



MAG/Ra 6

00-12724

zu 1/2 AD 7478

Mag Pa 6

BTU Cottbus
Universitätsbibliothek



* 00-12724X+01 *

00 12724/91

Lehrbuch der Baukunst

zum Gebrauche

der k. k. Ingenieurs-Akademie.

Auf höchsten Befehl

verfaßt

von

Franz Weiß,

Major im k. k. Ingenieurs-Corps.

Zweiter Band.

Wien, 1830.

Verlegt von der k. k. Ingenieurs-Akademie.

Gedruckt bey Anton Strauß's sel. Witwe.

Lehrbuch der Baukunst

von

Dr. F. E. Zingel

Lehrer an der Bauakademie in Berlin

1851

1851

Verlag von

W. Engelmann in Leipzig

BTU Cottbus
Uni.-bibl.

I n h a l t

d e s

d r i t t e n T h e i l e s .

	§.	Seite		§.	Seite
Definition und Abtheilung.	1	1	Correction fehlerhafter Flußmündungen.	102	29
Von den Vorkenntnissen.	2	1	a) Ausmündung.	102	29
Wasserstand, (Hydrometer ic.)	2	1	b) Einmündung.	103	29
Wassertiefe.	9	4	Deckwerke.	105	30
Wasserspiegelbreite.	14	5	Zukribbungen.	107	30
Gefälle.	16	5	Durchstich der Serpentinien.	111	32
Geschwindigkeit.	20	6	Zweytes Buch. Von der Benützung		
Wassermenge.	27	8	der Gewässer.	116	33
Stromstrich.	28	8	Von den Redressirungen.	117	33
Kraft der Ströme.	30	9	a) Zulandungen.	117	33
Stromkarten.	36	10	b) Anhäuerungen.	120	33
Erstes Buch. Von der Zähmung der			c) Austrocknung der Sümpfe.	123	35
Gewässer.	41	13	Von den Strom = Rectificationen.	127	36
Von den vorbauenden Maßregeln.	42	13	a) Behufs der Cloaken.	131	37
a) Von den Ufer = Profilen.	42	13	b) Behufs der Agricultur.	133	38
1. Strom = Profile.	43	13	c) Behufs der Navigation.	135	39
2. Seeufer = Profile.	48	15	1. Stromschnellen.	142	41
b) Von den Uferverficherungen.	50	16	2. Schleußen.	144	42
1. Doffirungen.	50	16	Von den Überfällen.	147	43
2. Uferbeschläge.	52	16	a) Thalsperren	147	43
3. Uferwände.	54	17	b) Wehre.	148	44
4. Strandmauern, Rivi oder			Durchlässe.	153	45
Quais	55	17	c) Freyarchen.	158	46
c) Von den Dämmen.	57	18	Von den Spühl = Cloaken.	159	47
Siele.	65	19	Von den Wasserleitungen.	163	48
Von den Zwangsmaßregeln	72	20	Wasserbedarf.	165	49
Von den Buhnen oder Spornen.	72	20	Wasserkläre.	167	50
a) Prellbuhnen oder Treibsporne.	73	21	Reservoir.	169	50
1. Bockbuhnen.	79	22	Röhren.	170	51
2. Steinsporne.	80	22	Bassin.	176	53
3. Fashinensporne.	82	23	Druckwerke.	178	53
4. Sinkstücke.	89	25	Von den Cisternen.	180	54
b) Schöpfbuhnen oder Fangsporne.	95	27	Von den Cistellern.	190	58
c) Separationswerke.	101	28			

	§.	Seite		§.	Seite
Drittes Buch. Von der Fundirung im Wasser.		196	59	Von den Bettungen, und zwar	229 69
a) Durch Ableitung.	197	60	a) Hauptbettung oder Radier	229	69
b) Mit verlorren Steinen	199	60	b) Vorbettung	230	69
c) In Fang-Dämmen.	200	61	c) Nachbettung.	231	70
d) In Senkschiffen.	208	63	Form und Ausmaße wichtiger Wasserwerke	233	71
1. Einfache Senkschiffe.	209	64	Pfeiler.	234	71
2. Bekuppelte detto	219	66	Futtermauern	238	72
Von den Schuzmitteln und Vorsichtsmaßre- geln		220	Widerlagen	239	72
Von dem Steinwurf.	221	67	Von den Eisbrechern.	241	74
Von den Falzbürsten	223	68	Von den Eispanzern.	246	76
			Verhaltungen vor, und während des Eis- stoßes.	249	77
			Schlußbemerkungen; das Bau-Materiale betreffend.	256	78

Nachträgliche Berichtigungen des ersten Bandes.

Seite	§.	Zeile	anstatt	lies:	Seite	§.	Zeile	anstatt	lies:
18	70	17	leicht	sehr leicht	310	"	4	Bräu	Post-, Bräu
133	445	9	Zug*	Trleb*	317	314	7.21	32	34
182	584	7	$\frac{1}{6}$	$\frac{1}{5}$	317	314	7	55	57
211	59	2	$\frac{a d + k l}{2}$	$\frac{a d + k l}{4}$	318	d.o.f		Born	Barn

Die Berichtigungen des dritten Theiles können erst in den folgenden, noch zum zweyten Bände gehörigen Theilen nachgetragen werden.

D r i t t e r T h e i l .

Von der Wasserbaukunst.

§. 1. Sie lehret a) den Verwüstungen der Gewässer Gränzen sehen, b) das Wasser zu vielerley Zwecken benützen, und c) Gebäude am, oder im Wasser erbauen.

Sonach zerfällt sie in drey wesentlich verschiedene Abhandlungen; hier jedoch zuerst

Von den Vorkenntnissen,

und zwar:

Von dem Wasserstande.

§. 2. Der Wasserstand, oder richtiger, die Wasserspiegelhöhe ist dreyerley:

a) Das Hochwasser verräth sich durch unverkennbare Spuren, welche seine Verheerungen bezeichnen, wären dieß auch nur die Gränzen der Ueberschwemmungen. Immer leben sie im Andenken der Uferbewohner, welche Unglücksfälle dieser Art nie vergessen. Oft werden an den Pfeilern alter Brücken, unter denen die Fluth sich damahls kaum durchzuwälzen vermochte, an den Eckhäusern jener Gassen, in welchen man mit Rähnen fuhr, und an andern Orten Denksteine angetroffen, worauf nebst der Jahreszahl und dem Tage der Noth auch die Wasserhöhe angemerkt ist. Seltener findet man

b) Die Höhe der Eisschollen angegeben, welche den Wasserspiegel oft bedeutend überragen, und die für manche Werke, namentlich für Brücken, gefährlicher als das Hochwasser werden können. Besonders ist dieß der Fall, wenn an jähen Flußkrümmungen, an Wehren zc., die Schollen sich über einander thürmen, das Flußbett vom Grund aus verstopfen, und das Wasser so lange aufstauen, bis dieses endlich eine solche Höhe erreicht, daß es den Eisdamm vor sich her zu wälzen vermag. Diese in den südlichen Provinzen unbekannt, fürchterlich schöne Kraftäußerung der nordischen Ströme heißt Eisstoß oder Eisgang. Und in diesem extremen Falle ist es in der That möglich, daß die Eisschollen den höchsten Wasserspiegel noch um den eilften Theil ¹⁾ jener größten Wassertiefe überragen können.

c) Das Mittelwasser, oder der Normalwasserstand (der Beharrungsstand) wird von der Natur gewöhnlich selbst an den Ufern durch Weiden, Erlen und anderes Gesträuch markirt; mit größ-

¹⁾ Dieß folgt aus der specifischen Schwere des Eises. Siehe I. Theil, dritte Tabelle.

ferer Schärfe vermögen erfahrene Schiffer ihn anzugeben, die nur bey dieser Wasserhöhe ihr Geschäft mit Vortheil betreiben können.

d) Das kleine Wasser oder der niedrigste Wasserstand, die Nulle der Hydrotechnik, und die günstigste Zeit für Wasserbauten tritt nur im hohen Sommer, wo viele Quellen verstopfen, oder im strengen Winter, wo diese gefrieren, ein. Sehr alte Leute, Müller, Schiffer, Fischer, Jäger und alle Jene, deren Beruf sie auf solche, von der übrigen Welt kaum beachtete Erscheinungen aufmerksam zu seyn zwingt, vermögen allein ihn mit der nöthigen Schärfe anzugeben; die Natur selbst markirt ihn nirgends. Er ist der wahre Point de repère, von welchem das Nivellement abhängt. Und so wie man die Höhen großer Berge immer von der Meeresfläche an aufwärts rechnet, so zählt und nivellirt man in der Hydrotechnik immer von Null an aufwärts, nie in Klaftern, sondern in Schuhen und Zollen, oder Decimalen. Der niedrigste Wasserstand bedingt die Anlage aller Rappenschwellen, aller Bettungen, Roste, kurz alles Holzwerkes, welches unter keinerley denkbarem Vorwande je höher als Null angeordnet werden darf, damit es immer wenigstens 3 Zoll, besser aber so hoch, als die dicksten Eisschollen des Landes dick sind (§. 34), vom kleinsten Wasser überronnen bleibe, nie an die freye Luft komme, nichts vom Froste zu leiden habe, und eben deßhalb möglichst lange dauern könne.

§. 3. Die Zeit anbelangend, wann die verschiedenen Wasserstände einzutreten pflegen, merke man Folgendes: In der Regel tritt die größte Kälte und die größte Hitze immer erst nach den Solstitien, und zwar erstere um Sebastian (20. Jänner) ein. Das kleine Wasser erwartet man daher zwischen Weihnachten und Lichtmess (24. December, 2. Februar), und zwischen Magdalena und Bartholomäus, nämlich in den Hundstagen (22. July, 24. August); die Hochwässer (in Oesterreich die Gießen) treten meistens erst nach den Aequinoctien ein; das Mittelwasser erwartet man in den Zwischenzeiten. Der Eisstoß endlich geht, wie das Sprichwort lehrt, selten vor Mathias (Mathias, 24. Februar) ab.

Doch sind Anomalien nichts weniger als unerhört. Anhaltende Dürre, frühe Kälte, jähes Thaumwetter, vorzüglich aber Regengüsse alteriren die Wasserspiegelhöhe aller, besonders aber jener Ströme, die im Hochgebirge, oder wohl gar am Fuße eines Gletschers entspringen, wie z. B. der Inn, die Ersch etc. Nie sind diese Ströme im hohen Sommer so wasserarm als andere. Das Schmelzen des Alpenschnees, und die in den dortigen Regionen eben so zahlreichen, als plötzlichen Witterungsveränderungen erklären diese Unregelmäßigkeiten allerdings, mahnen aber auch zugleich den Hydrotekten an größere Vorsicht.

§. 4. Die Wassermenge nämlich, welche im Hochgebirge aus den Wolken fällt, ist ohne allen Vergleich größer als im flachen Lande. Wenn auch hier der ganze Himmel heiter ist — der Schneeberg, der Glockner, die Ortelspize sind es nicht. Beynahe immer hängen Wolken an denselben, die, sobald ihre wässerigen Dünste sich als tropfbare Flüssigkeit (Regen) niedergeschlagen haben, verschwinden. Der Gipfel wird wieder heiter, ohne daß auch nur ein Wölkchen ihn verlassen hätte. Die Attraction der Gebirge lenkt nämlich jede vorbeiziehende Wolke von ihrem Wege ab, zieht sie wie ein Magnet an sich, und saugt sie aus. Das Hochland ist der Wasserbehälter, oder richtiger, die Quelle der Ströme.

§. 5. Strom und Fluß ist gleich bedeutend; kleinere Flüsse heißen Bäche. Wildbäche, Torrenü sind in breiten Ninnfälen fließende, die meiste Zeit des Jahres wasserarme Bergströme, die jedoch bey dem geringsten Anlasse zu einer furchtbaren Höhe anschwellen, mit einem donnerähnlichen Getöse die größten Felsenblöcke, oder eine breypartige Masse von Erde und Steingerölle mit sich fortwälzen, einige Stunden, höchstens Tage lang toben, und sich dann schnell wieder verlaufen. Eine kleine Regenwolke, die sich im felsigen Gebirgsthale entladet, wo jeder Tropfen Wasser, ohne ver-

sinken zu können, seinem Rinnfale zuweilen muß, kann Anlaß hierzu geben. An den südlichen Abhängen der Alpen sind diese Anschwellungen weit gräßlicher, als an der Nordseite. Das plötzliche Schmelzen des Schnees dürfte es erklären. Endlich stürzen sich diese Wildbäche meistens noch senkrecht in die Ströme des flachen Landes, hemmen ihren Lauf, und veranlassen auch hierdurch unübersehbare Verwüstungen. — Sie verdienen ihren Namen.

§. 6. Zur Beobachtung des Wasserstandes während der Erbauung eines Wasserwerkes ist es unerläßlich, eine 6 bis 8 Zoll breite, hölzerne, in Schuh und Zolle eingetheilte, von Null an aufwärts numerirte

a) Wasserlatte an irgend einem Orte, wo der Wasserspiegel weder durch Aufstauung, noch durch Strömung alterirt ist, so zu befestigen, daß ihre Null mit dem Nullpunct des Objectes genau übereinkömmt. Diese einfache Latte, welche man selbst an vollendeten Wasserwerken findet, heißt nun zwar auch

b) Pegel, Peil, oder Hydrometer, doch versteht man unter letzterer Benennung gewöhnlich eine permanente Vorrichtung, welche an Orten, wo viele sehr wichtige, weit entfernte, und doch von einander abhängige Wasserwerke bestehen, angebracht ist, und die den Stand des, leider immer schwankenden, Wasserspiegels mit größerer Schärfe angibt. Die einfachste Vorrichtung dürfte folgende seyn. Man setzt die unruhige Wassermasse mit jener eines nahen, oder eigens zu diesem Behufe gegrabenen Brunnens durch einen kleinen Canal in Verbindung. Sofort steigt und fällt der Wasserspiegel des Brunnens genau wie jener der äußeren Wassermasse, aber er schwanket nicht, selbst wenn diese noch so unruhig wäre. Ragt nun aus diesem Brunnen eine metallene, oder schwache hölzerne Stange hervor, welche in Schuh und Zolle genau eingetheilt, jedoch von Null an abwärts numerirt, und an den obern Boden einer, auf dem ruhigen Spiegel des Brunnens schwimmenden wasserdichten leeren Tonne befestigt ist, so läßt sich von dieser Stange da, wo sie aus dem Brunnen herauswächst, der Wasserstand viel bequemer, mit ungleich größerer Schärfe, und ohne optische Täuschung ablesen. Eine Stellschraube ober der Tonne dient zur richtigen Stellung der Stange, und zu möglichen Correcturen. Denn,

§. 7. Weder der Nullpunct, noch die andern Wasserstände eines sich selbst überlassenen Stromes sind fixe Punkte. Sie gelten nur so lange, als sie von der Erfahrung nicht widerlegt werden. Tritt z. B. im Laufe der Zeiten ein kleinerer Wasserstand ein, als der am Pegel annotirte, so unterliegen zwar die im Vertrauen auf die Richtigkeit des alten Nullpunctes etwa begangenen Fehler keiner gegründeten Rüge; aber die Consequenz fordert jezt unbedingt, den selbst erlebten Nullpunct sowohl, als das selbst erlebte Hochwasser mit Angabe der Zeit am Hydrometer, und jedem andern Wasserwerke anzumerken; denn, jede Unterlassung bestraft sich sicher, und — wir haben es erlebt — durch schwere Folgen.

§. 8. Dient der niedrigste Wasserspiegel eines Hydrometers zum General-Vergleichungsplan für sehr entfernte, aber sich auf einander beziehende Wasserwerke, so gebiethet die Klugheit, den Hydrometer nicht stromaufwärts, sondern abwärts an einer von der Natur auffallend markirten Stelle anzunehmen, damit der Hauptvergleichungsplan nicht über die höher liegenden, sondern unter allen Objecten wegstreiche. So wurde z. B. bey der normalmäßigen Behandlung des Emplacements von Bruck an der Muhr ¹⁾ der Vergleichungsplan durch den Nullpunct der Muhr an der Ausmündung der Muhr angenommen, und hierdurch einer Menge Inconvenienzen vorgebeugt. Für die Mantuaner Wasserwerke ist der niedrigste Wasserspiegel des zwar entfernten, aber sehr einfluß-

¹⁾ Im Jahre 1806 unter der Direction des damaligen Herrn Ingenieur-Oberstlieutenants v. Benzur.

reichen Po da, wo der Mincio in ihn fällt, der gemeinschaftliche Vergleichungsplan. Für die Theresienstädter Schleußen gilt dasselbe von dem Nullpuncte der Elbe an der Ausmündung der Eger.

Endlich versteht es sich von selbst, daß jedes Object, des gemeinschaftlichen Vergleichungsplanes ungeachtet, seinen eigenen Nullpunct, sein eigenes Hoch- und sein eigenes Mittelwasser haben könne. Nur an der See verhält sich dieß anders.

Von der Wassertiefe.

§. 9. Sondiren (am Rheine verpeilen) heißt, die Tiefe des Flußbettes unter dem Wasserspiegel nach einer gegebenen Richtung messen. Spannt man längs dieser letzteren ein, von 20 zu 20 Schuh durch hellrothe Tuchstreife, von 100 zu 100 Schuh aber durch Knoten eingetheiltes Seil quer über den Strom, und mißt bey den markirten Stellen die verticalen Tiefen des Flußbettes unter dem Wasserspiegel, so hat man Ordinaten und Abscissen, durch deren Hülfe das Profil leicht gezeichnet werden kann. Bey breiten Strömen unterstützt man das Seil in der Mitte durch einen Nachen. Die Tiefen werden durch lange, in Schuhe und Zolle eingetheilte, unten schwer mit Eisen beschlagene Stangen, oder durch Hülfe eines 25 Pfund schweren, an einem, in Schuh eingetheilten Strick hängenden, sogenannten Lothes oder Senkbleyes, vom Schiffe aus gemessen. Uebrigens ist es zwar gleichgültig, bey welchem Wasserstande man die Tiefen mißt, wenn nur die Höhe des Wasserspiegels über Null bekannt ist. Doch zieht man es in der Praxis vor, sie bey niedrigem, am besten bey dem niedrigsten Wasserstande zu messen; theils, um leichter sondiren zu können, theils um jede Reduction zu ersparen. Denn die Tiefen rechnet man immer von der niedrigsten Wasserspiegelfläche an abwärts.

Fig. 1. §. 10. Ist es unmöglich, von einem Ufer zu dem andern das früher erwähnte Seil zu spannen, weil die Entfernung zu groß ist, so binde man sich an keine Linien, sondern messe die Tiefe an vielen Stellen, und richte im Rahne, so oft man die Peilstange ins Wasser stößt, eine kleine Fahne auf, die sogleich wieder niedergelegt wird. Werden nun in diesen Augenblicken am Ufer die beyden Winkel abc und acb durch was immer für Instrumente gemessen, so läßt sich jedem Dreyecke abc ein ähnliches nachbilden; und folglich sind die Stellen, wo die Tiefen gemessen wurden, bekannte Puncte.

Fig. 1. §. 11. Hat man aber keine Gehülffen, welche Winkel zu messen verstehen, so verlängere man zuerst die gegebene Richtung de rückwärts bis f , errichte daselbst eine so hohe Stange, daß sie vom Schiffchen g aus immer gesehen werden kann, und trage demjenigen, welchem man die Tiefenmessung anvertraut, auf, beständig in der Richtung ef zu bleiben, was durch einen Anker, oder durch einen am Ufer irgendwo befestigten Strick ungemein erleichtert wird. Wählt man sich nun einen Punct h so, daß der Winkel dhe höchstens 90 Grad beträgt, so läßt sich, wenn ef , eh und hf bekannt sind, durch den einzigen Winkel ehg , den man selbst mißt, die jedesmahlige Stelle g angeben, wo eine Tiefe gemessen wurde. Zwar ist haarscharfe Genauigkeit bey diesem Geschäfte nicht wohl möglich, glücklicher Weise aber auch nicht nöthig. Ströme wühlen und nagen nämlich an dem Flußbette allzu sehr, als daß es sich der Mühe lohnen sollte, auf so veränderliche Dinge, wie Strom-Profile sind, übergroßen Fleiß zu verschwenden. Jedes Hochwasser verändert sie. Fehlt man in den Entfernungen nicht um Klaftern, und in den Tiefen nicht um Schuhe, so hat man genug gethan. Mehr Sorgfalt hat man darauf zu verwenden, daß keine Mißverständnisse entstehen, und hier können mit Ueberzeugung

§. 12. Kurze Sprachöhre, die das gegenseitige Zurufen möglich machen, empfohlen werden; denn Fahnen, Winke, Piffe, und andere derley Zeichen, helfen nicht immer. Sie werden von schwachem Weißblech verfertigt, sind nur 3 Schuh lang, paraboloidisch, oder auch wohl nur

conisch geformt, am Mundstück 3 Zoll, am andern Ende aber 8 oder 9 Zoll weit, und können von jedem Klämpfner, ohne daß er mehr als das hier Gesagte zu wissen braucht, erzeugt werden. Diese Röhre leisten das Unglaubliche. Auf Viertelstunden Weite wird man damit gehört und verstanden. Läßt man sich nun jede gemessene Tiefe zweymahl zurufen, protokolliert sie selbst, und überläßt den Tiefenmessern möglichst wenig; so geht man bey weitem sicherer, als wenn man diese Leute selbst annoziren läßt, und erst später Rechenschaft fordert.

§. 13. Das Sondiren des Flußbettes ist jedoch von dem vorigen Sondiren wesentlich verschieden. Es geschieht durch den Erdbohrer Fig. 29. I. Theil in einer hohlen Pilote, die früher einige Schuh tief an jener Stelle eingerammt wurde, wo sondirt werden soll. Das in der Höhlung enthaltene Wasser wird zuvor durch einen Schwamm ausgefaugt. (I. Thl. §. 114.) An Stellen, die nicht vom Wasser überronnen werden, gräbt man brunnenartige Löcher; das Seigewasser wird ausgeschöpft.

Von der Wasserspiegelbreite.

§. 14. Sie ist nach den verschiedenen Wasserständen verschieden. Die Gränzen der Ueberschwemmungen bestimmen die Wasserspiegelbreite der Hochwässer, das am Ufer wachsende Gesträuch markirt die Breite der Strombahn bey mittlerem Wasserstande, die Sandbänke endlich begränzen das kleine Wasser.

§. 15. Normal-Breite ist Gegensatz von Stromenge und Stromweite. Unter letzterem Worte wird jede ungewöhnlich große, unter Stromenge jede ungewöhnlich kleine, unter Normal-Breite endlich die dem Strom am angemessenste Breite bey mittlerem Wasserstande verstanden, wo der Strom durchaus die erforderliche Tiefe hat, wo derselbe nie eine Sandbank duldet, und wo nie der Eisstoß stehen bleibt. Stromengen sind immer tief, Stromweiten beynah immer seicht.

Von dem Gefälle.

§. 16. Der Fall des Wasserspiegels bey mittlerem Wasserstande, oder das Gefälle kann nur durchs Nivelliren ausgemittelt werden. Es ist gewöhnlich sehr ungleich vertheilt. Strecken, wo das Gefälle zwar bedeutend, aber doch nur allmählig zunimmt, nennt man Wasserstürze; Stellen aber, wo es plötzlich bedeutend wird, Wasserfälle.

§. 17. Das hydrotechnische Nivelliren, oder die Ausmittlung der Höhen des Wasserspiegels bey mittlerem Wasserstande über die, durch den Nullpunct des Hydrometers gedachte horizontale Ebene differirt zwar nicht von der gewöhnlichen Höhenmessung, doch muß Vorsicht empfohlen werden. Die Wasserspiegelfläche der Ströme steigt und fällt nämlich oft in wenigen Stunden. Was gestern nivellirt wurde, paßt also zu den heutigen Coten nicht, wenn sich unterdessen der Wasserstand geändert hat. Diesem Ungemach auszuweichen, läßt man an jeder bedeutenden Flußkrümmung, an jeder Stelle, wo eine merklich beschleunigte oder verzögerte Strömung anfängt oder aufhört, endlich an allen auffallend markirten Orten, als z. B. an der Einmündung eines Baches, ober- und unterhalb einer Brücke 2c. 2c., vier- oder sechsöllige Pföcke nahe am Ufer zwar tief, aber doch so einrammen, daß ihre Köpfe noch einige Schuh über den mittleren Wasserstand vorragen. Diese Köpfe nivellirt man nun, und es ist vollkommen gleichgültig, wann und wie dieß geschieht. Endlich läßt man durch mehrere ausgesuchte Leute in der Mittagsstunde eines und desselben Tages, an welchem die Wasserspiegelhöhe dem Normal-Wasserstand gleich ist, oder nahe kömmt, die Tiefen des Wasserspiegels unter allen diesen Köpfen messen, und zieht dieselben von den früher gefundenen Ni-

veau=Coten der gleichnamigen Pföcke ab, so erhält man die Niveau=Coten des Wasserpiegels an den betreffenden Stellen, und somit auch seinen Fall. Es ist rätlich,

§. 18. Die Tafeln der Nivelir=Latte, nicht wie sonst hellroth und blendend weiß, sondern hellroth und schwarz ¹⁾ lackiren zu lassen, weil die weiße Farbe, wegen des glänzenden Wasserpiegels, schon oft zu Täuschungen Anlaß gab, die schwere Folgen hatten.

§. 19. Aus dem gefundenen Höhenunterschied oder dem Falle läßt sich nun das sogenannte Gefälle leicht, und genau berechnen. Im gemeinen Leben versteht man unter diesem Worte den Fall des Wasserpiegels auf hundert Klafter. So fällt z. B. die Donau bey Wien 30 Linien, das heißt, auf 100 Klafter. In der Hydrotechnik hingegen, vorzüglich aber in ihren Rechnungen, wird Entfernung und Fall nicht in Klaftern und Linien, sondern beyde in Schuhen und Decimalen angegeben, und immer bezieht sich der Fall auf tausend Fuß Entfernung. Doch folgt hieraus keineswegs, daß die Entfernungen der früher erwähnten Pföcke gerade tausend Fuß betragen müssen; sie brauchen auch nicht einmahl unter sich gleich, sondern nur bekannt zu seyn. Denn, wird die vorige Angabe reducirt, so findet man das hydrotechnische Gefälle der Donau bey Wien = 0,34 Fuß, es versteht sich auf 1000 Fuß Entfernung.

Von der Stromgeschwindigkeit.

§. 20. Der vom Strome in einer Secunde durchlaufene Raum wird dessen Geschwindigkeit genannt. Sie hängt vom Gefälle, vorzüglich aber vom Wasserstande ab, und muß folglich für das kleine, für das mittlere, und für das Hochwasser besonders erhoben werden. So hat z. B. die Donau zu Nußdorf oberhalb Wien bey kleinem Wasser 3,80, bey Hochwasser aber 7,80 Fuß Geschwindigkeit. Die einfachste, und vielleicht richtigste Art,

§. 21. Die Geschwindigkeit am Wasserpiegel zu bestimmen, ist folgende: Man läßt da, wo der Strom gerade fließt, am Ufer 2 Pföcke z. B. 1000 Schuh von einander entfernt, auf dem andern Ufer gerade gegenüber aber 2 hohe Strohwischstangen einschlagen, und wirft an einem windstillen Tage weit oberhalb der ersten Stange ein breites, etwa 3 Schuh langes Bretchen mitten in den Strom. Fehlt es an einer Secundenuhr, so befestige man eine Flintenkugel an einen Seidenfaden so, daß der Mittelpunkt der Kugel vom Aufhängepunkte $37\frac{3}{4}$ Wiener Zolle, oder 440,56 Pariser Linien entfernt ist, und lasse den somit erhaltenen Secundenpendel seine Schwingungen in dem Augenblicke beginnen, wenn jenes Bretchen die erste Linie passirt. Zählt man nun die einzelnen Hin-, und die einzelnen Hergänge, oder die Schläge des Pendels, wovon jeder einzelne eine Secunde dauert, so lange fort, bis ein Beobachter das Bretchen durch die zweyte Linie schwimmen sieht, und dividirt die in Schuhen gegebene Entfernung beyder Pföcke durch die gezählten Pendelschläge, so erhält man die Stromgeschwindigkeit in Schuhen, und die Aufgabe ist so gut, als durch Hülfe des besten Chronometers gelöst.

§. 22. Die Geschwindigkeit am Flußbette soll der Theorie zu Folge größer als die am Wasserpiegel seyn. Die Erfahrung hingegen lehret, daß bey trägen Flüssen die Geschwindigkeit am Flußbette sehr viel kleiner sey, als jene an der Oberfläche. Bey schneller fließenden Strömen ist dieser Unterschied weniger auffallend, und verschwindet bey reißenden Strömen beynah ganzlich.

Nach Eitelwein vermindert sich die Geschwindigkeit eines jeden Flusses auf jeden Schuh Tiefe um $\frac{1}{125}$ seiner obern Geschwindigkeit, bey 2 Fuß Tiefe um $\frac{2}{125}$, bey 3 Fuß Tiefe um $\frac{3}{125}$ etc. Wäre ein Strom z. B. 8 Fuß tief, und hätte 5 Fuß Geschwindigkeit am Wasserpiegel, so betrüge

¹⁾ Wiebeking's theor. prakt. Wasserbaukunst. I. Band, 166. Seite.

seine untere Geschwindigkeit, das heißt, jene am Flußbette, 5' weniger $\frac{8}{125}$ von 5', das ist: 5,00 — 0,32 = 4,68 Fuß. Der Einwurf, daß bey einer Wassertiefe von 125 Fuß die Geschwindigkeit am Flußbette Null werden würde, dürfte der Eytelweinschen Lehre keinen Eintrag thun, indem die gewöhnlichen Fälle sich diesem Extreme auch nicht entfernt nähern.

§. 23. Die mittlere Geschwindigkeit, um die es sich hauptsächlich handelt, ist der halben Summe der obern und untern Geschwindigkeit gleich. Der vorige Strom hätte folglich $\frac{5' + 4,68'}{2} = \frac{9,68}{2} = 4,84$ Fuß mittlere Geschwindigkeit.

Wahr ist es, daß, wenn man durch Hülfe eines zweckmäßigen Strommessers die Geschwindigkeit an vielen Stellen und Tiefen eines und desselben Profils sorgfältig mißt, die gefundenen Zahlen addirt, und diese Summe durch die Anzahl der gemachten Beobachtungen theilt, man hierdurch die mittlere Geschwindigkeit des Stromes genauer als zuvor findet. Doch, da es in der Praxis nie, oder nur höchst selten auf haarscharfe Angabe so schwankender Dinge, wie Stromgeschwindigkeiten sind, ankommt, so wird hoffentlich das hier Gesagte in den meisten Fällen genügen; um so mehr, als die nur zu gut bekannten Instrumente, durch welche man auf Hochschulen die Stromgeschwindigkeiten finden lehrt und lernt, leider nie auf den Bauplätzen in den entferntern Provinzen der Monarchie angetroffen werden.

§. 24. Weil die Stromgeschwindigkeit so sehr von dem Wasserstande abhängt, so ist es irreführend, bey der Angabe jener, diesen zu verschweigen. Geschieht es gleichwohl, so versteht Wiebeking immer die Geschwindigkeit bey kleinem Wasser darunter. Er sagt: Ströme schleichen, wenn sie bey kleinem Wasser einen Schuh Geschwindigkeit haben; mit 2 Schuh Geschwindigkeit nennt er sie träge, mit 3 Schuh gewöhnlich strömende, mit 7 Schuh reißende, über 7 Schuh aber Wildbäche. Bey Zunahme der Wasserspiegelhöhe wächst auch die Geschwindigkeit, und erreicht oft bey Wildbächen, z. B. bey dem Lech, bey dem Tagliamento zc. die entsetzliche Rapidität von 16, sage sechs- zehn Fuß in der Secunde.

§. 25. Kennt man von einem Strome das Gefälle und das Profil, so läßt sich dessen mittlere Geschwindigkeit ziemlich scharf durch bloße Rechnung finden. Sie ist nach Woltmann = $\sqrt{8525 \times h r}$, nach Eytelwein aber = $\sqrt{8263 \times h r}$. Hier ist h ein Bruch, dessen Zähler das Gefälle, und dessen Nenner die dazu gehörige Länge des Flusses, auf welche sich jenes bezieht, ist. r ist der Flächeninhalt des Strom-Profils in Quadrat-Schuhen, dividirt durch die in Current-Schuhen angegebene Contour (Umriß) des vom Wasser benehten Flußbettes. Hat z. B. ein Fluß $3\frac{2}{10}$ Fuß Gefälle auf 1000 Fuß Länge, so ist $h = \frac{3,2}{1000} = 0,0032$. Und ist sein Profil so wie Fig. 2. E. gestaltet, so

ist sein Flächeninhalt = $\frac{7^2 + 56}{2} \times 8 = 512$ Quad. Schuh; die Contour des vom Wasser benehten Flußbettes ist gleich $11 + 56 + 11 = 78$; folglich ist $r = 512 : 78 = 6,56$, und die mittlere Geschwindigkeit dieses Flusses muß, wenn das Profil a c o b ganz voll Wasser ist, nach Eytelwein gleich seyn $\sqrt{8263 \times 0,0032 \times 6,56} = \sqrt{173,5} = 13,1$ Fuß. Der Molliser Canal (§. 134.) hat obiges Gefälle und Profil, und wirklich steigt die Geschwindigkeit, wenn er voll ist, daselbst häufig auf 12 Fuß, wie spätere Beobachtungen gelehrt haben.

§. 26. Die mittlere Geschwindigkeit des ausströmenden und des überlaufenden Wassers (ein Fall, der bey Schützen und Wehren eintritt) hängt, da hier von keinem Gefälle die Rede seyn kann, einzig und allein von der Druckhöhe ab.

a) Ausströmendes Wasser hat, wenn der Schwerpunct der Öffnung h Schuh unter dem Wasserspiegel liegt, eine mittlere Geschwindigkeit von $\sqrt{62 \cdot h}$ Schuhen. Läuft z. B. das Wasser un-

ter einer Schütze durch eine Oeffnung, deren Schwerpunct sich z. B. $3\frac{1}{2}$ Schuh unter dem Wasserspiegel befindet, so stürzt es mit einer mittleren Geschwindigkeit von $14,7$ Schuh durch dieselbe.

b) Ueberströmendes Wasser hat eine mittlere Geschwindigkeit von $\frac{2}{3} \sqrt{62 \cdot h'}$ Schuh, wenn h' die Höhe des überlaufenden Wassers ist. Läuft z. B. das Wasser eines Baches 5 Schuh hoch über ein Wehr, so hat es daselbst $11\frac{7}{10}$ Schuh mittlere Geschwindigkeit.

Von der Wassermenge.

§. 27. Multiplicirt man den in Quadrat-Schuh ausjdrückenden Flächeninhalt des Strom-Profils mit der in Current-Schuh angegebenen mittleren Geschwindigkeit, so erhält man die Kubikfuße Wasser, welche der Strom in jeder Secunde fortwälzt. Das 400fache von dieser Summe gibt die Kubiklastern, die er in 24 Stunden abführt.

Auf gleiche Weise erhält man das Wasser-Quantum, welches durch eine untere Oeffnung ausströmt, und jenes, welches durch eine rechtwinkelige Scharte überläuft, wenn man den Flächeninhalt der Oeffnung oder der Scharte mit der mittleren Geschwindigkeit des durchstürzenden oder überströmenden Wassers multiplicirt. Doch sind dieß lauter *Maxima*, welche aber der Wahrheit um so näher kommen, je größer der Flächeninhalt des Profils, der Oeffnung, oder der Scharte ist; ein Vortheil, der um so erwünschter ist, als es in der Praxis, wo nur lauter große Oeffnungen vorkommen, schwer halten würde, alles das zu berücksichtigen, was Mariotte von der Verengung winziger Oeffnungen durch die Adhäsion, und Bossut von der Zusammenziehung des Wasserstrahles (keineswegs mit Uebereinstimmung) gelehrt haben. Es dürfte daher auch kaum nöthig scheinen, hier zu erinnern, daß, streng genommen, die Formeln in §. 25. rheinländisches, jene in §. 26. aber Wiener Maß voraussetzen. Wo größere Genauigkeit nöthig seyn wird, soll es an Erinnerung und Anleitung nicht fehlen.

Von dem Stromstriche.

Fig. 1. §. 28. Der Stromstrich oder das schwere Wasser ist jener Wasserfaden auf der Oberfläche, welcher die größte Geschwindigkeit hat, und den alle sich selbst überlassenen schwimmenden Körper suchen. Er folgt, wiewohl mit Ausnahmen, der größten Wassertiefe, und heißt daher mit Recht auch *Flußrinne*, oder *Thalweg*. Auf hydrographischen Karten wird er durch eine punctirte Linie angedeutet. Fließt der Strom geradlinig, und sind die Strom-Profile regelmäßige Figuren, so liegt der Stromstrich gewöhnlich in der Mitte. Im Falle des Gegentheiles aber flieht er das *convexe* Ufer *d*, und sucht das *concave* *h*e*i*. Hier nagt und unterwäscht er, dort setzt er ab.

Man bestimmt ihn an windstillen Tagen durch Hülfe der früher erwähnten, von 20 zu 20 Schuh durch rotthe Tuchlappen eingetheilten Seile, die man bey mittlerem Wasserstande an vielen Stellen quer über den Strom spannt, den Ort des Durchganges mehrerer, sich selbst überlassener, hinter einander schwimmender Körper beobachtet, und aus allen Beobachtungen jene, die sich am öftesten wiederholten, in die Stromkarte trägt.

Theilt sich der Stromstrich irgendwo in zwey Arme, so ist sicher eine Untiefe, die später eine Sandbank, und endlich eine Insel werden wird, die Ursache davon. Solche Stellen sind sorgfältig anzumerken.

§. 29. Bildet ein breiter Fluß die Gränze zweyer Länder, wie z. B. der Rhein, so ist immer der *Thalweg* die wahre Gränze. Sie ist also veränderlich, weil es jener ebenfalls ist. Daher die vielen Gränzstreitigkeiten.

Von der Kraft der Ströme.

§. 30. Nach du Buat kann kleinörniger Sand keinem Flusse von vier Zoll unterer Geschwindigkeit, Grand von der Größe der Sumpfbohnen aber keinem Strome von 12 Zoll Geschwindigkeit widerstehen. Flüsse von 2 Schuh Geschwindigkeit reißen Steine von einem Zoll im Durchmesser, und Ströme von 3 Schuh Geschwindigkeit eckige Steine von der Größe eines Hühnereyes mit sich. Endlich wälzen reißende Ströme von 7 Schuh Geschwindigkeit zentnerschwere Steine, Wildbäche von 12 bis 16' Geschwindigkeit aber Felsenblöcke von 100 bis 500 Zentner ¹⁾ in ihren Betten fort. Das Hochwasser entwurzelt die größten Bäume, reißt hölzerne Gebäude und Brücken ein, durchbricht Dämme, überschwemmt meilenweite Gegenden, verlegt ganze Stromarme mit Geschieben, versetzt Sandbänke auf andere, oft sehr entfernte Stellen, und bahnt sich sogar neue Rinnfälle. Der Eisstoß endlich wirft steinerne, mit Quadern verkleidete Brückenpfeiler ²⁾ wie Kartenhäuser um, und wälzt Eisfelder vor sich her, deren Kubinhalt allen Glauben übersteigt.

Gleichwohl sind diese rohen, tobenden Kräfte nicht die gefährlichsten. Die langsam wirkenden, aber zuverlässig zerstörenden, stets nagenden sind es, welche die Aufmerksamkeit des Hydrotekten in Anspruch nehmen; und hierher gehören ganz vorzüglich der Frost, und das Grundeis.

§. 31. Der Frost zersprengt Holz und Steine, besonders wenn sie feucht sind. Seinen Zerstörungen läßt sich in vielen Fällen durchaus nicht vorbeugen. Nur das Holzwerk kann dadurch, daß man es 2 bis 3 Schuh unter dem niedrigsten Wasserspiegel, oder 4 bis 5 Schuh unter dem Horizonte des Erdreiches anordnet (bis wohin der Frost in unserm Klima nie dringt), geschützt werden.

§. 32. Das Grundeis. So nennt man nämlich jenes Eis, welches nie auf dem Wasserspiegel erscheint, immer nur am Boden hinstreicht, und durch seine scharfen Kanten allen, besonders aber den hölzernen Wasserwerken nachtheilig wird, sie benagt, und endlich zerstört. In welcher unglaublichen Menge dasselbe vorhanden ist, beurfunden die, von polternden Stößen verursachten, jedem unbefangenen Beobachter fühlbaren Erschütterungen der hölzernen Brückenjoche vor und nach dem Eisstoße bey vollkommen eisfreyem Wasserspiegel.

Es erzeugt sich auf folgende Weise. Ueberirnt nämlich das Wasser die, bey seinem niedrigsten Stande im Winter äußerst zahlreichen, seichten Uferstellen, Sandbänke etc., so frieren an die untere Fläche der Eisdecke Erde, Sand, oder Steine an, so, daß diese Schollen nun nicht mehr schwimmen können, sondern die Tiefe suchen, vom Strome aber gleichwohl mit fortgerissen werden, und, weil sie nur unbedeutend schwerer als das Wasser sind, beynah mit derselben Geschwindigkeit wie dieses fortrinnen. Die spezifische Schwere des reinen Eises beträgt nämlich nur 0,91. Folglich braucht die unten angefrorene Erd- oder Sandkruste nur ein Zoll dick zu seyn, um jede zwölf Zoll dicke Eisscholle, ihre Länge und Breite sey so groß sie wolle, mit dem Wasser gleich schwer zu machen. Eine Kleinigkeit, ein Steinchen mehr, und sie geht unter.

§. 33. Jetzt dürfte man begreifen, daß in den nördlichen Provinzen von Holz erbaute Wasserwerke dem nagenden Grundeise früher oder später, je doch sicher unterliegen müssen; und woher es komme, daß in den südlichen Ländern, wo die Ströme kein Eis führen, und die Fröste seltener sind, alle Wasserwerke ganz unverhältnißmäßig länger dauern, als in unserem rauheren Klima. Bey uns genügt es nicht, das Holzwerk wichtiger, für die Ewigkeit zu bauender Wasserwerke nach §. 2. d. bloß so tief unter Null anzuordnen, daß es der Frost nicht zersprenge; sondern es muß auch ver-

¹⁾ Wiebeking's theov. pract. Wasserbaukunst, I. Band, 220. Seite.

²⁾ Die vom Eisstoß umgeworfenen drey Pfeiler der Leitmerizer-Elbebrücke hatten achtzehn Schuh zur Dicke.

stecket werden, damit es nie, weder mit dem strömenden Wasser, noch mit dem nagenden Grundeise in unmittelbare Berührung komme. Das ominöse: gutta cavat lapidem, non vi, sed saepe cadendo verdient in der nordischen Hydrotechnik wirklich mehr Beherzigung, als es gefunden.

§. 34. Die Dicke der Eisschollen hat auf die Kraftäusserung der Ströme sehr vielen Einfluß; denn der Stoß einer Eisscholle hängt nicht bloß von ihrer Geschwindigkeit, sondern auch von ihrer Masse ab. Je größer die Scholle, je heftiger ihr Anprall. In Ländern, wo die Südfrüchte gedeihen, ist, wenigstens in Strömen, die Eisschollendicke für nichts zu rechnen. In Provinzen, wo der Weinstock gut fortkömmt, darf man sie in der Regel auf 12 Zoll, in Weizenländern auf 18, in Roggenländern aber auf 24 Zoll annehmen. Daß jedoch die Höhe und die Lage des Landes Ausnahmen veranlassen, und daß überhaupt Ausnahmen möglich sind, beweisen die strengen Winter 1709, 1729, 1740, 1783, 1789, 1799 und 1830.

§. 35. Kräfte äußern sich durch ihre Wirkungen. Zu den gewöhnlichsten gehören:

a) Die Uferbrüche, Schartufer, Bruchufer etc., sind von den Fluthen unterwaschene und eingestürzte, oder dem Einsturze nahe Uferstrecken. Die Scharten sind um so größer, je höher und steiler die Ufer sind, je lockerer das Erdreich ist, je senkrechter der Stromstrich auf das Ufer fällt, je tiefer das Wasser, und je größer die Stromgeschwindigkeit ist. Selten werden concave, oft, beynähe immer nur concave Ufer anbrüchig.

b) Serpentinien sind bedeutende Flußkrümmungen. Das ewige Nagen des Stromstriches, vorzüglich aber seine Unbeständigkeit, die ihn bald das rechte, bald das linke Ufer anfallen heißt, sind Ursache, daß Ströme nie lange in gerader Richtung fortrinnen können, sondern das Land in Schlangengewindungen durchziehen oder serpentiniren. Nur die sehr auffallenden, hufeisen- oder maultrommelartigen Windungen sind schädlich, und verdienen obigen Nahmen.

c) Ablagerung, Zulandung, Versandung, Höger, ist das Gegentheil eines Uferbruches. Man nennt jede Stelle so, wo der Strom das in denselben herabgestürzte Erdreich eines Uferbruches, oder überhaupt alles Geschiebe, allen Sand, allen Schlick (Schlamm) hintreibt und absetzt. Nur an jenen Stellen, wo das Wasser langsamer oder gar nicht fließt, am meisten aber da, wo Gegenströme Statt finden (wo es zurück oder im Kreise fließt), sind solche Ablagerungen möglich.

d) Kolke sind ausgewaschene Löcher im Grundbette, also das Gegentheil von

e) Untiefen, welches Stellen im Strome sind, die nur wenig vom kleinen Wasser überronnen werden. Man erkennt sie sehr deutlich an dem Wasserpiegel, welcher hier nicht spiegelglatt, sondern, wenn die Untiefe Sand enthält, mit rieselnden Wellchen übersät ist, bey steinigtem Grunde sehr merklich schwankt, bey felsigem Flußbette aber rauschende oder schäumende Wellen wirft.

Von den Stromkarten.

§. 36. So nennt man jede sorgfältige geometrische Aufnahme eines Stromthales, welche bis an den Fuß der begränzenden Anhöhen nivellirt, und mit allen bisher aufgezählten Behelfen reichlich versehen ist. Da wo die Zeichnung nicht mehr ausreicht, muß die nöthige Deutlichkeit durch eine, dem Plane beyliegende Denkschrift, besser aber durch eine wortkarge, jedoch verständliche Légende erzielt werden, die auf dem Plane selbst Platz findet.

Es gibt zweyerley hydrotechnische oder Stromkarten:

§. 37. Die Hauptkarte wird nach dem Maßstabe $\frac{1}{4}$ Linie = 1 Klafter *) gezeichnet. Nach die-

*) Wiebeking verlangt in seiner theor. prakt. Wasserbaukunde I. Band, 131. Seite, daß ein Grad des Äquators gleich sey 24" 5' 4". Dieß gäbe gar nur $\frac{1}{10}$ Linie = 1"; ein Maßstab, der kaum bey einem hydrographischen Squelette befriediget.

sein Maßstabe wurde das Etschthal von Meran bis Roveredo in den Jahren 1801 bis 4 von dem k. k. Ingenieurs-Corps aufgenommen und nivellirt.

Vorzügliche Beachtung verdienen: die Strombahn bey'm Normal-Wasserstande, welche blau angelegt wird; alle Inseln, Auen, Sandbänke, Klippen, die Ausmündungen der in den Strom fallenden Bäche; die Ufer, ob sie hoch oder niedrig, steil oder sanft, felsig, erdig oder sandig, anbrüchig oder unangefochten sind; alle Ravins, Dämme, Straßen, Brücken, Wehre, und alle andern Wasserwerke; alle Quellen, Teiche, Bäche, Gräben, Schluchten, verlassenen Rinnsäle oder todten Stromarme, Sümpfe, und die den Ueberschwemmungen unterworfenen Grundstücke mit ihren Gränzen.

Daß das, zwar noch zum Thale gehörige, aber vom Strome entferntere Terrain, und alle jene Gegenstände, die in der militärischen Aufnahme so vielen Werth haben, als z. B. Kirchtürme, Kreuze, Säulen, freystehende Bäume, hohe Felsenspitzen, kurz, alle weit sichtbaren Gegenstände nicht sorglos behandelt werden dürfen, versteht sich wohl von selbst; aber, daß das Innere der Städte und Dörfer, die Gränzen weit vom Flusse entlegener, oder viel höher liegender Grundstücke, endlich alle, das Thal begränzenden Anhöhen oder gar Berge nicht jene, an Aengstlichkeit gränzende Sorgfalt verdienen, wie die Strombahn; — dieß versteht sich auch von selbst.

Der Stromstrich wird durchgehends eingetragen, Strom-Profile hingegen pflegt man in dieser Karte nicht aufzunehmen, obwohl es an leeren Stellen nicht fehlt, wo sie bequiem Platz finden könnten. Man begnügt sich gewöhnlich, etwa alle 1000 oder 500 Schuh die Wassertiefe unter dem Stromstriche, und zwar (was ein Widerspruch gegen die blau angelegte Normal-Strombahn ist ¹⁾) bey'm niedrigsten Wasserstande bloß in Schuhen und einer Decimal-Stelle anzugeben, die Tiefen aber schwarz und klein zu schreiben. Die, das Gefälle angebenden, sich auf Null des Hydrometers beziehenden Niveau-Coten des Wasserspiegels bey'm mittlerem Wasserstande hingegen werden roth geschrieben, und bekommen zwey Decimal-Stellen; daselbe gilt für alle übrigen Niveau-Coten. Man schreibt sie z. B. wie folgt: .34,75 nicht aber 34,75. oder .34,75. welches zu Mißverständnissen Anlaß geben könnte. Der erste, links von der Zahl stehende rotthe Punct bezeichnet nämlich die Stelle oder den Pflock, auf welchen sich die Cote bezieht.

Ferner werden alle Sandbänke, welche unter dem mittleren Wasserspiegel liegen, bis ungefähre an die Gränzen der Strombahn bey'm niedrigsten Wasserstande mit blassem Tusch, feinen Puncten, und weitschichtig punctirt; dahingegen die, über das mittlere Wasser vorragenden Sandbänke, wie gewöhnlich, gelb punctirt werden.

Endlich pflegt man noch die Gränzen der Ueberschwemmungen, wenn sie bedeutend von den Gränzen der Strombahn des Normal-Wasserstandes entfernt sind, mit länglichen Puncten anzumerken, und sehr sanft blau zu laviren. Sind sie aber, wie dieß bey steilen Ufern immer der Fall ist, nur wenig davon entfernt, so unterläßt man es lieber, sie anzugeben.

Alle übrigen, hydrotechnisch wichtigen, geschichtlichen oder örtlichen Daten, Angaben zc., werden nach Anleitung der vorausgegangenen Abhandlungen als Légende dem Plane beygefügt.

§. 38. Die Specialkarte, oder richtiger Karten, sind bloße Sectionen von jenen Stromstrecken, in denen höchst wahrscheinlich Wasserbauten beabsichtigt werden dürften. Man nimmt sie nach dem Maßstabe $\frac{1}{2}$ Linie gleich einer Klafter mit größerer Sorgfalt besonders auf. Sie enthalten die Strombahn und den Stromstrich so weit auf- und abwärts, als die Wirkung des Werkes es zu erfordern scheint; das angränzende Terrain aber, (wenn etwa Grundablösungen oder Entschädigungen

¹⁾ Er läßt sich vermeiden, wenn man hier ausnahmsweise die ohnehin sparsam angegebenen Wassertiefen nicht vom niedrigsten, sondern vom Normal-Wasserspiegel an abwärts rechnet und einträgt.

an die Eigenthümer der nahen Grundstücke vorauszusehen sind) in hinlänglicher Ausdehnung mit Angabe der Feldraine oder Eigenthumsgränzen, der Gränzsteine zc., so, wie dieß bey ökonomischen Plänen üblich ist. Die Strombahn wird hier nicht bey dem Normal- sondern bey dem niedrigsten Wasserstande angezeigt, und blau angelegt, die Gränze der Strombahn bey mittlerem Wasserstande hingegen nur (wie früher die Ueberschwemmungsgränzen) sanft blau lavirt. Die Sandbänke erscheinen hier mit genaueren Gränzen in ihrer ganzen Ausdehnung, und werden durchaus gelbbraun, die der Schifffahrt nachtheiligen Untiefen (§. 35. e.) aber mäßig schwarz, sehr fein und farg punctirt.

Die Niveau=Coten, besonders aber die Wassertiefen müssen in diesen Plänen verschwenderisch eingetragen werden. Jene werden, wie früher, roth geschrieben, haben zwey Decimalen, und beziehen sich beständig auf den General=Vergleichungsplan. Diese sind schwarz, klein, haben nur eine Decimale, beziehen sich auf den niedrigsten, hier blau angelegten Wasserpiegel an Ort und Stelle, und sind nichts anders, als negative Coten von diesem. Somit ist der zuvor gerügte Widerspruch also gehoben. Sie werden gerade so eingetragen, wie sondirt wurde. (§. 9.) Allerdings erspart man hierdurch manches Profil, doch darf es auch an diesen nicht fehlen, besonders da, wo die Strombahn des kleinen Wassers bedeutend schmaler als die Normal=Strombahn ist.

§. 39. Die Profile werden nach einem, wenigstens viermahl größern Maßstabe gezeichnet. Ihre Anzahl richtet sich nach den Umständen. Bey ziemlich gleichförmiger Wassertiefe genügen wenige; bey schneller Abwechslung von Untiefen und Kolken aber fehlt es oft an Platz, die für nöthig erachteten in die Special=Stromkarte einzutragen, wo dann ein eigener Profil=Plan beygelegt werden muß. In diesem letztern Falle nun rathen manche Hydrotekten, die Wassertiefen nach dem doppelten, ihre Entfernungen aber nach dem einfachen Profil=Maßstabe aufzutragen; wodurch die Profile oft ein wunderliches, unnatürliches Ansehen erhalten, besonders, wenn die Ufer steil sind. Wahr ist es, daß diese Annahme eine genauere Tiefenangabe möglich macht; aber eben so wahr ist es auch, daß sie zu grellen Verstößen Anlaß geben kann.

Endlich wird in der Légende all das aufgenommen, was zur klaren, unzweydeutigen Darstellung noch für unerläßlich nöthig, oder doch wenigstens für nützlich erachtet werden dürfte, um den Sectionen der Special=Karte jene Vollendung zu geben, welche der Wichtigkeit des Gegenstandes entspricht.

Hier ist die Gränze zwischen Stromkarten und

§. 40. Project=Plänen, welche bloß die Baustelle in der beschränktesten Ausdehnung, aber im größten Detail nach dem Maßstabe vier Linien gleich einer Klafter enthalten. Hierauf werden die Grundrisse der Wasserwerke nach demselben Maßstabe, ihre Profile nach dem doppelten, Detail=Zeichnungen nach dem vierfachen, und, wenn die Deutlichkeit es fordert, nach dem achtfachen Maßstabe gezeichnet. Auf diese Art ist es ohne zeitraubende, und zu Ungenauigkeiten Anlaß gebende Reductionen leicht möglich, durch bloßes Doubliren der Ausmaße des Grundrisses die gleichnamigen Ausmaße der Profile, und durch abermahliges Doubliren jene der Details zu erhalten, oder — zu prüfen. Ein Vortheil, der bey $1\frac{1}{2}$, 3, 5 oder 7fachen Maßstäben verloren geht.

Nach diesen allgemeinen Vorkenntnissen der Hydrotechnik nun zu den eigentlichen Abhandlungen.

Erstes Buch.

Von der Zählung der Gewässer.

