

HENRY

Hydraulic Engineering Repository

Ein Service der Bundesanstalt für Wasserbau

Conference Paper, Published Version

Frigger, Martin; Höhne, Iris

Klappen und Wehre an Entlastungsanlagen

Dresdner Wasserbauliche Mitteilungen

Zur Verfügung gestellt in Kooperation mit/Provided in Cooperation with:

Technische Universität Dresden, Institut für Wasserbau und technische Hydromechanik

Verfügbar unter/Available at: <https://hdl.handle.net/20.500.11970/103997>

Vorgeschlagene Zitierweise/Suggested citation:

Frigger, Martin; Höhne, Iris (2002): Klappen und Wehre an Entlastungsanlagen. In: Technische Universität Dresden, Institut für Wasserbau und technische Hydromechanik (Hg.): Innovationen in der Abwasserableitung und Abwassersteuerung. Dresdner Wasserbauliche Mitteilungen 21. Dresden: Technische Universität Dresden, Institut für Wasserbau und technische Hydromechanik. S. 239-263.

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.



Klappen und Wehre an Entlastungsanlagen

Martin Frigger und Iris Höhne

HST-WKS Hydro-Systemtechnik GmbH, Meschede und Dresden

Kurzfassung: Der Einsatz von Klappen und Wehren unterstützt effizient die Nutzung, Schaffung und Bewirtschaftung von Speicherräumen. Eine Sonderaufgabe stellt der Hochwasserschutz dar. Wehreinrichtungen unterscheiden sich nach Wehrtart, Entlastungsart, Antriebsweise, Bauform und Grundriss. Je nach Einsatzzweck bringt die gezielte Kombination der Eigenschaften den gewünschten positiven Effekt. Der vorliegende Beitrag gibt einen Überblick über mögliche Wehreinrichtungen an Entlastungen/Regenbecken und unterstreicht deren Eigenschaften und den damit verbundenen Nutzen an Hand praktischer Einsatzbeispiele. Insbesondere wird in dem Beitrag auf die Wirkungsweise als Entlastungsorgane an Regenbecken eingegangen.

Der komplette Langtext steht unter der Internetadresse www.systemtechnik.net als pdf-file zum Download bereit.

Keywords: Klappen, Wehre, Stauraumbewirtschaftung, Stauzielhaltung, Kanalnetzsteuerung, Rückstausicherung, Hochwasserschutz, BÜ, Entlastung

1 Wehre

1.1 Gruppierung nach Eigenschaften und Funktionen

1.1.1 Aufgaben

Durch den Einbau von Wehren, welche mit oder ohne Fremdenergie arbeiten, lassen sich Füllstände bzw. Wasserspiegel gezielt regulieren. Speicherbecken, Behälter, Kanäle und Gerinne können wasserspiegelabhängig beschickt werden. Wehre ermöglichen die Bewirtschaftung von Stauräumen jeglicher Art, womit vorzugsweise die Aktivierung von Speichervolumina verbunden ist.

Weitere Aufgaben und Einsatzgebiete für Klappen und Wehre sind:

- Gezielter Aufstau von stehenden und fließenden Gewässern
- Wasserspiegeltrennung und Entkopplung
- Rückstausicherung und Hochwasserschutz

- Abzug von unterschiedlichen Mediumsschichten aus Behältern und Becken
- Schwimmstoff- und Leichtflüssigkeitsrückhaltung
- Verminderung von Fließgeschwindigkeiten
- Lenkung und Leitung von Fluidströmen

1.1.2 Unterscheidungsmerkmale bei Wehreinrichtungen

Wehre unterscheiden sich an Hand verschiedener Charakteristika, wobei Kombinationen der Eigenschaften untereinander dem jeweiligen Einsatzzweck angepaßt sind.

