Der Rathgeber bei mathematischen Beschäftigungen

Stöpel, August

Stendal, 1819

II. Hydrostatik oder vom Gleichgewicht flüssiger Körper.

urn:nbn:de:hbz:466:1-63556

II. Hydrostatik oder Lehre vom Gleichgewicht tropfbar-flüssiger Körper.

§. 618. Tropfbar-flüssige Körper drücken nach allen Richtungen, niederwärts und seitwärts; denn der leicht passende Pfropfen einer leeren Bouteille wird tiefer hinein gedrückt, je tiefer man dieselbe untertaucht; ein Schiff, das im Boden ein Loch bekommt, läßt Wasser durchdringen; eine Öffnung seitwärts eines vollen Wassergefäßes zeigt den Seitendruck.

§. 619. Der Druck nach unten in einem Gefäße ist einer Wassersäule gleich, welche die Grundfläche des Gefäßes zur Grundfläche, und die senkrechte Höhe des Wassers über derselben zur Höhe hat.

In einem Gefäße cabd Fig. 211. leidet ab nur den Druck von der Wassersäule gabf.

Der Seitendruck ergiebt sich, wenn man die Fläche des gedrückten Theils mit der halben Höhe des Wassers multiplicirt. $\frac{bd \cdot bf}{2}$.

Z. B. ein 20 Fuß langer Damm ist 5 Fuß unter dem Wasser; dann ist seine dem Wasserdruck ausgesetzte Fläche $20 . 5 = 100 \square$ Fuß. Die senkrechte Wasserhöhe ist 4 Fuß, also $\frac{100 . 4}{2} = 200$ Kubikfuß, jeden zu 66 ℔ gerechnet, macht für den Seitendruck 13200 ℔.

Der Druck auf die Seitenfläche nimmt von d nach b in arithmetischer Progression ab, denn die obern Wassertheile drücken auf die untern.

Im cubischen Gefäß ist der Druck auf die Seitenfläche dem halben Druck auf die Grundfläche, und also auf alle 4 Seitenflächen dem doppelten Druck auf die Grundfläche gleich.

Der Raum BCFG Fig. 212. leidet in allen seinen Theilen der Grundfläche FG eben so viel vom Druck, als

als wenn eine Wassermasse FEDG über ihm stände; denn Öffnungen in H oder G angebracht, spritzen mit gleicher Gewalt. Diese Eigenschaft des Wassers giebt Wasserkünsten und Leitungen ihre Kraft. Auch gründet sich hierauf die erstaunliche Wirkung der hydraulischen Presse.

§. 620. Stillstehendes Wasser stellt sich stets in die wahre Horizontallinie (s. §. 597.).

Durch das Nivelliren erforscht man, wie viel ein Punct der Erdoberfläche weiter, als der andere vom Mittelpunct der Erde absteht. Dabei ist ein Unterschied zwischen der scheinbaren und wahren Horizontallinie zu beachten. Für einen Beobachter in n Fig. 213. ist nc die scheinbare, und nm die wahre Horizontallinie; die erstere steht senkrecht auf der Richtung der Schwere na, und ist daher allzeit höher, als die wahre. Um wie viel dies für jede Entfernung betrage, läßt sich berechnen.

Es sey BnO ein Bogenstück der Erdoberfläche; a ihr Mittelpunct; nc die scheinbare, nm die wahre Horizontallinie; mc ihr Unterschied oder die Erhöhung der scheinbaren Horizontallinie. Man findet sie durch die

Formel: $\sqrt{(nc^2 + na^2)} = ac$; und $ac - am = mc$ = Erhöhung der scheinbaren Horizontallinie wobei am Halbmesser = na; nc = der gegebenen Entfernung.

§. 621. Das Nivelliren kann auf mancherlei Weise geschehen; am einfachsten aber dadurch, daß man in kurzen Entfernungen von einigen hundert Fuß senkrechte Stäbe bevestigt, und mittelst einer Setzwage, oder eines andern schicklichen Instruments, das einen Lothfaden hat, und mit Dioptern oder einem Fernrohre versehen ist, die scheinbare Horizontallinie sucht, und da, wo sie den nächsten Stab trifft, ein Zeichen macht. Der Unterschied zwischen der Höhe des Diopters und des Zeichens am nächsten Stabe von der Erde ist das Gefälle, welches angiebt, wie viel der Stab höher oder tiefer, als das Instrument, steht. Setzt man dies Geschäft auch bei

den

den folgenden Stäben fort, und addirt die gefundenen Unterschiede, so erfährt man das Gefälle von der ganzen Linie.

Anmerk. Zu einem solchen Geschäft sind die Fig. 142. und 143 abgebildeten Instrumente sehr brauchbar; denn stellt man sie so, daß der Lothfaden auf Nullgrad genau einspielt, so geben die Dioptern die scheinbare Horizontallinie an. — Die sogenannten Niveaus, welche aus Glasröhren bestehen, mit Quecksilber oder anderer Flüssigkeit gefüllt und bei manchem Feldmesser sehr beliebt sind, gewähren keine vorzügliche Genauigkeit, weil ihnen der Tubus fehlt, und die Oberfläche der Flüssigkeit keine genaue Durchschnittslinie erlaubt. Vorzüglich aber sind die mit einer Libelle und einem Fernrohre versehenen Instrumente.

