

Technische Beschreibung Fischaufstiegsanlage Kraftwerk Oldenburg

Am Kraftwerksstau Oldenburg besteht gegenwärtig keine ausreichende ökologische Durchgängigkeit. Das Einzugsgebiet der Hunte am Kraftwerksstau beträgt 1.772 km². Der Kraftwerksstau ist in der Hunte die erste vom Tidebereich her zu überwindende Stauanlage.

Wasserstände

Im Unterwasser des Kraftwerks besteht Tideeinfluss mit einem mittleren Tidehub von ca. 2,6 m. In Anbetracht einer zu überwindenden Wasserspiegeldifferenz von ca. 5,4 m bei MTnw bzw. ca. 2,8 m bei MThw und der sehr beengten baulichen Situation am Hindernis können die o. g. Anforderungen nur mit einem technischen Aufstieg erfüllt werden (es ist ein Anlagen-Sohlgefälle von ca. 1 : 10 erforderlich).

Kennzahlen der OW- und UW-Stände am Kraftwerk Oldenburg

Oberwasser:

Stauziel OW:	+ 5,00 m NN
max. Wasserstand	+ 5,25 m NN
min. Wasserstand:	+ 4,80 m NN

Unterwasser:

MThw:	+ 2,20 m NN
MTnw:	- 0,40 m NN
HHThw:	+ 3,44 m NN (17.02.1992)
NNtnW:	- 1,93 m NN (08.12.1959)

In der Praxis beschränken sich Über- und Unterschreitungen des Stauziels im Oberwasser in aller Regel auf ca. 10 cm. Beeinflusst wird der Wasserspiegel unmittelbar im Baustellenbereich durch den Betrieb des Wasserkraftwerks Oldenburg.

Am Wasserkraftwerk besteht bei Niedrigwasserführung der Hunte eine Wassermengenkonkurrenz zu anderen Nutzungen (Speisung des Küstenkanals, Abschlag Tungeln, u.a.). Der Fischpass muss daher mit möglichst wenig Wasser betrieben werden. Der Wasserbedarf beträgt i.M. rd. 1,25 m³/s, wobei für den Fischpass i. M. 0,65 m³/s und für die Dotationsleitung(-en) i.M. 0,60 m³/s benötigt werden. Diese Zudotierungen müssen in extremen Trockenzeiten (Abfluss <MNQ) über Schieber geschlossen werden können.

Gestaltung des geplanten Vertical-Slot-Passes

Die äußere Begrenzung der Aufstiegsanlage bildet ein etwa U-förmiger Spundwandkasten (Spundbohlen Larssen 23 und 24), der mit einer lichten Weite von 4,50 m in einem Abstand von ca. 1,50 m zum vorhandenen Transformatorhaus auf der rechten Flussseite parallel zum Gewässer verläuft und über die beiden U-Schenkel parallel zu den vorhandenen Spundwänden des Kraftwerks ans Gewässer anschließt. Die wechselseitig angeordneten Querwände schließen einseitig an den

Spundwandkasten an, und springen in der Aufsicht 3,00 m in das Kastenprofil (Lichtweite 4,50 m) hinein.

Im Bau- und auch Endzustand verläuft eine obenliegende innere Gurtung (Profile: HEB 300) ringsum. Diese Gurtung nimmt die Querverstrebungen (Profil HEA 260) auf, die den Spundwandkasten mit je ca. 3,0 m Abstand aussteifen. Der Kasten wird durch Stahlbeton-Querwände in Ortbetonbauweise und durch Schlitzwände aus Holzbohlen in einzelne Kammern unterteilt. Die Schlitzwände werden aus Holzbohlen hergestellt, z. B. aus Eiche. Gem. Statik sind Bohlen mit einer Stärke von 65 mm notwendig. Die Bohlen werden an der Oberseite mit einem Querholm verschraubt. Die Bohlen stehen auf der Betonsohle, d. h. im Substrat. Die Kanten der schlitzseitigen Bohlen sollen abgerundet werden, um Verletzungen der Fische zu vermeiden.

