Beträgt, mit Beibehaltung der übrigen Bezeichnung, die per Secunde zufliefsende Wassermenge m Kubikfufs, so findet man durch höhere Rechnung für die Zeit, in welcher der Wasserspiegel von der Höhe h auf jene h' herabsinkt:

$$t = 2A\left[\frac{\sqrt{h}-\sqrt{h'}}{n\,a\,\sqrt{2g}} + \frac{m}{2g\,(n\,a)^2}\,logn.\left(\frac{-m+n\,a\,\sqrt{2gh}}{-m+n\,a\,\sqrt{2gh'}}\right)\right].$$

§. **337.** Reicht die in einer verticalen Wand befindliche rechteckige Öffnung bis zum Wasserspiegel, so findet man durch höhere Rechnung für die Zeit t, in welcher der Wasserspiegel von der Höhe h auf jene h' (also um $h - h'$) herabsinkt, wenn wieder A der Querschnitt des prismatischen Gefäfses und b die Breite der Öffnung ist:

$$t = \frac{3A}{n\,b\,\sqrt{2g}}\left(\frac{1}{\sqrt{h'}} - \frac{1}{\sqrt{h}}\right) = \frac{\cdot 381\,A}{n\,b}\left(\frac{1}{\sqrt{h'}} - \frac{1}{\sqrt{h}}\right).$$

Anmerkung. Für die Ausleerungszeit würde wegen $h' = 0$ sofort t unendlich grofs, was damit zusammenhängt, dafs wenn einmal die Druckhöhe h' so weit abgenommen hat, dafs sie als unendlich klein anzusehen ist, das Wasser auch nur unendlich langsam und nur in kleinen Tropfen, also nicht mehr continuirlich abfliefst.

Beispiel. An einem Teiche von 800 Quadratklafter Oberfläche befindet sich an der einen verticalen Seitenwand eine 2 Fufs breite, vom Boden bis zum Wasserspiegel reichende Öffnung. Wenn nun der Wasserstand 4 Fufs beträgt und die Schütze ganz aufgezogen, also diese Öffnung frei gemacht wird, so ist die Frage in welcher Zeit der Wasserspiegel um 3 Fufs sinken wird, wenn der Querschnitt des Teiches constant ist?

Da $A = 800 \times 36 = 28800$, $b = 2$, $h = 4$, $h' = 4 - 3 = 1$ und, wenn die Contraction an zwei Seiten Statt findet, $n = \cdot 664$ ist; so folgt aus der vorigen Formel $t = 4131\cdot 4$ Secunden = 1 Stunde, 8 Minuten, $51\frac{1}{2}$ Secunden.

Zweites Kapitel.

Von dem Auflusse des Wassers aus einem Behälter in einen andern.

§. **338. Wenn der Wasserspiegel in beiden Behältern constant bleibt.** Dieser Fall tritt z. B. ein, wenn ein höher gelegener Canal das Wasser in einen tiefer liegenden durch eine in einem Schleufsenthor befindliche Schützenöffnung, wie in Fig. 224, liefert, ein Fall übrigens, welcher bereits in §. 330 behandelt wurde. Ist nämlich C der Schwerpunct und a die Gröfse der Ausflufsöffnung, ferner $AC = h'$ und $BC = h''$, folglich $AB = h = h' - h''$; so ist die in jeder Secunde ausfliefsende Wassermenge

$$m = n\,a\sqrt{2gh} = 7\cdot 874\,n\,a\sqrt{h} \quad . \; . \; . \; (1.$$

§. 339. Wenn der obere Wasserspiegel constant bleibt, dagegen der untere steigt. Dieser Fall tritt ein, wenn sich z. B. das Wasser aus einem Kanal oder aus einem grofsen Teich in einen kleinen Behälter, wie in Fig. 229, ergiefst.

Ist die Ausflufsöffnung $= a$, deren Mittelpunct in C seyn soll, gleich im Anfange überfluthet und der Wasserspiegel im Behälter AN bereits bis BB' gestiegen, so findet man die Zeit, in welcher der Wasserspiegel von B bis M steigt, wenn man $AB = h$, $AM = h'$ und den als constant angenommenen Querschnitt des sich füllenden Gefäfses $= A$ setzt, genau so wie in §. 335, weil auch hier die Bewegung des ausfliefsenden Wassers, indem der Gegendruck constant zunimmt, gleichförmig verzögert wird; es ist nämlich, wie beim Ausfliefsen eines Gefäfses:

$$t = \frac{2A}{na\sqrt{2g}}(\sqrt{h} - \sqrt{h'}) = \frac{\cdot 254\,A}{na}(\sqrt{h} - \sqrt{h'}) \;.\;.\;. \;(2.$$

