

Die **beweglichen Wehre** können unterschiedlich ausgeführt sein, am Wehriboden oder auf der Wehrschwelle gelagerte Drehverschlüsse, z. B. Stauklappen, oder zwischen Pfeilern hebbare Verschlüsse. Das **Schütz** ist dabei die senkrecht bewegbare Platte aus Holz oder Eisen zur Regelung des durchströmenden Wassers oder zum Schließen eines Wehres.

Die Schütztafel kann aus Holz oder als Stahlkonstruktion ausgeführt sein. Die Schütze laufen in Nischen der Wehrpfeiler, die meist als U-Eisen ausgeführt sind, und in der Wehranlage sicher verankert sind. Die Schütze können sich auf Gleitschienen bewegen, man spricht vom Gleitschütz, oder mit Hilfe von Lauf- und Führungsrollen geführt werden; diese Art nennt man Rollschütz. Bei einem Gleitschütz bildet die Gleitfläche zugleich die Dichtung; bei einem Rollschütz sind zusätzliche Dichtelemente notwendig. Die Führungen können auch beheizt werden, damit die Schütztafel im Winter nicht festfriert.

Neben der Regulierung des Wasserstandes dienen die Schütze zur Abführung von Schwemmgut, aber auch von Geschiebe. Sie müssen daher folgende Anforderungen erfüllen:

- betriebssicher in jeder Situation, auch im Winter und insbesondere bei Hochwasser.
- relativ schnelle Bewegung, beim Abschalten der Turbine
- feinregulierbar, um den Oberwasserstand genau halten zu können
- geringer Kraftaufwand
- wirtschaftlich, kostengünstig und langlebig
- unauffällig in die Landschaft eingegliedert

Die Schütztafel ist bei kleineren Anlagen aus wirtschaftlichen Gründen meist aus druckimprägniertem Kiefernholz, versehen mit Nut und Feder, damit sie zuverlässig dicht bleibt. Auch das Kernholz von Lärche oder Eiche wird gerne verwendet, da dieses auch 30 Jahre im Wasser übersteht. Die Oberkante des Schützes sollte unwesentlich über dem Sollwasserpegel liegen, um bei geringem Hochwasser die Funktion eines Streichwehres zu erfüllen.

Bei der Dimensionierung des Stahlbaus zur Befestigung der Schützzüge muss auch berücksichtigt werden, dass das Schütz soweit angehoben werden können muss, dass die Unterkante deutlich über der Hochwassermarke liegt.

Ein konkretes Beispiel:

Breite X: 23,5 [dm]

Stau-Höhe Y: 14,0 [dm]

Dicke: 10 cm

Gewicht G ca. : 350 kg

Reibbeiwert μ : 0,45 (Gleitschütz, Holz auf Stahl)

Sicherheitszuschlag S = 2

Dimensionierung des Schützzuges:

$$F = (\mu \cdot X \cdot Y \cdot Y / 2 + G) \cdot S \cdot 10 = (N)$$

Quelle: haacon Hebetchnik [1]



Abb. 2: Schützzug

Der horizontale Druck auf die Schütztafel ist ca. 2,3 t, bei normalem Wasserstand. Diese Kraft muss von der Schütztafel gehalten werden, und wird seitlich in die Pfeiler abgeleitet.

Mit der Formel kann man folgende Kräfte für den Schützzug ableiten:

Zugkraft: 13 500 N oder 1,350 t

Druckkraft, um das Schütz ganz zu schließen:

$F = 7\,000\text{ N}$, oder 0,7 t

Man sieht, dass die Kräfte wegen der Reibung recht hoch sind. Der Antrieb muss auch in der Lage sein, das Schütz gegen die Wasserkraft nach unten zu drücken.

Mit Sicherheitsfaktor 2 ergibt sich also:

$F = 27\,000\text{ N}$, oder 2,700 t

Da die Höhe (Y) kleiner als 1,5 mal Breite (X), muss ein Tandemzug verwendet werden, um das Verkanten der Schütztafeln zu vermeiden.

