

Zeitschrift: Wasser Energie Luft = Eau énergie air = Acqua energia aria
Herausgeber: Schweizerischer Wasserwirtschaftsverband
Band: 69 (1977)
Heft: 6-7

Artikel: Die baulichen und betrieblichen Anlagen des Aubeckens der Rheinkraftwerke Albbruck-Dogern AG
Autor: Kranich, Lothar / Müller, Kurt
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-941494>

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

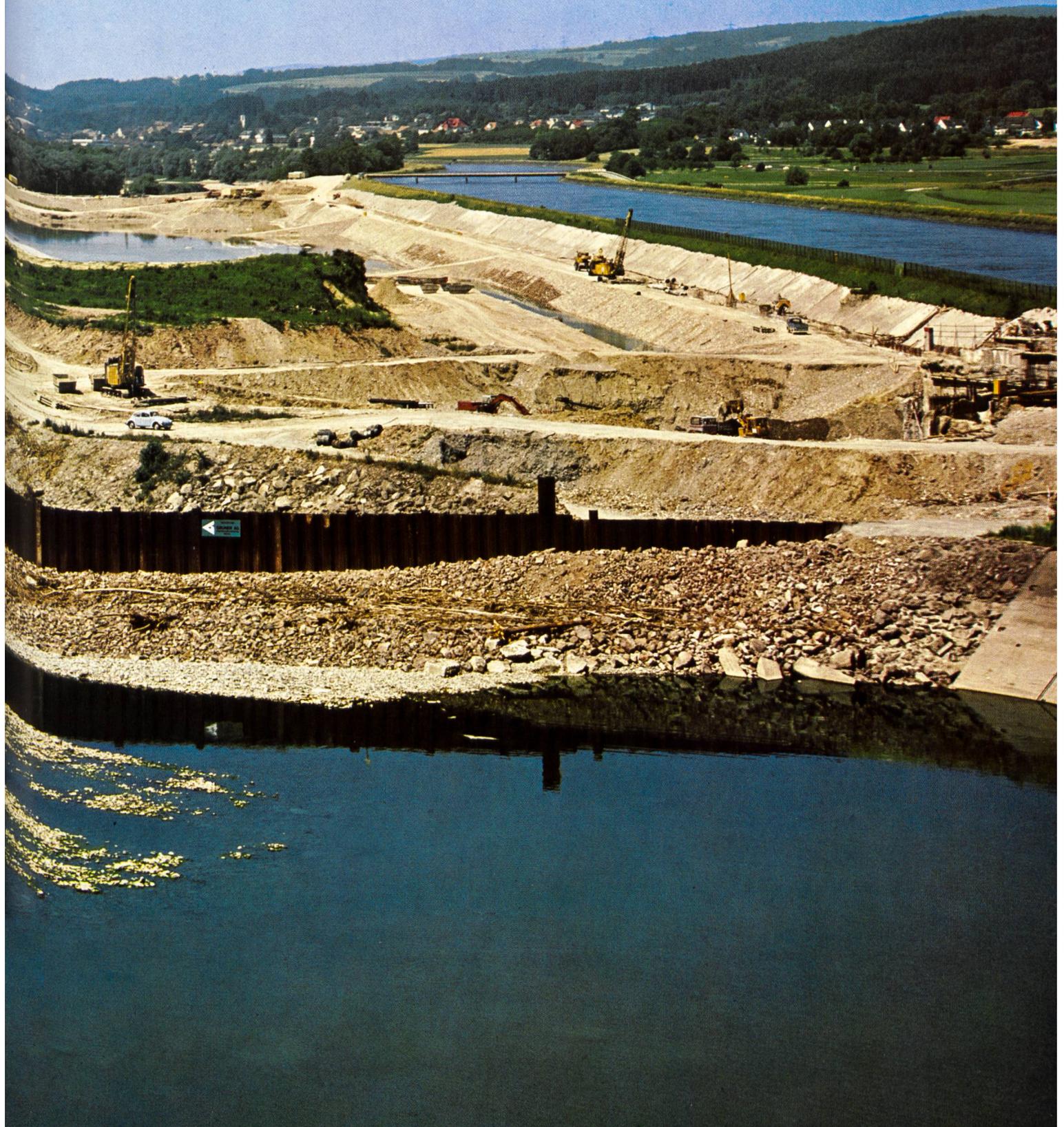
The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media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

Download PDF: 22.07.2025

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

Die baulichen und betrieblichen Anlagen des Aubeckens der Rheinkraftwerk Albbruck-Dogern AG

Lothar Kranich und Kurt Müller



Sonderdruck aus «Wasser, Energie, Luft — Eau, énergie, air» 69 (1977) Heft 6/7.

Bild auf der Vorderseite: Aufnahme der Baustelle für das Aubecken im Juli 1976. Im Vordergrund fliesst der Rhein von rechts nach links. Die Spundwand schliesst die Baugrube für den Auslauf aus dem Becken in den Rhein ab. Im Mittelgrund sind die Aushubarbeiten für das Becken im Gange. Beim Darm zwischen dem Aubecken und dem Oberwasserkanal, der von rechts nach links fliesst, arbeitet ein Kran an der Schlitzwand.

Lothar Kranich und Kurt Müller

1. Zweck des Aubeckens — Aufgabenstellung

1.1 Bisherige Entwicklung der RADAG

Die Rheinkraftwerk Albruck-Dogern AG (RADAG) wurde im Jahre 1929 unter Beteiligung deutscher und schweizerischer Elektrizitätsversorgungsunternehmen in Waldshut gegründet. Nach dreijähriger Bauzeit wurde 1933 das Kanalkraftwerk Albruck-Dogern mit einem 3,5 km langen Oberwasserkanal in Betrieb genommen. Beim Bau des Werkes wurde das Ingenieurbüro Dr. H. E. Gruner, Basel, mit der Bauleitung beauftragt. Die mit den drei Maschinen erzeugte Energie beträgt im Jahresmittel derzeit rund 540 Mio kWh und geht anteilig in das deutsche und schweizerische Verbundnetz.

Bis zum Jahre 1953 wurde die Anlage als reines Laufwasserkraftwerk mit konstantem Oberwasser betrieben. Seit 1953 wird der Stau der RADAG im Rahmen der hydraulischen Kopplung als Unterbecken der Schluchseegruppe bewirtschaftet. Die RADAG hat mit der Bewirtschaftung des Höherstauraumes die Aufgabe übernommen, die durch den Betrieb des Schluchseewerkes verursachten Schwankungen im Rhein zwischen Wasserentnahme und Wasserabgabe des Pumpspeicherwerkes Waldshut auszugleichen. Dabei werden zusammen mit der bei der RADAG erstmals durchgeführten Abflussregulierung schwankende Zuflüsse aus Rhein und Aare nicht verstärkt, sondern — soweit möglich — gedämpft. Der Inhalt des Höherstauraumes im Rhein beläuft sich bei Mittelwasser auf rund 1 Mio m³ bei einer Amplitude von 50 cm (Stauspiegelschwankung 314,00 bis 314,50 m aSH¹⁾). In den Bewilligungen und Unterliegerverträgen sind die genauen Bedingungen festgelegt.

1.2 Aufgaben des Aubeckens (Bewirtschaftung)

Neben den ursprünglichen Aufgaben der Pumpspeicherwerke — Bereitstellung von Spitzenstrom, Einsatz von Momentanreserve, Tag- und Nachtausgleich der Grundlast und einem gewissen Saisonausgleich — kamen neue bzw.

veränderte Aufgaben hinzu. So vor allen Dingen die automatische Frequenzregulierung und die Deckung von 12- bis 14-Stunden-Bändern bei Störungen. Ferner wird durch eine verknappte Bereitstellung von Pumpstrom und eine dadurch bedingte Verkürzung der Pumpzeiten innerhalb der Woche der Schwerpunkt des Pumpens auf das Wochenende verlegt. Des weiteren wird bei einem entsprechenden Speicherraum eine Langzeitreserve beim Ausfall der immer grösser werdenden thermischen Blöcke gewünscht.

Die zuvor beschriebenen Aufgaben können im Rahmen der bestehenden Konzessionen und Unterliegerverträge noch besser mit einem zusätzlichen Speicherraum erfüllt werden. Es war demnach die Aufgabe gestellt, einen zusätzlichen Stauraum im Rheingebiet zu schaffen, mit dem die zuvor genannten Aufgaben vorteilhafter gelöst werden können. Man fand diesen Stauraum auf der Insel zwischen dem Rheinbett und dem Kanal zum Kraftwerk Albruck-Dogern, auf Gemarkung Dogern. Der zusätzliche Speicherraum wird «Aubecken» genannt.

Das Aubecken dient somit der Vergrößerung des bewirtschaftbaren Speichervolumens bei der RADAG um etwa 2 Mio m³. Der dann insgesamt rund 3 Mio m³ grosse bewirtschaftete Stauraum soll künftig im Rahmen der bisherigen Konzessionen und behördlich anerkannten Unterliegerverträge zusammen mit den bestehenden Höherstauräumen der Rheinkraftwerke Säkingen und Ryburg-Schwörstadt als Ausgleichsbecken für den Betrieb der Anlagen der Schluchseewerk AG eingesetzt werden. Dabei umfasst die Bewirtschaftung:

- Speichern von Turbinenwasser der Schluchseewerk AG;
- Bereitstellung von Pumpwasser für die Schluchseewerk AG;
- Speicherung von konzessionierten Rückhaltungen aus der fließenden Welle.

Mit dem Bau und Betrieb des Aubeckens wird die RADAG in einem noch stärkeren Masse zu einer Mehrzweckanlage; ihre ursprüngliche Aufgabe, Strom zu erzeugen, wird um weitere wasserwirtschaftliche Aufgaben erweitert.

Die Planfeststellungs- und Bewilligungsurkunde des Regierungspräsidiums Freiburg machte den Baubeschluss des Aufsichtsrates vom Mai 1975 rechtskräftig. Mit dem Bau wurde dann im Sommer 1975 begonnen. Die Firma Gruner AG, Basel, wurde wiederum mit der Detailprojektierung und der Bauleitung beauftragt (Bild 1).

