung und lag bei max. 35 m<sup>3</sup>/h. Die Arbeitsfugen waren vor Betonierbeginn stark vorzunässen. Bei Betonoberflächen in horizontalen und vertikalen Arbeitsfugen war die Entfernung der Zementschlempe nach Ansteifen des Betons mittels Luft-/Wasserblasrohr vorgesehen. Im Bereich von Sichtbetonflächen durfte das Streckmetall in der Arbeitsfuge max. 5 cm zur Sichtbetonfläche verlegt werden. Zur Betonnachbehandlung war das Aufbringen eines Verdunstungsschutzes und zur Befeuchtung (7 Tage) eine Sprinklerleitung vorgesehen.

Für die Verschleißschicht (Hartbeton) im Tosbecken wurde die Betonsorte C35/45 XM3 GK32 (F38) verwendet. Je 100 m<sup>3</sup> Beton war eine Probekörperserie vorgesehen. Die Abriebfestigkeit war mit mind. 60 N/mm<sup>2</sup>

Bild 14: Krafthaus – Maschinengehäuse PIT

Fotos: © Bukowsky

Bild 15: Betonbau Krafthaus – Maschinengehäuse (PIT) vor Verguss





Bild 16: Luftbild Kraftwerk: Arbeiten am Bauabschnitt 2 – Krafthaus auf deutscher Seite – im Vordergrund die alte Kraftwerksanlage

festgelegt. Die Arbeitsfugen (horizontal und vertikal) waren vor Betonierbeginn zu reinigen, Betonreste und die Zementschlempe zu beseitigen und ausreichend zu nassen. Der Betoneinbau der einzelnen Abschnitte erfolgte mittels Krankübel in der Gesamtdicke von 30 cm. Zur Betonnachbehandlung war das Aufbringen eines Verdunstungsschutzes und zur Befeuchtung (7 Tage) eine Sprinklerleitung vorgesehen. Für den Verguss bzw. die Hinterbetonierung der Maschinen- und Stahlbauteile wurde die Betonsorte C25/30 (56) XC3, XF3 (F52) verwendet. Hier waren bezüglich des Betoneinbaues die Vorgaben des Maschinenbaues und des Stahlwasserbaues zu berücksichtigen. Die Betonierkonzepte muss-

ten sowohl auf die vorgegebenen Steiggeschwindigkeiten beim Betoneinbau als auch auf die zulässigen Betonierhöhen abgestimmt werden.

#### Betonsorten (Sonderbetone)

Die Betonherstellung und -lieferung der unten angeführten Sonderbetone (Betonrezepturen) erfolgte durch die Salzburger Sand- und Kieswerke. Der verwendete Zement kam vom Zementwerk Leube und das verwendete Zusatzmittel Fluasit C vom Zementwerk Eiberg. Der Verschleißbeton (Hartbeton) wurde von der Fa. Deisl Beton geliefert. Der verwendete Zement kam vom

Zementwerk Leube. Für die Verschleißschicht (Hartbeton) im Tosbecken wurde ein Beton C35/45 XM3 GK32 (F38) mit einem CEM II BS 42,5N (350 kg/m<sup>3</sup>) und 145 l Wasser pro m<sup>3</sup> Beton verwendet. Als Zusatzstoffe kamen Mikrosilika (21 kg/m<sup>3</sup>), Glenium 330, Micro Air und Pozzolith zum Einsatz.

Bei der Wehranlage wurde zu ca. 94 % mit GK32 und zu ca. 6 % mit GK22 betoniert. Beim Krafthaus ergibt sich die Verteilung des Betons nach dem verwendeten Größtkorn mit: GK11 (2 %), GK16 (3 %), GK22 (13 %), GK32 (82 %). Der durchschnittliche Bewehrungsgehalt der Gesamtanlage lag bei ca. 84 kg/m<sup>3</sup>.