Wehrtart

Feste-Wehre / Heber-Wehre / Bewegliche-Wehre / Unechte-Wehre

Antriebsart

Selbsttätig / Fremdenergie / Hydraulisch / Elektrisch

Entlastungsweise

Überströmt / Unterströmt / Durchströmt

Bauform

Walzen-Wehre / Segment-Wehre / Schütz-Wehre / Sektor-Wehre

Grundrissform

gerades Wehr / schräges Wehr / gekrümmtes Wehr / gebrochenes Wehr

1.2 Feste Wehre mit Belüftung

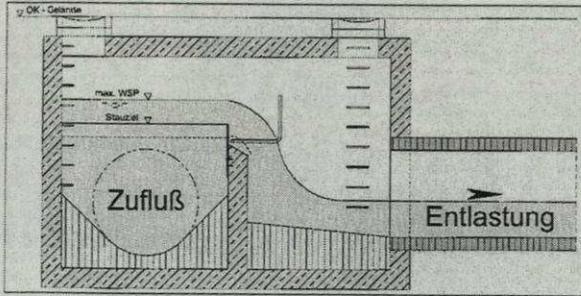


Abbildung 1: Schnitzzeichnung festes Wehr mit Belüftung

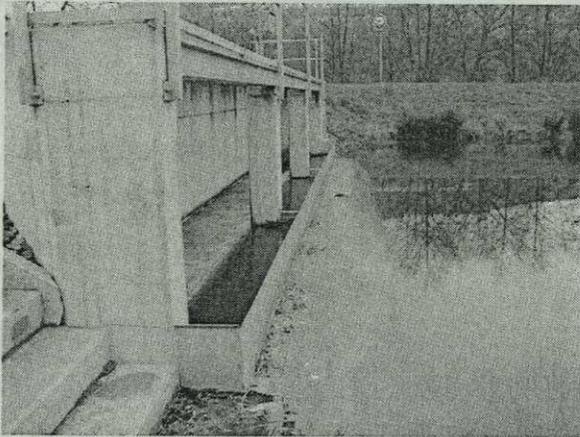


Abbildung 2: Foto feste Wehrschwelle mit Tauchwand

1.3 Gewichtsgesteuerte Hydromechanische Klappenwehre

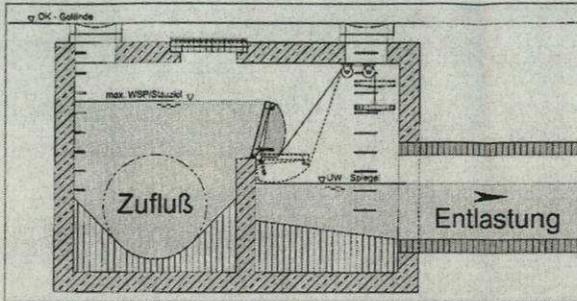


Abbildung 3: Gewichtsgesteuertes Klappen-Wehr (GSK-Wehr)

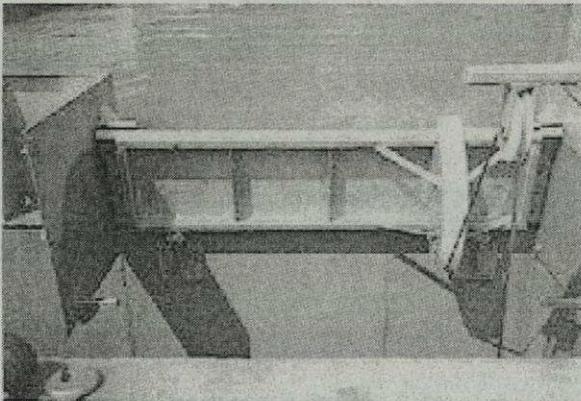


Abbildung 4: Foto GSK-Wehr im offenen Becken

Praxisbeispiel Zusammenführungsbauwerk am RÜB Dresden-Johannstadt

Beschreibung:

Das Wehr vom Typ GS/RSK ist ein Notentlastungsorgan, das bei Erreichen eines bestimmten Wasserpegels entlastet und bei Rückstau vom Vorfluter als Hochwasserschutzorgan die Entlastungsöffnung verschließt. Das GS/RSK-Wehr ist im geschlossenen Zustand 4-seitig dichtend.

Funktion als Notentlastungsorgan

Das Wehr staut das Oberwasser (OW) bis zum Stauziel auf. Steigt der Wasserspiegel über das Stauziel an, öffnet sich das GS/RSK-Wehr in einem zum Zufluß stehenden Verhältnis und entlastet in den Vorfluter. Das Wehr schließt selbsttätig, wenn der OW-Pegel unter das Stauniveau absinkt.

Stauziel: 107,65 müNN

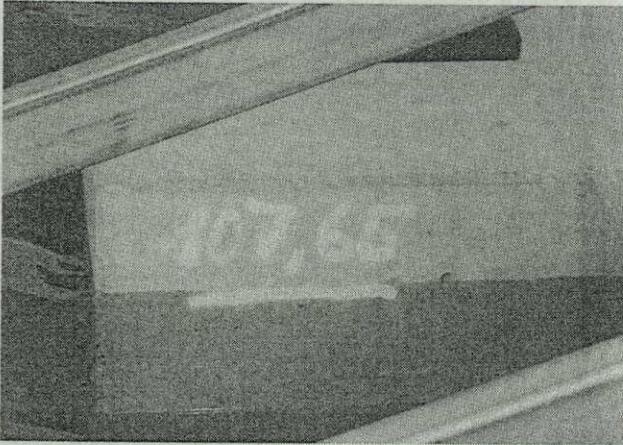


Abbildung 5: Funktionsnachweis Stauzielhaltung im Probetrieb

Funktion als Hochwasserschutzorgan bis 5 m WS

Das GS/RSK-Wehr verschließt im geschlossenen Zustand die Entlastungsöffnung und verhindert das Rückfließen der Elbe in das Kanalnetz. Stellt sich während

einer Entlastung ein steigender UW-Spiegel ein, richtet sich das Wehr stetig auf und wird durch den zunehmenden Wasserdruck in die umlaufende Doppelstegdichtung gepreßt und verschließt den Entlastungsquerschnitt.

