

HENRY

Hydraulic Engineering Repository

Ein Service der Bundesanstalt für Wasserbau

Article, Published Version

Dietz, Johann W.; Pulina, Bernd

Zur Wahl des Zugsegmentes als Wehrverschluß bei Ausbau der Saar

Mitteilungsblatt der Bundesanstalt für Wasserbau

Verfügbar unter/Available at: <https://hdl.handle.net/20.500.11970/102987>

Vorgeschlagene Zitierweise/Suggested citation:

Dietz, Johann W.; Pulina, Bernd (1976): Zur Wahl des Zugsegmentes als Wehrverschluß bei Ausbau der Saar. In: Mitteilungsblatt der Bundesanstalt für Wasserbau 40. Karlsruhe: Bundesanstalt für Wasserbau. S. 1-8.

Standardnutzungsbedingungen/Terms of Use:

Die Dokumente in HENRY stehen unter der Creative Commons Lizenz CC BY 4.0, sofern keine abweichenden Nutzungsbedingungen getroffen wurden. Damit ist sowohl die kommerzielle Nutzung als auch das Teilen, die Weiterbearbeitung und Speicherung erlaubt. Das Verwenden und das Bearbeiten stehen unter der Bedingung der Namensnennung. Im Einzelfall kann eine restriktivere Lizenz gelten; dann gelten abweichend von den obigen Nutzungsbedingungen die in der dort genannten Lizenz gewährten Nutzungsrechte.

Documents in HENRY are made available under the Creative Commons License CC BY 4.0, if no other license is applicable. Under CC BY 4.0 commercial use and sharing, remixing, transforming, and building upon the material of the work is permitted. In some cases a different, more restrictive license may apply; if applicable the terms of the restrictive license will be binding.



Dr.-Ing. J.W. D i e t z
und
Dipl.-Ing. (Polen) B. P u l i n a

ZUR WAHL DES ZUGSEGMENTES ALS WEHRVERSCHLUSS
BEIM AUSBAU DER SAAR

Choice of tension tainter gates for the river Saar

Zusammenfassung

Unter Bezugnahme auf eine frühere Arbeit der Verfasser [2] werden weitere Gesichtspunkte für die Wahl des Zugsegmentes beim Ausbau der Saar zusammengestellt und insbesondere Vergleiche mit einem Sektorverschluß vorgenommen.

Summary

Relating to their former paper the authors report about further aspects for the choice of tension tainter gates for the canalisation of the river Saar. They especially compare it with the sector gate.

I n h a l t

	Seite
1. Übersicht	3
2. Vergleich Zugsegment - Schützenwehr	3
3. Vergleich Zugsegment - Sektorwehr	3
4. Schrifttum	7

1. Übersicht

Im Frühzustand der Ausbauplanung für die Saar standen als Verschlußorgane Segmente und Fischbauchklappen zur Diskussion. Die Arbeit "Wahl der Wehrverschlüsse beim Ausbau der Saar zur Schifffahrtsstraße" [2] zeigt den Gang der von hydraulischen, technisch-konstruktiven und wirtschaftlichen Überlegungen geleiteten Untersuchung zur Wahl der Wehrverschlüsse bis hin zu dem Ergebnis, die neuen Wehre an der Saar mit Zugsegmenten auszurüsten.

Aus der Sicht des Umweltschutzes erhob sich inzwischen die Frage, ob bei anderen Wehrtypen bzw. Verschlußkonstruktionen nicht eine bessere Einbindung der Wehranlagen in die Landschaft möglich wäre, wobei primär an die Sektorverschlüsse an der Mosel gedacht wurde, bei deren Planung seinerzeit ebenfalls auf die Belange des Landschaftsschutzes geachtet worden war. Es werden daher in der folgenden Arbeit weitere Gesichtspunkte für die Wahl des Zugsegmentes beim Ausbau der Saar zusammengestellt, soweit sich diese nicht auf die schon vorgenommene Abgrenzung zur Fischbauchklappe und vor allem zum Drucksegment [2] beziehen, sondern einen Vergleich mit dem Schützenwehr und dem Sektorwehr ermöglichen, wie sie ebenfalls zur Diskussion gestellt worden sind.

