

Erläuterung
betreffend
die Konstruktion und Betriebseinrichtung
der Krummesser Schleuse

Rahmendaten

Die Krummesser Schleuse hat ein Gefälle von 2,75 m und wie alle übrigen Schleusen des Elbe-Trave-Kanals eine Nutzlänge von 80 m, eine lichte Weite der Kammer von 17 m und eine Torweite von 12 m bei einer Wassertiefe über dem Drempeel von 2,5 m.

Sie ist mit einer Sparkammer gleich der doppelten Schleusengrundfläche ausgerüstet, deren Form und Anordnung aus anliegendem Lageplan Blatt 1 ersichtlich ist. Das Sparquantum beträgt bei jeder Schließung rund 1,0 m Füllhöhe der Schleuse das ist $\frac{4}{11}$ des Gesamtfüllvolumens der Schleuse von 3850 m^3 oder bei 1400 m^2 lichter Grundfläche der Kammer 1400 m^3 . Eine Benutzung der Sparkammer wird nur in trockenen Zeiten stattfinden.

Überlauf

Zur Abführung des Freiwassers aus der Haltung dienen zwei beiderseits auf den Kammermauern gelagerte, genietetete und innen mit Zement geputzte, außen mit Zement gestrichene Freilaufrohre von 1,60 m Lichtweite. Die Mündung dieser Rohre am Unterhaupt ist nach unten gebogen, um die Geschwindigkeit des ausströmenden Wassers im Sturz desselben gegen die Sohle zu brechen. Der Abschluss der Freilaufrohre am Oberhaupt ist durch Drehschützen bewirkt, deren Bewegung zwar langsam erfolgt, wie es für die Regulierung vollständig ausreicht, deren Konstruktion aber einen sehr dichten Schluss gewährt.

Tore

Der Abschluss der Schleusenammer geschieht im Oberhaupt durch ein Klapptor und im Unterhaupt durch ein Stemmtor.

Konstruktionsdetails des Bauwerks

Die Schleusenhäupter und Kammermauern sind je für sich in den Fundamenten rund herum mit Spundwänden eingeschlossen. Die dadurch für sich abgetrennte Sohle des Innenraums der Kammer ist nicht wasserdicht ausgebaut, sondern, um an Kosten zu sparen, nur mit einer 0,40 m dicken, in der oberen Hälfte durch Einlage eines Drahtnetzes aus 8 mm starkem Draht mit 33 cm Felderweite verstärkten Betonschicht abgedeckt (vergl. Zeichnung Blatt 2). Zur Sicherung gegen Aufbruch durch hydrostatischen Unterdruck ist die Sohlenabdeckung, soweit nicht eine dichte Tonschicht vorhanden war, mit einer 30 bis 40 cm starken Kiesschicht unterbettet, in welcher wiederum etwas tiefer eingeschnitten und mit größerem Kies gefüllt vier Querrigolen und eine mittlere Längsrigole eingelagert sind, deren Verbindung mit dem Wasserraum der Schleusenammer durch in der Sohle einbetonierte Drainröhren hergestellt ist.

Der ganze Schleusenkörper ist aus Zementbeton bestehend aus 1 Teil Zement und 6 Teilen Sandkies aufgebaut und in den Außenflächen, soweit ein Schutz erforderlich schien, mit einer 0,25 m starken Verblendung aus Bornholmer Klinkern versehen. Die Kammermauern sind zwecks tunlichster Vermeidung von Rissbildungen durch Trennungsfugen von den Häuption getrennt und diese Fugen durch Einlegen von mit Werg umwickelten, in „Budron“ und Teer getränkten Bandeisen wieder wasserdicht geschlossen (vergl. Zeichnung Blatt 2). Die zwischen den Trennfugen liegenden Kammermauern haben zur weiteren Sicherung gegen Rissbildung der Länge nach je vier 40 mm starke Rundeiseneinlagen erhalten, zwei nahe der Sohle und zwei nahe der Krone. Auch in den Häuption sind an einigen Stellen derartige Einlagen gemacht.