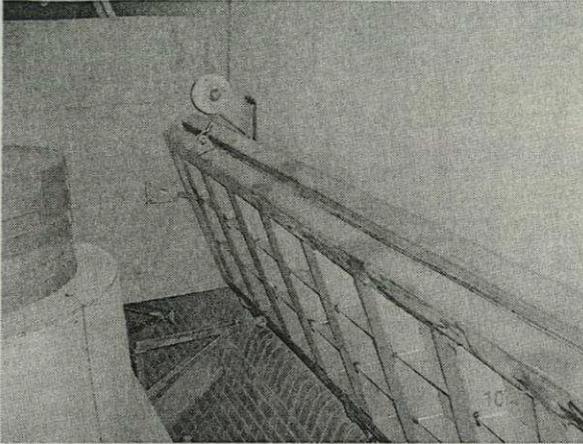


Abbildung 6: Kombinierte Gewichtstau-/Rückstauklappe

Betriebs- und Lastzustände

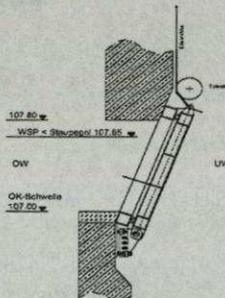


Abbildung 7: Betriebszustand I

Stellt sich ein Wasserpegel auf der OW-Seite $<$ Stauziel ein, ist das GS/RSK-Wehr geschlossen. Stellt sich ein Wasserpegel $>$ Stauziel ein, öffnet das Wehr und entlastet.

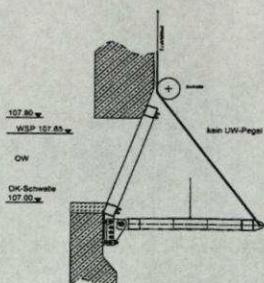


Abbildung 8: Betriebszustand 2

Die maximale Entlastungswassermenge von $Q_{max} = 10.000$ Liter/Sekunde wird entlastet. Das GS/RSK-Wehr ist vollständig geöffnet und liegt im Anschlag.

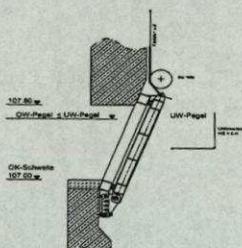


Abbildung 9: Betriebszustand 3

Der Unterwasserpegel stellt sich zwischen OK-Schwelle und maximaler Wassersäule bis 5 m ein. Das GS/RSK-Wehr ist vollständig geschlossen und verhindert den Rückfluß ins Kanalnetz. $OW - \text{Pegel} \leq UW - \text{Pegel}$

Antrieb:

Das Wehr arbeitet selbsttätig ohne Fremdenergie. Die oberwasserseitig wirkende Wasserkraft wird durch eine Gegenkraft kompensiert. Die Gegenkraft bzw. Antriebskraft wird durch ein Kontergewicht erzeugt und durch eine Kurvenscheibe entsprechend eingestellt.

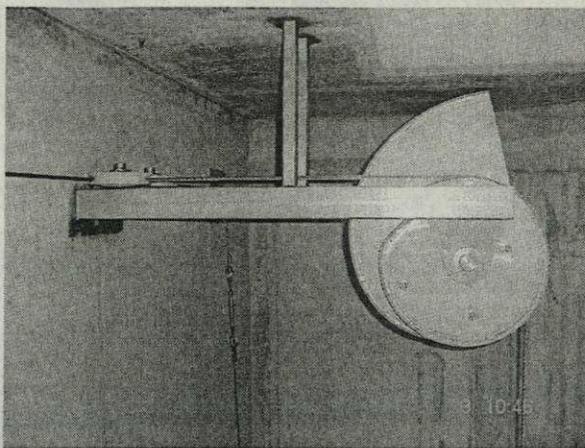


Abbildung 10: Kurvenscheibe/Steuerkontur

Die Kraft wird mit einem Edelstahl Drahtseil von dem Kontergewicht über die Kurvenscheibe auf das GS/RSK-Wehr übertragen.

1.4 Elektrohydraulisch gesteuerte Klappenwehre

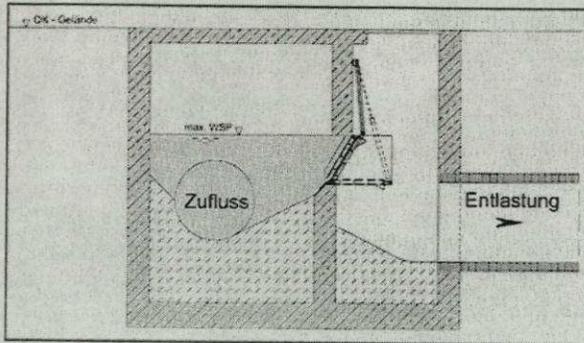


Abbildung 11: Elektrohydraulisch gesteuertes Klappen-Wehr (ESK-Wehr)

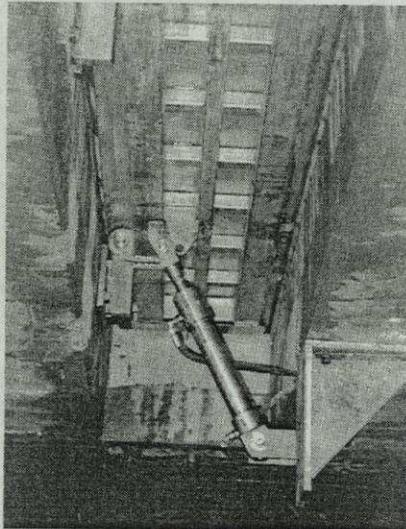


Abbildung 12: Foto ESK-Wehr

1.5 Luftgesteuerte Heberwehre (ALH-Wehr)

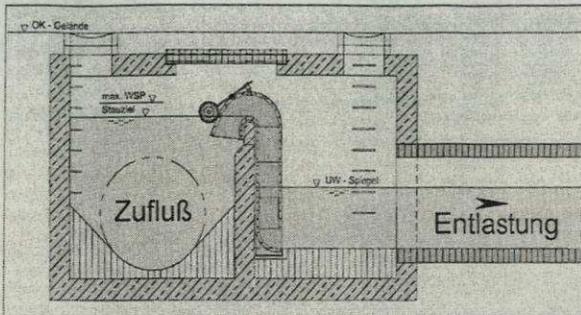


Abbildung 13: Prinzipdarstellung luftgesteuertes Heber-Wehr (ALH-Wehr)