Von dem durch das Nivelliren gefundenen Gefälle muß der Betrag der Erhöhung der scheinbaren Horizontallinie abgezogen werden. Wie viel dies für eine Weite beträgt, giebt folgende Tafel an.

Weiten	Erhöh. der scheinb. Horizontallinie.		Weiten	Erhöh. der scheinb. Horizontallinie.	
Fuß.	Zoll.	Linien.	Fuß.	Zoll.	Linien.
300	—	$\frac{1}{3}$	3300	3	6
600	—	$1\frac{1}{3}$	3600	4	—
900	—	3	3900	4	8
1200	—	$5\frac{1}{3}$	4200	5	4
1500	—	$8\frac{1}{3}$	4500	6	2
1800	1	—	4800	7	1
2400	1	$9\frac{1}{3}$	5400	8	11
2700	2	3	5700	10	—
3000	2	9	6000	11	—

Anmerk. Vergleiche über dies und das Folgende Krünitz Encyclopädie, 95. Th. S. 57. Artik. Mühle.

Durch das sogenannte Rück- und Vorwärtsvisiren wird die Verbesserung der scheinbaren Horizontallinie vermieden.

§. 622. Jede Flüssigkeit, die durch keine Schranken eingeengt wird, fließt nach den Orten hin, welche dem Mittelpunct der Erde näher liegen. Daher fließen Ströme

zum

zum Weltmeere, welches, wenn es ruhig ist, eine wahre Horizontallinie, also ein Kugelstück, bildet. Ströme und Flüsse haben ein Gefälle, wovon die Geschwindigkeit ihres Laufs abhängt; der Raum, den sie ausfüllen, ist das Bett derselben.

Unter Profilöffnung eines Flusses versteht man den senkrechten Querdurchschnitt im Quadratmaaß. Fig. 214, wo aghikb das Strombett, die Linie ab die Oberfläche des Wassers vorstellt. Der Flächenraum abkga ist die Profilöffnung. Man findet ihn folgendermaßen:

Spanne eine Schnur quer über den Fluß und lasse an verschiedenen Orten die Perpendikel cg, dh, ei, fk rc. fallen, so geben diese die Tiefen an. Hiedurch erhält man die nöthigen Angaben zur Berechnung. Denn in den Trapezien cdhg, deih, efki u. s. w. weiß man die Abstände cd, de, ef rc. und die Paralelen cg, dh, ei, fk, folglich läßt sich ihr Flächenraum leicht finden und addiren. Die Summe aller Trapezien und der beiden Dreiecke bei a und b macht die Profilöffnung aus.

§. 623. Um zu erfahren, wie groß die Wassermenge ist, die in einer Sekunde durch die Profilöffnung fließt, muß man die Geschwindigkeit des Flusses messen, welche fast niemals an allen Puncten gleich ist. Daher muß sie an mehrern Orten, sowol oben auf dem Wasserspiegel, als in einiger Tiefe, und auf dem Grunde gemessen werden; die erhaltenen Resultate werden addirt, und die mittlere Geschwindigkeit ist für die allgemeine zu nehmen.

§. 624. Die Geschwindigkeit des Stroms zu finden.

Spanne eine Schnur über den Fluß. Oberhalb derselben lege eine hohle Kugel ins Wasser; sobald diese an die Schnur kommt, beobachte den Zeiger einer Sekundenuhr, und gehe damit am Ufer entlang, bis die Kugel an ein gemachtes Zeichen, welches auch eine Schnur seyn kann, kommt. Die Entfernung der beiden Schnuren durch die Anzahl der verflossenen Sekunden dividirt, giebt die Geschwindigkeit in einer Sekunde.

§. 625. Die Kraft zu finden, mit welcher der Strom auf eine gegebene Fläche wirkt.

Der geschickte Mechanikus, Herr Bouckle, bediente sich bei seinen, zu diesem Zwecke hier auf der Elbe angestellten Untersuchungen, folgender einfacher Verfahrungsweise:

An dem bei B Fig. 215. mit Blei beschwerten quadratfüßigen Brett AB, welches im Strome in allerlei Höhen und Winkeln mittelst 4 feiner Schnuren, die in C zusammen laufen, gestellt werden kann, zieht man die Schnur CRG über die Rolle R. Letztere ist am Mast eines kleinen Fahrzeugs so angebracht, daß in G ein Gefäß an die Schnur gehängt, und so lange mit Wasser beschwert werden kann, bis es das Brett AB im Stillstand erhält. Die Last G ist der Kraft gleich, welche der Strom auf das Brett AB ausübt. (Hier betrug sie an verschiedenen Stellen zwischen 20 und 49 ℔ auf 1 Quadratfuß.)

Vermindert man die Last in G, so bewegt sich G nach R hinauf mit einer leicht zu beobachtenden Geschwindigkeit in Sekunden für den Raum MR in Fußen, welches bei Maschinen, die auf dem Wasser Bewegung hervorbringen sollen, ein Umstand von Wichtigkeit ist.

Läßt man die Schnur über eine Rolle in S laufen, und das Brett im Strome fortschwimmen, so ist an der Schnur sehr leicht zu finden, wie weit sich AB in 1 Minute entfernt, und wie viel die Geschwindigkeit in 1 Sekunde beträgt.

§. 626. Die vorbeifließende Wassermenge eines Stroms zu finden.