Der wasserdicht ausgebaute Betonboden des Unterhauptes ist zur Aufnahme von Zugspannungen in 0,20 m Höhe unter der Oberfläche durch Einbetonierung von 23 Stück 15 m langen

Normaleisenbahnschienen verstärkt; letztere vermitteln auch die Übertragung der durch die Seitenmauern bewirkten ungleichen Belastung auf den Betonboden und verhindern dadurch Brüche des Betonbettes.

In denjenigen Mauerstellen, die starken Angriffen ausgesetzt sind, wie z. B. in den Umlaufkanälen, den Torkammerböden und den oberen Abdeckschichten (statt Granitplatten) der Mauerkronen wurde eine bessere Betonschicht, bestehend aus 1 Teil Zement, 2 Teilen Sand und 3 Teilen Granitsplitter (letztere von ca. Bohnengröße), verwendet. Die Innenkanten der Mauerkronen sind außerdem mit gusseisernen mit Beton unterstampften Kappen eingefasst, welche an der Vorderseite, zum Schutz der Passanten, einen Wulst erhalten haben.

Die Funktion

Wassertransport

Umläufe

Das Füllen und Entleeren der Schleusenkammer geschieht in üblicher Weise durch in den Kammermauern angeordnete beiderseitige Umlauf- und Verteilungskanäle (vergl. Zeichnung Blatt 3).

Die „Ventile“: Heber

Zum Abschluss der Umlaufkanäle gegen das Ober- und Unterwasser und gegen die Sparkammer sind nicht die sonst üblichen Schubschützen, Drehschützen, Zylinderventile etc. gewählt, weil deren Dichtigkeit oft Mängel hat und weil deren Handhabung ohne Maschinenkraft mehr oder weniger umständlich und zeitraubend ist und viel Bedienungsmannschaft erfordert. Anstelle derselben sind vielmehr die dem Wasserbauinspektor Hotopp patentierten **Hebereinrichtungen** zur Anwendung gekommen, die folgende Dimensionen haben.

In den Umläufen sind besondere mit der Oberkante bis zum Niveau des Oberwassers aufsteigende Überfallrücken eingebaut, über welche das Wasser mittelst darüber gelegter schmiedeeiserner Heberkanäle hinübergeleitet wird. Die eisernen Heberkanäle haben rechteckigen Querschnitt und im Scheitel eine Weite von 1,10 X 1,60 m; im Inneren sind sie gegen Rostbildung durch Zementputz geschützt.

Bedienung der Heber

Vakuumerzeugung (Hydrostatische Pumpe)

Zur Ingangsetzung der Heber dienen die auf Zeichnung Blatt 4 dargestellten Einrichtungen. Die **Saugglocke**, ein schmiedeeiserner Zylinder von 8 m Länge und 2 m Weite, ist innerhalb der Schleusenmauer in der Nähe des Unterhauptes (verl. Zeichnung Blatt 3, Querschnitt aa) in einer Höhe gelagert, dass ihre Oberkante mit der Höhe des Oberwassers abschneidet. Sie kann daher mittels des Rohres R_1 ohne Weiteres vom Oberwasser her gefüllt und durch ein zweites Rohr R_2 in das Unterwasser entleert werden. Beide Rohre können in der aus der Zeichnung ersichtlichen Weise mittels zweier zwangsläufig miteinander verbundener Ventile geschlossen bzw. geöffnet werden. Die Saugglocke ist außerdem durch Rohrleitungen r_1 , r_2 und r_3 (vergl. Zeichnung Blatt 4 a), welche in einem gusseisernen, im Boden des Oberhauptes einbetonierten Dückerrohre von der einen nach der anderen Seite der Schleuse unterführt sind, mit den beiderseitigen Hebern des Ober- und Unterhauptes und mit dem Heber der Sparkammer verbunden.