§. 41. Zählung setzt Verwilderung, und diese in den meisten Fällen Verwahrlosung voraus. Kluge Hydrotekten scheuen sich daher vor Zwangsmaßregeln, und bauen lieber vor. Der Kampf mit diesem wilden Elemente ist auch viel zu ungleich, und nicht immer ist der Sieg des Preises werth. Trohenden Widerstand verträgt dasselbe durchaus nicht. Es läßt sich wohl besänftigen und leiten, untersuchen aber nie, ohne die kräftigsten Versuche zu wagen, das aufgebürdete Joch möglichst bald wieder abzuwerfen. Mißlingen diese, so nimmt es zu tückischen seine Zuflucht, die langsamer, aber sicherer zum Ziele führen. Ruhe kennt sogar das stillstehende Wasser nicht.

In keinem Zweige der Architektur wird daher die Vorsicht und Geduld, vor allem aber die Beharrlichkeit des Baumeisters so oft und so sehr in Anspruch genommen, als in der Hydrotechnik. Es ist nicht genug, zu bauen; das Werk verlangt eine beständige, nachträgliche Aufmerksamkeit; denn es ist ununterbrochenen Anfällen bloßgestellt. Die ausübende Wasserbaukunst ist ein nie endender Krieg.

Hierin liegt der Grund, warum die Aufgabe: Den Verwüstungen der Gewässer Gränzen zu setzen, in keinem Falle von Privaten gelöst werden kann, die nur engherzige, einseitige Interessen verfolgen, und bald ermüden. Die Lösung ist eine Staatsangelegenheit, welche in Festungen und ihren Bereichen, wo die kostbaresten und wichtigsten Wasserwerke bestehen, den Fortifications-Directionen obliegt.

Aus dem früher Gesagten folgt, daß die Zählung der Gewässer nur durch a) vorbauende, oder b) gewaltsame Maßregeln erzielet werden könne.

Von den vorbauenden Maßregeln,

und zwar:

a) Von den Ufer-Profilen.

§. 42. Die Strömung wird von der Contour der Strom-Profile verzögert; je kleiner diese, je schneller jene. Also finden Ströme, welche in muldenförmigen Rinnsälen fließen, deren Quer-Profile Halbkreise sind, den verhältnißmäßig geringsten Widerstand; denn hier ist die Contour ein Minimum in Rücksicht des Flächeninhaltes. Was vom Kreise gilt, gilt (wiewohl in geringerem Maße) von allen regelmässigen Vielecken, folglich auch von ihren Hälften.

1. Das zweckmässigste Strom-Profil.

§. 43. Für Flüsse, deren Ufer mit trockenem Mauerwerke verkleidet werden, ist folglich ein Halb- Fig. Kreis Fig. 2. A. oder ein halbes regelmässiges Sechseck B; verkleidet man die Ufer hingegen 2. mit verticalen, oder mit nur wenig aufziehenden Quadermauern, dann ist unter allen möglichen Recht- A. B. ecken das halbe Quadrat C die zweckmässigste Form ihrer Profile. C.

§. 44. Für Ströme, deren Ufer nicht mit Steinen verkleidet werden können, sind diese Formen Fig. aber nichts weniger als empfehlenswerth. Denn steile Erdböschungen taugen nicht einmahl für tro- 2. ckene Gräben, viel weniger für Strombette. Hier empfiehlt du Buat das Profil D, welches er von D.

dem halben Quadrate $abcd$ ableitet, und welches mit diesem letzteren nicht bloß gleichen Flächeninhalt, sondern auch gleiche Contour, und folglich auch gleiche Vortheile hat. Theilt man nämlich die Höhe ab in drey gleiche Theile, und trägt zwey solche Theile von a nach m , von d nach n , von b nach p , und von c nach q , so ist $mpqn$ das empfohlene, und wahrhaft empfehlungswerthe Profil. In der That wüßten sich Wildbäche in festem Erdreiche derley naturgemäße Rinnsäle von selbst aus. $mr:rp$ ist immer $= 3:4$.

§. 45. Kennt man von einem Strom also das Gefälle und die Wassermenge, welche er fortwälzt, so läßt sich für denselben leicht das zweckmäßigste Profil ausmitteln.

- Fig. 2. a) Es sey z. B. ein Strom, dessen Gefälle $3\frac{2}{10}$ Fuß auf 1000 Fuß beträgt, und welcher beym Normal-Wasserstand in jeder Secunde 6700 Kubikfuß Wasser abführt, durch verticale Mauern in C. ein regelmäßiges Bette einzuengen.

Nennt man die Höhe der Mauer x , so ist nach §. 43. die zweckmäßigste Breite des Strom-Profil $2x$, sein Flächeninhalt $= 2x^2$, seine Contour $= 4x$, folglich $r = \frac{2x^2}{4x} = \frac{x}{2}$. Nach §. 25. muß daher $6700 = 2x^2 \sqrt{8263 \times 0.0032 \times \frac{x}{2}}$, oder $6700 = 2x^2 \sqrt{13,22x}$, oder $3350 = x^2 \sqrt{13,22x} = \sqrt{13,22x^5}$, also $(3350)^2 = 13,22x^5$; folglich $x^5 = 848903$ seyn. Nach beyliegender Potenzen-Tabelle ist x größer als 15, aber kleiner als 16 Fuß; und dieß genügt für die Praxis vollkommen. Nimmt man die Sache schärfer, und sucht die Interpolation, so findet man für selbe 0,31, also $x = 15,31$; wird obige Gleichung aber logarithmisch entwickelt, so findet man $x = 15,34$ Fuß. Die den Strom einengenden Mauern müssen also 15 Schuh 4 Zoll hoch gebaut werden, und 30 Schuh 8 Zoll von einander abstehen. Somit ist die Aufgabe gelöst.

Nätzlich bleibt es aber auf alle Fälle, die Frage jetzt umzukehren, und die Wassermenge zu suchen, die ein Strom, der obiges Profil und Gefälle hat, wirklich abführen werde. Der Flächeninhalt desselben ist 470,6 Quad. Fuß, und die dem beständigen Gefälle zukommende Geschwindigkeit findet man nach §. 25. gleich 14,24 Fuß; folglich wälzen sich in diesem Rinnsale $470,6 \times 14,24 = 6701$ Kubikfuß in jeder Secunde fort. Jetzt erst darf, und kann man beruhigt seyn.

- b) Aus dem so eben berechneten Profile folgt nun das von du Buat Empfohlene von selbst. Denn D. seine obere Breite ist gleich $\frac{10x}{3}$ oder 51 Schuh 2 Zoll, und seine untere Breite ist $= \frac{2x}{3} = 10' 3''$. Höhe, Flächeninhalt, Contour, Geschwindigkeit und Wassermenge bleiben unverändert.

- c) Nennt man den Halbmesser des halben Sechsecks Fig. 2. B. wie früher x , und geht ganz B. denselben Weg, so findet man folgende Gleichung: $6700 = \frac{21x^2}{16} \sqrt{26,44 \times \frac{7x}{16}}$ und $x = 18,65$ Fuß. Also beträgt sein Flächeninhalt $456\frac{1}{2}$ Quad. Fuß, die Geschwindigkeit 14,68 Fuß, und die Wassermenge in einer Secunde 6701 Kubikfuß.

- d) Endlich findet man für den Halbkreis Fig. 2. A. die Gleichung $6700 = \frac{11x^2}{7} \sqrt{26,44 \frac{x}{2}}$, A. folglich ist sein Halbmesser $= 16\frac{2}{10}$ Fuß, sein Flächeninhalt $= 449$ Quad. Fuß, die Geschwindigkeit $= 14,94$ Fuß, und die in jeder Secunde durchstürzende Wassermenge $= 6708$ Kubikfuß.

§. 46. Es dürfte Fälle geben, wo es unmöglich wäre, so tiefe Rinnsäle auszuheben. Hier mache man sie nur so tief, als das Terrain es gestattet, aber so breit, als die Rechnung es verlangt. Ungekommen, man könnte nur 8 Schuh tief graben; es fragt sich, wie breit ein rechtwinkeliges Profil werden müßte, um den vorigen Strom aufzunehmen?

Nennt man die Breite x , so ist der Flächeninhalt $= 8x$, die Contour $= x + 16$ und $r = \frac{8x}{x+16}$;

folglich bey dem vorigen Gefälle die Geschwindigkeit = $\sqrt{26,44 \frac{8x}{x+16}}$. Also ist $6700 = 8x \sqrt{26,44 \frac{8x}{x+16}}$, und endlich $x^3 = 3316x + 53056$. Mit zweckmäßiger Benützung der Potenzen-Tabelle findet man bald, daß x größer als 64, aber kleiner als 65 Fuß sey. Die strenge Rechnung gibt $x = 64,3$. Engt man den Strom also in 8 Schuh hohe, verticale Ufermauern ein, so müssen diese $64 \frac{1}{3}$ Fuß von einander entfernt werden.

Zieht man es hingegen vor, ihn nach Fig. E. mit liegendem trockenem Mauerwerk zu verkleiden, so kann ohne Bedenken dessen mittlere Entfernung 64, also die untere 56, und die obere 72 Schuh betragen, weil in diesem Falle die Contour $a c + c o + o b$, folglich auch die Reibung kleiner, mithin die Geschwindigkeit größer als zuvor wird. Macht man die Rechnung scharf, so findet man x genau = 64, wie solches aus §. 25 geschlossen werden kann.

§. 47. Wichtiger als die Breite ist die Höhe, oder richtiger die Tiefe. Eine kleine Zugabe hier gibt ungleich mehr aus, als eine Zugabe in der Breite. Daher hält man u und v immer um ein, besser um zwey Fuß höher als die Uferländer a und b . Fig. 2. A. B. E.

Nicht um dem Schüler, sondern um dem angehenden Praktiker das, ihm äußerst lästige Rechnen zu erleichtern, wird hier folgende Potenzen-Tabelle beygefügt. Die dritten Potenzen von 6 bis 30 sind in Tab. Nr. IX. I. Theil enthalten.

Potenzen-Tabelle.

$3^5 = \dots 243$	$17^5 = 1419857$	$31^3 = 29791$	$45^3 = 91125$	$59^3 = 205379$	$73^3 = 389017$	$87^3 = 658503$
$4^5 \dots 1024$	$18^5 \dots 1889568$	$32^3 \dots 32768$	$46^3 \dots 97336$	$60^3 \dots 216000$	$74^3 \dots 405224$	$88^3 \dots 681472$
$5^5 \dots 3125$	$19^5 \dots 2476099$	$33^3 \dots 35937$	$47^3 \dots 103823$	$61^3 \dots 226981$	$75^3 \dots 421875$	$89^3 \dots 704969$
$6^5 \dots 7776$	$20^5 \dots 3200000$	$34^3 \dots 39304$	$48^3 \dots 110592$	$62^3 \dots 238328$	$76^3 \dots 438976$	$90^3 \dots 729000$
$7^5 \dots 16807$	$21^5 \dots 4084101$	$35^3 \dots 42875$	$49^3 \dots 117649$	$63^3 \dots 250047$	$77^3 \dots 456533$	$91^3 \dots 753571$
$8^5 \dots 32768$	$22^5 \dots 5153632$	$36^3 \dots 46656$	$50^3 \dots 125000$	$64^3 \dots 262144$	$78^3 \dots 474552$	$92^3 \dots 778688$
$9^5 \dots 59049$	$23^5 \dots 6436343$	$37^3 \dots 50653$	$51^3 \dots 132651$	$65^3 \dots 274625$	$79^3 \dots 493039$	$93^3 \dots 804357$
$10^5 \dots 100000$	$24^5 \dots 7962624$	$38^3 \dots 54872$	$52^3 \dots 140608$	$66^3 \dots 287496$	$80^3 \dots 512000$	$94^3 \dots 830584$
$11^5 \dots 161051$	$25^5 \dots 9765625$	$39^3 \dots 59319$	$53^3 \dots 148877$	$67^3 \dots 300763$	$81^3 \dots 551441$	$95^3 \dots 857375$
$12^5 \dots 248832$	$26^5 \dots 11881376$	$40^3 \dots 64000$	$54^3 \dots 157464$	$68^3 \dots 314432$	$82^3 \dots 551368$	$96^3 \dots 884736$
$13^5 \dots 371293$	$27^5 \dots 14348907$	$41^3 \dots 68921$	$55^3 \dots 166375$	$69^3 \dots 328509$	$83^3 \dots 571787$	$97^3 \dots 912673$
$14^5 \dots 537824$	$28^5 \dots 17210368$	$42^3 \dots 74088$	$56^3 \dots 175616$	$70^3 \dots 343000$	$84^3 \dots 592704$	$98^3 \dots 941192$
$15^5 \dots 759375$	$29^5 \dots 20511149$	$43^3 \dots 79507$	$57^3 \dots 185193$	$71^3 \dots 357911$	$85^3 \dots 614125$	$99^3 \dots 970299$
$16^5 \dots 1048576$	$30^5 \dots 24300000$	$44^3 \dots 85184$	$58^3 \dots 195112$	$72^3 \dots 373248$	$86^3 \dots 636056$	$100^3 \dots 1000000$

2. Das zweckmäßigste Seeufer-Profil

§. 48. Wird durch Fig. F. vorgestellt. Die interessantesten Beobachtungen, welche je über die Wirkungen der Wellen gemacht wurden, lehren Folgendes: Ist lc der Wasserspiegel der Ebbe, dc jener der Fluth, hg 15 Schuh tiefer als die Ebbe, und ha die höchste je erlebte Sturmfluth, oder Aequinoxial-Springfluth, so verhält sich $ab : bc = g : 5$; $cd : de = 11 : 2$; $fe : fg = 3 : 1$, endlich $gh : hi = 6 : 5$. Unter gh ist tiefe Ruhe, selbst bey Orcanen; gi reicht verlängert bis auf den Meeresboden. Fig. 2. F.

Diese Verhältnisse entdeckte man an den, in den letzten Decennien des vorigen Jahrhunderts erbauten Hafendämmen von Cherbourg, die aus einer losen Steinschüttung bestehen. Als die Wellen 13 volle Jahre daran genagt hatten, maß man die äußern Böschungen an verschiedenen Orten. Die Profile stimmten so schön mit einander überein, daß man jene Verhältnisse für das wahre Naturgesetz von derley Böschungen halten muß. Der Unterschied dc zwischen Ebbe und Fluth ist daselbst gewöhnlich 12', während der Aequinoxien aber 22 Schuh, also $bc = 10$ Schuh. fg ist unveränderlich = 15'.

§. 49. Im mittelländischen Meere wirken Winde und Meerströme so störend ein, daß man an den meisten Ufern keine regelmäßige Ebbe und Fluth bemerken kann. Doch weiß man, daß in Venedig, wo die Fluth $10\frac{1}{2}$ Stunden nach der obern und untern Culmination des Mondes eintritt, die drey, in Ragusa aber einen Schuh betrage. Rücksichtswürdiger ist in den Binnenmeeren die Höhe der Sturmfluthen seit Menschengedenken, nämlich b c. Sie muß, weil sie local ist, an jedem Orte besonders erhoben werden. Die Ueberschwemmung von Triest im Sommer 1829, jene von Petersburg am 19. November 1824 mögen zur Warnung dienen. Hier war $b c = 12$ Schuh.

b) Uferversicherungen.

1. Ufer-Dossirungen.

§. 50. Sich selbst überlassene Ströme haben selten regelmäßige Ufer. Ihre Profile sehen mehr oder weniger so aus, wie h im Fig. 3. Wunder ist es also keines, wenn sie bey i immer mehr benagt werden, und zwar um so mehr, je steiler das Ufer daselbst ist. Also muß man es sanfter machen. Es geschieht wie folgt. Es sey a b die Normal-Breite des Stromes, und c d das kleinste Wasser. Man mache in sehr festem Erdreiche $g f = \frac{4 af}{3}$, in festem $= \frac{3 af}{2}$, in weniger festem aber $= 2 af$, ziehe g a, und verlängere diese Linie abwärts bis zum niedrigsten Wasserspiegel c. Hier lasse man längs des ganzen Ufers eine Steinschüttung m c n machen, das heißt, man versenke Steine, so groß man sie haben kann, und so lange, bis die Krone c dieses künstlichen Steinberges m c n aus dem niedrigsten Wasser hervorragt. Die unvermeidlichen Zwischenräume desselben werden sehr bald von dem Wasser mit Schlick und Sand ausgefüllt, und zwar besser, als man es selbst zu machen vermag. Endlich fülle man den Raum a m c mit Steingerölle oder Erde aus, welche man aus dem Abstich des Ufers nach der Linie g a erhält, und bepflanze die ganze Böschung g a mit zarten Weidenstecklingen, welche in 3 Schuh von einander entfernte, schief aufwärts gezogene Furchen so eingelegt werden, daß der Strom sie nicht verkehrt umbiegen, also auch nicht entwurzeln kann. Die Wurzeln dieser Weiden verfilzen sich mit der Zeit so, daß die Böschung-g c fortan unangefochten bleibt.

§. 51. Fehlt es nicht an Steinen, so ist es empfehlenswerther, die ganze Böschung zu pflastern.

An schiffbaren Strömen ist es allerdings möglich, daß die scharfen Ecke der Steine des Steindammes m c n den Böden und Wänden der Schiffe gefährlich werden können, wenn der Stromstrich nahe an dem versicherten Ufer hinstreicht, oder wenn die Schiffe daselbst anlegen müssen, um geladen oder entladen zu werden. Hier sind sogenannte

2. Uferbeschläge

Fig. §. 52. Zweckmäßiger. Anstatt der Steinschüttung schlägt man 5 Zoll von einander entfernte Piloten a, a, a bis zum Stillstande, zwischen sie aber kurze 6 Zoll dicke Pföcke nur einige Schuh tief ein, und sägt ihre Köpfe nach §. 2. d wenigstens 3 Zoll unter dem niedrigsten Wasserspiegel ab. Die Dicke der Piloten a, a, a hängt von ihrer Länge ab; nach §. 473. I. Thl. beträgt jene $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{18}$, $\frac{1}{22}$, $\frac{1}{26}$ oder $\frac{1}{30}$ von dieser, wenn die Piloten 12, 18, 24, 30 oder 36 Schuh lang sind. Alle 12 oder 15' legt man einen eben so starken Anker b ein, dessen aus der Pilotenwand herausragender Kopf so ausgeschnitten wird, wie Fig. P. es zeigt. Auf diese Köpfe kämmt man eine möglichst lange und starke, vorne abgerundete Schwelle c, drey Zoll tief auf, die also 6 Zoll tief in die schwalbenschweifartigen Rämme der Anker b versinket, und daselbst verkeilet wird; eiserne Bügel, Schließen zc., sind sonach entbehrlich (siehe §. 69). Rückwärts jedes Ankers schlägt man 2 kleinere Piloten d, d tief ein, kämmt hinter ihnen einen kurzen Niegel e drey Zoll tief auf, füllt den Raum unmittelbar hinter der Piloten-

wand mit Steinen ¹⁾, weiter rückwärts mit Gerölle, das übrige mit Flußschotter aus, und pflastert endlich noch die Böschung.

§. 53. Auf diese Art verwahrte Ufer erlauben den Schiffen sehr nahe anzufahren, welches bey dem Ein- und Ausladen keineswegs gleichgültig ist; daher es auch bey schiffbaren Strömen empfehlenswerther ist, die gepflasterte Böschung etwas steiler als sonst zu machen. Doch darf das Verhältniß Fig. der Höhe zur Anlage das im §. 44. angegebene Verhältniß 3:4 nicht überschreiten. Auch muß dann 3. zur einstweiligen Hinterlegung der ausgeladenen Waaren ein ebener Ruheplatz fg, und, um in die M. Schiffe hinabgehen zu können, von Strecke zu Strecke eine Stiege h angeordnet werden. Zum An- N. binden der Schiffe dienen 18zöllige, 3 Schuh aus der Erde vorragende eichene oder lerbene Säulen i, i, die man 10° aus einander sehr tief eingraben läßt.

3. Uferwände.

§. 54. In holzreichen Ländern, wo dieses Materiale beynähe werthlos ist, wie z. B. in den Karpathen, im Salzkammergute 2c., macht man die Uferbeschläge sehr steil, und bloß von geschältem Rundholz so, wie Fig. R zeigt. Die Anker b, b werden 18' aus einander in jeder Balkenlage, Fig. aber abwechselnd, so, daß die obern nicht gerade auf die untern treffen, eingelegt. Alles ist ohne be- 3. sondere Sorgfalt gemacht, und gerade dieß ist hier am rechten Orte. Denn, da die Dauer solcher R. hölzerner, der Sonne und dem Grundeise bloß gestellter Werke (wie die Erbauer recht gut wissen) keineswegs bedeutend seyn kann, so ist Schnelligkeit sowohl als Wohlfeilheit hier Hauptsache, und — beyden Forderungen entsprechen sie.

4. Strandmauern.

§. 55. Das Gestade tiefer Ströme oder Seen wird mit Mauern Fig. 32. B verkleidet, welche Fig. Strandmauern, Rivi oder Raie heißen. Sie ragen, wo möglich, 2 Schuh über den höchsten 32. Wasserspiegel vor, ziehen, damit auch große Schiffe nahe anfahren können, auf der Wasserseite höch- B. stens um den fünften Theil ihrer Höhe auf, und erhalten eben so viel (oder, bey mehr als 15 Schuh Höhe $\frac{1}{6}$, bey mehr als 25 Schuh Höhe $\frac{1}{4}$ derselben) zur obern Mauerdicke; an der Landseite hingegen 1 Schuh breite und 5 Schuh hohe Absätze. Strebebeyläser würden der Simplicität, also der Zweckmäßigkeit der ganzen Anordnung nur Eintrag thun.

Cessart ²⁾ gab dem 14 Schuh hohen, und 110 Klafter langen Kai des Hafens von Rouen in der Normandie 18 Zoll breite Absätze, 3' 9" zur obern, und 9' 6" zur untern Mauerdicke. Es dürfte diese scheinbare Verschwendung jedoch eher Beyfall als Tadel verdienen, wenn man bedenkt, daß jener Kai zwar auf einem Pfahlrost (I. Thl. S. 624.), dieser aber auf einer, eben erst fertig gewordenen, 30 Schuh mächtigen Anschüttung hergestellt werden mußte.

Zum Anbinden der Schiffe dienen sehr massive eiserne Ringe r von 6 bis 12 Zoll innerer Weite, und 12 bis 18 Linien Dicke.

§. 56. Zu den Uferversicherungen gehören endlich noch die Einfassungsmauern der Wildbäche, welche man, um sie nöthigenfalls erhöhen zu können, auf keiner Seite aufziehen läßt. Sie erhalten wenigstens den dritten Theil ihrer größten Höhe zur Dicke. So sind die Ufer der Tafel bey Bozen, der Fersina bey Trient 2c. 2c. versichert. Der Raum zwischen beyden Mauern ist zur Stunde jedoch schon so mit Gerölle angefüllt, daß diese Bäche um viele Schuh, stellenweise so-

¹⁾ Haben diese Steine mehr als 5" Durchmesser, oder schlägt man die Piloten a, a näher an einander, so können jene kurzen 6" dicken Pföcke beseitigt werden.

²⁾ Siehe dessen Travaux hydrauliques I. 225. Pl. XIX.

gar um einige Klafter höher als das angränzende Land fließen; ein Fall, der selbst bey vielen größeren Strömen Oberitaliens Statt findet, und eine beklemmende Perspective darbietet. Geholfen kann hier nicht anders werden, als: außerhalb des angefüllten Flußbettes eine dritte Mauer zu erbauen, und den Wildbach zwischen ihr und jenem fließen zu machen. Diese Mauern sind daher schon mehr, oder doch wenigstens eben so sehr Dämme, als Uferversicherungen.

c) Von den Dämmen.

§. 57. Sind die Ufer niedrig, so überrinnt sie das Hochgewässer, überschwemmt das flache Land, und verwandelt die Niederungen in Sümpfe. Soll diesen Unfällen vorgebeugt werden, so fasset man solche Uferstrecken, so weit es nöthig ist, mit Dämmen oder Deichen ein.

Fig. 4. G. Knapp am Ufer darf man sie nie erbauen. Jeder Damm muß eine breite Berme, oder ein Vorland haben, um bey möglichen Uferbrüchen nicht selbst mit einzustürzen, und um den Fluß bey Hochwasser nicht allzu sehr einzuengen (§. 63). Die geringste Breite dieser Berme $m e$ dürfte der untern Dammbreite $m n$ gleich seyn. Bey serpentinirenden Flüssen laufen die Dämme jedoch selten mit dem Ufer, sondern mit der Hauptrichtung des Thales parallel; sie werden auf diese Art kürzer, bekommen keine Ecke, und sind folglich zweckmäßiger.

§. 58. Die Höhe des Dammes wird von dem höchsten Wasser bedingt. Jeder Erddamm wird um 2 Schuh höher als dieses erbaut, damit er nie überronnen werden könne. Auch muß noch auf die Setzung Bedacht genommen werden, welche nach §. 179. I. Theil wenigstens $\frac{1}{2}$ der Höhe beträgt.

§. 59. Die Böschungen des Dammes erhalten gegen den Fluß zu die doppelte, landeinwärts aber die einfache Höhe zur Anlage, wenn die Erde von vorzüglicher Güte ist; sonst um die Hälfte mehr.

Fig. 4. G. §. 60. Die Kronenbreite $a b$ eines Dammes muß wenigstens 3 Schuh betragen. In diesem Falle hat das Hochwasser immer noch einen 9 Schuh dicken Erdkörper $c d$ zu durchdringen, was vollkommen hinlänglich ist. Baut man doch die temporairen Hülfdeiche man Fig. II gar ohne Krone; hier ist $c d$ nur 6', und es genügt. Aber, Regengüsse, Erdmäuse, Maulwürfe (die den Dämmen, welche sie durchwühlen, äußerst verderblich sind), endlich der Umstand, daß Deiche gewöhnlich zur Communication als Fußsteige, oder gar als Fahrstraßen dienen müssen, und dann, streng genommen, nicht mehr Deiche, sondern Dämme ¹⁾ heißen, sind Veranlassung geworden, die Kronenbreite größer, wiewohl immer den Umständen gemäß, anzunehmen. Die größte Kronenbreite aber ist 10 Schuh. Selbst gegen die stürmische See genügt dieß, wie die Hauptdeiche im Oldenburgischen beweisen. Sie haben 40' Vorland, und 10' Kronenbreite; die Anlage der äußern Böschung gegen das Wasser hat 56', die der innern 32'; die Dammhöhe beträgt 19' vor, 16 Schuh nach der Setzung ²⁾.

Fig. 4. G. §. 61. Das technische Detail der Dammerbauung beschränket sich auf Folgendes: Zuerst wird der Damm von 5 zu 5 Klaftern profilirt, doch so, daß keine Profil-Stange im Erdkörper stecken bleiben darf. (I. Thl. §. 180. 181.) Nun schälet man die Rasendecke $m n$ vollkommen ab, damit die neue Anschüttung sich mit der gewachsenen Erde innig verbinde. Erst auf diese nackte Fläche läßt man thonartige, oder auch wohl nur gewöhnliche, jedoch von großen Steinen, Ziegelstücken, Nesten, Schilf, Rasen, 2c. gereinigte Erde lagenweise 6'' hoch aufschütten, und diese Anschüttung so behandeln, wie dieß bey allen andern Erdanschüttungen geschieht, und im I. Theil §. 178 gelehrt wurde. Nur in einem Stücke weicht das Verfahren von dem üblichen ab. Die Schichten dürfen nämlich hier nicht horizontal seyn, sondern müssen, gegen die Wasserseite zu, einen Fall erhalten. Vereinigt man m mit d , so erhält man jene Linie $m d$, mit welcher alle Erdschichten ungefähr paral-

¹⁾ Siehe Encyclopädie der bürgerlichen Baukunst von Ch. L. Steiglig die beyden Artikel: Damm und Deich.

²⁾ G. Hagen, Beschreibung neuer Wasserbauwerke. Königsberg 1826, Seite 138.

sel seyn müssen. Der hierdurch gewonnene Vortheil ist augenfällig. Denn, angenommen, es geschähe, was bey so ausgedehnten Arbeiten wirklich kaum verhütet werden kann, daß eine oder die andere Schichte nicht fest genug gestoßen worden wäre, oder aus minder guter Erde bestände, so leidet die Dichtigkeit des Dammes gleichwohl nichts; denn das Wasser kann durch die unvollkommnere Schichte nicht bis zur innern Böschung gelangen, weil es auch die anderen festern Schichten durchdringen müßte.

Beym Baue ist es sehr rathlich, die fetteste und beste Erde zu dem Erdkörper *o d n*, die mittlere zu dem Erdkörper *m d o*, endlich die minder gute (schlechte, staubartige, oder sandige sollte man gar nicht nehmen) zu dem Erdkörper *m a b d* zu verwenden. Macht man es verkehrt, so ist bey drohenden Damnbrüchen (§. 253.) jede, vielleicht noch mögliche Hülfe vereitelt. Zwar gibt es auch Dämme, und sogar Seedeiche, die aus Moorerde, oder aus Flugsand erbaut wurden; doch nur die Noth kann dieß entschuldigen. Der Sanddeich bey Petten in Nordholland hat 20' Höhe, $2\frac{1}{2}$ Höhen zur Anlage der innern, 5 Höhen zur Anlage der äußern Böschung, aber 100, sage hundert Fuß Kronenbreite. Seine äußere Böschung wurde mit Stroh besteckt (überdeckt), und dieses niedergepflöckt.

§. 62. Ueberhaupt sind die Oberflächen der Dämme aller Sorge werth. Ueberläßt man es dem Zufall, ob sie sich begrasen sollen oder nicht, so kann ein einziger Platzregen, oder Hochwasser ihre örtliche Zerstörung herbeiführen. Daher werden sie und das Vorland im Frühjahr mit Heusamen, Hafer, Klee zc. besäet, mit Wasen verkleidet, oder im Herbst mit zarten Weidenstecklingen nach §. 50 bepflanzt. Endlich ist, um das Durchwühlen der Maulwürfe zu verhindern, gerathen worden, an sehr wichtigen Dämmen in der Mitte eine 2' dicke Erdwand *a u v b* aus Podelgrund (I. Theil. §. 186) herstellen zu lassen.

§. 63. Flüsse, die im Hochgebirge entspringen, wie z. B. der Inn, der Po, die Etsch zc., schwellen oft über alle Begriffe an. Kein Ufer ist hoch genug, die entsehlliche Wassermasse, die sie dann fortwälzen, einzuengen. Nur Dämme *w, w'*, die man in angemessener Entfernung (siehe §. 45 und 46) von dem eigentlichen Rinnsal *a c o b* erbaut, vermögen ihren Ueberschwemmungen Gränzen zu setzen. Das hier gezeichnete Profil ist der Durchschnitt der *L i n t h*, eines nicht allzu bedeutenden, jetzt schiffbar gemachten Flusses in der Schweiz, der den Zürcher See durchströmt (§. 133). *ab* ist hier also *Cunette*, und nur gerade weit genug, das kleine und mittlere Wasser abzuleiten; das Hochwasser strömt zwischen den Dämmen *w, w'*.

§. 64. Macht man im Laufe der Zeit die unangenehme Entdeckung, daß ein bestehender alter Damm zu niedrig sey, und erhöht werden müsse, so ist es zweckmäßiger, die Erhöhung so vorzunehmen, wie es die punctirten Linien bey *w'* Fig. 2. E lehren. Denn, macht man es wie bey *w*, so findet das Hochwasser einen allzu leichten Weg 1.2.3.4, den erhöhten Damm zu unterminiren.

Von den Siele.

§. 65. Aber Dämme, welche das Land zwar vor den Ueberschwemmungen der Hauptströme schützen, erreichen ihren Zweck nur in so fern, als keine Seitenbäche *a w* sich in sie ergießen. Haben diese letzteren ein starkes Gefälle, so verlängert man die Hauptdämme beyderseits derselben so weit bachaufwärts, bis sie ein Terrain erreichen, welches wenigstens 2' höher, als das Hochwasser des Hauptstromes ist. Hier läßt man sie auslaufen.

§. 66. Fällt aber das Seitenthal sehr wenig, so daß jene allzulang werden müßten, dann hilft man durch Siele. Der Bach wird bey seiner Ausmündung in Mauern eingeengt, dieses Gerinne überwölbt, und der Hauptdamm darüber weg aufgeführt. (Bey niedrigen Dämmen kann das Ueberwölben unterbleiben.) Nun wird aber eine Schütze nöthig, die man, wie der Hauptstrom *w* anläuft,

herabläßt, hierdurch die Mündung verschließt, und somit verhindert, daß die Fluthen das Terrain *b a c* überschwemmen. Allerdings staut sich das eigene Wasser des abgedämmten Baches bey *y* jezt auf, überirint wohl auch seine Ufer, und würde, wenn dieser unnatürliche Zustand von Dauer wäre, alles unter Wasser setzen. Aber glücklicher Weise ist dieß beynah nie der Fall. Je höher das Wasser im Hauptstrome, je kürzer seine Dauer. Hat es sich verlaufen, so öffnet man die Schütze, und in wenigen Stunden tritt Ruhe ein.

Fig. 5. §. 67. Diese Schütze = Siele, Fig. 5. S lassen demnach nichts zu wünschen übrig, als, daß ihre Wärter sie allezeit zu rechter Zeit schließen mögen. Leider geschieht dieß aber fast immer zu spät, besonders, wenn das Hochwasser zur Nachtzeit eintritt. Daher sind ihnen die

Fig. 5. §. 68. Klapp = Siele, Fig. 5. K bey weitem vorzuziehen. Hier hängt eine schwere, hölzerne Klappe *d* vor der Deffnung *e* des Sieles. Steigt das Wasser im Hauptstrome *w*, so drückt es durch seine Schwere die herabhängende Klappe *d* vor die Mündung *e*. Fällt das Wasser im Hauptstrome, so drückt das unterdessen angeschwollene Binnenwasser *y* (so nennt man das Wasser innerhalb des Deiches) die Klappe auf, und läuft ab.

Fig. 5. §. 69. Das Detail der Schütze und der Klappe ist aus den Figuren zu entnehmen. Sie werden aus zwey Pfostenlagen von Ulmen-, Lerchen- oder Eichenholz verfertigt. Die horizontalen Pfosten haben allein dem Wasserdrucke zu widerstehen; die verticalen dienen bloß zum Zusammenhalten jener. Unter sich werden sie nicht durch eiserne, sondern durch acht Linien dicke, aus sehr zähem Holze verfertigte Nägel, verbunden, die an dem einen Ende nach Fig. T verkeilet werden; und zwar aus dem sehr einfachen Grunde, weil Holz unter Wasser durch nichts so schlecht als durch eiserne, leicht rostende Dinge zusammengehalten werden kann; wie dieß bereits im §. 52 angedeutet wurde. Um länger zu dauern, läßt man die Schütze zweymahl mit einem siedend heißen Gemenge von gleichen Theilen Theer, Pech und Unschlitt auf beyden Seiten überstreichen.

Fig. 5. §. 70. Die Pfosten dicke wird nach der Formel $PL = BH^2$ bestimmt. (I. Theil §. 552.) Wäre z. B. das Siele 5 Schuh, und die Pfosten 12 Zoll breit, so ist $L = 5$ und $B = 12$. Betrüge nun die größte Wasserhöhe 15 Schuh, so hätte die unterste Pfoste einen gleichförmig vertheilten Wasserdruck von $5 \times 15 = 75$ Kubikfuß, oder, von $75 \times 61, 2 = 4590$ Pf. auszuhalten. Folglich wäre der auf die Mitte concentrirte Druck, oder $P = 23$ Zentner. Also ist $23 \times 5 = 12 H^2$, und die Pfosten dicke, nämlich $H = 3$ Zoll.

Fig. 5. §. 71. Ist der Bach zu breit, so wird das Siele nicht überwölbt, und es müssen Stemmt hore Z. aushelfen. Sie bestehen aus zwey Flügeln *io* und *io*, die sich um die verticalen Achsen *i, i* bewegen. Wächst das Wasser im Hauptstrome *u*, *u* schnell und bedeutend, so wird es bald bachaufwärts strömen, und eben durch diese Strömung die beyden Thore *io* in die Lage *ir, ri* bringen, wo sich beyde an einander, unten aber an das, zwey Zoll über die Bettung (ebene Sohle) vorstehende, Balkengerippe *mirin*, den sogenannten Drempel stemmen, und somit dem Hauptstrome den Eingang in das Seitenthal von selbst abschneiden. Fällt das Wasser, so öffnen sie sich ebenfalls wieder von selbst, denn nun drückt das Binnenwasser *v* sie auf. (Das Detail der Stemmt hore anbelangend siehe §. 146.)

Von den Zwangsmaßregeln,

und zwar:

Von den Buhnen oder Spornen.

§. 72. Senkrecht oder schief von dem Ufer in den Strom hineingebaute Dämme nennt man Buhnen, Flügel, Packwerke, Schlangen oder Sporne.

a) Prellbuhnen oder Treibsporne.

§. 73. Sie haben zum Zwecke, den Stromstrich zu zwingen, einer andern, ihm vorgezeichneten Richtung zu folgen. So wird z. B. das, an den declinirenden Sporn ab Fig. 6. A anprallende Wasser v längst der Verlängerung von ab, also von b nach e fortrinnen; das, durch die gelassene Oeffnung bd durchströmende Wasser w hingegen wird trachten in seiner vorigen Strömung zu beharren. Macht man also bf, welches sich auf die Wassermenge w bezieht, $= bd$; be aber, welches sich auf die Wassermasse v bezieht, $= cb$, und verzeichnet das Kräfte-Parallelogramm b f g e, so wird der durch den Sporn ab corrigirte Stromstrich jetzt mit der Diagonale bg gleichlaufen. Die an ab anprallende Wassermasse verliert zwar, wenn $ac = cb$ ist, $\frac{2}{7}$ von ihrer vorigen Geschwindigkeit; denn in diesem Falle wäre $ac : ab = 5 : 7$. Man sollte daher be nicht $= cb$, sondern nur $= \frac{5}{7} cb$ machen. Aber, da das Wasser sich vor dem Sporn aufstaut, hierdurch an Höhe und folglich hinter dem Sporn an Geschwindigkeit gewinnt, so dürfte man sich kaum geneigt fühlen, diese Correctur gelten zu lassen.

§. 74. Sucht man nach eben diesen Ansichten den, durch den perpendicularen Sporn cb Fig. 6. B veränderten Stromstrich bh, so wird man finden, daß unter gleichen Umständen der Winkel fbh in Fig. B größer, als fbh in Fig. A sey.

Also lenken senkrechte Sporne den Stromstrich besser als declinirende ab.

§. 75. Die Strom-Profile sind aber da, wo man Sporne erbaut, nie rechtwinkelig, wie früher Fig. 6. stillschweigend vorausgesetzt wurde, sondern sie sehen wie Fig. C aus. Zieht man also aus b eine Senkrechte aufwärts, so wird sie im Profile C die Wassermasse v, welche an den Sporn anstößt, von der, die durch den freyen Raum bd durchströmt, scheiden. Erstere ist dem Flächenraum imnk, letztere dem Flächenraum kon proportionirt, und in eben diesem Verhältnisse werden nun auch die Seiten des, früher erwähnten, Kräfte-Parallelogrammes b f g e stehen müssen. Es läßt sich also, wenn das Strom-Profile, die Länge, und die Richtung eines zu erbauenden Spornes, so wie der Stromstrich oberhalb desselben bekannt sind, allemahl auch die muthmaßliche *) Richtung des Stromstriches unterhalb des Spornes bestimmen; denn es ist immer $be : bf = imnk : kno$.

§. 76. Sporne verändern also die Richtung des Stromstriches. Folglich verändern sie auch die Gestalt des Flußbettes; und wenn dieses sich in der Folge verändert, so muß nothwendiger Weise wieder jener eine neue, wenn auch gerade keine auffallende, so doch allemahl eine günstige Veränderung erleiden. Denn, je länger ein zweckmäßig erbauter Sporn steht, je größer wird der Winkel fbh.

Man hat also den Stromstrich der Flüsse in seiner Gewalt. Jetzt dürfte es begreiflich werden, wie man anbrüchige Ufer schützen, wie man Sandbänke, Inseln sogar abtreiben, wie man seichte Flüsse vertiefen, und wie man das schwere Wasser in den einen, oder in den andern Flußarm werfen könne zc.

§. 77. Liegt z. B. das Ufer aghb im Bruche, so schützt man es durch mehrere, hinter einander zu erbauende Sporne gc, hd, und o. Den ersten gc ordne man, um den Strom die Gewalt, welche die Kunst über ihn hat, nicht gleich Anfangs allzu empfindlich fühlen zu lassen, declinant an, und zwar unter einem Winkel von 45 Grad mit dem künftigen Ufer, welches hier punctirt wurde. Die übrigen wären, wie dieß am Rhein geschieht, perpendicular zu stellen, weil sie so kürzer werden, weniger kosten, und mehr nützen. Ihre Entfernung von einander wird nach §. 75 bestimmt. Keiner darf die Normal-Breite überschreiten.

Daß durch diese Schutzwehren der Strom gezwungen werde, das Schartufer aghb fortan zu verschonen, und daß er auch gezwungen werde, die den Eigenthümern an dem linken Ufer widerrecht-

*) Hoffentlich wird man nicht mehr verlangen.

lich verliehene Grundbesitzvergrößerung m wieder abzunehmen, dürfte man leicht zugeben. Daß der Strom aber auch durch eben diese Bühnen noch obendrein gezwungen werde, den am eigenen Ufer angerichteten Schaden selbst wieder gut zu machen, wird die Folge lehren (§. 118). Sandbänke und Inseln werden auf ähnliche Art, wie m weggespült.

Fig. §. 78. Hat der Fluß eine übergroße Breite, und folglich nicht die der Schifffahrt zusagende Tiefe, so verengt man ihn durch gegen einander sehende Bühnen, wie Fig. F zeigt, wodurch er nothwendig sich selbst vertiefen wird. Es ist nämlich Naturgesetz: daß jeder Fluß das an Tiefe zu gewinnen trachtet, was man ihm an der Breite verkümmert hat.

Nach diesen allgemeinen Begriffen nun zum Detail.

Dem Materiale nach theilen sich die Bühnen in Bockbühnen, in Steinsporne, und in Faschensporne.

1. B o c k b ü h n e n .

Fig. §. 79. An Wildbächen, und namentlich an der Passer oberhalb Meran in Tyrol schützet man angegriffene Ufer auf eine sehr einfache Weise. Man stellt aus sehr starkem Rundholz kunstlos erzeugte massive Böcke Fig. G längs des Schartufers mit den Füßen voran ins Wasser, steckt Stangen r r r an der Vorderseite schief hinab, schlägt sie ein, wirft viele Steine vor, und überläßt dieses Gestelle nun sich selbst. Der Bach wird hier alle Aeste, Bäumchen zc., welche er in Menge mitschleppt, vor jenen Stangen sitzen lassen, die sich dort verwirren und verflechten. Bald ist der Zweck erreicht. An solchen Stellen wühlt der Bach dann selten mehr. Diese einfachsten Sporne dürften wohl verdienen, auch anderwärts, wo es sich um schnelle Hülfe handelt, nachgeahmt zu werden.

2. S t e i n s p o r n e .

Fig. §. 80. Diese setzen eine sorgfältige Sondirung jener Stelle des Flußbettes voraus, auf der sie erbaut werden sollen, und wenigstens die drey Strom-Profile ab, cd und ef müssen früher nach A. B. §. 9 gezeichnet werden. Die Mittellinie ab des Spornes wird durch zwey hohe Fahnen oder Strohwisch- stangen o und i Fig. B markirt, damit man sich nach ihnen nöthigenfalls rückwärts richten könne. Man gibt solchen Spornen 3' höchstens 5' Kronenbreite, unter dem niedrigsten Wasser ringsum 2 oder 3 Hö- hen, über diesem aber stromaufwärts die halbe bis drey Viertel, stromabwärts aber nur die halbe Höhe zur Anlage ihrer Böschungen; das heißt: man macht $rb = 2lr$ oder $= 3lr$, $kl = \frac{k m}{2}$ und $no = \frac{p q}{2}$ bis $\frac{3 p q}{4}$. Sind die Ufer niedriger als das höchste Wasser, so macht man die Wurzel u dieser Sporne nur so hoch als jene, sonst nur so hoch als dieses; hält die Krone aber nicht horizontal, sondern läßt sie von u gegen den Kopf m fallen, welsch letzteren man mit dem mittleren Wasserstand gleich hoch hält, oder um einen Schuh darüber vorragen läßt.

Unter dem kleinsten Wasser läßt sich die Steinschüttung nie nach Wunsche machen; man nehme also hierzu die größten Blöcke, besonders an der Wasserseite, fange am Ufer an, und rücke immer weiter in den Strom vor. Wie man aus dem kleinsten Wasser herauskömmt, fängt die Arbeit an regelmäsig zu werden, und die Böschungen, besonders die stromaufwärts sehende, werden mit größter Sorgfalt gemacht, die regelmäsigsten Steine hierzu genommen, und der ganze Körper wie trockenes Bruchsteinmauerwerk nach §. 344. I. Thl. hergestellt. Moos oder Erde zum Ausfüllen der Fugen zu nehmen, ist tadelnswerth. Den Kopf des Spornes macht man kegelförmig, denn Ecke dürften die Dauer gefährden. In das Ufer läßt man, wenn dasselbe nicht versichert werden sollte, den Sporn stufenartig, und

zwar von Null an um seine größte Höhe einwurzeln, damit er vom Wasser nicht umspült werden könne.

§. 81. Einige schlagen zuerst 4 Schuh von einander entfernte Piloten schachförmig in die Grundfläche des Spornes ein, und schütten dann zwischen sie die Steine; sie hoffen hierdurch die Stabilität desselben zu vergrößern. Als ob solche Stecknadeln hier viel nützen könnten! Vielleicht wären sie als eine übergroße Vorsichtsmaßregel noch zu dulden, wenn nicht Thatsachen ihre Schädlichkeit bewiesen hätten. Man sagt sie nämlich (vorragen dürfen sie denn doch nicht) unter dem mittleren Wasserstande ab, und mauert über sie weg. Setzt sich nun der Sporn, wie dieß anders nicht zu erwarten ist, so sinken die Steine zwischen den Piloten hinab; jene hingegen, die auf den Pilotenköpfen aufliegen, können nicht sinken. Somit geht alles aus den Fugen. Der Sporn bekommt Risse, und die Wellen vollenden, was die übergroße Klugheit herbeigeführt hat. Dieses Beyspiel mag zur Warnung im ganzen Wasser-Baufache dienen. Holz und Steine taugen hier so wenig, wie Holz und Eisen ¹⁾ zusammen. Einen Holzbau durch vorgeworfene Steine beschützen, geht wohl an; aber trockenes Mauerwerk durch hölzerne Dinge fester machen, oder gar annageln wollen, ist lächerlich.

Dieß ist die Ursache, warum man jene Zwittersporne, die aus einem Holzgerippe und aus Bruchsteinen bestehen, und die in früherer Zeit ziemlich häufig erbaut wurden, in dieses Lehrbuch nicht aufnehmen konnte.

3. Faschinen-sporn e.

§. 82. Mauern können unterwaschen werden, ein lockerer Haufen Steine aber nie. Denn, angenommen, es geschähe gleichwohl, so kollern die losen Steine in die Kolke, füllen sie aus, und jezt steht die Masse sicherer als zuvor. Faschinenwerke haben die nämliche erwünschte Eigenschaft; sie legen sich wie Säcke in die Kolke hinein, sind also vor Unterwaschung vollkommen sicher, und zeichnen sich vor den trokenden Steinbauten noch dadurch aus, daß sie die, mit dem beständig nachgebenden Reißig spielenden Wogen, eben durch dieses beständige Nachgeben, ermüden, und die Kraft derselben um so sicherer brechen. An Strömen also, die wenig Steine in ihren Betten führen, viele Auen bilden, und wo Buschwerk demnach im Ueberflusse zu haben ist, verdient der Faschinenbau jene volle Würdigung, welche er sogar an Strömen, die Eisstöße bilden (wie z. B. am Rhein, an der Oder, an der Donau), wirklich gefunden hat.

§. 83. Nöthige Erfordernisse zum Faschinenbau sind folgende:

a) Faschinen. Die Wasserfaschinen unterscheiden sich von den fortificatorischen dadurch, daß sie 9 bis 10 Fuß lang sind, und nur zweymahl gebunden werden; der erste Bund ist einen Schuh vom Kopfe entfernt, der zweyte in der Mitte der Faschine. Der Besen ist also so lang, als der gebundene Theil. Am Kopfe sind sie 9 bis 10'', am mittleren Bunde aber 7 bis 8'' dick. Alles Gesträuche ist hierzu brauchbar, doch ist Weidenreißig das beste. Am Rheine nimmt man sogar die Aeste vom Nadelholz dazu, verwendet solche Faschinen aber nur in den untern Lagen der Buhne, die allezeit im Wasser bleiben.

Zu den Bunden nimmt man astlose, lange, zähe Weidenruthen; jene, die eine gelbe, rothe oder eine haarige graue Rinde haben, sind die biegsamsten, und folglich tauglichsten. (I. Theil S. 95.) Man weicht sie, wenn sie nicht grün wären, in Wasser ein, und bährt sie dann über dem Feuer so lange, bis sie schmelzen. Nun verkeilt man ihr dickes Ende in irgend einem Loch eines stehenden Balkens, steckt durch die vorn gemachte Schlinge einen 2 Zoll dicken Stock, und dreht beyde so lange, bis sich jene auf diesen wie eine Lunte aufwickelt. Hierdurch werden alle Fasern der Ruthe verdreht, und

¹⁾ Siehe S. 69.

Fig. 8. sie selbst so biegsam, wie ein Strick. Mit diesen wohlfeilen Stricken nun bindet man die Faschinen, und verdrehet das, durch die Schlinge gesteckte dicke Ende des Wiedenbandes so lange, bis es einen schneckenartigen Knopf *h* bildet. Gewöhnlich nimmt man zwey Wiedenbänder zu einem Bunde, weil einzelne leicht abgedreht werden.

Fig. 8. L. b) Wippen sind 30 bis 60 Schuh lange, durchaus 6 Zoll dicke, alle Schuh gebundene Faschinen oder richtiger Würste, die aus sehr zartem, aber langem, von Laub entblößtem Reifsig auf eigenen Kreuzen, den so genannten Wurstbänken *L* erzeugt werden. Drückt man *a* und *b* aufwärts, so quetscht die Kette *cdom* der Wurstzwänge das Reifsig *w* fest zusammen. Neben der Kette bindet man. Die Kreuze kommen 4' aus einander.

c) Faschinenpflocke sind 3 bis 4 Schuh lang, 2 bis $2\frac{1}{2}$ Zoll breit, und $\frac{1}{2}$ bis $\frac{3}{4}$ Zoll dick. Die besten werden aus leichtspaltigem Nadelholze wie die Schindeln erzeugt. Nur im Nothfalle darf man runde, $2\frac{1}{2}$ zöllige gerade Aeste *z* hierzu verwenden, weil sie wegen ihrer Dicke allzu viele Wiedenbänder zersperren.

d) Grand oder Flußschotter von der Größe der Nüsse.

e) An Requisites braucht man Schlegel Fig. 18. I. Thl. Sägen, Faschinenmesser Fig. 43. I. Thl. Haken, Stangen, kleine Nachen oder Floße *zc*.

Fig. 8. M. N.O. §. 84. Wird irgendwo der Bau eines Faschinenspornes beabsichtigt, so muß ganz das nämliche früher vorgenommen werden, was zu Anfang des §. 80 gesagt worden. An der Krone erhält der Sporn 12 höchstens 18 Schuh zur Breite, seine vordere Böschung gegen den Strom bekommt 1 oder $1\frac{1}{2}$, die hintere $\frac{1}{2}$ oder eine Höhe zur Anlage. Man hält die Krone solcher Sporne, weil sie sich sehr bedeutend setzen, entweder um $\frac{1}{2}$ der ganzen Uferhöhe höher als das Ufer, oder um $\frac{1}{2}$ der größten Wasserhöhe mehr 2 Schuh höher als das Hochwasser, je nachdem jenes von diesem überrollen, oder nicht überrollen wird. Zuerst läßt man die Einwurzelung 1.2.3.4. ausheben. Dieß ist ein Graben, so breit als der Sporn, unten eben so lang als dieser hoch ist ¹⁾, und so tief, daß man zur Noth noch trocken darin stehen kann. Nun legt man die erste Faschinenlage *a* mit dem Besen dem Wasser, mit den Schnecken der Wiedenbänder aber dem Boden zugewendet, nagelt jede einzelne Faschine mit einem Faschinenpflocke nieder, und streut Grand zwischen die bleibenden Fugen. Auf diese Lage kommt eine zweyte Faschinenlage *b*, hierauf eine dritte *c*, und so fort, bis man an das Wasser kommt. Jede obere Faschine wird so niedergepflockt, wie die Figuren es zeigen; somit hängt eine Lage an der andern. Die letzte Faschinenlage, die man fächerartig legt, wie dieß der Grundriß Fig. O zeigt, wird schwimmen. Jetzt fängt die mühseligere, aber wichtigere Arbeit an. Einzelne Leute können, wenn sie sich nicht gar zu weit hinauswagen, auf der schwimmenden Faschinenlage, oder auf einer quer darüber gelegten Pfoße zur Noth noch stehen, und da sie nur bey den Faschinenköpfen, nicht aber bey ihren Besen zu thun haben, so läßt sich diese gefährliche Arbeit immer weiter hinaus, ganz so, wie in der Einwurzelung fortsetzen.

P.Q. §. 85. Aber nun muß aufgepackt werden, um die schwimmenden Lagen zu Grunde zu bringen (sinken zu machen). Es geschieht, wie die Figuren *P* und *Q* zeigen. Die Meinungen sind hier getheilt. Einige packen so auf, wie Fig. *P*, Andere wie Fig. *Q* zeigt. Unbefangen beurtheilt, ist beydes gut, so lange der Sporn seine ganze Länge noch nicht erreicht hat. An seinem äußersten Ende, und überhaupt an der stromaufwärts sehenden Böschung, scheint jedoch die erstere Art Fig. *P*; in der Mitte des Spornkörpers, und an der hintern Böschung hingegen die zweyte Art Fig. *Q*. empfehlenswerther zu seyn.

¹⁾ An der Donau wurzelt man die Faschinensporne bey weitem mehr, am Rheine aber gar nicht ein.

Um das Sinken der Aufpackung zu begünstigen, schüttet man Grand in die Fugen. Die mittlere Masse wird, wenn die Faschinen zuvor am Rande fächerartig gelegt sind, mit verkehrt gelegten Faschinen, ihre Fugen aber gleichfalls mit Grand ausgefüllt, und, so oft 2, höchstens 3 Faschinenlagen ordentlich liegen ¹⁾, eine spannhöhe Lage Reifig über die ganze Fläche ausgebreitet, mit parallelen Reihen Wippen, die 3 Schuh aus einander kommen, überlegt, und diese alle Schuh mit Faschinenpföcken niedergenagelt. Am Rande laufen dieselben, wenn man schon aus dem kleinsten Wasser heraus ist, bogenartig ringsum, wie Fig. O zeigt. Hat man die Wippen einmahl nach der Länge des Spornes gelegt, so läßt man sie das folgende Mahl, wenn wieder Buschwerk ausgebreitet werden muß, über quer legen. Auf diese Art wird die ganze Masse zweckmäßiger gebunden.

Mehr über diesen Gegenstand zu sagen, wäre zwecklos, denn es würde unverständlich werden. Handgriffe, und gewisse Vortheile, die sich dem denkenden Manne während des Baues von selbst aufdringen, und die Einer so, der Andere anders, Beyde aber gleich gut machen, lassen sich weder durch Worte, noch durch Zeichnungen erklären. Und da nach der vorstehenden Anleitung von praktisch noch nicht ausgebildeten jungen Männern wirklich schon mehrere Faschinensporne erbaut worden sind, so dürfte folgen, daß das bisher Gesagte genüge.