¹⁾ Alle Höhenangaben beziehen sich auf den alten Schweizer Horizont R. P. N. 376,86. Die Umrechnungsbeziehungen zwischen alten und neuen Schweizer Höhen sowie zu Höhen bezogen auf Normalnull (NN) sind folgende:

$$\begin{aligned} \text{aSH} &= \text{NN} + 3,68 \text{ m} \\ \text{aSH} &= \text{nSH} + 3,26 \text{ m} \end{aligned}$$

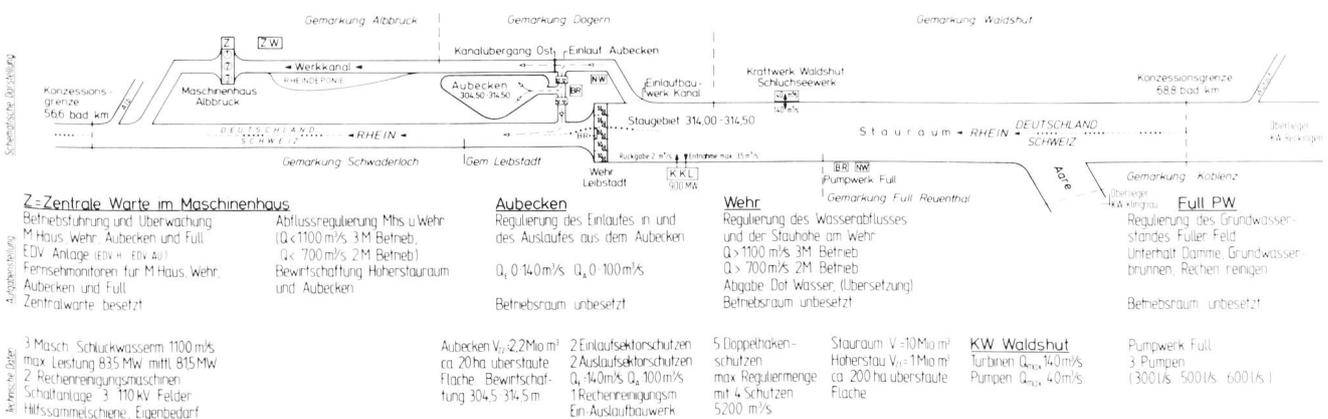


Bild 1. Gesamtkonzept Betrieb und Unterhalt Maschinenhaus — Wehr — Aubecken — Full, Stand März 1976.

2. Technische Beschreibung

2.1 Lage und Inhalt

Das Aubecken wird auf der Auinsel errichtet, die im Norden durch den Werkkanal des Kraftwerkes Albrück-Dogern und im Süden vom Rheinbett begrenzt ist (Bild 2). Die Auinsel war teils bewaldet, in der Umgebung des früheren Ahofes wurde sie teilweise auch als Kulturland genutzt. Die Uferpartien längs des Rheinlaufes wiesen Koten von 309 m bis 310 m aSH auf und wurden bei grossen Hochwassern überflutet. Gegen den Werkkanal hin war die Insel bis Kote 314,00 m aSH mit einer Materialdeponie bedeckt, die vom früheren Bau des Kraftwerkes stammte.

Für die Errichtung des Aubeckens wird die Insel bis auf die Beckensohle abgetragen und von einem Ringdamm umgeben. Auf der Rheinseite geschieht dies durch Schüttung eines Erddammes längs der ursprünglichen Uferlinie; auf der Seite Werkkanal wurde der bestehende Damm durch eine Anschüttung und Dichtung ergänzt und bildet den nördlichen Beckenabschluss (Bilder 3 bis 5).

Das Becken weist einen nutzbaren Inhalt von etwa 2,2 Mio m³ auf; es wird zwischen den Koten 314,50 m und 304,50 m aSH bewirtschaftet. Die eigentliche Beckensohle befindet sich etwa 1,60 m unter der tiefsten Absenknote, so dass auch bei völlig abgesenktem Beckenspiegel für die Tierwelt der nötige Lebensraum erhalten bleibt.

Das Becken wird aus dem Werkkanal über das Einlaufbauwerk gefüllt und über das Auslaufbauwerk zum Rhein hin entleert. Das Auslaufbauwerk mündet 150 m unterhalb des Stauwehres Dogern ins Flussbett aus. Die Kombination des Ein- und Auslaufbauwerkes ergibt sich aus dem

Bemühen, die Rückgabestelle direkt unterhalb des Stauwehres Dogern zu legen, damit der alte Rheinlauf auf seine ganze Länge mit Frischwasser versorgt wird.

2.2 Geologie

Die geologischen Verhältnisse im Gebiet des Aubeckens sind durch eine Reihe von Kernbohrungen abgeklärt worden. Entsprechend seiner Lage am Rande des südlichen Schwarzwaldfusses baut sich der tiefe Untergrund der Auinsel aus Grundgebirge, vorwiegend aus lagigem Gneis, auf.

Auf diesem Gneis lagert auf fast der gesamten Beckenfläche ein Schichtpaket von Buntsandstein mit einer Mächtigkeit von bis zu 17,0 m. Eine Ausnahme davon bildet lediglich ein beschränkter Abschnitt am westlichen Ende des Beckens, wo der Buntsandstein vom Rhein wegerodiert wurde. Ueber diesem Buntsandstein folgen Schichten des unteren Muschelkalkes von wechselnder Mächtigkeit bis zu 23,5 m. Auch dieser Muschelkalk ist im Westabschnitt des Beckens durch den Rhein abgetragen worden. Die Grenzfläche zwischen dem liegenden Buntsandstein und dem hangenden Muschelkalk fällt mit etwa 2 Grad nach Süd-Ost ein. Sowohl der vorwiegend sandig-tonige Buntsandstein, als auch der mergelige untere Muschelkalk weisen beide eine gute Dichtigkeit auf.

Ueber den Buntsandstein- und Muschelkalkschichten wurden fluvioglaziale Kiese und Sande aus dem alpinen und Schwarzwälder Einzugsgebiet des Rheins abgelagert, die in Oberflächennähe in Schluff übergehen. Die gesamte Mächtigkeit der Kiese und Sande schwankt zwischen 10 und 20 m; davon sind 2 bis 3 m als Schluff vorhanden. Ge-

Bild 2. Flugaufnahme des Aubeckens vom 6. März 1977.

(Foto Sokolowski, Konstanz)



Bild 3. Lageplan des Aubeckens

Aubecken		Ein- und Auslaufbauwerk
Inhalt	2,2 Mio m ³	Einlauf $Q_E = 140 \text{ m}^3/\text{s}$
Stauziel	314,50 m ü.M.	Auslauf $Q_A = 100 \text{ m}^3/\text{s}$
Absenkziel	304,50 m ü.M.	
Dammkrone	316,00 m ü.M.	

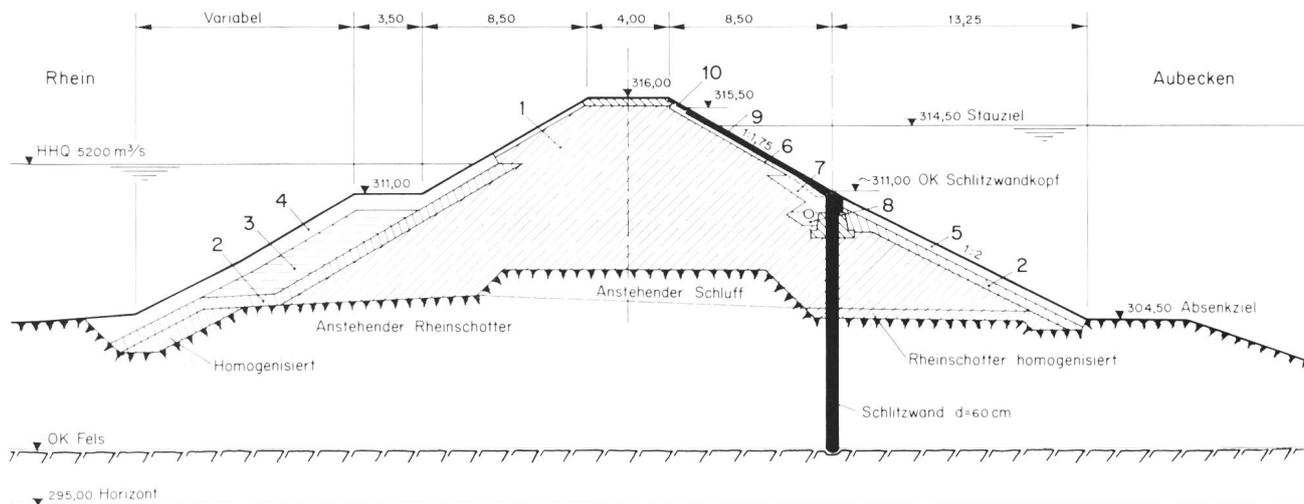
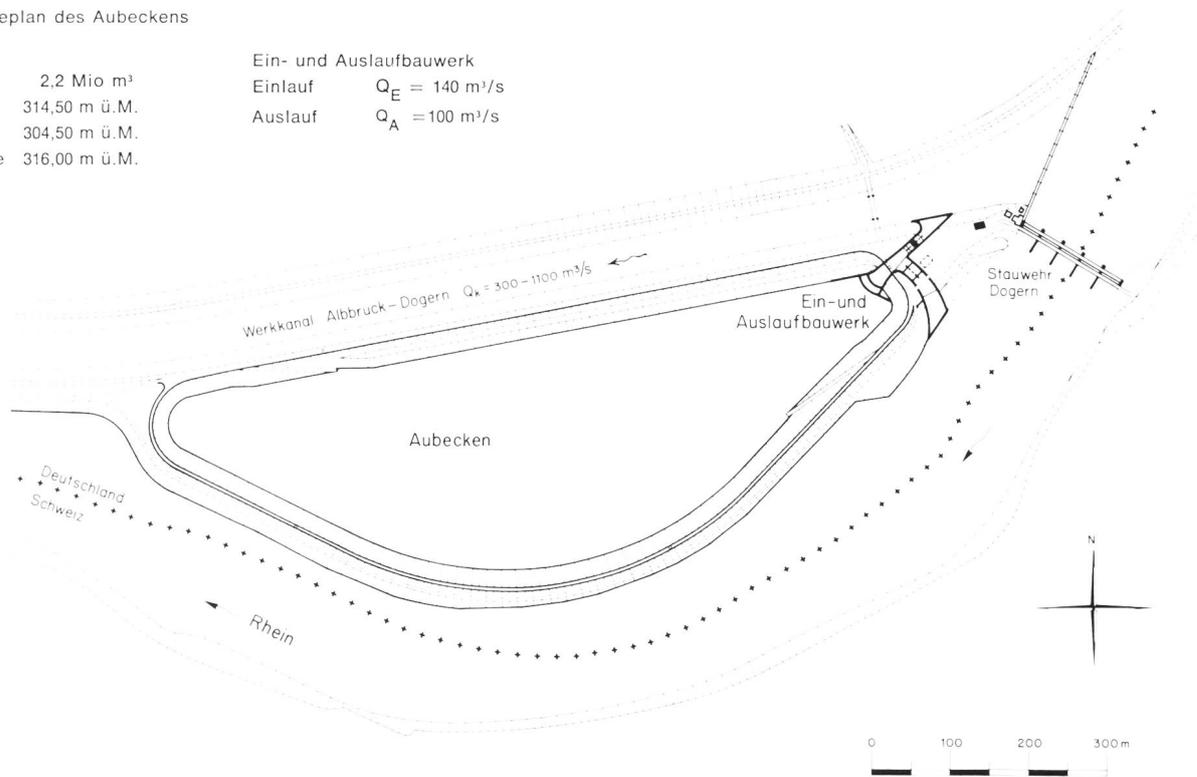


Bild 4. Querschnitt durch den Beckendamm Rheinseite im Masstab 1:400. 1 Rheinschotter, verdichtet; 2 Filter, Durchmesser 5 bis 200 mm; 3 Felsschutt aus vorhandener Deponie; 4 Böschungsschutz Rheinseite; 5 Böschungsschutz 150 bis 300 mm; 6 Brechsotter 0 bis 40 mm; 7 Filter, Durchmesser 5 bis 56 mm; 8 Sand, Durchmesser 0 bis 5 mm; 9 Asphaltbeton, Binder 5 cm, Dichtung 8 cm; 10 Gitterrasensteine.