Multiplicirt man die einem Stromstrich zukommende mittlere Geschwindigkeit mit dem Quadratinhalt der Profilöffnung, so erhält man den körperlichen Inhalt der in 1″ durch dieselbe stürzende Wassermenge.

Z. B. In einem Stromstrich, dessen Profilöffnung 8 □ Fuß, isey

obere Geschwindigkeit	= 6 Fuß		
Geschwindigk. eines tief. Str.	= 5 —	6 Zoll	
untere Geschwindigkeit	= 3 —	6 —	
	Summe	15	in 3 Theile geth., giebt
mittlere Geschwindigkeit	= 5 Fuß in 1 Sekunde,		
mit der Profilöffnung	= 8 multiplicirt,		
	giebt	40 Kubikf. Wasser in 1 Sek.	

§. 627. Wenn man an einem mit Wasser angefüllten Gefäße unterhalb der obern Wasserfläche Öffnungen anbringt, so ist die Geschwindigkeit des ausströmenden Wassers allemal kleiner, als die berechnete, und zwar in dem Verhältniß $5\frac{3}{8} : 8$, oder $5{,}375 : 8$. Bei der Höhe oder Tiefe von 1 Fuß beträgt die zugehörige wirkliche Geschwindigkeit $5\frac{3}{8}$ Fuß, und ein gleiches Verhältniß findet bei jeder andern Höhe statt.

Es sey z. B. Fig. 217. an dem Gefäß ABDC eine Öffnung F 6 Fuß tief unter der Wasserfläche AB, man sucht die Geschwindigkeit des ausströmenden Wasserstrahls.

Formel: $G = 5{,}375 \cdot \sqrt{T}$; oder $5{,}375 \cdot \sqrt{6}$
$= 5{,}376 \cdot 2{,}449 = 13{,}163$ Fuß Geschwindigkeit in 1 Sekunde.
(G = Geschwindigkeit, T = Tiefe BF.)

Die ausströmende Wassermenge findet man, wenn man die Geschwindigkeit mit der Fläche der Öffnung multiplicirt.

§. 628. Die in einerlei Zeit aus verschiedenen Höhen F und D durch gleich große Öffnungen ausfließenden Wassermengen M und m verhalten sich zu einander, wie die Quadratwurzeln aus den Wasserhöhen.

Formel: $M : m = \sqrt{DB} : \sqrt{FB}$.

Der ausfließende Wasserstrahl DS bildet beinahe eine Parabel. Seine Geschwindigkeit findet man auch durch die Division des Weges OS durch die Zeit, die der Strahl gebraucht, um DO zu durchfallen. Die Zeit aber ergiebt sich aus der Fallhöhe DO.

§. 629. Wenn die Öffnung im Vergleich zur Wasserhöhe beträchtlich ist, so ist die Geschwindigkeit am obern und untern Rande der Öffnung zu suchen, und daraus und aus dem Flächenraum derselben die Wassermenge zu berechnen.

Es bezeichne B Fig. 216. den Wasserspiegel; BA die Tiefe des obern und BD des untern Randes, also AD die Öffnung, so ist BD die Axe einer Parabel, AC = a, und DG = n sind Ordinaten, welche die Geschwindigkeit des ausfließenden Wassers in diesen Entfernungen vom Scheitel B vorstellen. Man suche den Flächeninhalt von dem Stück ACDG.

Nenne $\left.\begin{matrix} BA = c, \\ BD = d, \end{matrix}\right\}$ so ist für den gesuchten Flächeninhalt die

Formel: $\frac{2nd}{3} - \frac{2ca}{3}$ = Fläche von ACGD; welche mit der Breite der Öffnung multiplicirt, die ausströmende Wassermenge in 1″ giebt.

Z. B. Es sey die Öffnung 2 Fuß hoch und 4 Fuß breit; der obere Rand liege 1 Fuß unter der Wasserfläche, wie groß ist die ausströmende Wassermenge in 1″?

Hier ist $\left.\begin{matrix} BA = c = 1 \\ BD = d = 3 \end{matrix}\right\}$ man sucht erst nach §. 627. die Geschwindigkeiten für die Puncte A und D, d. h. die Ordinaten a und n. Die Formel war $5,375 . \sqrt{T}$; das ist hier $= 5,375 . \sqrt{1} = 5,4.. =$ a und $5,375 . \sqrt{.3}$ $= 5,4 . 1,73 = 9,34... =$ n.

Nun ist $\frac{2nd}{3} - \frac{2ca}{3} = \frac{2 . 9,34 . 3}{3} - \frac{2 . 5,4}{3} = 18,68$ $- 3,6 = 15,08$ □ Fuß = ACGD
mit 4 Fuß = der Breite der Öffnung multiplicirt,
giebt 60,32 Kubikfuß Wassermenge in 1″.

§. 630. Wenn der Einschnitt im Gefäße bis an den Wasserspiegel in B reicht, so ist der senkrechte Durchschnitt einer Parabel gleich, deren Fläche man findet durch die

Formel: BD . DG . $\frac{2}{3}$, wobei DG die Geschwindigkeit für den untersten Punct D bedeutet. Die so erhaltene Zahl mit der Breite der Öffnung multiplicirt, giebt den Kubikinhalt der in 1″ ausströmenden Wassermenge.

Nach vorigem §. war BD = d = 3 Fuß, DG = n = 9,34. Also $\frac{n . d . 2}{3} = \frac{9,34 . 3 . 2}{3}$
= 18,68
mit 4 Fuß Breite der Öffnung multiplicirt, giebt
74,72 Kubikfuß Wassermenge in 1″.