§. 86. Hat der Sporn seine ganze Höhe erreicht, so überschüttet man seine Krone einen Schuh hoch mit Grand, legt auf die Mitte derselben der Länge nach einen abgeschälten langen Balken x, damit die Zugseile der Schiffe, die stromaufwärts von Pferden gezogen werden, über ihn weggleiten können, ohne einzuschneiden. N.

Somit ist der Sporn fertig, seine Böschungen sehen einem rauhen, zottigen Pelze gleich. Hat man ihn im Spätherbste, oder im Winter erbaut, wo das Reifig keine Blätter hat, so werden die Faschinen dichter, folglich besser, die Setzung wird geringer, und was mehr sagen will, die Ruthen schlagen im Frühjahr wieder aus, der ganze Sporn begrünt, die Wurzeln verfilzen sich, und die Dauer ist für lange Zeit gesichert. Wiebeking ²⁾ hingegen läßt die Böschungen seiner Faschinensporne, die er an Strömen, welche Eis führen, erbaut, dick mit Grand überschütten.

§. 87. Kein Faschinensporn erreicht durchaus den Grund; vorn am Kopfe schwimmen sie alle. Auch setzen sie sich sehr bedeutend und ungleich; Nachbesserungen sind also unvermeidlich. Sobald das Eis abgegangen ist, muß dazu geschritten werden.

§. 88. Am Rhein bey der Citabelle von Wesel wurden Faschinenwerke in einer Wassertiefe von 70, sage: siebzig Fuß ³⁾ erbaut. Ist das angefochtene Ufer nicht steil, so lassen sie sich ganz so, wie bisher gesagt worden, erbauen; die Länge, Dicke oder Höhe macht hier keinen Unterschied. Sind aber die Ufer steil, dann muß noch vor Anfang des eigentlichen Baues der Kolk 4. 5. 6. Fig. 8. mit Senkfaschinen, oder bey sehr bedeutender Tiefe, mit Sinkstücken ausgefüllt werden.

4. Sinkstücke.

§. 89. Senkfaschinen sind mit Steinen gefüllte, 18 Schuh lange, 2 bis 3 Schuh dicke, 20 bis 40 Centner schwere, wurstähnliche Reifigbunde, die ober dem Kolk, in dem sie versenket werden sollen, auf einem Flosse, wie folgt, erzeugt werden. Man legt zuerst neunzehn dicke Stangen

¹⁾ So macht man es am Rheine. An der Donau hingegen werden nur die vordern Aussenkungen von ganzen Faschinen gemacht, während im Innern des Faschinenkörpers immer nur aufgehauene Faschinen als gleichförmige und ununterbrochene Reifigdecke über die ganze Oberfläche des Spornes gelegt werden.

²⁾ Siehe dessen theor. prakt. Wasserbaukunst, I. Bd. 254. Seite.

³⁾ Schemerl's Abhandlung über die vorzüglichste Art, an Flüssen zu bauen. Seite 2.

Weiß, Lehrb. d. Baukunst. III. Thl.

auf 12 Zoll Abstand in parallelen Richtungen neben einander auf das Floß, und zwischen sie achtzehen starke, doppelte, 9 bis 12 Schuh lange Wiedenbänder oder gedrehte Tannenwurzeln. Senkrecht darüber breitet man eine 6 bis 9 Schuh breite, spanndicke Lage Reifig aus, bestreuet sie mit Steinen, und überdeckt diese wieder mit Reifig. Zieht man nun die 18 Wiedenbänder mit ihren beyden Enden allmählig, aber immer kräftiger zusammen, verbindet sie endlich möglich fest, und wuchtet (hebt) jene 19 dicken Stangen oder Riegel an ihren hinteren Enden in die Höhe, so stürzen die somit erzeugten Senkfascinen vorn ins Wasser.

§. 90. Sinkstücke sind rechtwinkelige, etwa 24 Schuh lange, eben so breite, und 4 bis 6 Schuh dicke, aus Wippen und Fascinen erzeugte Massen. Zuerst legt man auf einer ebenen, tief liegenden, jedoch vom kleinen Wasser nicht überronnenen Sandbank neun Stück sorgfältig erzeugter 24 Schuh langer Wippen auf 3 Schuh Abstand in paralleler Richtung neben einander auf dem Sande hin, senkrecht darüber aber neun eben so lange, auch 3 Schuh von einander entfernte andere Wippen, und verbindet jene mit diesen da, wo sie sich kreuzen, durch starke Wiedenbänder, so erhält man den untern Wippenrost, oder das Wurstgitter. Packt man nun hierauf möglichst regelmäßig eine Lage gewöhnlicher Fascinen, senkrecht darüber eine zweyte, wieder senkrecht darüber eine dritte Lage Fascinen, und so fort, bis die ganze Masse eine Dicke von 4 Schuh erhalten hat, pflöcket die verschiedenen Lagen durch kurze Fascinenpflöcke zweckmäßig auf einander, erzeugt zuletzt auf der obersten Lage einen zweyten Wippenrost, und verbindet ihn alle Klaftern durch 9 bis 12' lange, $\frac{1}{4}$ Zoll dicke Stricke oder gedrehte starke Tannenwurzeln mit dem untern Wurstgitter; so erhält man ein Sinkstück, welches, wenn das Wasser wächst, von demselben flott gemacht, oder gehoben wird, und nun an starken Tauen durch Ruderschiffe an Ort und Stelle gezogen, hier durch plötzliches Ausschütten von Steinen, Gerölle zc. beschwert, und daselbst versenket werden kann. Um die angebundenen Tawe nicht kappen (abhauen) zu müssen, ist es rätlich, früher an das Sinkstück starke Schleifen oder Ringe zu binden, durch welche man das eine Ende jener Tawe stecken, beyde Ende derselben aber an die Schiffe befestigen läßt. Ist nun das Sinkstück zu Grunde gegangen (versenket), so braucht man nur das eine Ende eines jeden Tawes los zu binden, und kann das Tau jetzt durch bloßes Anziehen des noch angebundenen Endes unverstümmelt aus jenen Ringen herausziehen.

§. 91. Die Verbindung des obern und untern Wurstgitters anbelangend, so ist zu bemerken, daß schon vor Aufpackung der Fascinen hierauf gedacht, und deshalb an jede zweyte Ueberkreuzung der Wippen des untern Rostes das eine Ende jener 9 bis 12 Schuh langen, $\frac{1}{4}$ Zoll dicken Stricke oder Tannenwurzeln fest gebunden, der übrig bleibende Theil derselben aber auf starke Knebel gewickelt werden müsse. So oft nun eine neue Lage Fascinen aufgepackt wird, so werden auch jene Knebel von der untern auf die so eben gelegte Fascinenlage mit heraufgelegt, und so fort, bis der obere Wippenrost fertig ist, wo dann die obere Ende jener Stricke an diesen möglichst fest gebunden, zuletzt aber noch die vier äußersten Randwippen des untersten, mit den vier äußersten Randwippen des obersten Rostes gut verstricket werden, um eine, vor jeder Trennung vollkommen sichere Masse zu erhalten. Endlich faßt man das Sinkstück oben ringsum (wie eine schwimmende Batterie) mit einem aus Wippen erzeugten kleinen Walle ein, um das Herabrollen der aufgeschütteten Steine zu verhüten.

§. 92. Die Größe der Sinkstücke ist von den Umständen abhängig. In Holland, wo dieselben zu den Seeuferbauten eben so häufig, als die Senkfascinen zu den Stromuferbauten verwendet werden, sind die größten Sinkstücke 72 Schuh lang, 36 Schuh breit, und 6 Schuh dick.

Und jetzt dürfte es verständlich seyn, wie man ganze

§. 93. Sinkbuhnen erzeugen könne. Sie werden am Gestade verfertigt, und wenn das Mittelwasser sie flott macht, durch Schiffe an Ort und Stelle gezogen. Hier gibt man ihnen durch wenigstens drey Anker die richtige Stellung, und packt endlich so lange auf, bis sie zu Grunde gehen.

Das Verfahren ist einfach, und wenn früher durch das Versenken von Steinen und kleineren Senkfaschinen die Kolk des Flußbettes ausgefüllt, und hierdurch die Baustelle möglichst eben gemacht wurde, wohl auch empfehlenswerth. Wenigstens dürfte man zugestehen, daß die Herstellung der untern Bühnenhälfte ungleich weniger Umstände mache, und folglich besser gelingen könne, als dieß bey den §. 84 erklärten Spornen der Fall ist. Doch auch sie verdienen Beachtung.

§. 94. Die vom Herrn Feldmarschalllieutenant Ebner bey Arrad erbauten Sinkbühnen bestanden aus einem ebenen Boden von drey Lagen 12 Zoll dicker, und möglichst langer Würste, welche durch Wiedenbänder unter einander verbunden waren. Die zweyte Schaar lag kreuzweis auf der ersten, die dritte kreuzweis auf der zweyten, und beyde wurden auf die untere Wurstage niedergespößet.

Nach Erzeugung dieses 3 Schuh dicken Sinkstückes, welches eben so lang und breit als die Grundfläche des Spornes war, hatte die Arbeit keine Schwierigkeiten mehr; denn auf diesem schwimmenden (jedoch nicht am Gestade, sondern an Ort und Stelle gefertigten) Boden konnte ruhig aufgepackt werden. Seine Erzeugung zu erleichtern, dienten drey Flosse; nämlich zwey lange, mit der Mittellinie des Spornes parallel laufende Flosse, und ein kleineres quer vor dem Kopfe. Zu Anfang der Arbeit standen die beyden ersteren nur etwa 3 Schuh von einander ab. Auf dem Wasserspiegel zwischen ihnen wurden nun 2 Wurstreihen von der Länge der Bühne neben einander gelegt, und alle 2 Schuh durch Wiedenbänder an einander gebunden. Sofort entfernte man die Flosse um einige Schuh, band eine neue Wurstreihe an die schon schwimmenden, an diese eine dritte, an diese eine vierte, und so fort, bis eine abermahlige Entfernung der Flosse nothwendig wurde. War endlich der ganze Wasserspiegel zwischen den drey Flossen mit lauter an einander gebundenen Würsten bedeckt, und somit die erste schwimmende Lage der Bühne fertig, so erleichterten einige quer darüber gelegte dicke Pfosten die Legung der zweyten, und zuletzt auch die Legung der dritten Lage. Von jetzt an arbeitete man nicht mehr mit Würsten, sondern mit Faschinen und Schotter; die Arbeit wuchs unter den Händen, und wurde immer leichter, je höher man aufpackte, folglich je tiefer das Werk sank. Die früher erwähnten 8' breiten Flosse dienten als Communications-Brücken. Eine am Kopfe der Bühne liegende horizontale Welle, an welcher das zweyte Ende eines langen Ankertaues befestigt war, diente dazu, den während der Arbeit schwimmenden Sporn stromaufwärts zu winden, wenn ihn die Gewalt des Wassers aus seiner wahren Richtung abwärts gedrängt hatte. Saß das Werk aber einmahl auf den Boden auf, so kappte man das Tau; denn nun konnte von Verrückung keine Rede mehr seyn. Einwurzelung, Böschungen, Höhe zc., haben übrigens die Sinkbühnen mit den Faschinensporen (§. 84) gemein.

b) Schöpf- oder Rauschbühnen, Fangsporne, Scheren.

§. 95. Verlangen die Umstände, daß man einem Stromarme z mehr Wasser zuleite, als ihm der Hauptstrom n liefert, so erbaut man an der Einmündung 1 eine Schöpfbühne 1.8, hält sie nur um einen, oder einige Fuß höher als das Mittelwasser, und erzielt hierdurch seinen Zweck, ohne den Seitenarm z den Verheerungen des Hochwassers auszusetzen. Denn dieses und der Eisstoß wälzen sich, dem Naturgesetze gehorchend, immer in möglichst gerader Richtung stromabwärts, und ein seitwärts abgehender Arm empfängt hiervon nur wenig, und immer weniger, je größer der Bifluenz-Winkel 12.1.13 ist. Vom kleinen und vom mittlern Wasser hingegen empfängt ein seitwärts abgehender Arm immer mehr, je länger 1.8 wird, und endlich am meisten, wenn 1.8 bis ans jenseitige Ufer reicht; das heißt, wenn die Schöpfbühne zum Wehre, und der Stromarm z zum Mühlgraben wird. Vom Hochwasser und Eisstoß hat gleichwohl dieser letztere kaum mehr als früher zu leiden; denn

Fig.
9.
B.

jene Beyden stürzen sich lieber über das Wehr in die nahe Tiefe, als daß sie dem schleichenden Seitenarm z auf seinem Umwege folgen. Um so mehr aber ist für die stromaufwärts liegende Gegend zu fürchten.

§. 96. Es läßt sich nicht in Abrede stellen, daß die Schöpf- oder Rausch- Bühnen 1. 8 (in Oesterreich nennt man sie Scheren) wesentlich beytragen, den Haupttrinnfal 8. 2, vorzüglich aber die Stelle 8 zu vertiefen; ein Umstand, der höchstens ihre Dauer bedroht, ihren Werth zu vermindern aber keineswegs geeignet ist, weil er, ohne eine Senkung des Wasserspiegels (die nie von Kosten abhängig ist) bewirken zu können, den leichteren Abzug des Eisstoßes und der Hochwässer gerade an der gefährlichen Stelle 8 begünstigt, und eben dadurch den seitwärts abgehenden Arm z wenigstens zum Theil vor ihren Verheerungen bewahret.

§. 97. Die Länge der Schere wird durch eine Linie bestimmt, die man in einer Entfernung, welche der mittleren Wasserspiegelbreite des Seitenarmes gleich ist, parallel mit dem Ufer r. 13 zieht. Bis an diese Linie muß die Bühne wenigstens reichen.

§. 98. Die Richtung der Bühne anbelangend, so ist die senkrechte auf 1. 13 die kürzeste, die Verlängerung von 12. 1 die längste, also die den Winkel zwischen beyden genannten Linien halbirende Linie 1. 8 die empfehlungswürdigste. Viele ziehen es vor, der Schöpfbühne die Richtung 1. 9 zu geben. Die Kostspieligkeit abgerechnet, ist der Effect der nähmliche.

§. 99. In Hinsicht der Erbauung differiren die Rauschbühnen nicht von den früheren, nur ist diese schwieriger; denn man baut hier nicht mit, sondern gegen den Strom. In Flüssen also, die mehr als 4 Schuh Geschwindigkeit bey kleinem Wasserstande haben, rath Wiebecking, zuerst den Kopf der Bühne durch Senkfmaschinen, oder durch ein Sinkstück (§. 90) zu erzeugen, und von hier aus gegen das Land zu bauen. Unstreitig wird die Arbeit hierdurch erleichtert.

Sehr wichtige Rauschbühnen in tiefen Strömen werden wie Wehre (§. 151) erbaut.

§. 100. Zur Vertiefung seichter Stromstellen endlich sind Rauschbühnen ungleich brauchbarer als Treibsporne, wenn man sie, wie Fig. 6. F, an beyden Ufern einander gegenüber, jedoch nicht senkrecht, sondern etwas stromaufwärts gerichtet, erbauen läßt. Und hierzu bedarf es eben keiner Fashinenwerke. Bockbühnen Fig. 6. G, auch wohl nur bloße Schiffe (§. 136. a), die man, sobald der Zweck erreicht ist, leicht wieder beseitigen kann, sind eben deshalb, vorzüglich bey kleinern Strömen, oder Stromarmen, empfehlenswerther, als jene.

c) Separations=Werke.

Fig. §. 101. Stürzt sich ein Fluß senkrecht in einen andern, so sind Verheerungen unvermeidlich.
 9. So fällt z. B. die Noce in Tyrol senkrecht in die Etsch. Schwillt nun erstere an, so überrennt nicht
 C. sie die ihrigen, sondern die ruhige Etsch die eigenen Ufer. Sie läuft über, weil sie nicht weiter fließen kann; die Noce verlegt ihr den Weg. Hier kann nur (wenn es unmöglich wäre, den Einfallwinkel wop zu vermindern) durch ein Separations= Werk od Fig. 9. C geholfen werden, welches man parallel mit dem Stromstrich des größern Flusses so weit stromabwärts erbauen läßt, daß jede Störung unmöglich, oder doch wenigstens unwahrscheinlich wird. Das Separations= Werk od muß ferner bey o zwey Schuh höher, als der höchste Wasserstand des einmündenden Flusses, von hier an aber gegen d sanft fallend erbauet, und seine Stelle so gewählt werden, daß die Normal=Breite des vereinigten Stromes wenigstens der Summe der Normal=Breiten beyder einzeln fließenden Ströme ($ki = pq + oh$) gleich sey.

Correction fehlerhafter Flußmündungen.

a) Confluenz oder Ausmündung.

§. 102. Ist es aber möglich, den Scheitel o des Confluenz-Winkels wop weiter stromabwärts zu verlegen, und eben dadurch diesen Winkel bedeutend zu verkleinern, so ziehe man diese Abhülfe der vorigen ohne Bedenken vor. Eine bestimmte Antwort auf die Frage: Wie weit? ist jedoch hier unmöglich, außer, man wollte sich mit der Antwort: Je weiter, je zweckmäßiger, begnügen; denn hier entscheiden allein die Local-Verhältnisse. Ist aber der Scheitel o einmahl fixirt, und die Geschwindigkeit sowohl, als die Wassermenge beyder Ströme bekannt, so lehrt Pitot ¹⁾ durch bloße Rechnung den Stromstrich $o,7$ Fig. 9. A des vereinigten Flusses finden, mit welchem folglich rs und gf werden gleichlaufen müssen, wenn anders Uferbrüche verhindert werden sollen. Mündet sich nämlich ein Fluß, dessen Wassermenge $=m$, und dessen Geschwindigkeit $=v$ ist, in einen andern größern Strom, dessen Wassermenge $=n$, und dessen Geschwindigkeit $=u$ ist, und man beschreibt aus dem Scheitel o mit einem beliebigen Halbmesser $o,3 = a$ den Bogen $3,2$, zieht aus 2 auf $3,0$ die Senkrechte $2,4$, nennt diese b ; $4,0$ aber c ; so ist nach Pitot $5,6$, das ist, der Sinus des unbekanntem Winkels $5,0,3$, nämlich $x = abnuu : \sqrt{b^2nn + (amv + cnu)^2}$. Hätten z. B. beyde Ströme gleiche Geschwindigkeit, aber die Wassermenge des größern n wäre doppelt so groß als die des kleinern m ; hätte man ferner den Bogen $2,3$ mit einem beliebigen Halbmesser a , von z. B. 20 Schuh beschrieben, und $b = 12$, $c = 16$ Schuh gefunden; so wäre, weil $n = 2$, $m = 1$, und $u = v = 1$ angenommen werden kann, $x = (20 \times 12 \times 2) : \sqrt{144 \times 4 + (20 + 32)^2} = 8\frac{3}{8}$ Schuh. Trägt man also $8\frac{3}{8}$ Schuh von 4 gegen 10 auf, zieht aus 10 eine Gleichlaufende mit $4,3$, bis sie den Bogen $2,3$ in dem Punkte 5 schneidet, und vereinigt diesen Punkt 5 mit dem Scheitel o , so ist $5,7$ die Richtung des Stromstriches des vereinigten Stromes, mit welcher Linie die beyden Ufer rs und gf auf eine bedeutende Strecke parallel geführt, und nach §. 50 *cc.* gut versichert werden müssen.

b) Bifluenz oder Stromtheilung.

§. 103. Kehrt man den Pitotschen Lehrsatz um, und denkt sich, der Fluß Fig. 9. B soll durch eine Spaltbühne $o,7$ in zwey ungleiche Arme n und m gespalten werden, so muß unter gleichen Umständen der Werth von x in Fig. B dem Werthe von x in Fig. A gleich seyn. Folglich läßt sich ganz auf dieselbe Art die Richtung der Spaltbühne $o,7$ bestimmen, wenn der Bifluenz-Winkel wop fixirt ist, und wenn die Wassermenge sowohl, als die Geschwindigkeit beyder Arme m und n bekannt sind. Wäre also z. B. dem Stromarme n noch einmahl so viel Wasser zuzuweisen, als jenem m , wäre $a = 20$, $b = 12$, $c = 16$ Schuh, u und $v = 1$ wie zuvor; so ist auch $x = 8\frac{3}{8}$ Schuh, und folglich ist die Richtung der Spaltbühne $o,7$ unabänderlich festgesetzt.

Aber damit ist die Sache nicht abgethan. Auch die Ufer verdienen Beachtung. Das fehlerhaft zurücktretende Ufer lt muß nämlich in ein anderes, zweckmäßigeres fgt verwandelt, der Flächeninhalt des Strom-Profils og muß $= \frac{m}{v}$, jener des andern $or = \frac{n}{u}$ gemacht, das Flußbette muß durchaus gehörig tief gehalten, und endlich müssen die Ufer zweckmäßig (nach §. 50 oder 52) verwahrt werden. Unterläßt man Eines oder das Andere, so ist auf Erfolg nicht zu rechnen.

¹⁾ Mémoires der Pariser Akademie der Wissenschaften, Jahrgang 1740, Seite 299.

§. 104. Im Jahre 1745 verglichen sich die Provinzen Holland, Geldern, Westfriesland, Utrecht und Oberyssel über die Theilung der Wassermenge des Rheines (bey der Schenkenschanze oberhalb Nymegen) dahin, daß der Pannerdensche-Canal oder der Nieder-Rhein in ein Drittel, die Waal n aber $\frac{2}{3}$ des ganzen Rheines, also letztere doppelt so viel, als ersterer erhalten sollte. In Folge dieses Vergleiches wurde am Theilungspuncte o eine Spaltbühne o,7 erbaut, und $og = \frac{gr}{3}$, das heißt, or doppelt so breit als go gemacht. Somit glaubte man geholfen zu haben.

Fig.

9.
B.

Aber der Erfolg entsprach der Erwartung nicht. Bey kleinem Wasser hat der Nieder-Rhein m anstatt $\frac{1}{3}$ nur $\frac{1}{4}$, bey Hochwasser aber anstatt $\frac{1}{3}$ die Hälfte des ganzen Rheinwassers. Die Ursache davon ist, so meint Hagen ¹⁾, weil dieser Canal ein viel schwächeres Gefälle als die Waal habe. Er hält es daher für zweckmäßig, den Scheidepunct o höher stromaufwärts zu verlegen. Wiebeking ²⁾ sagt dasselbe. Da es jedoch zur Stunde noch nicht geschehen ist, so dürfte folgen, daß es in jenem Lande, wo die Hydrotechnik seit Jahrhunderten blüht, Wasserbauverständige geben möge, die einer andern Meinung sind, und die wohl auch Gründe für ihre Meinung haben dürften. Denn, nicht die bloße Verrückung des Scheidepunctes, nicht die bloßen Strom-Profile go und or, nicht das bloße Gefälle zc. zc., sondern alle diese Dinge zusammengenommen sind es, die hier beachtet, und gegen einander abgewogen werden müssen.

D e c k w e r k e.

Fig.

6.
D.

§. 105. Wie ein im Bruche liegendes Ufer Fig. 6. D durch Sporne gegen fernere Angriffe geschützt werden könne, wurde §. 77 gelehret. Zieht man es aber vor, anstatt der isolirten Bühnen gc, dh, und o ein zusammenhängendes Faschinenwerk acdob zu erbauen, welches die Dienste jener, und zugleich die eines Uferbeschlages versehen soll, so nennt man dieses Werk ein Deckwerk.

In Hinsicht der Arbeit ist nichts besonders zu erinnern. Man fängt bey a an, und baut von da bis ans Ende b ununterbrochen fort. Zur Kronenbreite genügen 9 Fuß, die Böschung gegen den Strom muß wenigstens $\frac{1}{3}$ der Höhe zur Anlage erhalten, gegen das Schartufer ist ein Viertel der Höhe zur Anlage hinlänglich; die Höhe selbst aber wird der Uferhöhe gleich gemacht.

§. 106. In Hinsicht der Empfehlungswürdigkeit aber ist zu bemerken, daß Deckwerke häufig unterwaschen werden, daß sie sich daher, ohne eben aus einander zu fallen, sehr ungleichförmig setzen, und ein wellenförmiges, also unzuverlässiges Uferbeschlages bilden; daß sie ferner sehr kostspielig sind, weil sie den Erbauer zwingen, den Raum zwischen ihnen und dem Bruchufer mit Erde oder Gerölle ausfüllen zu lassen; und daß sie folglich den Bühnen nachstehen. In der Nähe von Städten, wo ein größerer Aufwand gerechtfertiget werden kann, verdienen Uferbeschlages §. 52, oder Strandmauern §. 55 den Vorzug vor beyden.

Z u f r i b u n g e n.

§. 107. Fließt ein Strom in vielen Armen, so hat keiner viel Wasser, und keiner ist schiffbar. Abdämmung der unwichtigern Seitenarme ist daher unerläßlich, wenn es sich darum handelt, einen, und zwar den Hauptarm vorzugsweise zu begünstigen. Der Natur der Sache gemäß sollten derley Sperren an der Aus-, nicht aber an der Einmündung der Seitenarme, das heißt, an ihrem Ende, nicht

¹⁾ Beschreibung neuer Wasserbauwerke. Königsberg 1826, Seite 107 zc.

²⁾ Siehe dessen theor. prakt. Wasserbaukunst I. Band, 90., 91. Seite, Pl. XXIII.

am Anfange gemacht werden. Allein, wer kann es sich verhehlen, daß in diesem Falle, besonders wenn der Strom ein starkes Gefälle hätte, die Kribbe ein riesenmäßiges, vielleicht unausführbares Unternehmen werden würde, wenn man auch gern zugibt, daß die Versandung des todten Armes dadurch ohne Vergleich beschleuniget würde. An großen Strömen sind daher Abdämmungen an den Ausmündungen der Seitenarme — fromme Wünsche. Am Rhein legt man sie ohne Ausnahme an den Einmündungen an.

§. 108. Ist der abzdämmende Arm breit oder seicht, so läßt man zwey oder drey Reihen kurzer Pfähle 3 Schuh aus einander, jedoch en échiquier quer übers Flußbett einrammen, sägt sie mit dem Spiegel des mittleren Wasserstandes gleich hoch ab, und überläßt es jetzt dem Strome, hier selbst eine Abdämmung zu erzeugen. Er gehorcht. Aeste, Stroh, Wurzeln, ganze Bäumchen, kurz Alles, was er mitschleppt, läßt er hier liegen, und verwirrt diese Dinge dergestalt, daß wenig Einsicht dazu gehört, durch Auflegen von Reifgebunden, und andern Nachhülfsen die Kribbe wasserdicht zu machen.

§. 109. Ist aber der abzusperrende Seitenarm wasserreich und das Gefälle Fig. 9. D. bedeutend, dann wird die Zukribbung eine sehr beschwerliche und gefährliche Arbeit. Zuerst häuft man zu beyden Seiten so viel Materialvorräthe m, nämlich Fashinen, Wippen, Pföcke, Steine, Balken zc. auf, bis man zuverlässig sicher ist, die einmahl begonnene Arbeit auch beendigen zu können, ohne während derselben auf Material-Nachschub denken zu dürfen. Nun fängt man zu beyden Seiten bey a und b zu arbeiten an, wurzelt die Fashinenwerke hier vorsichtig ein, und rückt der Mitte immer näher und näher.

Bis hierher nun unterscheidet sich die Erbauung einer solchen Kribbe von der Herstellung eines gewöhnlichen Fashinenspornes durchaus nicht, und selbst die Ausmaße derselben unterliegen keiner Abänderung. Je näher sich aber die Köpfe beyder Bühnen a und b kommen, je unruhiger wird der Strom. Mit Gewalt drängt er sich durch die immer enger werdende Lücke c, und tobt endlich dergestalt, daß er oft in wenig Stunden Kolke von fünfzig bis achtzig ') Fuß Tiefe auswühlt. Unfehlbar würde er die ganze Arbeit über den Haufen werfen, wenn nicht Tag und Nacht mit äußerster Anstrengung an der Schlüßung gearbeitet würde. Und hier sind Senkfashinen §. 89, so groß und schwer man sie nur immer erzeugen kann, unstreitig das einfachste, und folglich beste Hülfsmittel. Mit Steinen gefüllte alte Rachen oder Schiffe, die man vor die Lücke c zieht oder leitet (woselbst sie umschlagen, und sich quer vor die Deffnung legen sollen), sind nicht sehr zu empfehlen. Die Erfahrung hat nämlich gelehret, daß viele Schiffe versenket werden können, bevor Eines auf die Stelle kommt, wo man es haben will ').

Ist es nun auf die eine oder die andere Art gelungen, die Lücke zu verstopfen, so wird der aus dem Wasser vorragende Theil so sorgfältig als möglich geschlossen; beyde Dämme bilden daher nur ein einziges Werk, und der Arm ist abgedämmt. Die Folge wird lehren, daß es zweckmäßig sey, solche Kribben nur so hoch, als das mittlere Wasser zu bauen.

§. 110. Anstatt gerader Zukribbungen, welche die Stelle des künftigen Ufers vertreten, erbaut Fig. 10. man auch zweytheilige, nämlich den Treibsporn ab, und den Fangsporn cd Fig. 10. jedoch die-
sen letzteren hinter, nicht vor jenem. Solche Zukribbungen sind viel leichter zu erbauen, als die vorigen, auch verschlägt die vorsätzlich gelassene Lücke bd hier nicht nur nichts, sondern ist sogar zweckmäßig. (Siehe §. 119.)

') Schemerl, Abhandlung über die vorzüglichste Art, an Flüssen zu bauen. Seite 90 bis 99.

') Wiebeking, theor. prakt. Wasserbaukunde I. Band, 260. Seite.

Durchstich der Serpentinien.

§. 111. Das Gegentheil der Abdämmung eines Stromarmes ist der Durchstich einer Serpentine. Ströme, welche allzuviel serpentiniren, sind immer träge, und haben nicht selten sehr niedrige Ufer, die sie bey dem geringsten Anlasse überrinnen. Denn das Wasser sucht allezeit den kürzern, geradern Weg zu gewinnen, und verwandelt eben dadurch alle Niederungen in Sümpfe, weil diese durch Dämme, welche viel zu lang werden müßten, kaum oder nie gesichert werden können. Die Theys, die Etsch mögen als Beyspiele gelten. Will man also mehr Leben in solche Ströme bringen, so verkürze man ihren Weg, wodurch sie, weil das vorhandene Gefälle immer dasselbe bleibt, bedeutend an Schnelligkeit gewinnen, und folglich die Fähigkeit erlangen werden, sich früher zu verlaufen. Aber, alle Serpentinien aus einem Flusse verbannen wollen, hieße ihn in einen unfahrbaren Wassersturz verwandeln. Nur die widernatürlichen also dürfen durchstochen werden.

§. 112. So riesenhaft diese Arbeit auch immer scheinen mag, unausführbar ist sie gleichwohl nicht, wie die Erfahrung oft gelehret hat. Aber man muß so klug seyn, nicht alles selbst machen zu wollen, sondern dem Strome auch etwas zu überlassen. Kann er Länder verwüsten, so kann er auch mitarbeiten helfen, sich einen zweckmäßigeren, naturgemäßen Rinnsal auszuwählen. Und, er übernimmt die grobe Arbeit wirklich; nur Anleitung und Nachhülfe dürfen nicht fehlen.

Fig. 10. §. 113. Es sey die Serpentine a e f g h Fig. 10. zu durchstechen. Zuerst sondire man durch Hülfe des Erdbohrers (Fig. 29. I. Thl. §. 114) die ganze Erdfläche chik an vielen Stellen, und bis auf hinlängliche Tiefe. Stößt man nun weder auf ein Felsenriff (wie bey der Windecke an der Linth), noch auf ein Torflager (wie bey dem Durchstich des Dnjesters bey Kaisersdorf unweit Sambor), noch auf fetten Thon, so rotte man alle Bäume und Wurzeln auf dieser sondirten Fläche chik sorgfältig aus, ackere sie tief auf, und beseitige Alles, was den Strom in der Folge hindern könnte, zu wühlen. Nun hebe man bis auf den niedrigsten Wasserstand einen Graben mn mit verticalen Seitenwänden aus, und häufe die ausgehobene Erde, ohne sie wegzuführen, beyderseits der Grabenränder auf. Schemerl¹⁾ gibt diesem Graben 3 bis 4 Klafter, Wiebeking²⁾ $\frac{1}{30}$ bis $\frac{1}{15}$, Tulla $\frac{1}{25}$ bis $\frac{1}{10}$ von ac zur Breite. An der trichterförmigen Ein- und Ausmündung lasse man die kleinen Erddämme einstweilen noch stehen, um während der Arbeit vom Hochwasser nicht belästiget zu werden. Ist die Aushebung des Grabens mn aber beendigt, so steche man auch diese durch, und lasse den Strom das angefangene Werk beendigen.

§. 114. Sein Einströmen in den neuen Rinnsal zu begünstigen, dient ein Fangsporn cd besser, als eine Prellbühne ab, weil der Stromstrich dem concaven Ufer xm c näher, als dem converen liegt, und folglich jener cd diesen hier leichter auffangen kann. Er wirft, so wie das Wasser wächst, dasselbe in den Graben mn; dieses unterwäscht dessen steile Wände, reißt das einstürzende Erdreich mit sich fort, und nagt und wühlt so lange, bis endlich nach 2 bis 3 Jahren der Beharrungsstand eintritt, und Ufer und Flußbette fortan verschont bleiben.

Daß man dieser gewaltigen und folgenreichen Arbeit nicht müßig zusehen dürfe, versteht sich wohl von selbst; wo und wie aber nachgeholfen werden müsse, lehrt der gesunde Menschenverstand. Stoff zur Arbeit wenigstens wird man, besonders nach jedem Hochwasser, immer vollauf finden.

Fig. 10. §. 115. Daß es Fälle geben könne, und gegeben habe, wo es rätlich ist, den ganzen neuen Rinnsal chik bloß durch Menschenhände ausgraben, und die gewonnene Erde wegführen zu las-

¹⁾ Siehe dessen Abhandlung über die vorzüglichste Art, an Strömen zu bauen. Seite 79, §. 53.

²⁾ Siehe dessen theor. prakt. Wasserbaukunst I. Bd. 272. Seite.

sen, dürfte einleuchten; weil es Fälle geben kann, wo man es dem Strome nicht erlauben darf, daß weggespülte Erdreich wo immerhin abzusetzen. Aber diese Fälle sind selten. Treten sie dennoch ein, so muß wohl abgewogen werden, ob es sich der Mühe und Kosten lohne, solche theure Durchstiche zu machen.

Auch gibt es Fälle, wo die Wahl der zu durchschneidenden Serpentine auf dem Papier zwar leicht getroffen, durch die vorgenommene Sondirung aber sogleich annullirt wird. Denn, nicht die Länge des Durchstiches, sondern seine leichtere Ausführbarkeit entscheidet. Und so ist es denn in der That möglich, daß der auf dem Plane sehr zweckmäßig scheinende Durchstich 1, 2 verworfen, und statt seiner die beyden andern 3, 4 und 5, 6 gemacht werden müssen.

Zweytes Buch.

Von der Benützung der Gewässer.

§. 116. Den Verwüstungen der Gewässer bloß vorbauen, oder den Strom bloß zwingen, sie zu unterlassen, ist zwar Hauptzweck; Triumph der Hydrotechnik aber ist es, den Strom zu zwingen, selbst wieder gut zu machen, was er verwüstet hat.

Redressirungen.

a) Zulandungen.

§. 117. Ruhiges Wasser setzt ab. Steine, Sand, Erde, Schlamm, kurz alles, was es aufgelöst, oder in seiner Wuth mit fortgerissen hatte, läßt es nach §. 35, c liegen, sobald es stille steht, ruhiger, im Kreise, oder gar zurückfließt. Auf diesem Erfahrungssatze beruhet folgende Lehre:

§. 118. Deckt man z. B. einen bedeutenden Uferbruch nach §. 77, Fig. 6, E durch Buhnen, so lagert das Wasser in dem ruhigen Raume hinter ihnen den mitgebrachten Schlick zc. allmählig zwar, aber ununterbrochen ab. Anfänglich hat diese Ablagerung nur die Größe cig , später wird sie so groß als ckg , endlich, und zwar oft schon nach Verlauf weniger Jahre so groß als $cdhg$. Somit ist die Zulandung beendet. Sie ist eine nothwendige Folge des Spornes selbst. Jetzt dürfte man begreifen, daß es unklug sey, den Uferbruch durch ein Deckwerk §. 105 zu schützen. Zwar verhindert es so gut als die Sporne jede künftige Beschädigung des Ufers. Aber es ist länger, folglich kostspieliger als diese, und der Raum zwischen ihm und dem Bruchufer bleibt ewig eine Pfütze, wenn er nicht durch Menschenhände ausgefüllt wird.

Fig.
6.
E.

§. 119. Dämmt man nach §. 109 einen Stromarm durch eine Kribbe ganz ab, so ist der Hauptzweck: mehr Wasser in den andern Arm zu bringen, zwar erreicht; aber der verlassene todte Arm ist zum stinkenden Pfuhe geworden. Macht man hingegen die Zukribbung nach §. 110 zweytheilig, so wird der zu verlassende Arm noch durch einen mäßigen Bach durchströmt, und von eben diesem ruhig fließenden Bache nach und nach ausgefüllt, wenn man ihn durch mehrere, leicht herzustellende Wehrpfählungen fg , nach §. 108 abdämmt, oder die Ablagerungen des Baches durch Flechtzäune, Gräbchen, oder Gänsegruben (§. 120) zu begünstigen versteht.

b) Anhägerungen.

§. 120. Kästner sagt: Nach Jari Planei's Angabe führen trübe Bäche $\frac{1}{7}$ der Wassermasse Schlamm. Wenn nun auch nicht alle Bäche so trüb sind, so ist ihr Niederschlag doch immer bedeutend genug, um

vorzügliche Beachtung zu verdienen. Mit Wucher vergelten manche Wildbäche durch den mitgebrachten höchst fruchtbaren Schlick dem armen Uferbewohner den angerichteten Schaden, so, daß es z. B. bey der Fersina unterhalb Trient zum Sprichworte geworden: sie heile die Wunden, die sie schlägt.

a) Schlickzäune von 7 Zoll Höhe, die in parallelen 3° von einander entfernten Reihen so einfach und wohlfeil als möglich aus Pflocken und Ruthen hergestellt werden, veranlassen den Strom, allen Sand, Schlamm, &c. vor ihnen abzulagern. Ueberzieht man also alle vom Wasser entblößten Stellen eines zuzulandenden Strombettes mit solchen Zäunen, deren Richtungen mit dem Stromstrich stromaufwärts einen Winkel von 45, höchstens 60 Grad bilden, so erhöhen jene sich von Woche zu Woche. Ist die Anhäuerung nun um 7 Zoll gewachsen, so läßt man wieder ähnliche Zäune anlegen &c., bis jene Stellen wenigstens die Höhe des mittleren Wasserstandes erreicht haben.

b) Besser erreicht man seinen Zweck, wenn man anstatt dieser Flechtzäune, 6 Zoll tiefe, schmale Gräbchen ausheben läßt, und hierin 3' lange, aber zarte Weidenruthen, deren obere Spitzen abgestutzt wurden, pflanzet, die wieder ausschlagen, schnell wachsen, und die Anhäuerung ungemein begünstigen. Die Ruthen müssen aber mit ihren dünnen Enden stromabwärts sehend gelegt werden, damit sie das Wasser nicht aufheben und entwurzeln könne. Die Entfernung und Richtung dieser Gräbchen ist dieselbe, wie jene der Schlickzäune. Am besten endlich wird die Anhäuerung durch die so genannten

c) Gänsegruben oder Storchnester erzielt. Es sind kleine, runde Löcher, in die man eine Handvoll zarter, 3' langer, oben abgeschrittener Weidenruthen oder Wurzelbrut (I. Thl. S. 74) von Erlen, Pappeln &c. pflanzet. Man ordnet diese Gruben schachförmig, eine von der andern 2 Schritt entfernt, an. Die Anhäuerung gewinnt hierdurch unglaublich, und die wuchernde Pflanzung liefert alle 3 Jahr so viel Reistig zur Fashinenerzeugung, daß man es der Mühe werth fand, mit dieser Art Pflanzungen (welche Warten heißen) eigene Warten-Inspecteurs zu beauftragen. In dem preussischen Antheil des Rheines trifft man die zweckmäßigsten Anstalten in dieser Hinsicht, wie Schemerl berichtet.

§. 121. Im Oldenburgischen werden die am Ufer liegenden, vom Wasser überronnenen, sehr ausgedehnten Niederungen, dort Wattgründe genannt, durch folgende Begrüppungen erhöht. Man hebt bey sehr niedrigem Wasserstande in senkrechter Richtung auf das Ufer 20 bis 40 Schuh von einander entfernte, 3' tiefe und 10' breite Gräben aus, wirft die Erde auf die stromabwärts sehende Seite derselben, und überläßt sie nun sich selbst. Bald sind sie voll Schlamm, der sogleich ausgehoben, und wieder seitwärts geworfen wird &c. Am südlichen Ufer der Jahde bey Jarel füllen sie sich jährlich wohl 3 bis 4 Mal an; um so außerordentlicher ist daher die Wirkung, so daß man Beispiele hat, wo das Watt stellenweise sich um volle 6, sage sechs Schuh in einem Jahr erhöhte.

Sehr interessant sind nachstehende Erscheinungen. Sobald das Watt bey niedrigstem Wasserstande eine Zeit lang trocken bleibt, erscheinen sogleich Wasserpflanzen ¹⁾, die man dort Quendel nennt. Später erscheint die Sternblume ²⁾, welche etwa 5 Fuß hoch wächst, und mit den Blüthen bereits aus dem mittleren Wasser herausragt. Endlich erscheint ein niedriges Gras, dort Andel genannt, welches schon ein kräftiges Pferdefutter ist. Gewöhnlich hört man mit den Begrüppungen auf, wenn der Quendel erscheint, denn diese Pflanze trägt mehr zur Erhöhung des Bodens bey, als alle künstlichen Anlagen es zu thun vermögen.

§. 122. Im Etstthale in Tyrol sind sehr viele moosige Gründe auf die nämliche Art nicht in Wiesen, sondern in äußerst fruchtbare Felder verwandelt worden. Die Eigenthümer ließen 10 Schuh breite Gräben a b, cd Fig. 11 bis ans kleinste Wasser des nahen Flusses ausheben, und die gewon-

¹⁾ Vorzüglich *Salicornia herbacea* und *Salsola kali*.

²⁾ *Aster trifolium*.

nene Erde auf die zwischen diesen Gräben bleibenden 20 Schuh breiten Erdzungen werfen. So oft es möglich oder nöthig war, jene Gräben zu reinigen, geschah es, und immer wurde der Schlamm auf diese Erdzungen geworfen, die sich also zusehends erhöhten, und sich eben dadurch immer mehr und mehr jeder Ueberschwemmung entzogen. Wahr ist es, daß jene breiten Gräben viel Platz wegnehmen; aber sie sind nöthig, und somit ist der gemachte Einwurf widerlegt.

Wie üppig die Vegetation auf diesen Erdzungen ist, muß man gesehen haben, um diese eigene Art Anhägerung in ähnlichen Lagen empfehlen zu dürfen.

c) Austrocknung der Sümpfe.

§. 123. Dem Zwecke nach ist die Austrocknung der Sümpfe sehr nahe mit der Anhägerung verwandt; nur, daß wirkliche Sümpfe (Moose, Moore oder Moräste) nicht erhöht, sondern nur trocken gelegt werden können. Man trifft sie entweder isolirt im Innern des Landes, und in diesem seltenen Falle werden sie von eigenen Quellen veranlaßt, denen es an Abfluß fehlt; oder sie liegen in der Nähe von Flüssen, wo sie dann gewöhnlich von dem, die Ufer überrinnenden Hochgewässer erzeugt werden.

Das Erste, was vorgenommen werden muß, ist, den Sumpf anzuzapfen. Man durchsticht zu diesem Ende am untern Orte des Sumpfes die trockene Erdzunge, welche ihn vom Flusse scheidet, durch einen möglichst tiefen Graben es, und wartet ab, bis das faule Sumpfgewässer sich guten Theils verlaufen hat. Fig. 11.

Alsobald verlängert man diesen Graben, füllet den ausgehobenen Schlamm in Rähne, und führt ihn bey Seite; oder man wirft ihn so weit in den Sumpf hinein, daß längs der Ränder jenes Grabens keine dammartigen Erhöhungen entstehen können, welche den Ablauf des, ohnehin trägen Sumpfwassers schlechterdings unmöglich machen würden. Allmählig rückt man mit dem Hauptabzugsgraben immer weiter vor, treibt von ihm aus mehrere kleinere, aber möglichst tiefe Gräbchen rechts und links in das Moos hinein, und durchkreuzet dasselbe so, wie dieß Fig. 11 zeigt. Den Schlamm wirft man immer in die Mitte zwischen zwey und zwey Gräben. Hierdurch erhebt sich nun das Erdreich zwischen ihnen, drückt durch seine Last das Gewässer in die Ableitungsgräben, und trocknet endlich vollkommen aus. Werden die Gräben fleißig gereinigt, der Schlamm, welcher die Vegetation ungemein begünstigt, immer in die Mitte geworfen, das Ufer des Flusses da, wo es gewöhnlich überronnen wird, mit einem Damme, und dieser mit einem Siele versehen, so ist die Aufgabe gelöst.

§. 124. Da die Arbeit anfangs nur langsam vorrückt, so hat man Zeit genug, die nöthigen Niveau-Eoten möglichst genau zu bestimmen. Denn, daß die Oberfläche eines Sumpfes keine wirkliche horizontale Ebene ist, sondern oft um ganze Schuhe davon abweicht, wird man glaublich finden, wenn man ausgetrocknete Moräste nachträglich und aufmerksam durchwandert. Sie sind voller Inseln und Inselgruppen. Die Abzugs-Canäle müssen sonach immer in den sumpfigsten Stellen zwischen diesen Inseln durchgeführt werden, und es ist vollkommen gleichgültig, ob sie krumm oder gerade sind, wenn sie nur der Localität, also dem Zwecke entsprechen. Die Hauptgräben macht man gewöhnlich 4', die Seitengräben 2', auch wohl nur $1\frac{1}{2}$ Schuh breit, und so tief, als es der Wasserstand zuläßt.

Um die Arbeiter nicht der Gefahr des Versinkens auszusetzen, ist es sehr rätzlich, sie mit Stangen, Pfostenstücken, schmalen Rähnen, vorzüglich aber mit

§. 125. Fuchtenen Wasserstiefeln zu versehen, welche bis auf die Brust heraufreichen, eher sehr weiten ledernen Hosen als Stiefeln gleich sehen, und mit Riemen über die Schultern befestigt werden. Die Arbeiter steigen in diese wasserdichte Kleidung mit ihrer eigenen Kleidung und Stiefeln hinein, gurten sie fest, und können sich nun selbst in die gefährlicheren Mooslöcher hineinwagen, wenn

sie nur mit einer starken Stange bewaffnet sind, die sie, im Falle des allerdings möglichen Versinkens, flach aufs Moos werfen, und sich so lange daran halten, bis Hülfe kömmt. Die sehr breiten Fußsohlen jener Wasserstiefeln dienen ihnen nämlich eben so, wie die Schneereife den Alpenjägern.

§. 126. Hat man nun dem Wasser entweder durch Zulandung, Anhäugerung, oder Austrocknung Grund und Boden abgetrokt, so muß man sich es ja nicht einfallen lassen, ihn gleich die ersten Jahre in Ackerfelder umschaffen zu wollen. Solche niedrig liegende, mit Schlick zwar mehr als reichlich gedüngte Gründe eignen sich gleichwohl nicht immer zur Saatfrucht, wuchern aber als Wiesen, denen Ueberschwemmungen nicht nur nichts schaden, sondern sogar nützen; und bloß hierzu sollen sie anfangs verwendet werden. Daß für zweckmäßige Bewässerung gesorgt werden müsse, und daß die noch sumpfigen Stellen durch Abzugsgräben entwässert werden sollen, dürfte zugegeben werden.

Ferner ist es nicht gut, niedrig liegende Gründe zu zeitlich mit Dämmen einzufassen, um sie gegen die Ueberschwemmungen zu schützen, weil ihre Erhöhung hierdurch ganz unmöglich gemacht wird. Abgeämmte Stromarme endlich können die ersten Jahre bloß zur Weidenpflanzung benützet werden.

Sollte diese Widmung den Wünschen des Agronomen auch nicht entsprechen, so hat doch der Hydrotekt Ursache, damit zufrieden zu seyn; denn er braucht zu seinen Bauten eine Unzahl Faschinen. Diese Pflanzungen liefern sie ihm.

Von der Strom=Rectification.

§. 127. Einem verwahrloseten Strome mit den geringsten Kosten den möglich geradesten Lauf, die größte Tiefe, die geringste Normal-Breite, seinen Ufern die sanftesten Böschungen, diesen die größte Festigkeit, den angränzenden Grundstücken die vollkommenste Sicherheit gegen die Verheerungen seines Hochwassers zu verschaffen, und alle Wunden zu heilen, welche die früheren geschlagen haben; kurz, einen Strom unschädlich sowohl, als benützbar zu machen, heißt: ihn rectificiren.

Wie viel hier gefordert wird, und wie schwierig die richtigste Lösung von derley, oft wahrhaft unbestimmten Aufgaben sey, dürften die früheren Abhandlungen beweisen, welche das Detail der speciellen Lösungen enthalten. Eine systematische Zusammenstellung jener wird man aber hoffentlich hier nicht erwarten, weil es unnöthig wäre, dem Talente da, wo die Local-Verhältnisse allein gebiethen, die Wahl der Mittel vorzuschreiben. Also Winke nur, und nichts weiter.

§. 128. Wo soll man zu corrigiren anfangen? Diese Frage ist oft gestellt, aber verschieden beantwortet worden. Einige Hydrotekten lehren, man soll bey der Ausmündung eines Stromes zu corrigiren anfangen, und von da an aufwärts fortschreiten. Andere behaupten das Gegentheil. Beyde Theile haben Gründe für ihre Ansicht, und beyde dürften Recht haben; denn der Unterschied liegt nur in den Umständen.

a) Bey Strömen, die ein von der Natur fixirtes Wasser-Quantum fortzuwälzen haben, welches von der Kunst weder vermehrt noch vermindert werden kann, scheint es zweckmäßig, die Correctur bey der Ausmündung, oder da, wo der Strom die Landesgränzen verläßt, anzufangen. Dasselbe gilt für jene Ströme, bey denen viele Serpentinien durchstochen werden müssen, weil das wegzuspühlende Erdreich unterhalb des Durchfließes einen bereits rectificirten Strom voraussetzt, der die Kraft hat, es weiter zu schaffen. Auch werden auf diese Art die Zulandungen der verlassenen unteren Stromarme durch die nahen, höher liegenden Durchschnitte möglichst begünstiget, weil das weggespülte Erdreich dieser in jene geschwemmt wird, und hier liegen bleibt. Mit einem Steine werden also zwey Würfe gemacht.

b) Bey Strömen, oder richtiger bey Stromarmen hingegen, die ihr Wasser aus dem Haupt

Strome empfangen, und folglich karg oder reichlich damit versorgt werden können, scheint es räthlicher, die Rectification bey ihrer Einmündung anzufangen und stromabwärts fortzusetzen.

§. 129. Ein Beyspiel soll diese Ansicht heller machen. Es sey der Rhein zu rectificiren ¹⁾. Dieser durchströmt den Bodensee, stürzt sich zwischen Schaffhausen und Basel über die drey Rheinfälle, zwängt sich unterhalb Mainz durch das Schiefergebirge, das sogenannte Bingerloch, theilt sich oberhalb Nymegen bey Pannerden in zwey Arme, und verliert sich endlich in den Dünen der Nordsee.

Also zerfällt seine Correctur in 4 Abtheilungen, und zwar: a) vom Bodensee bis zu den Rheinfällen, b) von hier bis zum Bingerloch, c) vom Bingerloch bis Pannerden, und d) von hier an bis zur See. Nach der zuvor ausgesprochenen Ansicht wäre nur die letzte Abtheilung von oben nach unten zu reguliren, das heißt, von Pannerden anzufangen und bis zur See fortzusetzen, die übrigen drey Rectificationen aber wären von unten nach oben, also stromaufwärts zu betreiben.

§. 130. Der Hauptzweck einer Strom-Correctur ist nicht immer Beförderung der Schiffahrt. Als in den Jahren 1801 bis 1804 das k. k. Ingenieurs-Corps das Eschthal von Meran bis Roveredo en détail aufnahm, nivellirte, und alle nöthigen Behelfe sammelte, war ganz vorzüglich Verhütung der zahllosen Ueberschwemmungen, Austrocknung der ungeheuern Moore, kurz, Beförderung der Agricultur Augenmerk. Daß die Schiffahrt dabey nicht vergessen werden durfte, verstand sich allerdings; aber sie war nicht Hauptsache.

Beynahe eben diese Ansicht hatte der Erziehungsrath Escher, als er in dem Jahre 1805 der schweizerischen Tagsatzung seinen Plan zur Correction der Linth vorlegte, der durch den berühmten Tulla so glänzend ausgeführt wurde (siehe S. 133, 134).

Endlich hatte die Regulirung der, keineswegs schiffbaren Wien nur zur Absicht, sie fähig zu machen, den Unrath, welchen ihr die Ableitungs-Canäle der meisten Vorstädte Wiens zuführten, geruchlos abzuleiten, ihre Ufer, der nahen Häuser wegen, mehr zu versichern, und jenen ekelhaften Anblick verschwinden zu machen, den dieser tückische Bach vor seiner Correctur darboth.

a) Rectificationen Behufs der Cloaken

§. 131. Fordern unbedingt, daß man mit dem Wasser geizig, keine, auch nicht die allermindeste Abzapfung durch Mühlgräben zc. dulde, die etwa bestehenden sogleich cassire, und den Strom so einenge, daß er zur Zeit des niedrigsten Wasserstandes in einem möglichst schmalen, und eben deßhalb in einem möglichst tiefen Gerinne fließe. Denn eine breite Wasserspiegelfläche begünstiget (weil die Sonnenstrahlen bis auf den Grund des Flußbettes dringen können) die Evaporation über alle Begriffe. Auch wächst mit Zunahme der Wassertiefe bey dem nähmlichen Gefälle die Geschwindigkeit, folglich wächst auch des Stromes Kraft, und diese setzt ihn in den Stand, sein Bette immer rein zu erhalten.

§. 132. Derley Ströme sollen eigentlich dreyerley Flußbette haben:

a) Eines für das kleinste Wasser, welches den in §. 43 erklärten, zweckmäßigeren Strom-Profilen ähnlich ist, und sorgfältig verwahrte glatte Ufer hat; damit der träge sich fortwälzende Unrath die möglichst geringste Ursache zur Retardirung finde.

b) Ein zweytes Profil für das Mittelwasser mit sanft steigenden ebenen, und wo möglich gepflasterten, oder doch wenigstens mit Rasen belegten, keineswegs aber mit Strauchwerk bewachsenen Böschungen; und endlich

¹⁾ In der That beabsichtigt man seine theilweise Correctur.

c) Ein möglichst geräumiges Profil für das Hochwasser, dessen steilere Böschungen nach §. 50 mit zarten Weiden, die nicht leicht zu Bäumen heranwachsen, bepflanzt werden können.