Es bietet sich an einen Tandemzug mit 3 t Zug- und Hubkraft zu verwenden, mit Antrieb über Handkurbel, Seitenantrieb, oder über Winkelgetriebe, selbsthemmend, so dass die Schütztafeln in jeder Position gehalten wird. Die Zahnstangenlänge kann an jede Situation angepasst werden.

Die Kosten für diesen Antrieb mit 3 t liegen bei ca. 1.200 Euro. Die nächst größere Variante mit 5 t Zugkraft kostet etwa 1.350 Euro

Das Rollschütz besitzt gegenüber dem Gleitschütz deutlich geringere Reibungskräfte, wodurch größere Schütztafeln und kleiner dimensionierte Antriebe möglich sind.

$U = 0,15$ bei Rollen.

$F = 13\,900$, oder 1,39 t, mit Sicherheitszuschlag.



Abb. 3: Hebezug Fa. Haacon



Abb. 4: Antrieb für Doppelschütz Fa. Haacon

Eine spezielle Bauform ist das Doppelschütz; bei dem zwei Schütze mit etwa halber Höhe verwendet werden, die aber einzeln bewegt werden können. Bei wenig Wasser wird die obere Tafel abgesenkt, womit eine feinere Regelung möglich ist; Schwemmgut und Eis kann so abgeführt werden. Bei starkem Hochwasser werden beide Tafeln gehoben, wodurch eine große Wassermenge durch das Wehr fließen kann und auch das Geschiebe mitgerissen wird.



Abb. 5: Koppelmechanismus für Gleitschütz mit horizontale geteilter Tafel

Eine Sparversion des Doppelschütz ist ein Gleitschütz, bei dem die Tafel horizontal geteilt ist. Es ist hier nur ein Antrieb vorhanden. Das Heben der oberen Tafel ermöglicht die Abfuhr geringerer Hochwässer, oder Überwasser bei Maschinenabschaltung. Wenn die untere Hälfte auch gehoben werden soll, wird der obere Teil wieder abgesenkt, die beiden Hälften

werden über einen einfachen, aber sicher funktionierenden Mechanismus angekoppelt, und dann werden beide Hälften hochgezogen. Der kritische Zeitpunkt dabei ist, dass man rechtzeitig die beiden Tafeln aneinander koppeln muss. Bei Hochwasser ist es natürlich ein Problem, weil Solche Gleit-Schütze schließen eventuell nicht ganz dicht, besonders an der Unterkante unten kann etwas Wasser durchlaufen. Man sollte die Menge des Leckwasser aber man die Schleuse zum Ankoppeln zuerst völlig schließen muss!

Nehmen wir an, das Schütz aus dem obigen Beispiel wird mit 40 cm überströmt, so ergibt sich folgende Zugkraft:

$F = 20\ 000\ \text{N}$ oder 2 t, ohne Sicherheitszuschlag.

Wenn jetzt noch Eis in der Führung die Bewegung hemmt, so könnte die notwendige Zugkraft sogar noch höher sein.



Abb. 6 Schienen für Notverschluss

Solche Gleitschütze schließen eventuell nicht ganz dicht, besonders an der Unterkante unten kann etwas Wasser durchlaufen. Man sollte die Menge des Leckwasser aber auch nicht überbewerten: 10 l/sek ergeben pro 1 mtr Stauhöhe gerade mal 3,5 Euro pro Monat.

Es empfiehlt sich, eine Vorrichtung für einen Notverschluss vor dem eigentlichen Schütz anzubringen; U-Schienen, in die man für Reparaturzwecke Balken einlegen kann, wie es bei der abgebildeten Anlage des Wasserwirtschafts amtes Landshut sehr gut gelöst ist. (Abb. 6)

Antrieb des Schützes

Der Antrieb des Hubmechanismus ist meist so ausgelegt, dass er über eine Handkurbel bedient werden kann. Bei einer Handkurbel von 50 cm Länge und einer Kraft von 25 kg entspricht das einem

Drehmoment von $25 \cdot 0,5 \cdot 10 = 125\ \text{Nm}$.

