

Ertüchtigung der Pfeilerzellenmauer für die Olefalsperre

Autor(en): **Seeling, Reinhard / Hoffmann, Heinz-Günter**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **IABSE congress report = Rapport du congrès AIPC = IVBH
Kongressbericht**

Band (Jahr): **13 (1988)**

PDF erstellt am: **10.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-13045>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ertüchtigung der Pfeilerzellenmauer für die Oleftalsperre

Rehabilitation of the Olef Buttress Dam

Réhabilitation du barrage à contreforts de Olef

Reinhard SEELING

Prof Dr.-Ing.
Rhein. Westf. TH
Aachen, Bundesrep. Deutschland



Reinhard Seeling, born 1936, received his diploma at the Technical University of Stuttgart. After some years in industry, he obtained the degree of Dr.-Ing. and in 1972 was appointed Professor for "Planungsverfahren im Baubetrieb" at the Technical University of Aachen. He is the author of about 100 publications and consultant for several realized construction projects.

Heinz-Günter HOFFMANN

Baudirektor
Talsperrenverband Eifel-Rur
Aachen, Bundesrep. Deutschland



Heinz-Günter Hoffmann, Jhrg. 1926, Baudirektor und Erster Geschäftsführer des Talsperrenverbandes Eifel-Rur, Aachen. Studium des Bauingenieurwesens – Fachrichtung Wasserbau – an der RWTH Aachen; Diplomprüfung im Mai 1953. Nach Tätigkeit in der staatlichen Wasserwirtschaftsverwaltung des Landes NW und beim Ruhrtalsperrenverein im August 1955 Ablegung der Großen Staatsprüfung – Fachrichtung Wasser-, Kultur- und Straßenbau.

ZUSAMMENFASSUNG

Der Talsperrenverband Eifel-Rur in Aachen hat 1954 zur Abriegelung des Oleftales im Einzugsgebiet der Rur einen Steinschüttdamm mit Oberflächendichtung ausgeschrieben. Durch den Sondervorschlag einer Firma zeigte sich, daß der Bau einer aufgelösten Pfeilerstaumauer aus unbewehrtem Grobbeton wesentlich kostengünstiger war, der schließlich auch ausgeführt wurde. Im Laufe der Zeit war jedoch festzustellen, daß mit den damaligen Kenntnissen auf den Gebieten der Ingenieurgeologie, der Baustoffkunde sowie der thermischen Verhältnisse die Dauerhaftigkeit des Bauwerkes nicht zu erreichen war. 30 Jahre später mußte eine durchgreifende Sanierung unter Verwendung modernster Technologien vorgenommen werden.

SUMMARY

Tenders were invited in 1954 for the construction of a rockfill dam with upstream membrane in the catchment area of the Rur in the Olef Valley. The proposal of one firm showed that a hollow buttress dam with reinforced coarse concrete would be considerably cheaper to build. This proposal was finally carried out. Over the years, however, it became evident that the knowledge at that time in the areas of engineering geology, material behaviour and the thermal conditions was inadequate to achieve a durable performance of the structure. 30 years later a thoroughgoing rehabilitation using the latest technologies had to be undertaken.

RÉSUMÉ

En 1954, un barrage-digue en pierre avec une couche d'imperméabilisation superficielle avait été mis en soumission pour barrer la vallée de Olef, dans le bassin d'accumulation de la Rur. Le contreprojet d'une entreprise avait alors montré que la construction d'un barrage à contreforts en béton était nettement plus avantageuse. Le contreprojet fut finalement exécuté. Au cours des années, il a fallu cependant constater que, sur la base des connaissances de l'époque dans le domaine de la géotechnique, du génie des matériaux, et des conditions thermiques, il n'était pas possible d'assurer la durabilité de l'ouvrage. Trente ans plus tard, une réhabilitation importante a dû être entreprise à l'aide d'une technologie moderne.