Hat der Fluß, wie dieß bey Wildbächen der Fall ist, nur zwey Wasserstände, nämlich den niedrigsten, und den höchsten, so genügen auch zwey Bette.

Die Ufer müssen, um die Sonnenstrahlen abzuhalten, mit doppelten Reihen hochwachsender Bäume, die der Blüthen wegen schätzbar sind (siehe I. Thl. §. 535), so eng es sich thun läßt, bepflanzt werden.

Die in den Fluß sich ergießenden Ableitungscanäle sollen sich nie senkrecht, sondern möglichst schief einmünden, diese Mündungen aber so tief gehalten werden, daß ihre Bettungen von dem niedrigsten Wasserspiegel überronnen werden und bleiben.

Endlich versteht es sich wohl von selbst, daß, wenn anders Vermeidung des Gestankes beabsichtigt wird, alle Wehre, vorzüglich aber alle Cascaden beseitigt werden sollten, welche zur mehrmahliggen Zerschellung der unflätigen Wassermasse, und folglich zu einer Exhalation Anlaß geben, die man kaum in Cloaken findet.

b) Rectificationen Behufs der Agricultur.

§. 133. Der Vorgang bey Strom-Correcturen zur Beförderung der Agricultur eines verwüsteten oder mit Zerstörung bedrohten Thales läßt sich am leichtesten aus der gedrängten Beschreibung einer gelungenen Rectification ¹⁾ erlernen.

Fig. 12. stellt die südliche Hälfte des in der Hydrotechnik so berühmt gewordenen Linththales nach dem beygefügtten Maßstabe vor. w ist das, am Wallenstädter See b w gelegene, Städtchen Wesen, 10 deutsche Meilen südlich von Constance; und m z d ist die so genannte Glarner Linth, die Veranlasserin aller jener Leiden, welche den Wohlstand der Grundbesitzer des ohnehin armen Thales an der Wurzel benagten. Dieser Bergstrom wälzte aus dem Hochgebirge bey m eine, allen Glauben übersteigende, Menge Felsenblöcke, Steine, Gerölle, Sand &c. heraus, und lagerte sie bey der Ziegelbrücke z ab. Eine nothwendige Folge davon war die Erhöhung des Thalbodens von m bis z. Dieser immer höher werdende Damm hielt das, aus dem Wallenstädter See in die Linth abfließende, Wasser zurück, und schwellte den Wasserspiegel des Sees zu einer unerhörten Höhe. Die niedrig liegenden Häuser des Städtchens Wesen sowohl als jene von Wallenstadt wurden unwohnbar, und die Versumpfung der Thalstrecke m b c z nahm dergestalt zu, daß man mit Grund besorgte, der Wallenstädter See werde seine Gränze bis zur Ziegelbrücke ausdehnen.

Der Zustand des Linththales von z abwärts bis d, und von da bis zum Zürcher See, durch viele und zum Theil widernatürliche Serpentinien veranlaßt, war eben so niederschlagend. Die besten Felder (in der Schweiz von doppeltem Werthe) mußte man in Wiesen umgestalten. Diese trugen nur anfänglich gutes, später saures Gras, endlich Schilf, und verwandelten sich zuletzt in Moose, welche schlechterdings nicht mehr gemähet werden konnten.

Dieser Zustand wurde immer beunruhigender, und endlich so schreyend, daß Escher es wagte, der Tagfahung hiervon Bericht zu erstatten. Tulla, damahliger badenscher Hauptmann, übernahm die Correctur. Zuerst überzog er das ganze Thal mit einem trigonometrischen Netze, ließ es später en détail aufnehmen und nivelliren, bestimmte die Geschwindigkeit des Bergstromes bey dem kleinen und höchsten Wasserstande, mittelte die gewöhnliche und die größte, je erlebte Wassermenge aus, welche derselbe unter der Molliser-Brücke m durchwälzte, bestimmte hiernach dessen Profil, und hatte den ori-

¹⁾ Siehe die officiellen Notizenblätter, die Linth-Unternehmung betreffend.

ginellen Gedanken, die Linth aus ihrem alten Bette wegzuleiten, und sie (am 8. May 1811) zu zwingen, anstatt von m nach z, von m in den Wallenstädter See b zu fließen, der eine so enorme Tiefe hat, daß das Geschiebe der Linth von vielen Jahrhunderten zuverlässig nicht hinreichen wird, auch nur eine Bucht desselben auszufüllen. Zu diesem Behufe ließ er durch Menschenhände den so genannten §. 134. Molliser Canal mab ausheben, dessen Wände mit trockenem Mauerwerk verkleiden, und beyderseits von 8' hohen, und an der Krone 6' dicken Erddämmen cotoyiren. Das Profil dieses Canales ist durch Fig. 2, E dargestellt, und war bereits der Gegenstand mehrfältiger Untersuchungen (siehe §. 25).

Somit war die Ursache gehoben. Die Wirkung konnte nicht ausbleiben. Als Tulla nämlich anstatt des alten Abflußgrabens cez, durch welchen der Wallenstädter See sein überflüssiges Gewässer in die Linth ergoß, einen viel breiteren Canal cfz, ferner von der Ziegelbrücke z bis d, von da bis Gießen, und von hier bis Grynau einen, in fast gerader Linie fortlaufenden Canal ausheben ließ, wodurch alle Serpentinien durchstochen wurden; als er ferner, das ganze, vom Wallenstädter bis zum Zürcher See 56 Schuh betragende, Gefälle durchaus gleichförmig vertheilte, alle Seitenarme abdämmte, den Strom durch, gegen einander sehende, Rauschbühnen an den seichten Stellen, besonders bey der Ziegelbrücke z vertiefte, alle Felsenblöcke, Baumstämme, alte Uferbauwerke zc. herausreißen, und den Canal durch zwey parallele, 200' von einander entfernte, 6 Schuh hohe Dämme beyderseits begränzen, alle Sümpfe entwässern, die verlassenen Stromarme anhängern, endlich auch ein, leider nicht geahntes, Felsenriff bey der obern Winddecke o, welches den Canal quer durchschnitt, unterm Wasser mit Pulver (nach I. Thl. §. 204, 205) bis auf mehr als 9, oder gar 14 Schuh Tiefe absprenge ließ, die thonigten Aushebungen durch Bohrruder vertiefte zc., — als alle diese, für unausführbar gehaltenen, Arbeiten wirklich ausgeführt wurden, sank der Wasserspiegel des Wallenstädter Sees von Jahr zu Jahr, und stand im Jahre 1812 um 3' 1'', im Jahre 1823 aber um volle 8 Schuh niedriger, als er bey dem Beginn der Correction gestanden hatte. Somit war der Zweck vollkommen erreicht. Dem patriotischen Escher, dessen Nahme jetzt mit Achtung ausgesprochen wird, will man unter Mollis ein Denkmahl errichten.

c) Rectificationen Behufs der Navigation

§. 135. Sehen vor allem andern eine hinlängliche Wassertiefe, ein reines Flußbette, nicht allzu große Geschwindigkeit, mehrere Landungsplätze, und einen Hufschlag voraus.

§. 136. Ist die Wassertiefe um ein Drittel größer als die Schiffseintauchung, so bewegen sich die Schiffe so ungehindert, wie auf der offenen See ¹⁾. Hat ein Fluß, z. B. bey dem mittleren Wasserstande, unter dem Stromstriche durchgehends wenigstens 4 Schuh Tiefe, so kann er mit 3 Schuh tauchenden Schiffen befahren werden. Kennt man also die Eintauchung der größten Schiffe, womit ein Strom befahren wird, so weiß man auch seine Tiefe, welche er unter dem Stromstrich haben muß, oder die man ihm verschaffen müßte, wenn er sie nicht überall hätte. Es geschieht am zweckmäßigsten durch

a) Verengung des Flußbettes. Und diese wird entweder durch Uferbeschläge §. 52, oder durch Bühnen §. 100, oder wohl auch bloß durch hochbordige Schiffe erzielt, welche anstatt der Rauschbühnen rechts und links der Untiefe gestellt, zweckmäßig befestigt, mit Schotter beschwert, und durch Oeffnung einer kleinen eigens zu diesem Behufe vorbereiteten Schütze mit Wasser so lange gefüllt werden, bis sie aufsitzen. Hier läßt man sie stehen, bis der Zweck: Vertiefung des Flußbettes

¹⁾ Nouvelles expériences sur la résistance des fluides, par M. d'Alembert, Condorcet et Bossut. Paris 1777. chez Jombert.

zwischen beyden Schiffen, erreicht ist. So fort schließt man jene Schützen, pumpt das Wasser aus, macht hierdurch die Schiffe flott, bindet sie los, rudert sie bey Seite, und verwendet sie anderswo.

b) Da wo die Verengung unmöglich ist, erübrigt nichts anders, als den Sand oder den Schlamm durch den Sandlöffel Fig. 48, I. Thl. herausnehmen, oder die Untiefe ausbaggeren zu lassen. Diese Arbeit geschieht auf Rähnen, welche mit dem Unrath gefüllt werden, und die ihn wegführen. In Seestädten, auf schlammigen Canälen zc., wo das Ausbaggeren nichts weniger als eine unerhörte Seltenheit ist, verrichtet diesen Dienst der

c) Cavafango, eine große Maschine, deren Detail und Erbauung in die Maschinenlehre gehört. Hier genügt es, ihrer zu erwähnen. Aufmerksame Wanderungen durch die Modellen-Säle werden hellere Begriffe hiervon entwickeln.

d) Endlich muß noch erwähnt werden, daß, um dem Strome die möglichst größte Wassermenge, und folglich bey beschränkter Normal-Breite, die größte Wassertiefe zu verschaffen, es nöthig sey, alle Seitenarme abzdämmen, nicht zu erlauben, daß dem Flusse durch Mühlgraben, Wasserleitungen zc. Wasser entzogen, oder durch Abstockung (Umhauen) der Auen und Wälder die Evaporation über die Massen begünstigt werde; eine Bemerkung, die besonders für die kleineren Flüsse gilt. Ist bloß ein Stromarm schiffbar zu machen, so verdient vorzüglich die Bisluenz §. 103 berücksichtigt zu werden.

§. 137. Ein reines Flußbette ist jenes, welches wenig Untiefen, oder Sandbänke hat, wo nirgends Felsenblöcke, große Baumstämme, versunkene Schiffe, alte Uferversicherungen, Piloten-Stümpfe, Wehre, Schiffmühlen zc. angetroffen werden, oder die vorfindigen sogleich beseitigt worden. Wie Felsen unter dem Wasser durch den Stoßbohrer angebohrt, mit wasserdichten Patronen geladen, mit trockenem Sande verdammt, durch ein Schilfrohr angezündet, und somit zersprengt werden können, kann im I. Thl. §. 202 — 205 nachgelesen werden. Aber mit dem bloßen Sprengen ist die Sache nicht abgethan, die losgerissenen Felsenblöcke müssen auch entfernt werden. Es geschieht durch Hülfe

a) Der Teufelsklaue k, einer sehr großen, vierkralligen Zange, welche die Blöcke umklammert. Diese und jene werden durch eine besondere Maschine Fig. L entweder ganz heraus, oder doch wenigstens so hoch gehoben, daß man sie ans Ufer schleppen kann, wo sie der Schifffahrt nicht mehr im Wege liegen. Es versteht sich übrigens von selbst, daß diese Arbeit auf Schiffen, Flößen, oder provisorischen Brücken, und nur bey kleinem Wasser vorgenommen werden dürfe, wo man gewöhnlich bis auf den Grund sehen, und folglich die Steine durch Hülfe der, übers Wasser vorragenden, hölzernen Zangensiele bequemer und sicherer packen kann.

b) Baumstämme werden ebenfalls durch Krallenzangen, oder durch Brunnkäfen größerer Art aus dem Wasser herausgerissen. An der Syll bediente sich Hagenauer in dem Jahre 1825 dreyer Zangen von 74, 140 und 250 Pf. Schwere, deren Krallen 15, 34 und 51 Zoll zur Länge hatten. Er hob damit Felsenblöcke von unglaublichem Gewichte.

§. 138. So wichtig auch die Stromgeschwindigkeit in Hinsicht der Reinhaltung und Tiefe der Flußbette ist, so nachtheilig ist sie oft der Schifffahrt, vorzüglich aber dem Gegenzuge, am Rheine der Bergfahrt. Das Durchstechen der Serpentinien, wodurch die Geschwindigkeit so sehr vermehrt wird, kann daher aus Navigations-Rücksichten nicht ohne Beschränkung empfohlen werden. Ist eine Serpentine viermahl länger als ihr Durchstich, so ist die Geschwindigkeit in diesem doppelt so groß, als sie in jener war. Man sieht hieraus, welches Unheil ein unbesonnener Durchstich anrichten könnte. Serpentinien sind oft wohlthätiger, als man glaubt; die meisten Ströme wären ohne sie un-schiffbar. Sie alle zu durchstechen, alles nach dem Lineale, oder nach der Abscissen-Linie des trigonometrischen Netzes richten zu wollen, geht hier also durchaus nicht an; wie es denn überhaupt nicht gerathen seyn kann, die Natur allzu streng zu fesseln.

§. 139. Der Gegenzug verlangt, wenn er ökonomischer als die Landfracht seyn soll, eine Stromgeschwindigkeit von weniger als sieben Fuß ¹⁾. Für die Thalfahrt hingegen ist keine absolute Angabe möglich. Der reisende Inn und die schleichende Theis sind beyde schiffbar, wiewohl in ungleichem Grade. Bestimmter läßt sich in Hinsicht des Wasserstandes sprechen. Auf den meisten Strömen wird die einträglichste Schifffahrt nur bey mittlerem Wasserstande getrieben; nicht, als ob es unmöglich wäre, bey höherem Wasser zu schiffen, sondern weil es viel gefährlicher ist, und weil die größern Schiffe unter den Brücken nicht durchfahren können. Bey niedrigem Wasser hingegen kommen nur leichte Fahrzeuge fort; tief gehende Schiffe müssen schiften, das heißt, sich eines Theiles ihrer Fracht entledigen, und diesen in flachere Schiffe überladen, um nicht zu viel einzutauchen. So lästig dieses Schiften auch immer seyn mag, so sind doch nicht einmahl alle Seeschiffe davon befreyt ²⁾; und es wäre höchst unflug, in seichten Flüssen eine naturwidrige Tiefe, und folglich eine größere Rapidität bloß deshalb erkünsteln zu wollen, damit auch bey kleinem Wasser die größten Schiffe passieren könnten. Kann es ohne große Kosten geschehen, und bezahlen es diejenigen, welche allein den Vortheil davon haben, dann mag es darum seyn. Sind die Kosten aber sehr bedeutend, dann lohnt es sich schon der Mühe, unbefangen zu untersuchen, und es auch geltend zu machen, was tadelnswerther sey: Der seichte Fluß, oder die tiefen Schiffe. In der Regel richtet sich der Wagen nach der Straße, und diese nach dem Lande; nicht umgekehrt.

Anders verhielte sich die Sache, wenn ein Strom bey kleinem Wasser durchaus mit großen Schiffen befahren werden könnte, und nur eine, oder einige Stellen seicht wären. Dann allerdings wäre Vertiefung derselben, sie koste was sie wolle, empfehlenswerth. Aber, — nicht einmahl der größte Strom ³⁾ unseres Welttheiles ist in dieser Lage!

§. 140. Landungsplätze, Anländern werden von den Umständen gebothen. Sie verlangen eine freye, die Schifffahrt nicht beirrende Lage, bequeme Zufuhr, und tiefes, aber möglichst ruhiges Wasser. §. 53 lehret, wie sie gemacht werden.

§. 141. Der Hufschlag, Leinpfad, Treidelweg, Reckweg ist ein Pfad für die Pferde des Schiffluges. Ströme, die nur mit Floßen befahren werden (wie die Brenta in Tyrol), bedürfen keines Ziehpfades; denn die Floße werden am Ende der Reise zerlegt, und Fracht und Floße verkauft. Anders verhält es sich bey Strömen, welche Schiffe tragen; denn diese müssen, wenn sie die Fahrt stromabwärts gemacht haben, entweder leer, oder befrachtet wieder zurückgezogen werden. Und hierzu bedient man sich gewöhnlich der Pferde ⁴⁾. Der Pfad ist 6' breit genug, er soll vom mittleren Wasser nicht überronnen werden, soll nicht allzu oft, besonders aber nicht unnöthiger Weise von einem Ufer auf das andere verlegt, und nicht über, sondern unter den Brücken fortgeführt werden. Da, wo die Verlegung des Hufschlages von einem Ufer auf das andere unerläßlich ist, soll eine seichte Stromstelle dafür ausgesucht werden, damit die Zugpferde diese Uebersehung gefahrlos bewerkstelligen können.

1. Von den Stromschnellen.

§. 142. Hat die Natur der Schifffahrt ein unübersteigliches Hinderniß in den Weg gelegt, so muß dasselbe umgangen werden. Stürzt z. B. ein Strom Fig. 11 bey 5 über ein hohes Felsenriff, und ist es möglich, rechts oder links seitwärts ein hölzernes Gerinne 1,4 zu erbauen, dessen Fig. 11.
E. F.

¹⁾ Wiebeking's theor. prakt. Wasserbaukunst. I. Band. 211. Seite.

²⁾ Amsterdam, Venedig u.

³⁾ Die Donau ist bey kleinem Wasser für große Schiffe von Wieselburg aufwärts bis Wien unfahrbar, denn an mehreren Stellen ist dieselbe kaum 30 Zoll tief.

⁴⁾ Siehe §. 147, I. Theil.

Quer-Profil (stromaufwärts sehend) durch Fig. E, und dessen verkürztes Längen-Profil durch Fig. F in kleinerem Maßstabe vorgestellt wird, so kann durch zwey Schützen 1 und 2 die Schifffahrt für hochbordige, aber nicht tief im Wasser gehende Schiffe ziemlich gut hergestellt werden.

a) Soll nämlich ein beladenes Schiff in diesem Gerinne abwärts fahren, so hebt man zuerst die Schütze 1 durch die beyderseits daran angebrachten Flaschenzüge hoch auf, und läßt sie, sobald das Schiff in die Kammer 1, 2 eingefahren ist, wieder, jedoch nicht ganz herab, so, daß sie noch etwa eine Spanne hoch vom Boden absteht. Nun hebt man die Schütze 2, hält aber das Schiff noch zurück, und läßt es erst dann aus, wenn durch wiederhohstes Heben der vordern Schütze 1 so viel Wasser eingedrungen ist, als die Thalfahrt erfordert. Es bedarf dessen nicht viel, denn das Schiff schwimmt nicht, sondern gleitet nur auf dem schlüpfrigen Boden des Gerinnes abwärts.

b) Soll hingegen ein leeres Schiff von Pferden stromaufwärts gezogen werden, so hebt man die Schütze 2 so hoch man kann, jene 1 aber nur so hoch als nöthig ist, um in dem Gerinne einen mäßig hohen Strom zu erzielen, der bloß dazu dient, das Gerinne glatt zu machen, und die Reibung zu verhindern. Nun läßt man die Pferde anziehen. Kommt das Schiff oben bey 1 an, so schließt man 2, hebt 1, und das Schiff fährt hinaus.

§. 143. Dieses Gerinne, und überhaupt die ganze Vorrichtung heißt Stromschnelle. Jenes am Traunfall oberhalb Lambach in Oberösterreich hat 1248 Schuh zur Länge, etwa 24 Schuh zur Breite, 4 Schuh zur Tiefe, und 50 Schuh zum ganzen, jedoch gleich vertheilten Gefälle. In 50 Secunden durchfährt ein herabschießendes beladenes Fahrzeug diese 1248 Schuh, erlangt also im Durchschnitt eine Geschwindigkeit von 25 Schuhen. Oben zwar ist sie bedeutend geringer, bey dem Ausfluß hingegen dürfte sie nicht viel weniger als 40 Schuh betragen. In diesem Augenblicke ist die Gefahr am größten. Gleichwohl sind Unglücksfälle verhältnißmäßig sehr selten.

Die Traunschiffe haben 100 Fuß Länge, 14 Fuß Breite, $3\frac{1}{2}$ Fuß Tiefe, laden 500 Centner, tauchen aber nur 22 Zoll. Nur leere Schiffe werden stromaufwärts gezogen; und zwey Schiffe brauchen immer vier Pferde. In jenem Gerinne hingegen müssen sieben Pferde einem leeren Schiffe vorgespannt werden, die es in 10 Minuten hinaufziehen.

2. Von den Schleusen.

§. 144. Weniger umständlich und gefahrloser umgeht man derley Naturhindernisse durch Schleusen Fig. 14. A ist Grundriß, B der verkürzte Längenschnitt, C das halbe Quer-Profil, beyde letz-
14. ten Figuren im doppelten Maßstabe. Um Alles andeuten zu können, wurden die Schleusenthore in
A. B. Fig. B so gezeichnet, als wären sie offen; gleichwohl ist das einflügelige obere oder so genannte An-
C. schlagthor a immer zu, das zweyflügelige Stemmthor b aber immer offen.

a) Soll ein Schiff aufwärts fahren, so fährt es zuerst in die Schleusenkammer ab. Nun schließt man das Stemmthor b, öffnet die kleine Drehschütze des Anschlagthores a, füllt somit die Kammer, und hebt folglich das Schiff so hoch, daß, wenn man das obere Thor jetzt öffnet, es aus der Kammer hinausfahren kann. Ist dieß geschehen, so schließt man das Thor a und seine Schütze, öffnet dafür die kleinen Drehschützen des Stemmthores b, läßt das Wasser ablaufen, und öffnet zuletzt noch dessen beyde Thorflügel. Somit ist alles wieder im vorigen Stande.

b) Das Abwärtsfahren der Schiffe macht ein ähnliches, aber verkehrtes Verfahren nothwendig, welches also keiner Erklärung bedarf. Wichtiger dürften folgende Bemerkungen seyn.

§. 145. Die Schleusenkammer soll nicht viel breiter als die Schiffe seyn ¹⁾, damit diese nicht

¹⁾ Diese Verbreiterung soll bey 6' 6" breiten Schiffen nur 4 Zoll betragen. Siehe Maillard's Anleitung zu dem Entwurfe und Erbauung schiffbarer Canäle, Seite 177.

allzu sehr herumgeworfen werden, wenn der schaukelnde Wasserspiegel sinkt oder steigt. Die Länge der Kammer aber muß der Schifflänge so angemessen werden, daß das aus der Schütze des Thores a herausströmende Wasser nicht in die Schiffe kommen könne. Schon hieraus dürfte folgen, daß hohe Schleußen nicht zu den zweckmäßigen gehören, und daß, wenn das zu umgehende Naturhinderniß bedeutend hoch wäre, es rätlicher sey, mehrere niedrige Schleußen hinter einander anzuordnen, welche zusammen so hoch als jenes sind. Hat die Schleuße nur 12 Schuh zur Höhe, so gibt man ihren Mauern die im Profil C angemerkte Dicke, erbaut sie aus Bruchstein, und verkleidet sie an der Wasserseite mit Quadern.

§. 146. Die Schleußenthore werden aus einem Balkengerippe von $\frac{3}{8}$ zölligem *) Eichenholz verfertigt, und dieses mit 2 zölligen weichen Pfosten verschaleet; nur die mittleren horizontalen Riegel werden aus $\frac{1}{2}$ zölligem Eichenholze gemacht. Die Thore laufen unten in Pfannen und Zapfen, oben aber in Halsen. (Siehe §. 499, I. Thl.) Das Thor a schlägt unten an eine 2 Zoll über den Boden vorragende Stoßschwelle, die Flügel des Thores b aber stemmen sich unten an den 2 Zoll vorragenden Drempe (siehe §. 71). Der Schleußenboden wird von den Franzosen verkehrt gewölbet, wie dieß in Fig. C zu sehen ist. Die Engländer belegen ihn bloß mit 2 zölligen Pfosten.

Mehr über diesen Gegenstand zu sagen, würde hier unverständlich werden. Man spart die Erweiterung dieser Lehre daher für den Canal-Bau auf, welcher in die Straßenbaukunst gehört, und daher in den vierten Theil dieses Lehrbuches verwiesen werden mußte.

Von den Ueberfällen,

und zwar:

a) Von den Thalsperren.

§. 147. Bergströme, welche viel Geschiebe mitbringen, fließen gewöhnlich in engen, wilden Thälern. Dämmt man diese Thäler also an schicklichen Stellen quer über durch Fashinenwerke nach §. 109, oder durch Werpfählungen §. 108, oder durch Mauern, oder wie immer ab, so lassen jene Wildbäche alles Geschiebe vor diesen Abdämmungen liegen, und verschonen die tiefer abwärts liegenden, breiten, und gewöhnlich auch fruchtbarern Thäler wenigstens mit dem gröberem Gerölle. So benützten z. B. die Trientiner, welche von dem Wildbache Fersina viel zu leiden hatten, die schauerlich tiefe Felsenspalte unter Pont' alto (durch welche jener fließen muß) dazu, hier eine Thalsperre *oc* Fig. Fig. 13, A aus massiven Marmorblöcken anbringen zu lassen. Der Bach stürzt jetzt über dieses horizontale Gewölbe *oc* in die Tiefe *b*, und läßt bey *a* alles Gerölle liegen, welches er sonst ins Etschthal A. geschleppt hätte. Ist das weite Becken *a* ausgefüllt, so erhöht man die Thalsperre ¹⁾, oder, wenn dieß nicht mehr wohl thunlich seyn wird, so will man den Wildbach an einer andern Stelle abdämmen lassen.

Auf ähnliche Art hätte die Glarner Linth durch eine, im obern Linththale vor *m*, Fig. 12 zu erbauende Thalsperre gehindert werden können, ihr Gerölle bis zur Ziegelbrücke *z* zu schleppen, wodurch der kostspielige Molliser Canal vielleicht erspart worden wäre.

*) Es versteht sich unter der Voraussetzung, daß die Höhe und Breite dieser Thore die in Fig. 14 angegebenen Ausmaße nicht viel übersteigen.

*) Im Jahre 1824 war dieselbe noch 120 Fuß tiefer, als die ober ihr schwebende Pont' alto. Der Wassersturz von der Thalsperre abwärts betrug 86, die ganze Tiefe der engen Schlucht also 205 Fuß.

b) Von den Wehren.

§. 148. Braucht man Wasser zum Betrieb einer Pulvermühle, oder irgend eines andern Werkes, so dämmt man jenen Bach, der das Aufschlagwasser liefern soll, durch eine sorgfältiger gebaute Thalsperre ab, staut das Wasser hierdurch auf, und leitet es durch einen Mühlggraben zu dem Rade. Dieser Graben soll nach Vitruv ¹⁾ auf 100 Schuh Länge 6 Zoll, nach Milizia ²⁾ aber auf 100 Klafter Länge 2 Zoll Fall erhalten. Beyde Angaben kann man als Extreme betrachten, und benützen.

§. 149. Jenen quer über den Strom erbauten Damm nennt man Wehr oder Fluuder. Kürzer wird dasselbe allerdings, wenn man es in einer Stromenge anbringt; da diese aber immer tief sind, und die Schwierigkeit der Erbauung mit Zunahme der Wassertiefe ganz unverhältnißmäßig wächst, so folgt, daß es räthlicher sey, das Wehr in einer Stromweite zu erbauen. Es wird hierdurch zwar länger, aber wohlfeiler, und staut das zurückgehaltene, oder so genannte Vorwasser nicht gar zu sehr auf.

§. 150. Die Höhe dieser Aufstauung hängt nämlich nicht bloß von der Höhe des Fachbaumes (der obern Schneide, oder der Crête), sondern auch von seiner Länge ab, und läßt sich, wenn diese letztere und die größte Wassermenge des Flusses bekannt sind, leicht ausmitteln. Nennt man nämlich die Aufstauung oder die Höhe des Wasserspiegels über den Fachbaum zur Zeit des Hochwassers x , die Länge des Wehres in Schuhen l , und die größte bekannte Wassermasse in Kubikschuhen m , so muß (nach §. 26, b.) $x l \times \frac{2}{3} \sqrt{62 x} = m$, also $x^2 l^2 \times \frac{4}{9} \times 62 x = m^2$, folglich $x = \frac{1}{3} \sqrt[3]{\frac{m m}{11}}$ seyn.

Um Ueberschwemmungen vorzubeugen, müssen die Ufer oberhalb des Wehres um zwey Schuh höher als x seyn, oder durch Dämme um eben so viel erhöht werden. Die Wichtigkeit der Sache verlangt jedoch hier den Zusatz: Man nehme m um den vierten Theil größer, als es ist. Bossut fand nämlich (wiewohl in anderer, aber ungünstigerer Lage), daß sich die wirkliche zu der vermuteten Wassermenge wie 13:16, oder wie 4:5 verhalte. Kehrt man den Satz um, und nimmt m zu $\frac{5}{4} m$ an, so hat man im vorliegenden Falle mehr gethan, als selbst die Nöthigkeit zu fordern geneigt seyn dürfte.

Es soll z. B. ein Fluß, welcher in jeder Secunde höchstens 11200 Kubikfuß Wasser fortwälzet, durch ein 240 Schuh langes Wehr (dessen Fachbaumhöhe immer von der Obrigkeit bestimmt wird) aufgestaut werden; es fragt sich, um wie viel Schuhe der Wasserspiegel im äußersten Fall höher als der Fachbaum des Wehres stehen wird? l ist also = 240 Fuß, und $m = 11200$ Kubikfuß. In der Rechnung aber nehme man $m' = 11200 + 2800 = 14000$. Daher wird $x = \frac{1}{3} \sqrt[3]{\frac{196000000}{57600}} = \frac{1}{3} \sqrt[3]{3403}$, also nach Tab. IX. I. Thl. $x = \frac{1}{3} \times 15 = 5$ Schuh. Zur Zeit des Hochwassers wird also das Wehr 5 Schuh hoch vom Wasser überronnen werden, und folglich müssen die Ufer, oder die Dämme vor dem Wehr 7 Schuh höher als der Fachbaum gehalten werden.

Fig. 13. M. N. §. 151. Es gibt hölzerne und steinerne Wehre. Die ersten bestehen aus Pfählen, welche in mehreren parallelen Reihen drey Schuh aus einander bis zum Stillstande eingerammt, hierauf Rappenschwellen aufgezapfet, auf diese aber eine (auf 5 Fuß Länge einen Schuh fallende) Bettung von 3 zölligen eichenen Pfosten befestiget werden. Die Stärke der Pfähle richtet sich nach ihrer Länge, und diese nach der Festigkeit des Erdreiches sowohl, als nach der Höhe des Wehres. (Siehe §. 52.) Zu den Rappenschwellen nimmt man eben so starkes Holz, als zu den Pfählen. Vor der vordern, und vor der

¹⁾ VIII. Buch, VII. Capitel.

²⁾ Grundsätze der bürgerlichen Baukunst, II. Theil, 259, Seite.

hintern Pfostenreihe wird eine, aus liegenden, sorgfältig gefugten, und zusammengediebelten ¹⁾ Balken bestehende Wand aufgeschichtet, der ganze innere, früher möglichst tief ausgebaggerte Raum zwischen diesen Balkenwänden, und unter jener Pfostenlage aber mit trockenem Bruchsteinmauerwerk ausgefüllt. Die Einmurelung beyderseits, und die Dicke des Wehres wird seiner Höhe gleich gemacht. Da der Strom alles Geschiebe vor dem Wehre ablegt, und das Flußbett daselbst in Kurzem so hoch als dieses wird, so hat man wegen der Wasserdichte solcher Wehre nicht besorgt zu seyn, wenn nur jene Balkenwände gut gefugt werden. Bedenklicher ist die Lage unterhalb des Wehres. Das vom Fluder herabstürzende Wasser wühlt hier nämlich dergestalt, daß, wenn nicht lange Pfähle daselbst eingerammt, und möglichst große Steine dazwischen geworfen würden, der Ruin des Werkes unfehlbar erfolgen müßte (§. 231).

§. 152. Steinern Wehre von der Form wie Fig. 13, R. sind diesem Ungemache nicht unterworfen. Nimmt man in der Verticalen 1, 6 den Punct 3 willkürlich an, macht 3, 2 wenigstens doppelt so groß, als die Höhe des Wehres, beschreibt aus 3 mit 3, 1 den Bogen 1, 4, bis er die Gerade 1, 2 in 4 schneidet, zieht 3, 4, und verlängert diese Linie so lange, bis sie die aus 2 gezogene Verticale in 5 schneidet, so ist 5 der Mittelpunkt des Bogens 4, 2.

Stellt man ein Stück der krummen Oberfläche des Wehres nach einem größern Maßstabe vor, und ist 2, 3 die Geschwindigkeit des von 1, 2 herabstürzenden Wassers, so ist die Seite 2, 5 des Kräfteparallelogramms jene Geschwindigkeit, welche das Wasser nach dem Aufsprall auf die schiefe Ebene 2, 7 noch behalten wird. Ist 2, 6 gleich 2, 3, so ist 5, 6 der erlittene Verlust. Bey krummen Linien sind aber die Theile 1, 2; 2, 7; 7, 8 und die Winkel 3, 2, 6 unendlich klein; folglich sind die Verluste (weil $5, 6 = \text{Quer-Sin. } 3, 2, 6$ ist) unendlich kleine Größen der zweyten Ordnung. Mit andern Worten: das über solche, nach einer Sinusoide geformte Wehre herabstürzende Wasser verliert nicht das Mindeste von seiner Geschwindigkeit; es kann folglich, weil die Strömung zuletzt wirklich horizontal wird, auch keine Kraft haben, vertical abwärts zu wirken, oder zu wühlen. Dennoch muß hinter dem Wehre dafür gesorgt werden, daß das herabstürzende, an das sich träger bewegende Hinterwasser anstoßende, also aufschwellende Wasser hier keine Kolke auswasche, die zwar nie so tief wie bey andern Ueberfällen werden können, aber doch Besorgnisse erregen würden (§. 231).

Von den Durchlässen.

§. 153. Fallen, wie dieß nicht anders möglich ist, von Zeit zu Zeit Reparaturen an dem Wehre vor, oder will man aus andern Ursachen das aufgestaute Wasser auf einige Zeit ablaufen lassen, oder sind endlich die Ufer oberhalb des Wehres so niedrig, daß bey dem Hochwasser Uberschwemmungen zu befürchten wären, so leisten Durchlässe sehr wesentliche Dienste. Es sind dieß 4, 6 oder 8 Schuh weite, bis auf das Flußbette herabreichende Oeffnungen oder Lücken in dem Wehre, welche man gleich bey Erbauung desselben an einem, oder besser, an beyden Ufern aussparet, und sie entweder mit Schützen nach Fig. 5, S, oder mit Einlegpfosten Fig. 15, B, oder bey mehr als 8 Schuh Breite, mit wirklichen Einlegbalken verschließet, deren Gesamthöhe der Höhe des Wehres gleich ist. Tritt nun Hochwasser ein, so hebt man jene Schütze durch Hülfe der daselbst befindlichen Gabel j, oder zieht jene Einlegpfosten oder Balken durch Hülfe des Hafens h einen nach dem andern heraus, und das Wasser läuft ab, ohne die Ufer zu überrinnen.

Tritt das Hochwasser aber zur Nachtzeit ein, so könnte es wohl geschehen, daß die Hülfe zu spät käme. Hier sind nun

§. 154. Drehschützen Fig. 13 zu empfehlen, welche das Hochwasser von selbst öffnet. M ist Grundriß, N Querschnitt, O Längenschnitt. Die Drehschütze O bewegt sich, wenn ihre Höhe 12, und

Fig.
13.
R.

Fig.
13.
M.
N.O.

¹⁾ Siehe §. 455, I. Theil.

ihre Breite 4, 6 oder 8 Schuh nicht übersteigt, um eine 16, 20 oder 24 Linien dicke, eiserne verticale Achse, die nicht ganz in der Mitte der Schütze angebracht ist. Der mit dem Wehr gleich hoch gehaltene Flügel m ist breiter, als der höhere n. Ist nun das Wasser nur etwas höher als das Wehr, so ist der Druck auf m größer, als der Druck auf n; und folglich bleibt die Schütze, welche links einen Anschlag hat, zu. Steigt aber das Wasser, so wird das Moment des Druckes auf den Flügel n größer, als das Moment des Druckes auf den zwar etwas breiteren, aber niedrigeren Flügel m, und die Schütze öffnet sich. Eine kleine Stoßschwelle an der Bettung hindert das Thor, sich weiter als bis zur Mitte zu öffnen; das oben angebrachte Sperr-Rad aber macht es dem Wasser unmöglich, die einmahl geöffnete Drehschütze wieder zuzumachen, welche Schließung durchaus nicht ihm, sondern dem Eigenthümer des Wehres überlassen bleiben muß. Nennt man die Höhe des Wehres = a, die Höhe des Wassers, bey welcher man die Drehschütze geöffnet haben will, = b, die Weite des Durchlasses = c, die Breite des schmälern aber höhern Flügels = x, und setzt die Momente des beyderseitigen Druckes bey dem Wasserstande b in Hinsicht der Achse, um welche die Bewegung geschieht, einander gleich; so erhält man für den Fall des Gleichgewichts nachstehende Gleichung: $\frac{a(c-x)^2 (b-\frac{a}{2})}{2} = \frac{x^2 b^2}{4}$, welche,

wenn sie aufgelöst wird, auf folgende, sehr einfache Verzeichnung leitet: Man halbiere a in 1, und b in 2, ziehe 1, 4 und 2, 5 gleichlaufend mit c, beschreibe aus 2 mit $\frac{b}{2}$ den Halbkreis o, 4, 9, mache 5, 6 = 3, 4, vereinige 6 mit 9, und ziehe 5, 7 gleichlaufend mit 6, 9, so ist 7, 9 = x, also der Punct 7 die Stelle, wo die eiserne Achse angebracht werden muß; es versteht sich, für den Fall des Gleichgewichts. Soll dieses jedoch gestört werden, das heißt, soll Bewegung erfolgen, so stelle man die eiserne Spindel nicht mitten auf, sondern links an den Punct 7, und mache zum Ueberflusse den schmalen Flügel n höher als b, und zwar so hoch, als es die jedesmahligen Umstände erlauben.

§. 155. Die Drehschütze selbst wird aus drey Lagen Brettern, wovon jedes einzelne so dick als die eiserne Achse ist, gefertigt. Die Bretter der mittleren Lage sind vertical, die der beyden äußern Lagen aber horizontal. Alle drey werden durch verkeilte hölzerne Nägel (§. 69) mit einander verbunden, und an beyden Hirnseiten mit starkem Kupferblech beschlagen. Zur Verminderung der Reibung können metallene Pfannen mit converem Boden empfohlen werden, worin der Zapfen läuft.

§. 156. Drehschützen mit horizontalen, eisernen Spindeln leisten dasselbe. Man mache sie so breit wie den Durchlaß, so hoch wie b, und ordne die horizontale Achse in einer Höhe vom Boden an, welche nicht ganz dem dritten Theile von b gleich ist.

Ließe sich die Vorrichtung, welche zum Wiederaufrichten der vom Hochwasser niedergelegten Drehschütze unumgänglich nöthig ist, sehr vereinfachen, so wäre diese Art empfehlenswerther, als jene mit verticalen Achsen.

§. 157. Schlußlich muß die Bemerkung hier beygefügt werden, daß, wenn man von diesen sich selbst öffnenden Schützen Nutzen haben will, die Bettung unter und vor der Schütze stets rein erhalten werden müsse. Es ist daher rathlich, alle Tage Abends derley Schützen eine viertel Stunde lang, nicht ganz, sondern nur etwas, zu öffnen, damit das Wasser selbst allen Schlamm wegschwemme, der sich etwa vor die Schütze abgelagert haben könnte.

c) Von den Freyarchen.

§. 158. Wehre mit vielen Durchlässen heißen Freyarchen. Sie setzen wohl verwahrte Ufer, oder eine sorgfältige Einwurzelung, allemahl aber einen soliden Unterbau voraus, worauf sie errichtet werden, und der von einem Ufer zu dem andern quer über das ganze Flußbette reicht (§. 229).

Fig. 34. Steinerne Freyarchen Fig. 34 bestehen daher aus einer 3 bis 4 Schuh dicken Masse liegenden

Mauerwerkes a, b, auf welcher mit Quadern verkleidete Pfeiler c erbaut werden, welche wenigstens 2 Reihen Falze oder Coulissen 1, 1, und 2, 2 erhalten, in welche die Einlegbalken oder Poutrelles Fig. 15, B eingelegt werden. In die erste Reihe 1, 1 Fig. 34 werden die Balken wirklich eingelegt, in die zweyte Reihe 2, 2 aber nur dann, wenn an der erstern Balkenreihe Reparaturen oder Aenderungen vorkommen.

Beträgt die größte Wasserhöhe 15, und die lichte Pfeilerentfernung 12 oder 15 Schuh, so müssen diese Balken nach §. 70 beynähe 8 oder 9 Zoll dick gemacht werden. Um sie heben oder einlegen zu können, läuft von einem Pfeiler zu dem andern oben ein leichtes, hölzernes Gerüste, welches man Brücke nennen kann; bey einer geringen Pfeilerentfernung genügen zu diesem Behufe einige dicke Pfosten. Soll jedoch die Freyarche zugleich die Stelle einer wirklichen Brücke vertreten, so müssen die Pfeiler, welche man (ohne Vorkopf und Hintertheil) sonst nur so lang als hoch macht, eine dieser doppelten Bestimmung angemessene Länge erhalten, die Coulissen 1, 1, und 2, 2 aber so weit rechts und links hinausgerückt werden, daß weder die Passage durch den Dienst an den Einlegbalken, noch dieser durch jene beirret werden möge. Endlich muß noch bemerkt werden, daß die in Fig. 34 hinter den Pfeilern angeordnete Sinusoide d e hier nicht schlechterdings nothwendig sey.

Von den Spühl=Cloaken.

§. 159. Ableitungs=Canäle, welche von Zeit zu Zeit durch das aufgestaute Wasser eines nahen Flusses ausgespühlet werden können, verdienen in ökonomischer und in Sanitäts=Rücksichten vorzügliche Beachtung. Sie heißen Spühl=Cloaken. Das Detail der gewöhnlichen Ableitungs=Canäle wurde bereits im II. Thl. §. 189 abgehandelt; hier erübriget sonach nur, die, den Wasserbau angehenden, Eigenheiten dieser merkwürdigen Art von Canälen durch eine gelungene Ausführung zu erklären.

In einer neu erbauten böhmischen Festung benützte man den Umstand, daß der vorbeystießende Strom, anderer Zwecke wegen, durch eine vorzüglich schöne Freyarche, beynähe kostenlos aufgestaut werden kann, dazu, sämtliche Ableitungs=Canäle durch das Wasser ausspühlen zu lassen. Fig. 15, A zeigt die ungefähre Anordnung des ganzen Canal=Systems im kleinen Maßstabe. a ist der Wassereinfluß, b der Auslaß; beyde müssen mit starken eisernen Gittern versehen werden, weil ohne diese Vorsicht, Gauner durch die Canäle in die Abtritte, und folglich in das Innere der Häuser gelangen könnten. Nebstbey muß a sowohl als b entweder durch eine Schütze, oder durch Einlegpfosten B versperret werden können, um den Wasser= Ein= und Auslaß daselbst reguliren zu können. Im Innern der Canäle sind Thüren von Eichenholz angebracht.

§. 160. Fig. C zeigt die Stelle c von Fig. A in größerem Maßstabe. Soll z. B. der Canal d ausgespühlet werden, so hemmt der Canal=Räumer zuerst den Wasserstrom im Haupt=Canale durch das Herablassen der Schütze a, und bringt die eichene Thüre 1, 2 in die Lage 1, 3. Deffnet er nun wieder a, so strömt das Wasser von a nach d, und spühlet allen Unrath weg, den die Canal=Räumer früher mit Krücken aus den kleinern Seiten=Canälen in den Canal d gezogen hatten. Ist d ausgewaschen, so wird a gesperrt, die Thüre 1, 3 wieder in die Lage 1, 2 gebracht, eine andere Thüre und die Schütze a geöffnet, und hierdurch ein anderer Canal ausgespühlet; denn jeder Quer=Canal hat seine eigne Thüre.

§. 161. Das Gefälle anbelangend, so wurde bereits im §. 190, b. II. Thl. gesagt, daß jeder Ableitungs=Canal mit $\frac{1}{2}$ Zoll auf die Klafter hinlänglichen Fall habe. Er hängt übrigens von der Localität ab, und ist unabänderlich. Auch läßt sich hierüber nichts anders sagen, als: Jedem Canale den möglichst größten Fall zu geben. Aber folgenden Zusatz dictirt die Erfahrung: Man leiste auf Spühl=Cloaken Verzicht, wenn die längsten Canäle nicht wenigstens auf jede Klafter $\frac{1}{3}$ Zoll Fall erhalten könnten.

Fig.
15.
A.
B.

Fig.
15.
C.

§. 162. Endlich verdienen die Soupiraux noch ein paar Worte. Es ist tadelnswerth, Canäle zu bauen, und karg mit diesen zu seyn. Je weniger Soupiraux, je träger verläuft sich das Regenwasser.

Frägt es sich: Wie weit ein Soupirail von dem andern entfernt werden dürfe, so muß man den einfachsten Fall, nämlich ein vollkommen horizontales Erdreich annehmen. Es sey Fig. 15. $D. mn = 24$ Schuh; $upcq$ sey der Querschnitt der Straße da, wo sich Soupiraux in p und q befinden; $umcnv$ aber das Straßen-Profil gerade in der Mitte zwischen zwey Soupiraux. Also sind m und n die höchsten Punkte der Rigols, oder ihre Wasserscheiden, p und q aber die tiefsten Punkte derselben. u und v hält man immer um einen Zoll höher als m und n . Der Bogen mcn wird, damit der Wasserablauf noch leicht geschehen könne, nach §. 442, I. Thl. mit einem Halbmesser, welcher der fünffachen Straßenbreite mn gleich ist, beschrieben; der Halbmesser von pcq aber darf, wenn up nicht gar zu abschüssig ausfallen soll, durchaus nicht kleiner, als $\frac{1}{3} mn$ angenommen werden. Wäre also x der Mittelpunkt von pcq , so wäre $px = 3 \times 24 = 72'$, $po = 12'$, also $ox = \sqrt{72^2 - 12^2} = 70,99'$, und $co = cx - ox = px - ox = 1,01'$. — Auch ist $co = \text{Quer: Sin. } pc$. Sucht man nun ganz auf die nämliche Art den Quer: Sin. von mc , so findet man ihn $= 0,61'$. Dieser von jenem abgezogen, gibt $mp = 0,4' = 4,8''$ oder rund $= 5$ Zoll. Also fällt die Rigole von m nach p , das heißt, von jeder Wasserscheide gegen das nächste Soupirail auf jeder Seite 5 Zoll, und folglich darf kein Soupirail von dem andern weiter als 30 Klafter entfernt werden, weil der geringste Fall einer Rigole 4 Linien auf die Klafter beträgt. Ueberlegt man nun, daß diese Untersuchung lauter Extreme voraussetzt, und daß es nicht klug ist, in der Ausübung sich aus Kargheit immer an die beschränktesten Angaben zu halten, so dürfte folgen, daß jene Entfernung von 30 Klaftern in der That als ein Maximum zu betrachten sey, welches nie, weder auf horizontalem Erdreich, noch auf geneigtem Boden überschritten werden sollte.

Von den Wasserleitungen.

§. 163. Es gränzt an Uebertreibung, was die Geschichte uns von den Wasserleitungen der Alten, namentlich von jenen der Römer erzählt ¹⁾; und hätten sich nicht bis auf unsere Zeiten noch Ueberreste von diesen ungeheuern Werken erhalten, Frontins Tractat: de aquaeductibus urbis Romae commentarius würde eine Märchensammlung genannt werden ²⁾. Bey so mangelhaften Kenntnissen, wie die Alten von den Gesetzen der Hydraulik gehabt zu haben scheinen, wird ihre Verwegenheit, solche Riesenwerke zu unternehmen, noch unerklärbarer.

Die Wasserleitung von Spoletto, etwa 30 deutsche Meilen nördlich von Rom, deren Erbauung jedoch dem Könige der Ostgothen Theodorich zugeschrieben wird, besteht aus neun sehr hohen Pfeilern, jeder von 21 Schuh Breite, und 15 Schuh Dicke, welche oben durch gothische Schwibbögen mit einander verbunden sind, worauf sich das Gerinne befindet. Sie ist 307 Fuß, also über ein und fünfzig Klafter hoch! —

Die weitesten Bögen hat der von Trajan erbaute Aquäduct bey Lissabon; es sind deren zwey und dreyßig, jeder von 89' 10" 9''' Spannung; seine größte Höhe beträgt 206 Schuh, 4 Zoll.

¹⁾ Plinius (B. 36. C. 24. §. 10) sagt: Betrachtet man jene Fülle des Wassers zum öffentlichen Gebrauche in Bädern, Häusern und Gärten, jene, durch weite Strecken fortgeführten Bögen, jene durchgrabenen Berge, jene ausgefüllten Thäler etc. so muß man gestehen, daß nichts Bewundernswürdigers in der ganzen Welt sey.

²⁾ Art. 16 p. 58 wirft Frontin die Frage auf: Ob man es wohl wagen könne, die ägyptischen Pyramiden, oder die so hoch gepriesenen Gebäude der Griechen mit ihnen zu vergleichen.

16. Doch sind diese großartigen Werke, der Anordnung nach, immer noch einfach und verständlich. Aber es gibt deren auch, wo man nicht recht begreifen kann, warum sie so, und nicht wie jene erbaut worden sind. So hat z. B. der noch ziemlich wohl erhaltene Aquäduct von Nismes ¹⁾ in Süd-Frankreich Fig. 16 drey Reihen Bögen über einander. Von der obersten Reihe sind zur Stunde noch 35 vorhanden; jeder Bogen hat 16 Schuh 11 Zoll Spannung. Auf diesen Bögen ruht das eigentli- che Gerinne a; es hat am Boden nur $2\frac{1}{2}$ Schuh zur lichten Weite. Die zwey untern Bogenreihen haben viel größere, aber ungleiche Spannungen. Jeder Bogen der mittlern Reihe besteht, seiner Breite nach, aus drey gleichen Gewölbsteinen, so, daß derselbe eigentlich aus drey einander zwar berührenden, aber nicht miteinander verbundenen Schwibbögen besteht. Die unterste Bogenreihe hat deren sogar vier. Endlich ragt noch jeder sechste Gewölbstein (vom Anlauf an gerechnet) fast um zwey Fuß über den Unterbogen vor. Man vermuthet, sie haben zur Unterstützung der Bogengerüste, und zu Reparaturen gedient. Die an die untern Bögen angelehnte Brücke b ist ein neueres Werk, welches Pitot auf Befehl der Stände von Languedoc im Jahre 1740 erbaute ²⁾.

Abgesehen von der Kostspieligkeit solcher Werke, so eignen sie sich für die nördlichen Provinzen durchaus nicht, weil sie im Winter zufrieren. Hier können nur

§. 164. Röhrenleitungen entsprechen, welche vier bis fünf Fuß tief in die Erde eingegraben, über Berg und Thal, ohne jene Arcaden, fortgeführt werden können, und außer allem Vergleich wohlfeiler sind. Wie die einfachsten hergestellt werden sollen, mußte bereits im ersten Theile abgehandelt werden, weil die Kenntniß: Wohngebäude, Ziegelschläge zc., mit dem nöthigen Wasserbedarf zu versehen, so wenig wie das Graben der Brunnen, bis hierher verschoben werden konnte. Die folgende Abhandlung hingegen (welche jedoch das Nachlesen jener von §. 517 bis 526, I. Thl. voraussetzt) hat zur Absicht, Wasserleitungen größerer Art anordnen und ausführen zu lernen. Hier zuerst

§. 165. Von dem Wasserbedarf. Soll eine Wasserleitung allen, sogar den unbillig scheinenden Forderungen Genüge leisten, so muß sie binnen 24 Stunden $\frac{3}{5}$ Kubikfuß Wasser für jede Seele der Bevölkerung liefern. Zu Paris, welches sich (weil es dort keine Brunnen gibt) bloß mit zugeführtem Wasser behelfen muß, also in vorliegender Untersuchung eine sehr entscheidende Stimme hat, rechnet man nämlich pr. Kopf 20 Litres, oder $\frac{1}{50}$ Kubikmètre ³⁾, also beynah $\frac{3}{5}$ Pariser Kubikfuß, oder $14\frac{1}{2}$ Wiener Maß täglich. Ein Wiesenbach von acht Zoll Breite und vier Zoll Tiefe, welcher in einem muldenförmigen Bette (dessen Profil also nur $\frac{1}{6}$ Quad. Fuß Flächeninhalt haben kann) mit der sehr mäßigen Geschwindigkeit von zwey Fuß in der Secunde fortrinnt, liefert folglich so viel Wasser, daß acht und vierzig tausend Menschen verschwenderisch damit versorgt werden können; denn zur Befriedigung der wirklichen Bedürfnisse genügt der siebente Theil (§. 182).

§. 166. Von der Wasserprobe wurde bereits im §. 518, I. Thl. das Nöthige gesagt. Bey großen Wasserleitungen aber lohnt es sich schon der Mühe, das zu benützende Wasser chemisch analysiren zu lassen. Wem dieß zu umständlich scheint, der lasse wenigstens in einem reinen, irdenen Gefäße einige Maße so lange sieden, bis sie beynah verdunstet sind, und streue in den Rückstand fein gepulverte Galläpfel, oder tröpfle allmählig oleum tartari (Weinsteinöhl) hinein. Ändert sich die Farbe, so hat das Wasser Säuren, die es zum Genuße wenigstens untauglich machen. Das leichte

¹⁾ Pont du Gard.

²⁾ Um neu und alt nicht zu vermengen, wurde sie in Fig. 16. nur punctirt.

³⁾ Siehe die vierte Abhandlung in Hagen's Beschreibung neuer Wasserbauwerke, Königsberg 1826, Seite 143.

Auflösen der Seife, das Weichkochen der Hülsenfrüchte, der Gesundheitszustand jener Leute und Thiere, die schon früher und lange aus dem Bache getrunken haben zc., darf zu beachten nie unterlassen werden.

Angenommen, es hätten sich Quellen gefunden, welche hinlänglich und gesundes Wasser geben, so pflanzt man rechts und links an ihren Ufern sehr dichte, den Sonnenstrahlen sowohl, als Thieren und Menschen undurchdringliche Hecken, leitet die einzelnen Quellen in ein gemeinschaftliches Flußbettchen zusammen, und führt dieses bis zur

Fig. 17. S. 167. Wasserkläre Fig. 17, A und B. Hier läuft das Wasser durch einen Steinhäufen a in das kellerartige Häuschen b, durchrieselt eine möglichst reine Quarzsandlage c, läßt in selber alles Erdige zurück, und tropft durch die Oeffnungen o, o, o in das Becken d ¹⁾. Von hier an leitet man das gereinigte Wasser in einen gemauerten, mit flachen Steinen, und wenigstens 3 Schuh Erde überdeckten Canal e unterirdisch weiter. Derselbe muß im Lichten wenigstens 18 Zoll breit, und 24 Zoll hoch gemacht werden, damit ein Mensch in kriechender Stellung sich in denselben fort bewegen, und das eigentliche, im vorigen Beispiele (dem wir treu bleiben wollen) 8 Zoll breite, und 4 Zoll tiefe muldenförmige Gerinne im Erforderungs-falle reinigen könne. Soll das Wasser in demselben mit der im Beispiele angenommenen Geschwindigkeit von zwey Fuß fortrinnen, so muß es nach der Cytelweinischen Formel S. 25 ein Gefälle von 3 Fuß auf 1000 Fuß Länge bekommen. Wäre das Gefälle geringer, so müßte dem Profile des Gerinnes mehr Flächeninhalt gegeben werden. Damit jeder Ueberfüllung desselben, die bey feuchter Witterung immer eintritt, vorgebeugt werde, ist es rathlich, oben bey p Fig. 17 eine seitwärtige Oeffnung anzuordnen, welche das unnöthige Wasser, wo immer hin, ableitet. Auch soll man, eben deßhalb, der Einlaßöffnung a nicht viel mehr Flächeninhalt als dem Profile des Gerinnes zugestehen, und daher schon vor ihr auf eine Ableitung des Ueberflusses denken.

