Man könnte einen Deich auch ansehen, als wäre er weder zu zerbrechen, noch umzuwerfen, sondern liefse sich in einem Stücke fortschieben, dafs er also nur blofs vermöge der Reibung, die seine Grundfläche auf dem Boden, worauf er liegt, ausübt, widerstehe. Aber indem wir §. 6. die Mittel angegeben haben, den Damm recht vorsichtig und dauerhaft zu gründen und die Materialien festzu verbinden, so ist es zwecklos, ihn in dieser Hinsicht zu betrachten. Wenn indefs einige Leser diese Rechnung machen wollen, so werden sie leicht damit fertig werden, wenn sie nur folgende zwey Bedingungen betrachten. 1. die horizontale Kraft, welche den Deich wegzuschieben trachtet, mufs dem Widerstande der Reibung gleich seyn, der immer, wie bekannt, ein gewisser Theil des ganzen Drucks ist, welchen der Boden leidet, auf den der Deich weggeschoben werden soll. 2. Das Moment der horizontalen Kraft in Rücksicht des äufsern Winkels an der Basis, um welchen nach der ersten Hypothese die Umdrehung erfolgt, wird dem Momente aller verticalen Kräfte in Rücksicht eben dieses Winkels gleich seyn. Es ist hinlänglich diese Methode nur anzuzeigen.

I. Beschaffenheit des Deichs nach der ersten Hypothese.

§. 10.

Man nehme an, dafs F H N S E (Fig. 4.) das Profil des Deiches sey, der hier als ein Ganzes betrachtet wird, dessen Theile alle mit einander verbunden und zusammenhangend sind; H K sey der Stand des Wassers, das ihn um den Punct E zu drehen trachtet. Die Linien F H N, und S N, seyn gegeben, übrigens aber mögen sie gerade oder krumm seyn. Es soll die Dicke F E gefunden werden, die der Damm an seinem Fufse haben mufs, damit er nicht umgeworfen werde.

Es ist klar, wenn die Erde mit der Bedeckung an der Wasserseite nicht genau verbunden ist, dafs das Wasser in diesen

Raum eindringen, und den Deich, im Verhältnisse der Höhe des Wassers über dieser Stelle, wegzudrängen suchen wird. Um also sicher zu gehen, mufs man die Tiefe des Wassers von da, wo man angefangen hat den Fufs des Deiches zu gründen, bis zu dem Niveau des höchsten Wassers rechnen.

Man nehme auf der horizontalen Axe H K die Ordinaten P M und p m unendlich nahe und ziehe aus den Puncten H und M die verticale Linien H T, M X. Ferner ziehe man die horizontale Linie M L und die senkrechte E L.

Man nehme	H P	=	x.
	P M	=	y.
	P p oder M V	=	d x.
	V m	=	d y.
	M m	=	d s.
	H T	=	a.
	F T	=	f.
	F E	=	z.

Das Moment der Figur F H N S E in Rücksicht des Punctes E = Z.

Das specifische Gewicht des Wassers = p.

– – – des Deichs = π.

Es ist bekannt, dafs ein jedes Element M m einen, im Verhältnisse mit der Höhe P M stehenden perpendiculären Druck leidet. Die grade Linie R M, perpendiculär auf M m, sey dieser Druck. Diesen zerlege man in zwey andre R Q, R Y, wovon der eine horizontal, und der andere vertical ist. Der erste Q R ist $= p y d s. \frac{RQ}{RM}$, und da die beyden Triangel R Q M, m V M ähnlich sind, so hat man $\frac{RQ}{RM} = \frac{Vm}{Mm} = \frac{dy}{ds}$; also die Kraft ist $= p y d s . \frac{dy}{ds} = p y d y$. Hieraus sieht man, dafs diese Kraft immer der Kraft, die gegen V m wirkt, gleich seyn wird, wie auch die krumme Linie H F beschaffen seyn möge. Das Moment dieser Kraft in Rücksicht des Puncts E ist $= p y d y$. $L E = p y d y\ (a - y) = p a y d y - p y y d y$ wovon das Integral $= \frac{p a y^2}{2} - \frac{p y^3}{3}$. Setzt man nun $y = a$, so bekömmt man $\frac{p a^3}{6}$ für das Moment der ganzen horizontalen Gewalt des Wassers in Rücksicht des Puncts E, und folglich wird dieses Moment immer gleich seyn, dem Momente des horizontalen Drucks des Wassers gegen die Vertical-Linie F K. Die zweyte Kraft R Y oder oder Q M ist $= p y d s. \frac{MQ}{RM} = p y d s. \frac{dx}{ds} = p y d x$.