1. ALLGEMEINES

In den Jahren 1955 - 59 wurde bei Hellenthal in der Nordeifel die Olefstaumauer errichtet. Sie besteht aus 14 Hohlpfeilern, die als eigenständige Tragglieder mit jeweils 2 cm breiten, abgedichteten Fugen konzipiert sind. Die Gesamtlänge der Staumauer beträgt 282 m, die Kronenbreite 5,70 m und die größte Höhe ca. 59 m über der Gründungssohle. Der Stauinhalt von 20 hm³ dient vornehmlich der Trink- und Brauchwasserversorgung, aber auch dem Hochwasserschutz, der Niedrigwasseraufhöhung und der Energieerzeugung (Fig. 1).

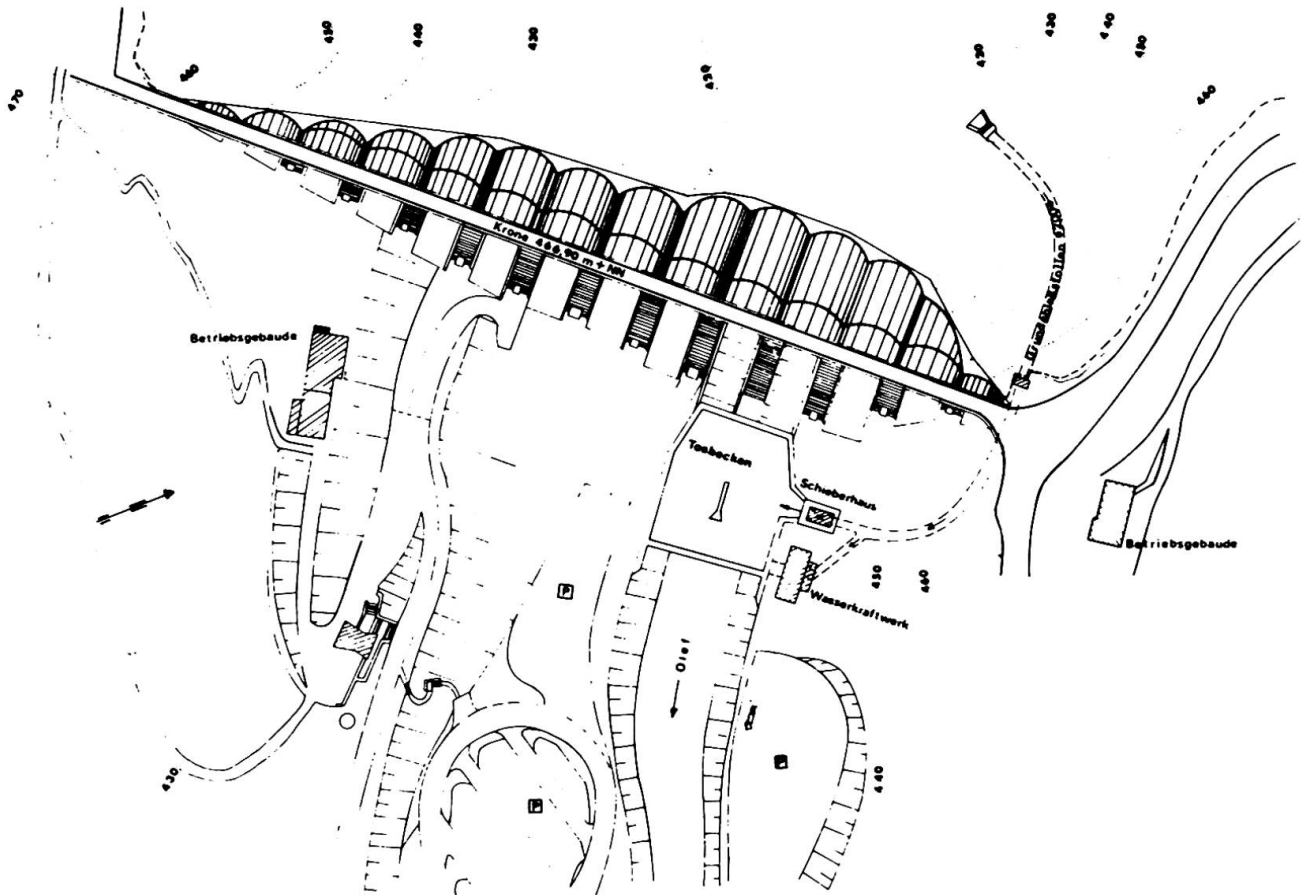


Fig. 1 Lageplan

Die Form der Zellen (Pfeiler) war so gewählt, daß aus Eigengewicht und Wasserdruck keine Zugspannungen auftraten. Daher konnte die Staumauer aus unbewehrtem Grob beton mit 30 % Steinen (Kantenlänge bis 40 cm) und 70 % Beton mit je 250 kg/m³ eines Spezialzementes mit geringer Wärmeentwicklung hergestellt werden, so daß der Zementgehalt im fertigen Beton mit ca. 175 kg/m³ relativ gering war.

2. VERSTÄRKUNG

Bereits während der Bauzeit traten Risse vom Fundament bis in das obere Drittel der Pfeilerscheiben auf, weil der Fels in der Gründungssohle viel fester war als bei der Berechnung angenommen und das Schwinden des Betons behinderte. Man entschloß sich, die Pfeiler im Inneren durch 40 cm (oben) bis 60 cm dicke bewehrte Stahlbetonwände zu verstärken. Mit 25 t-Spannankern wurden die neuen Stahlbetonwände mit den unbewehrten Pfeilern schubfest verbunden. Auf 4 m² Wandfläche wurde 1 Spannanker gesetzt. Diese Verstärkungsmaßnahme wurde 1962 - 64 ausgeführt.

Gleichzeitig wurden auch die zur Luftseite ursprünglich offenen Räume zwischen den Hohlzellen auf ganze Höhe durch thermische Schutzwände geschlossen, um die starken Schwankungen der Außentemperaturen von $+20$ bis -15°C auf ein Minimum herabzusetzen. Tatsächlich werden seither dort nur Schwankungen zwischen $+5$ und $+12^{\circ}\text{C}$ beobachtet. Danach konnte die Stauwand ihre Aufgabe erfüllen.