Sämtliche Verbindungen sind durch einen entsprechenden Schaltapparat A, der in einem beim Oberhaupt gebauten Steuerhäuschen untergebracht ist, wechselweise herzustellen und zu unterbrechen.

Funktion der Heber

Beim Entleeren der Saugglocke wird in den vom Wasser freiwerdenden oberen Raum derselben aus der jeweils verbundenen Hebergruppe Luft übergesogen und dadurch ein Steigen des Wassers in den

Heberschenkeln veranlasst. Sobald das Oberwasser etwas über die Höhe des Überfallrückens gestiegen ist, beginnt es, über diesen hinweg abzustürzen und die noch im Heber befindliche Luft fortzureißen. Erfahrungsmäßig ist bereits in einer Minute nach Beginn der Einstellung des Schaltapparats die volle Durchströmung der Heber eingetreten.

Automatische Wiederherstellung des Vakuums

Durch die Wucht des mit einer Geschwindigkeit bis zu 5,0 m/s die Heber durchströmenden Wassers wird aber gleichzeitig die in die Saugglocke übergetretene Luft aus derselben wieder zurückgezogen und mit dem durch die Umläufe strömenden Wasser in die Schleusenkammer bzw. in das Unterwasser gerissen, und die Saugglocke füllt sich sofort vom Unterwasser her von selbst wieder mit Wasser, noch bevor die Durchströmung der Heber ihr Ende erreicht hat. Soll demnächst ein anderes Heberpaar betätigt, also z. B. nach beendeter Entleerung der Schleuse das Füllen derselben eingeleitet werden, so bedarf es nur einer Umschaltung der betreffenden Saugrohrleitungen mittels des Schaltapparats A. Ein Füllen der Saugglocke vom Oberwasser aus ist nicht wieder erforderlich, es sei denn, dass nach einer mehrtägigen Betriebspause eine allmähliche Entleerung infolge von Undichtigkeiten stattgefunden hat.

Funktion der Tore

Die Konstruktion und Bewegungseinrichtung der Schleusentore ist in folgender Weise ausgeführt.

Funktion des Klapptors

Das **Klapptor** im Oberhaupt ist in seinem Hauptkörper ein geschlossener Eisenkasten, der um eine auf Höhe seiner Unterkante liegende Achse drehbar gelagert und so dimensioniert ist, dass er eben im Wasser schwimmen kann. Ein geringes Übergewicht bringt ihn zum Versinken, nach Beseitigung desselben steigt er wieder von selbst empor. Dieser Wechsel wird dadurch erzeugt, dass ein mit dem Tor nahe seiner Oberkante verbundener und zugleich als Torbalken dienender kleiner Kasten *k* wechselweise mit Wasser und Luft gefüllt wird. Die Zuführung der Luft geschieht durch ein in der Seitenmauer untergebrachtes, frei unter dem umgelegten Tor ausmündendes Rohr *s*. Die hier austretende Luft fängt sich unter der flach auf dem Torboden liegenden Torwand, strömt durch den Kanal *k₁* dem Luftkasten zu, verdrängt aus diesem das Wasser und bewirkt dadurch das Emporsteigen und Schließen des Tores. Sobald die Schleusenkammer entleert ist, entweicht die Luft aus dem Kasten *k* durch die untere Mündung des Rohrs *s* selbsttätig, es kann dann gleichzeitig das Wasser von unten her wieder hineintreten, so dass nach dem Füllen der Schleuse und Angleichen des Wasserstandes das Tor sich von selbst niederlegt.

Druckluft

Indem die Luft dem unter Wasser liegenden Tor zuströmt, hat sie den widerstehenden Wasserdruck, entsprechend einer Wassersäule gleich der Tauchtiefe des Zuleitungsrohres, also ca. 3,30 m, zu überwinden. Damit die Zuleitung der Luft mit der nötigen Geschwindigkeit vor sich geht, ist außerdem ein gewisser Überdruck erforderlich. Der Gesamtüberdruck der zur Bewegung des Tores erforderlichen Luft muss daher etwa gleich 3,7 bis 4,5 m Wassersäule sein (0,37 – 0,45 bar).