Zur Regulierung der Schlitzweite werden die Bohlen mit einem zusätzlichen Blech kombiniert. Diese Bleche werden am stromaufwärtigen Schenkel angeordnet. Für eine stufenlose Verstellung, werden die Bleche mit Langlöchern versehen, so dass eine Regulierung der Schlitzweite möglich ist. Die Bleche sollen vom Gewicht her händelbar sind.

Für die Becken 1 – 16 ist es notwendig, dass die Schlitzbreite über die Höhe des Schlitzes gesehen verändert werden kann. Hierzu werden die Bleche zum Verstellen in der Mitte noch einmal unterteilt.

Das gleiche Prinzip soll auch beim Auslaufschlitz des Becken 1 angewandt werden. Dieser muss im unteren Bereich bis auf eine Breite von 50 cm regulierbar sein.

Grundlage für die statische Bemessung der Querwände/Schlitzwände ist ein Lastfall, bei dem die ungünstigste Möglichkeit, d. h. eine Verblockung in den oberen Becken mit anschließendem Trockenlaufen der restlichen Becken, angenommen wird. Zur Auftriebssicherung werden kreisrunde Löcher in der Betonsohle in Verbindung mit einer Sohldränung vorgesehen (s. LV).

Über den Querwänden verläuft ein Laufsteg, der der Unterhaltung (Reinigung der Schlitz, Kontrolle der Reuse, Wartung/ Reinigung Rechenanlage) des Fischpasses dient. Die Sohle wird durch eine durchgehende Stahlbetonplatte von 0,30 m Stärke mit einem Gefälle von rd. 13 % gebildet. Auf die Beckensohle wird eine 30 cm starke Sohlschüttung aufgebracht.

Die Zufahrt zum Kraftwerk (Überfahrt über die Fischaufstiegsanlage) ist in Verlängerung der derzeitigen Zufahrt (Tor) vorgesehen. Die Überfahrt wird als Betonplatte mit beidseitigen Kappen ausgebildet. Die Einzäunung des Kraftwerks wird vom jetzigen Standort vor die Fischaufstiegsanlage verlegt, so dass diese nicht von Unbefugten betreten werden kann.

Funktionsbeschreibung

Um eine möglichst hohe Wirksamkeit der Anlage für aufsteigende und absteigende Fische erreichen zu können, ist eine optimale Lage der Einstiege in den Pass vom Unter- und Oberwasser her erforderlich. Dies bedeutet, sowohl der OW-Einlauf in den Pass als auch der UW-Auslauf müssen so nahe wie möglich an das Kraftwerk bzw. an die Hauptströmung herangeführt werden.

Aufgrund der starken tidebedingten Wasserspiegelschwankungen im Unterwasser (mittlerer Tidehub ca. 2,6m) sowie der sonstigen Vorzüge des Vertical-Slot-Passes gegenüber anderen technischen Aufstiegsanlagen:

- bis zur Sohle reichende vertikale Durchlässe, dadurch relativ hohe Funktionssicherheit auch bei Teilverblockung und
- Eignung sowohl für boden- als auch für oberflächenorientierte Fischarten
- relative Unempfindlichkeit gegenüber schwankenden Wasserständen

- Leitströmung wird über einen relativ großen Tiefenbereich wirksam
- Einbaumöglichkeit einer durchgehenden rauen Sohle, dadurch relativ geringe sohlennahe Fließgeschwindigkeiten mit Aufstiegsmöglichkeit für leistungsschwache Kleinfischarten bzw. Jungfische
- Sohlsubstrat mit Aufstiegsmöglichkeit für wirbellose Tiere

ist der Vertical-Slot-Pass unter den gegebenen Randbedingungen das am besten geeignete Aufstiegsprinzip. Um sowohl für oberflächen- als auch für boden-orientierte Fischarten eine gute Auffindbarkeit zu erreichen, muss die Leitströmung möglichst die gesamte Wassersäule im Unterwasser erfassen und nahe an der Hautströmung des Kraftwerks abgegeben werden. Aufgrund der Tiefenverhältnisse und des Tidehubes ist diese Anforderung nur mit einem tiefen, gegen Überstauung vom Unterwasser gesicherten Vertical-Slot-Pass möglich.