Tabelle 1

| Massenbeton |             |                               |      |       |                 |                   |             |                   |          |         |            |                                   |
|-------------|-------------|-------------------------------|------|-------|-----------------|-------------------|-------------|-------------------|----------|---------|------------|-----------------------------------|
| Kurzbez.    | Verwendung  | Betongüte                     | GK   | Kons. | Zement          | kg/m <sup>3</sup> | Zusatzstoff | kg/m <sup>3</sup> | Z-Mittel | Z-Stoff | LP-Geh.[%] | Wasserbedarf [lt/m <sup>3</sup> ] |
| KWR 1       | Massenbeton | C25/30 (56) XF3, XC3 PB SB RS | GK32 | F45   | CEM II B-S42,5N | 260               | Fluasit C   | 55                | BV       | LPV     | 2,5–5,0    | 175                               |
| KWR 2       | Massenbeton | C25/30 (56) XF3, XC3 PB SB RS | GK22 | F45   | CEM II B-S42,5N | 260               | Fluasit C   | 55                | BV       | LPV     | 2,5–5,0    | 175                               |
| KWR 3       | Massenbeton | C25/30 (56) XF3, XC3 PB SB RS | GK16 | F45   | CEM II B-S42,5N | 270               | Fluasit C   | 55                | BV       | LPV     | 2,5–5,0    | 180                               |
| KWR 4       | Massenbeton | C20/25 (56) XF3, XC3 PB SB RS | GK32 | F45   | CEM II B-S42,5N | 240               | Fluasit C   | 55                | BV       | LPV     | 2,5–5,0    | 175                               |

Tabelle 2

| Vergussbeton/Hinterbetonierung |              |                               |      |       |               |                   |             |                   |          |         |            |                                   |
|--------------------------------|--------------|-------------------------------|------|-------|---------------|-------------------|-------------|-------------------|----------|---------|------------|-----------------------------------|
| Kurzbez.                       | Verwendung   | Betongüte                     | GK   | Kons. | Zement        | kg/m <sup>3</sup> | Zusatzstoff | kg/m <sup>3</sup> | Z-Mittel | Z-Stoff | LP-Geh.[%] | Wasserbedarf [lt/m <sup>3</sup> ] |
| KWR 5                          | Vergussbeton | C25/30 (56) XF3, XC3 PB SB RS | GK16 | F52   | CEM I 42,5RHS | 290               | Fluasit C   | 100               | BV       | LPV     | 2,5–5,0    | 180                               |
| KWR 6                          | Vergussbeton | C25/30 (56) XF3, XC3 PB SB RS | GK11 | F52   | CEM I 42,5RHS | 290               | Fluasit C   | 100               | BV       | LPV     | 4,0–6,0    | 185                               |



Bild 17: Luftbild – Kraftwerk, Überblick über die gesamte Kraftwerksanlage

Foto: © Redl

**5. Messungen**

**Setzungsmessungen am Hauptbauwerk**

Sowohl an der Wehranlage als auch beim Krafthaus wurden Setzungsmessungen durchgeführt. Der Vergleich der berechneten Setzungen mit den gemessenen zeigt bei der Wehranlage eine zum Großteil sehr gute Übereinstimmung. Vom Bodenmechaniker wurden 7 cm in der Bauzeit und 3 cm Nachsetzung angegeben. Im Bereich des Wehrrückens wurden bisher Setzungen von 5,30 bis 7 cm gemessen.

Die Setzungen an der Wehranlage konnten insgesamt dadurch um einiges vermindert werden, dass die oberwasserseitige Bohrpfahlreihe um etwa 4 m in Richtung Unterwasser verschoben wurde. Somit ist im vorderen Teil der Sohlplatte außerhalb der Bohrpfahlumschließung der volle Auftrieb wirksam. Die Standsicherheit des Wehres, die Gleit-, Auftriebs- und Grundbruchsicher-

heit sind dabei nicht nachteilig beeinflusst worden. Beim Krafthaus sind die berechneten Setzungen deutlich größer als die beim Bau effektiv gemessenen. Der Grund dafür dürften die vorweggenommenen Setzungen durch den Bau der Wehranlage sein. So sind die Setzungen im Anschluss an die Wehranlage geringer als an der Uferseite. Mit den Setzungsmessungen konnte auch nachgewiesen werden, dass die Wehrwange aus den Erddruck- und Wasserdruckkräften vom Krafthaus keine Belastungen erhält.