Mit diesem Drehmoment werden etwa die Radmuttern an einem PKW angezogen. Bei dem oben angegebenen Beispiel wird eine Doppelwinde gewählt mit 3 t Zug- bzw. Schubkraft. Die Handkraft bei voller Last ist 240N, also 24 kg. Sie hat eine Untersetzung von 1 : 9,5, bei einer Umdrehung der Kurbel wird der Schütz 8 mm angehoben. Wenn man mit 1 U/sek kurbelt, so schafft man 48 cm pro Minute. Das ist ein akzeptabler Wert, um bei einem Abschalten der Turbine die Schleuse öffnen zu können.

Man sollte den Schleusenantriebe jeden Sommer, etwas Fett kann auch nicht schaden. Mehrere parallele Risse im Lack können auf eine Überlastung hinweisen. Im Extremfall kann der Antrieb sogar versagen - was sehr unwahrscheinlich, aber nicht unmöglich ist - dann sollte der Schütz im Notfall z. B. mit einer Seilwinde oder einem Kran zu ziehen sein. Der Antrieb muss also zugänglich und möglichst einfach abzumontieren sein, auch bei

Hochwasser.

Elektromechanischer Antrieb

Soll nun dieser Schützzug mit einem elektrischen Getriebe und Motor versehen werden, sind einige Problempunkte zu berücksichtigen: Normalerweise erfolgt der Antrieb über eine Handkurbel. Das Getriebe muss also eine ähnliche Drehzahl besitzen, wie bei einer Handkurbel, also z. B. 0,5 bis 2 U / Sekunde, oder 30 - 120 U / min. Wenn man mit maximal 50 kg auf eine Kurbel mit 50cm Länge drückt, so entspricht das einem Drehmoment von 250 Nm.



Abb. 7: Schiebemuffe

Das Drehmoment an der Getriebeachse des Motors sollte nicht höher sein, da sonst der Antrieb und die Übersetzung beschädigt werden kann. Zusätzlich muss eine elektrische Sicherung gegen Überstrom vorhanden sein. Nach Möglichkeit sollte man einen Motor verwenden, der auch bei Stromausfall funktioniert, also über 24 Volt Notstrombatterien. Allerdings sind solche Motoren deutlich teuer als Standard-Asynchronmotore, so daß der Einsatz nur bei relativ kleinen Schützen in Frage kommt.

Der Motor kann z. B. auf die Achse gekuppelt werden, an der Stelle, an der auch die Handkurbel antreibt. Am einfachsten ist dabei eine Schiebemuffe, um den Motor mit der Achse des Schützenantriebes zu koppeln.

Gelegentlich sieht man einen Antrieb, der über zwei Keilriemenscheiben und einen kurzen Keilriemen erfolgt. Das ist aber kein Ersatz für eine Rutschkupplung. Sehr wichtig ist : Die Kurbel muss unbedingt entfernt werden, da sie bei dem elektrischen Antrieb plötzlich rotiert und schwere Verletzungen verursachen kann. Die entsprechenden Schutz-Vorschriften müssen unbedingt beachtet werden.



Abb. 8: Endschalter

Die Endstellung "unten" und "oben" werden über Endschalter festgelegt, die automatisch den Motor abschalten. Weiter kann das Schütz nicht gefahren werden. Die mechanischen Endschalter müssen unbedingt zuverlässig funktionieren, auch im Winter und nach mehreren Jahren!

Abhängig von der Ausführung können diese unterschiedlich angebracht werden. Hier ein Beispiel:

An der Zahnstange werden zwei Anschläge für die Endschalter angebracht. Und zwar oben, wo die Zahnstange aus dem Antrieb herausragt, und der zweite relativ weit unten. Falls das nicht möglich ist, kann auf der Schütztafel ein senkrecht, geschlitztes Vierkantrohr befestigt werden, an dem der mechanische Anschlag fixiert wird.

Die mechanischen Anschläge werden zuerst mit einigen Zentimeter Sicherheitszuschlag montiert, und erst nach einem Test der elektrischen Funktion in die endgültige Position gebracht. Die Ansteuerung des Motors kann über Taster für AUF / AB erfolgen, oder zusätzlich über eine automatische Steuerung. Diese misst über einen Schwimmerschalter oder eine Pegelsonde den Wasserstand und öffnet bzw. schließt automatisch das Schütz abhängig vom Wasserstand.