2. Vergleich Zugsegment - Schützenwehr

Bedingt durch die hydrologischen Verhältnisse haben wir in Deutschland eine eigene, von statischen und hydromechanischen Überlegungen geleitete Entwicklung der Wehrverschlüsse, wie sie in den Arbeiten von GRZYWIENSKI [4] und HARTUNG [5] eingehend dargestellt wird. Diese Entwicklung ist über das Schützenwehr hinausgegangen und steht heute, wie auch schon längst im Ausland, bei den Segmenten, die gegenüber dem Schütz so erhebliche Vorteile wie Rahmenwirkung, Ausschaltung der Reibung, Nischenfreiheit und schmale Pfeiler aufweisen, von denen gerade die beiden zuletzt genannten Vorzüge sowohl in hydraulischer, als auch in statischer Hinsicht zu sehen sind.

Die zur Lagerung und Führung der Schütztafeln im Pfeiler notwendigen Nischen stellen für den Wehrdurchfluß eine beträchtliche Störung dar und teilen die Wehrpfeiler statisch in zwei Teile, was mit einer größeren Pfeilerbreite wieder ausgeglichen werden muß, die wiederum dem Abfluß hinderlich ist. Dadurch ergeben sich im Vergleich mit den Segmentverschlüssen wesentlich höhere Erstellungskosten - vor allem für die Antriebe -, wie es auch in einer eingehenden Untersuchung des Neubauamtes Untere Fulda [7] zum Ausdruck kommt (siehe auch Abb.2 in [2]).

Da bei den Schützenwehren zur Anbringung der Antriebe hohe Pfeiler und damit hohe Aufbauten erforderlich sind, halten sie auch vor dem Hintergrund des Landschaftsschutzes keinen Vergleich mit den Segmenten aus.

3. Vergleich Zugsegment - Sektorwehr

Es bleibt demnach nur noch der Vergleich zwischen den Segmentverschlüssen und den eingangs genannten Sektorverschlüssen, der aus der Sicht der Erstellungskosten, der Unterhaltung und des Betriebs sowie der hydraulischen Vorgänge am Wehr geführt werden soll.

Hinsichtlich der Erstellungskosten darf auf eine eingehende Untersuchung des Neubauamtes Untere Fulda für die Wehranlage Wahnhausen/Fulda [7] zurückgegriffen werden, die hinsichtlich der Abflußverhältnisse, der Stauhöhe, der Wehrfeldweite und der Zahl der Wehrfelder ähnliche und damit den geplanten Saarwehren vergleichbare Bedingungen aufweist (siehe [2]). Der nachfolgende und teilweise wörtlich übernommene Kostenvergleich ist auf den Preisstand 1972 bezogen worden. Er ist zwar nur für sehr grobe Kostenschätzungen geeignet (kein Unterschied zwischen Verschlüssen, die auf ganzer Wehrfeldbreite gelagert sind und Verschlüssen, die nur an den Pfeilern gelagert sind), reicht jedoch aus, um die Kosten für einen Segmentverschluß mit den Kosten für einen Sektorverschluß zu vergleichen.

"Die Kosten für den Sektorverschluß sind von der Wehrfeldbreite im wesentlichen unabhängig. Die angegebenen Segmentverschlußkosten erfassen die geplante lichte Wehrfeldweite von 18,00 m gut, so daß bei insgesamt $3 \times 18,00 \text{ m} = 54,00 \text{ m}$ lichter Wehrweite sich Gesamtkosten von $14\,500 \times 54 = \text{ca. } 0,78 \text{ Mio DM}$ für Segmentverschlüsse und $21\,500 \times 54 = 1,16 \text{ Mio DM}$ für Sektorverschlüsse nach dem Preisstand von 1967 ergeben. Die Differenz der Wehrverschlußkosten beträgt also $0,38 \text{ Mio DM}$. Bei Berücksichtigung des Preisstandes 1972 sind es etwa $0,55 \text{ Mio DM}$."