Diese Kraft, und die Schwere des Deichs wirken dahin, ihn zu erhalten; und das Moment dieser Kraft in Rücksicht auf E ist $= p y d x.\ XE = p y d x\ (z - f + x)$. Und folglich wird das Moment des verticalen Drucks des Wassers in Rücksicht des Puncts E seyn $\int (z - f + x)\ p y d x$. Wenn nun diese Integration geschehen ist, nach dem man zuvor das x durch y, vermittelst der Gleichung der krummen Linie F H, ausgedrückt hat; so sezt man $y = a$, um das Moment des verticalen Drucks vom Wasser in der Höhe H T zu erhalten.

Nun ist klar, daſs dem horizontalen Drucke des Wassers, der den Deich umzuwerfen strebt, das Gleichgewicht gehalten werden muſs; 1. durch die Summe der Momente des verticalen Drucks, und 2. durch die Schwere des Deichs; oder durch das einfache Moment dieser beyden Kräfte. Durch dieses einfache Moment wird die Festigkeit des Deichs über seinen Fuſs F E erhalten. Da man nun aber dem Deiche eine gröſsere Festigkeit geben muſs, als zu dem bloſsen Gleichgewichte erforderlich ist, so darf man das Moment des horizontalen Drucks nur durch eine Zahl m multipliciren, und dieses Product dem Momente des verticalen Drucks und dem Gewichte des Deiches gleich setzen; so erhält man folgende Gleichung:

$$(A)\ \frac{m p a^3}{6} = \int (z - f + v)\ p y d x + \pi Z,$$

welche alle mögliche Fälle, den Deichen die gehörige Festigkeit zu geben, in sich begreift; glaubt man z. B. daſs es hinreichend sey, dem Deiche nur so viel Stärke zu geben, dem horizontalen Drucke des Wassers das Gleichgewicht zu erhalten, so hat man $m = 1$; will man zur Sicherheit dem Deiche das zweyfache Moment geben, so ist $m = 2$ u. s. w. Daſs Z eine gegebene Function des unbekannten z ist, versteht sich wohl von selbst.

§. 11.

Die ganz allgemeine Gleichung (A) ist, nach der Natur der krummen Linien, welche die Oberfläche bilden, unendlich vielen Auflösungen fähig. Sie leitet natürlich auf folgende allgemeine Bemerkung: da das Moment des horizontalen Drucks des Wassers immer dasselbe ist, die krumme Linie H F der dem Wasser zugekehrten Seite mag seyn wie sie wolle, der verticale Druck sich aber vermehrt, nach dem Maſse als H F mit F E einen kleinern Winkel macht, so ist es klar, daſs, alles übrige gleich angenommen, es vortheilhaft ist, der Oberfläche an der Wasserseite so viel Böschung zu geben, als nur möglich ist. Diese Bemerkung leitet auf die Idee, für H F eine krumme Linie zu finden, wodurch die Figur F H N S E ein Minimum wird, indem die Summe der Momente dieser Figur, und der verticale Druck ein Maximum ist. Diese Aufgabe ist ungefähr von der nähmlichen Art, als die von den Isoperimetern, welche die Herrn Bernoulli und mehrere Mathematiker so lange beschäftigt haben. Sie läſst sich leicht auf eine Methode zurückführen, welche wir unten §. 38. erklären werden. Wir theilen sie hier deswegen nicht mit, weil sie für die Practik von keinem Nutzen ist, und schränken uns hier bloſs darauf ein, die Böschung mit geraden Linien zu betrachten.

§. 12.

NF und SE (Fig. 5.) sind zwey gerade, und unter den Winkeln NFT und SEQ gegen dem Horizont geneigte Ebenen. Ferner sey NS eine gerade und horizontale Linie. Uebrigens bleibe die Bezeichnung, wie sie §. 10. angenommen worden, und NZ $=$ SQ, oder die Höhe des Deichs sey $= b$; EQ $= g$; FZ $= r$; so hat man $x = \frac{fy}{a}$, weil die beyden Triangel HPM, FTH ähnlich sind.

$$\int(z-f+x)\,pydx = \int \frac{f}{a}\left(z-f+\frac{fy}{a}\right)pydy = \frac{pfzyy}{2a} - \frac{pffyy}{2a} + \frac{pffy^3}{3a^2} = (\text{wenn man } y = a \text{ setzt})\ \frac{pfza}{2} - \frac{pffa}{6};$$

$$Z = (z-r-g)\,b.\left(g+\frac{z-r-g}{2}\right) + \frac{br}{2}.\left(z-\frac{2}{3}r\right) + \frac{bg}{2}.\frac{2g}{3} = \frac{bzz}{2} - \frac{brz}{2} + \frac{brr}{6} - \frac{bgg}{6}.$$

Folglich wird die ganz allgemeine Gleichung (A) in diesem Falle vom zweiten Grade werden

$$(B)\ \frac{mpa^3}{6} = \frac{pfza}{2} - \frac{pffa}{6} + \frac{\pi bzz}{2} - \frac{\pi brz}{2} + \frac{\pi brr}{6} - \frac{\pi bgg}{6}.$$

Diese Formel ist ganz allgemein, um die Basis z eines Deiches zu bestimmen, dessen Böschung nach einer geraden Linie gemacht ist.