Fig. 18. S. 168. Wie lang dieser unterirdische Canal e werden soll, läßt sich nicht bestimmen, denn es hängt lediglich von den Umständen ab. Aber nie entferne man sich ohne Noth von der geraden Linie. Ist man jedoch hierzu gezwungen, so muß es bogenartig, und in möglichst sanfter Krümmung geschehen; denn die Geschwindigkeit der Strömung wird durch jähe Wendungen sehr beeinträchtigt. Wenigstens alle hundert Klafter ordne man auf der Erdoberfläche sichtbare Einsteiglöcher an, die man mit durchlöcherten Steinplatten überdeckt, damit die Luft im Canale strömen und sich erneuern könne.

Fig. 18. S. 169. Im Wasserschlosse Fig. 18, C und D geschieht die Vertheilung in die verschiedenen Röhren. Jener unterirdische Canal e ergießt sich nämlich bey f in die obere Hälfte g dieses Wasserbehälters, welche von seiner untern Hälfte h durch eine dünne Wand i geschieden ist. Die Ruhe, welche das Wasser hier genießt, macht es möglich, daß es sich durch einen Niederschlag alles dessen entledigen könne, was ihm (jener mechanischen Durchseihung durch die Quarzsandlage ungeachtet) doch noch beygemischt seyn sollte. Das über die Scheidewand i in die untere Hälfte h überrinnende Wasser kann daher als für seine Bestimmung hinlänglich gereinigt betrachtet werden.

Aus diesem Wasservorrathe h nun werden die Röhren gespeiset. Jede einzelne ist an ihrer Einmündung mit einer fein durchlöcherten Kappe k, und mit einer gut schließenden Pipe versehen, deren innere Einrichtung durch das Detail F verständlich zu machen versucht wurde. Man ist hierdurch in den Stand gesetzt, viel oder wenig Wasser in jede Röhre einströmen zu lassen. Die Oeffnung p Fig. C verhütet jede Ueberfüllung des Behälters; die wohl versperren untern u, u dienen zum Ablassen desselben während der jährlichen Reinigung.

¹⁾ Das technische Detail dieses Häuschens sowohl als der folgenden Werke ist aus den Figuren, vorzüglich aber aus S. 188 zu entnehmen.

§. 170. Die Röhren werden in einem vier oder fünf Fuß tiefen, und zwey bis drey Schuh weiten Graben ohne weiters auf die Sohle gelegt, und gehörig mit einander verbunden. Ist dieß geschehen, so schüttet man den Graben wieder zu, stößt die Erde möglichst fest, und Niemand ahnet, daß hier eine Wasserleitung besteht, so lange nämlich keine Reparaturen vorkommen. Auf freyem Felde nun verschlägt das Wiederausgraben der Röhren freylich nicht viel; aber in gepflasterten, vorzüglich in sehr belebten Straßen ist dasselbe so störend, und eben des Pflasters wegen, so kostspielig, daß man jenes Legen der Röhren hier durchaus nicht empfehlen kann; außer man macht die Röhren so übermäßig weit, daß sie sich nie verstopfen, und Inkrustationen (von denen keine Röhrenart, hölzerne ausgenommen, verschont ist) ihnen nicht viel schaden können. Es versteht sich, daß die Röhren selbst von gutem Materiale erzeugt, und so fest seyn müssen, daß der Druck des Wassers sie nicht zersprengen könne.

Wie weit die Inkrustation gehen könne, lehrt folgende Thatsache: Als in den Jahren 1820 u. die über das Glacis der Stadt Wien laufenden Röhrenleitungen (der fortificatorischen Veränderungen wegen) ausgegraben, und nach andern Richtungen gelegt werden mußten, fand man einzelne Röhren, die, obwohl sie 3 Zoll zur Weite hatten, dermaßen mit festem, beynähe in Stalaktit übergehenden Kalktuf incrustirt waren, daß dem Wasser zu seiner Strömung kaum eine Oeffnung von einem Quadratzoll Querschnitt übrig blieb.

§. 171. Die Weite der Röhren also muß nicht bloß dem Bedürfnisse angemessen werden, sondern muß bedeutend größer seyn. Zugegeben, daß nicht jede Wasserart so viel Stoff zu Inkrustationen enthalte, und nicht jede Röhrenart sie so begünstige, wie dieß in Wien der Fall war, und ist; so wird doch auch zugegeben werden, daß die empirische Regel: den lichten Durchmesser einer jeden weiten Röhre um einen Zoll größer, als die Rechnung gibt, anzunehmen, schwerlich von einem unbefangenen Praktiker getadelt werden dürfte.

Aber auch diese Rechnung darf nicht nach den strengsten Regeln der Hydraulik gemacht werden. Es genügt nämlich vollkommen, die Summe der Querschnitte sämtlicher Röhren dem (ohnehin nur einige Quadratzolle enthaltenden) Querschnitt jenes gemauerten Gerinnes gleich zu machen, den hiernach ausgemittelten Durchmesser jeder einzelnen Röhre aber alsdann noch um einen Zoll zu vergrößern. Allerdings erhält man hierdurch sehr weite Röhren, und zwar so weite, daß die Geschwindigkeit des mittleren Wasser-Cylinders (nämlich ohne die ihn ringsum einhüllende, $\frac{1}{2}$ Zoll dicke, vielleicht nicht strömende Wassermasse zu rechnen) von der Reibung keine beachtungswerthe Verzögerung erleiden kann. Man braucht sogar für den äußersten Fall (wenn nämlich der Ausguß der Röhren nur gleich hoch mit der Saugkappe k Fig. 18, C wäre, die Leitung also gar kein Gefälle hätte), wegen der Strömung des mittlern Wasser-Cylinders nicht in Sorgen zu seyn; denn die Druckhöhe kh , das ist, die Höhe des Wasserspiegels h über jener Kappe k reicht hin, die im Beyspiele angenommene, sehr mäßige Geschwindigkeit von 2 Schuh zu erzwingen. Ist aber viel Gefälle vorhanden, so nimmt die Geschwindigkeit (welche sich theoretisch leicht ausmitteln läßt) allerdings bedeutend zu, und folglich dürfte man glauben, könne das Profil der Röhren bedeutend abnehmen? Wem es nun um recht wohlfeile Röhren zu thun ist, der rechne. Aber sicher erhält er dann so winzige Röhren, die kein Mensch zu erzeugen vermag. Denn enge Röhren von Eisen fehlerfrey zu gießen, ist eine Aufgabe, die nicht jedes Hammerwerk löset. Ja auch nur hölzerne Röhren eng zu bohren, ist der Länge und folglich der Dicke des Bohrers wegen nicht thunlich.

§. 172. Die Dicke der Röhrenwände sollte eigentlich dem Wasserdrucke angemessen berechnet werden. Für die extremen Fälle muß dieß allerdings geschehen. Aber hat man bloß fehlerfreye Erzeugung und die Furcht vor dem Rost im Auge, so gebe man (mit Fancini) den gußeisernen Röhren von und unter 4 Zoll Weite 4 Linien, jenen von 6 Zoll Weite 5 Linien, und jenen von 8 Zoll Weite

6 Linien Metalldicke ¹⁾, lasse aber alsdann die einzelnen Röhren von einer solchen Länge gießen, als der Gußmeister es sich zu unternehmen getraut; denn von seiner Geschicklichkeit, und von der Güte des Roheisens hängt hier alles ab. Kurze Röhren können allerdings schwächer im Metalle werden; aber, weil sie in einander gesteckt, und hier verkittet werden müssen, so gewinnt man hierdurch nichts; denn je kürzer die Röhren, je öfter wiederholt sich dieses Ineinanderstecken sowohl, als die kostspielige Verkittung, und je schlechter wird die ganze Röhrenleitung. Endlich werden eiserne Röhren, die eine geringe Metalldicke haben, ganz unverhältnißmäßig früher vom Roste zerfressen, als metallreichere. Die in Horschowiz gegossenen, engeren Röhren der Albertinischen Wasserleitung in Wien sind 5½ Schuh lang, 2 Zoll im Lichten weit, haben 4 Linien Eisendicke, und stecken 4 Zoll in einander. Verkittet wurden sie nach Nr. 8, Tab. Nr. VIII. des ersten Theiles.

Hölzerne Röhren werden durch eiserne Büchsen wie die Röhren einer Pumpe verbunden. Die Holzdicke muß wenigstens eben so groß, als die lichte Weite seyn; und da letztere nach §. 525, I. Thl. unter keinerley Vorwand weniger als 3 Zoll haben darf, so folgt, daß hölzerne Röhren nur aus Stämmen erzeugt werden können, die am dünnen Orte über 9 Zoll Dicke haben. Ihre Länge beträgt 12 bis 15 Schuh.

§. 173. Die Wahl des Materiales zu Röhren ist sehr beschränkt. Die eisernen verrosten, die hölzernen verfaulen, die irdenen incrustiren sich wegen zu naher Verwandtschaft mit dem Incrustationsstoffe gar zu leicht, und sind unvermögend, dem Druck einer hohen Wassersäule zu widerstehen; die bleyernen endlich sind zu kostbar, und, wenn das Wasser von chemischen Auflösungen nicht vollkommen frey ist, auch ungesund. Dieser Nachteile ungeachtet wurden, und werden alle diese Röhrenarten häufig gebraucht, die hölzernen aber am häufigsten. In holzarmen Ländern zwar, wie z. B. in England, wo das Eisen um einen Spottpreis zu bekommen ist, wäre es Unsinn, keine eisernen Röhren zu verwenden. In Ländern hingegen, wo mehr Holz in den Wäldern verfault, als in den Ofen verbrannt wird, wie z. B. in der Nähe der Karpathen, sind hölzerne Röhren allein empfehlenswerth. Recht unbefangen gesprochen, so verdient diese Röhrenart überhaupt jene Verachtung nicht, welche sie in den neueren Zeiten getroffen hat. Daß sie nicht länger als zwanzig Jahre dauern, ist ein Vorwurf, der bey weitem nicht so schlagend ist, als jener: die irdenen und eisernen Röhren incrustiren sich. Wer das Ausgraben und neue Einlegen, und Wiederausgraben von solchen Röhren, das oftmahlige Aufbrechen des Straßenpflasters und dessen Wiederherstellung gesehen hat, und im Stande ist, sich sämtliche Auslagen, welche diese störenden Reparaturen gekostet haben mögen, zusammenzurechnen, der verdient Nachsicht, wenn er behauptet, daß irdene und eiserne Röhren den hölzernen nachstehen. Nur wenn jene eine sehr bedeutende lichte Weite (nach §. 171) erhalten, oder, wenn sie unter sehr befahrenen Straßen in gemauerten, 2 Schuh weiten, und 3 Schuh hohen Canälen gelegt werden (damit bey Reparaturen das Straßenpflaster nicht aufgebrochen werden darf), verdienen sie den Vorzug.

§. 174. Läuft die Röhrenleitung von einer Gasse senkrecht in eine andere, so wird das betreffende Knie, so wie alle andern Angüsse und ungewöhnlichen Ansätze aus sehr weiten und metallreichen Bleyröhren gemacht, welche etwas gebogen werden können; denn Gußeisen und Töpferwaare vertragen nicht die allermindeste Biegung. Wiche nun der Winkel des Knies nur um eine Kleinigkeit von dem Straßenwinkel ab, so wäre es unbrauchbar. Daher sind auch Röhren, die in einander gesteckt werden können, denen, die an einander geschraubt werden, in der Praxis vorzuziehen, weil bey diesen alles haarscharf passen muß, bey jenen es aber auf kleine Abweichungen eben nicht ankommt.

¹⁾ Grundsätze der bürgerlichen Baukunst von Milizia, II. Thl. Seite 255.

Läuft die Röhrenleitung Hügel auf, Hügel ab, so ist es nöthig, auf jenen Hügeln eine, von der Leitung aus der Erde hervorragende verticale, und oben offene Röhre anzuordnen, welche die Strömung des Wassers keineswegs beirrt, den sich häufig entwickelnden, und immer die Höhe suchenden Luftblasen aber einen Ausweg verschaffet. Umgibt man nun diese aufrecht stehende Röhre mit Mauern, so heißt dieses Häuschen

§. 175. Luftständertthurm. Damit keine Unreinigkeit in die Röhre fallen könne, biegt man sie oben etwas um.

Endlich sind zum Nachsehen von 40 zu 40 Klafter Spundlöcher anzuordnen. Es sind 2 Schuh weite, mit Mauern eingefasste brunnenartige Löcher, die unten in eine Grube ausgehen, oben aber mit einem schweren Deckel geschlossen werden. An die Röhre bringt man eine Pipe, oder auch wohl nur ein Loch an, und verstopft es mit einem Zapfen. Im strengen Winter muß Pipe und Röhre daselbst mit Stroh umflochten, oder Mist in diese Brunnenstube geschüttet werden. Denn hier, aber auch nur hier ist das Eingefrieren der Röhren allerdings möglich.

§. 176. Die Röhrkasten, Wasserbehälter oder Bassins, deren Grundriß, Ansicht Fig. und Querschnitt durch Fig. 20, A, B und C vorgestellt wird, empfangen das Wasser aus der Röhrenleitung Im durch eine vertical aufsteigende Röhre, welche mit einer Pipe n abgesperrt werden kann. Eine zweyte, oben mit einer Rose versehene Röhre p o schützt den Wasserbehälter vor Ueberfüllung, indem sie den Ueberfluß oben durch die Rose einschlürft, und unten bey o abtropfen läßt, wo er dann entweder in die Cloaken der Stadt abläuft, oder wieder in eine Röhre gefasset, und in Gärten zum Begießen, oder zu anderm technischen Gebrauche, nie aber zur Speisung eines zweyten Röhrkastens verwendet wird, oder — werden sollte.

Die oben mit einer verschließbaren Fallthüre versehene Stiege q dient zum Einsteigen in die ungeheure Brunnenstube r, welche den Arbeitern zu einem Magazine dienet. Hätte sie diese zufällige Bestimmung nicht, so wäre dieser äußerst kostspielige Hohlbau sehr tadelnswerth, weil eine viel kleinere Brunnenstube r in Fig. L ganz den nämlichen Dienst leistet.

§. 177. Mangelt es an Platz, so muß die Stelle des Röhrkastens durch einen Röhrenbrunnen Fig. 20, L, M und N vertreten werden, der nicht immer Wasser gibt, sondern nur, wenn bey s gedrückt, und hierdurch der metallene Pfropf t gehoben wird, wie solches durch das, nach dem doppelten Maßstab gezeichnete, Detail M, und durch das noch größere N ersichtlich gemacht wurde.

So viele Entschuldigung einzelne Röhrenbrunnen in engen Gassen auch immer verdienen mögen, so stehen sie doch selbst den kleineren Röhrkasten bey weitem nach, welche erst bey Feuersbrünsten Gelegenheit haben, ihren, so oft verkannten, Werth geltend zu machen.

§. 178. Endlich noch eine (aber sehr gedrängte) Anleitung, wie Druckwerke zu erbauen seyen; denn hier ist die Gränze zwischen Hydrotechnik und Maschinenbaukunst.

Kann das Wasser sich nicht selbst so hoch erheben, als jene Wasserbehälter es verlangen, so muß es durch ein Wasserrad abc, welches sich um seine Achse d bewegt, gewaltsam aufwärts gedrückt werden. Soll dieses Rad seinen Dienst geräuschlos und spielend verrichten, so wird an seine Welle d ein excentrisches Hebrad e von Gußeisen so befestigt, wie es das Detail I, von der Seite angesehen, lehret. Auf diesem Hebrad e läuft nun ein eisernes Laufrad f; sein Bolzen steckt in dem hölzernen Hebel fg, und dieser ist durch das Querstück 1, 2 mit dem zweyten Hebel h verbunden. Dreht sich nun das unterschlächtige Wasserrad abc um seine Achse d, und hat z. B. eine halbe Revolution gemacht, so hat sich auch das Hebrad e mit bewegt, und sein früher aufwärts gerichteter Durchmesser steht jetzt vertical abwärts. Das Laufrad f silt also auf der Welle auf, das Querstück 1, 2 ist in der Lage 3, 4, und der Kolben i des metallenen Stiefels k hat seinen tiefsten Stand erreicht. Setzt nun das Wasserrad abc seine Bewegung fort, so hebt das Hebrad e das auf seinem Umfang

fortgleitende Laufrad *f* immer höher und höher, bis es endlich seinen Culminations-Punct erreicht, und dann wieder sinkt, um abermahl gehoben zu werden. Die an dem Querstück 1, 2 befestigte Kolbenstange *ci* wird also, und zwar, was hier wichtig ist, vollkommen vertical abwärts und aufwärts bewegt, und folglich wird der Stiefel *k* entweder durch die Saugröhre *al* mit Wasser gefüllt, oder das in demselben enthaltene Wasser durch die Steigröhre *lm* seiner Bestimmung, nämlich dem Röhrenkasten zugetrieben. Somit ist geschehen, was verlangt wurde.

Fig. 20. §. 179. Soll das Wasser aber springen, so sind, wenn anders der Wasserstrahl *no* nicht intermittiren soll, in Fig. 19 drey Hebräder *e*, drey Laufräder *f*, und drey metallene Stiefel *k* erforderlich, die neben einander dergestalt angeordnet werden, daß, wenn ein Laufrad seinen höchsten Standpunct erreicht hat, schon ein zweytes im Begriffe steht, aufwärts zu steigen, während das dritte abwärts sinkt. Alle drey Stiefel müssen durch eine Communications-Röhre vereinigt werden, aus welcher erst die Steigröhre entspringt. Es sind hierzu eben nicht drey verschiedene Wasserräder *abc* erforderlich. Denn, zieht man aus *d* eine Verticale aufwärts, so muß nach dieser Linie das erste, nach *da* das zweyte, und nach *db* das dritte Hebrad, zwar eines von dem andern etwa drey Schuh entfernt, aber doch auf der nämlichen Welle angeordnet werden. Gerade darüber stehen die Stiefel *k*, deren Detail durch Fig. K, ihr linksseitiges Ventil aber im doppelten Maßstab durch Fig. L versinnlichtet wird.

Das in Folge hoher Haupt-Genieämthlicher Verordnung dd. Wien den 1. August 1816, Nr. 1636 von der Fortifications-Direction der Festung Josephstadt zur Versorgung der obern Festung mit dem ihr mangelnden weichen Flußwasser in dem Jahr 1817 wirklich erbaute Druckwerk wird von dem Rade eines cassirten Mühlenganges getrieben, hat jedoch einen andern Mechanism.

Von den Cisternen.

§. 180. Es sind wasserdichte Keller. Sie dienen zur Aufbewahrung des, von den Dächern der Gebäude aufgefangenen, von den Dachrinnen gesammelten, und durch Filtration gereinigten Regenwassers. In gut gebauten Cisternen hält es sich besser und länger, als das Trinkwasser in den Fässern der Seeschiffe.

Sie verdienen in ökonomischer Hinsicht den Vorzug vor allzu kostspieligen Wasserleitungen, und in Sanitäts-Rücksichten nicht selten den Vorzug vor manchem Brunnen. Denn, wenn auch nicht so frisch, doch gesünder wenigstens ist Cisternenwasser, als jenes der meisten Brunnen in niedrigen, sumpfigen, oder dem Meere nahe liegenden Gegenden. Auf Bergschlössern endlich sind Cisternen das sicherste Hülfsmittel, ihre Bewohner mit einer, für alle Fälle hinlänglichen Menge trinkbaren Wassers, das ihnen nie abgeschnitten werden kann, zu versorgen. Tiefe Brunnen sind zu kostspielig, und ihre nicht weniger kostspieligen Schöpfmaschinen zu vielen Zufällen unterworfen. Man denke sich die Verlegenheit der Besatzung einer, mit Eernirung bedrohten, oder belagerten Bergveste, wenn die Schöpfmaschine des ungeheuer tiefen Brunnens bricht, oder das, vielleicht einzige, Brunnenseil — abreißt¹⁾.

Fig. 21. §. 181. Entschließt man sich zu der Anlage einer Cisterne, so umgibt man die Dächer aller Gebäude ringsum mit 8'' weiten und 6'' tiefen, aus starkem Weißblech erzeugten Dachrinnen; leitet das gesammelte Regenwasser in mehreren 4 bis 6 Zoll weiten, cylindrischen Röhren an den äußern Seiten der Gebäude herab, und vereinigt dieselben unter der Erde in eine hinlänglich weite, irdene, oder gußeiserne Röhre *a*, die es auf eine Marmorplatte *b* ausspeyet, welche auf der 12 Zoll hohen Sand-

¹⁾ Château de Joux in der Franche-Comté, am 23. Febr. 1814.

lage liegt, die den ebenen Boden der möglichst langen Wasserkläre b c bedeckt. Dort zerfällt es, rieselt den ganzen Canal b c entlang in unzähligen Wasseradern durch die engen Zwischenräume des Quarzsandes durch, setzt alles Erdige ab, und tropft endlich krystallrein bey d in die Cisterne. Aus ihr saugt die Pumpe e.

§. 182. Die Größe der Cisterne hängt von dem Wasserbedarf ab. Daß jedoch hier nicht vom Ueberfluß oder von Verschwendung (wie §. 165), sondern nur vom wirklichen Bedürfnisse die Rede seyn könne, dürfte zugegeben werden.

Auf Seeschiffen rechnet man täglich $1\frac{1}{4}$ Barriques de Bordeaux auf 100 Mann, also pr. Kopf täglich 2 Wiener Maß ¹⁾. Die eine Hälfte dient zum Getränke, die andere zum Kochen; dieß ist die kargste bekannte Wasserausmaß. Für feste Plätze verlangt Cormontaigne in seinen Oeuvres posthumes ²⁾ zum Trinken, Kochen und Waschen pr. Kopf täglich $\frac{4}{10}$, Hoyer ³⁾ aber $\frac{1}{2}$ Kubikfuß oder 4 Wiener Maß ⁴⁾; und diese letztere Angabe wird durch eine vieljährige Erfahrung der Bewohner jener Vorstädte Wiens, die ihr Wasser kaufen müssen, also im Stande sind, hierüber Rechenschaft zu geben, als vollkommen hinreichend verbürgt; nur die Brot-Erzeugung ist hierbey nicht begriffen. Wird auch diese gefordert, so läßt sich aus §. 131, II. Thl. darthun, daß zur Befriedigung dieses und der vorigen, also aller wahren Bedürfnisse täglich $\frac{1}{2}$ Kubikfuß pr. Kopf mehr als genüge; selbst die Evaporation bedarf dann keiner Beachtung. Für 2 Kinder rechnet man so viel als für einen Mann, nämlich $\frac{1}{2}$; für ein Dienstpferd und für einen Schlachtochsen aber 1 Kubikfuß täglich ⁵⁾.

Mittelt man hiernach das jährliche Consumo aus, so erhält man den Kubikinhalte der Cisterne von der Sohle bis zum Anlauf des Gewölbes.

§. 183. Doch, es regnet nicht bloß einmahl im Jahre, sondern von Zeit zu Zeit, obwohl um die Aequinoctien mehr als sonst. Also, was an Wasser verbraucht wird, wird bald, spätestens aber nach einem halben Jahre wieder ersetzt; folglich darf man die Cisterne nur halb so groß machen. Denn wartet man ab, bis sie das erste Mahl ganz voll Wasser ist, ehe man aus ihr zu schöpfen anfängt, so kann sie nie leer werden. Der einzige Umstand, daß Feuersbrünste möglich sind, dürfte den Zusatz rechtfertigen: Nur den Kubikinhalte jener Cisternen auf die Hälfte zu reducirn, welche für feuer sichere Gebäude erbaut werden, oder denen man durchaus nicht mehr Kubikinhalte verschaffen kann.

§. 184. Die Menge des aus den Wolken als Regen niederfallenden Wassers wird gewöhnlich auf den Sternwarten durch das Nivometer gemessen. Es ist dieß eine horizontale, ringsum mit verticalen Rändern versehene Platte, die unter freyem Himmel steht, und das ganze Jahr hindurch alles Regenwasser auffängt, welches auf sie fällt. Dieses Letztere wird nach jedem Regen abgewogen. Aus dem Flächeninhalt der Platte, und der jährlich aufgefangenen Wassermenge fand man, daß es im Durchschnitt zu Paris jährlich $20'' 2'''$, zu Padua $33'' 5'''$, zu Vicenza $42'' 3'''$, zu Udine $71'' 1'''$, auf St. Domingo $150'' 0'''$, zu Upsala in Schweden aber jährlich nur $14'' 5'''$ regnet ⁶⁾. Das heißt: Blicke das Regenwasser (vom Schnee ist keine Rede) auf der Erdoberfläche stehen, ohne zu verdunsten, oder zu versinken, so stünde es zu Paris am Ende eines Jahres $20'' 2'''$ hoch.

¹⁾ Nach Nellenbrecher's Taschenbuch, Seite 302 und 304, geben 608 Bar. 2440 Wiener Eimer, also $1\frac{1}{4}$ Bar. = 200 $\frac{1}{4}$ Wiener Maß.

²⁾ Tome III. pag. 339.

³⁾ Siehe dessen Wörterbuch der Kriegsbaukunst, Artikel: Cisterne.

⁴⁾ Nach Tab. Nr. II., III. des I. Theiles enthält ein F. Kubikfuß Wasser fast 24 Wiener Maß.

⁵⁾ Zwar säuft ein Pferd viel weniger, aber die Reinlichkeitspflege compensirt den Ueberschuß.

⁶⁾ Siehe Neuf's Lehrbuch der Mineralogie III. Thl. I. Band, 281. Seite.

Aber die angegebenen Zahlen sind nur Durchschnittszahlen, die aus vieljährigen Beobachtungen gezogen wurden. Hier handelt es sich aber nicht um das arithmetische Mittel, sondern um eine seit Menschengedenken bekannte geringste Menge. Man dürfte sich daher wohl genöthigt sehen, jene 14'' 5''', das ist $\frac{6}{5}$ Schuh, als die für uns entscheidende Wasserhöhe anzunehmen; um so mehr, als es im Jahre 1691 selbst zu Paris wirklich nicht mehr als 14'' 5'' 3''' geregnet hat¹⁾.

Nennt man daher die Länge eines Gebäudes in Schuhen L, seine Breite B, so ist $\frac{6BL}{5}$ die Anzahl der Kubiffuß Regenwasser, die sein Dach (gleichviel, ob es ein hohes oder flaches ist) der Cisterne jährlich zu verlässig und wenigstens zuführen wird.

§. 185. Braucht die Cisterne mehr Wasser, als die Dächer geben, so müssen die Höfe ausbelfen. Man pflastert sie sorgfältig, hält sie möglichst rein, und leitet das auf sie fallende Regenwasser gleichfalls in die Cisterne. Daß für diesen extremen Fall die Wasserkläre b c länger, und zwar so lang als möglich gemacht, der ihre Sohle bedeckende Quarzsand aber oft gewaschen, oder besser, durch ganz frischen ersetzt werden müsse, dürfte von selbst folgen.

§. 186. Die Form der Cisterne ist am zweckmäßigsten cylindrisch, die Tiefe, vom Anlaufe des sphärischen Gewölbes abwärts, halb so groß als ihr Durchmesser. Auf diese Art wird die vom Wasser benehete Oberfläche der Cisterne ein Minimum, und folglich werden Wasserverlust, Versickerung, und die Erbauungskosten möglichst gering. Doch sollte die cylindrische Form schwer ausführbar scheinen, oder sonst unräthlich seyn²⁾, so erbaue man die Cisterne rechtwinkelig, und mache die Tiefe der halben Breite, diese aber der Länge gleich.

Würde das Gewölbe zu hoch, und folglich die Cisterne zu tief (was in sumpfigem Boden, oder z. B. in Venedig nicht gleichgültig ist), so mache man sie seicht, aber weit, stelle niedrige Pfeiler in dieselbe, und lasse die Gewölbe von diesen tragen. Die antike Cisterne zu Constantinopel hat nach Durand 224, nach Stieglitz aber gar 424 solche Säulen³⁾. Die Piscina mirabile zu Bajae ist 200' lang, 130' breit, und ihre Gewölbe ruhen auf 48 Pfeilern; zwey Stiegen, jede von 40 Stufen, führen auf ihre Sohle hinab.

§. 187. Die zweckmäßigste Lage einer Cisterne ist die Nordseite eines mit hohen Bäumen bepflanzten Bergabhanges, die Mitte eines schattigen Hofes, oder doch wenigstens die Nordseite eines hohen Gebäudes, wenn keine Canäle oder Senkgruben in der Nähe sind. Nie, unter keinerley Vorwande, aber bringe man Cisternen im Innern der Wohngebäude an; es wäre denn, daß die Mauern der Cisterne in gar keine Berührung mit den Fundamenten der Gebäude kämen. Muß es aber gleichwohl geschehen, so beachte man wenigstens, was im II. Thl. §. 204 gelehret wurde.

§. 188. Das technische Detail der Cisterne anbelangend, verweist man auf die Fig. 21. Die Gewölbs- und die Widerlagsdicke berechne man nach §. 239, verkleide die innern Wände der Widerlagen nach Fig. 156, A, B, I. Theil mit Quadern, oder doch wenigstens mit Platten, wie Fig. 159 es lehrt, und verkittete jene oder diese. Dem Boden f der Cisterne gebe man eine Dicke von wenigstens $1\frac{1}{2}$ Schuh, überlege ihn mit verkitteten Quaderplatten, und hülle die Widerlagen auswärts in eine 2 Schuh dicke Wand g von Podelgrund (I. Thl. §. 186) ein. Eine 12 oder 18'' dicke Lage h aus Trümmermauerwerk (I. Thl. §. 345) unter dem gemauerten Boden f der Cisterne dürfte dieselbe vollkommen wasserhältig machen. Die Erdbedeckung des Gewölbes betrage 3'.

¹⁾ Belidor's Ingenieurs-Wissenschaft, IV. Buch, 12. Cap. 86. Seite.

²⁾ Die praktische Unausführbarkeit der sphärischen Cisternen ist Ursache, daß ihrer zuvor nicht erwähnt wurde.

³⁾ Siehe dessen Encyclopädie der bürgerlichen Baukunst I. Theil, 505. Seite.

Die Wasserkläre *bc* anbelangend, so dürfte einleuchten, daß wohl ihre Länge, nicht aber ihre Breite der Reinigung des Wassers besonders zuträglich seyn könne. Jene muß daher wenigstens 25', diese mag etwa 2', die lichte Höhe dieses Canales aber 6 Schuh betragen. Seine Sohle sey vollkommen schrotwichtig mit Quaderplatten belegt, und der Ausfluß *d* ganz unten angebracht, damit auch der letzte Tropfen abrinnen könne. Es ist nicht gut, wenn das Wasser im Sande zurückbleibt. Damit aber dieser letztere nicht selbst in die Cisterne gespühlet werde, so ist es rätlich, hierzu nicht allzu feinen, sondern nur feinkörnigen Quarzsand von der Größe der Hirsekörner zu nehmen, ihn vorher sehr lange zu waschen, der Mündung *d* eine durch die Fig. versinnlichte Gestalt zu geben, und unmittelbar vor sie eine Lage groben Grand zu schütten.

Fig.
21.

Die Schöpfmaschine *e* ist gleichgültig, aber gut ist es, wenn sie doppelt ist. Zur Reinigung der Wasserkläre dient das Raumloch *i*; in die Cisterne selbst aber steigt man durch die mittlere Oeffnung *k* auf Leitern. Stiegen erschweren den Bau, und schaden der Einfachheit der ganzen Anordnung. Jenes Loch *i* und diese Oeffnung *k* werden mit 6 bis 8 Zoll dicken Quaderplatten bedeckt, die zum Aufheben mit starken eisernen Ringen, zum Abzug der Wasserdämpfe aber mit 4 oder 6 zwey Zoll weiten, runden Löchern versehen werden. Ohne die Leitern würde das Wasser bald dumpfig werden. Die Ueberfüllung der Cisterne verhütet die Oeffnung *p*.

§. 189. Man könnte diese Abhandlung hiermit schließen; dennoch erlaubt man sich folgenden Zusatz.

Nicht alle bestehenden Cisternen sind gut gebaut. Viele liefern dumpfiges, manche schlammiges, manche faules, stinkendes Wasser. Wie für die Zukunft abzuhelpfen, ist nicht der Zweck folgender Zeilen. Der gesunde Menschenverstand lehrt, daß man ohne Zeitverlust den technischen Zustand der Cisterne kritisch untersuchen, und alle Verstoße gegen das früher Vorgetragene nach Thunlichkeit verbessern müsse. Doch hierzu gehört Zeit, oft aber viele Zeit. Augenblickliche Abhülfe, welche der sich stündlich vermehrende Krankenstand gebietherisch verlangt, kann nur in der Verbesserung des vorhandenen Cisternenwassers gesucht werden. Isfording's militärische Gesundheits-Polizey lehrt, was zu thun, und dankbar copirt man diese Lehre ¹⁾. Man schaffe sogleich große Bottiche herbey, bedecke ihren Boden mehrere Zolle hoch mit klein zerklopfen Holzkohlen und eben so viel reinem Flußsand, gieße das aus der Cisterne geschöpfte Wasser darüber, rühre jene und dieses öfters um, und erlaube den Gebrauch des somit gereinigten Wassers erst dann, wenn es vollkommen klar geworden, und Sand und Kohle sich gesetzt haben. So oft eine neue Menge Wasser trinkbar gemacht werden soll, müssen frische Kohlen und frischer Sand in die Bottiche geschüttet werden ²⁾. Auf ein Faß Wasser genügen 8 Pf. Holzkohlen, wenn das Wasser nicht gar zu sehr verdorben ist. Für 30 Pf. wirklich faules Wasser aber braucht man 8 Pf. Kohlen, und erhält 28 Pf. trinkbares Wasser.

Störk ³⁾ rät, faules Wasser früher zu sieden, während des Sudes etwas Kalmus oder Wachholderbeere mit kochen zu lassen, und es öfters abzuschäumen.

Eine aus 2 Pfosten zusammengefügte, mit Kohlenstaub und Quarzsand gefüllte hölzerne Rinne dürfte, wenn das verdorbene Wasser nur in einem mäßig dicken Strahl dieselbe langsam durchläuft, die Stelle der in Fig. 21 mit *bc* bezeichneten Wasserkläre, für den Augenblick wenigstens, einiger Maßen ersetzen. Oder man belege den Boden irgend einer großen Kufe oder Bottich mit dicht geflocht-

¹⁾ Erster Band, Seite 430, 431.

²⁾ Die tapfern Vertheidiger des Schloßberges von Grätz, im Jahre 1809, waren in der Lage, sich auf solche Art helfen zu müssen.

³⁾ Siehe dessen medic. prakt. Unterricht für Feldwundärzte, dritte Auflage I. Band, Seite 11.

tenen Strohwürsten, schütte auf dieselben grobkörnigen, auf diesen aber eine dicke Lage feinkörnigen Sand und Kohlenstaub, bohre die Rufe unten seitwärts an, und verstopfe das Loch mit einer gewöhnlichen Fappipe.

Es ist gerathen worden, um das Wasser stets trinkbar zu erhalten, lebendigen Kalk in die Cisterne zu schütten, und zwar auf jede Tonne Wasser ein Seidel Kalk. Der Gesundheit ist dieser Zusatz durchaus nicht nachtheilig. Steinsalz leistet dasselbe.

Sehr mattes Trinkwasser wird durch Beymischung von $\frac{1}{4}$ Seidel Essig, oder $\frac{1}{2}$ Seidel Branntwein, oder 1 Seidel Wein auf jede Maß unschädlich und trinkbar gemacht.

Mehr über diesen Gegenstand zu sagen, würde selbst durch den Zweck dieses Lehrbuches nicht mehr entschuldiget werden können.

Von den Eiskellern.

§. 190. Ihre Benennung entspricht ihrer Bestimmung. Die Conservation der Lebensmittel, die Heilung mancher, vorzüglich Entzündungskrankheiten, und Verblutungen, und nur nebenbey Abkühlung des Getränkes veranlassen ihren Bau. In großen Städten hat jeder Fleischhacker seinen eigenen Eiskeller.

Nirgends verdient ihre Anlage mehr Beachtung, als an Orten, wo Cisternenwasser (welches immer wärmer als 10 Grad Réaumur ist) getrunken werden muß; in niedrigen, sumpfigen Gegenden aber sind sie wahrhaft Bedürfnis, denn hier gibt es in der Regel nicht einmahl gute Keller, die wenigstens auf Bergschlössern nicht fehlen.

§. 191. Für die Lage der Eiskeller schicken sich bloß schattige Orte, selbst wenn sie etwas entfernt von den Gebäuden seyn sollten. Nur von dem Grundgewässer darf ihre Sohle nie und auf keine Weise erreicht werden. Dieser Umstand macht ihre Anlage an Orten, wo ihr Vorhandenseyn gerade am nöthigsten ist, am schwierigsten. Man grabe also nur so tief, als das Grundwasser es erlaubt, aber so, daß die runde oder quadratförmige Grube unten immer enger als oben werde, belege den Boden mit 4'' dicken Pfosten, füttere die schiefen Wände mit trockenem Bruchsteinmauerwerk, besser aber (weil der Holzbau, der längeren Dauer des Eises wegen, den Vorzug verdient) mit starken eichenen Balken regelmäßig aus, und überdecke diese trichterförmige Grube mit einem sehr dicken Strohdach, oder mit einer massiven Balkendecke, die so fort mit Erde überschüttet, mit einer abschüssigen Rasendecke versehen, und ringsum mit Bäumen bepflanzt wird.

An der Nordseite bringe man einen 12' langen, schmalen, schlundartigen Eingang an, der außen mit einer starken verschalten, inwendig aber noch mit mehreren andern, dick und eng mit Strohwürsten benagelten Thüren verschlossen wird, damit es der warmen, äußern Luft erschweret werde, in die Eisgrube einzudringen. Nie öffne man eine zweyte Thüre, bevor nicht die zuvor geöffnete wieder zugemacht worden.

§. 192. Um das Thauwasser schnell zu beseitigen, grabe man in der Mitte der muldenförmigen Sohle eine 6' tiefe und weite brunnenartige Vertiefung aus, die man ringsum mit Mauerwerk verkleidet, oben aber mit einem engen, gitterförmigen, eichenen Roste überdeckt.

§. 193. Zum Einlaß des Eises wird an einem schicklichen Orte, zu dem die Wagen leicht gelangen und nahe anfahren können, eine 2' weite Oeffnung ausgespart, die, wenn sie ihrem Zwecke entsprochen hat, wieder versperrt und gut verwahret wird.

Bevor man das Eis schlichtet, werden Rost, Boden, und Wände 3 Zoll dick mit kurzem Wierstroh überdeckt, und erst hierauf das Eis so eng als möglich geschüttet, nöthigenfalls aber auch

gestoßen. Mangelt es an Eis, so muß reiner Schnee seine Stelle vertreten, den man sehr fest stampfen läßt.

§. 194. Die Größe der Eisgruben anbelangend, merke man, daß für große Festungen von circa 12000 Mann Besatzung zur Aufbewahrung aller, dem Verderben unterliegenden Approvisionnementen-Vorräthe für die Kranken sowohl, als für die gesunde Mannschaft wenigstens 4 Eisgruben, jede von 20' Durchmesser und 10' Tiefe für höchst nöthig erachtet werden¹⁾. Eine große Anzahl kleiner dürfte aber empfehlenswerther, als eine kleine Anzahl großer Eiskeller seyn. Ihren Platz erhalten sie in diesem Falle in den vollen Bastionen.

§. 195. Die Pariser Akademie der Wissenschaften hat in ihre Memoires²⁾ eine Abhandlung aufgenommen, welche lehrt, kleinere Quantitäten Wasser schnell, so kalt zu machen, wie sie in der Eisgrube werden würden; und zwar einzig und allein durch Bymischung von Salpeter oder Schießpulver. Streuet man nämlich allmählig in ein, z. B. mit 8 Pfund, das ist mit $3\frac{1}{2}$ Wiener Maß Wasser gefülltes irdenes, oder hölzernes (nicht aber kupfernes) Kühlbecken 1 Pfund ordinären, zerstoßenen Salpeter, so sinket seine Temperatur in 3 Minuten um volle 8 Grad Réaumur herab. Stellt man nun mit Getränke, Arzneyen oder Wasser gefüllte dünne Flaschen in dieses Becken, so erkalten auch sie bald, und bedeutend.

Der Salpeter ist nicht verloren; denn kocht man jene Salzlake, oder läßt sie an der Sonne verdunsten, so erhält man ihn ohne Abgang und ohne Verlust seiner Güte zurück.

Sühnt dieser §. nur ein einziges Mahl die, leider nicht seltene architektonische Sünde: Irgendwo auf die Anlage der Eiskeller vergessen zu haben³⁾; so ist sein Zweck erreicht, und die darauf verwendete Viertelstunde reichlich belohnt.

D r i t t e s B u c h .

Von der Fundirung im Wasser.

§. 196. Die dritte und letzte Abhandlung der Hydrotechnik lehret: Gebäude am oder im Wasser zu erbauen. Daß hier nur von der untern Hälfte der Gebäude, nämlich von ihren Fundamenten die Rede seyn könne, leuchtet ein; denn ihre obere Hälfte war entweder schon Gegenstand der frühern Abhandlungen, oder gehört, wie z. B. der aus dem Wasser vorragende Theil eines Brückenpfeilers, gar nicht einmahl vor das Forum der Hydrotechnik.

Die bisher bekannten Methoden, am oder im Wasser zu fundiren, reduciren sich alle darauf, die Baustelle vom Wasser zu befreyen; sey es nun, daß man durch eine kluge Wahl der Nothwendigkeit, das Wasser zu verdrängen, ausweicht, oder sich ihr unterzieht. So wurde z. B. die Theresienstädter Hauptrückschwelligungsschleuße früher erbaut, ehe noch der Rinnsal, dessen Wasser sie aufstauen sollte, gegraben war. Mit der neuen Taborbrücke hatte man die nämliche Intention; sie sollte früher in den Auen der Donau auf trockenem Boden erbaut werden, und erst nachher wollte man den neuen Durchstich ausheben, welcher diesen Strom unter ihr durchführen sollte.

Ist die Wahl der Baustelle aber nicht der Willkühr überlassen, dann erübrigt nichts anders, als das Wasser zu vermögen, oder zu zwingen, die Baustelle wenigstens so lange zu verlassen, als der Bau dauert. Sind die Local-Verhältnisse günstig, so läßt sich

¹⁾ Ecole du Génie. II. Mémoire, p. 27.

²⁾ Année 1756, p. 82. Die Abhandlung ist vom Abbé Nollet.

³⁾ Z. B. in einer belagerten Festung, wo Verblutungen und Entzündungskrankheiten an den Tagesordnung sind.

a) Durch Ableitung

Fig. 22. R. §. 197. Am sichersten helfen. Angenommen, es sey das Werk a zu erbauen. Nach §. 2, d. wählt man zu allen Wasserbauten die Zeit des niedrigen Wasserstandes, und beschleunigt gewöhnlich durch Tag und Nacht ununterbrochen fortgesetzte Arbeit den Bau dergestalt, daß das Werk bald über Null hervorrage; und somit das Schwerste überstanden ist. Nun läßt man sich mehr Zeit.

Gräbt man daher im vorliegenden Falle den Canal bc, und dämmt durch einen Hülfseich (Fig. 4, H), ohne Krone das Wasser bey b ab, so veranlasset man hierdurch dasselbe, von b nach c, und von da nach e zu fließen. Der Arm be wird also hinter der Abdämmung ganz trocken, vorzüglich, wenn er lang wäre, oder viel Gefälle hätte.

Doch fordert die Klugheit, sich auch auf plötzlich eintretendes, und leider nicht unwahrscheinliches Hochwasser gefaßt zu machen. Im Unterlassungsfalle kann ein Platzregen das kaum Angefangene in einer einzigen Nacht über Haufen werfen. Es ist daher bey türkischen Bächen rätzlich, die Abdämmung so hoch als das höchste, nie und unter keinerley denkbarem Vorwande aber niedriger als das mittlere Wasser machen zu lassen. In seltenen Fällen muß auch auf eine Abdämmung d gegen das von e rückwärts heraufkommende so genannte Hinterwasser gedacht werden.

§. 198. Zwar nicht durch Ableitung, aber durch Seitwärtsleiten des kleinen Wassers werden alle Wehre §. 148 erbaut. Zuerst wurzelt man sie beyderseits ein, verwahrt die Ufer dasselbst möglichst gut, und leitet das kleine Wasser von einem, z. B. von dem rechten Ufer weg, um es längs des linken Ufers fließen zu lassen; welches, weil alle Wehre in Stromweiten gebaut werden, sehr leicht angeht. Sofort baut man an das trockene rechte Ufer zuerst den Durchlaß §. 153, daran das Wehr, und rückt so immer weiter gegen das linke Ufer vor, bis nur gerade noch jene Lücke übrig bleibt, durch welche der hinübergelassene Bach fließt.

Nun gräbt man demselben eine neue Bahn, leitet ihn von dem linken Ufer weg herüber auf das rechte, und läßt ihn durch den fertigen Durchlaß so lange strömen, bis jene Lücke geschlossen ist. Erst jetzt sperrt man die Schütze des Durchlasses, stauet hierdurch den Wasserspiegel, und — hat somit das Werk geendigt.

Bey der ganzen Arbeit sind, streng genommen, keine eigentlichen Dämme nöthig. Denn Stromweiten sind bey niedrigem Wasserstande so voller Sandbänke, daß die erwähnten Aushebungen mehr Arbeit als die Anschüttungen machen.

Aber im tiefen, ruhigen Wasser, wo keine Gefahr wegen Aufstauung des Wasserspiegels zu fürchten ist, baut man

b) Mit verlorren Steinen.

Fig. 22. A. B. §. 199. Dieß ist die älteste Art zu fundiren, und bleibt für kolossale Bauwerke unstreitig die beste Methode, obwohl sie nicht die wohlfeilste ist. Man verfährt hierbey wie folgt. Zuerst läßt man die ganze Baustelle durch Leute, die auf Schiffen stehen, mit dem Schlammloffel Fig. 48, I. Theil ausbaggern, und horizontal ausheben, hierauf eine Lage möglichst großer Steinblöcke werfen, sie, so viel es thunlich ist, ausgleichen, und eine Schichte lebendigen Kalk und Puzzolanerde oder gemahlenen Traß (§. 66, 67, I. Thl.) darauf schütten, und diesen mit Krücken in die Steinfugen scharren. Auf diese Mörtellage wirft man dann wieder eine Lage Steine, auf sie wieder eine Lage Mörtel, und so fort, bis man den Spiegel des niedrigsten Wassers erreicht hat. Nun beschwert man diese Steinschüttung mit so viel Materiale, als der Raum zu fassen vermag, und läßt sie einige Monate setzen; erst dann baut man regelmäßig weiter. Die wunderbare Eigenschaft der mit Kalk gemengten Puzzolanerde und

des Trasses, selbst unter dem Wasser bald und unglaublich zu erhärten, klebt die Steine so fest an einander, daß die ganze Steinschüttung nun als compacter Felsen betrachtet werden darf, fähig, jede Last zu tragen, die ihr aufgebürdet werden mag.

Man mengt den zerstoßenen lebendigen Kalk und die Puzzolanerde nach einem der in §. 258 angegebenen Mischungsverhältnisse trocken zusammen, schüttet dieses Gemenge in, mit schweren Deckeln versehene, etwa 3 oder 4 Schuh lange, Kästen Fig. 22, B, läßt diese an den Seilen a a, die beyderseits oben befestiget sind, bis auf die Steinlagen ins Wasser hinab, läßt, wie sie aufsitzen, diese Seile a a nach, und zieht nun die Kästen durch die Seile b, b herauf, wodurch sie umstürzen, und sich ausleeren.

c) Fundirung in Fangdämmen.

§. 200. Umschließt man die Baustelle irgend eines Wasserwerkes, z. B. eines Brückenpfeilers, mit einem wasserdichten Damme, und pumpt das Binnenwasser aus ¹⁾, so erhält man eine trockene Baustelle, auf der man, wie gewöhnlich, fundiren kann. Der Abstand dieses so genannten Fangdammes von den Wänden des künftigen Werkes darf nicht ohne Noth über das Bedürfniß vergrößert werden. Denn, wächst die Grundfläche des Raumes, so wächst auch die Beschwerde, das Grundgewässer zu gewältigen, indem jene mit dieser proportional ist. Und daß diese Beschwerde nicht gering sey, beweisen Wasserbauten (siehe §. 208), welche die Fundirung mit Fangdämmen schlechterdings unmöglich machten. Sechs Schuh Raum ist mehr als hinlänglich, wenn die Fundaments-Tiefe 3 Schuh nicht übersteigt.

§. 201. Die Dicke eines gut gebauten Fangdammes muß, um mit dem äußern Wasserdrucke im Gleichgewicht zu stehen, $\frac{2}{3}$ der Wasserhöhe gleich seyn; vorausgesetzt, daß gestoßene Erde doppelt so schwer als das Wasser ist ²⁾. Soll der Widerstand den Druck überwiegen, so muß die Dicke des Fangdammes gleich seyn $\frac{3}{2}$ der größten Wasserhöhe.

§. 202. Die Höhe eines jeden Fangdammes muß, ohne Gupfe (Ruppe), wenigstens die Höhe des höchsten Wassers erreichen, bey tobenden Strömen aber diese um 2 Schuh überragen.

§. 203. Beträgt die Tiefe des kleinsten Wassers nur etwa drey Fuß, so, daß man zur Noth noch mit der Hand den Boden erreichen kann, so erbaut man den Fangdamm am leichtesten und zweckmäßigsten nach Fig. 23 und 24. Für die gewöhnlichen Fälle schlägt man die Piloten jeder Reihe 5 Schuh weit aus einander; die Entfernung a b der Pilotenreihen selbst aber ist, nach §. 201, gleich $\frac{2}{3}$ der größten Wasserhöhe. Jede Pilote der einen Reihe wird mit der entsprechenden Pilote der andern Reihe durch ein horizontales Querband c Fig. 24 verbunden, welches auf sie aufgezapft und verbohrt wird. Zwischen zwey Piloten einer jeden Reihe läßt man, etwas mehr Dammeinwärts, halb so schwache Pfähle d einrammen, die jedoch nur das niedrigste Wasser zu überragen brauchen. Zwischen diese und jene legt man nun Pfosten ein, baggert die Sohle des Fangdammes sorgfältig aus, füllt den Raum e zwischen diesen Pfosten mit Thon, Letten oder anderer guten Erde, die von Schilf, Aesten und Steinen gereinigt wurde, sehr schnell aus, stampft sie möglichst fest, legt erst, wie diese Erdanschüttung das niedrigste Wasser erreicht hat, die oberen Pfosten an die Hauptpfähle a und b rechts und links, so wie die Anschüttung fortschreitet, an, und füllt endlich auf diese Art den ganzen innern Raum f. Da die Fugen der Pfosten nie vollkommen schließen, so ist es nicht unzweckmäßig, bevor man noch Erde zuführen läßt, auf der Wasserseite strohreichen Pferdemit, der die Fugen besser verstopfet, an sie anzuschütten, und erst dann den übrigen Raum e mit Letten

Fig.
23.
24.

¹⁾ Siehe I. Thl. §. 145. In fließendem Wasser ist es zweckmäßig, die Pumpen durch ein Wasserrad in Bewegung zu setzen.

²⁾ Thonerde ist doppelt so schwer; siehe I. Thl. Tab. Nr. III.

auszufüllen. Diese Ausfüllung darf hier jedoch nicht schichten-, sondern muß haufenweise geschehen. Auf eine und eben dieselbe Stelle wird nämlich ununterbrochen so viele Erde geschüttet, bis ein kleiner Hügel entsteht, dessen Kuppe über den Wasserspiegel hervorraget. Sofort erhöht man diesen Erdberg nur, ohne auf seine Verbreiterung zu denken, denn diese erfolgt nach beyden Seiten von selbst. Nicht leicht erhält man auf diese Art einen Drey, weil die Erde keine Zeit zur Erweichung gewinnt.

Fig. 25. §. 204. Beträgt die Tiefe des niedrigsten Wassers aber viel mehr als 3 Schuh, dann ist es räthlicher, die Wände des Fangdammes nach Fig. 25 herzustellen. Hier werden die Pfosten nicht, wie früher, gelegt, sondern zugespitzt, und mit der Handramme, so tief es geht, eingeschlagen. Um dies gleichförmig verrichten zu können, läßt man in der Höhe des niedrigsten, mittlern, und höchsten Wasserstandes starke Riegel an die Piloten aufkammen, bey erstem und letzterem aber eine, von jenen um die Pfostendicke abstehende, eben so dicke Bohle durch eiserne Schraubennägel befestigen, und erst zwischen diesen Zwängen die zugespitzten Pfosten einrammen. Alles Uebrige bleibt unverändert.

§. 205. Um die Holzstärke der Pfosten zu bestimmen, verweist man den Leser auf die Formel $PL = BH^2$ (I. Thl. S. 552). Nur muß beygefügt werden, daß P hier nicht verticale Belastung, sondern horizontaler Druck sey. Ihn in Zentnern, so einfach als der Zweck es erlaubt, angeben zu lernen, werden folgende Zeilen genügen¹⁾.

Es sey die Pfostendicke in Fig. 24 auszumitteln. Hier ist die unterste Pfofte 1.2 die gequälteste. Widersteht sie dem Druck der Erde, so werden es die ober ihr liegenden um so gewisser. Stehen die Pfähle 5' weit aus einander, so ist $L = 5$. Die Pfostenbreite nimmt man willkürlich auf 12 Zoll an, also ist $B = 12$. Nun braucht man bloß noch P. Daß das Wasser und die Erde analog drücken, ist aus der Hydraulik bekannt. Meistens drückt letztere stärker als jenes, allemahl aber schwächer, als ein mit ihr gleich schweres Fluidum drücken würde. Nun wiegt aber ein Kubikfuß festgestampfter Thonerde 120 Pfund²⁾, also ist ihr Druck zuverlässig geringer als 120, höchst wahrscheinlich aber größer als 61, folglich für unsere Untersuchung mit hinlänglicher Schärfe $= \frac{120 + 61}{2}$ Pfund $= \frac{9}{10}$ Zentner pr. Kubikfuß. Der gleichförmig vertheilte Druck auf diese Pfofte wäre folglich gleich $5 \times 1 \times \frac{9}{10} (h - \frac{1}{2}) = \frac{45}{10} (h - \frac{1}{2})$, also der auf die Mitte concentrirte Druck, nämlich $P = \frac{45}{20} (h - \frac{1}{2})$ Zentner, wenn h die Höhe des Fangdammes ist. Ist z. B. $h = 10'$, so ist $P = 22$ Zentner; daher muß nach der Formel $PL = BH^2$, $22 \times 5 = 12 H^2$, und folglich H, das ist die Pfostendicke $= 3$ Zoll seyn. Nimmt man also in Fig. 24, zu den unter dem kleinsten Wasser befindlichen Lagen 3 zöllige, für die folgenden $2\frac{1}{2}$, dann 2 zöllige Pfosten, so ist zuverlässig kein Nachtheil zu besorgen. Schwächere Pfosten als 2 zöllige darf man jedoch nie, selbst zu der obersten Lage nicht gebrauchen; denn 2 Zoll ist $\frac{1}{30}$ von der Piloten-Entfernung (5'), und nach I. Thl. S. 548, Zeile 7 darf man keinem Balken, also auch keiner Pfofte, keinem Brete, ja selbst keiner Latte je weniger als $\frac{1}{30}$ ihrer nicht unterstützten Länge zur Dicke geben; eine Regel, die viele Rechnung erspart, und für alle unwichtigern Fälle sichere Resultate gibt.