Weiter entstehen beim Segmentwehr erheblich niedrigere Kosten für den Wehrboden als beim Sektorwehr. Nach dem Rahmenentwurf für das Fuldawehr Wahnhausen "kostet 1 lfd. Meter Sektorwehrsohle rd. $40\,000,-- \text{ DM}$, während für 1 lfd. Meter Segmentwehrsohle $19\,000,-- \text{ DM}$ aufzuwenden sind. Bei $54,00 \text{ m}$ Wehrsohlenlänge ergeben sich damit Gesamtkosten für die Sektorwehrsohle von rd. $2,16 \text{ Mio DM}$ und für die Segmentwehrsohle von rd. $1,03 \text{ Mio DM}$.

Die Sektorwehrsohlenkonstruktion kostet also rd. $1,13 \text{ Mio DM}$ mehr als die Segmentwehrsohlenkonstruktion.

Ermittlungen zu den Wehrpfeilerkosten sind nicht erforderlich, da die Kosten, die die tiefere Gründung und breitere Ausführung der Sektorpfeiler verursachen, jedenfalls höher sind als die Kosten der nicht so tief gegründeten und schmaleren Segmentwehrpfeiler. Insgesamt würde für eine Staustufe der unteren Fulda ein Sektorwehr danach mindestens $1,7 \text{ Mio DM}$ mehr kosten als ein Segmentwehr [7] "

Berücksichtigt man den heutigen Preisindex, dann darf man ohne weiteres davon ausgehen, daß bei jeder Saarstaustufe Mehrkosten in Höhe von $2,0 \text{ Mio DM}$ erforderlich wären, wenn man die Wehre nicht wie geplant mit Zugsegmenten, sondern mit Sektorverschlüssen ausrüsten würde.

Geht man nun von den Baukosten auf die Probleme der Unterhaltung und des Betriebs über, so erkennt man beim Segmentwehr im Vergleich mit dem Sektorwehr ebenfalls erhebliche Vorteile.

Im Gegensatz zu den Segmenten muß bei den Sektoren die Sektorkammer nahezu jährlich von Schlamm gereinigt werden, der sich überwiegend aus organischen Bestandteilen zusammensetzt, die sich in ungünstigen Fällen durch Vermodern in Methan umsetzen können. Eine derartige Entstehung von Methan und eine heute nicht mehr rekonstruierbare Funkenbildung beim Reinigungsvorgang haben vor mehreren Jahren zur Explosion des Sektorwehres Landesbergen/Weser geführt.

Segmente haben keine empfindlichen Dichtungen. Bei Sektoren führt dagegen die Undichtigkeit der "Drehachsendichtung" dazu, daß der Verschuß nicht mehr gehoben werden kann (Geesthacht 1970) und die Undichtigkeit der "Stauwanddichtung" dazu, daß der Verschuß nicht mehr abgesenkt werden kann (Mosel während der Bauzeit). Das heißt, die Funktionsfähigkeit des Wehres, die unbedingt mit größtmöglicher Sicherheit gegeben sein muß, hängt beim Sektorwehr wesentlich von der Funktionsfähigkeit empfindlicher Dichtungen ab.

Wie die Betriebserfahrungen von bestehenden Sektorwehren zeigen, ist der zum Unterwasser abfallende und beim Abfluß stets mit großen Geschwindigkeiten überströmte Sektorrücken erheblichen Beanspruchungen durch Korrosion ausgesetzt, die bei Flüssen mit Eisabfuhr sogar besondere konstruktive Maßnahmen zum Schutz vor den mechanischen Angriffen des Eises erforderlich macht (Geesthacht).