Überdruckerzeuger (Hydrostatischer Kompressor)

Zur Erzeugung und Ansammlung der **Druckluft** dient ein am Oberhaupt in der Seitenmauer in vertikaler Stellung einbetonierter, oben geschlossener, unten offener Eisenzylinder *C* (vergl. Zeichnung Blatt 3 und 4 a), Druckluftglocke genannt. In denselben taucht vom Oberwasser aus das 0,30 m weite, heberförmig gebogene Rohr *b*, mit dem im Scheitel das 20 mm weite Luftzuführungsrohr *i* verbunden ist. Vom Boden der Druckluftglocke aus führt ein Kanal *m* zur Schleusenkammer. Solange daher eine Luftansammlung nicht stattgefunden hat, steht das Wasser in der Druckluftglocke und im Rohr *h* so hoch wie in der Schleuse. Ist die Schleuse gefüllt und beginnt dann die Entleerung, so sinkt das Wasser auch in dem absteigenden Schenkel des Rohrs *h* herunter, wodurch vom Oberwasser her Wasser nachströmt und bald die volle Durchströmung des Rohrs *h* erreicht wird. Inzwischen ist auch das Wasser in dem Tauchrohr *n* so weit herabgesunken, dass die Mündung des Rohrs *i* frei wird, durch das

nun intensiv Luft eingesogen und mit in die Druckluftglocke gerissen wird. Im weiten Raum der Druckluftglocke trennen sich Wasser und Luft voneinander. Die Luft steigt nach oben und fängt sich in der Druckluftglocke, das Wasser strömt am Boden der Glocke durch den Kanal m der Schleusenkammer zu. Mit dem Anstieg der Luftansammlung in der Druckluftglocke wird der Wasserspiegel in ihr heruntergedrückt und die Differenz zum Wasserniveau in der Schleusenkammer stellt die Wassersäule dar, deren Druck die eingeschlossene Luft ausgesetzt ist. Bei gefüllter Schleuse und wenn die Druckluftglocke bis zu ihrem unteren Rande mit Luft gefüllt ist, ist dieser Druck gleich 4,25 m Wassersäule (0,425 bar), dagegen bei entleerter Schleuse um das Schleusengefälle kleiner. Da die Benutzung der Luft zur Bewegung des Klapptors nur bei gefüllter Schleuse stattfindet, ist die Luft stets mit hinreichendem Überdruck vorhanden, so dass sie durch das Rohr s dem Klapptor zugeführt werden kann.

Es sei schon hier angemerkt, dass bei den übrigen Schleusen des Kanals die Druckluft auch zur Bewegung des Stemmtors benutzt wird, also bei leerer Schleuse. Daher muss auch bei leerer Schleuse die Luft einen Druck von mindestens 4,5 m Wassersäule aufweisen. Um dies zu erreichen, wurde eine Abänderung der Druckluftglocke durchgeführt, so wie sie auf der Zeichnung Blatt 5 dargestellt ist. Dabei steht die in der Druckluftglocke eingeschlossene Luft immer unter dem Druck des Oberwassers. Die Durchströmung des Wassers durch die Druckluftglocke und die Ansammlung von Luft in derselben tritt, wie bei der an der Krummesser Schleuse ausgeführten Anordnung, mit der Entleerung der Schleusenkammer selbsttätig ein, indem das Heberrohr h_1 , in dessen absteigendem Schenkel das Wasser wie in der Schleusenkammer absinkt, von der Druckluftglocke aus in der Richtung zur Schleusenkammer vom Wasser durchströmt wird und durch das Rohr h_2 die Nachströmung vom Oberwasser her und das Mitreißen von Luft durch das Röhrchen i_1 stattfindet. Sobald die Druckluftglocke mit Luft gefüllt ist, tritt die Luft in das Heberrohr h_1 über und beendet dadurch die Durchströmung und die weitere Luftansammlung.