§. 206. Um die Pilotenstärke zu finden, schlägt man den nämlichen Weg ein. Sie stehen 5' von einander, und sind im vorigen Beispiele 10' hoch. Die gedrückte Fläche ist daher $5 \times 10 = 50$ Quadratschuh, die drückende Erdmasse $50 \times \frac{120}{2} = 250$ Kubikfuß, der gleichförmig vertheilte Druck

¹⁾ Wer ihn mit größerer Schärfe bestimmen lernen will, den werden die Versuche über den Seitendruck der Erde vom P. E. Ingenieurs-Major C. von Martony, Wien 1828, vollkommen befriedigen.

²⁾ Nach Tab. Nr. III. ersten Theils wiegt ein Fort. Kubikfuß Wasser 61,2 Pfund, also wiegt nach §. 201, ein Fort. Kubikfuß Thonerde $122\frac{1}{2}$, oder rund 120 Pfund.

$= 250 \times \frac{2}{10} = 225$, folglich der auf die Mitte reducirte Druck oder $P = 113$ Zentner. L ist $= 10'$, B setze man gleich H , so ist nach der Formel $PL = BH^2$, $113 \times 10 = H^2$, und H , das ist, die Pilotendicke über 10 Zoll. Die Piloten müssen also hier wenigstens so viele Zolle zur Dicke erhalten, als sie Schuh aus der Erde vorragen, wenn sie höchstens 5' von einander entfernt sind. Schlägt man sie näher an einander, so können sowohl sie, als die Pfosten, wie begreiflich, eine geringere Dicke erhalten.

Daß man zu Pfählen selten kantiges Bauholz, sondern meist Rundholz nimmt, verschlägt hier nicht das mindeste. Denn Fangdämme werden nie für eine lange Zeit erbaut. Und da, wo keine vieljährige Dauer gefordert wird, genüget es, wie die Erfahrung lehret, vollkommen, anstatt kantigen Holzes, Rundholz zu nehmen, dessen mittlerer Durchmesser der gefundenen Dicke, nicht aber der Diagonale des gefundenen Geviertes gleich ist.

Nun aber kein Wort mehr über die Bestimmung der Balkenstärke. Ist dieses Wenige, und das letzte Buch des I. Theiles gut verstanden worden, so wird man nie in die demüthigende Lage kommen, die Holzdicke auf gut Glück annehmen zu müssen. In der Folge wird daher nie die Rechnung, sondern mit dürren Worten immer nur ihr Resultat angegeben werden, weil jene dem Fleiße des Schülers billig überlassen bleiben darf. Also muß es hier z. B. schon heißen: In Fig. 25 erhalten die Piloten 15'', die Querriegel $\frac{8''}{8''}$, und die stehenden Pfosten 3 Zoll zur Dicke, wenn die Höhe des Fangdammes 15', die Tiefe des kleinsten Wassers 5', und die Piloten-Entfernung ebenfalls 5' beträgt.

§. 207. Ist der Fangdamm höher als 20 Schuh, dann ist es zweckmäßiger, seine Wände bloß aus Piloten herzustellen, (welche, wie leicht zu begreifen, verhältnißmäßig nur eine geringe Dicke verlangen) dem Grundriß des Fangdammes aber, um Ecke zu vermeiden, eine elliptische Form zu geben, wie dieß bey dem Bau der Southwark-Brücke zu London im Jahre 1817 wirklich geschehen ist. Fig. 26. Der durch Fig. 26, B vorgestellte Querschnitt des dortigen Fangdammes hat noch das Eigene, daß er Absätze bildet, wodurch eine bedeutende Erdanschüttung erspart worden. Der vierte Theil des ganzen Grundrisses wird durch Fig. 26, A vorgestellt; c ist der Mittelpunkt des Brückenpfeilers, $abcd$ ist das Viertel seines ganzen Grundrisses, und $mnoq$ das Viertel des beynahe in elliptischer Form ringsum laufenden Fangdammes. Auf den Absatz gh Fig. B luden die Schiffe alles zum Bau erforderliche Materiale ab; Krane, die auf dem obern Theil ik standen, hoben es von gh weg, und setzten es bey uu' ab. V war die Baustelle des Pfeilers. Von einer Dampfmaschine in Bewegung gesetzte Pumpen schöpften das Seigewasser aus. Da man dem Fangdamme nur die Hälfte seiner Höhe zur untern Dicke gegeben hatte, so spreizte man die linke Hälfte des Fangdammes an seine rechte Hälfte durch horizontale, quer über die ganze Baustelle laufende Bolzen, die, wie der Pfeiler immer höher und höher wuchs, weggenommen, und durch kürzere ersetzt wurden, welche sich nun an den Pfeiler und die betreffende Hälfte des Fangdammes stemmten. Die innern und äußern Pilotenwände wurden durch Eisenstangen zusammengehalten. In England ist das Eisen wohlfeil; bey uns kann der Zusammenhang durch hölzerne Querbänder (e , Fig. 24) eben so gut erzielt werden.

d) Fundirung in Senkschiffen.

§. 208. Auf sandigem Boden kann man in Fangdämmen nicht fundiren. Voglio wollte es bey dem Bau der berühmten Brücke von Saumur gleichwohl durchsetzen. Aber das, durch den sandigen Boden unter den Fangdämmen durchsickernde Wasser quoll in so unmaßiger Menge hervor, daß 600 Menschen, die an den Schöpfmaschinen Tag und Nacht arbeiteten, es schlechterdings nicht gewältigen konnten. Er mußte sein Vorhaben aufgeben.

1. Von den einfachen Senkschiffen.

§. 209. Labeley ¹⁾, ein Schweizer Ingenieur in englischen Diensten, ist der Erfinder der Senkschiffe. Die Pfeiler der von ihm im Jahre 1738 — 1750 erbauten Westminster = Brücke ²⁾ zu London sind die ersten, welche je in Senkschiffen fundirt wurden. Zwar kannten die Alten schon: Arcas in aquam demittendas oder Senkkästen; aber ungerecht wäre es hier, diese Arcas, von denen bereits Vitruv ³⁾, oder jene Caissons, von denen Belidor ⁴⁾ spricht, den Labeleyschen Senkschiffen an die Seite stellen zu wollen.

Cessart baute unter der Oberleitung des Ingénieur en Chef de Voglio in den Jahren 1757 — 1770 die zuvor erwähnte Brücke von Saumur über die Loire, welche 142 Klafter zur Länge hat. Zwölf, 60 Schuh weitgespannte, steinerne Brückenbogen stemmen sich auf eilf, 12 Schuh dicke, Quaderpfeiler und zwey Landjoche. Alle wurden in Senkschiffen (die ersten, welche man in Frankreich erbaute ⁵⁾), fundirt.

Groß, k. k. Straßenbau = Director in Galizien, baute in den Jahren 1777 — 1779 die 84 Klafter lange Brücke über den San bey Przemiśl auf 3 Quaderpfeilern, deren einer im Senkschiffe, die beyden andern aber auf Rost und Piloten fundirt wurden ⁶⁾.

Endlich fundirte der k. k. n. ö. Wasserbau = Director Joh. von Rudriaffsky im Jahre 1819 den Mittelpfeiler der Ferdinandsbrücke zu Wien im Senkschiffe.

§. 210. Der Grundgedanke dieser Fundirungs = Methode ist im hohen Grade einfach. Es wird ein Schiff erbaut, dessen Boden im Sinne des Wortes horizontal ist, und dessen Wände vertical sind. Diese letztern müssen sich von jenem nöthigenfalls ablösen lassen können. Nun rudert man das leere Schiff auf die ausgebaggerte Baustelle, befestiget es an Seile oder auf andere Art so, daß es wohl sinken, aber sich nicht von der Stelle weg bewegen könne, und mauert auf dem ebenen Schiffsboden den Pfeiler auf. Je mehr der Pfeiler wächst, je tiefer taucht das Schiff ein, und sinkt endlich zu Grunde. Ist der Pfeiler fertig und ganz ausgetrocknet, so löset man die verticalen Wände von dem Schiffsboden ab; jene schwimmen weg, und der Pfeiler steht nackt da.

§. 211. Labeley ließ seine Senkschiffe ohne Umstände auf das Flußbette sinken. Cessart hingegen baggerte die Baustelle früher 2' 6" tief aus, ließ 3' von einander entfernte Piloten einrammen, die ausgebaggerte Grube aber wieder 2 Schuh hoch mit Steinen anfüllen, die Piloten durch eine eigene Sägemaschine 6" über dieser Steinschüttung absägen, das Schiff darüber rudern, und erst jetzt den Pfeiler erbauen. Die Köpfe jener Piloten drückten sich, wie spätere Untersuchungen bewiesen, 10 bis 12 Linien tief in die untere Fläche des aus Eichenholz erzeugten Schiffsbodens ein, und machten sonach jede Verzäpfung überflüssig.

Fig. 27. §. 212. Nach diesen allgemeinen Angaben nun zum Detail. Fig. 27 ist der Grundriß, 28 A der Querschnitt des Senkschiffes.

28. Ringsum den Schiffsboden läuft eine $\frac{1}{8}$ zöllige Schwelle a, auf welche die 10 zölligen eichenen Balken b 4" tief aufgeblattet, jeder vierte aber nebstbey noch durch einen Schwalbenschweif von 6 Zoll Länge und 4 Zoll Tiefe mit ihr verbunden wurden. Diese Balken lagen senkrecht auf die (nicht parallel mit der)

¹⁾ So nennt ihn Stieglitz; in den Oeuvres de Gauthey heißt er bald La Belie, bald Labeylie; Cessart schreibt Labeley.

²⁾ L'art de bâtir p. Rondelet, Tome III. pag. 66; ferner Architecture hydraulique p. Belidor, Tome II. pag. 198. Pl. XXVIII.

³⁾ Siehe den Urtext (nicht die Perraultsche Übersetzung pag. 196) des Vitruv per Jocundum, Venetiis. 1511; und zwar die zweyte, mit einer Zeichnung versehene, Seite des fünf und fünfzigsten Blattes.

⁴⁾ Archit. hydraul. II. 192 und dessen Science III. 62.

⁵⁾ Pour la première fois en France, sagt Cessart in seinen Travaux hydrauliques T. I. p. 11.

⁶⁾ Galiziens Straßen- und Brückenbau. Wien 1809, bey Geistinger, Seite 11.

Pfeiler Länge, damit sie kürzer, und folglich mögliche Biegungen unwahrscheinlicher, wurden. Senkrecht über sie ließ Cessart eine Lage 4 zölliger eichener Pfosten legen. Dieser ohne Eisen im hohen Grade zweckmäßig construirte Schiffsboden, verdammt, nie mehr das Tageslicht zu sehen, war also 14 Zoll dick, und an der untern Seite kalfatert (I. Thl. S. 456).

Auf diesen Boden wurden, Behufs der Wände, noch zwey andere ringsumlaufende, minder wichtige, Schwellen c und d, erstere von einem $\frac{8}{10}$, die zweyte von einem $\frac{8}{12}$ zölligen Gevierte, alle 3 Schuh durch 15 Linien dicke, 18 und 22 Zoll lange eiserne Schrauben befestiget. Auf der mittlern Schwelle c standen die Schiffswände; sie wurden aus $\frac{6}{9}$ zölligen Balken verfertiget, und auf der Wasserseite wie gewöhnlich kalfatert; nur die unterste Fuge machte eine Ausnahme. Das Verstopfen mit Werk oder Moos, das Darübernageln der zähen Leiste blieb zwar unverändert, aber man durfte zum Annageln sich keiner Frösche, sondern bloßer Bartnägeln bedienen, welche jene Leiste einzig und allein an die Eine Seite der Fuge, nicht aber beyderseits befestigte, weil sich sonst die Wände von dem Boden nicht hätten ablösen lassen.

§. 213. Cessart hatte elf gleich große Pfeiler zu erbauen; er hätte also auch elf Caissons (so nannte er die Senkschiffe) verfertigen lassen müssen, obwohl er nur eigentlich elf eichene Schiffsböden brauchte. Diese bedeutende Ausgabe zu verringern, entschloß er sich, nur drey ganze Caissons, aber acht Schiffsböden erzeugen zu lassen, die Wände der erstern nach und nach, so wie ihre Pfeiler erbaut und trocken waren, von ihren zugehörigen Böden abzulösen, und sie den übrigen 8 fertigen Böden anzupassen, welches, da sie vollkommen gleiche Ausmaße mit jenen hatten, ohne Anstand bewerkstelliget werden konnte. Seine Schiffswände bildeten also nur zwey Hälften; ihre Trennung geschah bloß an der vordern und hintern verticalen Schiffschneide. Hier waren die Balken, aus denen sie bestanden, nicht wie bey den andern vier Ecken überblattet, sondern sie berührten sich nur flach ¹⁾. Um diese Balken jeder Hälfte fest unter einander zu verbinden, schraubte er an der innern Seite von 9 zu 9 Schuh verticale, 4 zöllige Pfosten an jene fest an, und ordnete zum Ueberflusse zwischen ihnen auch noch andere derley, aber schief aufwärts laufende Pfosten an, die gleichfalls verschraubt wurden. Somit waren die Wände fertig, und wurden den Schiffsböden aufgesetzt.

§. 214. Die Verbindung des Bodens Fig. 27, und der Senkschiffswände wird am einfachsten Fig. nach Lamandés Angabe ²⁾ durch eiserne, oben verschraubte Stangen 5, 6 Fig. L erzielt. Zu Sau- 27. mur hingegen geschah dieß durch 8 Zoll breite, und 4 Zoll dicke, eichene, verticale Pfosten, die sich un- L. ten in die Hauptschwelle a mit einem halben Schwalbenschweif nach Fig. 28, B, oben aber auf ge- Fig. wöhnliche Art in die 12 Zoll dicke Querschwelle e verzapften. Die daneben eingesteckten Keile waren 28. eben so lang wie die Pfosten, aber nur 4 Zoll breit und dick. Hob man die Querschwellen e weg, zog B. die Keile aus den untern Zapfenlöchern heraus, so hörten die Schwalbenschweife auf, Dienste zu leisten, die Wände löseten sich von dem Boden, das Wasser drang unten in die noch leere Baustelle, und hob jene gewaltsam und schnell auf die Wasserpiegelfläche, auf der sie schwimmend bis zum Werfte gezogen, und dort einem neuen Schiffsboden angepaßt wurden.

§. 215. Wie der nackte Pfeiler aussieht, lehrt Fig. 28, C; nur wurde hier die zu Anfang C. des §. 211 erwähnte 2 Schuh dicke Steinschüttung (die wohl keine Nachahmung zu verdienen scheint) beseitiget.

§. 216. Wie das Werft construiert war, und wie die fertigen Senkschiffe vom Stapel Fig. gelassen wurden, erklärt Fig. 29, A besser, als Worte. Damit die Wände während des Gleitens kei- 29. nen Schaden leiden konnten, spreizte man sie nach den Diagonalen 1, 2 und 3, 4. A.

¹⁾ In Fig. 27 ist dieß, weil es in jeder andern Lage nicht empfehlenswerth ist, anzuzeigen unterlassen worden.

²⁾ Siehe: Oeuvres de M. Gauthey. Tome II. p. 298.

Noch erübrigt, zu zeigen, wie es möglich ist,

Fig. 29. B. §. 217. Irgend eine Pilote *p* tief unterm Wasser abzusägen. Fig. 29, B lehrt, wie es geschieht; *ab* ist der Wasserspiegel, *cd* das Flußbette, *ef* die Säge, und *g, g* zwey lange und breite Schiffe, die mit Balken und Pfosten überdeckt werden. Auf diesen Bettungen stehen zwey starke Böcke *h, h*, auf denen der Balken *ii* durch Menschenhände hin und zurück beweget wird. Die Säge schneidet, wie die abgeschnittenen Stumpfen während des Baues der Wiener Ferdinandsbrücke bewiesen, so regelmäßig und so flach durch, als es auf dem Lande nur immer geschehen könnte. Das Sägeblatt erhizet sich nicht, die Späne schwimmen, wie sie losgerissen werden, sogleich auf die Wasserspiegelfläche herauf, die Narbe bleibt immer rein, und die Bewegung ist so frey und leicht, daß das Schneiden unterm Wasser wenigstens eben so schnell als außerm Wasser von Statten ginge, wenn die Richtung und Uebertragung der Böcke nicht Aufenthalt verursachte. Cessart schnitt mit seiner, zwar sinnreichen, aber überaus complicirten Maschine (deren Beschreibung eben deßhalb hier übergangen wird), die unter jedem Pfeiler stehenden 116 Piloten in 12 Tagen ab; sie hatten 14 bis 17 Zoll obere Dicke, und waren von Eichenholz. Weiße Piloten sind hier nicht zu empfehlen. (S. 478, I. Thl.)

Der Wasserstand varirt täglich, oft stündlich. Die Schiffe *gg*, und mit ihnen die Säge ist also steten Veränderungen unterworfen. Letztere immer in gleicher Höhe zu erhalten, sind daher Böcke von verschiedener Höhe, und auf jedem Bocke eine eiserne glatte Schiene, auf welcher der Sägebalken *ii* eigentlich hin und hergleitet, nöthig, die durch zwey an ihren Enden angebrachte Schrauben um etwa drey Zoll erhöht werden kann.

In fließendem Wasser ist es unnöthig, die Säge an die Pilote anzudrücken, das Wasser thut es von selbst; aber in ruhigem Wasser müssen, um die Säge zum Angriffe zu nöthigen, schwache Seile ober dem Wasserspiegel an die Sägehalter befestiget werden, welche man etwas anziehet, wenn jene nicht beißet.

Die Säge selbst ist ein wenigstens 4 Schuh langes, 5 Zoll breites, an der gezähnten Seite 4, an der andern Seite aber nur 2 Linien dickes Stahlblatt. Die Zähne werden so ausgefeilt, wie es an den so genannten Lochsägen, und den Säbeln der Sappeurs üblich ist.

Der verstorbene N. De. Wasserbauamts-Brückenmeister Ueberlacher war der Erfinder dieser sehr einfachen Pilotensäge Fig. 29, B.

Fig. 29. C. §. 218. Schraubt man auf dem Kopf einer abzusägenden Pilote den Dorn *a* ein, und dreht eine aus schwachen hölzernen Dauben erzeugte, mit eisernen Reifen gebundene, der äußern Schale einer archimedischen Wasserschraube ähnliche, oder eine aus dünnen Eisenstäben nach Fig. C zusammengesetzte Maschine, deren Grundriß durch *k* versinnlicht wird, im Kreise ringsum, so stemmt sich das Blatt *m* an das Wasser um so mehr an, je schneller die an den Hefen *nn* drückenden Leute drehen. Da die Pilote von der Säge *m, 1, 2, 3* ringsum benagt wird, so ist der Schnitt schon beendiget, wenn sie das Mark 4 erreicht, also in der Lage *5, 4, 3* ist. Alsogleich wird der abgesägte Stumpf mit Gewalt aufwärts streben, welchem Drucke die hierdurch aufmerksam gemachten Arbeiter zwar nicht widerstehen, aber doch ausweichen können, oder, lernen müssen.

Diese Pilotensäge ist von dem Steigen und Fallen des Wasserspiegels unabhängig; ist sie einmahl zweckmäßig gerichtet, so wird die Pilote sicher an der gewünschten Stelle abgeschnitten seyn, und jeder nachträgliche Schnitt erspart werden. Eine genaue und gut leserliche Eintheilung der aufwärts stehenden Eisenstangen in Schuh und Zolle wird bey den Schrauben *6, 6* beobachtet werden können, und zur genauern Richtung der Säge wesentlich beytragen.

2. Von den gekuppelten Senkschiffen.

§. 219. Große Wasserwerke erfordern allerdings große Senkschiffe. Doch hier gibt es eine Gränze; die Länge und Dicke des im Lande wachsenden Bauholzes bestimmt sie ziemlich scharf. Es ist nicht gut,

wenn viel gestücket werden muß. Ohne abenteuerlich zu werden, kann, oder richtiger, sollte man daher keine Senkschiffe, die den Linien Schiffen an Größe gleichen, je projectiren, oder gar erbauen. Hier hilft man zweckmäßiger durch mehrere kleinere Senkschiffe.

a) Soll z. B. ein sehr langer Quai §. 55 erbaut werden, so theilt man seine Länge in mehrere gleiche Theile, läßt eben so viele viereckige Senkschiffe verfertigen, deren Längen etwas kürzer als jene Theile sind, ordnet sie der Länge nach so an einander, daß sie sich nicht berühren, und daß sich jedes für sich senken könne; pilotirt früher die ganze Baustelle, säget die Piloten so tief ab, als es das Grundbett fordert, und erbauet in jedem einzelnen Schiffe das ihm zukommende Stück Mauerwerk. Bis ans niedrigste Wasser hält man die Arbeit vertical. Hier setzt man schmafenförmig ab, und baut wenigstens bis übers mittlere Wasser heraus. Nimmt man nun die Wände der Senkschiffe weg, so sieht die Arbeit wie Fig. 30, D aus. Endlich schließt man zur Zeit des niedrigsten Wasserstandes die gebliebene Lücke a b c d, und setzt die Arbeit dann so hoch fort, als der Zweck es verlangt. Cessart baute auf diese Art den 110 Klafter langen Kai im Hafen von Rouen 1778 und 1779, in 7 viereckigen Caissons.

b) Soll z. B. ein kolossaler Brückenpfeiler Fig. 30, E erbaut werden, dessen Dicke mit seiner Länge sehr contrastirt, so theile man seinen Grundriß E in 3 oder 4 gleiche Theile, lasse eben so viele Senkschiffe verfertigen, und verfare übrighens wie zuvor. Bildet jeder einzelne Theil ein gut, und ringsum zweckmäßig abgeschlossenes Ganzes, so können die dazwischen bleibenden schmalen Hohlungen o, o, (deren lichte Weite einer bedeutenden Reduction fähig ist) die Dauer des Pfeilers keineswegs gefährden. Zum Ueberflusse könnte man sie mit verlornen Steinen (§. 199) ausfüllen, wenn man nicht Muth und Zuversicht genug hätte, dieses Ausfüllen dem selbst dafür sorgenden Strome zu überlassen, welcher derley Lücken nie leer läßt. Sichtbar sind sie durchaus nicht; denn ihre Ueberwölbung ragt kaum aus dem niedrigsten Wasser vor.

Somit wäre erklärt, wie man am oder im Wasser fundiret. Aber mit dem bloßen Fundiren ist es nicht abgethan. Man muß auch Kenntnisse

Von den Schutzmitteln

§. 220. Haben, welche solche Wasserwerke vor der Zerstörung sichern.

Ströme wühlen, und zwar um so mehr, je trokender der Widerstand ist, der ihnen entgegengesetzt wird. Dieses Wühlen muß unmöglich, oder doch wenigstens unschädlich gemacht werden.

Von dem Steinwurf.

§. 221. Jede am oder im Wasser erbaute Mauer ist (selbst wenn jenes nicht strömt) dem Wellenschlag, und folglich dem Unterwaschen ausgesetzt. Hebt oder baggert man aber vor ihr einen wenigstens 6 Schuh breiten und 3 Schuh tiefen Graben ab aus, füllt ihn mit den größtmöglichsten Steinen, die zu bekommen sind, bis ans Flußbette, oder, wo es ohne Nachtheil thunlich ist, bis an die punctirte Linie b c wieder aus, so ist der Unterwaschung höchst wahrscheinlich vorgebeugt. Denn, sollte das Wasser gleichwohl einen Kolk in der Nähe der Mauer auswühlen, so kollern die losen Steine von selbst in die Grube, füllen sie aus, und verhindern eben dadurch das fernere Wühlen. Wird jährlich nach Abgang des Eises nachgesehen, und die Wassertiefe gemessen, so entdeckt man sehr leicht jede etwaige Einsenkung im Steinwurf, und hat hinlänglich Zeit, den Abgang durch neue Steine zu ersetzen.

§. 222. In Strömen, die oft sehr anschwellen, und also eine Geschwindigkeit erreichen, welche nach §. 30 im Stande wäre, die vorgeworfenen Steine mit sich fort zu reißen, muß dieß durch Piloten verhindert werden. Der Grundriß Fig. 33, A, und die Profile B, und C zeigen, wie ein mit Pfeilern im Strome stehender Brückenpfeiler zweckmäßig gesichert werden könnte.

Fig.
30.
D.

Fig.
30.
E.

Fig.
32.
A.

Fig.
33.
A. B.
C.

Von den Spundpfählen oder Falzbürsten.

Fig. 31. §. 223. Spundpfähle sind 3, 4, 5 oder 6 zöllige, 9, 12, 15 oder 18 Schuh lange, astlose Pfosten von jungem, in der Saftzeit gefällttem Eichen-, Ulmen-, Lerchen- oder Kiefern Holze, welche beyderseits gefalzet, zugespitzt, und vor den Fundamenten wichtiger Wasserwerke mit Schlagwerken so tief eingerammt werden, als sie kriechen wollen.

a) Die zweckmäßigste Falzung ist die rechtwinkelige; denn sie ist am leichtesten auszuarbeiten, und folglich ist es wahrscheinlicher als bey jeder andern Falzung, daß sie möglichst gut gemacht werde. Man gibt, um weder dem Spunde noch der Ruth Unrecht zu thun, beyden ein Drittel (oder bey der halben Falzung) die Hälfte der Pfostendicke zu ihrer Dicke, Weite und Tiefe.

b) Das Spitzen der Falzbürsten ist eigentlich ein bloßes Abschärfen, und selbst diese Schärfe darf nicht allzu schneidig seyn, sonst biegt sie sich bey dem geringsten Hindernisse um, wird schartig, und endlich so stumpf, daß der Spundpfahl gar nicht mehr kriechen kann. Fig. 31, d zeigt, wie der erste einzuschlagende Spundpfahl zu gestalten sey; ef ist $= fg$, und $go = \frac{fg}{4}$; h zeigt, wie die rechts oder links neben dem ersten Spundpfahl d einzuschlagenden Falzbürsten abzuschneiden sind; ef ist $= fg$, und $fu = \frac{ef}{2}$; i endlich zeigt, wie alle Spundpfähle, von der Seite betrachtet, aussehen. Der Winkel 1. 2. 3 darf nach Vorigem nie weniger als 60 Grade betragen.

Fig. 31. §. 224. Sind alle Spundpfähle gefalzet, ein einziger nach d, die übrigen nach h schief abgesägt, alle ohne Ausnahme aber nach i zugeshärft, so legt man zwey $\frac{5}{7}$ zöllige eichene oder lerchene, um die Dicke der Spundpfähle von einander abstehende Schwellen k, k flachkantig auf die Fundaments-Sohle, und schlägt zwischen sie den mittleren Spundpfahl d zuerst ein. Er wird, weil seine Spitze es gestattet, vertical eindringen; der rechts neben ihm zu schlagende hingegen wird, weil die schiefe Ebene u e ihn zwingt, links zu gleiten, sich so knapp an seinen Nachbar d andrängen, daß eine vollkommene Fugenschließung erfolgen muß. Kein Tropfen Wasser wird durchzudringen vermögen, wenn anders die Falze gut ausgehobelt sind. Was von der zweyten Falzbürste gilt, gilt von der dritten, vierten zc. Ist die Hälfte der Spundpfähle rechts von dem ersten geschlagen, so rammt man die andere Hälfte derselben links von dem ersten ein; und diese werden sich nun rechts drängen. Endlich sägt man noch alle, über die Schwellen vorragenden, Köpfe der nicht ganz eingedrungenen Spundpfähle gleich ab, verbindet jene alle 6 Schuh mit starken Schraubennägeln, und erbaut das Mauerwerk.

§. 225. Mißlingt das Einschlagen einer einzelnen oder mehrerer Falzbürsten, zerschellen oder brechen sie, so lasse man sich hierdurch nicht irren; die Stumpfen mögen stecken bleiben. Erst wenn die ganze Spundpfahlwand eingerammt ist, hebt man die innere Schwelle ab, und schlägt, knapp hinter dem mißrathenen, zwey oder mehrere andere ein, die besser gelingen werden. (Fig. 32, y.)

Fig. 32. §. 226. Viele halten es für besser, die Schwellen kk nicht auf die Erde, wie Fig. A zu legen, sondern sie in der Ebene des Grundbettes anzuordnen, und sie von schief eingerammten Piloten m, n tragen zu lassen, wie solches in Fig. B, C geschieht. Es ist zwar nicht tadelnswerth, aber es ist kostspieliger, und das Eindringen der Falzbürsten ist hier beschränkter. Im vorigen Falle können diese nämlich beynähe so tief eindringen, als sie lang sind; hier aber ist das Eindringen nur gleich ihrer Länge, weniger der Fundaments-Tiefe.

Fig. 32. D. §. 227. Andere rammen zuerst nach Fig. D verticale, beyderseits gefalzte Piloten bis zum Stillstande ein, blatten beyderseits an sie die beyden Zwängen p, q auf, und schlagen zwischen sie die Falzbürsten. Daß diese letzteren für jedes Feld eigens, und zwar so zugerichtet seyn müssen, daß sie den Raum gerade ausfüllen; daß die mittlere beyderseits Spunde haben müsse, und daß alle Falzbürsten nur vertical eindringen dürfen, also keineswegs nach u e Fig. 31 zugeschnitten, sondern beyderseits

wie d gestaltet werden müssen, leuchtet ein. Man leistet also freywillig Verzicht auf jenes Andrängen der Falzbürsten, welches die vorige Methode so schätzbar macht, und verwickelt sich in Schwierigkeiten, welche erst bey dem Einrammen recht fühlbar werden. Bald klemmen sie sich zu viel an einander, bald gaffen sie. Sie werden alle zugleich eingerammt.

§. 228. Dünne Falzbürsten können nicht lang seyn, denn sie würden den Schlägen des Hovers Fig. nicht widerstehen. Fordern die Umstände aber sehr tief eindringende, also auch sehr dicke Falzbürsten, 32. dann muß man wirkliche Pfähle E hierzu nehmen, die nur auf zwey Seiten 1, 2 und 3, 4 eben E. behaut, aber nicht gefalzet werden. Falze wären hier kaum ausführbar, und die vielleicht ausführbaren 5, 5; 6, 6 geben viel zu wenig aus, um die Mühe vergelten zu können, die ihre Ausarbeitung kostet; man denke nur an die conische Form der Bäume.

Die Dicke dieser Piloten muß, wenn sie anders den Hoverschlägen kräftig widerstehen sollen, wenigstens dem dreyßigsten Theil ihrer Länge gleich seyn. Rappenschwellen sind hier gleichfalls nicht anwendbar. Nur nachträglich schraubt man an der äußern Seite der bereits eingeschlagenen Pfähle eine starke Schwelle, etwa wie jene c Fig. 3, M, an jede dritte Pilote durch Schraubennägel an, und sägt zuletzt die Köpfe gleich hoch mit dieser Schwelle ab.

Von den Bettungen,

und zwar:

a) Von dem Radier, oder der Hauptbettung.

§. 229. Ein volles Fundament (§. 616, I. Thl.) nennt man im Wasserbaue Bettung, Unterbau, auch wohl Radier. So selten es vorkömmt, so äußerst wichtig ist es. Soll z. B. eine Freyarche ihrer Bestimmung entsprechen, so genügt es nach §. 158 keineswegs, ihre Pfeiler, wie die einer Brücke, bloß im Flußbette zu erbauen, sondern es muß früher quer über das ganze Flußbette von einem Ufer zu dem andern eine 3 bis 4 Schuh dicke, liegende Mauer ab Fig. 34 erbaut, und diese 34. durch zwey Spundpfahlwände a und b gegen das Vor- und Hinterwasser geschützt werden. Erst hierauf darf, oder richtiger, kann man die Pfeiler c der Freyarche herstellen lassen. Fehlt es dem Fundamente an hinlänglicher Festigkeit, so muß die Sohle durch (bis zum Stillstand eingerammte) Piloten verdichtet, auf ihre Köpfe ein Pfahlrost (§. 621 bis 625, I. Thl.) aufgezapfet, hierauf jener Radier ab gelegt, und erst auf diesem die Pfeiler c erbaut werden.

b) Von der Vorbettung.

§. 230. Das durch die in den Coulissen (§. 158) eingelegten Pontrelles aufgestaute Vorwasser Fig. macht jedoch Besorgnisse rege, welche man oft kaum durch eine Vorbettung ah beschwichtigen zu 34. können glaubt. Vor jener Spundpfahlwand a läßt man daher wenigstens 3 Reihen Pfähle, und vor diesen noch eine neue Falzbürstenwand h einrammen. Auf jene Piloten werden Rappenschwellen aufgezapfet, senkrecht darüber ein Pfostenboden von 3 zölligen eichenen Bohlen gelegt, der früher aufgehobene 3' tiefe Raum unter diesem Boden aber zuvor regelmäßig ausgemauert. Endlich erhält diese Vorbettung noch einen Steinwurf hi.

Unbefangen betrachtet, so ist diese ganze Anordnung vielleicht etwas zu ängstlich, und scheint sich nur für die kostbarsten Wasserwerke zu eignen, die in Strömen erbaut werden müssen, wo der Eisstoß oft stehen bleibt. Um durch die Pfeiler c nicht absichtslos derley gefährliche Eisschopungen zu veranlassen, soll die lichte Entfernung derselben in unserm Klima unter keinerley Vorwand weniger als 15, sage: fünfzehn Fuß betragen. Eine bestehende Freyarche, deren Pfeiler leider nur 12 Fuß entfernt sind, könnte hier als warnendes Beyspiel angeführt werden.

c) Von der Nachbettung.

Fig.
34.

§. 251. Wichtiger als die Vorbettung ist bey Freyarchen und ähnlichen Wasserwerken in größern Strömen die Nachbettung e f. Der zwischen den Pfeilern durchstürzende Strom tobt nämlich, wenn die Einlegbalken herausgezogen werden, bey hohem Wasserstande so weit hinaus, daß hinter dem Wehre oft die tiefsten Kolke ausgewühlet werden. Die Sinusoide d e verschwindet hier; denn sie gilt nur für das kleine und mittlere Wasser; das Hochwasser schießt weit über sie weg, fast ohne sie zu berühren. Es erübriget sonach nichts anders, als eine Nachbettung.

a) Im ärmlichsten Falle macht man sie aus kurzen Pfählen und dazwischen geworfenen großen Steinen, wie dieß durch Fig. 13, M und N versinnlicht ist, und bereits im §. 151 erklärt wurde.

b) Oder man erbaut die Nachbettung so, wie in Fig. 34 die Vorbettung h a zu bauen gelehrt wird, nur daß man nicht bloß Schwellen parallel mit den Spundpfahlwänden, sondern, um auch diese unter einander zu verbinden, noch andere Schwellen 3. 4, 5. 6, 7. 8 etc. auf die schachförmig eingeschlagenen Pfähle aufzapfen, die Schwellen selbst aber sich so tief überblatten läßt, daß ihre oberen Seiten vollkommen bündig sind, also keine über die andere vorstehet. Dafür läßt man aber die Pfostendecke weg, welche hier nicht an ihrem Platze wäre. Die von oben herabstürzenden Eisblöcke erschüttern nämlich dieselbe so, daß einzelne Nägel, womit die Bohlen auf die Schwellen niedergenagelt sind, springen. Somit erhebt sich hie und da eine Pfoste etwas über die Ebene der Bettung, und nun ist es auch um die ganze Pfostenlage geschehen; sie wird von den Eischollen rein weggerissen. Reparaturen an solchen beschädigten Nachbettungen gehören zu den mühseligsten und kostspieligsten Arbeiten.

c) Oder endlich, man erbaut die Nachbettung aus Quadern, Quaderplatten und Bruchsteinen so, wie die Fig. 34 es bey e f lehrt; und diese Art ist, obwohl sie viele Auslagen verursacht, doch unstreitig die beste. Eine, nun fünfzig Jahr alte Nachbettung dieser Art hat noch nicht die mindeste Reparatur veranlasset, während eine andere eben so alte, aber wie h a erbaute Nachbettung, fast nach jedem bedeutenden Eisgang Nachbesserungen nöthig macht.

§. 252. Frägt es sich: Wie lang e f, das heißt, wie breit eine Nachbettung werden soll, um Kolke zu vermeiden, so antwortet man ohne Bedenken: Man mache $ef = ab$. Zwar scheint die Breite einer Nachbettung von der verticalen Höhe der Sinusoide, von der Höhe des größten Wasserstandes, und wohl auch von der Rapidität des Stromes abzuhängen. Doch, da diese letztere durch die Aufstauung aufgehoben wird, die Sinusoide aber durch ihre sehr zweckmäßige Form wenigstens Das wieder gut macht, was ihre Höhe Nachtheiliges haben kann, so bleibt zuletzt nur die Höhe des Hochwassers über dem Radier zu beachten übrig. Und da bereits in §. 158 gesagt wurde, daß die reine Pfeilerlänge (ohne Vorkopf und Hinterteil) wenigstens ihrer Höhe gleich gemacht werden müsse, die Pfeilerhöhe aber immer wenigstens um 2 Schuh größer als die größte Wasserhöhe seyn wird, so glaubt man obige Antwort: Man mache $ef = ab$, wiederholen zu dürfen. Der Einwurf, daß ein 30 Klafter breiter Strom von mäßiger Geschwindigkeit, der über eine 4 Schuh hohe Sinusoide herabstürzt, und 15 Schuh Hochwasser hat, hinter einer zwölf Klafter breiten Nachbettung dennoch solche Kolke ausgewühlet habe, so daß man gezwungen war, diese falsche Nachbettung um 6 Klafter zu verlängern (richtiger zu verbreitern), hat hier kein Gewicht. Denn 3 Jahre nach dieser Verbreiterung waren hinter derselben wieder Kolke ausgewühlet, von denen die meisten 5 bis 6, einer davon aber gar 9 Schuh zur Tiefe hatten. Wollte man aus dieser Thatsache folgern, daß man jene falsche Nachbettung zu wenig verbreitert habe, so ließe sich einwenden, daß in dem nämlichen Flusse eine beynähe gleich gebaute, andere Freyarche besteht, die hinter sich keine Kolke habe, und deren Nachbettung gleichwohl nie um einen Schuh verbreitert wurde.

Dieses Paradoxon zu erklären, würde hier zu weit führen, da Nebenumstände einwirken, welche

dieser Abhandlung fremd sind. Nur so viel merke man: Wird jedes Frühjahr nachgesehen, ob der Steinnachwurf lg durch den Eisstoß keinen Schaden gelitten habe, und wird der Abgang sogleich durch möglichst große Steine wieder ersetzt, so hat man genug gethan. Immer wird diese Aufmerksamkeit und jährliche Nachhülfe bedeutend weniger kosten, als die Interessen jenes Capitals betragen würden, welches auf die so genannten Verlängerungen falscher Nachbettungen verwendet werden müßte; und zuverlässig wird sie eine größere Beruhigung gewähren, als das Haschen nach sorgloser Sicherheit, die in der Hydrotechnik eine wirkliche Selbsttäuschung wäre (siehe S. 41).

Von der Form und den Ausmaßen wichtiger Wasserwerke.

§. 233. Jeder Pfeiler besteht aus 3 Theilen, und zwar: aus dem eigentlichen Pfeiler, aus seinem Kopfe, und aus seinem Hintertheil, oder dem Schweife.

§. 234. Alle Pfeilerköpfe werden, um den Strom zu spalten, schneidig gemacht; und zwar nach ebenen, oder nach cylindrischen Flächen, wie in Fig. 34 oder 36 A. Nie darf im ersten Falle der Winkel mkm weniger als 90° , die Bögen mk und km aber sollen im andern Falle nie mehr als 60° Grad betragen, damit die Schneiden nicht allzu scharf ausfallen, und sie daher nicht so leicht von den heftigen Stößen der Eisschollen verletzeth werden können.

Zweckmäßiger als beyde, aber auch kostspieliger ist die durch Fig. 33, A im Grundrisse dargestellte Form eines Pfeilerkopfes, welcher aus retirirenden Scharen gebildet wird. Die obern Quaderscharen ziehen sich nämlich um anderthalb Höhen hinter die untern zurück, wie dieß aus Fig. B zu entnehmen ist. Alle Bögen haben 60° Grade, und jene, die über das kleine Wasser vorstehen, sind sogar noch unter einander vollkommen gleich, welches in Hinsicht des Steinschnittes keineswegs gleichgültig ist, weil die Arbeit hierdurch ungemein erleichtert wird. Die Anordnung ist höchst einfach, so complicirt sie auch aussieht. Hat man nur die Gestalt eines Quaders zweckmäßig festgesetzt, so bleibt sie für den ganzen Kopf immer eine und dieselbe. In Strömen, welche ganze Eisberge fortwälzen, dürfte diese Form vorzügliche Beachtung verdienen. Wenn es möglich ist, Eisberge zu zertheilen — dieser Anordnung nur kann es gelingen!

§. 235. Das Hintertheil der Pfeiler verdient gleichfalls Berücksichtigung. Schneidet man nämlich einen Pfeiler rückwärts gerade, will sagen, senkrecht auf seine Länge ab, so wirbelt das zu dessen beyden Seiten herabströmende Wasser hinter ihm dergestalt, daß, wenn, wie gewöhnlich, keine Nachbettung vorhanden ist, Unterwaschungen hier zuverlässig erfolgen werden. Es ist also wohl nöthig, den Pfeiler hinten abzurunden. Ob aber dieses Abrunden nach einem Halbkreise, wie in Fig. 34, oder nach 2 Bögen von 60° Graden, wie in Fig. 36, B gemacht wird, ist ziemlich gleichgültig. Die erstere Art ist wohlfeiler, die zweyte Art hingegen ist, wenn der Pfeilerkopf dieselbe Form hat, consequenter. Gleichförmigkeit und Simplicität sind nämlich wegen der Quaderbestellung und Bearbeitung im hohen Grade empfehlenswerth. Liegen also keine andern Gründe vor, die eine Ausnahme rechtfertigen können, so dürfte es wohl Regel bleiben: Man gestalte den Hintertheil eines Pfeilers wie seinen Kopf; krumm oder gerade, dieß verschlägt hier weniger, aber nur gleich.

§. 236. Das Innere der Pfeiler oder die Gestalt der einzelnen Quader wurde in §. 410 bis 434, I. Thl. so vielseitig beleuchtet, daß man sich es wohl erlauben darf, darauf hinzuweisen. Nur um hier eine Anwendung der dort gegebenen Regeln für einen speciellen Fall zu geben, z. B. für einen ganz aus Quadern zu erbauenden Pfeiler, der in einem reißenden Ströme dem heftigsten Eisgange trohen soll, wurde in Fig. 36 die Gestalt der einzelnen Quader so ausgemittelt, wie sie dem Zwecke am angemessensten zu seyn schien. Fig. A zeigt die Anordnung der ersten Quaderschar, B jene der darauf liegenden zweyten, D endlich den Querschnitt aller. Es dürfte zugegeben werden, daß die Trennung der einzelnen Quader von der ganzen Masse hier undenkbar sey.

Sollte es jedoch an geschickten Steinmetzen fehlen, denen man mit Beruhigung die, allerdings schwierige, Bearbeitung solcher schiefwinkligen Quader übertragen könnte, so wären rechtwinkelige, leichter, also auch richtiger auszubearbeitende Einschnitte vorzuziehen; und ohne in der allgemeinen Anordnung Fig. A und B etwas zu ändern, lasse man nur die einzelnen Quader nicht wie a, b oder c, sondern wie d, e oder f gestalten. Für die Tiefe der Einschnitte genügen 5 Procent der Quaderlänge oder Breite, das heißt: Ist ein Quader z. B. 5' lang, und 3' 4" breit, so müssen jene Einschnitte in den langen Seiten 3, in den kürzern aber 2 Zoll tief gemacht werden.

§. 237. Die Dicke der Pfeiler außer den Fundamenten hängt von ihrer Höhe, von der Gefährlichkeit des Eisstoßes, und von dem Umstande ab, ob sie isolirt im Wasser stehen, oder durch Geswölbe mit einander verbunden werden. In der Landbaukunst genügt nach §. 568 und 569, I. Thl. für Quadermauern $\frac{1}{10}$ ihrer Höhe zur Dicke. In der Hydrotechnik hingegen muß ein frey im Wasser stehender, mit Quadern verkleideter Pfeiler wenigstens ein Fünftel seiner Höhe zur Dicke erhalten. Muthet man ihm aber zu, daß er bey möglichen Eisschoppungen der entsetzlichen Gewalt widerstehen soll, die ihn seitwärts umzuwerfen droht, wenn der Eisberg sich zwischen ihm und seinem Nachbar durchdrängt, so sind $\frac{2}{3}$ von der Höhe des Hochwassers zu seiner Dicke nicht zu viel.

§. 238. Futtermauern im Wasserbaue, das heißt: Mauern, die auf einer Seite dem Druck der Erde widerstehen sollen, und auf der andern Seite vom Wasser bespühlet werden, müssen auf dieser Seite mit Quadern verkleidet, mit einer Spundpfahlwand, oder mit einem Steinvorwurfe, oder mit beyden versehen werden; und erhalten, wenn sie vertical aufgeführt werden, wenigstens $\frac{1}{3}$ ihrer eigenen Höhe zur Dicke. Gibt man ihnen aber auf der Wasserseite Fig. 32, A eine Böschung, deren Anlage dem fünften Theil der Höhe gleich ist, und ordnet nach §. 55 an der Rückseite 5 Schuh hohe und 1 Schuh breite Absätze an, so sind solche Mauern, wenn sie ebenfals $\frac{1}{3}$ ihrer Höhe zur mittleren Dicke erhalten, bey weitem fähiger, ihrer Bestimmung zu entsprechen, als verticale Mauern, obwohl beyde dem Kubikinhalte nach einander ganz gleich sind. Bey Mauern, die mit Quadern verkleidet werden, fällt nämlich jener Vorwurf (§. 572, I. Thl.) weg, welchen man den Mauern mit bedeutenden Böschungen in jeder andern Lage zu machen berechtigt ist. Will man ökonomisiren, was im Wasserbau aber nie, oder nur mit zögernder Besonnenheit geschehen sollte, so lasse man an der Rückseite jene Absätze weg, und ordne dafür alle 3 Klafter Contreforts an.

(Siehe die mittleren, sich auf Fig. 186, E, F beziehenden Columnen in Tabelle Nr. IX. des ersten Theiles dieses Lehrbuches.)

§. 239. Vom Wasser benagte Widerlagen werden nach Herrn F. M. L. Maillard's Tabelle Nr. XIII. berechnet, und zwar gleichfals aus dem sehr einfachen Grunde, weil diese Tabelle fast immer größere Resultate, als jede andere Anleitung gibt. (Man lese die letzte Hälfte des §. 597, I. Thl.)

a) Es sey die Widerlagsdicke eines 60 Schuh weit gespannten, sehr gedrückten, und heftigen Erschütterungen ausgesetzten, also (nach Tab. Nr. XII. I. Thl.) $2\frac{1}{3}$ Schuh dicken Tonnengewölbes zu suchen, dessen Anlauf 6 Schuh über dem Fundamente erhoben ist.

In der Tabelle XIII. ist die Spannung = 100; im vorliegenden Beyspiel aber ist die Spannung = 60. Also verhält sich diese zu jener, wie 60:100 = 30:50 = 3:5. Dieses letztere Verhältniß läßt sich nun nicht mehr abkürzen, muß daher beybehalten werden, und bedingt die ganze Rechnung; welche, um den Vorgang recht handgreiflich zu machen, hier ausgeführt wird.

Weil sich die Spannung des gegebenen Gewölbes zu der Spannung im Buche wie 3:5 verhält, so muß sich auch die Gewölbsdicke des Beyspieles zu der Gewölbsdicke im Buche wie 3:5 verhalten; und dasselbe gilt auch für die Anlaufhöhen, und die Widerlagsdicken.

Es ist aber $3:5=60:100$; $3:5=2\frac{1}{3}:4$; und $3:5=6:10$. Also ist der Ansatz folgender:

Im Beyspiele.

In der Tab. XIII.

3:5

Spannung . . .	60	100
Gewölbsdicke . . .	$2\frac{1}{3}$	4
Anlaufhöhe . . .	6	10
Widerlagsdicke . . .	y	x

Und jetzt sucht man in der Tabelle für ein sehr gedrücktes Tonnengewölbe, dessen Spannung = 100, dessen Gewölbsdicke = 4 und dessen Anlaufhöhe = 10 ist, die Widerlagsdicke x, findet jedoch keine angegeben. Aber für die Anlaufhöhe 5 ist die Widerlagsdicke = 21, 62, und für die Anlaufhöhe 20 ist diese = 24, 29. Zieht man die erstere Angabe von der zweyten ab, so erhält man 2, 67; diesen Unterschied durch 3 dividirt (weil von 5 bis 10, von 10 bis 15, und von 15 bis 20 drey gleiche Abstände sind), gibt 0, 89; dieser Quotient zu 21, 62 addirt, gibt 22, 51. Und dieß ist die Widerlagsdicke x für die in der Tabelle fehlende Anlaufhöhe 10. Weil sich endlich 22, 51 zu y nothwendig wie 5:3 verhalten muß, so findet man $y = \frac{3 \times 22, 51}{5} = 13, 5$ Schuh.

Die Antwort auf obige Frage lautet also: Jenes sehr gedrückte Tonnengewölbe von 60' Spannung, $2\frac{1}{3}$ ' Gewölbsdicke, und 6' Anlaufhöhe muß eine Widerlage von wenigstens $13\frac{1}{2}$ ' Dicke erhalten.

Räthlich bleibt es aber allezeit, die Widerlagsdicke auch nach S. 589, I. Thl. auszumitteln. Geschieht dieß, so findet man sie diesesmahl wirklich größer, nämlich gleich $15\frac{1}{2}$ Schuh. Und nun hängt es von der Widmung oder vielmehr von der Wichtigkeit des Werkes ab, ob man der Maillard'schen oder der Rondelet'schen Bestimmungs-Methode den Vorzug geben darf oder muß.

b) Es sey die Widerlagsdicke eines 60' weit gespannten, $2\frac{1}{3}$ ' dicken, flachen Tonnengewölbes von 60 Graden zu suchen. Sie wird (nach Maillard), wie folgt gefunden. Man halbire pq Fig. 24, in k, beschreibe den Bogen kni gleichlaufend mit dem Unterbogen qq, ziehe die Sehne ki, halbire diese in m, jenen in n, und mn in o; endlich ziehe man aus o und p verticale Linien abwärts bis auf die Horizontale gvw. Die Widerlagsdicke ist $= \sqrt{\frac{g}{3} \times \frac{kn_i \times Pq \times gv}{Pw}}$. Im vorliegenden Falle mißt der mittlere Bogen kni = 32, pq = $2\frac{1}{3}$, gv = $14\frac{1}{2}$ und pw = $10\frac{2}{3}$ Schuh; also ist die Widerlagsdicke gleich $16\frac{2}{3}$ Schuh.

Die Anlaufhöhe gt ändert hier nichts, außer, daß man den Coefficient $\frac{g}{3}$ in $\frac{1}{4}$ verwandeln müßte, wenn gt größer als ein Drittel der Spannung wäre. Endlich gewinnt die Solidität des Baues nur, wenn gh größer als pq gemacht wird; gu darf deshalb nicht verbreitert werden.

c) Aber flache Gewölbe schieben außerordentlich, und zwar um so mehr, je flacher sie sind. Der obere Theil gulh rutscht nämlich, wenn der Schub des Gewölbes den Widerstand der Widerlage überwältigen sollte, auf der Fläche gu fort, und guz bleibt ruhig stehen. Die Widerlage noch dicker machen zu wollen, als Maillard sie zu machen lehret, kann nicht gerathen werden; denn je dicker sie wird, je weniger trocken ist der Mörtel im Innern des Pfeilers zur Zeit, wo das Gewölbe erbaut werden muß, je kostspieliger und weit ausschender wird der Bau. Dicke Mauern trocknen nämlich vor zwey Jahren nicht aus; ja man hat Beyspiele, daß in demolirten hundertjährigen, bey weitem nicht so dicken Mauern als im Wasserbaue vorkommen, der Mörtel noch in seiner ursprünglichen Feigartigkeit angetroffen wurde. In solcher Lage hilft man am zweckmäßigsten durch rechtwinkelige, $1\frac{1}{2}$ ' tiefe Einschnitte in den Lagerflächen der äußern Quadersteine nach Fig. 25, hgt. Daselbe gilt für Fig. 32, B. (S. 418, I. Thl.)

d) Gemeinschaftliche Widerlagen können zwar schwächer seyn als eigentliche, und bey

sehr großer Spannung genügt ein Neuntel derselben zur Dicke jener, vorausgesetzt, daß alle Gewölbe zu gleicher Zeit erbauet werden. (S. 596, I. Thl.)

In den südlichen Provinzen, wo die Ströme keine EisstöÙe bilden, und an den Werken, die bey feindlichen Invasionen keine theilweise Zerstörung zu besorgen haben, mag dieß angehen; aber erst nach reifer Ueberlegung entschieÙe man sich hierzu. Die Alten, so kühn sie auch bey Landbauten waren, wagten es bey Wasserwerken doch nie, wie dieß die Regensburger, die Prager- und die Dresdner-Brücke beweisen. Sie verfielen in das andere Extrem, in Aengstlichkeit, und gaben den Pfeilern oft mehr als $\frac{1}{3}$ der Spannung zur Dicke, was offenbar zu viel ist.

Davoust ließ Einen von den sieben Mittelpfeilern der Dresdner-Elbebrücke *) im Sommer 1813 sprengen; und die Brücke litt keinen andern Schaden, als daß jener Pfeiler und die zwey darauf ruhenden Bögen zusammenstürzten; alle übrigen blieben stehen. Ob wohl die Brücke von Neuilly, deren Pfeilerdicke ein Neuntel der Spannung beträgt, in ähnlicher Lage so leicht davon gekommen wäre?

Belidor verlangt: Die Mittelpfeiler der Wasserwerke sollen den fünften Theil der Spannung zur Dicke erhalten. Allgemeiner, und für alle Fälle geltend dürfte aber folgende Regel seyn: Man mache an Wasserwerken, deren theilweise Zerstörung durch den Eisstoß möglich ist, oder in militärischer Hinsicht nöthig werden könnte, die gemeinschaftlichen Widerlagen so dick wie die eigentlichen. Der Eisstoß wirft nämlich immer nur einzelne Pfeiler um, und dem Kriegsmann der neueren, humaneren Zeit genügt eine Lücke, nie beabsichtigt er die gänzliche Zerstörung. Aber absichtslos würde diese erfolgen, hätte die leidige Oekonomie ihr vorgearbeitet — Sparsamkeit am unrechten Orte oder zur Unzeit ist die größte, und zugleich die sträflichste Verschwendung.

e) Oft hat man die Frage aufgeworfen, ob eine Widerlage z. B. h z Fig. 24, an deren Rückseite l z Erde angeschüttet und fest gestoßen werden muß, eben deßhalb nicht eine geringere Dicke als eine frey stehende erhalten könne? Wenn man ihr wenigstens zwey Jahre Zeit zur vollkommenen Austrocknung gönnt, ehe man die Gewölbe erbaut, und ehe man Erde hinter ihr anschüttet, allerdings.