Das Funktionsprinzip des ALH-Wehres beruht auf der Erzeugung eines im Verhältnis zum Zufluss stehenden Unterdrucks im Heber. Die Reduzierung der Luftzufuhr bei Erreichen des Stauziels gewährleistet einen gleichmäßiger Abfluß.

Mögliche Einbauorte sind:

- Regenüberlaufbauwerke in Mischwasserkanälen
- Regenrückhaltebecken
- Abflussregulierung in natürlichen Gewässern und Bewässerungsanlagen
- Ölabscheideranlagen

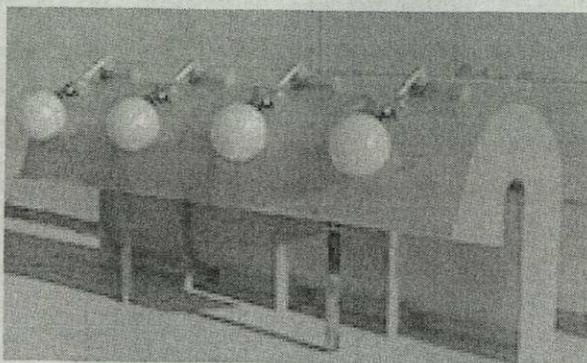


Abbildung14: Werkstattfoto ALH-Wehr aus GFK

$$Q_{\max} = \mu \cdot D \cdot b \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot \Delta H} \quad (1)$$

mit Q_{\max} = maximaler Heberdurchfluß in m^3/s

μ = Abflußbeiwert

D = Heberdurchflußhöhe in m

b = Heberdurchflußbreite in m

g = Erdbeschleunigung in m/s^2

ΔH = Differenz zwischen Ober- und Unterwasser in m

Abbildung 15: Bemessung Heberwehr

1.6 Schwimmgesteuerte Klappenwehre

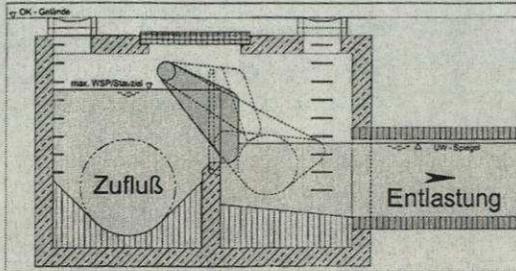


Abbildung 16: Automatisches schwimmgesteuertes Klappenwehr

Das schwimmgesteuerte Klappenwehr als Entlastungseinrichtung z.B. am Beckenüberlauf (BÜ) zeichnet sich durch folgende Vorteile gegenüber einer festen Wehrschwelle aus:

- exakte Stauzielhaltung bei optimaler Nutzung des Speichervolumens
- Hochwasserschutz bis zum Stauziel
- Geringere Bauwerksgröße
- Rückhaltung von Schwimmstoffen durch unterströmte Klappe
- Antrieb ohne Fremdenergie
- Entlastung im Freigefälle auch bei Rückstau aus dem Vorfluter

1.6.1 Beschreibung der Wehrkonstruktion

Das ASK-Wehr besteht im wesentlichen aus:

- 1-Zulaufkanal
- 2-Ablaufkanal
- 3-Abschlagskanal
- 4-Wehrklappe
- 5-Schwimmer mit Schwimmerkammer
- 6-Welle
- 7-Schwelle - Klappe
- 8-Schwelle - Schwimmer~ Stauziel
- 9-Entleerungsleitung der Schwimmerkammer