Funktion des Stemmtors

Das im Schleusenunterhaupt eingebaute eiserne **Stemmtor** ist als partielles Schwimmtor konstruiert, indem je ein in der Mitte der Flügel zwischen den beiden unteren Riegeln angeordneter Schwimmkasten die Hälfte des Torgewichts aufhebt. Die Rücksicht auf eine gute Erhaltung des Anstrichs gestattete bei der vorhandenen inneren Flügelweite nicht die Ausbildung als vollständiges Schwimmtor; auch wurde für einen ruhigen, gleichmäßigen Gang des Tores ein nicht zu geringes Übergewicht des Tors gegen den Auftrieb als vorteilhaft angesehen.

Variante mit Schwimmer

Der Schließmechanismus für das Stemmtor, der bei der Krummesser Schleuse gewählt wurde, ist auf Blatt 6 dargestellt. Der Antrieb geschieht in üblicher Weise über eine Zahnstange mit Getriebe. An dem Getriebe ist ein Kettenrad befestigt. Eine über das Kettenrad geführte Kette trägt an einem Ende einen aus Schmiedeeisen genieteten, in einem Schacht auf- und absteigenden Schwimmer S und an ihrem anderen Ende ein Gegengewicht G . Beide Gewichte stehen in solchem Verhältnis zueinander, dass, wenn der Schwimmer zur Hälfte ins Wasser taucht, sie sich das Gleichgewicht halten. Hängt der Schwimmer frei, so zieht er die Kette mit einem Übergewicht von 665 kg abwärts, taucht er ganz in Wasser ein, so zieht das Gegengewicht die Kette mit dem gleichen Übergewicht in der entgegengesetzten Richtung vorwärts. Die hin- und hergehende Bewegung der Kette wird dabei durch das Kettenrads in rotierende Bewegung umgesetzt und auf das Getriebe der Zahnstange übertragen. Durch Füllen und Entleeren des Schwimmerschachts wird also die Torbewegung bewirkt, und zwar öffnet sich das Tor bei steigendem und schließt sich bei sinkendem Schwimmer. Das Füllen des Schwimmerschachts geschieht durch die Heberrohre v_1 und v_2 von 0,20 m Weite vom Oberwasser oder von der gefüllten Schleuse aus, das Entleeren des Schwimmerschachtes in die leere Schleuse findet durch das Heberrohr v_2 statt. Das Ansaugen der Heberrohre v_1 und v_2 des Heberrohres erfolgt durch die oben genannte Saugglocke von demselben Steuerhäuschen aus, in dem der Schaltapparat für das Füllen und das Entleeren der Schleusenkammer untergebracht ist.

Der hier beschriebene Schließmechanismus der Stemmtore ist in Anlehnung an den üblichen Antrieb mit Zahnstange und Getriebe entstanden.

Variante mit Tauchglocke

Eine Vereinfachung lässt sich dadurch erreichen, dass die hin- und hergehende Bewegung der Kette direkt auf die damit hin- und hergehende Antriebsstange übertragen wird, die dann keiner Verzahnung bedarf. Wie auf Blatt 7 dargestellt, werden die Bewegungseinrichtungen der Stemmtore der übrigen sechs Schleusen des Elbe-Trave-Kanals ausgeführt.