Weil $5,4 . \frac{2}{3} = 3,6$, so giebt dies, wenn man die Tiefe = T, die Breite = B nennt, folgende allgemeine

For-

Formel: $3{,}6 \cdot T \cdot B \cdot \sqrt{T}$ = der ausströmenden Wassermenge aus einer Öffnung, die zum Wasserspiegel reicht.

§. 631. Die Berechnung des Drucks des Wassers, welchen es auf die Seite oder gegen ein Schutzbrett ausübt, läßt sich aus folgender Tabelle nehmen.

Seitendruck des Wassers bei verschiedenen Standwasserhöhen auf eine quadratzöllige Fläche, in Pfunden und Lothen.

Standwasserhöhe.		Seitendruck auf 1 □ Zoll		Standwasserhöhe.		Seitendruck auf 1 □ Zoll		Standwasserhöhe.		Seitendruck auf 1 □ Zoll	
Fuß	Zoll.	℔	Loth	Fuß	Zoll.	℔	Lth.	Fuß.	Zoll.	℔	Lth.
—	1	—	1,25	2	2	1	6	4	3	4	15
—	2	—	1,75		3	1	9		4	4	21
—	3	—	2		4	1	12		5	4	27
—	4	—	3,25		5	1	15		6	5	1
—	5	—	3,75		6	1	18		7	5	7
—	6	—	4,25		7	1	22		8	5	12
—	7	—	5,25		8	1	25		9	5	18
—	8	—	5,88		9	1	29		10	5	24
—	9	—	6,25		10	2	—		11	5	30
—	10	—	7,25		11	2	4	5	—	6	4
—	11	—	7,75	3	—	2	7		1	6	11
1	—	—	8,5		1	2	11		2	6	18
	1	—	10		2	2	15		3	6	25
	2	—	12		3	2	19		4	7	—
	3	—	14		4	2	23		5	7	7
	4	—	16		5	2	28		6	7	14
	5	—	18		6	3	1		7	7	21
	6	—	20		7	3	6		8	7	28
	7	—	22		8	3	11		9	8	3
	8	—	24		9	3	16		10	8	11
	9	—	26		10	3	21		11	8	19
	10	—	28		11	3	25	6	—	8	26
	11	—	30	4	—	3	30		1	9	2
2	—	1	—		1	4	3		2	9	10
	1	1	3		2	4	9		3	9	18

Standwasserhöhe.		Seitendruck auf 1 □Zoll.		Standwasserhöhe.		Seitendruck auf 1 □Zoll.		Standwasserhöhe.		Seitendruck auf 1 □Zoll.	
Fuß.	Zoll	℔	Lth.	Fuß	Zoll	℔	Lth.	Fuß.	Zoll.	℔	Lth.
6	4	9	27	7	7	14	8	8	10	19	10
	5	10	4		8	14	18		11	19	22
	6	10	13		9	14	28	9	—	20	2
	7	10	22		10	15	6		1	20	14
	8	10	31		11	15	16		2	20	26
	9	11	8	8	—	15	26		3	21	6
	10	11	17		1	16	5		4	21	18
	11	11	26		2	16	16		5	21	30
7	–	12	3		3	16	27		6	22	10
	1	12	12		4	17	6		7	22	22
	2	12	22		5	17	17		8	23	2
	3	13	—		6	17	28		9	23	15
	4	13	10		7	18	7		10	23	28
	5	13	20		8	18	18		11	24	9
	6	13	30		9	18	30	10	—	24	22

Mit Hülfe vorstehender Tabelle findet man den Druck gegen eine Seitenfläche, oder ein Schutzbrett bei Mühlen, indem man alle Lothe und Pfunde in der Tabelle von 1 Zoll bis zur gegebenen Standwasserhöhe addirt, und mit der Breite der Schutzöffnung multiplicirt.

Z. B. Es sey Höhe des Standwassers = 3 Fuß 11 Zoll; die Breite = 3 Fuß 2 Zoll, oder 38 Zoll; wie groß ist der Druck?

Addirt man von 1 Zoll bis 3′ 11″ zusammen, so kommen 64 ℔, welche mit 38 Zoll multiplicirt, 2432 ℔ Druck geben.

§. 632. Wenn Druck und Gegendruck sich das Gleichgewicht halten, so erfolgt Stillstand, und die Kräfte heißen todte Kräfte. Soll nun eine Bewegung erfolgen, so muß auf einer Seite ein Übergewicht, eine lebendige Kraft vorhanden seyn. Beim Mühlenwesen nimmt man an, daß sich die lebendige Kraft zur todten verhalte, wie 9 : 4. Um nun zu finden, ob der Druck z. B. von 2432 ℔ wol im Stande sey, ein Mühlwerk zu treiben, das 1080 ℔ todte Kraft hat, setzt man

4 : 9

$4 : 9 = 1080$ ℔ : x

und findet, daß 2430 ℔ für die lebendige Kraft erforderlich sind, welche von 2432 noch übertroffen werden.

§. 633. Die folgenden Aufgaben lassen sich mittelst der Tabelle §. 631. lösen.

1. Die lebendige Kraft von 2430 ℔ ist gegeben, man sucht die Schutzöffnung, wenn die Standwasserhöhe 3 Fuß 11 Zoll ist.

Aufl. Addire in der Tabelle von 1 Zoll bis 3′ 11 = 64 ℔, und setze

64 ℔ : 1 Zoll breit = 2430 ℔?