Wenn man per Hand an der Kurbel dreht, so erkennt man den Widerstand, man sieht, wann das Schütz "unten" ist und wann das Schütz dicht ist. Man sieht, dass unter dem Schütz ein Baumstumpf verklemmt ist, und man spürt den Widerstand. - Ein Elektromotor sieht das nicht, und akzeptiert keinen Widerstand. In anderen Worten, der Elektromotor dreht solange, bis er durch einen Endschalter abgeschaltet wird, wenn der nicht auslöst, gibt die schwächste Stelle nach. Das kann eine Sollbruchstelle sein, in Form eines Scherstiftes. Das kann auch eine Verschraubung sein, die bricht, oder eine Welle die abgedreht wird.

Ist der Motor schwach genug dimensioniert, so wird er vielleicht auch stehen bleiben, und einfach blockieren. Die Überstromsicherung wird hoffentlich ansprechen, wenn nicht, wird der Motor überhitzen und durchbrennen, sofern keine Übertemperatursicherung vorhanden ist.

Findige Praktiker haben deshalb den Antriebsmotor drehbar gegen eine Federkraft gelagert. Wird ein bestimmtes Drehmoment überschritten, so gibt die Feder nach, und ein Überlastschalter (Drehmomentschalter) unterbricht den Motorstrom.

Der Leser erkennt, dass bei einem elektrischen Antrieb eines Schütz einige Probleme

entstehen. Diese können durch den Einsatz von speziellen Schützenantrieben vermieden werden, komplette Module, die alle notwendigen Schutzeinrichtungen besitzen, und speziell für den Antrieb von Schütze entwickelt wurden.



Abb. 9: Elektroantrieb

Abb. 9. zeigt einen solchen Antrieb [2], Motor und Getriebe sind in einem Gehäuse integriert. Das Modul besitzt Schutzklasse IP65, also vollständiger Staubschutz und Spritzwasser aus allen Richtungen. Es sind keine externen Endschalter notwendig, sie werden durch Drehmomentüberwachung realisiert, ähnlich wie bei einem Drehmomentschlüssel. Beim Überschreiten eines eingestellten Drehmomentes löst ein „Endschalter“ aus. Eine Übertemperatursicherung schützt zuverlässig gegen Überlastung. Zusätzlich ist eine Handkurbel integriert, die beim Anlaufen des Motors – wegen der Verletzungsgefahr - automatisch ausgeklinkt wird. Der Motor und das Getriebe laufen im Ölbad, das geheizt wird, um Kondenswasser zu vermeiden. Die „Endschalter“ sind nach außen geführt, und können an eine SPS angeschlossen werden. Optional können sogar analoge Positionsgeber verwendet werden, um die aktuelle Position des Schütz elektronisch abzufragen. Der Preis für einen kompletten Antrieb mit 160 Nm Drehmoment liegt bei ca. 1 000 Euro, für 250 Nm bei ca. 1 500 Euro.

Fazit

Die möglichen Fehlerquellen und das Risiko bei einer Schleuse werden leicht unterschätzt. Mit relativ geringem Aufwand kann man ein Schützwehr modernisieren und die Betriebssicherheit erhöhen. Außerdem lassen sich Schleusen mit Handantrieb nachträglich meist problemlos mit geeigneten Elektro-Antrieben ausstatten. Als nächster Schritt könnte die Schleuse sogar mit einer automatischen Pegel-Steuerung versehen werden.

Literaturangabe

[1] Unterlagen der Fa. Haacon Antriebstechnik

[2] Unterlagen Fa. AUMA

[3] DIN 19700 Teil 3

Bilder

01. Streichwehr und Schützwehr (om)
02. Schützzug (om)
03. Tandem-Hebezug (haacon)
04. Antrieb für Doppelschütz (haacon)
05. Koppelmechanismus (om)
06. Notverschluss (om)
07. Schiebemuffe (om)
08. Endschalter (om)
09. Elektroantrieb (P. Hauser)

www.srw-hydro.de

info@srw-hydro.de