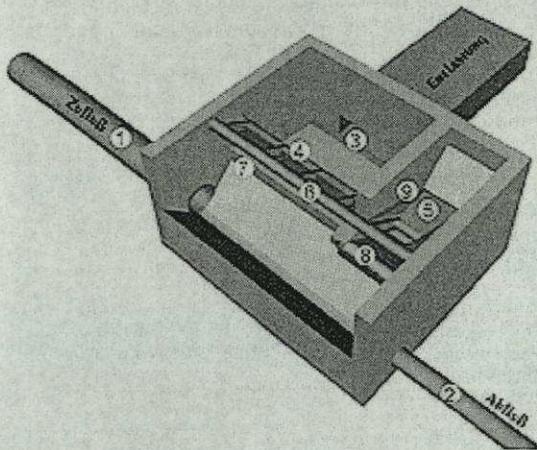


Abbildung 17: Aufbau des schwimmergesteuerten Klappenwehres

1.6.2 Vergleich zwischen fester Wehrschwelle und ASK-Wehr

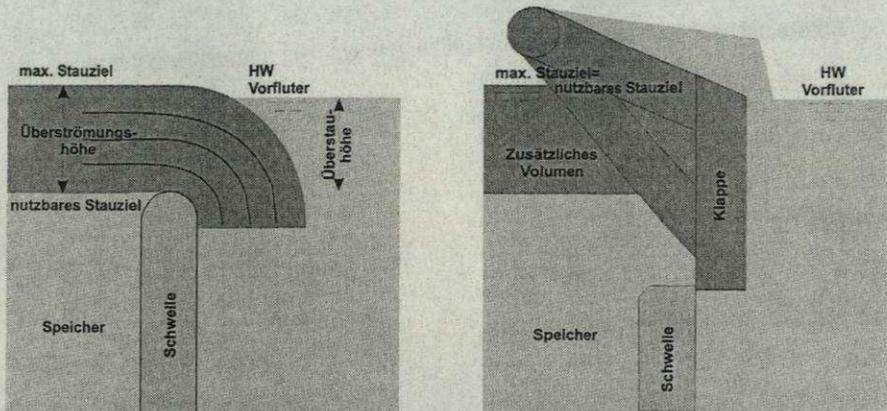


Abbildung 18: Vergleich anrechenbares Stauvolumen

Durch den Einsatz eines schwimmergesteuerten Klappenwehres kann das nutzbare Speichervolumen bis zum maximalen Stauziel angerechnet werden.

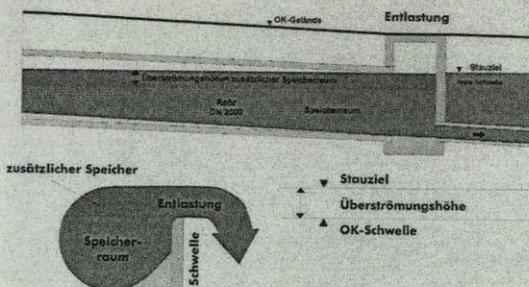
Damit werden folgende Zielstellungen erfüllt:

- Sicheres Einhalten einer max. Rückstauenebene
- Optimale Ausnutzung des Speichervolumens
- Kurze Schwellenlängen (kompakte Bauwerke)
- Rückstau- / Hochwasserschutz
- Rückhalt von Schwimmstoff

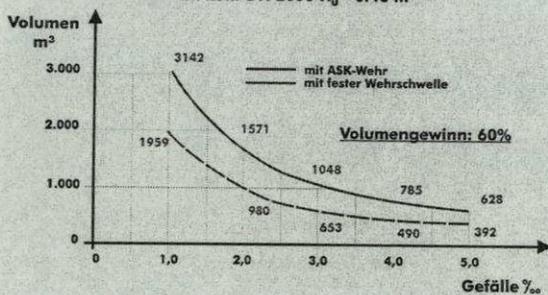
ASK-Wehr, Speichervolumen

Aktivierung von Speichervolumen durch ASK-Wehre

Längsschnitt



nutzbares Speichervolumen
im Rohr DN 2000 $H_0 = 0.40$ m



4 ASK-Wehr

Abbildung 19: Aktivierung von Speichervolumen

1.6.3 Arbeitsweise des ASK-Wehres

Bei Erreichen des Stauziels läuft das Wasser zuerst in die Schwimmerkammer. Der Schwimmer erhält Auftrieb und öffnet über die oberhalb und außermittig gelagerte Welle die starr verbundene Wehrklappe in einem zum Zufluß stehenden Verhältnis.

Wird der Zufluß größer, vergrößert die auftriebserzeugende Wassermenge den Öffnungswinkel der Klappe. Bei geringer werdendem Zufluß reduziert sich der Öffnungswinkel entsprechend.

Die Schwimmerkammer wird über eine Entleerungsrohrleitung DN 100 bei Einstau kontinuierlich in das Trennbauwerk entleert.

Sobald der Wasserspiegel geringfügig fällt und kein Wasser in die Schwimmerkammer nachströmt, schließt die Klappe dicht an der Schwelle.

Damit kann das Becken bis zum Maximalwasserspiegel eingestaut werden, bevor es zur Entlastung am BÜ kommt.

Die Entlastungswassermenge kann mittels Drehwinkelgeber über den Öffnungsgrad der Klappe ermittelt.

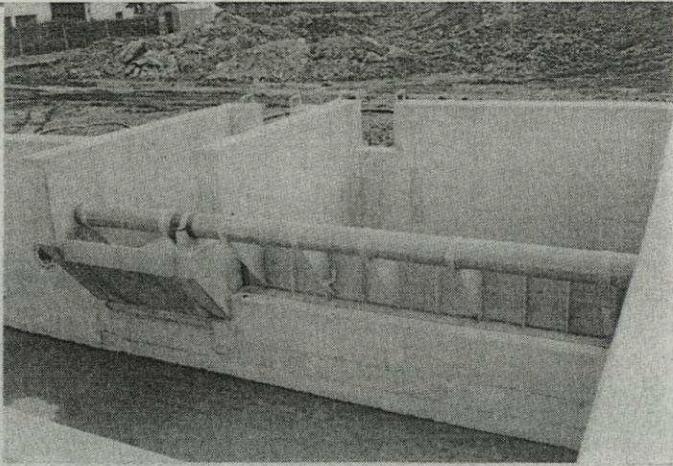


Abbildung 20: Ansicht ASK-Wehr von Oberwasserseite

1.6.4 Praxisbeispiele

Projekt: Frankfurt Niederad

Einsatzzweck

Gestaffelte Beschickung der Regenbecken auf der Kläranlage Niederad in Abhängigkeit der Wasserspiegellage im Zuflussammeler. Bestmöglichste Ausnutzung des vorhandenen Sammlervolumens zur Niederschlagspeicherung. Reduzierung der Reinigungshäufigkeit der Becken.