Details: Das Gegengewicht G wird in der Tor-Nische untergebracht. Der Schwimmer wird als unten offene, gusseiserne Glocke ausgebildet, die wechselweise mit Luft von der Druckluftglocke her und mit Wasser gefüllt und dadurch zum Auf- und Absteigen in dem konstant mit Wasser gefüllten Schacht S gebracht werden kann. Die dabei in beiden Richtungen direkt auf die Schubstange ausgeübte Kraft ist gleich durchschnittlich 665 kg. Bei der Krummesser Schleuse wird die an der Zahnstange angreifende Zugkraft der Gewichte im Verhältnis der Raddurchmesser ohne Rücksicht auf Reibung auf die Hälfte herabgesetzt. Die Zuleitung von Luft zu der Schwimmglocke erfolgt von der oben beschriebenen Druckluftglocke aus durch je eine auf jeder Schleusenseite gelegte Rohrleitung, die mit dem auf- und absteigenden Schwimmer durch einen geeigneten Schlauch in Verbindung steht. Die Ein- und Ausschaltung der Rohrleitungen wird ebenfalls vom Steuerhäuschen aus erledigt. Bei aufsteigendem, also mit Luft gefülltem Schwimmer schließt sich das Tor. Sobald das Tor durch den Gegendruck des in der Schleusenkammer ansteigenden Wassers festgehalten wird, lässt der Wärter im Steuerhäuschen die Luft aus dem Schwimmer wieder entweichen. Letzterer füllt sich dann wieder mit Wasser und steht selbsttätig bereit, das Tor nach wiederum erfolgter Entleerung der Schleusenkammer ohne weiteres Zutun zu öffnen.

Baukosten

Die Baukosten der Krummesser Schleuse betragen rund 396.000 Reichs-Mark.

Hiervon entfallen auf die Einrichtung der vier Umlaufheber, des Sparkammerhebers, der Saugglocke, der Druckluftglocke, der Klappstor- und Stemmtorbewegung, des Schaltapparats und allen Zubehörs nebst Rohrleitungen und Dükerrohr rund 37.000 Mark, auf das kleine Steuerhäuschen rund 1.600 Mark und auf das Klappstor und die Stemmtore rund 22.000 Mark. Bei den Schleusen ohne Sparkammer und ohne Düker vermindern sich die Kosten für Heber, Saugglocke etc. von 37.000 Mark auf 22.000 Mark.

Rahmenbedingungen der Konstruktion

Die vorstehend beschriebenen Schleuseneinrichtungen sind aus der den Technikern gestellten Aufgabe hervorgegangen, mit den für den Bau des Elbe-Trave-Kanals zur Verfügung stehenden gering bemessenen Baugeldern möglichst große Leistungsfähigkeit und möglichst geringe Betriebskosten des Kanals zu erzielen.

Die Schleusung ist einfach

Mit Hilfe der getroffenen Schleusen-Anordnungen ist eine Person imstande, die Schleuse ohne wesentlichen Kraftaufwand von einem Punkt, dem am Oberhaupt der Schleuse gelegenen Steuerhaus aus, voll und ganz zu bedienen.

Die Schleusung ist schnell

Der für das Füllen und Entleeren der Krummesser Schleuse erforderliche Zeitaufwand hat sich wie folgt herausgestellt.

Ohne Benutzung der Sparkammern erfordert eine Schleusenfüllung:

Schließen des Stemmtors	1,0	Minuten,
Füllen der Schleuse	7,0	„
Öffnen des Klappstors	1,0	„
Zusammen	9,0	Minuten.

Die gleiche Zeit wird für das Entleeren der Schleuse benötigt. Beim Betrieb mit Benutzung der Sparkammer erhöht sich die Zeitdauer für das Füllen bzw. Entleeren der Schleuse von 7 auf 10 Minuten.

Im Ganzen also sind für eine Schleusung ausschließlich Ein- und Ausbringen der Schiffe

ohne Benutzung der Sparkammer	9	Minuten,
mit Benutzung der Sparkammer	12	Minuten

erforderlich.

Lübeck, im November 1898

Der Wasserbaudirektor
Rehder

Der Wasserbauinspektor
Hotopp

Sprachliche Aufbereitung 2021
Kaack

Das Original finden Sie über die Seite www.donnerschleuse.de .