Schwierigkeiten mit der Brustdichtung, Ablagerungen in der Sektorgrube und Zerstörungen am Wehrrücken durch Eisgang haben beim zuletzt genannten Beispiel des Sektorwehres Geesthacht/Elbe zusammen mit den normalen Unterhaltungsarbeiten zu so großen Ausfallzeiten für die vier Sektoren nacheinander geführt, daß der Fall des Hochwasserabflusses durch $n - 1$ Wehröffnungen mehrmals gegeben war. Da dieser Abflußvorgang hinsichtlich der Sohlansgriffe unterhalb des Wehres außerordentlich ungünstig ist, findet man im Unterwasser tiefe Kolke vor, die zu umfangreichen Sanierungen der Befestigungsstrecke im Anschluß an das Tosbecken Anlaß gegeben haben und laufend weiter beobachtet werden müssen [1].

Unabhängig davon, ob die Zugsegmente mit einem mechanischen oder ölhdraulischen Antrieb ausgestattet werden, ist das Anheben der Segmente problemloser und bietet eine größere Betriebssicherheit als die komplizierte hydraulische Steuerung der Sektoren, wobei auch an das Bedienungspersonal gedacht werden muß, das im zuerst genannten Fall eine besser überschaubare Steuereinrichtung vorfindet.

Es ist ferner zu beachten, daß Segmentwehrverschlüsse über Wasser bei durchströmter Wehröffnung montiert werden können. Die Zeit, in der ein im Bau befindliches Wehrfeld eingespundet sein muß, ist beim Segmentwehr daher erheblich kürzer als beim Sektorwehr, so daß das Hochwasserrisiko während der Bauzeit kleiner ist und Kosten an Wasserhaltung eingespart werden.

Wendet man sich nun den hydraulischen Vorgängen an den beiden zu betrachtenden Wehrtypen zu, so kann festgestellt werden, daß Sektorwehre bisher nur für Verschußhöhen von maximal 7 m gebaut worden sind (siehe Abb.2 in [2]) und demnach für größere Verschußhöhen, wie sie an der Saar (mit Ausnahme des Wehres Luisenthal) geplant sind, keine praktischen Erfahrungen über die Strahlführung, hydrodynamischen Belastungen und Energieumwandlung im Unterwasser beim Überströmen einer solchen Konstruktion vorliegen.

In der Vorplanung für das geplante Kulturwehr Kehl/Straßburg stand für eine derartig große Überströmungshöhe zunächst ein Sektorwehr zur Diskussion und es wurden auch im Theodor-Rehbock-Flußbaulaboratorium der Universität Karlsruhe bei Prof. Mosonyi eingehende Modellversuche hierzu durchgeführt. Die Messungen der hydrodynamischen Belastungen im Modell haben ergeben, daß die Verwirklichung des anfangs geplanten Sektorwehres einige konstruktive Schwierigkeiten bringen würde und die technischen und wirtschaft-

lichen Auswirkungen bzw. Risiken des Ausbaues einer solch außergewöhnlichen Anlage noch nicht übersehbar sind. Aufgrund dieser Überlegungen zu den Versuchsergebnissen wurde für das Kulturwehr Kehl/Straßburg ein Staubalkenwehr mit Segmentverschlüssen und festem Mittelteil gewählt, das sich bei den anschließenden Modelluntersuchungen annähernd problemlos zeigte.