Man wird 38 Zoll Öffnung finden.

2. die todte Kraft einer Maschine = $1109\frac{1}{3}$ ℔, Höhe des Standwassers = 3 Fuß 8 Zoll; man sucht die Breite des Schutzes, die zur todten Kraft gehört, die lebendige Kraft, und die dazugehörige Schutzbreite.

Aufl. Addire in der Tafel von 1″ bis 3′ 8″, welches 52 ℔ giebt. Dann setze 52 ℔ : 1″ = $1109\frac{1}{3}$? Man wird 21 Zoll 4 Linien Schutzbreite finden, welche hinlänglich ist, wenn der Wasserdruck die Maschine im Gleichgewicht halten soll.

Die lebendige Kraft findet man $4 : 9 = 1109\frac{1}{3}$: 2496 ℔. Hiezu die Schutzbrettbreite 52 ℔ : 1 Zoll = 2496 ℔ : 48 Zoll.

3. Die Breite des Schutzes ist gegeben = 4 Fuß; man sucht die Höhe des Standwassers, welche erfordert wird, eine Gewalt von 2496 ℔ auszuüben.

Aufl. Man dividire 4 Fuß oder 48 Zoll in 2496 ℔; der Quotient ist 52. Nun addire man in der Tabelle von 1 Zoll an die Lothe und Pfunde, bis man 52 ℔ hat, so findet man bei der letzten Zahl die gesuchte Standwasserhöhe = 3 Fuß 8 Zoll.

§. 634. Friction oder Reibung ist der Widerstand, den die Körper bei ihrer Bewegung äußern, und hat ihren Grund in dem Eindrücken vermöge ihrer Schwere. Die Reibung ist nicht bei allen Körpern gleich, und bei den schweren und rauhen größer, als bei den leichten und glatten. Dabei ist zu merken, daß bei Berechnung der

Rei-

Reibung eine möglichst größte Glätte der sich reibenden Körper vorausgesetzt, und dann die Reibung bloß nach der Schwere derselben beurtheilt wird, die reibenden Flächen mögen groß oder klein seyn. Ein Centner Eisen wird mit einer gleichen Kraft über eine Fläche gezogen, er berühre sie mit 1 oder 100 Quadratzoll; denn im ersten Falle ruht eine große Last auf einem kleinen Raum und drückt sich um so tiefer ein.

§. 635. Um die Reibung einer Maschine z. B. einer Mühle zu berechnen, muß man zuvörderst wissen,

1. wie stark die Reibung der gebrauchten Holzart, des Stahls, Eisens und Steins auf einander ist;
2. wie schwer die reibenden Körper sind, wobei ihr Kubikinhalt und specifisches Gewicht bekannt seyn muß;
3. alsdann die Halbmesser der Räder und Zapfen mit einander vergleichen, und untersuchen, wie viel Kraft dazu am Umfange der Räder nöthig ist, um der Reibung das Gleichgewicht zu halten.

Hiebei dienen folgende kleine Tabellen.

Tafel I. 50 ℔ Hainbüchenholz auf sich selbst hat 25 ℔ 8 Lth. Reibung

50 — Stahl auf Stahl	6	18 —	—	
50 — Stahl auf Stein	8	5 —	—	
50 — Stahl auf Messing	7	19 —	—	
50 — Eisen auf Stein	14	27 —	—	
50 — gegoss. Eis. a. Stein	12	12 —	—	

Wenn die Flächen aber Fett erhalten, so geben

50 — Hainbüchenholz auf selbigem, mit Wasserblei bestrichen	15 ℔	10 Lth.	
50 — Stahl auf Stahl .	5 —	—	—
50 — Stahl auf Messing .	4 —	2	—
50 — Stahl auf Stein .	5 —	$31\frac{1}{2}$	—
50 — geschmied. Eisen auf Stein	6 —	24	—
50 — dasselbe mit Wasser .	12 —	5	—
50 — gegossen Eisen auf Stein	10 —	6	—
50 — dasselbe mit Wasser .	6 —	24	—

Tafel II. Es wiegt

1 Kubikfuß Eichenholz	77 ℔
nasses	80 —
Büchenholz . . .	56 —
Hainbüchenholz .	59 —

Tannenholz	. .	36 ℔
nasses	. . . .	39 —
geschlagenes Eisen		514 —
Gußeisen	. . .	475 —
Stahl	. . . .	517 —
weißer Sandstein	.	174 —
Ahornholz	. . .	50 —
Erlenholz	. . .	53 —
Birnbaumholz	. .	44 —
Lindenholz	. . .	40 —
Ulmenholz	. . .	44 —
Weißdorn	. . .	50 —

§. 636. Der körperliche Inhalt der reibenden Körper multiplicirt mit dem Gewicht eines Kubikfußes ihrer Masse giebt das Gewicht derselben. Aus der Tafel L. findet man durch den einfachen Dreisatz die Reibung des ganzen Körpers.