Für das Wasserkraftwerk wurde ein Bautyp mit ungleichschenkligen, U-förmigen Becken ausgewählt. Mit diesem Bautyp ist es möglich, trotz des steilen Anlagengefälles große, turbulenzarme Becken mit vertretbaren Schlitzgeschwindigkeiten (ΔH Becken = 0,15 m, d.h. v max. im Schlitz ca. 1,7 m/s), relativ breiten Schlitzen von 0,3 m Breite und einem ausreichend hohen Durchfluss (ca. 0,65 m³/s) bei einer Regel-Durchströmungstiefe von ca. 1,55 m zu erreichen.

Im Bemessungsfall (s.o.) beträgt die **OW–UW-Wasserspiegeldifferenz $\Delta H = 5,4\text{m}$** , womit bei einer Wasserspiegeldifferenz der Becken von $\Delta h = 0,15\text{m}$ insgesamt 36 Wasserspiegelsprünge entsprechend **35 Becken** benötigt werden.

Die **Schlitzbreiten** wurden mit $s = 0,3\text{m}$ festgelegt (exkl. unterster Schlitz, s.u.), damit auch für größere Fische (z.B. Meerforellen, Lachse) eine verletzungsfreie Passage möglich ist. Außerdem bieten breitere Schlitze den erheblichen Vorteil einer geringeren Verblockungsneigung (erhöhte Funktionssicherheit, reduzierter Unterhaltungsbedarf). Um ein optimales Strömungsbild zu erzielen, können die Schlitzbreiten im Probetrieb verändert werden.

Sehr stark vergrößert und abweichend gestaltet ist das **Dotations-Becken**, in das die Fische vom Unterwasser her zunächst einschwimmen. Die abweichende Gestaltung dieses Beckens verfolgt zwei Ziele: einerseits können so günstige Bedingungen für die Leitströmungen erreicht werden, andererseits ist ein erhöhtes Volumen für die Energieumwandlung erforderlich, da in dieses Becken die Haupt-Zudotierung erfolgt. Das Dotationsbecken ist mit zwei Austritts-Schlitzen ausgerüstet. Der stromab gerichtete Hauptschlitz hat eine Breite von 0,25m (Reduktion der Regelbreite von 0,3m war erforderlich, um bei hohen Tidewasserständen eine ausreichend starke Leitströmung zu erreichen) und ist über die gesamte Höhe bis MThw von 4,0 m über der Oberfläche des 0,3m starken Sohlsubstrates geöffnet. Der zweite, stromauf gerichtete Schlitz ist 0,35 m breit, 1,4 m hoch und als **Schütz** konstruiert. Die Öffnung erstreckt sich von 10 cm über OK Sohlsubstrat bis 10 cm über MTnw. Dieses Schütz öffnet und schließt sich automatisch in Abhängigkeit von UW-Schwankungen, wodurch trotz UW-Einstau bei Tidehochwasser eine weitgehend konstante Leitströmung erreicht werden kann. Bei MTnw ist das Schütz ganz geöffnet, bei UW +1,3m NN (ca. 2/3 MThw) ganz geschlossen. Durch diese Konstruktion, d.h. durch die Zudotierung (s.u.) und die überstauungssichere Ausbildung der ganzen Anlage, ist es möglich, durch weitestgehende Konstanz des Gesamtquerschnittes beider Austrittsöffnungen bei allen Tidewasserständen zwischen MTnw und MThw eine wirksame Leitströmung mit konstanter Geschwindigkeit an günstiger Stelle über den Hauptschlitz nach stromab abzugeben und bei niedrigeren Tidewasserständen eine zusätzliche Leitströmung gleicher Fließgeschwindigkeit in Richtung Kraftwerk zu legen. So werden auch Fische erreicht, die sich neben der Turbinenströmung direkt vor dem Kraftwerk eingestellt haben.