Beschickungsleistung

3 ASK-Wehre mit je $4,39 \text{ m}^3/\text{s}$

Besonderheit

Variable Stauzieleinstellung durch verstellbare Schwimmerkammer Überlaufschwelle.

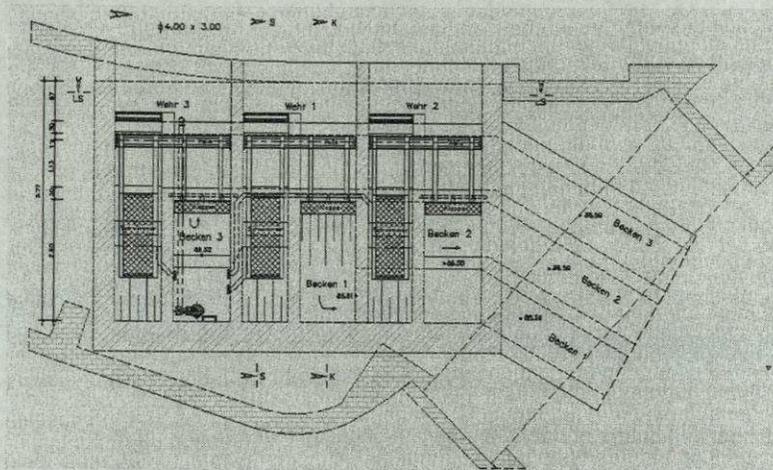


Abbildung 21: Grundriß

Projekt: Velenje Slowenien

Einsatzzweck

Aufstau des Velenje-Sees zur Aktivierung von 1 Mio. m³ Speichervolumen.

Entlastungsleistung

12,09 m³/s.

Besonderheit

Die Wehranlage befindet sich im Dauerregelbetrieb.

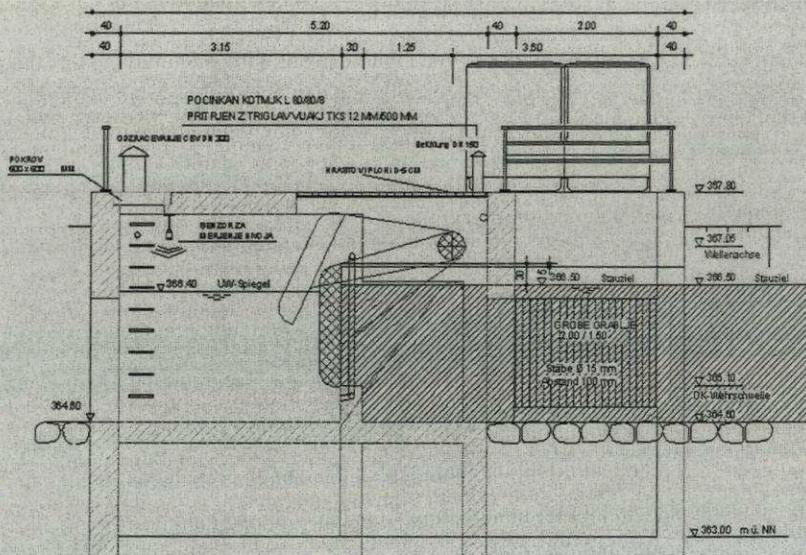
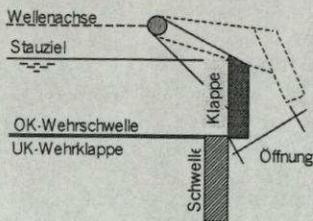


Abbildung 22: Schnitt Wehrklappe

Stauziel.....	366,70 m ü. NN
OK-Wehrschwelle.....	365,30 m ü. NN
Klappenlänge.....	3,80 m
maximaler Öffnungswinkel.....	25,30 °
Radius Wellenachse - UK Klappe (r).....	1,97 m
Abstand Wellenachse - OK Schwelle (H).....	1,95 m
Entlastungswassermenge Q_{max}	12.088,28 l/s

Winkel (°)	Öffnung (m)	Abfluß (l/s)
1	0,03	217
2	0,07	457
3	0,10	722
4	0,14	1.011
5	0,17	1.323
6	0,21	1.658
7	0,24	2.016
8	0,27	2.397
9	0,31	2.800
10	0,34	3.225
11	0,38	3.671
12	0,41	4.138
13	0,45	4.626
14	0,48	5.134
15	0,51	5.661
16	0,55	6.207
17	0,58	6.772
18	0,62	7.354
19	0,65	7.954
20	0,68	8.571
21	0,72	9.204
22	0,75	9.852
23	0,79	10.515
24	0,82	11.192
25	0,85	11.882
26	0,89	12.585
27	0,92	13.300
28	0,95	14.026
29	0,99	14.762
30	1,02	15.508
31	1,05	16.263