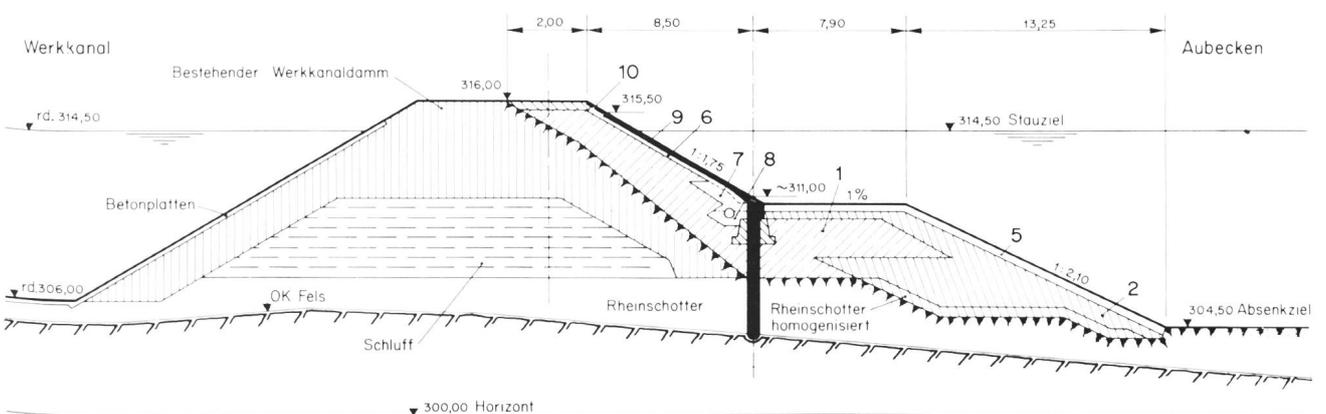


Bild 5. Querschnitt durch den Beckendamm Kanalseite im Masstab 1:400. Legende siehe Bild 4.

gen den Werkkanal hin waren die genannten Verlandungs-sedimente mit Aushub- bzw. Ausbruchmaterialien vom Bau des Rheinkraftwerkes Albruck-Dogern überdeckt, wobei es sich teils um Kies, Sand und Schluff, teils um Fels handelt.

Die Sohle des Aubeckens liegt zwischen den Koten 302,90 und 304,50 m aSH durchwegs in den Rheinschottern, die in dieser Tiefe häufig zu Nagelfluhbänken verfestigt sind.

Eine mögliche Beeinflussung des Rheingrundwasserstromes durch den Bau und Betrieb des Aubeckens wurde sorgfältig untersucht. Die diluviale Rheinrinne, der Hauptgrundwasserträger, verläuft nach den Untersuchungen von H. Heusser²⁾ im Bereich des Aubeckens nördlich des heutigen Rheinlaufes. Die für das Aubecken durchgeführten Kernbohrungen und die im Ein- und Auslaufbauwerk ange-troffene Felslage deuten darauf hin, dass diese Annahme richtig ist. Da das Aubecken, wie später noch dargelegt wird, durch Schlitzwände vollständig vom Grundwasser-träger abgeschlossen ist, kann eine Beeinflussung des Hauptgrundwasserstromes, der auf der Schweizer Seite

talparallel verläuft, ausgeschlossen werden. Ein zukünftiger Aufstau auf deutscher Seite durch die Schlitzwand des Aubeckens erscheint zwar möglich, sollte sich jedoch in geringem Rahmen halten, da das Grundwasser in das bisher vorhandene Drainagesystem im Dogerner Feld austreten kann. Qualitativ wird das Grundwasser wegen der bereits erwähnten vollständigen Beckenabdichtung nicht verändert.

2.3 Ein- und Auslaufbauwerk

Die der Füllung und Entleerung des Aubeckens dienende kombinierte Anlage des Ein- und Auslaufbauwerkes liegt am Ostrand des Beckens im verbleibenden Dreieck zwischen Rhein und Werkkanal (Bilder 6 bis 8). Dieses, wegen seiner Doppelaufgabe hydraulisch anspruchsvolle Bauwerk ist im Modellversuch aufgrund der im folgenden aufgeführten Betriebsfälle eingehend überprüft und optimiert worden.

Entsprechend der Betriebspläne soll das Aubecken bei Rheinwasserführungen von $Q_{Rh} = 300$ bis $2000 \text{ m}^3/\text{s}$ bewirtschaftet werden. Dabei wird der Turbinendurchfluss im Werkkanal $Q_k = 300$ bis $1100 \text{ m}^3/\text{s}$ betragen; der in den Turbinen nicht nutzbare Rest der Rheinwassermenge fließt

²⁾ H. Heusser: Beiträge zur Geologie des Rheintales zwischen Waldshut und Basel. «Beiträge zur Geol. Karte der Schweiz, neue Folge» 57. Lieferung, II. Abt., Bern 1926.

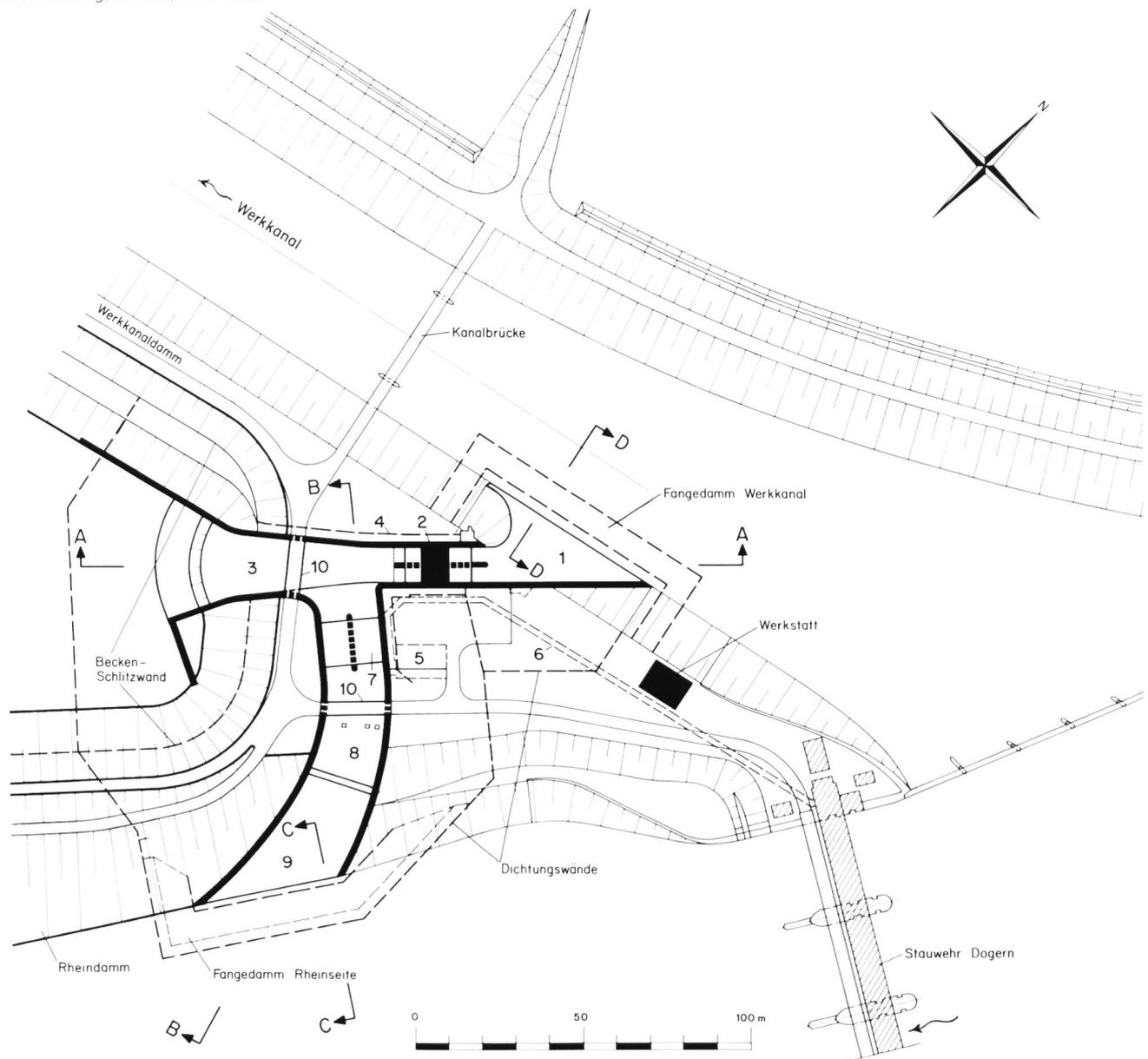


Bild 6. Lageplan Ein- und Auslaufbauwerk im Masstab 1:2000. Einlaufbauwerk: 1 Einlaftrompete; 2 Einlaufwehr und Betriebsgebäude; 3 Tosbecken und Endschwelle; 4 Baugrubenschlitzwand; 5 Dammbalkenlager; 6 Kabelkanal. Auslaufbauwerk: 7 Auslaufwehr; 8 Tosbecken; 9 Auslaufkanal; 10 Brücken. Schnitt A—A siehe Bild 7. Schnitt B—B siehe Bild 8, Schnitt C—C Bild 12 und Schnitt D—D Bild 14.