Wir wollen an einem Beispiel das Verfahren zeigen, und die Berechnung der Reibung an einer Wassermühle dazu wählen.

a. Es sey die Schwere der Wasserwelle berechnet

zu	6035 ℔	12 Loth,
die Schwere der Blattzapfen	171 —	14 —
der 6 Bänder	87 —	5 —
Schwere der Schaufeln und anderes Holzwerks des Rades .	4125 —	5 —
des Kammrades	944 —	19 —
der Kammköpfe	35 —	7 —
Summe der ganz. Last a. d. Wellzapfen	11398 ℔	29 Loth.

b. Der Mühlenstein zu 21 Kubikfuß	= 3630 ℔	
Schwere des Mühleneisens .	= 96 —	8 Lth.
des Getriebes	= 73 —	23 —
Schwere d. Rihns u. Warzenringes	= 24 —	19 —
Summe d. ganz. Schw. a. d. Mühleisen	= 3824 ℔	18 Lth.

Die Reibung findet nun statt:

1. an den Wellzapfen auf ihren steinernen Lagern;
2. an den Kämmen und Stöcken;
3. an der Spitze des Mühleneisens in der Pfanne;

4. an dem Mühleneisenhalse im Busch;
5. an den Mühlensteinen, wenn sie geschärft sind, und hartes Korn geschroten wird.

Der eine Wellzapfen läuft auf Stein in Wasser, der andere in Fett, folglich nimmt man das Mittel aus den Angaben der Reibungen in der Tafel.

50 ℔ Eisen auf Stein in Fett hat Reibung	6 ℔	24 Lth.
in Wasser . .	10 —	13 —
	17 —	5 —
Mittlern Zahl für die Reibung	8 ℔	$18\frac{1}{2}$ Lt.

Nun setzt man auf 50 ℔ : 8 ℔ $18\frac{1}{2}$ L. = 11398 ℔ 25 L.? und findet die Reibung der Wellzapfen auf ihren steinernen Lagern = 1955 ℔ 20 Loth.

Ferner: 50 ℔ Stahl auf Stahl : 5 ℔ = 3824 ℔ 18 L.? und findet die Reibung des Mühleisens auf der Spitze = $382\frac{1}{2}$ ℔.

Die Reibung der Mühlensteine und des Getriebes, so wie die des Mühleisens im Busch haben Versuche bestimmt = 1507 ℔.

Man suche nun die todte Kraft, welche der Reibung das Gleichgewicht hält, aus den Halbmessern der Wellzapfen und Umfänge der Räder und Getriebe folgendermaßen:

Halbmesser des Getriebes = 6 Zoll,
— der Mühleisenspitze = $\frac{3}{4}$ —

daher setze 6 : $\frac{3}{4}$ = 1507? und findet $188\frac{1}{4}$ ℔, welche, an der Peripherie des Getriebes angewendet, der Reibung des Mühlensteins, Getriebes, Mühleneisens ꝛc. das Gleichgewicht halten.

Wenn dies Gewicht an das Kammrad gelegt wird, so findet man die Reibung, welche es in den Kämmen und Stöcken verursacht, aus

50 ℔ : $15\frac{5}{16}$ ℔ = $188\frac{1}{4}$ ℔? und findet beinahe
59 ℔
hiezu obige $188\frac{1}{4}$ —
Summe $247\frac{1}{4}$ ℔.

welches Gewicht an die Peripherie des Kammrades gelegt wer-

werden müßte, um das Gleichgewicht von 1507 ℔ zu erhalten.

Die Reibung der Wasserwelle betrug 1955 ℔.

Halbmesser des Zapfens = $1\frac{1}{2}$ Zoll; des Umfangs = 102 Zoll. Also 102 : $1\frac{1}{2}$ = 1955 ℔?

und findet 29 ℔

hiezu obige $247\frac{1}{4}$ —

Summe $276\frac{1}{4}$ ℔.

Halbmesser des Kammrades = 54 Zoll; des Wasserrades = 102 Zoll. Also 102 : 54 = $276\frac{1}{4}$? und findet $146\frac{3}{4}$, welche die todte oder erhaltende Kraft an der Peripherie des Wasserrades für das ganze Mühlenwerk ist.

Die lebendige Kraft, welche die Mühle in die beste Schnelligkeit bringt, findet man durch

4 : 9 = $146\frac{3}{4}$?

= $329\frac{1}{16}$ ℔, woraus sich nach §. 633. die Schutzöffnung ergiebt.

§. 637. Körper, die auf dem Wasser schwimmen, sind specifisch leichter, als eine gleich große Wassermenge; diejenigen, welche mit der von ihnen weggedrängten Menge Wasser gleiche Schwere haben, bleiben im Wasser überall stehen; und diejenigen, welche mehr specifische Schwere haben, als eine Wassermenge von gleichem Umfange, sinken mit dem Überschuß ihres specifischen Gewichts, das man respectives Gewicht nennt, unter.

Daher beträgt der Verlust am Gewicht, den ein Körper bei seinem Einsinken in Flüssigkeiten erleidet, genau so viel, als das Gewicht des aus seiner Stelle gedrängten Theils der Flüssigkeit; ein Kubikzoll Blei und ein Kubikzoll Holz verlieren beim Einsinken gleichviel an ihrem Gewicht.

§. 638. Man hat die eigenthümlichen (specifischen) Gewichte vieler Körper mit dem des reinsten Regenwassers verglichen, und letzteres zur Einheit angenommen.

Tafel über die eigenthümlichen Gewichte der Körper.