3. ERTÜCHTIGUNG

Nach etwa 10jährigem Betrieb traten im Winter 1974/75 erneut Risse auf, diesmal überwiegend auf der Wasserseite im Bereich der ca. 15 m hohen Wasserwechselzone. Auch auf dem luftseitigen Pfeilerrücken traten überall Haarrisse auf, die jedoch keinen Einfluß auf die Standsicherheit der Mauer haben. Während die zumeist nur 20 bis 25 cm tiefen Risse im Druckzonenbereich der Stauwand unbedenklich waren, wurden die Risse im Zugbereich der Kragarme als Einschränkung der Tragfähigkeit angesehen. Als Rißursache wurden hauptsächlich Eigenspannungen im unbewehrten Grob beton infolge des Schwindens und nichtlinearer Temperaturverteilung herausgefunden.

Aus Sicherheitserwägungen wurde das zulässige Stauziel unverzüglich um 10 m reduziert. Darüber hinaus wurden die Risse mit dauerelastischem Material an der Oberfläche geschlossen. Eine Außerbetriebnahme der Talsperre schied aus Gründen der Versorgungssicherheit jedoch aus. Da insbesondere die Temperatureinflüsse, die bei der ursprünglichen Bemessung noch nicht genau genug bekannt waren, weiter fortbestehen, genügte es zur Herstellung einer voll gebrauchsfähigen Stauwand nicht, allein die Rißschäden zu sanieren, sondern die Konstruktion selbst mußte ergänzt und verbessert, also "ertüchtigt" werden. Die Ertüchtigungskonstruktion wurde so konzipiert, daß das ursprüngliche Tragverhalten der Mauer erhalten bleibt, d.h. 14 einzelne Hohl Pfeiler leiten die äußeren Kräfte in den Untergrund und stellen mit ihren Kragarmen den wasserdichten Abschluß des Tales her. Dies wurde bei der schließlich ausgeführten Lösung dadurch erreicht, daß im unteren Bereich die Kragarme auf der Luftseite unterstützt und im oberen Drittel der Mauer eine 50 cm dicke Stahlbetonschale auf der Wasserseite vorgesetzt wurde (Fig. 2). Die neuen Elemente wurden durch Anker kraftschlüssig mit der alten Konstruktion verbunden.