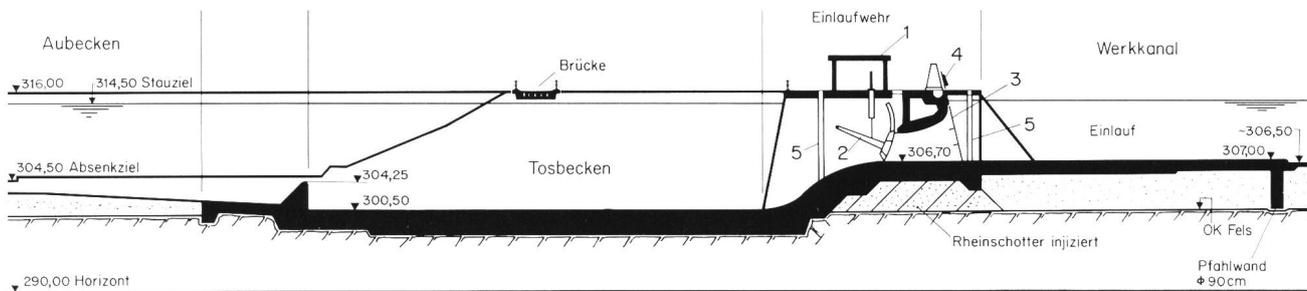


Bild 7. Längenschnitt A—A durch das Einlaufbauwerk im Massstab 1:1000. 1 Betriebsgebäude; 2 zwei Segmentschützen 3,6 x 4,4 m; 3 Rechen; 4 Rechenreinigungsmaschine; 5 Dammbalken. Profilspur siehe Bild 6.

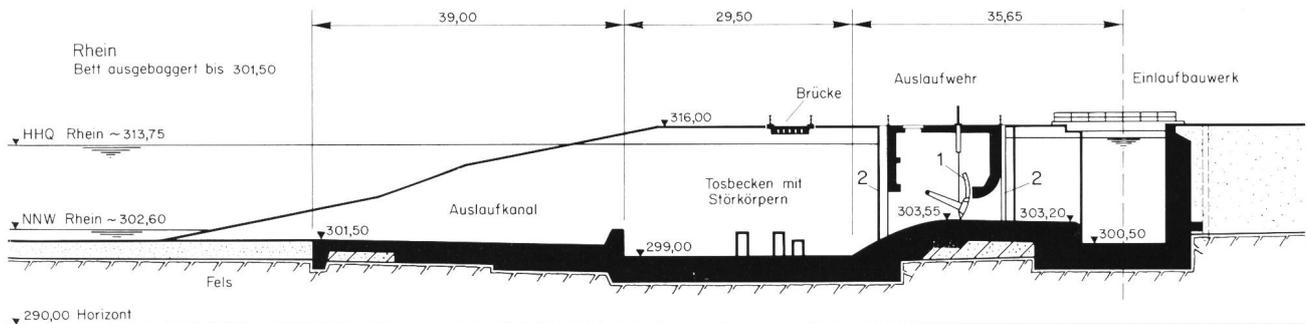


Bild 8. Längenschnitt B—B durch das Auslaufbauwerk im Massstab 1:1000. 1 zwei Segmentschützen 2,7 x 7,75 m; 2 Dammbalken. Profilspur siehe Bild 6.

über das Stauwehr Dogern ab. Aus dem Werkkanal kann bei einem Stau von 314,00 bis 314,50 m aSH beim Wehr Dogern dem Aubecken eine Wassermenge von 140 m³/s zugeleitet werden, wobei diese in der Endphase der Beckenfüllung allmählich abnimmt. Der Auslauf aus dem Becken in den Rhein wird auf $Q_A = 100 \text{ m}^3/\text{s}$ begrenzt, er ist bei tiefen Beckenständen massgeblich von der Höhe der Vorflut im Rhein abhängig.

Das Einlaufbauwerk

Das Einlaufbauwerk (Bilder 6, 7 und 9) hat vom Werkkanal bis zum Ende des Tosbeckens eine gesamte Achslänge von nahezu 140 m. Sein eigentlicher Wehrkörper mit Tauchbalken, Ueberlaufschwelle und Zwischenpfeiler weist zwei Durchflussöffnungen von 3,60 x 4,40 m auf, in denen die Einlaufwassermenge durch Segmentschützen reguliert wird. Der Wehrkörper ist zudem mit Einlaufrechen, Rechenreinigung, Dammbalkenverschlüssen und dem Betriebsgebäude für die Regulierorgane ausgestattet.

Bei der Gestaltung der Abzweigung des Einlaufes vom Werkkanal war der Variation der Wassermengen im Werkkanal (300 bis 1100 m³/s) Rechnung zu tragen. Während oberstromig eine einfache gradlinige Verschneidung des Einlaufes mit der bestehenden Kanalböschung möglich war, musste wegen der bei geringen Kanalwassermengen gegen den Einlauf hin auftretenden ausgeprägten Querströmung die unterstromige Kanalverschneidung in Form eines Kegels ausgebildet werden, der bis zur Einlaufsohle heruntergezogen wird.

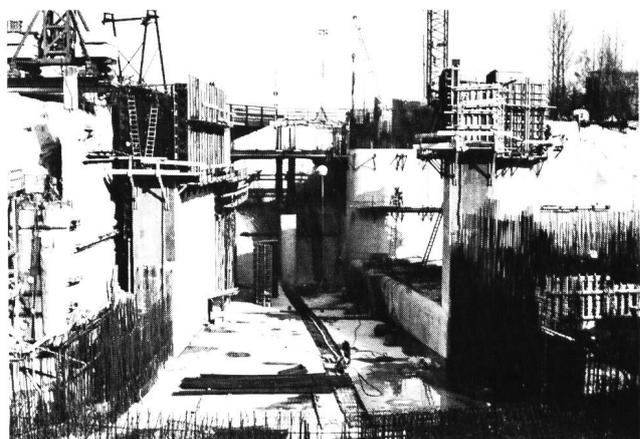
In Richtung Becken ist dem Einlaufbauwerk ein trompetenförmig erweitertes Tosbecken angefügt, dessen bogenförmig ausgelegte Endschwelle zusätzlich als Ueberfall wirkt und damit auch bei völlig abgesenktem Becken für die Zuflussmenge von 140 m³/s die erforderliche Energieumwandlung im Abfluss gewährleistet. Bei der Bemessung des Tosbeckens war ausserdem auf die Bedingungen der Beckenentleerung Rücksicht zu nehmen, welche die Höhenlage der Tosbeckenendschwelle nach oben begrenzte.

Auslaufbauwerk

Im Tosbeckenbereich des Einlaufes zweigt das 17 m breite Auslaufbauwerk (Bilder 6 und 8) rechtwinklig ab, wobei sich der Auslaufrücken etwa 3 m über der Tosbeckensohle erhebt. Auch der Auslauf ist als zweifeldiges Tauchbalkenwehr mit Segmentschützen ausgebildet, welche die Abmessungen 2,70 x 7,75 m aufweisen. An den Wehrkörper, der gleichfalls mit Dammbalkennotverschlüssen ausgestattet ist, schliesst sich in einer ausgeprägten Rechtskrümmung das Tosbecken und der auf 100 m³/s dimensionierte Auslaufkanal zum Rhein an. Diese Krümmung war erforderlich, weil aufgrund behördlicher Auflagen bezüglich Schifffahrt und Erosionsschutz bei der Wasserrückgabe in den Rhein die Strömung möglichst uferparallel und in der Geschwindigkeit auf etwa 1,0 m/s begrenzt sein muss. Im Bereich der dem Auslauf vorgelagerten Rheininsel beträgt die Geschwindigkeit weniger als 0,5 m/s.

Bei der hydraulischen Bemessung des Auslaufes war vor allem die Umlenkung des Wasserstromes zu berücksichtigen. Trotz der 90°-Umlenkung bei der Anströmung des

Bild 9. Das Einlaufbauwerk im November 1976.



Auslaufes vom Aubecken her ist es durch geeignete Abrundungen gelungen, bei gleicher Stellung der Segment-schützen eine weitgehend symmetrische Beaufschlagung der beiden Wehrfelder zu erreichen. Im Tosbecken ist der Rechtskrümmung durch eine im Kanalquerschnitt variable Höhe der Endschwelle Rechnung getragen worden. Um auch im Revisionsfall das Becken mit nur einer Auslaufschütze entleeren zu können, sind im Tosbecken Störkörper eingebaut, die den Schussstrahl aufreissen und über das Tosbecken verteilen. Bei der Wasserrückgabe in den Rhein ist die Kote der Endschwelle des Auslaufkanals mit 301,50 m aSH, auf die Rheinbaggerung abgestimmt.

Das Ein- und Auslaufbauwerk muss auch bei völlig entleertem Aubecken und Rheinhochwasserständen bis Kote 311,00 m aSH entsprechend einer gesamten Rheinwasser-menge von 3700 m³/s, standfest sein. Da eine Dauerverankerung des Bauwerks im Felsuntergrund ausschied, ist für das Bauwerk die Gewichtsbauweise mit schlaffer Armierung zur Ausführung gekommen. Mit Ausnahme der obersten Einlaufpartie ist das Ein- und Auslaufbauwerk auf dem Fels (Muschelkalk) aufgelagert. Im Bereich des Ueberfall-rückens im Einlauf wurde ein Teil der Anlagen auf Rheinschotter aufgelagert, hier wurden allfällig vorhandene Rollschichten im Kies durch Injektionen aufgefüllt. Für die beiden Wehrbrücken über dem Ein- und Auslauf kommen vorfabrizierte Vorspannträger und Platten zum Einbau.

Ueber die Dimensionen des Ein- und Auslaufbauwerkes geben folgende Hauptkubaturen Auskunft: Aushub 110 000 m³, Schalung 12 000 m³, Beton 23 000 m³, Bewehrung 3000 t.