Japanisches Kupfer	8,727	weißer Sand . .	2,631
Schwedisch gegosse-		Ziegelsteine . .	2,006
nes Kupfer .	8,333	Tannenholz . .	0,55
geschlagenes	8,784	Ahornholz . .	0,75
gegossenes Messing	8,	Erlenholz . . .	0,8
geschlagenes . .	8,349	Aloeholz . . .	1,177
feines gegossenes		Brasilienholz . .	1,031
Silber . . .	11,091	Holländ. Buxbaum	1,328
geschlagenes	10,5	Türkisches . .	0,919
feinstes Gold . .	19,64	Campecheholz .	0,913
Dukatengold, ge-		Cedernholz . .	0,613
gossen . . .	17,017	Kirschholz . . .	0,715
geschlagen	18,588	Citronholz . .	0,726
Wißmuth . .	9,7	Ebenholz . . .	1,209
bester Stahl, weich	7,768	Buchenholz . .	0,852
geschlagen	7,895	Fernambukholz .	1,014
Roheisen . . .	7,207	Eschenholz . .	0,734
Stangeneisen . .	7,788	Mahagoniholz .	1,063
geschlagen	7,875	(manches ist leichter)	
reines Quecksilber	14,	Weißdornholz .	0,757
deutsches reines Blei	11,445	Apfelholz . . .	0,793
reines englisches Zinn	7,331	Pappelnholz . .	0,383
deutsches	7,215	Pflaumenholz .	0,785
gegossener Zink .	9,355	Birnbaumholz .	0,661
	(7,245)	altes Eichenholz .	1,166
Platina, gegossen	19,5	Weidenholz . .	0,585
geschlagen	22,1	Kork	0,24
Achat	2,628	Lindenholz . .	0,604
Diamant . . .	3,476	Ulmenholz . .	0,671
Alabaster . . .	1,872	Weißer Zucker .	1,606
blauer Schiefer .	3,5	Pech	1,15
Magnet . . .	4,585	Bernstein . . .	1,065
italiänischer Marmor	2,7	Schwefel . . .	1,8
Porzellan . .	2,363	Alaun	1,714
Kieselstein . . .	2,542	Pottasche . . .	3,112
Smaragd . . .	2,777	Vitriol . . .	1,88
gute Gartenerde .	1,63	Rindertalg . .	0,955
weißes Glas . .	3,15	Hammeltalg . .	0,943
grünes . . .	2,666	Schweineschmalz .	0,954

El:

Elfenbein . . .	1,825	Scheidewasser .	1,3
Hirschhorn . .	1,875	Kuhmilch . . .	1,03
Perlen . . .	2,75	Urin	1,016
Hühnereier . .	1,09	Leinöl	0,932
Honig	1,45	Baumöl . . .	0,913
Wachs . . .	0,96	Rüböl . . .	0,853
Regenwasser.	1.	Vitriolöl . . .	1,7
Seewasser . .	1,03	Alkohol . . .	0,815
Brunnenwasser .	0,999	atmosphärische Luft	0,0015
Flußwasser . .	1,009		

Mittelst vorstehender Tafel findet man das Gewicht eines Kubikfußes eines Körpers, wenn man seine eigenthümliche Schwere, mit 66 (dem Gewicht des Regenwassers) multiplicirt.

Z. B. man will wissen, wie schwer 1 Kubikfuß geschlagene Platina sey? — In der Tafel ist ihr eigenthümliches Gewicht = 22,1, d. h. sie ist $22\frac{1}{10}$ mal schwerer, als Regenwasser, wovon 1 Kubikfuß 66 Pfund wiegt, folglich 66 . 22,1 = 1458,6 Pfund = Kubikfuß Platina.

Bei vielerlei Rechnungen ist es oft zu wissen nöthig, wie schwer 1 Kubikfuß eines Körpers sey, daher ist diese Tafel eine der nützlichsten.

§. 639. **Durch das Abwägen in Wasser zu erfahren, wie viel in einer Mischung zweier Metalle, z. B. Silber und Kupfer, von beiden enthalten sey.**

Das specifische Gewicht einer Mischung = M,
— — — des schwerern Metalls = A,
seine Menge x;
— — — des leichtern Metalls = B,
seine Menge z;

Gleichungen: $x : z = A . (M - B) : B . (A - M$; und $x + z = M$, und daraus die Werthe gehörig abgesondert, giebt die

Formel: $\frac{A.M - A.B}{A - B}$, oder $\frac{(M - B) . A}{A - B} = x$,

wodurch das Verhältniß des schweren Metalls zum leichtern z gefunden wird.

Z. B.

Z. B. Es sey specifisches Gewicht des Silbers = 11,09; des Kupfers = 8,33; der Mischung = 10,24; so ist

$$\begin{aligned} x : z &= A . (M - B) &&: B . (A - M) \\ &= 1109 . (1024 - 833 &&: 833 . (1109 - 1024) \\ &= 1109 . 191 &&: 833 . 85 \\ &= 211819 &&: 70805, \end{aligned}$$ die fast wie 3 : 1.

Die Formel $\frac{(M - B) . A}{A - B}$ giebt für $x = 767,46$, also muß

$z = 256,54$ seyn, denn $1024 - 767,46 = 256,54$, welches auch fast wie 3 : 1 ist. Die Mischung war daher 12löthig.

Wäre nun eine gewisse Quantität = Q von der Mischung gegeben, so müßte $\frac{3Q}{4}$ = der Menge des schwerern Metalls, und $\frac{1}{4}$ Q der Menge des leichtern Metalls seyn.