Schnitt: Klappe/Schwelle



Abflußdiagramm:

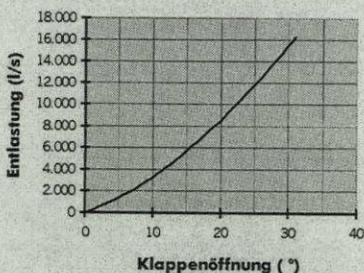


Abbildung 23: Bemessung ASK-Wehr

Projekt: Neuburg an der Donau

Einsatzzweck

Regenentlastung in Kombination mit einem Hochwasserpumpwerk zur optimalen Ausnutzung des Speichervolumens im Zulaufsammler sowie zur Reduzierung des Pumpwerksbetriebes.

Entlastungsleistung

8 m³/s

Besonderheit

Hochwassersicherung bis zum Stauziel/Gestaffelte Entlastung

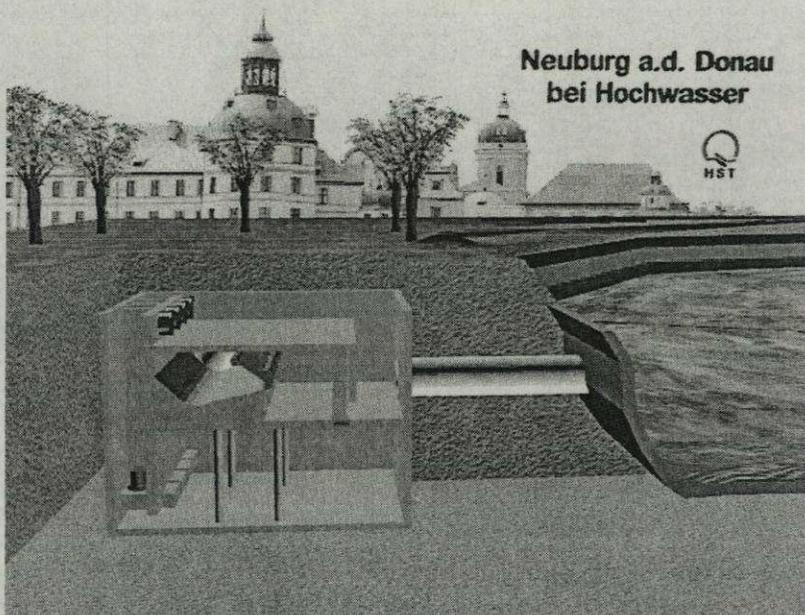


Abbildung 24: Prinzipdarstellung Hochwasserpumpwerk

Projekt: Kiel

Einsatzzweck

Für die Entlastung eines RRB.

Entlastungsleistung

1.689 m³/s

Besonderheit

Hochwassersicherung bis zum Stauziel.