2.4 Beckendichtung und Beckendamm

Beckendichtung

Die unmittelbare Nähe des Rheins und die daraus resultierenden grossen und raschen Schwankungen des Flusswie auch des Grundwasserspiegels wirken sich entscheidend auf das Konzept der Beckendichtung aus. Der Projektierung waren Fluktuationen des Rheinwasserspiegels im Unterwasser des Stauwehres Dogern zwischen den Koten 302,60 m aSH bei Niedrigstwasser (NNQ = 260 m³/s) und 313,50 m aSH zugrunde zu legen, was etwa einem 1000-jährigen Hochwasser (HHQ = 5200 m³/s) entspricht. Diesen möglichen äusseren Wasserspiegellagen stehen Wasserspiegelbewegungen im Becken entgegen, die sich in den Grenzen 304,50 m und 314,50 m aSH halten. Da eine Koinzidenz zwischen Rheinhochwassern und ganz oder teilweise entleertem Becken nicht ausgeschlossen werden kann, schied die Anwendung einer Oberflächendichtung auf der Beckensohle und im unteren Bereich der Dammböschung wegen des Auftriebes aus. Dank der geringen Tie-

Bild 10. Abteufen der Beckenschlitzwand am 26. Januar 1976.



fe der Felsoberfläche ergab sich die Möglichkeit, die erforderliche Untergrundabdichtung und damit auch die völlige Abriegelung des Beckens vom Grundwasser durch eine längs des Ringdammes abgeteufte und im Fels eingebundene betonierte Schlitzwand zu erzielen. Wie aus den Normalprofilen für den Beckendamm auf der Rhein- und Werkkanalseite hervorgeht (Bilder 4 und 5), ist die Schlitzwand im Damm aussermittig auf der Beckenseite angeordnet und zwar derart, dass ihr Kopf auf Kote 311 m aSH in der Beckenböschung liegt. Die Fortsetzung der Bekendichtung oberhalb der Schlitzwand übernimmt eine auf der Böschung liegende Oberflächendichtung aus Asphaltbeton.

Die Beckensohle bleibt unverkleidet; sie wird aus den natürlich gelagerten Kiessanden gebildet. Das gewählte Konzept mit einer beckenseitig aufgelagerten Asphaltbetondichtung oberhalb der Kote 311 m aSH bedingt, dass das fertige Becken bei Rheinhochwassern, welche diese Kote überschreiten, auf jeden Fall geflutet werden muss. In Anbetracht der Seltenheit eines solchen Vorkommnisses war diese Bedingung mit den Betriebsplänen für das Becken vereinbar. Die genannte Bedingung gilt auch als massgebend für den Bauvorgang des Beckens und des Ein- und Auslaufbauwerkes.

Reindamm

Der Reindamm (Bild 4) wird aus den Kiessanden des Rheinschotters aufgebaut. Auf der Flussseite ist die Böschung 1:1,7 geneigt und weist eine Berme von 3,5 m Breite auf. Auf der Beckenseite betragen die Böschungsneigungen 1:1,75 im Bereich der Oberflächendichtung und 1:2 unterhalb des Schlitzwandkopfes. Für die Gründung der Dammschüttung muss im Bereich der Dammfüsse allfällig vorhandener Schluff bis auf den anstehenden Rheinschotter abgetragen werden. Wo anstehender Rheinschotter die Unterlage von Filtern bildet, ist er auf eine Mindestdicke von 50 cm zu homogenisieren, worunter das Aufreissen der oft wechsellagernden feinen und groben Schichten des Rheinschotters und deren Vermischung zu verstehen ist.

Auf der Rheinseite besitzt der Beckendamm einen Böschungsschutz aus Natursteinblöcken, deren Minimalgrösse abschnittsweise den im Rhein bei Hochwassern zu erwartenden Wassergeschwindigkeiten angepasst ist. Der Uebergang vom Rheinschotter zum Blockwurf ist filterfest ausgebildet. Die Böschung auf der Beckenseite wird unterhalb des Schlitzwandkopfes durch Rheinschotter, Filtermaterial und einem Wellenschutz aus gebrochenen Steinen der Grösse 15 bis 30 cm gebildet. Die Oberflächendichtung oberhalb der Schlitzwand baut sich aus 15 cm Brechsotter als Unterlage, 5 cm Binderschicht und der 8-cm-Dichtungsschicht aus Asphaltfeinbeton auf. Der dichte Anschluss des Asphaltfeinbetons an den Kopf der Schlitzwand wird durch ein Kupferfugenblech hergestellt. Hinter dem Schlitzwandkopf ist eine Längsdrainage eingebaut, um damit den Aufbau eines Wasserdruckes hinter der Oberflächendichtung z. B. nach längeren Rheinhochwassern auszuschliessen.

Beckenschlitzwand

Die Beckenschlitzwand (Bild 10) wurde von einem Arbeitsplanum aus abgeteuft, das als erstes Stadium der Dammschüttung vorgezogen wurde. Entsprechend der Felslage variiert die Höhe der Schlitzwand zwischen 6 und 20 m; im Mittel beträgt sie etwa 13,20 m. Die Wand ist 60 cm stark und wurde in Elementen von 5,5 m Länge errichtet. Unten ist die Schlitzwand 30 cm in den Fels eingebunden.

Die gesamte Fläche der Schlitzwand beträgt rd. 29 000 m², ihre Länge rd. 2200 m. Entsprechend der möglichen Belastungsfälle im Bauzustand — Teilschüttungen, Rheinhochwasser bei leerem Becken — ist die Wand in ihrem oberen Teil von Kote 310 bis 302 m aSH armiert. Es waren hierfür etwa 1000 t Stahl erforderlich. Zur Sicherstellung der Wasserdichtigkeit wurden die Fugen zwischen den Elementen, wie auch der Anschluss an den Fels mit Injektionen verpresst. Hierfür kamen bereits bei der Betonierung der Wand die erforderlichen Rohre zum Einbau.

Werkkanaldamm

Auf der Seite des Werkkanals (Bild 5) lehnt sich der Bekkendam an den bestehenden Kanaldamm an. Die Bekkendichtung erfolgt in gleicher Weise wie im Rheindamm durch die Kombination Schlitzwand-Oberflächendichtung. Wegen der zum Teil hohen Lage der Felsoberfläche und der geringen Scherfestigkeit des anstehenden Tonmergels, mit einem wirksamen Scherwinkel von nur 23°, waren geeignete Massnahmen zur Sicherstellung der erforderlichen Gesamtstabilität der beckenseitigen Böschung zu ergreifen. Als sicherste Lösung wurde die Ausführung einer Vorschüttung von rd. 8 m Breite aus gut durchlässigem Material zwischen Dammfuss und Schlitzwandkopf gewählt.

Kubaturen und Deponien

Die beim Bau des eigentlichen Beckens anfallenden hauptsächlichsten Kubaturen sind in runden Zahlen die folgenden:

Aushub im Becken und Dammfundation	1 600 000 m ³
davon verwendbarer Rheinkies	500 000 m ³
unbrauchbares Material/Schluff	1 100 000 m ³
Dammschüttung	320 000 m ³
davon Stützkörper aus Rheinkies	220 000 m ³
Filtermaterial	70 000 m ³
Erosionsschutz	30 000 m ³
Oberflächendichtung	20 000 m ²

Von den ausgehobenen überschüssigen Materialien wurden rd. 500 000 m³ in einer Deponie längs des Rheins angelegt; die restlichen 780 000 m³ fanden für Rekultivierungszwecke in Kiesgruben der näheren Umgebung Verwendung.

2.5 Bauhilfsmassnahmen, Baugrubenabschlüsse und Fangedämme

Becken

Während für die Erstellung des Ein- und Auslaufbauwerkes Baugrubenabschlüsse und Fangedämme errichtet werden mussten, liess sich im Becken die nötige Freihaltung der tiefliegenden Arbeitsstellen von Rhein- und Grundwasser lediglich durch einen gezielten Bauvorgang im Beckendamm sowie durch Ausnützung der Niederwasserperioden erreichen. Demgemäss war in einer ersten Phase die Schüttung des Dammes und die Fertigstellung der Schlitzwand auf der Rheinseite zu forcieren. Dabei galt es, den Böschungsschutz möglichst gleichzeitig mit der Schüttung hochzuziehen. In einer zweiten Phase kam dann die Schlitzwand auf der Werkkanalseite zur Ausführung. Nach dem Schliessen des Schlitzwandringes war in einer dritten Phase das im abgedichteten Becken noch vorhandene Wasser soweit abzupumpen, dass der Beckenaushub und die Restarbeiten an den inneren Dammböschungen beendet werden können. Dieser vorgezeichnete Bauvorgang liess sich gut realisieren; die Arbeiten der dritten Phase sind zur Zeit im Gange. Die geringe notwendige Pumpenleistung für die Wasserhaltung im Becken lässt erkennen, dass die Beckenabdichtung mit Hilfe der Schlitzwand bestens gelungen ist.

Da, wie schon früher erwähnt, das Becken bei ausserordentlichen Hochwassern über die Kote 311 m aSH auch im Bauzustand geflutet werden muss, wurde im rheinseitigen Beckendamm eine Flutungsöffnung ausgespart, die erst geschlossen wird, wenn das Becken über das Auslaufbauwerk unter Wasser gesetzt werden kann.

Ein- und Auslaufbauwerk

Da die Bauarbeiten für das Ein- und Auslaufbauwerk unabhängig von jenen des Beckens verlaufen und ausserdem weit tiefliegendere Aushubskoten erreicht werden müssen, waren die beiden Baugruben in bezug auf die Wasserhaltung vom Anfang bis zum Beginn der Schlussphase vollständig zu trennen.

Die Baugrubenabschlüsse für das Ein- und Auslaufbauwerk haben die Baugrube gegen Rheinhochwasser bis Kote 311 m aSH und Schwallwellen im Werkkanal bis Oberkante der Dammkrone auf Kote 316 m aSH abzusichern. Entsprechend der Bedeutung, die der Werkkanal des Rheinkraftwerkes Albbruck-Dogern im ganzen Baugeschehen einnimmt, und den damit zusammenhängenden Sicherheitsbedingungen, wurde für den engeren Bereich der Abzweigung vom Werkkanal eine spezielle Baugrube konzipiert, die gegen das Becken hin erst dann geöffnet wird, wenn der eigentliche Wehrkörper des Einlaufbauwerkes — allerdings noch mit provisorischen Verschlüssen versehen — seine Funktion als Abschluss erfüllen kann. Der ausserhalb des eigentlichen Einlaufabschnittes liegende Teil des Einlaufbauwerkes wurde zur Erleichterung des Arbeitsablaufes grossräumig umschlossen, wobei in der Uferpartie zum Rhein ein Fangedamm und im übrigen Schlitzwände zur Ausführung kamen. Im folgenden soll nun auf einzelne Besonderheiten der Abschlüsse und Baumassnahmen eingegangen werden (Bilder 6 und 11).

Schlitzwände

In der Nähe des Werkkanals, wo es die Platzverhältnisse nicht zulieszen, den Aushub natürlich abzuböschten, wurde die Baugrube des Einlaufbauwerkes mit ausgesteiften oder rückverankerten Eisenbetonschlitzwänden gesichert, die 0,30 m, in Sonderfällen bis 1,00 m, in Fels einzubinden waren. Auf die Wandhöhe von 16 m erwiesen sich 3 Ankerlagen als notwendig; verankert wurde die Wand je nach Höhenlage im Fels oder Lockergestein. Die Schlitzwände befinden sich 1,50 m hinter den Seitenmauern des Einlaufes und werden beim Einfüllen des Zwischenraumes wieder entspannt. Im Mittelabschnitt des Einlaufes, wo der Fels 2,5 bis 3,0 m tief auszuheben war, konnte die Felsstrosse ohne stützende Massnahme belassen werden; der Kalkmergel war lediglich durch Gunit vor der Verwitterung zu schützen. Der Anschluss der Schlitzwand an den Fels erwies sich praktisch als wasserdicht. Wasseraustritte geringen Ausmasses waren lediglich bei den Ankern zu verzeichnen.