Ein unterströmtes Wehr, wie es das für den Ausbau der Saar vorgesehene Zugsegment darstellt, ist hydraulisch übersichtlicher, weniger schwingungsgefährdet und auch von der Kolkbildung her unkritischer als das überströmte Sektorwehr, wie es für den zuletzt genannten Gesichtspunkt die Kolkformeln von EGGENBERGER [3] und MÜLLER [6] für über- und unterströmte Wehre mit ihren variablen, von der Abflußform abhängigen Kolkfaktoren W zum Ausdruck bringen.

$$T = W \frac{H^{0,5} \cdot q^{0,6}}{d_{90}^{0,4}}$$

Hierin bedeuten:

T = Kolkwassertiefe

H = Spiegeldifferenz zwischen Ober- und Unterwasser

q = Abflußmenge je Breitereinheit

d = Korndurchmesser der Sohle

$W_{\text{Überströmen}}$ = 22,88

$W_{\text{Unterströmen}}$ = 10,35

Den geringeren Baukosten und den sich aus dem Betrieb einschließlich der hydraulischen Vorgänge sowie der Unterhaltung ergebenden Vorteilen des Segmentwehres steht nur die Vorstellung der besseren Anpassung des Sektorwehres an die umgebende Landschaft gegenüber:

Dies bezieht sich einmal auf Pfeilerform und Höhe, zum anderen auf den bei Überströmung des Wehres wohl ästhetischeren Anblick, den das Sektorwehr gegenüber dem angehobenen Segment bietet.

Bei entsprechender architektonischer Gestaltung der Wehrpfeiler einschließlich der notwendigen Aufbauten für die Antriebseinrichtungen kann aber auch beim Zugsegment eine befriedigende Lösung gefunden werden.

Da bis zur Ausbauwassermenge der Kraftwerke der gesamte Abfluß durch die Turbine geht, unterscheidet sich der Anblick vom Unterwasser auf das Wehr nur dadurch, daß der Sektor eine glatte ebene Fläche, das Segment eine durch die senkrechten und waagrechten Konstruktionsteile gegliederte Fläche bietet. Es spricht ein nur etwas erhöhter Kostenaufwand dagegen, auch beim Segment die Konstruktionsgliederung durch eine Verblendung dem Auge des Betrachters zu entziehen. Wenn die Ausbauwassermenge des Kraftwerkes überschritten ist, wird der Sektor mit einer dem Abfallboden anliegenden schiesenden Wasserschicht bedeckt, während das mit Aufsatzklappen geplante Segment bis zum völligen Umlegen der Klappen von der einem Wasserfall ähnlichen Strahlwand überströmt wird.

Unter dieser Voraussetzung kann auch das für den Ausbau der Saar gewählte Zugsegment vor dem Hintergrund des Landschaftsschutzes als eine zufriedenstellende Lösung bezeichnet werden.

4. Schrifttum

- [1] DIETZ, J.W. : Kolkssicherung am Elbewehr Geesthacht. Mitt. Bl.d.BAW 17 (1969) H.29, S.51-75
- [2] DIETZ, J.W. u. PULINA, B. : Wahl der Wehrverschlüsse beim Ausbau der Saar zur Schifffahrtsstraße. Mitt.Bl.d.BAW 22 (1974) H.36, S.39-55
- [3] EGGENBERGER, W. : Kolkbildung bei Überfall und Unterströmen. Diss. ETH Zürich, 1943
- [4] GRZYWIENSKI, A. : Neue Tendenzen in der Ausbildung von Flußkraftwerken und Schiffsschleusen. Wasserwirtschaft 54 (1964) H.6, S.160-170
- [5] HARTUNG, F. : Die strömungstechnische Entwicklung in Konstruktion und Gestaltung der Staustufen. Tiefbau (1970), H.3, S.201-230
- [6] MÜLLER, R. : Die Kolkbildung beim reinen Unterströmen und allgemeinere Behandlung des Kolkproblems. Mitt. Nr.5 der Versuchsanstalt für Wasserbau an der ETH Zürich, 1944
- [7] NBA UNTERE FULDA : Teilentwurf Nr. W 4 für die Wehranlage und Bootsschleusenanlage Wahnhausen in Fulda-km 93,5. Unveröffentl. Erläuterungsbericht vom 15. Mai 1974.