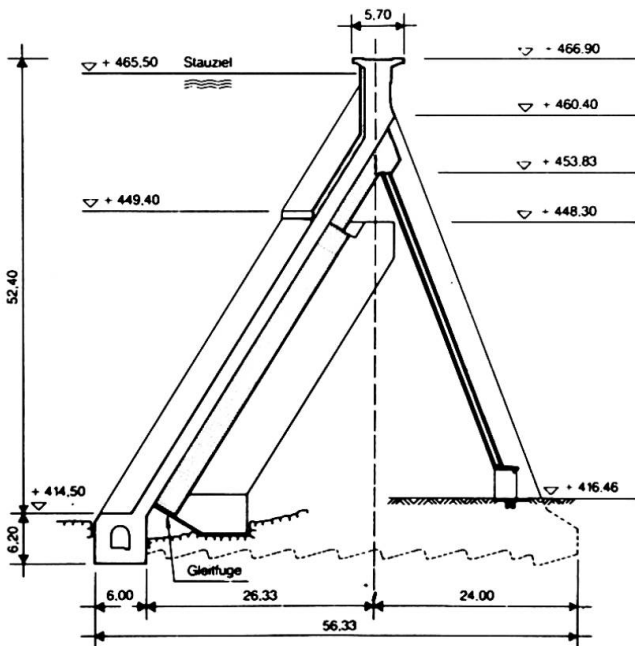


Fig. 2 Querschnitt durch die Pfeilerfuge.

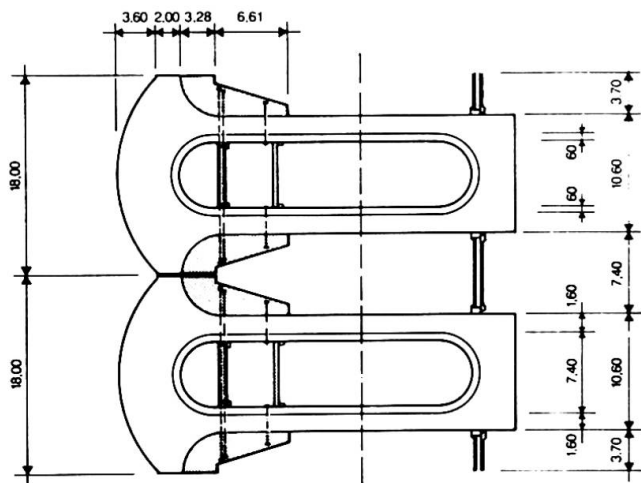


Fig. 3 Horizontalschnitt im unteren Ertüchtigungsbereich.



4. UNTERSTÜTZUNGSBALKEN AUF DER LUFTSEITE

Die luftseitige Kragarmunterstützung erreichte beim höchsten Pfeiler etwa 2/3 der Gesamthöhe (ca. 40 m). Sie besteht aus den beiden symmetrischen Abstützbalken von rechts und von links (Fig. 3). Damit die äußere (außermittige) Last aus den Kragarmen an die Pfeilerscheiben abgegeben werden kann, mußten Zug- und Druckglieder im Pfeilerhohlraum angeordnet werden (Fig. 4 und 5), um Biegespannungen in den alten Pfeilerscheiben auszuschließen.

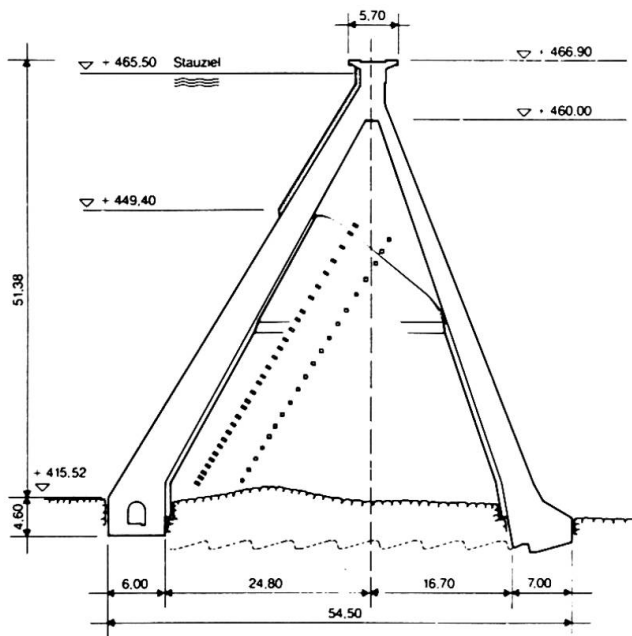


Fig. 4 Querschnitt durch die Hohlzelle mit den Zug- und Druckbalken.