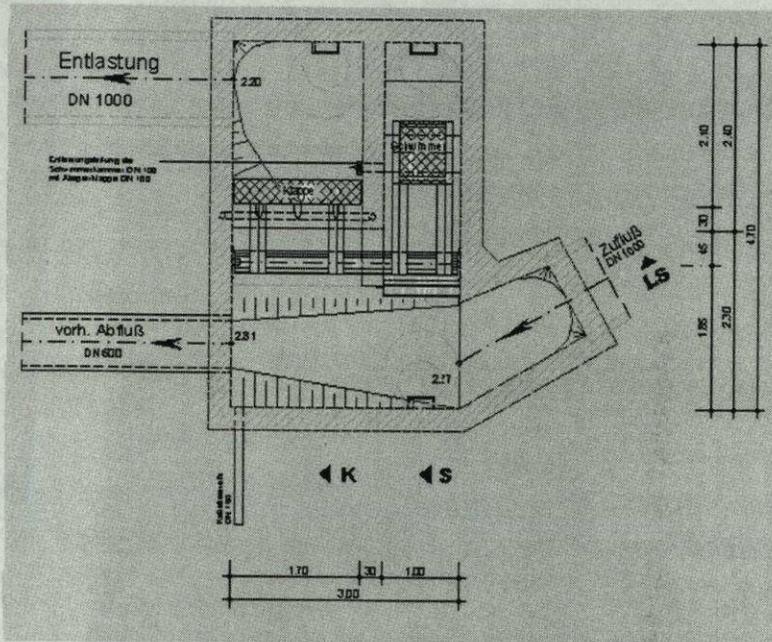


Abbildung 25: Grundriß

2 Klappen für Hochwasser- und Rückstauschutz

2.1 Automatisch wirkende Rückstau-Klappe, aufschwimmend (RSK/S)

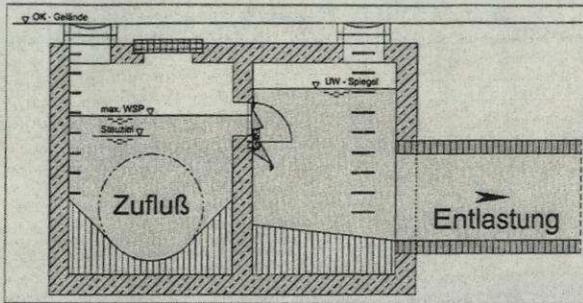


Abbildung 26: Rückstauklappe, aufschwimmend

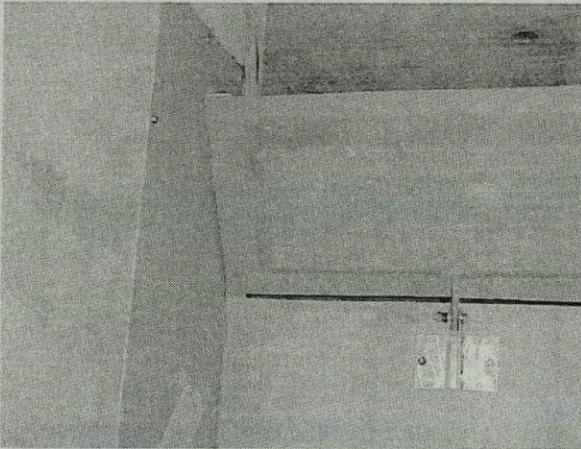


Abbildung 27: Foto Rückstauklappe, aufschwimmend aus GFK

2.2 Automatisch wirkende Rückstau-Klappe, pegelgesteuert (RSK/P)

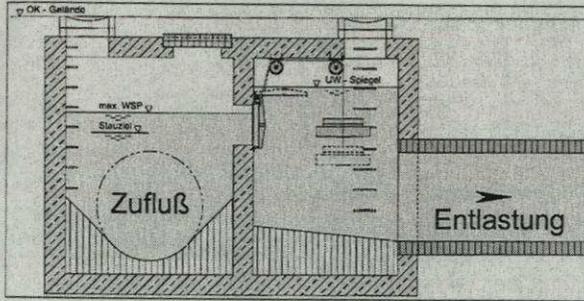


Abbildung 28: Rückstauklappe, pegelgesteuert

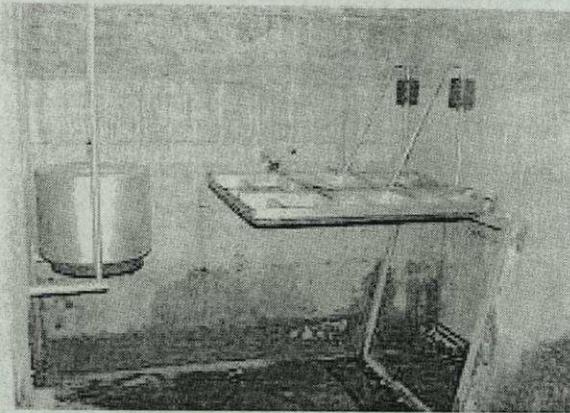


Abbildung 29: Foto Rückstauklappe, pegelgesteuert

2.3 Automatisch wirkende 2-Wege Rückstau-/Hochwasser-Klappen

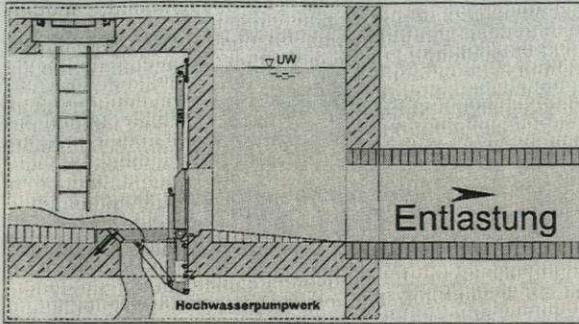


Abbildung 30: Längsschnitt 2-Wege Rückstau-/Hochwasserklappe

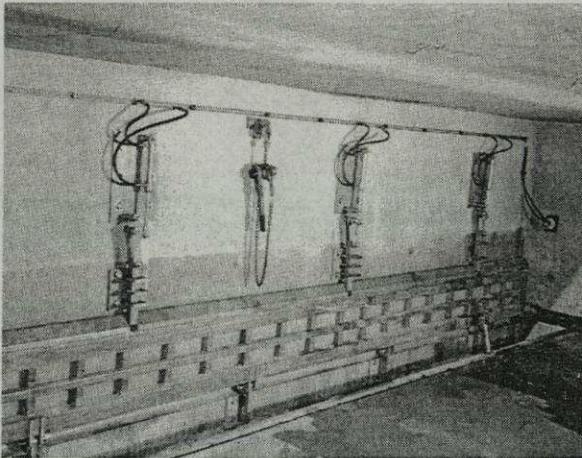


Abbildung 31: Foto 2-Wege Rückstau-/Hochwasserklappe

Autoren:

Martin Frigger

HST Hydro-Systemtechnik GmbH
Sophienweg 3
D 59872 Meschede

Tel.: ++49 - 291 - 9929 - 0
Fax: ++49 - 291 - 7691
E-Mail: Frigger@systemtechnik.net

Dr. Iris Höhne

HST Hydro-Systemtechnik GmbH
Caspar-David-Friedrich-Str. 37 F
D 01217 Dresden

Tel.: ++49 - 351 - 87771 - 0
Fax: ++49 - 351 - 87771 - 20/- 60
E-Mail: I.Hoehne@hst-wks.de