S. 240. Ueber Fundamente, Roste und Pfahlroste endlich hat sich die Abhandlung S. 604, I. Theil ausgesprochen, auf welche man hier verweist. Im Wasserbaue ist jedoch die Vorsicht zu verdoppeln, und eher zu übertreiben, als hinter der Regel zurückzubleiben. Die Dicke der Pfähle wird nach ihrer Länge bestimmt (S. 52), und letztere muß immer erst durch Versuche an Ort und Stelle ausgemittelt werden. Wenigstens eben so dick als die Piloten macht man die Longrinnen und Traversinen. Eichenholz oder andere harte und feste Holzarten verdienen im Wasserbaue unstreitig den Vorzug vor dem weichen Holze; nicht wegen der längeren Dauer, sondern weil weiches Holz im Wasser quillt, schwammig wird, und dem Druck großer Lasten bey weitem nicht so gut wie hartes widersteht.

An Orten, wo der Wasserspiegel bloß schwanket, genügen Schwellenroste; wo jedoch eine wirkliche Strömung Statt findet, sind Pfahlroste nöthig; es wäre denn, daß die Fundaments-Sohle aus sehr fester Erde bestände. Steinwürfe endlich müssen jene und diese beschützen.

Von den Eisbrechern.

S. 241. Thaut es im Frühling, so mehrt sich die Wassermenge, die Eisdecke hebt sich allmählig, und bekommt einzelne Sprünge, wodurch sie jedoch keineswegs in Schollen, sondern in Eisfelder

*) Sie hat achtzehn Bögen jeder von 6 Schuh Dicke, 68 Schuh Spannung, und 34 Schuh Gewölbhöhe. Die Pfeiler sind 28 Schuh dick; die Brücke ist 35 Schuh breit. (Langsdorf Brückenbau. Seite 217.)

oft von sehr bedeutenden Ausmaßen zertheilet wird. Der Anprall eines solchen Eisfeldes an irgend ein Wasserwerk, z. B. an ein hölzernes Brückenjoch, ist daher so fürchterlich, daß nicht selten sein Ruin eine nothwendige Folge davon ist. Diese Eisfelder nun in Schollen zu zerbrechen, deren Stoß unschädlicher ist, erbaut man vor dem Wasserwerke Eisbrecher oder Eisböcke Fig. 35. Sie bestehen aus wenigstens 3 schief liegenden, von Piloten getragenen Balken, den so genannten Reitern ab , auf welchen die Eisfelder aufwärts gleiten, und sich in um so kleinere Schollen, und um so williger zerbrechen, je geringer ihre Dicke, und je öfter bc in ac enthalten ist. In trägen Flüssen aber könnten Eisböcke Anlaß zu Eischoppungen werden, wenn bc nicht wenigstens drey-mahl größer als ac wäre; in schneller strömenden genügt es, $bc = \frac{ac}{2}$ zu machen.

§. 242. Der mittlere Reiter wird von verticalen, die beyden andern Reiter hingegen werden von schiefen, 6 Schuh von einander entfernten Piloten getragen; cd ist weder senkrecht auf ab , noch vertical, sondern halbiret jenen Winkel, den diese genannten Richtungen mit einander in d machen. In der vordern Ansicht ist $1, 2$ der vierte Theil von $2, 3$. Die Dicke der Piloten wird nach der Länge der längsten bestimmt (§. 52), und um die Arbeit genauer, als Rundholz es erlaubt, machen zu können, läßt man wenigstens die äußern Piloten vierkantig behauen. Die Reiter macht man um vier Zoll breiter als die Piloten, damit der obere Reiter auf jedem der beyden andern noch zwey Zoll aufliege, und damit das 6zöllige Schalholz auch nur 2 Zoll auf die untern Reiter aufgeblattet werden darf. Sonach kann es von den Schollen, eben weil es nicht vorsteht, auch nicht weggerissen werden. Diese höchst nöthige Verschalung der Seitenwände fängt 6 Zoll, oder wo möglich noch tiefer unter dem kleinsten Wasser an, und reicht bis d hinauf; die horizontalen Balken kommen 6 Zoll aus einander, weil es unnöthig wäre, sie enger anzuordnen, indem die Schollen gewöhnlich viel dicker sind (§. 34), also die schiefen Piloten nicht benagen können; b ragt wenigstens 2' über das höchste Wasser vor.

Zum Schalholz nimmt man immer nur weiches Holz, zu den Piloten und Reitern aber, da, wo es nicht allzu kostspielig ist, Eichenholz. (§. 478, I. Thl.)

§. 243. An vielen Orten bewaffnet man den obern Reiter mit einer 2 Zoll hohen und $\frac{1}{2}$ Zoll dicken eisernen Eisäge, die von a bis b reicht. Da aber das Zerbrechen, keineswegs jedoch das Zersägen der Eisfelder beabsichtigt wird, so scheint jene kostbare Säge eine sehr entbehrliche Sache zu seyn, weil die, über ihre Zähne hinaufholpernden Eisfelder sehr unsanfte Erschütterungen verursachen. Eine glatte Eisenstange von vierer Schließeneisen (Tab. VI. I. Thl.) wäre daher unschädlicher. Nöthiger aber sind eiserne Schraubennägel und Biegel, welche die Reiter und Pilotenköpfe verbinden; ihre Stellen zeigt die Figur. Auch verdienen die eichenen, etwa 6 Zoll dicken Nadeln, womit die untern Ende der drey Reiter bey a niedergehalten werden, einer Erwähnung. Man schlägt sie unter dem Wasser durch Hülfe eines Knechtes ein. (§. 477, I. Thl.)

§. 244. Endlich merke man, daß es nicht gerathen sey, die Eisböcke näher als 30 Schuh Mitte von Mitte an zu ordnen, selbst wenn die zu schützenden Pfeiler näher ständen. Zweckmäßiger sind in solcher Lage zwey Reihen Eisböcke vor einander, und zwar die erste Reihe etwa 100 Schuh vor den Pfeilern, die zweyte Reihe aber 300 Schuh stromaufwärts en échiquier vor der ersten Reihe. Denn die erste Reihe knapp vor, oder (wie es an manchen Orten geschieht) gar an die Joche zu stellen, also diese und jene mit einander zu verbinden, ist nicht zu empfehlen; weil die Stöße, welche der Eisbock empfängt, auch das Joch erschüttern, folglich dessen Dauer gefährden würden. Sogar bey sehr massiven Quaderpfeilern, wo die scharfe Schneide mehr zum Zertheilen des Stromes als zum Zerbrechen der Eisfelder dienet, muß letzteres doch durch eigene Eisbrecher erzielet werden, wenn man anders (in solcher Lage vorzüglich möglichen) Eischoppungen vorbeugen will, die von kleinen Schollen nie, sehr leicht aber von Eisfeldern veranlasset werden.

§. 245. Aller Vorsicht ungeachtet benagen die scharfen Kanten der Eisschollen dennoch die Quadersteine, und besonders das Grundeis (§. 32) verdient hier Beachtung. Denn Beschädigungen oberhalb des niedrigsten Wasserspiegels lassen sich repariren; nicht so jene unter demselben. Die Leitzmeritzer Eisbrücke stürzte ein, und erst, als die drey von dem Eisstoß 1814 umgeworfenen Quaderpfeiler seitwärts lagen, konnte man an ihren zu Tage kommenden Grundflächen sehen, welche unglückliche Verheerung das Grundeis im Laufe der Zeiten angerichtet hatte. Ein gutes Drittel rechts sowohl als links war von den Füßen jener Pfeiler weggefressen, so daß sie in den letzten Jahren nur auf einem Mauerfloße standen, dessen mittlere Dicke kaum den dritten Theil der oberen Pfeilerdicke betrug.

Jede Zerstörung fängt am Pfeilerkopfe an, und verbreitet sich erst dann weiter, wenn dem Eise jene gelungen ist. Also muß der Kopf verwahrt werden.

Von den Eispanzern.

Fig. 34. §. 246. Fig. 34 zeigt, wie man Pfeilerköpfe *m k m* durch verticale, 6 Zoll dicke Pfosten, die durch horizontale eiserne Schienen von sechser Schließeneisen (Tab. Nr. VI. I. Thl.) zusammengehalten werden, vor dem Benagen der Eisschollen schützen könne. Erstere stehen unten auf einer gefalzten Schwelle, und werden oben durch eine ähnliche überdeckt, wie dieß in der Ansicht Fig. 34 zu sehen ist. Die Eisenschienen stehen 12 Zoll von einander ab, erhalten Praxen, und werden mit Bley vergossen. Die Pfosten dieses hölzernen Panzers nun, nicht aber die Quadersteine werden vom Eise benagt, und erstere würden endlich zerstört werden, wenn der stets wachsame Hydrotekt nicht jede halb zerfressene Pfoste sogleich durch eine neue ersetzen wollte. Gern läßt er sich die Mühe und Auslage gefallen, welche ihm diese Auswechslung verursacht. Er erkaufte damit in unserem rauheren Klima ewige Dauer seiner Wasserwerke, und die Beruhigung, alles gethan zu haben, was die Kunst ihm rieth.

§. 247. Um die Auslage zu verringern, nimmt man (wie zu den Brücken der Pferdestallungen) zu den Verpanzerungen nur weiches Holz, und erzielt, was man beabsichtigt. Weniger ökonomisch läßt sich aber bey den hier nöthigen Eisenschienen. Ihr oftmahliges Wegnehmen und Wiederanmachen macht die Praxenlöcher endlich so weit, daß bey dem Vergießen eine bedeutende Menge Bley nöthig wird, und die Praxen doch nicht fest stecken; der vom Eise verbogenen und weggerissenen Schienen nicht zu gedenken.

Fig. 36. Wohlfeiler gewiß, aber auch zweckmäßiger ist es daher, alle Eisenschienen zu beseitigen, und die Verpanzerung so zu machen, wie dieß Fig. 36, A im Grundriß, D im Durchschnitt, und E A. D. in der vordern Ansicht lehret. Sie besteht aus $\frac{6}{8}$ zölligem weichen Holz, welches bey den Oeffnungen E. 1, 2 und 3 hineingedrückt wird, wenn es früher in die untere Rinne 4, Fig. D hineingesteckt wurde. Steht es nämlich zuerst in der Lage 5, 4, so drückt man es oben bey 5 in die Lücke 1, und bewegt es dann in verticaler Stellung dorthin, wo es stehen bleiben soll. Bey Reparaturen schraubt man bloß die kurzen Schienen 6, 7 weg, wo sodann jeder benagte Balken ausgewechselt werden kann. Ist dieß geschehen, so schraubt man jene kurzen Schienen wieder vor, und alles ist wieder in statu quo. Zimmerklammern 8 erleichtern diese Arbeit, welche ohnehin immer bey kleinem Wasser vorgenommen wird, ungemeyn.

§. 248. Ein nach Fig. 33 erbauter Pfeiler braucht keinen Panzer, denn die vorgeworfenen Steine schützen die untersten Quaderscharen 1, 2 vollkommen, und die über den niedrigsten Wasserspiegel vorragenden Scharen 1, 3 können, eben weil sie vorragen, im Falle einer Beschädigung leicht reparirt werden.

Fig. F. Anders verhielte sich die Sache bey einer sehr bedeutenden Wassertiefe, wo es, ohne die Strömung zu beirren, unmöglich, oder wenigstens unräthlich wäre, alle Quaderscharen unterhalb des niedrigsten Wasserspiegels durch vorgeworfene Steine zu schützen; ein Fall, der in Fig. F vor-

gestellt ist. Hier hilft man durch einen Panzer 1.5, dessen oberer Theil 5 wenigstens um anderthalb Fuß über den niedrigsten Wasserspiegel hervorragen muß, damit die Auswechslung der benagten Balken von den Zimmerleuten zur Noth noch bewerkstelliget werden kann. Sie schlagen zu diesem Behufe in die obern, 18 Zoll vorragenden Ende der Balken, wie zuvor, Zimmerklammern ein, welche ihnen als Handhaben dienen, und das Herausnehmen oder Einsetzen der ohnehin schwimmenden, also schwerlosen Balken möglich machen.

Verhaltungen vor, und während des Eisstoßes.

§. 249. Unterläßt man es, beym Eintritt strenger Kälte, die hölzernen Joche der Brücken, die Eisböcke zc. ringsum aufzueisen, das heißt, einen etwa zwey Schuh breiten Graben in der Eisdecke rings um den Eisbock, oder um das Joch aufhacken zu lassen, und fährt man nicht fort, tagtäglich früh die, über Nacht in diesem Graben wieder entstandene Eiskruste einzuschlagen, so zieht die im Frühling nach §. 241 sich hebende Eisdecke sicher die Piloten jener Werke aus dem Flußbette heraus. Denn diese Kraft ist so ungeheuer, daß ihr nichts widerstehen kann. Folgt auch nicht gerade der Ruin des Werkes auf dieses Heben, so leidet doch seine Stabilität darunter; und oft gelingt es dann einem nachträglichen verhältnißmäßig unbedeutenden Stöße eines Eisfeldes, das ganze Werk über den Haufen zu werfen; dem es, wäre das Aufeisen nicht vergessen worden, spielend widerstanden hätte.

§. 250. Eben so nöthig ist es, die Schützen, Drehschützen, und Einlegbalken der Freyarchen zc. den ganzen Winter hindurch frey vom Eise zu erhalten; weil es sonst unmöglich wäre, sie im Falle der Noth zu öffnen, und der ungeheuern Wassermasse Abfluß zu verschaffen. So höchst schwierig diese Forderung ist, sie muß durch alle zu Gebote stehenden Mittel doch erzwungen werden. Ein trauriges Ereigniß vom Februar 1809, welches die, wiewohl schuldlose Unterlassung dieses Aufeisens bestrafte, könnte hier zur Warnung angeführt werden.

§. 251. Jene Schützen hingegen, welche während des Eisstoßes nicht gehoben werden dürfen, müssen sorgfältig verdammet werden. Man bedient sich hierbey am besten des Pferdedüngers, den man auf der Wasserseite so hoch als nöthig, und wenigstens zwey Fuß dick vor solche Schützen anschütten und stoßen läßt.

Besondere Aufmerksamkeit verdienen jene Schützen, welche den Ein- oder Auslaß der Ableitungscanales versperren, weil, wenn das Hochwasser in diese dränge, es sich durch die Spiegel der Abtritte in die Häuser ergöße, und Keller, Höfe und Gassen von da aus überschwemmt werden würden. Niedrig liegende Häuser verwahren daher ihre Kellerstiege, die Kellerfenster, die Hofthore zc. gleichfalls mit Pferdemist, oder bereiten wenigstens die Verdämmung vor, um sie schnell herstellen zu können, wenn es Noth thut.

§. 252. Jene Dämme, von denen man vorzüglichem Schutz erwartet, müssen vor Eintritt des Frostes argwöhnisch visitirt, Risse, Scharten oder Maulwurfslöcher sogleich und sorgfältig verstopfet; da aber, wo die Furcht eines Dammbrechens nur etwas gegründet wäre, alles vorgekehrt werden, was dieses Unglück möglichst unschädlich machen könne. Hierher gehören vor Allem: Rettungsmittel, als Pletten, Schiffe, Böcke, Pfosten; ferner: Entfernung aller unnützen Menschen von dem gefährlichen Schauplatz; Dammhüter oder Wächter bey Tag und Nacht; Pechpfannen, Fackeln, Laternen zc., verabredete Nothsignale, und beständig in Bereitschaft gehaltene Arbeiter.

§. 253. Dammbüche entstehen nämlich nicht plötzlich. Anfangs ist oft eine Schubkarre voll Erde hinlänglich. Versäumt man aber den günstigen Augenblick, so wird die Hülfe schwieriger. Bretter, Pfosten, Balken, Faschinen, Erde, ja wohl auch bloße Strohbünde haben zur Noth schon manche größere Dammlücke verstopfet, wenn sie in unmaßiger Menge und schnell genug vorgeworfen wurden.

Hat aber das Wasser einmahl die Oberhand gewonnen, dann ist jede menschliche Hülfe unzureichend. Bey solchen Gelegenheiten ist daher Schnelligkeit, Muth, vor Allem aber Besonnenheit nöthig. Nie lasse man die Leute bis zur Ohnmacht arbeiten, sondern theile die vorhandenen Arbeiter in zwey Hälften, wovon die eine mit äußerster Anstrengung so lange arbeitet, als sie noch Kräfte genug hat, schnell bey Seite zu springen, wenn die andere Hälfte sie ablösen will. Nun erst schöpft sie Athem, und wartet sitzend ab, bis Jene sich wieder nach Ablösung sehnen. Auf diese Art sind nie zu viele Arbeiter auf der engen Stelle, sie hindern sich nicht, folgen williger, und gewinnen Vertrauen zu demjenigen, der auf solche Art arbeiten läßt. Und Gehorsam auf Vertrauen gegründet geht bey dem gemeinen Mann in rücksichtslose Hingebung über, mit der man Wunder wirken kann.

§. 254. Tritt Thaumetter ein, hebt sich der Wasserspiegel, und bricht die Eisdecke, so hat man, wenn alles so vorbereitet ist, wie die vorigen §§. es verlangen, weiter nichts zu thun, als den Abgang des Eises ruhig abzuwarten.

Er erfolgt, den Naturgesetzen gehorchend, und der menschlichen Geschäftigkeit oder Einwirkung spottend, allemahl von selbst. Vorbauen kann man seinen Verheerungen wohl; aber stören, oder beschleunigen läßt er sich nie! Kanonen, Bomben, Eisminen und andere derley, gewöhnlich von ängstlichen Behörden proponirte, oder von jungen, die Pulverkraft überschätzenden Militärs mit Feuereifer in Ausführung gebrachte Zwangsmaßregeln haben nie etwas anders, als Aerger beym Aufprohen, und Schamröthe beym Abfahren zur Folge gehabt. Vier- und zwanzigpfündige Kanonenkugeln prallen nähmlich wie Erbsen von den Eisschollen ab; und die Wirkung der schwersten 100 pfündigen Bomben ist so lächerlich unbedeutend, daß sogar in Festungen, wo man mit derley Geräthe zur Genüge versehen ist, noch auf keine Eisschoppung mehr als zwey Bombenwürfe gemacht wurden. Das Gespötte des in seinen Erwartungen getäuschten Pöbels, und die eigene Scham verhindern gewöhnlich, und glücklicher Weise den dritten.

§. 255. Nach dem Eisstoße sind die Keller und Brunnen der überschwemmten Gebäude sogleich auszuschöpfen und zu reinigen, Fenster und Thüren auszuheben, Pflaster und Fußböden, die nicht trocknen wollen, aufzubrechen, und die Bewohnung solcher Gebäude erst dann wieder zu gestatten, wenn alles gewaschen worden, und vollkommene Trockenheit an dem Mauerwerke eingetreten ist, worüber nur das ärztliche Erkenntniß entscheidet.

Durchrissene Dämme müssen bey gelinder, trockener Witterung sogleich reparirt, niedrige erhöht, fehlende aufgeführt, kurz alles, worüber der Eisstoß selbst Winke gegeben hat, ganz nach seiner Anleitung gemacht werden. Denn, immer ist man nach dem Eisstoße klüger als vorher.

Schlußbemerkungen.

§. 256. Endlich nützen die zweckmäßigsten Vorkehrungen vor und während des Eisstoßes, alle Panzer und Eisböcke, alle Vor- und Nachbettungen zc. zc. so viel als nichts, und sind weiter nichts als Palliative, wenn in der Wahl des Materiales Mißgriffe gemacht worden. Ein aus schlechten Steinen erbauter Pfeiler fällt zusammen, wenn auch keine Eisscholle ihn berührt. Alles, was demnach im I. Thl. §. 214 über die Steinprobe, §. 409 über die Brauchbarkeit der Steine, §. 434 über die Quader- oder Haussteine, ferner §. 317, 319 über die Zeit des Holzfallens, §. 320 über die Güte des stehenden, §. 322 über die Brauchbarkeit des gefällten, §. 478 über die Wahl, und §. 317 über die Dauer des Bauholzes gelehrt worden ist, muß demnach vor Anfang des Baues nachgelesen, und gewissenhaft beachtet werden.

§. 257. Zum Kalkbrande empfiehlt der §. 262, I. Thl. vorzugsweise den grauen oder braunen Stinkstein, welcher einen urinösen Geruch von sich gibt, wenn er gerieben wird. Nach §. 263 erhält

man einen vorzüglich bindenden, wiewohl schmutzigen, lehm- oder rostfarbigen Maueralk aus harten, schweren, eisenhaltigen Kalksteinen, die in Säuren aufgelöst immer einen Rückstand hinterlassen, viele Zeit und Holz zum Brennen brauchen, und im Brande nur etwa $\frac{1}{4}$ ihres Gewichtes verlieren. Der §. 266 empfiehlt, und §. 267 lehrt das Brennen der Kalksteine mit Steinkohlen, ohne die Unanwendbarkeit des mit Holz gebrannten Kalkes zu behaupten. Endlich verlangt der §. 281, daß man den zum Mörtel zu verwendenden lebendigen Kalk nicht einsumpfe, sondern nach §. 277 schrecke.

Und dieser Staubkalk nun ist es, welcher bey Wasserbaulichkeiten ganz vorzügliche Empfehlung verdient. Liefert ihn das Land von so besonderer Güte, daß er, wie z. B. der berühmte Prager Kalk, wie der aus den Luckawitzer Brüchen (unweit Lobositz) im Wasser sowohl, als an der Luft bald und vollkommen erhärtet, so braucht man keine Cemente. 2 Theile derselben Staubkalk, und 4 Theile reiner scharfer Flußsand, mit höchstens einem Theil Wasser verdünnt, und so lange mit großem Fleiße durchgearbeitet, bis er eine breyartige, gleichfarbige Masse wird, die unwillig von der schiefgehaltenen Mauerkelle abläuft, geben einen Mörtel, der sowohl zu der Quaderverkleidung, als zum innern Bruchsteinmauerwerk der wichtigsten Wasserwerke ohne Bedenken genommen werden kann. Weder Frost noch Nässe, noch abwechselnde Nässe und Trockenheit vermögen die Bindekraft dieses Natur-Cementes (welche sogar die Cohäsion der dortigen Steine übertrifft) zu zerstören. Die in solchen Mörtel gelegten sehr alten Hohlziegeldächer von Prag, die noch ältere Moldaubrücke ¹⁾, die Elbebrücke bey Leitmeritz, und die sehr zahlreichen und höchst wichtigen Wasserbauten der böhmischen Festungen beweisen es.

§. 258. An Orten, wo der beste Kalk des Landes die für den Wasserbau so wünschenswerthe Eigenschaft, unter dem Wasser bald zu erhärten, nicht hat, erzielet man das schnellere Trocknen des Mörtels in Holland durch Trassmehl, in Italien aber durch Puzzolanerde, welche Materien man anstatt des Sandes zu dem Staubkalk mengen, stundenlang durchkneten, und das somit erhaltene Cement bald verarbeiten läßt (siehe I. Thl. §. 340 und 341).

Smeaton, welcher den berühmten Leuchtturm Edystone in der Bucht von Plymouth erbaute, gibt folgende Mischungen an:

		Staubkalk.	Trassmehl, oder Puzzolanerde.	Sand.
Für Mauern, die stets unter Wasser stehen	für die äußere Quader-Verkleidung	2 Theile	2 Theile	„
	hinter derselben	2 „	1 „	1 Theil
	in der Mitte der Mauer	2 „	1 „	2 „
Für Mauern, die nicht stets unter Wasser stehen	für die äußere Quader-Verkleidung	2 Theile	1 Theil	3 Theile
	hinter derselben	2 „	$\frac{1}{2}$ „	3 „
	in der Mitte der Mauer	2 „	$\frac{1}{4}$ „	3 „

In den Küstenländern ist die Zufuhr der Puzzolanerde und des Trasses leicht möglich und wenig kostspielig. Im Innern des Continents hingegen ist dieß nicht der Fall, und hier behilft man sich gewöhnlich

§. 259. Mit pseudo-vulcanischen Producten, nämlich mit Steinkohlenasche oder Cendrée, mit gerösteter Thonerde, mit Minion, am einfachsten, und vielleicht am besten aber mit dem, schon von Vitruv empfohlenen Ziegelmehl. Es wird aus gut gebrannten Ziegeln, besser aus alten, aber trockenen und reinen Dachziegeln erzeugt, die in einem eisernen Mörser zerstoßen, und durch Sieben von den gröbern Stücken gereinigt werden. Dieses Mehl vertritt, wie viele stehende

¹⁾ «Les Suédois s'étant emparés du petit Prague, et voulant démolir le pont, le mortier se trouva si dur, que l'on fut obligé, de renoncer à cette entreprise.» Oeuvres de M. Gauthey. I. 32.

Wasserwerke beweisen, die Stelle der echt vulcanischen Producte beynahе vollkommen, so, daß wir unbillig wären, es nicht zu gestehen. Nur trocknet der hiervon bereitete Mörtel nicht so schnell, als die andern Cemente. Zögert man also (um dieses Austrocknen durch allzu reichliche, immer bedenkliche Zugabe von Ziegelmehl nicht unkluger Weise übereilen zu dürfen), so viel als möglich mit dem Einreißen der Fangdämme, mit dem Wegnehmen der Senkschiffswände; verkittet man die gegen das Wasser gewendeten Fugen der Quader mit einem bewährten Dehl- oder Schmelzkitt (I. Thl. S. 431), erbaut man ferner derley Werke aus möglichst großen Quadern und Bruchsteinen, welche wenig Fugen enthalten, und schneller austrocknen; beobachtet man endlich gewissenhaft, was im I. Thl. S. 340 und 341 gelehrt wurde, so wird die Dauer solcher Werke selbst in unserm nordischen Klima von der Erfahrung verbürgt.

§. 260. L. J. Vicat veredelt die so genannten schlechtern Kalkgattungen dadurch, daß er sie zuerst brennen, dann an der Luft zerfallen, diesen Kalkstaub sieben, ihn mit zerriebener, brauner, eisenhaltiger, geschlemmter Thonerde innigst vermengen, dieses Gemische mit Wasser wie einen gewöhnlichen Mörtel anmachen, gut durcharbeiten, es einige Stunden ruhen, dann in würfelartige Formen von 9 Zoll Weite drücken, und diese Cubi zuerst im Schatten, später an der Sonne trocknen läßt. Haben diese Kalk-Soden nun alle Feuchtigkeit verloren, so werden sie abermahl wie gewöhnliche Kalksteine im Kalkofen gebrannt, und der *chaux hydraulique* ist somit fertig.

Die Menge der beyzumischenden Thonerde (sagt Raucourt de Charleville) bestimmt man so, „daß die im Kalksteine enthaltenen andern festen Stoffe mit der zuzusetzenden Thonerde ungefähr eben so viel ausmachen, als der im Kalksteine enthaltene reine Kalk“ — Also müssen die zu veredelnden Kalksteine zuerst chemisch analysirt werden!

St. Leger errichtete wirklich eine Fabrik neben der *Ecole militaire* zu Paris, worin solcher Kalk in Menge erzeugt wird, und findet, obwohl diese Erfindung noch sehr jung ist, guten Absatz. Doch hat dieselbe noch Berichtigungen zu erwarten. In den *Annalen der Chemie und Physik* von Gay-Lussac und Arago heißt es: Treussart meint, es sey empfehlenswerther, einen künstlichen Traß zu bereiten, und diesen beym Mörtelmachen dem gewöhnlichen, nicht veredelten Kalk zuzusetzen zc. zc.

Beym Lichte betrachtet, gehört die ganze Untersuchung, für jetzt noch, eher in das Gebieth der speciellen Chemie, als in das der Hydrotechnik. Läßt sich jene herbey, dieser unter die Arme zu greifen, und thut sie dieß früher, als der fünfte Theil des vorliegenden Lehrbuches die Presse verläßt, so wird das Ergebnis dankbar als Nachtrag beygefügt werden. Geschieht es nicht, so wolle der Leser es sich gefallen lassen, daß man ihn auf die Abhandlung: *Neue Versuche über den Kalk und Mörtel* von Vicat und Andern (Berlin und Posen bey E. S. Mittler, 1825) verweist.

Vierter Teil.

Straßen- und Brückenbaukunst.

I n h a l t

d e s

v i e r t e n T h e i l e s.

	§.	Seite		§.	Seite
Definition und Abtheilung.	1	81	Seitengräben.	79	102
Erstes Buch. Von der Straßenbaukunst.	3	81	Wasserabzüge und Durchlässe.	80	103
Straßenbreite.	3	81	Wahl des Baumaterials.	82	103
Straßenoberfläche.	6	82	Vorrathshäufen.	85	104
Steigung einer Straße.	10	83	Mauthhäuser.	86	105
Straßenzug.	15	84	Ausstechen eines neuen Straßenzuges.	92	106
Barometrische Höhenmessung.	19	85	Einige merkwürdige Straßenzüge der neuesten Zeit.	100	107
Verschiedenartigkeit der Straßen in Hinsicht aufs Materiale.	25	88	Straßenreparaturen.	104	110
Schotterstraßen.	26	88	Eisenbahnen der Engländer.	107	111
Schlegelsteinstraßen (Macadam'sche).	28	88	Tram Roads und Rail Roads.	108	111
Bruchsteinstraßen.	35	90	Palmer's Patent-Eisenbahn.	112	112
Pflasterstraßen.	40	91	Wasserstraßen oder Canäle.	117	114
Gene der alten Römer.	43	92	Canalschiff.	121	116
Verschiedenartigkeit der Straßen in Bezug auf Localität.	45	93	Canalprofil.	122	116
Straßen über Sümpfe.	45	93	Canalschleusen.	123	116
Straßen über Sandfelder.	51	94	Wasserökonomie.	127	118
Straßen auf nackten Felsen.	52	95	Ueber die Möglichkeit eines Canales.	128	119
Straßen über Gebirge.	53	95	Ob ein Canal räthlich sey.	131	120
Stütz-, Wand- und Schußmauern.	55	95	Damm- und Bruckcanäle.	134	121
Geländer und Streifsteine.	56	96	Canalstollen.	138	122
Schneekreuze.	60	97	Canalwendungen.	142	123
Wiederlehren.	61	97	Hafen und Docks.	145	123
Felsenanschnitte.	63	98	Canalbrücken.	147	124
Straßenstollen.	64	98	Zweytes Buch. Von der Brückenbaukunst.	149	125
Schutt-Tennen.	68	100	Vorerinnerungen, Furthen und Fahren.	150	125
Zufuchtsorte, Refuges, Hospices.	71	101	Von den liegenden Brücken.	157	127
Allgemeine Bemerkungen.	75	101	Die einfachste Brücke.	157	127
Meilensteine und Warnungstafeln.	75	101	Dicke der Brückenbalken.	161	128
Aueebäume.	78	102	Jochbrücken.	164	129
			Sattelbrücken.	172	131

	§.	Seite		§.	Seite
Von den schwebenden Brücken.	175	132	Floßbrücken.	279	160
Bogenbrücken von Holz und von Gußeisen.	176	132	Fliegende Brücken.	282	160
Keine Sprengwerke.	182	134	Von den mobilen Brücken.	285	162
Keine Hängwerke.	188	135	Drehbrücken.	286	162
Gesprengte Hängwerke.	197	137	Rollbrücken.	287	162
Steinerne Brücken.	206	140	Aufzugbrücken.	288	162
Von den hängenden Brücken im engern Sinne des Wortes.	227	146	Von den Nothbrücken, oder Brücken im Felde.	291	163
Kettenbrücken.	228	146	Die einfachste Nothbrücke.	295	163
Parallele dieser und der übrigen Brücken.	245	150	Wagenbrücken.	296	164
Von den schwimmenden Brücken.	249	152	Korbbrücken.	298	165
Schiffbrücken.	250	152	Bockbrücken.	300	165
Pontonsbrücken.	261	155	Spannwerkbrücken.	304	167
Cylinderpontons.	270	158	Seilbrücke von Ascantara.	306	168
Taßbrücken.	273	158	Allgemeine Bemerkungen.	310	169
			Brückenversicherung.	311	169
			Brückenzerstörung.	315	170

Vierter Theil.

Von der Straßen- und Brückenbaukunst.

§. 1. Sie lehrt alle Hindernisse beseitigen, welche die Localität der wechselseitigen Verbindung und dem Handel zu Lande im Wege legt.

Ueber rauhe Gebirge führen meistens nur Fußsteige. Saumrosse und Lastthiere tragen den Ueberfluß des flachen Landes in die ärmeren Gebirgsgegenden auf Saumwegen; in der Ebene vereinigen Landwege die Weiler, Vicinalstraßen die Dörfer, Commercialstraßen die Märkte, Heerstraßen die Städte. Sind sie mit Umsicht angelegt und gut erhalten, so nennt man sie Kunststraßen, Chaussees, auch wohl Kaiserstraßen.

§. 2. Brücken sind Straßen, Stege aber Fußsteige über Schluchten oder Flüsse. Also gehören sie zur Straßen-, nicht aber zur Wasserbaukunde, obwohl sie diese oft voraussetzen.

Erstes Buch.

Von der Straßenbaukunst.

Straßenbreite.

§. 3. Die innere Geleisweite beträgt in unseren Ländern 42 Wiener Zoll. Ein Bauernwagen packt 6, der breiteste Heu- oder Frachtwagen aber 8, höchstens 10 Schuh breit. Und so lange es noch Stadt- und Wirthshausthore gibt, die nur 10 Wiener Schuh weit sind, wird es wohl kaum einem Fuhrmanne einfallen, breiter zu packen. Ein von Lastträgern betretener Fußsteig muß 3 Schuh breit seyn. Also sollte jede Kunststraße in ebenem Lande, welche diesen Nahmen verdienen will, nach Wiebeking $3 + 10 + 10 + 3 = 26$ W. Schuh breit gemacht werden, damit nie Stockungen entstehen können, wenn Wagen und Lastträger sich zu gleicher Zeit an einer Stelle begegnen. Groß verlangt aber 30 W. Schuh, und diese Bürgschaft allein wird uns genügen, folgende Regel, welche auch Rondelet, Langsdorf, Cordier und Macadam als Grundsatz annehmen, zu befolgen. Sie lautet: Jede Kunststraße muß im flachen Lande 30 Fuß breit gemacht werden ¹⁾. Vor den Thoren der Hauptstädte auf eine Strecke von etwa 1000 Klafter mag sie jedoch 36, nur in seltenen Fällen 42, nie und unter keinerley Vorwand aber mehr als 48 Schuh betragen.

¹⁾ Sage: dreyßig Wiener Fuß; doch verschlägt es nicht das Mindeste, die Straße dreyßig Fortificationsfuß breit zu machen. Eine Bemerkung, die für den ganzen Straßenbau gilt, und hier ein- für allemahl ausgesprochen wird.

§. 4. Im Hochgebirge und allenthalben, wo breite Straßen ungeheure Summen verschlingen würden, ist man jedoch karger. Die berühmte Straße über den Simplon hat nur 25, die in der neuen Zeit zum Theil anders geführte Haupt-Commerzialstraße über den Arlberg hat 22, jene im Val Ursa (zwischen Roveredo und Vicenza) 18, die neueste Straße über den Splügen, so wie jene über das Stillsfer Joch aber nur 16 W. Schuh zur Breite ¹⁾, und dieß dürfte die geringste Breite seyn, die man einer Kunststraße geben darf, wenn von Strecke zu Strecke Ausweichplätze angeordnet werden.

§. 5. Gewöhnliche Landstraßen, worauf selten breitgepackte Frachtwägen angetroffen werden, begnügen sich mit 12, Dorf-, Roth- und Feldwege aber mit 8' Breite. Viehtristen macht man 16', Sommerwege aber, die in manchen Ländern zur Schonung der Kunststraßen seitwärts neben ihnen parallel fortlaufen, etwa so breit wie die Dorfwege.

Von der Oberfläche einer Straße.

Fig. 37. §. 6. Wiebeking verlangt, daß die Oberfläche der Straße ein Kreisbogen acb sey, dessen Halbmesser der vierfachen Straßenbreite ab gleich gemacht werden müsse.

B. Cordier will, daß acb ein Segment einer Ellipse sey; c soll 9 Zoll höher als a und b gemacht werden, wenn die Straße 30 Schuh breit ist.

Macadam verlangt c nur um 3 Zoll höher, als a und b ; acb sey ein Kreisbogen. In der Nähe Londons sehen die Straßenoberflächen wie sehr flache Satteldächer aus; c ist bedeutend höher als a ; ac und cb aber sind ganz gerade.

§. 7. Auf letzteren sowohl, als auf allen sehr convexen Straßen sucht der Fuhrmann, weil der Wagen sonst auf die Seite hängt, immer und vorzugsweise die Mitte; wodurch endlich Geleise, und durch die Pferde ausgetretene Pfade entstehen, in welchen alles Regenwasser stehen bleibt. Also, gerade das Gegentheil von dem, was man erzielen wollte (Ableitung des Regenwassers von der Straßenoberfläche), erzielt man durch zu viele Convexität; und folglich sind wenig gewölbte, ja sogar ebene Straßen (auf denen die Wagen wie sie wollen fahren können und fahren) vorzüglicher, als sehr convexe. Mit voller Ueberzeugung stimmt man daher der Macadam'schen Forderung bey: Keiner comprimierten Kunststraße mehr als 3 Zoll Convexität zuzugehen ²⁾. Werden die Geleise nur immer sorgfältig eingeräumt (ausgefüllt), was auf jeder gut unterhaltenen Straße ohnehin oft geschehen muß, so wird nie Wasser auf der Oberfläche stehen bleiben.

§. 8. Aber auch für gepflasterte Straßen ist eine große Convexität nicht zu empfehlen. Die am Rande fahrenden Wagen glitschen nämlich bey Glatteise immer weiter gegen diesen Rand zu, und der Schwerpunct der Fracht verrückt sich oft so bedeutend, daß es nur Zufall ist, wenn hochgepackte oder schnellfahrende Wagen nicht umwerfen.

Fig. 38. §. 9. Straßen, die längs Berglehnen hinlaufen, sollten jedoch nicht conver gemacht werden, sondern eine geringe Neigung gegen die Bergseite erhalten, weil man mit größerer Beruhigung in einem Wagen fährt, der sich einwärts neigt. a_0 muß wenigstens so viele Zolle betragen, als ab Klaftern enthält.

¹⁾ Eigentlich hat sie 5 Metres, also nach Tab. Nr. I. im I. Theile 15,82, oder rund 16 Wiener Schuh zur Breite.

²⁾ So lange die Sezung der Straße noch nicht vor sich gegangen, müssen jedoch wenigstens 6 Zoll Convexität zugestanden werden.

Von der Steigung der Straßen.

§. 10. Die Zumuthung, daß Pferde einen Frachtwagen, den sie bey schlechtem Wetter oft kaum auf ebener Straße zu ziehen vermögen, auch über Berge schleppen sollen, ist so handgreiflich unklug, daß man es schwer erklären kann, wie in cultivirten Ländern noch so viele steile Commerzialstraßen angetroffen werden können. Wahr ist es, die Pferde ziehen die ihnen aufgebürdete Last oft wirklich, wiewohl mit unsäglicher Anstrengung, langsam hinauf. Wie steht es aber mit jenen Frachtwägen, die denselben steilen Weg bergab fahren! Sie hängen den Radschuh ein! Und jetzt erst zeigt sich die oben gerügte Unklugheit in ihrer ganzen Nacktheit. Dieser Radschuh durchwühlt nämlich die Straßenoberfläche, sie sey so fest als sie wolle, dergestalt, daß sie für schwere Güterwägen, welche alsdann bergauf fahren wollen, bald unfahrbar wird. Man nimmt also Vorspann, das heißt, man spannt gemietete, immer sehr theuer bezahlte Pferde, vor die eigenen, und peitscht so lange, bis der Karren oben ist.

§. 11. Das Einhängen des Radschuhes also bedingt den Fall einer Straße, und nur jene Kunststraße verdient diesen Namen, welche ohne diese Wegeverderber befahren werden kann. Langsdorf findet, daß ein sechs-spänniger Frachtwagen auf einer Straße, welche 9 Procent Fall hat ¹⁾, nur mit eingehängtem Radschuh gefahrlos bergab fahren könne. Ohne Radschuh sind nämlich die beyden Stangenpferde nicht im Stande, die ihnen allein aufgebürdete Last zurück zu halten. Ein zehns-spänniger, also fast doppelt so schwerer, Wagen aber würde bey einem solchen Falle seine Stangenpferde zu Boden drücken, denn die vorderen 8 Pferde können hier so wenig wie dort helfen. Alle Straßen also, die mehr als 9 Procent Fall haben, an deren Rande man häufig mit Radschuhen bemahlte Warnungstafeln antrifft — sind keine Kunststraßen. Bey dem Bau der neuen Straße über das Stilfser Joch wurde dem Baumeister ausdrücklich vorgeschrieben, nie und unter keinerley Vorwande mehr als 10 Procent Fall zu geben. Wirklich haben die steilsten Strecken dieser merkwürdigen Gebirgsstraße (§. 102) höchstens 9 Procent Fall erhalten.

§. 12. Wie viel Fall soll denn also eine Straße bekommen? Antwort: Straßen, die bloß von zwey-spännigem Fuhrwerke befahren werden, können 10 Procent; jene, worauf auch vier-spännige Wägen fahren, mögen 8 Procent; Straßen, wo sechs-spänniges Fuhrwerk häufig vorkommt, sollten nur 6 Procent; jene endlich, worauf noch schwereres Fuhrwerk getroffen wird, dürfen nur 4, höchstens 5 Procent Fall erhalten ²⁾. Und diese letzteren Straßen verdienen mit vollem Rechte den Namen Kunststraßen. Hier ist Vorspann etwas Unerhörtes; im gestreckten Trapp fährt die leichte Kutsche bergan und bergab, kein Radschuh zerkratzt die Oberfläche, kein Staub belästigt die Reisenden, und, was die Hauptsache ist, das willig bezahlte Weggeld reicht vollkommen hin, die verhältnißmäßig unbedeutenden Unterhaltungskosten zu bestreiten.

§. 13. Zweckmäßig, bey hohen Bergen aber dringend nöthig ist es, das Gefälle nach den Umständen ungleich zu vertheilen. Die unterste Straßenstrecke erhalte 3, die folgende 4, die oberste 5 Procent Steigung, und nun laufe (wenn 20 bis 40 Klafter verticale Höhe erstiegen sind) die Straße wieder, etwa 80 Schuh lang, horizontal fort. Das Zugvieh wird auf diese Art allmählig an die größere Anstrengung gewöhnt, ruht auf den ebenen Stellen aus, und behält Kräfte genug, auch die höchsten Berge zu ersteigen. Siehe §. 62.

¹⁾ Will sagen: auf 100 Schuh horizontale Entfernung 9 Schuh Fall, also auf jede Klafter $6\frac{1}{2}$ Zoll.

²⁾ Die Louisenstraße hat höchstens $3\frac{1}{2}$ Zoll Fall auf jede Klafter. Sie vereinigt Carlstadt, Fiume, Buccari und Portoré. Beendigt wurde sie im Jahre 1820.

§. 14. Eine einmahl gewonnene Höhe darf nie wieder aufgegeben werden; das heißt: Eine gut gebaute Straße darf wohl steigen, stellenweis horizontal fortlaufen, und dann wieder steigen; nie aber steigen und dann wieder fallen. Selten nur entschuldigen Localverhältnisse eine Uebertretung dieser Regel.

Von dem Straßenzuge.

§. 15. Gut gebaute Straßen sind eine Wohlthat für das ganze Land, an der man so viele Ortschaften, als nur immer möglich ist, Theil nehmen lassen sollte. Vollkommen gerade Kunststraßen sind also Undinge. Von Dorf zu Dorf allerdings leitet man sie möglichst gerade, der ganze Straßenzug auf der Karte aber ist nichts weniger als eine mathematische gerade Linie. Die Mitwirkung vieler Gemeinden bey der Erbauung sowohl als bey der Unterhaltung einer Straße ist unerlässlich, und nur billig ist es, sie die Früchte ihres Fleißes mit genießen zu lassen. Der Commerz verlangt Absatz; also, je mehr Orte die Straße berührt, desto mehr entspricht sie dieser Forderung. Es brechen Achsen und Räder, es erkranken Reisende, anderer Unglücksfälle nicht zu gedenken; wie erwünscht ist daher schnelle Hülfe. In menschenleeren Gegenden endlich ist Straßenraub — wenigstens möglich.

§. 16. Also stellen sich dem geraden, leider oft erkünstelten, Straßenzuge sehr beachtungswürdige Rücksichten entgegen, und die Wissenschaft macht noch mehr Einwendungen. Sie verlangt: daß man jede unnöthige Steigung vermeiden, und kleinere Anhöhen eben so wohl, wie ganze Gebirge lieber umgehen als erklimmen solle. Die Erbauungs- und Unterhaltungskosten zu verringern, fordert sie, über theure Grundstücke, die angekauft werden müßten (wie z. B. über Weingärten etc.), über Moräste, über sumpfige Wiesen oder Gegenden, die öfters überschwemmt werden, über dürre Sandfelder, über öde Haiden oder Steppen, durch Wälder, durch enge, tiefe Schluchten (die im Winter ganz verschneyet werden), auf Bergabhängen, die früher mit Waldungen bewachsen waren — den Straßenzug, wo möglich, nicht zu führen, weil solche abgestözte (vom Wald entblößte) Stellen, die nur von den Baumwurzeln gehalten wurden, abrutschen, wie dieß eine übrigens zweckmäßig erbaute Straße im Jahre 1823 wirklich erfahren hat.

§. 17. Muß ein Gebirge überstiegen werden, so wähle man die niedrigste Einsattelung, die bewohntesten, freundlichsten, oder weitesten Thäler, und vermeide, wo möglich, alle Wildbäche (Torrenti, III. Thl. s. 5) und alle jene Stellen, über welche Lawinen zu stürzen pflegen. In den Thälern wechsle man nicht leicht mit dem einmahl angenommenen Straßenzuge, weil das wiederholte Ueberspringen von der einen Thalseite auf die andere nie ohne Brücken, die immer kostspielig sind, erzielet werden kann. Hat man die Wahl zwischen einer Aufdämmung oder einem Einschnitt, so ziehe man Jene ohne Bedenken vor, denn Einschnitte sind im Winter beynahe nicht practicabel. Immer suche man, wo es angeht, die Südseite zu gewinnen, weil hier die Austrocknung der Straße ungemein begünstigt wird; nie führe man eine Straße zwischen hohen Mauern, wenn diese nicht abgetragen werden dürfen. In Wäldern, vorzüglich in Fichtenwäldern, die vom Windbruche viel zu leiden haben, lichte man dieselben rechts und links der Straße wenigstens auf 100 Schuh, damit die vom Winde umgeworfenen Bäume die Straße nicht erreichen und verlegen, Letztere immer von der Sonne beschienen sey, und alle feuchten Dünste von dem Winde bald verjagt werden können. Gegenden, wo es viele Steinbrüche oder Schottergruben gibt, sind endlich da, wo die Wahl des Straßenzuges ganz von der Willkühr abhängt, vorzugsweise einladend; und allenthalben lasse man die Straße so nahe als es angeht, neben diesen, für den Bau und die Unterhaltung so äußerst wichtigen Fundgruben vorbeiziehen, selbst wenn es mit einer kleinen Wegverlängerung geschehen müßte.

§. 18. Man dürfte sonach wohl begreifen, daß ein zweckmäßiger Straßenzug eine schwere Aufgabe sey. Gute Specialkarten erleichtern sie zwar, können aber so wenig wie eine wirkliche Aufnahme den denkenden Mann zur definitiven Trace bestimmen. Im Zimmer entworfene Straßen sind in der Regel die schlechtesten, und weiter nichts, als theoretische Spielereyen oder windschiefe Versuche. Eine aufmerksame, wiederholte Vereisung zu Fuß oder zu Pferde (nicht im Wagen), später eine à la vue Aufnahme, und wenn es die Zeit erlaubt, eine Nivellirung der schwierigern Stellen sind mehr werth, als jede noch so gute, aber kostspielige, immer viele Zeit erfordernde, und in den verwickelten Fällen wo nicht unbrauchbare, so doch wenigstens unzulängliche Aufnahme, wenn sie nicht, wie Löhmann lehrt, horizontale Schichten (§. 98) ersichtlich macht. Die Straße über den Simplon, über den Mont Cenis, über den Splügen, über das Stilsferjoch, die an Ort und Stelle projectirt wurden, beweisen es.

§. 19. Wenn barometrische Höhenmessungen irgendwo Empfehlung verdienen, hier bey Ausmittelung der niedrigsten Einsattlung §. 17. ist es der Fall. Nur debarrassire man sich, weil es da keineswegs auf haarscharfe (ohnehin nie zu erzielende) Genauigkeit ankömmt, von Allem, was dieses einfache Verfahren erschweret. Ohne Formeln, ohne Logarithmen, ja beynähe ohne Rechnung findet man aus der hier beygefügten Tabelle Benzenberg's *) den Höhenunterschied zweier Orte in Wiener Fußern, wenn man nur im Stande ist, jedesmahl die wahre Länge der Quecksilbersäule, das heißt, die verticale Entfernung jener beyden horizontalen Tangenten richtig anzugeben, welche man sich zu der obern Cupfe des Quecksilbers in der Röhre, und zu jener im untern Gefäße gezogen denkt.

Jedes gute Barometer ist hierzu brauchbar; es versteht sich jedoch, daß der Beobachter nicht zu jenen unbehülfslichen Leuten gehören dürfe, die verlegen sind, ein Barometer aus einer Stube in die andere zu tragen, ohne Mercur zu verschütten, oder die sich nicht zu helfen wissen, wenn ein unwillkommenes Luftbläschen in der Röhre erscheint; eine Kunst, worin jeder Colporteur schnellen Unterricht zu ertheilen vermag.

§. 20. Die Barometerstände sind in den Rubriken B, die ihnen entsprechenden Höhen aber in jenen H ohne weiters angegeben. Hat z. B. die Quecksilbersäule auf irgend einem Berge $23\frac{40}{100}$, in derselben Stunde unten im Thale aber $28\frac{70}{100}$ Wiener Zoll zur Länge, so ziehe man die, dem letzteren Barometerstande entsprechende Zahl 1117 von der, dem erstern beygefügt, 6267 ab, und man erhält 5150; gerade um so viele Wiener Schuhe ist der in Rede stehende Berg höher als das Thal.

Bey dieser Höhenmessung wurde jedoch stillschweigend vorausgesetzt, daß man bey kalter Witterung, das heißt, bey Null Grad Réaumur observirt habe, oder daß die Kälte auf dem Berge wenigstens nicht größer als die Wärme im Thale war; in welchem Falle nämlich die mittlere Temperatur (die halbe Summe des obern und untern Thermometerstandes) auch gleich Null gewesen wäre. Da diese Fälle jedoch selten sind, so hat Benzenberg eine zweyte Tabelle beygefügt, durch deren Hülfe man die nöthige Correctur an dem gefundenen Höhenunterschied selbst und leicht vornehmen kann. Man addirt nämlich zu diesem Unterschiede noch jenes kleine Product, welches man aus der Multiplication eben dieses Unterschiedes mit dem, der mittleren Temperatur entsprechenden Factor erhält. Wäre es z. B. auf jenem Berge 2 Grad, im Thale unten aber 6 Grad

*) Daß, selbst die sorgfältigsten, barometrischen Messungen in Hinsicht auf Genauigkeit, nur — bescheidenen Forderungen Genüge leisten können, und daß es daher beynähe lächerlich sey, Berghöhen in Schuhen anzugeben, folgt, so gern sich dieß Manche auch verhehlen möchten, aus Baumgartner's Naturlehre Suppl. Bd. S. 237. Wien 1831, bey Heubner.

*) Winkler's Beschreibung des Frontin'schen Reisebarometers. Wien 1821, bey Strauß.

warm gewesen, so hätte die mittlere Temperatur $\frac{2+6}{2}=4^\circ$ betragen, und folglich wäre der Berg $5150 + 5150 \times 0,019 = 5150 + 98 = 5248$ Wiener Fuß höher als das Thal. Daß aus der Addition eine Subtraction werden müßte, wenn die mittlere Temperatur negativ gefunden würde, verdient wohl kaum eine Erwähnung ¹⁾.

§. 21. Die beste Zeit zu Höhenmessungen sind trübe, windstille Tage um 8 Uhr früh, oder um 4 Uhr Nachmittags. Das Baro- und das Thermometer werden an den Ästen eines schattigen Baumes, oder unter einem dichten Sonnenschirme an einem Dreyfuß vertical aufgehängt, und erst nach einer halben Stunde die Länge der Quecksilbersäule gemessen.

§. 22. Zu diesem Behuf mache man sich (am sichersten selbst) eine genaue Eintheilung, jedoch bloß in einzelne Wiener Zolle, längs der Röhre des gewählten Barometers. Da der Mercur im Gefäße steigt, wenn der in der Röhre sinkt, so sollte man eigentlich von der Mitte der Röhre an halb auf-, halb abwärts zählen. Gleichwohl schlägt es nichts, von wo man die Eintheilung zu machen anfängt. Wichtiger sind jene Zolltheile, die oben und unten durch die früher erwähnten Tangenten abgeschnitten werden. Um sie mit Hülfe eines Zirkels jedesmahl genau abmessen zu können, ziehe man früher irgendwo eine feine gerade Linie, trage auf dieselbe 100 willkürlich große, aber gleiche Theile von a gegen b auf, beschreibe aus b mit einem genauen Wiener Zoll einen Bogen, ziehe aus a zu letzterem eine Tangente ac, und aus jedem zehnten Punkte der Linie ab eine Senkrechte auf diese Tangente, so sind diese, und alle andern möglichen, jedoch nicht gezogenen Senkrechten lauter Hunderttelzolle ²⁾. Diese Scala dient als Maßstab.

§. 23. Ein Blick auf die Tabelle lehrt, daß die darin bloß für Zehntelzolle angegebenen Hülfszahlen äußerst regelmäßig auf einander folgen, und daß folglich sehr wenig Einsicht dazu gehöre, sich durch Interpoliren die Berg Höhen für Barometerstände von Hunderttelzollen selbst auszurechnen. Zieht man z. B. die dem Barometerstand 28'',10 entsprechende Berg Höhe 1651 von der unmittelbar nachstehenden 1741 ab, so erhält man 90 zur Differenz; der zehnte Theil hiervon ist 9', und diese 9' zu 1651 addirt, gibt für den Barometerstand 28'',09 = 1660'; noch einmahl addirt gibt für 28'',08 = 1669'; ferner für 28'',07 = 1678'; für 28'',06 = 1687'; für 28'',05 = 1696'; für 28'',04 = 1705' u. c.

§. 24. Am Gestade des Meeres zu Venedig beträgt (bey $+ 10^\circ$ Réaumur) der mittlere Barometerstand 28, 96 Wiener Zolle. Das Barometer auf der Wiener Sternwarte hat 605 Wiener Fuß Seehöhe ³⁾. Auf den deutsch-italienischen Alpen hört der Getreidebau bey 2000', das hochstämmige Laubholz bey 5000', das Nadelholz aber bey 6000' Seehöhe auf; Anfang des ewigen Schnees = 8500', in den Karpathen = 8200 Wiener Schuh.

Mehr über diesen Gegenstand zu sagen, würde nicht einmahl durch den Umstand entschuldiget werden können, daß Reisebarometers, Logarithmenbücher, und hypsometrische Tafeln in den entfernteren Provinzen der Monarchie, (gerade dort, wo man sie braucht) doch noch immer zu den Seltenheiten gehören; also Anleitungen, wie §. 20 — 22, Manchem willkommen seyn dürften.

¹⁾ Consequenter wäre es vielleicht, wenn beyde Barometerstände lieber auf Null-Grad Wärme reducirt würden. Die Reductionsformel ist $l = L - \frac{Lk}{4440}$, wo R die Temperatur nach Réaumur, L die beobachtete, l aber die auf Null-Grad Wärme reducirte Länge der Quecksilbersäule bedeutet.