Ausserhalb des engeren Bereiches des Werkkanals erfolgte die Baugrubenumschliessung mit Dichtungswänden, d.h. mit Schlitzwänden von ebenfalls 60 cm Stärke, die aber nicht mit Beton, sondern mit einem geeigneten Bentonit-Zement-Gemisch aufgefüllt wurden, dessen Festigkeit mit ca. 4 kg/cm² gerade ausreicht, um Ausschwemmungen auszuschliessen. Diese Wände wurden gleichfalls 0,3 m in den Fels eingebunden. Für die Uebernahme des Wasserdruckes muss zwischen Dichtungswand und Baugrube jeweils ein genügender Stützkörper bleiben. Dieses Prinzip kam auch im Abschlussdamm gegen das Aubecken hin zur Anwendung, wo die Dichtungswand an die Beckenschlitzwand anzuschliessen war.

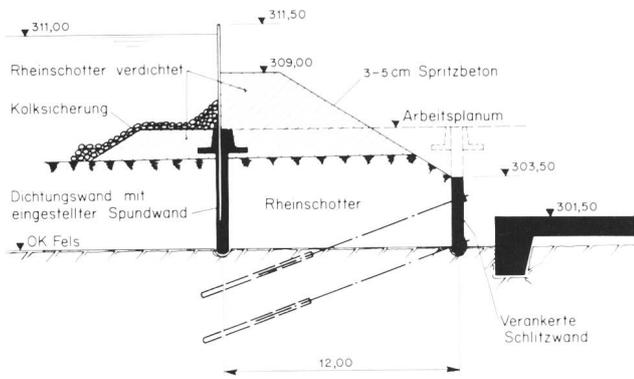


Bild 12. Schnitt C—C durch den Fangedamm Rheinseite. 1:400. Profilsur siehe Bild 6.

Fangedamm Rheinseite

Der rheinseitige Fangedamm (Bild 12) hat die Gesamtbau-grube des Ein- und Auslaufbauwerkes gegen die Rheinhochwasser abzusichern und die Erstellung des gesamten Auslaufes bis zum Boden des Rheinbettes zu ermöglichen. Da er in das eigentliche Rheinbett hinausragt, wurde seine Form im Modellversuch überprüft.

Im Prinzip besteht dieser Fangedamm wasserseitig zwischen Oberkante Flussbett auf etwa 305 m aSH und dem Felshorizont aus einer Dichtungswand mit einer eingestellten Spundwand, deren Oberkante 0,50 m über die Hochwasserkote 311 m aSH hinausreicht. Zur Aufnahme des Wasserdruckes wurde die Spundwand in dem über das

Flussbett ausragenden Teil durch eine landseitige Dammschüttung bis Kote 309 m aSH abgestützt. Da die Breite für den mit 1:1,6 abgeböschten Stützkörper auf 12 m beschränkt ist, musste er baugrubenseits durch eine rückverankerte Stahlbetonschlitzwand von ca. 4 m Höhe begrenzt werden.

Die Rückverankerung weist 2 Ankerlagen auf; die Schlitzwand wurde etwa 1 m in den Fels eingebunden. Auf der Flussseite kam längs der herausragenden Spundwand ein Kolk-schutz aus Blöcken zum Einbau. Der luftseitige Stützkörper wurde zum Schutze gegen Erosionen mit Gunit abgedeckt. Für den Fall, dass im Rhein ein Hochwasser über der Kote 311 m aSH auftritt, ist im Fangedamm eine Flutungsöffnung der Grösse 2,5 x 6,0 m eingebaut (Bild 13).

Baugrubenabschluss Werkkanal

Der Abschluss der Baugrube für die Anzapfung des Werkkanals erforderte eine sehr sorgfältige Bauausführung, damit der verkleidete Werkkanal ausserhalb der vorgesehenen Öffnung nicht beschädigt werden musste. Der Baugrubenabschluss muss einerseits eine wirksame Abdichtung gegen das Wasser im Werkkanal garantieren und andererseits aber auch das Grundwasser fernhalten, das ausserhalb der Kanalverkleidung einen vom Werkkanal verschiedenen und unbeeinflussten Wasserspiegel aufweist. Dieser Grundwasserspiegel unterliegt Schwankungen, die direkt von der Wasserspiegellage im Rhein unterhalb des Stauwehres Dogern abhängen.

Dementsprechend setzt sich der Baugrubenabschluss am Werkkanal (Bild 14) zusammen aus einem Kastenfange-

Bild 11. Flugaufnahme der Baugrube des Ein- und Auslaufbauwerkes vom 6. März 1977. Der Oberwasserkanal des Kraftwerks Albruck-Dogern verläuft am untern Bildrand in Fließrichtung von links nach rechts. Das Stauwehr würde am linken Bildrand anschliessen. Der Rhein verläuft im obern Bildteil von links nach rechts. (Foto Sokolowski, Konstanz)





Bild 13. Hochwasser im Rhein von etwa 2200 m³/s am 10. Februar 1977. Im Vordergrund fließt der Rhein unterhalb des Wehrs an der Baugrube für den Auslaufkanal vorbei (von rechts nach links). Vom rechten Bildrand gegen die Bildmitte verläuft die Fließrichtung des Oberwasserkanals des Rheinkraftwerks Albruck-Dogern. Rechts die Baugrube des Ein- und Auslaufbauwerks, in Bildmitte die Aushubarbeiten für das Aubecken.

damm, der auf die bestehenden Kanalplatten aufgesetzt ist, und einer inneren Baugrubenumschließung gegen das Grundwasser aus einer Wand von sich tangierenden Bohrpfähle.

Der Fangedamm im Werkkanal (Bild 15) ist 80 m lang und ragt 27 m in den Werkkanal hinaus. Auch hier wurden die Strömungsverhältnisse und die damit zusammenhängenden Belastungen für Bau- und Endzustände im Modellversuch überprüft. Der Fangedamm besteht in Längsrichtung aus 16 und in Querrichtung oben und unten aus je 3 weiteren Kästen. Die rechteckigen Kästen werden durch Spundbohlen gebildet, die zur Aufnahme der Kräfte aus der Verfüllung und der Fangedammbelastung in 3 Ebenen verspannt sind. Die wasserseitigen Kastenwände übernehmen die Aufgabe der Dichtung; sie sind zu diesem Zweck an den Kastenfügen mit Dichtungsbohlen versehen und weisen in Längsrichtung an der Kanalsohle eine Gummidichtung auf. Um den Auftrieb im Kasten selbst minimal zu halten, wird die Kastenverfüllung am Grunde durch eine Lage Brechsotter und über Austrittsöffnungen in der luftseitigen Kastenwand wirksam entwässert.

Die an Land zusammengebauten Kasteneinheiten wurden im Schutze einer Prallwand eingebaut, die ihrerseits an einer im Felsuntergrund mit Zug- und Druckpeilern verankerten Stützkonstruktion befestigt worden war. Die Kasten wurden mit Hilfe eines Autokranes von einer verschiebbaren Hilfsbrücke aus sukzessive versetzt und verfüllt. Damit wegen der Schwallgefah im Werkkanal die Kasten nach dem Einsetzen rasch verfüllt werden konnten, waren in jedem zweiten oder dritten Kasten Querschotte einzubauen. Um das für die Stabilität des Fangedammes erforderliche Raumbgewicht zu erreichen, musste die Verfüllung durch Tiefenrüttler verdichtet werden. Zum Schutze der Kanalplatten unter dem Fangedamm bei allfälligem Hohlliegen gegen Beschädigung wegen erhöhter Belastung wurden vor der Kastenverfüllung unter den Kanalplatten unter Beizug eines Tauchers Stabilisierungsinjektionen vorgenommen, die praktisch drucklos zu erfolgen hatten.

Die Bohrpfehlwand der inneren Baugrubenumschließung verläuft in einem Abstand von 3 m parallel zum Kasten-fangedamm und ist in den Fels eingebunden. In Fangedamm-längsrichtung erfüllt sie neben der Funktion der Baugrubenumschließung auch jene einer Herdmauer für die Schwelle und Platte des Einlaufes zum Werkkanal. In

Querrichtung, wo die Bohrpfehlwand ausserdem den Geländesprung von der Oberkante der Werkkanalböschung bis zur Fundationskote der Einlaufplatte (unterwasserseits im Maximum etwa 10 m) abzufangen hat, ist sie in den Fels rückverankert. Die Bohrpfähle haben einen Durchmesser von 90 cm und sind entsprechend der auftretenden Belastungsfälle armiert. Die bei der tangentialen Bauweise der Pfehlwand zwischen den einzelnen Pfehlen nicht ganz vermeidbare Lücke wurde nachträglich durch Feststoff- und chemische Injektionen abgedichtet. Zum Konzept der gewählten inneren Baugrubenumschließung gehört ausserdem die Belastung der bestehenden

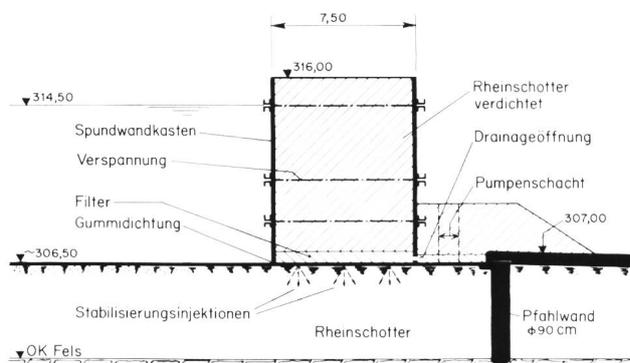
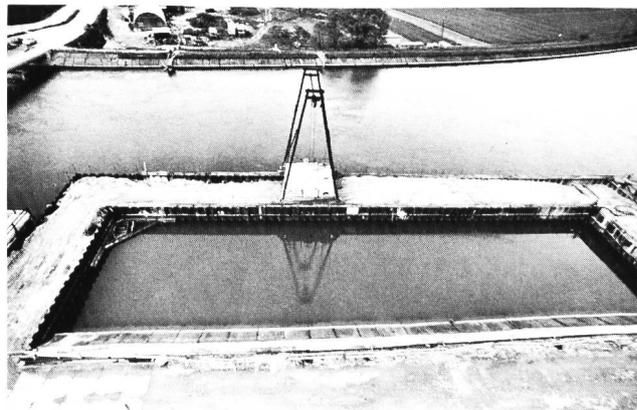


Bild 14. Schnitt D—D durch den Fangedamm Werkkanal, 1:400. Profilsur siehe Bild 6.