Wenn der Winkel SEQ ein rechter, und also die Oberfläche der innern Seite vertical ist, so ist $g = 0$, und die Formel

$$(C)\ \frac{mpa^3}{6} = \frac{pfza}{2} - \frac{pffa}{6} + \frac{\pi bzz}{2} - \frac{\pi brz}{2} + \frac{\pi brr}{6}.$$

und wenn beyde Seiten vertical sind, so hat man $r = 0$, $g = 0$; und die Formel wird

$$(D)\ \frac{mpa^3}{6} = \frac{\pi bzz}{2}.$$

§. 13.

Ob wir zwar den Vortheil einer guten guten Böschung schon hinlänglich gezeigt haben, so wird es doch dienlich seyn, die Sache noch durch ein Beyspiel besser ins Licht zu setzen.

Man nehme an, daſs die gröſste Höhe 18 Fuſs sey, welche wir auch für die Höhe des Deichs nehmen, wo also der Punct N auf H fällt. Ferner nehme man an, daſs der Abhang jeder von den beyden Oberflächen, wie gewöhnlich $\frac{1}{6}$ der Höhe sey. Endlich, daſs die specifische Schwere des Wassers, und des Mauerwerks sich zu einander verhalten wie 7 und 12, und daſs die Festigkeit des Deiches das Doppelte des Gleichgewichtes erfordere. Nach allem diesem wird man haben $a = b = 18$; $r = f = g = 3$ Fuſs; $p = 7$; $\pi = 12$; $m = 2$ und nach der Gleichung (B) bekömmt man hier $zz - \frac{45}{36} z = \frac{4599}{36}$ Fuſs.

Woraus z ungefähr $= 12$ Fuſs gefunden wird. Setzt man nun $z = 12$ Fuſs, so wird der Flächeninhalt des Profils $=$ 162 Quadrat-Fuſs seyn.

Nimmt man die beyden Seiten vertical an, so wird man finden, daſs die Basis des Profils, bey einer gleichen Stärke, ungefähr 11 Fuſs 2 Zoll seyn muſs, welches alsdann 201 Quadrat-Fuſs für den Flächeninhalt des Profils gibt. Beyde verhalten sich also zu einander ungefähr wie $4:5$, und folglich wird im ersten Falle ungefähr $\frac{1}{5}$ an Materialien erspart.

§. 14.

Nach dem was wir bisher gezeigt haben, bleibt weiter kein Zweifel übrig, daſs es vortheilhaft ist, den Deichen eine groſse Böschung zu geben. Nun kömmt es darauf an, in wie fern die Practik in dieser Rücksicht mit der Theorie übereinkömmt.

Wenn die Oberfläche von Mauerwerk ist (denn von solchen Deichen ist hier die Rede) so gibt man der Böschung gewöhnlich $\frac{1}{6}$ ihrer Höhe. Die Mauern an den Brückenflügeln (aîle) sind ein Beweis, dafs man sie viel schräger machen dürfe, indem ihre Oberfläche gemeiniglich anderthalb mahl die Höhe dieser Mauer ist. Der zu scharfen Spitze, welche der Winkel bey einer zu grofsen Böschung erhält, hilft man dadurch ab, dafs man ihn abstumpft, wie Fig. 6. anzeigt, oder noch besser, wenn man sie einfugt, wie sie die 7te Figur darstellt. Freylich entsteht hierdurch ein grofser Abfall von den Steinen; diesen zu vermeiden, und doch auch zu gleicher Zeit die nähmliche Festigkeit zu erhalten, die eine grofse Böschung gibt, macht man die Bekleidung oft von gehauenen Steinen, die durch eiserne Klammer zusammen verbunden sind. Es ist auch gegen diese in ökonomischer Rücksicht so vortheilhafte Bauart nichts einzuwenden, wenn nur die Steine nicht locker, oder wohl gar schieferartig sind, weil alsdann das Wasser viel leichter eindringt, als wenn sie horizontal gesetzt werden.

II. Figur und Stärke des Deichs nach der zweyten Hypothese.

§. 15.

Es wird hier, eben wie bey der ersten Hypothese angenommen, dafs der Deich am Fufse feststehe, und nicht weg gleiten könne; sonst aber besteht er hier aus lauter horizontalen Schichten, die sich trennen können. Nun kömmt es darauf an, der Wasserseite eine solche Krümmung zu geben, dafs die verschiedenen Schichten den verschiedenen Kräften, welche sie wegzudrängen streben, mit gleicher Stärke widerstehen. Um alles, was nicht eigentlich zur Sache gehört, weg zu lassen, nehmen wir an, dafs die Landseite lothrecht, und die Höhe des Wassers mit der des Deiches einerley sey.

Es sey also HET (Fig. 8.) das Profil des Deichs; HK das Niveau des Wassers; HF die gesuchte krumme Linie, welche die Oberfläche der Wasserseite bildet; HT die senkrechte innere