§. 640. Ohne die Kenntniß der specifischen Schwere der Metalle aus den Verlusten, die sie im Wasser erleiden, zu finden, woraus eine Mischung bestehe.

Der Unterschied der Verluste bei gleicher Menge verhält sich zum Unterschied des kleinern Verlustes und des Verlustes der Mischung, wie die ganze Mischung, zum Antheil desjenigen Metalls, das im Wasser am meisten verliert.

Z. B. 37 ℔ Zinn verlieren im Wasser 5 ℔, und 23 ℔ Blei verlieren im Wasser 2 ℔; eine Mischung von Zinn und Blei, 120 ℔ schwer, verliert im Wasser 14 ℔. Wie viel Blei und Zinn ist in der Mischung?

$37 : 5 = 120$ ℔ : 16,216
$23 : 2 = 120$ — : 10,435

Unterschied der Verluste = 5,781 bei gleicher Menge.
Verlust der Mischung = 14
Verlust der leichtern Sorte = 10,435

Unterschied = 3,565

5,781 : 3,565 = 120 ℔ : 74 ℔ Zinn,
folglich 46 — Blei.

Als

Allgemein: Schwere der Mischung $= p$, Verlust im Wasser a ℔.

Das Metall A verliert auf p ℔ im Wasser b ℔.

Das Metall B verliert auf p ℔ im Wasser c ℔.

Formel: $\frac{(c-a) \cdot p}{c-b} = A$; und $\frac{(a-b) \cdot p}{c-b} = B$.

§. 641. Dinge, die specifisch schwerer sind, als Wasser, auf demselben schwimmend zu machen.

Man mache sie hohl, oder gebe ihnen eine solche Form, daß die von ihnen weggedrängte Wassermenge mehr wiegt, als sie wiegen. Es kommt dabei darauf an, die Menge Wasser zu finden, die mit dem schwerern Körper, der zum Schwimmen gebracht werden soll, gleichviel wiegt; die Gestalt des Körpers muß so viel Umfang erhalten, als die gleich schwere Wassermenge hat.

Formeln: $rm = p =$ dem Gewicht des Körpers;

$\frac{p}{m} = r =$ dem Raum oder Umfange mit der Höhlung.

$\frac{p}{r} = m =$ dem Gewicht von 1 Kubikfuß Wasser.

Z. B. 30 ℔ Metall sollen in Gestalt einer Kugel auf einer Flüssigkeit, wovon 1 Kubikfuß 64 ℔ wiegt, schwimmen. Man sucht den Raum r, den sie einnehmen muß.

$$r = \frac{p}{m} = \frac{30}{64} = \frac{15}{32} = 0{,}46875 \text{ Kubikfuß}$$
$$= 468{,}75 \text{ Kubikzoll.}$$

Verwandelt man 468,75 Kubikzoll in eine Kugel, so findet man nach §. 573 ihren Durchmesser $= 9{,}6395$ Zoll. Die Kugel muß demnach so weit hohl getrieben werden, bis ihr ganzer Diameter so viel beträgt.

Wäre eine solche Kugel nicht hohl, so würde sie 261,5625 ℔ wiegen, den Kubikfuß zu 558 ℔ gerechnet;

sie

sie wiegt aber nur 30 ℔, folglich beträgt der hohle Raum so viel, als eine metallne Kugel, die 231,5625 ℔ wiegt. Diese letztere müßte 9,256 Zoll im Durchmesser haben.

Die hohle Kugel, deren Durchmesser = 9,6395 Zoll ist, schwimmt oder schwebt im Wasser, nicht auf demselben; soll letzteres geschehen, so muß sie noch etwas größer werden.

§. 642. Die Bestandtheile des reinen Wassers sind: 85 Theile Lebensluft und 15 Theile brennbarer Luft (dem Gewicht nach). Beide Luftmischungen durch electrische Funken entzündet, geben so viel Wasser, als die Mischung wog, weniger $\frac{1}{50}$.

Wasser wird durch das Gefrieren zu Eis und um $\frac{1}{10}$ größer oder ausgedehnter; wird es aber durch Hitze in Dampf verwandelt, so nimmt es einen 1700 bis 1800mal größern Raum ein, als im tropfbaren Zustande.

In 24 Stunden kann das Wasser, selbst bei der Kälte, den 5ten, ja sogar den 4ten Theil, an der Luft durch Ausdünstung verlieren.

III. Von der Luft und dem Barometer.

§. 643. Wir befinden uns auf dem Grunde einer höchst feinen, durchsichtigen, elastischen, zusammendrückbaren Flüssigkeit, die wir Luft nennen, und deren Höhe vielleicht nicht über 10 Meilen beträgt. Daß die obern Luftschichten auf die untern drücken, letztere daher dichter sind, beweisen vielfache Versuche. Auch in Absicht ihrer Höhe und Dichtigkeit erleidet die Luft vielerlei Veränderungen, wie der verschiedene Barometerstand bestätigt.

Luftleere Gefäße wiegen weniger, als mit Luft angefüllte; daher hat sie eine Schwere. Ein Kubikfuß Luft wiegt etwa 2 Loth.

§. 644. In einer oben verschlossenen und unten offenen Röhre AB Fig. 218. wird eine Wassersäule von 32 bis 33 Fuß bloß durch den Druck der Atmosphäre gegen B erhalten; indem der Raum AC durch das Herab-

sinken