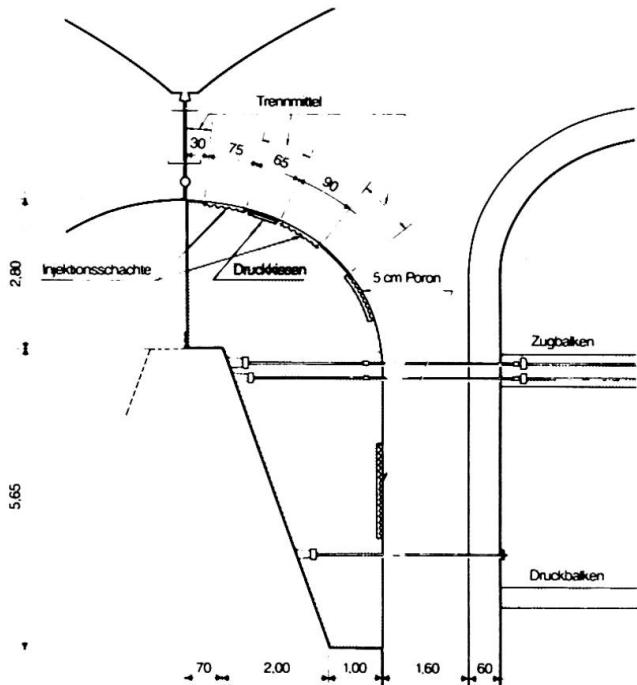


Fig. 5 Abstützbalken und Verankerungen auf der Luftseite.

Durch das Abkühlen des neuen Betons und infolge des Schwindens verkürzt sich der Abstützbalken. Durch aufgebrachtetes Trennmittel wird eine Haftung am Altbeton verhindert. Es bildet sich infolge dessen ein Spalt zwischen Kragarm und Unterstützungsstruktur, der injiziert werden muß. Um die lange Dauer des Schwind- und Kriechprozesses vorwegzunehmen, wurden Druckkissen aus Stahlblech zwischen Kragarm und Abstützbalken eingebaut, die vor dem Injizieren auf Druck gebracht wurden und auf diese Weise den Spalt vergrößerten. Dadurch wurde erreicht, daß die Kragarme auch nach dem Abschluß von Kriechen und Schwinden von der neuen Konstruktion kraftschlüssig unterstützt werden (Fig. 5).

Um die Temperaturspannungen im zulässigen Bereich zu halten, mußten im Kontaktbereich zwischen Alt- und Neubeton Kühlschlangen eingelegt werden, durch die Kühlwasser geleitet wurde. Außerdem wurden in den Trennzonen 5 cm starke, einseitig profilierte Poronplatten verlegt, über deren Hohlräume mit Luft gekühlt wurde.

5. ERTÜCHTIGUNG AUF DER WASSERSEITE

Die wasserseitige Ertüchtigungskonstruktion besteht aus einer 50 cm dicken, schlaff bewehrten Stahlbetonschale mit Verankerung im Altbeton (Fig. 6 und 7). Hierfür war auf der Luftseite hinter den Kragarmen ein Lastverteilungsbalken erforderlich. Zur Herstellung des Haftverbundes wurde der Altbeton gesandstrahlt und bereits bei einer Betonfestigkeit von 12 N/mm^2 eine Teilvorspannung aufgebracht. Die Bewehrung des Vorsatzbetons hat die Risse auf $0,1 \text{ mm}$