**Piezometermessungen**

Bei der Wehranlage wurden zur Messung des Wasserdruckes für den Betriebsfall zur Dauerbeobachtung unterhalb der Sohlplatte und des Filters insgesamt neun Piezometer eingebaut. Eine Kontrolle der wirksamen Porenwasserdrücke ist mit Lichtlot und Pegelleitungen in den Wehr-

pfeilern möglich. Beim Krafthaus wurden zur Kontrolle der Grundwasserhaltung fünf Piezometer versetzt, eines davon wird zur Dauerbeobachtung weiterverwendet.

**Gleitmikromettermessung**

Im Krafthausbereich wurde noch vor der Ausführung der aufgelösten Bohrpfahlreihe eine 20 m tiefe Bohrung hergestellt und mit einem Gleitmikrometer ausgestattet, um der Frage nachzugehen, wo im Zuge der Bohrpfahlherstellung und danach im Betrieb die Hauptverformungen im Boden auftreten. Die vierte und bisher letzte aktuelle Messung zeigt deutlich, dass die Hauptsetzungen 2 bis 4 m unter dem Sohlniveau der Bohrpfähle auftreten. Die Messung bestätigt die Wirkungsweise der Gründung als „steifen geschlossenen Topf“, der den Salzburger Seeton fest umschließt und die Last tief in den Boden überträgt.

Bild 18: Fischeaufstiegshilfe unterwasserseitig



Bild 19: Stauraum vor Staubeginn



Fotos: © Bukowsky

## 6. Ökologie

Mit dem neuen Kraftwerk Rott wird die Wehrstelle für die in der Salzach vorkommenden Fische von der kleinen Koppe bis zum 10 kg-Huchen wieder überwindbar. Die 38 Fischarten sollten den Weg vom Unterlauf der Saalach in den Stauraum und umgekehrt finden und das Krafthaus auf diese Weise umschwimmen können. Der Fischweg besteht aus einer Kombination von über 50 Einzelbecken mit 20 cm breiten Schlitzen, zwei Wellrohrdurchlässen mit „Borstenelementen“ und drei offenen, frei fließenden Gerinnestrecken. Der Fischweg wird ständig mit einer Wassermenge von 300 l/s dotiert. Bei Überwasser werden zur Erhöhung der Lockströmung zusätzlich bis zu 600 l/s über ein Rohr DN 400 in das unterste Becken abgegeben. Für den Fall seltener Stauraumspülungen bei Hochwasser sorgt eine Notdotations dafür, dass die Tümpel der freien Fließstrecke nicht trocken fallen. Die ökologische Funktionsfähigkeit der Saalach wird auch durch die permanente Abgabe von mindestens 5 m<sup>3</sup>/s Restwasser ins Unterwasser verbessert.

### Technische Daten

**Stauziel:** 415,80 mNN

**Ausbauwassermenge:** 58,5 m<sup>3</sup>/s

**Hochwassersicherheit** (n-1-Regelung) HQ100: 970 m<sup>3</sup>/s

### Stauraumspülungen

Mindestwasserführung für Spülung: 180 m<sup>3</sup>/s

max. Stauspiegelabsenkung/Stauspiegelanstieg: 0,5 m/h

### Wehranlage

Anzahl der Wehrfelder: 3

Durchflussbreite je Wehrfeld: 9 m

Wehrfeldhöhe (ca.): 9,5 m

### Turbinen

Anzahl der PIT-Turbinen: 2

Ausbauleistung gesamt (elektrisch): 5 MW

Bild 20: Kraftwerk unterwasserseitig

Foto: © Bukowsky