Bild 15. Baustelle des Fangedammes Werkkanal, November 1976. Der Werkkanal verläuft von rechts nach links.



Kanalplatte zwischen Fangedamm und Bohrpfahlwand mit Hilfe einer Aufschüttung. Diese Schüttung hat dem Sohl- druck des Grundwassers auf die Platten entgegenzuwirken und die Standsicherheit des Fangedammes zu verbessern. Die Pfahlwand wurde unter Ausnützung der tiefen Grund- wasserspiegel im Winter (Koten 306,70 m bis 308,0 m aSH) von Aufschüttungen aus gebaut, die längs des Fangedam- mes auf Kote 308,0 m aSH und in Querrichtung wegen der Kanalböschungen etwa auf Kote 315,50 m aSH lagen. Vor dem Abteufen der Pfähle wurden die bestehenden Kanal- platten Stück für Stück auf die erforderliche Breite ent- fernt. Sobald Teile der Pfahlwand längs des Fangedam- mes erstellt waren und günstige Grundwasserspiegel vor- lagen, wurde abschnittsweise die neue Schwellenplatte des Einlaufes betoniert und vor dem Pfahlwandkopf an die bestehende Kanalplatte angeschlossen.

Nach dem Betonieren waren die Platten sofort durch Auf- schüttung gegen Sohlwasserdruck zu sichern. Anschlies- send kamen von der Aufschüttung aus die Injektionen zwischen den Pfählen unter Anwendung einer strengen Druckbegrenzung zur Durchführung.

Die Bohrpfahlwand ist ober- und unterwasserseits an die bestehenden Dichtungs- und Schlitzwände der bereits beschriebenen grossen Baugrube des Ein- und Auslauf- bauwerkes dicht angeschlossen, wodurch der restliche Teil des Einlaufes unter üblicher Wasserhaltung zur Aus- führung kommen kann.

2.6 Baustelleninstallationen — Baustromversorgung

Zur reibungslosen Abwicklung der Bauarbeiten wurden auf Gemarkung Dogern nördlich des Kanals 2 ha Gelände für Installationsplätze von der Landwirtschaft vorübergehend gepachtet. Dort sind Bentonitanlage, Eisenlager, Betonwerk und Werkstätten auf der Ostseite der Zufahrt zur oberen Kanalbrücke installiert. Westlich der Zufahrt wurden Bau- leitung und Konsortium untergebracht sowie ein Wohn- trakt, ein Besucherpavillon und ein Sanitätsposten erstellt. Zunächst wurde die obere Kanalbrücke für eine Belastung von 40 t verstärkt. Am westlichen Ende des Aubeckens wurde für die Dauer der Bauzeit eine Stahlbrücke, der sogenannte Kanalübergang West, für 50 t Tragkraft erstellt. Dies war notwendig, um die grossen Transportvolumina über den Kanal zu transportieren (ca. 1,0 Mio m³ Erdmate- rial; 0,3 Mio m³ Kies aus der Flachbaggerung; 4000 t Stahl für Armierung der Betonbauten und Schlitzwand; 40 000 m³ Beton; Gerätschaften für Bau- und Bauhilfswerke).

Die Baustromversorgung erfolgt von der Badenwerk-Station Hirschen in Dogern über eine 20-kV-Freileitung zur Hauptstation auf dem Installationsplatz. Dort ist eine 20- kV-Sammelschiene mit 3 Abgängen zur Hauptstation 20 kV/0,4 kV, 800 kVA, zur Station Ost mit 6-kV-Kabel, 6 kV/ 0,4 kV, 800 kVA, zur Versorgung des Ein- und Auslaufbau- werkes zur Station West mit 6-kV-Kabel, 6 kV/0,4 kV, 630 kVA, für die Versorgung des westlichen Teiles der Baustelle installiert. Der maximale Leistungsbedarf lag bisher dank der günstigen Wasserhaltung bei etwa 400 kW. Zur Versorgung der notwendigsten Verbraucher, insbeson- dere zur Wasserhaltung, steht noch ein 400-kVA-Diesel- aggregat zur Verfügung.

3. Modellversuche

3.1 Ein- — Auslaufbauwerke

Ueber die zweckmässige Gestaltung und Bemessung der Einlaufbauwerke sowie der Fangedämme im Werkkanal und im Rhein wurden an der Technischen Universität Ber-

lin, am Institut für Wasserbau und Wasserwirtschaft, Mo- dellversuche durchgeführt. Dabei wurden auch die Eich- kurven der Ein- und Auslaufwassermengen ermittelt; eben- so die Eichkurven für den Rechenverlust und die für die Messung der verschiedenen Wasserstände geeigneten Stel- len. Wie die Ermittlung des optimalen Einbauvorganges für den Fangedamm im Werkkanal konnten auch noch andere Detailprobleme am Modell studiert werden.

3.2 Rheinstrecke — Hochwasserabflüsse

Ueber die Rheinstrecke vom Wehr Dogern bis zum Unter- wasserkanal des Kraftwerkes in Albrück wurden an der Technischen Universität Karlsruhe, am Institut für Wasser- bau und Wasserwirtschaft, Modellversuche durchgeführt. Sowohl die Behörden wie die Vertreter der zuständigen Gemeinden hatten Gelegenheit, bei den Versuchen anwe- send zu sein und ihre Vorstellungen einzubringen. Der Modellversuch in Karlsruhe diente vor allen Dingen dem Nachweis der Verhältnisse vor Beginn und nach Beendi- gung der Baumassnahmen.

Als maximale Hochwassermenge wurde ein HHQ von 5200 m³/s festgelegt. Das Ergebnis der Modellversuche zeigte ebenso wie die parallel dazu über eine EDV durch- geführten Berechnungen, dass nach dem Bau des Au- beckens und der Erstellung der Rheindeponie die Hoch- wasserspiegellagen nicht höher sind, als beim Zustand vor dem Bau des Aubeckens.

Die parallel zum Bau des Aubeckens von den beidseitigen Behörden durchgeführte Flachbaggerung senkt die Was- serspiegellagen bei HHQ um mehr, als sie durch die Bau- massnahmen erhöht würden. Alle Baumassnahmen wer- den in solchen bewaldeten Höhenbereichen durchgeführt, die so gut wie keinen Beitrag zum Abflussquerschnitt lei- steten. Neben Kolkstudien im zukünftigen Auslaufbereich des Aubeckens wurden aufgrund der Geschwindigkeits- messungen und -berechnungen die erforderlichen Ufer- verbauungen bzw. die Steingrössen der Ufersicherungen ermittelt. Auch Gesichtspunkte der geplanten Schifffahrt (Projekt 1961) wurden im Modell studiert.

4. Naturschutz und Landschaftspflege

Ein Teil des beim Bau des Aubeckens angefallenen über- schüssigen Materials (ca. 500 000 m³) wurde auf Gemar- kung Albrück untergebracht. Damit wurde ein Stück Rhein- vorland aufgefüllt. Es soll als Ausgleich für das vom Au- beckens beanspruchte Gelände wieder in Kultur gebracht werden. Die Bepflanzung der Deponie und des Grüngürtels um das Aubecken und die Deponie wurde mit den zustän- digen Stellen des Natur- und Landschaftsschutzes und der Vogelwarte Radolfzell erarbeitet. Vor dem Beginn der Baumassnahmen wurden in der Umgebung — sowohl auf der deutschen wie auch auf der Schweizer Seite — zusam- men mit den Vogelschutzstellen zusätzliche Nistkästen an- gebracht, um die Vogelwelt möglichst vor Einbussen zu schützen. Diese Nistkastenaktion war sehr erfolgreich. Ein Wanderweg wird um das Becken und um die Deponie so angelegt, dass von einem Parkplatz auf Gemarkung Do- gern aus später die Möglichkeit besteht, das Gebiet zwi- schen Dogern und Albrück besser als vorher erwandern zu können. Auch die Baumkulisse längs des Rheines zwi- schen Deponie und Aubecken wurde durch besondere Massnahmen geschützt; und auch hier konnten Eingriffe in die Uferlandschaft verhindert werden.

Ein Gesamtrekultivierungsplan, der auch alle behördlichen Auflagen enthält, wurde vorgelegt und den Behörden und zuständigen Gemeinden übersandt.

Teile

2 Einlaufsegmentschützen
 R=7,00m LW=4,40m LH=3,60m

Dammbalken
 2 Sohlenelemente H = 1,55m
 8 Elemente H = 2,33m

2 Auslaufsegmentschützen
 R=5,5m LW=7,75m LH=2,70m

Dammbalken-Auslauf -
 4 Sohlenelemente H = 2,00m
 2 Elem. mit Brustdichtung H = 2,00m

Rechen vor den Einlaufschützen
 LW 2x 4,40m LH ca. 7,60m
 Rechenstäbe \square 120/12mm
 Rechenstababstand \square 100mm

Material und Gewicht

Tragende Teile R St 37.2
 " " " über 30mm Dicke
 R St 52.3

Untergeordnete Teile St 37
 Gewicht ca. 18 t

Tragende Teile R St 37.2
 Gewicht ca. 25 t

Tragende Teile R St 37.2
 " " " über 30mm Dicke
 R St 52.3

Untergeordnete Teile St 37
 Gewicht ca. 21 t

Tragende Teile R St 37.2
 Gewicht ca. 36 t

St 37.2
 Gewicht ca. 13 t

Konservierungsaufbau

für alle Stahlwasserbauteile

Gründliche Reinigung im Strahlverfahren

Blank nach Ro St 2.213

Entstauben

2x Grundierung, 2 Komponenten Zinkstaubfarbe

Schichtdicke 90 μ min 80 μ

3 Deckanstriche, 2 Komponenten Inertol Poxitar

Gesamtschichtdicke 400 μ min. 375 μ

Bild 16. Tabellarische Uebersicht über den Stahlwasserbau.

Alle Massnahmen wurden rechtzeitig und vor Beginn aller Arbeiten mit den entsprechenden Stellen abgestimmt.

5. Stahlwasserbau

Ueber 2 Einlaufschützen, lichte Weite 4,40 m, lichte Höhe 3,60 m, strömt das Wasser aus dem Werkkanal in das Aubecken ein. Zum Einlauf gehören Rechen, Rechenreinigungsmaschine und Dammbalken. Die Einlaufschützen sind als Segmentschützen $R = 7,0$ m ausgebildet (Bild 7). Mit zwei Schützen können maximal $140 \text{ m}^3/\text{s}$ in das Aubecken

übergeleitet werden. Diese maximale Ueberleitungsmenge entspricht der Vollastwassermenge des Kraftwerkes Waldshut der Schluchseewerk AG.