Hieraus folgt auch für die gänzliche Füllungszeit T (binnen welcher nämlich der Wasserspiegel BB' bis AD steigt), weil dafür $h' = 0$ wird:

$$T = \frac{\cdot 254\,A}{na}\sqrt{h} \;.\;.\;. \;(3.$$

Anmerkung. Dieser hier behandelte Fall findet eine wichtige Anwendung bei Berechnung der Füllungszeit der Schleufsenkammern.

Beispiel. In welcher Zeit wird der Raum $ABJG$ (Fig. 230) der Schleufsenkammer von dem Oberwasser AH, durch die im Oberthor AG befindliche rechteckige Öffnung von $2\frac{1}{2}$ Fufs Breite und 4 Fufs Höhe gefüllt, wenn der Oberwasserspiegel AA' 10 Fufs über dem Unterwasserspiegel GJ und 5 Fufs über dem Schwerpuncte C der Öffnung steht?

Zieht man durch den Schwerpunct C der Öffnung die Horizontale CD, so kann man die Rechnung so führen, als ob der Raum GD durch eine in die freie Luft ausmündende, dagegen der Raum CB durch eine überfluthete Öffnung zu füllen wäre. Es betrage nun der erstere Raum $CGJD$ z. B. 23000 Kubikfufs und der Querschnitt des letzteren (bei einer Länge der Kammer von $AB = 200$ und Breite $= 24$ Fufs) 4800 Quadratfufs, so hat man für die Füllungszeit t des erstern Raumes nach Formel 3)[1], §. 327:

$$t = \frac{M}{7{\cdot}874\,na\sqrt{h}} = \frac{23000}{7{\cdot}874 \times {\cdot}625 \times 10\sqrt{5}} = 209 \text{ Secunden},$$

und für jene t' des obern Raumes nach der vorigen Formel 3) des gegenwärtigen Paragraphes:

$$t' = \frac{\cdot 254 \times 4800\sqrt{5}}{\cdot 625 \times 10} = 436{\cdot}2 \text{ Secunden}.$$

Es ist also die gesammte Füllungszeit $T = t + t' = 645$ Secunden $=$ 10 M., 45 Sec.

§. 340. Wenn der Oberwasserspiegel fällt, der untere dagegen constant bleibt. Bleibt der Wasserspiegel BB' (Fig. 229) unverändert, während jener AA' durch den Ausflufs des Wassers aus der Öffnung $= a$ herabsinkt, so gelten für diesen Fall die Formeln 1) und 2) in den §§. 334 und 335. Es ist nämlich $t = \frac{2A}{na\sqrt{2g}} [\sqrt{h} - \sqrt{(h-h')}]$, wenn man unter h den anfänglichen Abstand AB der beiden Wasserspiegel, und unter h' die Tiefe AM versteht, um welche der obere Wasserspiegel in der Zeit t herabsinkt.

Eben so ist $T = \frac{2A}{na\sqrt{2g}}\sqrt{h} = \frac{\cdot 254\, A}{na}\sqrt{h}$ die Zeit, binnen welcher der Oberwasserspiegel AA' bis auf die Höhe BB' des untern Wasserspiegels herabsinkt.

Beispiel. Wenn die Schleufsenkammer GB (Fig. 230) des vorigen Beispiels bis AB mit Wasser gefüllt ist, in welcher Zeit wird sich dasselbe durch die im Unterthor BJ befindliche, $2\frac{1}{2}$ Fufs breite und 5 Fufs hohe Öffnung in das sogenannte Unterwasser entleeren, wenn dabei der Wasserspiegel desselben constant bleibt?

Hier ist (siehe voriges Beispiel) $A = 4800$, $a = 12{\cdot}5$, $n = {\cdot}625$ und $h = 10$, folglich nach der letzten Formel:

$$T = \frac{\cdot 254 \times 4800}{\cdot 625 \times 12{\cdot}5}\sqrt{10} = 493{\cdot}5 \text{ Sec.} = 8 \text{ M. } 13\tfrac{1}{2} \text{ Sec.}$$

§. 341. Wenn der Oberwasserspiegel fällt und gleichzeitig der untere Wasserspiegel steigt. Dieser Fall tritt z. B. bei zwei communicirenden Gefäfsen (Fig. 231) ein, bei welchen, bevor die Communication durch einen Hahn, eine Klappe oder dergleichen hergestellt wird, der Wasserspiegel in dem einen Gefäfs in AB und in dem andern in ab steht, wodurch also, sobald die Communication hergestellt ist, der erstere so lange sinkt und der letztere steigt, bis beide (§. 315) gleich hoch oder in demselben Niveau stehen.