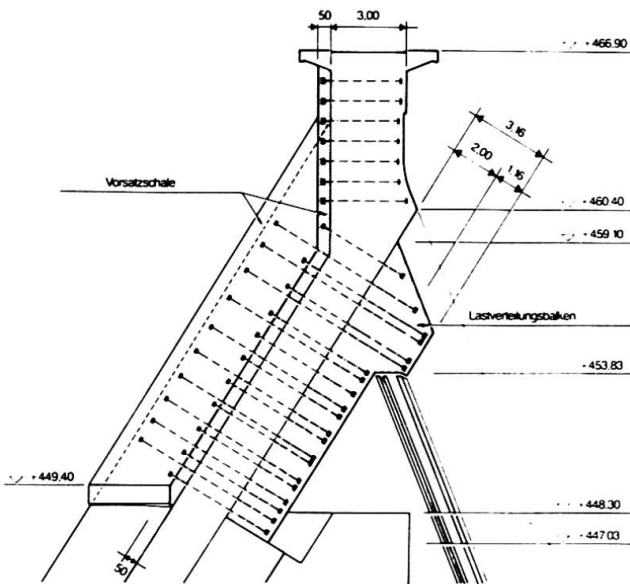


Fig. 6 Obere Verstärkungen.

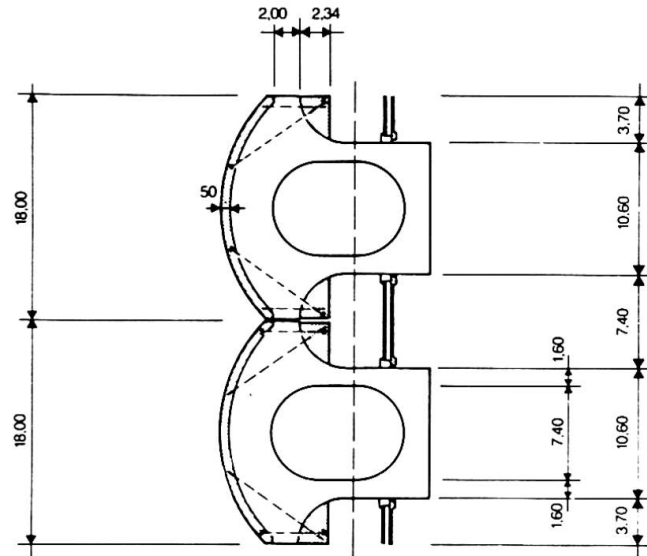


Fig. 7 Horizontalschnitt im oberen Erüchtigungsbereich.

zu beschränken (Fig. 6 und 7).

Für die Ausführung der Konstruktion auf der Luft- und Wasserseite wurden nach umfangreichen Eignungsversuchen unterschiedliche Zemente und Rezepturen verwendet. Insbesondere ist die Frostbeständigkeit eine besonders wichtige Forderung auf der Wasserseite gewesen.

6. ZUR BAUAUSFÜHRUNG

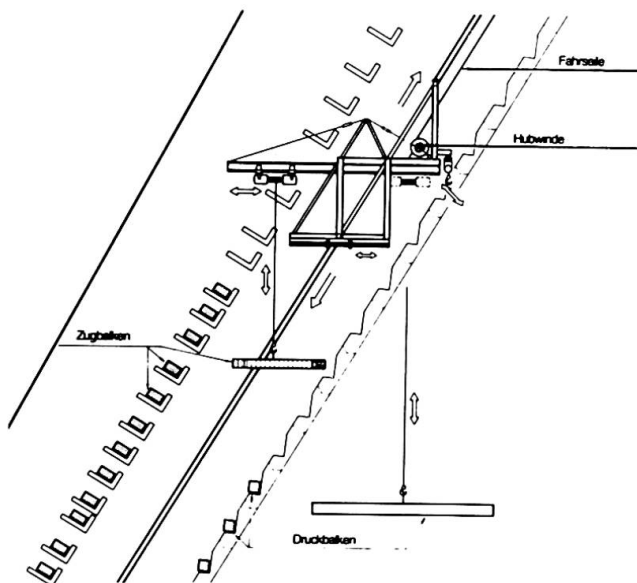


Fig. 8 Montagebühne in den Pfeilerhohlräumen.