Zur Abgabe des Wassers aus dem Aubecken in den Rhein sind 2 Auslaufschützen, lichte Weite 7,75 m, lichte Höhe 2,70 m, als Segmentschützen installiert (Bild 8). Auch die Auslaufschützen können mit Dammbalken abgeschlossen werden. Alle Schützen werden über doppelwirkende Hydraulikzylinder betätigt. Die Tabelle Stahlwasserbau Aubecken gibt über die wichtigsten Daten sowie den gewählten Konservierungsaufbau Aufschluss. Die Dammbalken

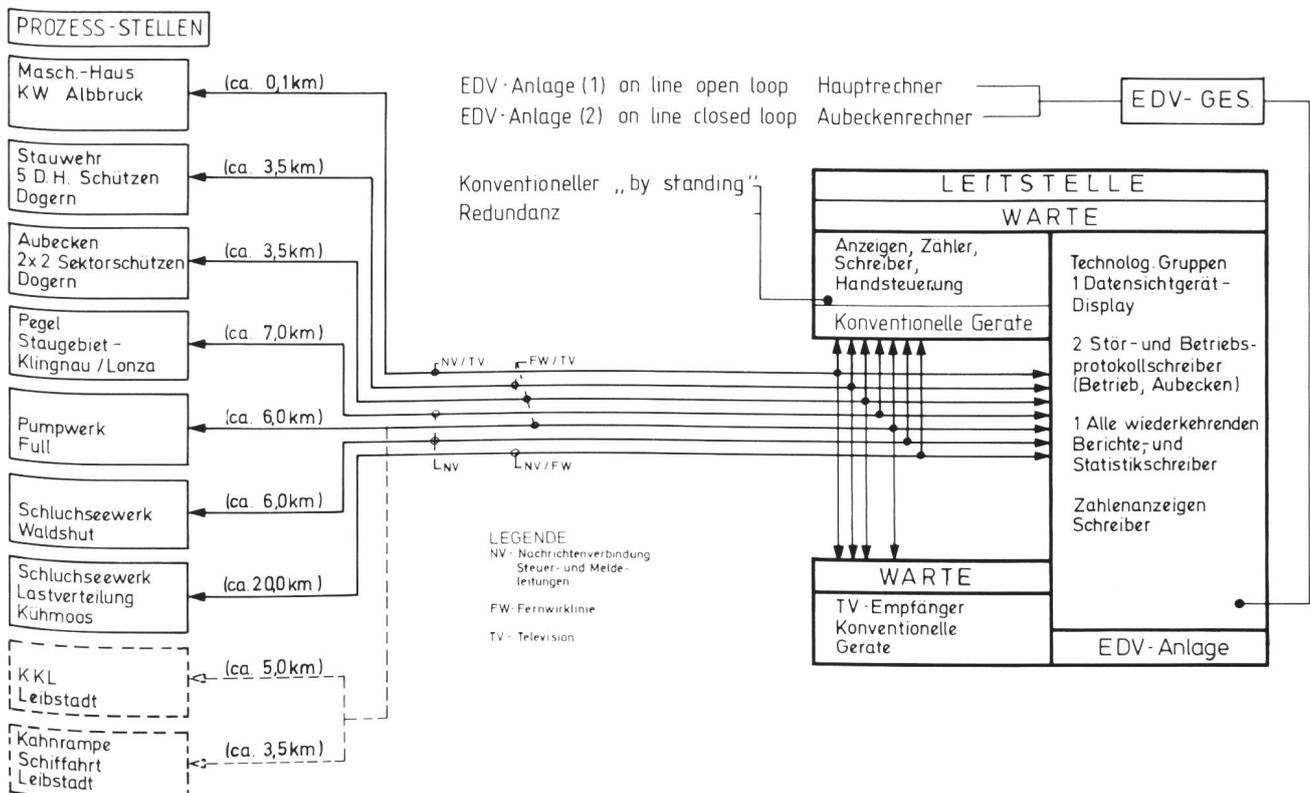


Bild 17. Leittechnisches Gesamtkonzept der RADAG.



Bild 18. Zentralwarte im Rheinkraftwerk Albruck-Dogern für die Fernsteuerung und Fernüberwachung des Maschinenhauses, des Wehrs, des Aubeckens und des Pumpwerks Full.
Warte rechts: Maschinensteuer- und Instrumententafel.
Bildmitte: Wasserwirtschaft und Fernsehen.
Links: Protokollschreiber für die Datenverarbeitungsanlage.

sind in einem gesonderten Depot untergebracht. Es steht jeweils für 1 Ein- oder Auslaufschütz ein vollständiger Satz Dammbalken zur Verfügung, der mittels fahrbarem Kran aus dem Depot gehoben und in die Dammbalkennut eingesetzt werden kann (Bild 16).

6. Steuerung des Ein- und Auslaufes

Das leittechnische Gesamtkonzept der RADAG ist im Blockschaltbild vorgestellt (Bild 17). Die gesamten Einrichtungen, wie Pegel, Geber, Schützenstellungsanzeigen, Hydraulikantriebe für die Schützen, Stromversorgung usw., für das Aubecken sind in einem Betriebsgebäude über dem Einlaufbauwerk untergebracht (Bild 7). Alle wichtigen Daten werden über eine Fernwirklinie zur Warte in Albruck übertragen. Die gesamte Steuerung und Ueberwachung der Aubecken-Einrichtungen erfolgt normalerweise von der Warte in Albruck aus. Dort versieht eine zentrale EDV-Anlage bereits für den bestehenden Betrieb alle Aufgaben der Wasserwirtschaft, Elektrizitätswirtschaft und Betriebs- und Störwerferfassung. Diese EDV-Anlage wird durch entsprechende Erweiterung auch für die Aufgaben des Aubeckens eingesetzt. Die Steuerung der Aubeckenschützen erfolgt normalerweise über den Rechner online, closed loop aufgrund von Empfehlungen, d.h. Sollwertangaben der Lastverteilung der Schluchsewerk AG. Dorthin ist von Albruck aus ebenso über eine Fernwirkverbindung der notwendige Datenaustausch sichergestellt. In der Warte in Albruck stehen alle wichtigen Anzeigen und Daten zur Verfügung. Bei Ausfall des Rechners kann über die konventionelle Ausrüstung der Warte (Bild 17) der Betrieb ungestört und sicher aufrechterhalten werden. Alle Stör- und Gefahrmeldungen des Aubeckenbetriebes werden als Einzelmeldungen ebenso in der Warte in Albruck angezeigt. Ein Kabelkanal zwischen Betriebsraum Aubecken und Wehr sorgt für die notwendigen Verbindungswege; insbesondere für die Energiezufuhr. Fernsehgeräte überwachen die Ein- und Auslaufschützen sowie den Einlaufrechen. Die Empfangsgeräte dazu stehen ebenfalls in der Warte in Albruck.

Mit der Inbetriebnahme des Aubeckens im Frühjahr 1978 wird die RADAG weiterhin wie auch bisher die ihr gestellten Aufgaben zum Nutzen der Energieversorgung erfüllen können. Insbesondere wird das Zusammenspiel zwischen Hoch- und Niederdruckanlagen als optimale Nutzung der heimischen Wasserkraft verbessert. Im Zeitalter zunehmenden Mangels an Primärenergien ist diese optimale Nutzung ein dringendes Gebot.

7. Am Bau Beteiligte

Bauherr und Gesamtplanung:	Rheinkraftwerk Albruck-Dogern AG D-7800 Freiburg i. Br. und D-7892 Albruck
Bauleitung und Projektierung:	Gruner AG Ingenieurunternehmung, Nauenstrasse 7, CH-4002 Basel
Konsortiumführer: (Erdbau/Schlitzwand/Ein- und Auslaufbauwerk)	Hochtief AG, Zweigniederlassung Freiburg, Waltershofenerstrasse D-7800 Freiburg
Los 1 Erdbau:	Arbeitsgemeinschaft Hochtief/Schleith Hochtief AG Zweigniederlassung Freiburg Schleith GmbH Tief- und Strassenbau D-789 Waldshut-Tiengen 1
Los 2 Schlitzwand:	Hochtief AG Zweigniederlassung Freiburg
Los 3 Oberflächendichtung:	Walo Bertschinger AG Limmatstrasse 73, CH-8023 Zürich
Los 4 Ein- und Auslaufbauwerk:	Arbeitsgemeinschaft Hochtief/ Rheinbau/Wassmer Hochtief AG Zweigniederlassung Freiburg Rheinische Hoch- u. Tiefbau GmbH Niederlassung Waldshut Werner-von-Schienen-Strasse 22 D-789 Waldshut-Tiengen 1 Wassmer & Sohn Hoch- und Tiefbau, D-7892 Albruck
Beton:	Tröntle GmbH Beton- und Kieswerke D-7892 Albruck
Stahlwasserbau	
Ein- und Auslaufschützen, Dammbalken:	Eisenbau Wyhlen AG, Postfach D-7889 Grenzach-Wyhlen 2
Schwimmende Rüstung:	Reimann AG Schiff- und Wasserbau St.-Alban-Rheinweg 244 CH-4052 Basel
Pegelanlagen:	Franz Rittmeyer AG Apparatebau für die Wasser- wirtschaft, Postfach 26 CH-6300 Zug
Rechenreinigungsmaschine und hydraulische Schützen- hubwerke:	H. Bieri AG, Maschinenfabrik Könizstrasse 274 CH-3097 Liebfeld-Bern
Elektrotechnik	
Baustromversorgung:	Pfommer GmbH, Elektroanlagen Eisenbachstrasse 17 D-7892 Albruck
EDV-Anlage:	Brown, Boveri & Cie. AG Abteilung KW/LV 233 Postfach 351 D-6800 Mannheim 1
Fernwirktechnik, Warten- technik, Messwertverarbeitung:	Siemens AG Technisches Büro Freiburg Habsburgerstrasse 132 D-7800 Freiburg
Bilder:	Glöckner, D-7892 Albruck (9, 10, 13, 15) Sokolowski, D-775 Konstanz (2, 11)

Adresse der Verfasser: Lothar Kranich, Dipl.-Ing., Rheinkraftwerk Albruck-Dogern AG, D-7892 Albruck, und Kurt Müller, dipl. Bauing. ETHZ, Gruner AG, Ingenieurunternehmung, Nauenstrasse 7, CH-4002 Basel.