Die Haupt-**Zudotierung** erfolgt über ein 400 er Rohr, das vertikal in einen **Dotations-Schacht** mündet. Das Rohr endet blind am Schachtboden und ist auf der Rückseite mit einem konischen, vertikalen Schlitz versehen (obere Breite 0,05m, untere Breite 0,3m, Höhe 1,8m) . Diese Öffnung liegt unter – 0,40m NN und damit bei allen Tidewasserständen über MTnw unter der Wasseroberfläche. Das Dotationswasser tritt mit hoher Geschwindigkeit aus und trifft zunächst auf die unterstromige Querwand von Becken 3, die als Prallplatte genutzt wird. Der ebenfalls nicht überstaubare Dotations-Schacht ist in Fließrichtung 1,2m breit.

Die Austrittsöffnung ist zur turbulenzarmen Abgabe des Dotationswassers in das Becken 1 mit einem **Strömungs-Gleichrichter** (Stabrechen mit 1,5 cm Stababstand, Stabtiefe in Fließrichtung 8 cm) ausgerüstet. Gleichzeitig soll hierdurch ein unerwünschtes Eindringen von Fischen in den Dotationsschacht vermieden werden. Die durchschnittliche Austritts-Geschwindigkeit des Dotationswassers direkt unterhalb des Gleichrichters liegt zu allen Tidephasen unter der Austrittsgeschwindigkeit des Austritts-Schlitzes von Becken 2, welcher zwecks optimierter Auffindbarkeit neben dem Dotationsschacht liegt und in gleiche Richtung ausmündet.

Die Leistungsfähigkeit der **Dotation über das 400er Rohr** ist abhängig von der tidebedingt schwankenden Wasserstanddifferenz zwischen OW und UW. Sie schwankt zwischen $Q = 0,56 \text{ m}^3/\text{s}$ bei MTnw und ca. $Q = 0,4 \text{ m}^3/\text{s}$ bei MThw. Eine zweite Zudotierung erfolgt über ein 350er Rohr (Bedarfsposition), das bei einem Tidewasserstand von + 1,4m NN (ca. 2/3 MThw) automatisch über einen Schieber geöffnet und bei fallendem Wasser gleicher Höhe wieder geschlossen wird. Die Abgabe dieser Zusatz-Dotation in ein oberhalb liegendes Becken ist vorteilhaft, weil so die bei hohen Tidewasserständen durch Rückstau stark reduzierten Schlitzgeschwindigkeiten der unteren Becken erhöht werden können.

Die **Entnahme des Dotationswassers** erfolgt über ein Entnahgebauwerk, welches neben der Einmündung in den Fischpass vom OW her liegt und mit einem **Feinrechen** (Bedarfsposition=> mit 5mm Stababstand und automatischem Reiniger) gegen unerwünschtes Eindringen aufgestiegener bzw. absteigender Fische sowie gegen das Eindringen von Treibgut gesichert ist.

Die **Treibgutsicherung** des Passes und des Entnahgebauwerks (Feinrechen) erfolgt über einen Treibgutabweiser. Der Abweiser besteht aus einer fest eingebauten Holzkonstruktion von rd. 15m Länge. Auf einen Grobrechen mit 200 mm Stababstand (mit manueller Reinigung) wird vorerst verzichtet (spätere Einbaumöglichkeit ist durch den Einbau der Nischen gegeben), da sich entsprechende Rechen andernorts als nachteilig für die Abstiegsfunktion erwiesen haben.

Die **Unterhaltung** der Anlage wird sich im Regelfall auf die bedarfsweise Reinigung der Schlitzes von Verblockungen beschränken. Alle Schlitzes sind über einen Laufsteg mit Gitterrosten und beidseitigem Geländer erreichbar. Bei aufwendigeren Wartungsarbeiten kann die Anlage durch Dammbalken verschlossen werden.

Für **Aufstiegskontrollen** kann eine Kontrollreuse oberhalb des Passes angeordnet werden (Bedarfsposition). Es handelt sich um eine Kastenreuse ($L \times B \times H = 2,6 \text{ m} \times 1,3 \text{ m} \times 1,35 \text{ m}$) mit Hebevorrichtung und Sicherung gegen unbefugte Benutzung. Für Abstiegsuntersuchungen kann diese Reuse auch in Becken 35 montiert werden.