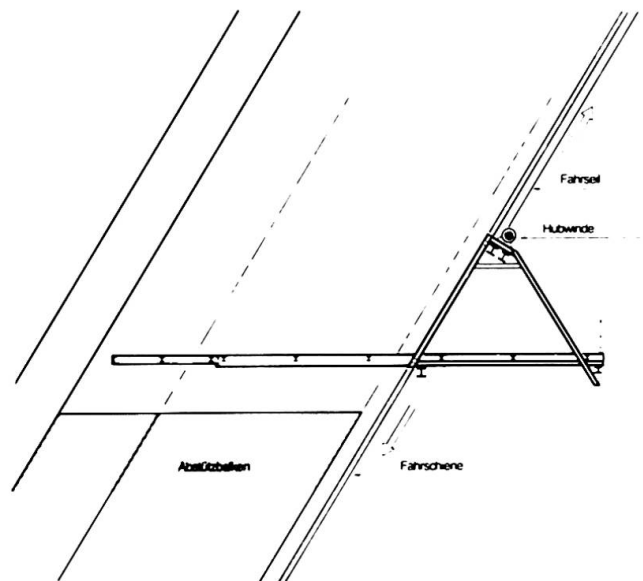


Fig. 9 Arbeitsbühne und Schalungsträger im Pfeilerzwischenraum.



Die Arbeiten in den Hohl Pfeilern sowie zwischen den Pfeilern wurden von Arbeitsbühnen ausgeführt.

Die Montagebühne innerhalb der Hohlzellen diente zum Bohren der Ankerlöcher und zum Montieren der vorgefertigten Zug- und Druckbalken mit Längen bis zu 7,00 m (Fig. 8).

Die Arbeitsbühne zwischen den Pfeilern (Fig. 9) diente für die vorbereitenden Arbeiten wie Sandstrahlen des Altbetons, Aufbringen des Trennmittelanstrichs, Montage der Injektionsschächte und der Druckkissen sowie der schlaffen Bewehrung. Danach wurde die Arbeitsbühne zur Aufnahme der Schalung umgebaut. Die Abstützbalken wurden im Kletterverfahren in 3,00 m hohen Abschnitten hergestellt, der Beton mit Betonpumpe eingebracht.

Auf der Wasserseite wurde ebenfalls in 3,00 m hohen Kletterabschnitten gearbeitet. Nach dem Sandstrahlen und Setzen der Dübel konnte die Bewehrung eingebaut, die Schalung geklettert und der Beton mit dem Krankübel eingebracht werden. Die Betondeckung der Bewehrung wurde mit 6 cm festgelegt.

7. SCHLUSSBEMERKUNGEN

Die ursprüngliche Absicht, die Pfeilerzellenmauer der Oleftalsperre aus unbewehrtem Beton herzustellen, hat sich letztlich nicht dauerhaft verwirklichen lassen. Die Belastungen aus Eigengewicht und Wasserdruck haben dies zwar erlaubt, aber durch Kriechen und Schwinden sowie aus den ständig wechselnden Temperaturunterschieden entstehen unvermeidbar so große Zugspannungen, daß auf eine Stahlbewehrung im Beton nicht verzichtet werden kann. Durch die im Jahr 1985 abgeschlossenen Arbeiten ist die alte Oleftstaumauer nachträglich in eine Stahlbetonkonstruktion umgewandelt worden, ohne daß der Stauinhalt ganz abgelassen werden mußte. Durch diese Baumaßnahme ist die Zukunft des Bauwerks gesichert.

LITERATURVERZEICHNIS

1. Hoffmann, H.-G., Die Ertüchtigung der Oleftstaumauer. Wasserwirtschaft 75 (1985), S. 308-316.
2. Gerber, K.-H. und Linse, D., Rechnerischer Nachweis der Gebrauchsfähigkeit der Stauwand einer Pfeilerkopfstaumauer. Bauingenieur 62 (1987), S. 171 - 77.
3. Bäcker, E., Die Staumauer der Oleftalsperre - Konstruktion und Ausführung der Ertüchtigung. Vorträge Betontag 1985, S. 390 - 403.