Es seyen nun sowohl die beiden Gefäfse AD und df, als auch das Verbindungsrohr prismatisch oder cylindrisch und beziehungsweise von den Querschnitten A, A' und a, so findet man durch höhere Rechnung die Zeit, in welcher die beiden Wasserspiegel auf gleicher Höhe stehen:

$$T = \frac{2AA'\sqrt{(h-h')}}{na(A+A')\sqrt{2g}} = \frac{\cdot 254\, AA'\sqrt{(h-h')}}{na(A+A')}.$$

Beispiel. Bei einem Schiffahrtscanal ist eine Doppelschleufse vorhanden, d. h. es stofsen 2 Schleufsenkammern an einander. Sobald das aufwärts gehende Schiff durch das Unterthor in die untere Kammer eingefahren ist, wird dieses Thor geschlossen, und man zieht dann die Schütze jenes

Thores, welches die beiden Kammern von einander trennt, wobei das dritte, nämlich das Oberthor geschlossen ist. Das Wasser fällt nun in der obern und steigt in der untern Kammer (weil die untere durch die obere gefüllt wird) so lange, bis es in beiden Kammern gleich hoch steht, worauf das Mittelthor geöffnet und das Schiff in die obere Kammer eingeführt wird.

Es soll nun die Zeit bestimmt werden, binnen welcher das Wasser von dem Augenblicke an, in welchem die Schütze gezogen wird, in beiden Kammern gleich hoch steht, wenn für die obere Kammer (aus einem wirklichen Falle genommen) $A = 2051{\cdot}6$ Quadratfuſs, $h = 13$ Fuſs, und für die untere $A' = 2152$ Quadratfuſs, $h' = {\cdot}75$ Fuſs (wenn nämlich die Zeit von jenem Augenblicke an gezählt wird, in welchem der Wasserspiegel in dieser Kammer den Mittelpunct der Schützenöffnung erreicht hat), endlich für beide neben einander befindlichen Schützenöffnungen zusammen $a = 12\frac{1}{2}$ Quadratfuſs und (da nach einigen, übrigens noch nicht allgemein bestätigten Beobachtungen, der Contractionscoefficient von zwei unmittelbar neben einander liegenden Schützenöffnungen etwas kleiner seyn soll) $n = {\cdot}55$ genommen wird. Nach der vorigen Formel erhält man für die gesuchte Zeit:

$$T = \frac{{\cdot}254 \times 2051{\cdot}6 \times 2152\sqrt{12{\cdot}25}}{{\cdot}55 \times 12{\cdot}5 \times 4203{\cdot}6} = 135{\cdot}8 \text{ Sec.}$$

oder nahe 2 M. 16 Sec. Die wirklich beobachtete Zeit war 2 M. 29 Sec.

Drittes Kapitel.

Von der Bewegung des Wassers in Röhrenleitungen.

§. 342. Einleitung. Bewegt sich das Wasser in einer horizontalen oder geneigten Röhre FC oder EC (Fig. 232), welche von einem Reservoir gespeist wird, dessen Wasserspiegel AB um $CD = h$ über dem Mittelpunct der Ausfluſsöffnung des Rohrs liegt, so flieſst es keineswegs, wie es seyn müſste, wenn keine Hindernisse vorhanden wären, mit der der Druckhöhe h entsprechenden Geschwindigkeit aus, sondern diese ist bedeutend, und zwar um so kleiner, je länger das Rohr oder die Röhrenleitung ist. Auch nimmt das Wasser in einer geneigten Leitung, obschon es darin (§. 147) eine gleichförmig beschleunigte Bewegung haben sollte, sehr bald eine gleichförmige Bewegung an, welches ebenfalls beweist, daſs bei einer gewissen Geschwindigkeit die Widerstände an der Röhrenwand so groſs sind, daſs dadurch, wenn einmal diese Geschwindigkeit erreicht ist, jede weitere Beschleunigung aufgehoben wird.

§. 343. Ist nun v die wirkliche Ausfluſsgeschwindigkeit, also $\frac{v^2}{2g}$