²⁾ Daß man noch kleinere Theile wahrnehmen kann, wird wohl Niemand läugnen; aber daraus folgt keineswegs, daß die Resultate bis zu dieser Größe richtig seyen.

³⁾ Benützt man diese Angabe und jene meteorologischen Daten, welche die Zeitungen täglich bekannt machen, so lassen sich auch absolute Seehöhen entfernter Gebirge, jedoch nur bey sehr beständiger Witterung, leidlich genau bestimmen. Wiederholte Observationen können hier allein Veruhigung verschaffen.

Nach Benzenberg's Lehre von G. Winkler in Wiener Maß entwickelte hypsometrische Tabelle:

B.	H.	B.	H.	B.	H.
30,00	—	25,50	4100	21,00	8998
29,90	84	25,40	4199	20,90	9118
29,80	169	25,30	4298	20,80	9239
29,70	253	25,20	4398	20,70	9361
29,60	338	25,10	4498	20,60	9483
29,50	424	25,00	4599	20,50	9606
29,40	510	24,90	4700	20,40	9729
29,30	596	24,80	4801	20,30	9853
29,20	682	24,70	4903	20,20	9978
29,10	768	24,60	5006	20,10	10103
29,00	855	24,50	5108	20,00	10229
28,90	942	24,40	5212	19,90	10355
28,80	1030	24,30	5316	19,80	10482
28,70	1117	24,20	5420	19,70	10610
28,60	1206	24,10	5524	19,60	10739
28,50	1294	24,00	5629	19,50	10868
28,40	1383	23,90	5734	19,40	10997
28,30	1471	23,80	5840	19,30	11128
28,20	1561	23,70	5946	19,20	11259
28,10	1651	23,60	6053	19,10	11391
28,00	1741	23,50	6160	19,00	11523
27,90	1831	23,40	6267	18,90	11656
27,80	1921	23,30	6376	18,80	11790
27,70	2012	23,20	6484	18,70	11924
27,60	2103	23,10	6593	18,60	12060
27,50	2195	23,00	6702	18,50	12196
27,40	2287	22,90	6812	18,40	12333
27,30	2379	22,80	6923	18,30	12470
27,20	2472	22,70	7034	18,20	12608
27,10	2565	22,60	7145	18,10	12748
27,00	2658	22,50	7257	18,00	12887
26,90	2752	22,40	7369	17,90	13028
26,80	2846	22,30	7482	17,80	13169
26,70	2940	22,20	7596	17,70	13311
26,60	3035	22,10	7709	17,60	13454
26,50	3130	22,00	7824	17,50	13598
26,40	3225	21,90	7939	17,40	13743
26,30	3321	21,80	8054	17,30	13888
26,20	3417	21,70	8170	17,20	14034
26,10	3514	21,60	8287	17,10	14181
26,00	3610	21,50	8404	17,00	14329
25,90	3709	21,40	8522	16,90	14478
25,80	3805	21,30	8640	16,80	14628
25,70	3903	21,20	8759	16,70	14778
25,60	4001	21,10	8878	16,60	14930

Zur Correction.

Mittlere Tem- peratur.	Factor.										
0,2=	0,0009	1,6=	0,0076	3°=	0,014	10°=	0,048	17°=	0,081	24°=	0,114
0,4	0,0019	1,8	0,0086	4	0,019	11	0,052	18	0,086	25	0,119
0,6	0,0029	2,0	0,0095	5	0,024	12	0,057	19	0,091	26	0,124
0,8	0,0038	2,2	0,010	6	0,029	13	0,062	20	0,095	27	0,129
1,0	0,0048	2,4	0,011	7	0,033	14	0,067	21	0,100	28	0,133
1,2	0,0057	2,6	0,012	8	0,038	15	0,071	22	0,105	29	0,138
1,4	0,0067	2,8	0,013	9	0,043	16	0,076	23	0,110	30	0,143

Von den verschiedenen Straßenarten.

§. 25. Dem Materiale nach theilen sich alle Straßen in a) Schotterstraßen, b) Schlegelsteinstraßen, c) Bruchsteinstraßen, d) Pflasterstraßen, e) Eisenbahnen, f) Wasserstraßen oder Canäle.

Schotterstraßen.

§. 26. Dieß sind die einfachsten, wohlfeilsten, und keineswegs die schlechtesten Straßen. Schotter oder grobkörniger Grand findet sich nämlich allenthalben an den Ufern der Bäche, im aufgeschwemmten, ebenen Lande, wie z. B. in Oberitalien, in Galizien, u. aber fast in jeder Grube, die man gräbt. Man überschütte die für die künftige Straße bestimmte Erdoberfläche mit einer 6 Zoll hohen Lage gleichkörnigen, von Steinen befreiten Grand von der Größe der Nüsse, ebne dieselbe, und erlaube nunmehr dem Fuhrwerk, sie ohne weiters zu befahren. Ungern wird diese Erlaubniß angenommen, und jeder Wagen, der seitwärts fahren kann, thut es; wenn man nicht so klug ist, dies durch kleine Gräbchen, oder durch Balken zu verhindern, die man rechts und links neben der Straße senkrecht auf den Straßenzug von Strecke zu Strecke zieht oder legt. Ist es nun gelungen, daß alles Fuhrwerk, besonders aber die leer zurückkehrenden Schotterkarren darüber fahren, werfen eigens hierzu bestimmte Arbeiter die von den Wagenrädern gemachten Geleise augenblicklich wieder zu, so fängt die Grandlage oft schon nach der ersten Woche an, sich zu consolidiren, und es wird nunmehr Zeit, eine neue, etwa 5 Zoll dicke Lage Schotter aufschütten zu lassen. Diese wird wieder befahren, die Geleise werden wieder mit derselben Sorgfalt wie zuvor eingeräumt, und erst, wenn man sieht, daß sie seltener werden, wird abermahls eine neue, jedoch nur 4 Zoll dicke Grandlage aufgeführt. Dieses Geleise einräumen, welches hier Hauptsache ist, und nicht angelegentlich genug empfohlen werden kann, wirkt so wohlthätig auf den ganzen Straßenkörper, daß in ziemlich kurzer Zeit die schwersten Fuhrwerke spurlos über ihn weggrollen, und die Straße somit fertig ist. Kaum wird es nöthig seyn, noch eine, und zwar die letzte 3 Zoll dicke Grandlage aufschütten zu lassen, um jene 18 Zoll für od zu erhalten, die der k. k. Straßenbaudirector Groß fordert, welcher unter der Regierung Kaiser Josephs 250 deutsche Meilen Chausséen in Galizien, größtentheils auf diese Art erbaute, die mit Recht zu den besten Straßen unserer Monarchie gezählt zu werden verdienen.

§. 27. Welche erstaunliche Festigkeit diese Schottermasse annimmt, beweiset nachstehende Thatsache. Bey Oberbarwald unweit Isdebnik lagen einige Endsbäume der dortigen 3 Klafter langen Dammbücke, die (wie alle solche Brücken in Galizien) dick mit Grand beschüttet war, verfault im Wasser, und doch trug die Brücke noch Frachtwägen! Zufälligerweise entdeckte Groß den Zustand dieser merkwürdigen Brücke erst dann, als sein Wagen sie bereits passirt hatte.

Schlegelsteinstraßen.

§. 28. So nennt man die in unserer Monarchie aus zerschlagenen Steinen erbauten Straßen, welche in den neuesten Zeiten im Auslande unter der Benennung der macadamisirten Straßen so viel Aufsehen machen.

John Loudon Macadam kam im Jahre 1783 aus Amerika nach Schottland, lebte zeither in Bristol, und ist seit dem Jahre 1816 Oberaufseher der Chausséen im dortigen Districte. Seine Reformen, die er mit den englischen (nicht im besten Rufe stehenden) Straßen vornahm, hatten einen so guten Erfolg, daß er von 34 verschiedenen Ausschüssen consultirt wurde, und sogar die Aufmerksamkeit der Regierung erregte; welches, da der englische Straßenbau, nicht wie bey uns, von Staats wegen, sondern von Privatunternehmern geleitet wird, hier erwähnt werden muß. Der

Bericht der zur Untersuchung seines Systems niedergesetzten Commission und die beygefügte Actenstücke sind so günstig, daß es keiner Rechtfertigung zu bedürfen scheint, die gepriesene, höchst einfache Verfahrungsart dieses hellsehenden Empirikers (er ist nach seinem eigenen Geständnisse kein Baumeister) in folgenden Zeilen zu erzählen.

§. 29. Macadam läßt alle Steine durch sitzende Arbeiter so klein zerschlagen, daß kein Stückchen größer als ein Kubiz Zoll ist, und einzig und allein von solchen kleinen eckigen Steinchen erbaut er seine Straßen. Er trägt hiervon auf die nackte Erde zuerst eine etwa 4 Zoll dicke Lage auf, läßt dieselbe befahren, die Geleise gewissenhaft und augenblicklich einräumen, und überschüttet dieselbe, sobald sie beynähe fest wird, mit einer zweiten 3 Zoll dicken ähnlichen Lage. Diese wird wieder befahren, die Geleise werden pünctlich eingeräumt, und sobald auch diese Lage sich zu consolidiren beginnt, wird die letzte gleichfalls 3 Zoll dicke Lage aufgeschüttet, und befahren; die Geleise werden so lange eingeräumt, bis ihre Spur zuletzt ganz und für immer verschwindet. Somit ist die Straße fertig.

§. 30. Man dürfte fragen, warum Macadam nur eckige Steinchen nimmt. Er antwortet: Runde, selbst kleine Steine, rollen vor den Wagenrädern her, und weichen immer aus; sie bilden nicht eher ein Conglomerat, als bis mehrere zerquetscht wurden, und die Zwischenräume dieser kugelförmigen Körper von den Trümmern ausgefüllt sind, das Kollern somit unmöglich wird. Jetzt erst comprimiren die Räder das Materiale, was früher in steter Bewegung war. Aber eckige kleine Steinchen verkeilen sich bald und dergestalt, daß sogar schon anfangs jenes gerügte Kollern seltener, später aber ganz unmöglich ist. Das Zerschlagen der Steine, die, wenn sie auch rund waren, allemahl eckige Stückchen geben, ist daher im hohen Grade wichtig, und einzig und allein hierin liegt der Grund, daß die englischen Fuhrleute die Macadam'sche Methode so hoch erheben, weil sie das fest und immer fester Werden solcher Straßen schon in wenigen Tagen erleben, und mit Händen greifen, da die unsrigen hingegen darauf warten müssen.

§. 31. Ferner dürfte man fragen, warum er denn durchgehends so kleine Steine nimmt, und nicht die unterste Lage aus größern, vielleicht flachgelegten Steinen verfertigen läßt. — Schon Groß machte die Bemerkung, daß dieß nachtheilig sey, weil, wenn die Wagenräder nicht gerade mitten über solche große, flachliegende Steine gehen, sondern sie einseitig drücken, letztere sich auf der andern Seite heben, also das auf ihnen befindliche kleinere Materiale auch gehoben wird, und somit unter seinen Theilen nie Ruhe eintreten kann. Groß ließ daher bey seinen Straßen die untersten Steine nie legen, sondern stellen, und gestand endlich selbst, daß es besser sey, sie lieber ganz wegzulassen, und die Straße bloß von Schotter, wie bereits erwähnt, aufzuführen. Macadam aber sagt: Große Steine, wenn man sie auch, wie die alte Lehre verlangt, ganz unten legt oder stellt, kommen durch das beständige Drücken und Stoßen der Räder zuletzt doch auf die Straßenoberfläche. Es gibt, nach seiner Meinung, schlechterdings kein Mittel, das Bewegen der Steine zu verhindern, als daß man durchaus Materiale von gleicher Größe nimmt.

§. 32. Das Sitzen der Arbeiter ist ein einfacher, sehr humaner Gedanke. Das Zerschlagen der Steine ist so wenig anstrengend, daß man Weiber, alte Leute, Kinder sogar hierzu gebrauchen kann, die stehend wenig oder nichts ausrichten würden. Für diese Classe von Arbeitern ist nähmlich das 12 Stunden lange Stehen eine wahre Folter. Sie erschöpfen Kräfte, die, wenn sie geschont werden, eine Menge Steine zerschlagen machen. Auf solche Kleinigkeiten kommt es oft an, die eben, weil es Kleinigkeiten sind, leider so oft übersehen werden! Daß ein Kind, oder ein schwächlicher Arbeiter sich mit einer geringen Zahlung begnügt, also die ganze Arbeit wohlfeiler wird, dürfte einleuchten. Im Berichte des Comite's heißt es wörtlich: „Es ist nicht das uninteressanteste Resultat unserer Nachforschungen, daß die beste (die Macadam'sche) Methode erwies-

„sener Maßen auch die wohlfeilste ist.“ In Bristol kostete früher das grobe Zerschlagen einer Tonne Steine 2 Schillinge, jetzt kostet das Zerschlagen derselben in viel kleinere Stücke 1 Schilling; es geschieht mit kurzen, runden, scheibenartigen Hämmern (Fig. 37 y).

§. 33. Die Größe der Steinchen anbelangend, so wurde selbe früher (§. 29) auf einen englischen Kubikzoll, der von dem Wiener Kubikzoll nicht viel verschieden ist, angegeben. Macadam tadelt, und mit Recht, die auf den englischen Straßen früher von der Größe der Hühnereyer aufgeschütteten Steine, und bemerkt, daß die Wagenräder solche große Steine seitwärts schieben, und nicht darübergehen, weil der Wagen gehoben werden müßte. Geschähe es gleichwohl, so würden sie von sehr schweren Frachtwagen zerdrückt werden. Das letztere ist bey mürbem, nicht festen Materiale kaum zu vermeiden, und zwar um so weniger, je kleiner es ist. Macadam scheint dieß zu fühlen, und bestimmt daher die Größe seiner Steinchen auch nach ihrem Gewichte. Keines darf fortan mehr als 6 engl. Unzen, das ist $\frac{1}{3}$ Wiener Pfund, wiegen. Die zum Straßenbau zu verwendenden Fossilien (siehe §. 82) sind aber höchstens drey-mahl schwerer als das Wasser; ein $\frac{1}{3}$ W. Pfund schwerer Stein wird folglich wenigstens 3 W. Kubikzolle enthalten, oder 18''' lang, breit und dick, nicht aber, wie §. 29 gesagt wurde, ein Kubikzoll seyn. Diese an sich nicht unbedeutende theoretische Inconsequenz ist aber für die Praxis nicht von Belang. Es ist nämlich schlechterdings unmöglich, alle Steinchen gleich groß zu machen. Nimmt man also 12''' für das Minimum, und 18''' für das Maximum eines solchen Steinchens an, verweigert man den Arbeitern die Bezahlung, wenn ein einziger Stein irgend eines Haufens mehr als 18''' lang, oder breit, oder dick ist, so erhält man gewiß kleinere Steine. Es wird auf diese Art nicht nöthig seyn, die Aufseher zu zwingen, daß jeder eine Wage und ein Gewicht von 6 Unzen mit sich herum schlepe, welches Macadam wirklich gethan hat, und vielleicht noch thut. Cordier war billiger, und ließ jedem Aufseher einen Ring (Fig. 37 x) einhändigen. Kommt derselbe nun zu einem Haufen zerklöpfter Steine, so wählt er nach dem Augenschein einen der größten Steine. Geht dieser in jeder, selbst schiefen Lage, durch den Ring, so wird der Haufe übernommen und bezahlt.

§. 34. Neue Erfindungen werden aber leider gewöhnlich übertrieben. Dieß scheint auch hier der Fall zu seyn. Macadam reißt jetzt die Steine des Grundbaues alter Straßen heraus, zerklöpft sie, und wirft sie schichtenweise wieder auf die Straße, welche somit macadamisirt ist. Sogar das Straßenpflaster der Städte ist von dieser Modernisirung nicht ausgenommen. Die Erfahrung wird lehren, ob daran recht geschehen.

B r u c h s t e i n s t r a ß e n .

§. 35. Wir kommen jetzt auf eine Straßenart, die, wenn man vom schulgerechten Straßenbaue redet, eigentlich gemeint ist; denn die so eben erklärte Bauart ist noch viel zu jung, die Groß'sche Methode aber — zu wenig bekannt. Jene, die sie vielleicht kannten, durften oder wollten wahrscheinlich nicht gegen die herrschende Meinung verstößen.

Fig. 37. §. 36. Wiebeking lehrt seine Bruchsteinstraßen (Fig. 37 B) auf folgende Art erbauen; vor-
ausgesetzt, daß die Erdoberfläche horizontal ist.

B. Man mache $dc = 2$ Schuh, und trage von c auf die abwärts verlängerte Verticale cd die vierfache Straßenbreite (§. 3), das ist 104', auf; der erhaltene Punct ist der Mittelpunkt des Kreisbogens acb . Von der Mitte c trage man rechts und links 10', dann 3' auf, so erhält man die Ränder a und b der ganzen Straße, die beyden Banquets ae und bf , und die eigentliche Fahrbahn ef . Der Punct c wird auf diese Art um $9'' - 10'''$ höher seyn, als a und b . Ferner mache man $gh = \frac{3}{2}bg$, oder im schlechten Boden $= 2bg$; $hi = bh$, ik aber so groß, als nöthig ist, da:

mit die hier ausgegrabene Erde hinreiche, das Banquet und die in der Mitte 4 Zoll hohe Erdanschüttung do zu verfertigen. Diese und jene werden sorgfältig gestossen, und bey e und f eine Reihe platter, 16 oder 18" langer, sogenannter Leistensteine eingesetzt, welche dem 10 Zoll dicken Bruchsteinkörper ou, den man Grundbau nennt, zur Widerlage dienen. Die Steine desselben werden gestellt, nicht gelegt; ihre breiteste Fläche ist vertical, und allzeit senkrecht auf den Straßenzug, damit die langen Fugen nie mit den Wagengeleisen parallel laufen, also die Steine in keinem Falle aus einander getrieben werden können. Sorgfältig läßt man ihre Fugen mit Steintrümmern ausfeilen, den ganzen Steinkörper aber mit Sand überschütten, diesen in die Fugen kehren, und die ganze Masse mit dem Ziment oder Böck (S. 1442 I. Thl. Fig. 85) wiederhohlt und kräftig stampfen. Auf diesen Grundbau nun schüttet Wiebeking eine 6 Zoll dicke Lage uv faustgroßer Steine; über den ganzen Straßenkörper (also über die Banquets sowohl, als über die eigentliche Fahrbahn) aber eine 4 Zoll hohe Lage vc rundkörnigen Kies, von der Größe der Taubeneyer, und beendigt somit seine, von ihm sogenannte Bruchsteinstraße.

§. 37. Fehlt es an großen Steinen, so überschüttet er die convexe Erdanschüttung do mit einer etwa 12" dicken Lage Steine von $\frac{1}{4}$ Kubikfuß Größe, diese mit einer zweyten Lage kleinerer, und diese wieder mit einer Lage noch kleinerer Steine, das Ganze endlich mit einer 4 Zoll dicken Lage rundkörnigen Kies, wie früher gesagt wurde. Die Summe cd aller Schichten beträgt 26 bis 28 Zoll. Die Leistensteine räth er, wo möglich, bezubehalten, doch verschlägt es auch nichts, wenn sie fehlen. Solche Straßen nennt Wiebeking (obwohl sie, wie die ersteren, ganz aus Bruchsteinen bestehen) gleichwohl Schotterstraßen.

§. 38. Unbefangen betrachtet, sind diese Straßen, wenn sie aus festem, harten Materiale erbaut, und immer sorgfältig unterhalten werden, so gut wie die Großschen und Macadam'schen. Aber die Erbauungskosten! Groß baute in Galizien die Currentklasten Straße nach einem 27jährigen Durchschnitt um 2 fl. 11 kr. Conv. Münze; doch, dort kostete der Taglohn eines Robothers 8, ein Zugfrohnstag aber 24 kr. In Oesterreich, wo es keine Straßenfrohndienste gibt, baute Groß im Jahre 1771 zwischen Gundersdorf und Feheldorf die Currentklasten um 5 fl.; nach der herkömmlichen, unwirtschaftlichen Methode hatte ein Jahr früher die Currentklasten 22 fl. Conv. Münze gekostet! Der werthlose Schotter im Vergleich gegen die theueren Bruchsteine, die geringere Dicke (15, höchstens 18 Zoll), die er dem Straßenkörper gab, im Vergleich gegen die 24 Zolle, welche Wiebeking verlangt, dürften dieß zur Genüge erklären, wenn auch Wesermann nicht bewiesen hätte, daß jeder Zoll Verminderung der Dicke einer Straße die Erbauungskosten auf jede Stunde Weges um 1000 Thaler C. M. vermindere.

§. 39. Macadam gibt dem Straßenkörper gar nur 10 Zoll Dicke, und es geht aus seiner Anleitung hervor, daß er diese Dicke beynabe noch für Verschwendung hält; denn er sagt, daß die im Jahre 1816 von ihm bey Rownham Ferry, unweit Bristol, restaurirte Straße nur 3, nirgends aber mehr als 4, sage vier Zoll Dicke habe, und gleichwohl vortrefflich sey. Nach des englischen Obersten, Charles Brown, zu Protokoll gegebenem Zeugnisse, sind die Unterhaltungskosten der macadamisirten Straßen um $\frac{1}{3}$ geringer, als früher, auch findet die Armuth jetzt Verdienst.

Doch trotz aller dieser (wir dürfen es uns nicht verhehlen, wo nicht übertriebenen, doch mindestens einseitigen) Vorzüge gab, und wird es noch immer Fälle geben, wo Steinstraßen empfehlenswerther als Schotter- oder Schlegelsteinstraßen sind. Der §. 82 wird die Sache näher beleuchten.

Gepflasterte Straßen.

§. 40. Eine glatte Oberfläche vermindert allerdings die Reibung; aber die Pferde gleiten aus, wie man dieß beym Glatteise sieht, und vermögen weniger, als auf holperigen Straßen zu ziehen.

Hieraus folgt, daß alle Straßen eine rauhe Oberfläche haben müssen, daß also Abnutzung derselben, Reibung, Staub und Koth schlechterdings nicht ganz zu vermeiden sind. In Dörfern und Städten baut man daher die Straßen nicht so, wie bisher gesagt wurde; sondern pflastert sie, wie man die Höfe der Häuser, die Marktplätze 2c. 2c. pflastert. Diese Erbauungsart schlägt also in das Gebieth der bürgerlichen Baukunst sowohl, als in die Straßenbaukunde ein, und gehört folglich, weil sie zwey Zweigen der Architektur gemein ist, nach §. 3. I. Theil weder in jene, noch in diese, sondern in die Technologie, wo sie auch abgehandelt worden; siehe I. Theil. §. 441—447. Die Magistrate, nicht die Straßenbau-Directionen sorgen in der Regel für die Herstellung und Unterhaltung des Gassenpflasters, für die in Städten unter den Straßen nöthigen Ableitungscanäle 2c. 2c. Das hieher Gehörige wurde also im II. Theile §. 200 u. 201, und §. 189—192 vorgetragen.

§. 41. Hier wird die Bemerkung genügen, daß (Ortschaften ausgenommen) keine Kunststraße je gepflastert werden dürfe. Die dem schweren Fuhrwerke höchst verderbliche Erschütterung, die Kosten der Straßenerbauung und Unterhaltung, ganz vorzüglich aber der Umstand, daß jede Reparatur an gepflasterten Straßen immer Stockungen, oft aber gänzliche Unterbrechung der Communication zur Folge hat, widerrathen es. Stark befahrenes Pflaster muß wenigstens alle 6, in Bristol aber gar alle 3 Jahre umgelegt, das heißt, aufgebrochen und wieder gelegt werden; kleinerer Reparaturen nicht zu gedenken.

§. 42. Diese lästigen und kostspieligen Unterbrechungen seltener, das Rauseln schnell fahrender Kutschen minder hörbar zu machen, wurde unter Kaiser Leopold II. in Mailand und einigen andern Städten Oberitaliens eine, wenigstens für Residenzstädte höchst empfehlenswerthe Einrichtung getroffen, und wirklich ausgeführt. Fig. 40 erklärt sie. In der Mitte jeder Hauptstraße laufen 2 Reihen, in Krönel bearbeiteter 12 bis 15 Zoll breiter, 2 bis 3 Schuh langer, und vielleicht 10 Zoll dicker Quaderplatten mit einander stets parallel fort. Sie sind ganz eingegraben, und ihre Oberflächen mit dem übrigen Straßenpflaster in einer und derselben Ebene. Die lichte Entfernung *a* beyder Reihen ist um etwa 4 oder 6 Zoll kleiner, als die Geleisweite der im Lande üblichen Wagen. Auf diesen Marmorplatten nun laufen die Räder, auf dem Raume *a*, zum Theil aber auch auf den Platten die Pferde, zwar etwas vorsichtiger, und minder schnell als bey uns, aber in volkreichen Städten, wo das Schnellfahren ohnehin polizeymidrig und gefährlich ist, dürfte dieses eher Lob als Tadel verdienen.

Wo Gassen sich kreuzen, wird die Vereinigung der Geleise durch Bögen erzielt, wie die Fig. 40 zeigt. Sind die Gassen breit, so sind die Ecken *b* ihre Mittelpuncte; wo aber der Raum beengt ist, liegen sie etwas weiter zurück, meistens aber auf der Halbierungslinie des betreffenden Winkels *b*. Man muß auf solchen Straßen gefahren seyn, um aussprechen zu dürfen, daß sie vortrefflich seyen. — Vielleicht wäre hier der Ort, über die

§. 43. Kunststraßen der alten Römer zu sprechen, welche nach dem Itinerario Antonino 52964 römische, oder 10606 deutsche geographische Meilen zur Länge hatten, und von Constantinopel nach Cadix, von der Südspitze Calabriens nach Calais führten; um so mehr, als ihre sorgfältige Erbauung sie eher den Pflaster- als den andern Kunststraßen ähnlich macht. Aber, es würde zu weit führen. Man empfiehlt daher Demjenigen, welcher sich über den Straßenbau der alten Römer belehren will, die *Histoire de grands chemins de l'Empire romain* p. M. Nikolas Bergier, und *Rondelets l'art de bâtir*, Tome I. pag. 358—376, wo er befriediget werden wird. Nur, um sich eine Vorstellung von diesen imposanten Bauwerken machen zu können, verweist man die Neugierde auf Fig. 39.

§. 44. Pflasterstraßen sind das non plus ultra des Straßenbaues im engern, gewöhnlichen Sinne des Wortes. Die Eisenbahnen setzen eine totale Reform des Fuhrwesens voraus, auch

weichen die Grundsätze ihrer Erbauung so auffallend von jenen des eigentlichen Straßenbaues ab, daß der betreffenden Abhandlung ein besonderes Plätzchen am Schlusse dieses Buches angewiesen werden mußte. Ganz dasselbe gilt für die Wasserstraßen.

Verschiedenartigkeit der Straßen in Bezug auf Localität.

Sumpfst Straßen.

§. 45. Trägt der Sumpf noch, das heißt, versinkt niemand, der darüber geht, so baue man die Straße, wie Macadam es lehrt. Die sieben englische Meilen lange, über den Morast zwischen Bridgewater und Cross führende Chaussée beweiset die Vorzüglichkeit seiner Methode. Daß er keine Piloten eingerammt hatte, wußte man; auch zitterte der Wasserspiegel in den Seitengräben, wenn eine Kutsche über die Straße rollte. Und doch nahm man Anstand, zu glauben, daß diese merkwürdige Straße auf dieselbe Art, wie §. 29. lehrt, gebaut worden sey.

In holzreichen Gegenden, besonders in solchen, wo dieses Materiale, wie wir Beyspiele haben, beynahe werthlos ist, sind sogenannte

§. 46. Knippelwege oder Prügelwege, selbst auf Kunststraßen, keineswegs tadelnswert. Man lege so viele Lagen 3zölliges Rundholz *m*, *m*, *m*, als nöthig ist, in eigens für dasselbe Fig. ausgehobene Gräbchen der Länge der Straße nach, so, daß keine von der andern mehr als 3 bis 4' 37. entfernt sey. Diese Grundschwellen *m* werden mit schwächerem Rundholz *n*, und dieses an beyden C. Enden mit Randleisten *r* belegt, welche letztere mit hölzernen Astpflocken etwa alle 6' niedergenagelt werden. Uberschüttet man diese ganze Bettung anfangs 4 Zoll hoch mit sehr kleinem eckigen Steingerölle, und später mit einer ähnlichen 2 Zoll dicken Lage Grand, so erhält man eine Straße, die selbst in weichem Moraste ausführbar ist, wenig kostet, und mehr leistet, als man von ihr erwartet. 15jährige Dauer kann sogar unter den ungünstigsten Umständen verbürgt werden; in beständig nassem Grunde aber sind sie unverwüsthlich.

Werden sie jedoch nicht mit Gerölle oder Grand überschüttet, dann gehören die Knippelwege zu den schlechtesten Straßen, die es gibt. Unausstehlich ist das Holsporn, wenn man darüberfährt, und schnell wird das runde Bruchholz durchgefahren. Die meisten hölzernen Brücken in Galizien sind daher noch zur Stunde mit Steingerölle überschüttet, welches sich in den eingehenden Fugen des, allemahl runden, nicht kantigen Bruchholzes so verkeilt, daß bald Ruhe unter den Steinchen eintritt, und man oft nicht wähnt, auf einer Brücke zu seyn, wenn nicht die Geländer daran erinnerten.

Woher es kömmt, daß die Knippelwege so verrufen sind, ist Ursache, weil man es meistens unterläßt, sie mit Gerölle zu überschütten; auch wohl, weil man die besser gebauten nicht kennt.

Macadam's und die so eben genannte Bauart eignen sich aber keineswegs für Moräste, die nicht tragen, die also wirkliche Pfützen sind.

§. 47. Wiebeking lehrt hier auf folgende Art zu bauen. — Man überlege den Pfuß, breiter als die Straße es fordert, $1\frac{1}{2}$ Schuh hoch mit Reisig, nagle hierauf kreuzweise, auf 3 Schuh Abstand von einander, Wippen (III. Theil §. 83. b.) mit Faschinenpflocken nieder, lasse die ganze Buschlage 1 Schuh hoch mit Kies, Schotter oder Steingerölle bedecken, und warte ab, ob seine Schwere eine Senkung veranlasset. Tritt dieser Fall ein, so überdecke man die ganze Anlage wieder $1\frac{1}{2}$ hoch mit Reisig, nagle wieder Wippen darauf, und überschütte dies wieder 1 Schuh hoch mit Schotter. Dieses Verfahren wiederhole man so oft, als nöthig ist. Senkt sich der Damm nicht mehr, so lasse man 2 Schuh hoch Erde aufführen, und hierauf lagenweise so viel Schotter oder Grand anschütten, bis die Oberfläche wenigstens 4 Schuh über das höchste Sumpfwasser vorragt. Erst hierauf baue man die eigentliche Straße.

§. 48. Groß hilft einfacher. Er braucht weder Buschlagen, noch Wippen, noch Pföcke, sondern weiter nichts als Erde, an der es wohl nirgends fehlen dürfte. Niemand dachte vor ihm daran, daß die meisten, von Bauern in Sümpfen erbauten alten Teichdämme bloß aus Erde bestehen. Er hielt es nicht für Schande, dieses einfältige Verfahren nachzuahmen.

Erde ist so absolut auflösbar nicht, als man gewöhnlich glaubt; denn sonst müßten längst schon die Flußbette der Flüsse und die Sohlen der Teiche bis auf eine ungeheure Tiefe erweicht, keine Ufer mehr vorhanden seyn. Er schloß sehr richtig: Jeder leichtere Körper muß dem schwereren weichen; und Ein Kubikfuß Morast ist leichter, als eben so viel trockene Erde ¹⁾, also muß der Sumpf dem Damme weichen. In dieser Ueberzeugung ließ er zu beyden Seiten des Sumpfes bedeutende Haufen Erde Fig. h durch Wagen zusammenführen, und dieselbe später durch ununterbrochen auf einander folgende Schubkarren schnell in die Pfütze schütten. Der Schlamm wich dieser werdenden Anschüttung D. vorwärts sowohl als seitwärts und in der Tiefe wirklich aus, nur sorgte Groß stets dafür, daß ja kein Schubkarren ins Wasser, sondern auf, oder knapp neben der ausgeschütteten Erde des vorhergehenden Schubkarrens umgestürzt wurde, um jeder möglichen Erweichung vorzubeugen. Nie ließ er die Anschüttung der Länge nach vorrücken, so lang sie nicht wenigstens 2 Schuh Höhe über dem Wasserspiegel erreicht hatte.

Leitet man es so ein, daß die beladenen und leer zurückkehrenden Schub- oder Wippkarren (I. Theil S. 190), ohne sich zu kreuzen, beständig in andern Richtungen und Bahnen den sich bildenden Damm befahren, so comprimiren sie denselben besser als die Erdramme; es vermag. Gleichwohl darf letztere nicht ganz beseitigt werden. Pünctliche Ablösung der ermüdeten Arbeiter, gut belehrte und besonnene Aufseher, endlich wohlberechnete Zufuhr der Erde zu jenen Vorrathshaufen h fördern die Arbeit so, daß, wenn von beyden Seiten p und q mit gleicher Hastlosigkeit ununterbrochen gearbeitet wird, das Werk über alle Erwartung schnell beendigt ist. Läßt man dieser Erdmasse dann einige Wochen oder Monathe Zeit, sich zu setzen, belegt man ihre Böschungen, so weit sie sichtbar sind, mit Wasen, füllt man die (stellenweise nicht zu vermeidenden) Senkungen gleich wieder aus, und ragt der Erddamm immer, selbst über den höchsten Wasserstand des Sumpfes wenigstens 2 Schuh vor, so kann mit Beruhigung die Straße darauf erbaut werden. Die von Groß vor etwa 60 Jahren zwischen Lemberg und Janow über vier Sümpfe auf diese Art hergestellten, musterhaften Straßen bürgen dafür.

§. 49. Auf Dämmen, die einen hydrotechnischen Zweck zu erreichen haben, und daher nach §. 60 III. Thl. viel schmaler, als eine Straße verlangt, seyn dürfen, eine Straße bauen zu wollen, wäre die sträflichste Verschwendung, denn der Damm müßte ohne Noth breiter werden. Solche Straßen erbaut man lieber neben, nicht auf dem Damme.

§. 50. Daß es rätlich sey, Sümpfe, über welche Kunststraßen führen, früher auszutrocknen, und daß man in dem Damme Durchlässe (§. 80) anordnen müsse, begreift sich. Auch sind Fälle denkbar, wo Straßen auf Rosten, selbst auf Pfahlrosten, gebaut werden müßten. Anleitung hierzu dürfte man hier aber wohl kaum erwarten. Denn Jeder, der den III. Theil studiert hat, wird sich in solcher Lage zu helfen wissen.

Strassen über Sandfelder.

§. 51. Man lasse das Sandfeld breiter, als die Straße es verlangt, 12 bis 18 Zoll hoch mit guter Erde lagenweise überdecken, jede einzelne, etwa 6 Zoll dicke Lage, sorgfältig stoßen, und erbaue hierauf die Straße ohne Bedenken.

¹⁾ Dieses scheinbare Paradoxon wird durch die Volumensvergrößerung zur Genüge erklärt.

Aber die öde Sandstrecke rechts und links neben der Straße fordert mehr Sorgfalt. Ueberläßt man sie ihrem Schicksale, so geht die Straße bald ein. Flugsand, der schon so viel Unheil angerichtet hat, ist der gefährlichste; ihn zu beseitigen, ist nicht denkbar, aber man vermag, ihn stehend zu machen, wiewohl erst nach Jahren. Unerläßlich ist Folgendes: a) Unbau von Flugsandhafer, das ist, sehr feinkörniger, auf sandigen Feldern gewachsener, gemeiner Hafer; b) Flechtzäune von $3\frac{1}{2}$ Höhe; c) 2° breite Lagen von Deckreisig, unter dessen Schutze zarte Schößlinge von der kleinen Sandweide wuchern, und Stecklinge von der Zitterpappel gut fortkommen; d) Aussaat von Kieferzapfen, Birkensamen zc. zc., welche vorzüglich gedeihen, deren Pflanzen den sterilen Boden durch ihr abfallendes Laub düngen, und mit ihren Wurzeln verfilzen. Wenigstens auf 100 Klafter rechts und links von der Straße müssen diese Pflanzungen mit größter Sorgfalt mehrere Jahre hindurch, ohne daß man sich durch das öftere Mißlingen entmuthen läßt, unterhalten werden. Man verweist den Leser auf S. 537 u. 538 des I. Theiles.

Strassen auf nacktem Felsen.

§. 52. Auf ebenen Steinflöhen gleiten die Zugthiere aus, und sind unvermögend zu ziehen. Es wird daher nöthig, die glatte Oberfläche rauh zu machen, was am sichersten durch seichte Bohrschüsse (S. 202 I. Thl.) geschieht. Manche Felsenarten werden aber auch zersprengt, wenn man stellenweise auf ihnen Feuer machen, sie hierdurch bedeutend erhizen, die Kohlen plötzlich wegkehren, und die heiße Stelle schnell und ausgiebig mit Wasser begießen läßt¹⁾. Krachend bersten sie, und die Brechstange vollendet, was das Feuer angefangen hat. Diese holperige Fläche nun überdecke man mit einer 3 Zoll dicken Lage eckiger, sehr kleiner Steinchen, und wenn diese durch die Wagen fest zusammengedrückt worden, und sich in die Felsenriße eingeklemmt haben, abermahls mit einer 3 Zoll dicken Lage ähnlicher Steine oder mit Grand.

So einfach diese Arbeit zu seyn scheint, so gelingt sie doch nicht immer, und Macadam baute bey weitem lieber Straßen über Sümpfe, als über Felsenplatten.

Von den Gebirgsstraßen.

§. 53. Der einfachste Fall wird durch Fig. 38 E vorgestellt. Stufenweise wird der Grund abgehoben, die Anschüttung abc lagenweise gestoßen, die Böschung bc möglichst sanft gemacht, und an der Bergseite ein gepflastertes Gräbchen o angeordnet, welches das, von der Berglehne mn herabströmende Regenwasser aufnimmt. Dieses wird dann von Strecke zu Strecke durch gemauerte Durchlässe §. 80 von der Berg- nach der Thalseite abgeleitet.

§. 54. Bey steilen Bergabhängen aber würde die Erdböschung bc viel zu lang ausfallen. Hier hilft man durch Stützmauern t, an der Bergseite hingegen durch Wandmauern w. Um das Abrutschen der ersteren zu verhindern, wird der Abhang rs mit Weiden, Birken, Pappeln, oder anderm Strauchwerk reihenweise bepflanzt; eine Vorsicht, die auch oberhalb der Wandmauer w, jedoch aus andern Gründen, Empfehlung verdienet.

Strassenmauern.

§. 55. Es dürfte sich von selbst verstehen, daß das meiste bey dem Straßenbau vorkommende Mauerwerk, trockenes Mauerwerk (S. 332 u. 344 I. Thl.) seyn werde. Man läßt es aus möglichst

¹⁾ „Hannibal machte das glühende Gestein durch aufgegoßenen Weinessig mürbe.“ So berichtet Livius XXI. 37. C. 1094. von dessen Alpenübergang. — Wasser hätte es auch gethan.

großen Bruchsteinen erbauen, die Fugen sorgfältig mit Steintrümmern verkeilen, und die kleineren Unebenheiten nur mit wenig Erde, nie aber mit Moos ausfüllen, weil dieses zum Anfluge des Samens verschiedener Holzarten Anlaß gibt, wodurch Buschwerk entsteht, dessen Wurzeln in der Folge die Steine aus einander treiben. Die Fundamentsohle aller dieser Mauern sey immer einwärtsfallend; um wieviel, bestimmen die Umstände; in den meisten Fällen genügt $\frac{1}{2}$ der Breite.

a) Stützmauern erhalten nach Wiebeking $2\frac{1}{2}$ Schuh obere Breite, auswärts $\frac{1}{6}$ der Höhe zur Böschungsanlage, an der innern Seite aber Absätze von 12 Zoll Breite und 6 Schuh Höhe.

Goury, der unter der vorigen französischen Regierung von Toscana die wichtigsten Gebirgsstraßen in den Apenninen erbaute, gab seinen Mauern auswärts $\frac{1}{5}$ der Höhe zur Böschungsanlage, einwärts aber auf jeden Meter Höhe $\frac{1}{5}$ Meter breite Absätze. Zur obern Dicke erhielten sie $\frac{1}{2}$, $\frac{3}{5}$, $\frac{7}{10}$ oder $\frac{4}{5}$ Meter, je nachdem sie 2, 3, 4 oder 5 Metern hoch waren. Somit war ihre mittlere Dicke immer wenigstens $= \frac{1}{3}$ der Höhe. Er bemerkt, daß die innern Absätze einen nicht unwichtigen praktischen Nutzen gewähren, weil sie die Arbeiter zu Ausgleichungen (S. 350. I. Thl.) zwingen, und sie in beständiger Spannung erhalten. Strebepfeiler werden nie, oder nur da erbaut, wo ganz vorzüglicher Widerstand nöthig ist; hier sind sie also Zugabe, die Mauerdicke bleibt daher unverändert. (S. 571 u. 573 I. Thl.)

b) Wandmauern haben keine Erschütterung zu erdulden, werden selten hoch erbaut, können bedeutend rückwärts hängen, und bedürfen daher auch nicht so ängstlich große Ausmaße. Ist ihre Höhe gegeben, so dürfte man ihre Dicke am einfachsten wohl nach Fig. F. bestimmen können. Man verzeichne sich ein Quadrat 1. 2. 3. 4, dessen Seiten wenigstens dem dritten Theile der Mauerhöhe gleich sind. Zieht man nun durch die beyden Ecken 1 und 3 zwey gleichlaufende Linien 1. n und 3. 6 unter einem beliebigen Winkel mit dem Horizonte, so bestimmt sich die jedesmahlige Dicke der Mauer von selbst. Ist 5. n nicht größer als 1. 2, so darf man es sogar wagen, an der innern Seite 3. 6 Absätze anzuordnen (wie in Fig. 41).

Fig. 41. c) Schuhmauern endlich werden in der Regel nur 4 Schuh hoch und 2 Schuh dick gemacht. Sie dienen, das von der steilen Berglehne mn häufig herabkollende kleinere Gerölle aufzuhalten, wenn man es unterlassen hätte, durch Fanggräben oberhalb der Wandmauer dafür zu sorgen. Bepflanzung der Lehne mn mit Gebüsch leistet in vielen Fällen dasselbe. An der neuen Straße, die über das Stillserjoch führt, trifft man oft knapp an der Bergseite ähnliche Schuhmauern an, welche durch die Localität bedungen, ganz denselben Zweck haben.

d) Unter der Benennung Schuhmauern versteht Wiebeking jedoch eine ganz andere Mauer, und zwar jene auf der Thalseite, welche die Stelle des Geländers vertritt. Sie hat nur $3\frac{1}{2}$ Schuh Höhe, und höchstens $1\frac{1}{2}$ Schuh Dicke. Sie ist im hohen Grade tadelnswerth; denn sie verwandelt die Straße in einen Hohlweg, hindert die Austrocknung, und gibt Anlaß, daß der Schnee im Winter sich hinter ihr bedeutend anhäuft, was hier von besonderem Nachtheil ist.

Geländer und Streifsteine.

S. 56. Viel zweckmäßiger hilft man hier durch Streifsteine, welche man an der Thalseite von Strecke zu Strecke setzen läßt. Denn nicht schützen, nur mahnen sollen sie. Im Hochgebirge zwar, wo die Straßen oft neben den schauerlichsten Abgründen hinziehen, sollte man glauben, wären Geländer nöthiger und zweckmäßiger. Aber gerade hier trifft man in der Regel die wenigsten, gerade hier stehen meistens nur Streifsteine. Der Instinct, und eine gewisse Scheu mahnen die Pferde und alle nüchternen Menschen, sich der Thalseite nicht unnöthigerweise zu nähern. Die verhältnißmä-

sig äußerst seltenen Unglücksfälle beweisen zur Genüge die Entbehrlichkeit der Geländer. Es gibt nur eine einzige Ausnahme, und dieß sind gähe Wendungen §. 61, wo die Straße beynähe umzukehren scheint. Hier ist es denkbar, daß zur Nachtszeit selbst vorsichtige Reisende verunglücken könnten. Hier allein dürfen, hier müssen Geländer gemacht werden.

§. 57. Jene Streifsteine sind nichts anders, als etwa 4' lange, $\frac{2}{9}$ Steinbrocken x wie in Fig. Tyrol; oder Steinplatten y wie auf dem Arlberg; oder endlich rein bearbeitete marmorne Streiffäulen z, wie auf der Simplonstrafe. Sie stehen an den gefährlichsten Präcipissen nie näher als 5, sonst aber 10, 15, auch mehrere Schuh weit aus einander. Sind es Platten, so wenden sie der Strafe immer die breite Fläche zu, um möglichst wenig Raum einzunehmen. Aus der Erde ragen sie etwa 2 bis 3 Schuh vor. Ihre Dicke richtet sich nach den Umständen, und ist ziemlich ungleich. 38. 41.

§. 58. Wenn nun Geländer sogar im Hochgebirge überflüssig zu seyn scheinen, was soll man dann zu jenen mit Dehlfarbe bemahlten in ebenem Lande sagen? Das Umwerfen der Wagen zu verhindern, sind sie zu schwach; ihre Dauer beträgt unter günstigen Umständen kaum zehn Jahre, und besonders die hölzernen Ständer sind zweckwidrig; denn gerade sie faulen zuerst ab, und das übrige noch ziemlich erhaltene Geländer muß dann gleichfalls beseitiget werden. Es dürfte hieraus folgen, daß für die seltenen Fälle, wo Geländer wahrhaft nöthig sind, steinerne Ständer q, oder gemauerte Pfeiler p den Vorzug verdienen. Bey jenen und bey diesen muß aber die Einrichtung so getroffen werden, daß die $\frac{7}{8}$ zölligen Balken, wenn sie faul werden, leicht durch neue ersetzt werden können, wie solches aus dem Zapfen i und aus dem Horizontalschnitt u des Pfeilers p, wenn man ihn aufmerksam betrachtet, entnommen werden dürfte. v ist ein Vorstecklözchen an der Rückwand des Pfeilers. 38. 41.

§. 59. Hecken anstatt der Geländer sind, weil sie den Luftzug hemmen, und bald verdorren würden, an Kunststraßen nicht zu empfehlen.

Schneekreuz e.

§. 60. Im Hochgebirge werden die Straßen oft so verschneyet, daß keine Spur von ihnen zu sehen ist. Am 4. July 1824 lag der Winterschnee auf dem Joche des Arlberges oberhalb des Wirthshauses St. Christoph stellenweise noch 12 Schuh hoch, wie dieß an den ausgeschaukelten Stellen zu sehen war.

Um dieses Schneeausschaukeln an mehreren Punkten zugleich vornehmen zu können, ließ man längs der über den Mont Cenis führenden Strafe oberhalb Lanslebourg viele, mit hellrother Dehlfarbe bestrichene Kreuze Fig. 43 von 4 Meters Höhe auf der Thalseite einsetzen. Man erkennt an denselben sehr leicht die Tiefe des gefallenen Schnees; denn die Entfernung von a bis b, von da bis zu den Streben c, von da bis d, dann bis e beträgt immer einen Meter. Auf der andern Seite des Berges gegen Susa hinab begnügte man sich mit hohen Stangen f, die aus den beynähe unförmlich dicken Pfeilern p der Geländer herauswachsen. Fig. 43.

Auf der Simplonstrafe sah man, wenigstens im Jahre 1815, keine Schneestangen; auch sind daselbst die Geländer seltener, und weniger massiv; an der neuen Stillsferstraße von Pradt bis Drosui aber gab es im Jahre 1824 deren noch keine.

Wiederkehren.

§. 61. In gebirgigen Gegenden fordert die Localität oft, daß die Strafe gähe gewendet werden muß, so daß es scheint, als ob man umkehren, und wieder zurückfahren wollte. Solche gähe Wiederkehren sind, wenn sie nicht sehr breit und vollkommen horizontal gemacht werden, für

schwere Frachtwägen, die viele Pferde vorgespannt haben, im höchsten Grade peinlich, oft sogar aber auch gefährlich. Mit langem Bauholz beladene Karren kommen gar nicht fort. Jeder Wagen muß nämlich die Reihe nehmen können, sonst wirft er um.

Ist a der Punct, um welchen sich geschwenkt werden muß, und man trägt $\frac{2}{5}$ von der Straßenbreite von a nach b auswärts, und $\frac{3}{5}$ derselben von a nach c zurück, beschreibt aus a mit ab , aus c mit ac Halbkreise, und zieht endlich noch aus c auf die Tangenten hk und gi die Senkrechten cf und cd ; so erhält man den Grundriß einer Wiederkehr dbf , die, wenn sie horizontal gehalten, und auf der Thalseite mit Geländern §. 58 umgeben wird, jeder, selbst der unbilligsten Forderung Genüge leisten dürfte.

Hat der Winkel w , den die verlängerten Tangenten gi und hk bilden, mehr als 60 , oder mehr als 120 , oder endlich gar 179 Grad, so mache man ab gleich $\frac{7}{5}$, oder gleich $\frac{6}{5}$, oder gleich $\frac{5}{5}$ der Straßenbreite; ca bleibt für alle Fälle $= \frac{3}{5}$ von derselben.

§. 62. Auf steigenden Straßen dienen solche Wendungen zu Ruheplätzen; man ersparet durch sie jene ebenen Strecken, von welchen im §. 13 gesprochen wurde. Hier dürfte folgende Bemerkung nicht am unrechten Orte stehen.

Fig. 42. Steigt die Straße z. B. von m nach l , so wird sie von i nach g wahrscheinlich wieder steigen. Hier bey i gebe man den ersten zwey Klaftern nur etwa 1, den folgenden zwey Klaftern 2, dann erst 3 Procent Steigung, damit (wie im §. 13 gesagt wurde) die neue Anstrengung dem Zugvieh anfangs nicht zu schwer falle; vorzüglich aber, damit die von h nach i bergab fahrenden schweren Wagen ihre, eben durch das Herabfahren, erlangte größere Geschwindigkeit nach und nach verlieren, und gelassen auf der Wiederkehr ankommen. Dasselbe gilt für mf .

Straßen längst steilen Felsenwänden.

Fig. 45. §. 63. Hier sind Ausschnitte a Fig. 45, die man aussprengen läßt, unerläßlich. Sie schützen vor Lawinen vollkommen, und sind, weil von Tage aus (wo das Gestein meistens mürber und leichter zu gewältigen ist) nach einwärts gearbeitet werden kann, den folgenden Stollen b oft vorzuziehen.

Straßenstollen.

Fig. 45. §. 64. Dieß sind die extremsten Abhülfsen, die kostbaresten Unternehmungen, und diejenigen, welche den Bau einer Straße am meisten verzögern. An der Simplonstrafe sind sie gleichwohl in Unzahl vorhanden; aber es läßt sich an Ort und Stelle deutlich nachweisen, daß mehrere hätten ersparet werden können. Die Straße zieht jetzt wirklich neben einem solchen Stollen auswärts vorbey, weil Steine von der Stollendecke herabstürzen, welche die Durchfahrt unräthlich machen. Zwischen Susa und dem Hospize des Mont Cenis wollte man dieses gefährliche Herabfallen der Deckensteine durch ein 3 Schuh dickes Gewölbe verhindern, welches im Jahre 1815 wirklich zu erbauen angefangen wurde.

Hieraus folgt die wichtige Lehre, sich weder durch Eitelkeit, noch durch Ruhmsucht, noch durch Leichtsinns zu der Ausböhrlung eines Straßenstollens verleiten zu lassen. Nur dann, wenn es bis zur Evidenz erwiesen ist, daß schlechterdings nicht anders geholfen werden könne, darf sich der besonnene Mann zu einer so kostspieligen Unternehmung entschließen.

§. 65. Die Ausböhrlung des Stollens geschieht durch die Brechstange, durch Bohrschüsse §. 202. I. Thl., selten durch das Feuer §. 52, und es erübriget sonach, da dieß zur Genüge

bekannt ist, hier weiter nichts, als den Leser noch auf S. 138 zu verweisen. Aber die Ausmaße! sie lassen sich nur aus der Aufzählung gelungener Unternehmungen dieser Art entnehmen.

§. 66. Der altrömische Straßenstollen durch den Paasilippe zwischen Neapel und Puzzuoli ist 18 Schuh breit, 48 Schuh hoch, und 2178 Schuh lang.

Der durch den Mönchsberg zu Salzburg auf Befehl des damaligen Erzbischofs Sigmund von Schrattenbach von dem Architekten Zimmermann durchgebrochene gothische Straßenstollen (das sogenannte neue Thor, siehe S. 278 II. Thl.) hat 22 Schuh zur Breite, 39 Schuh zur mittleren Höhe, und 415 Wiener Schuh zur Länge. Am 15. May 1765 fing man an bey den Seiten zu sprengen an; durchgehen konnte man am 15. November 1767.

An der Simplonstrafe werden folgende Straßenstollen, die dort Gallerien heißen, getroffen. Die Gallerie *Ervola* oder *di Vedro* ist 24 P. Schuh breit, 18 Schuh hoch, und 180 Schuh lang. In der Mitte hat sie auf der Thalseite eine Lichtöffnung von etwa 8 Schuh Höhe und Breite. — Die Gallerie *Iselle*, welche, obwohl sie nur 36 Schuh lang, und eben so breit und hoch wie die vorige ist, dennoch durch ihre Form überrascht. Es ist nämlich ein etwa 7 Schuh dicker Felsenblock stehen gelassen worden, der wie ein Pfeiler die flache Decke der Gallerie trägt. — Die berühmte Gallerie *Gondo* (auch wohl *Frissinone*) von 540 Schuh Länge. Sie hat mit den vorigen gleiche Ausmaße, und ist mit seitwärtigen Lichtöffnungen von bedeutender Größe versehen. Ihre Aussprennung wurde von vier Seiten durch 18 Monate Tag und Nacht betrieben. — Die Gallerie *Gabio* ist 210 Schuh lang, aber (vielleicht ohne Grund) höher und breiter als die vorigen. Dieß ist die letzte Gallerie vor dem Plateau oder Joche. Jenseits desselben findet man die *Gletschergallerie* (des *caux froides*) von 120 Schuh, und die Gallerie *Schialbet* von 90 Fuß Länge. Die erstere liegt in einem von aller Sonne so abgewendeten Winkel des Gebirges, daß selbst im Sommer Eiszapfen von bedeutender Größe an ihrer Decke hangen, und nicht selten herabstürzen. Ueberhaupt sind die meisten dieser Fessengallerien feucht und tropfend.

Auf der Strafe von *Chambery* in *Savoyen* nach *Les échelles* stellt sich dem geraden Strafenzuge eine steile, aber nur 430 Schritte dicke Felsenwand entgegen, die durch eine schnurgerade, etwas fallende Fessengallerie auf Befehl der vorigen Regierung durchbohrt werden mußte. Die alte, in einer Fessenschlucht geführte, sehr steile Strafe umging diese Wand links seitwärts. Im Jahre 1815 war die Strafe auf der Seite gegen Frankreich noch nicht beendigt, die Gallerie selbst aber war fertig. Sie ist so hoch als breit, und vielleicht die herrlichste Gallerie neuerer Zeit.

In vaterländischer Hinsicht ist der uralte zur Stunde noch immer benützte gewölbte Straßenstollen, dessen Profil der Größe eines Hausthores gleich ist, zu bemerken, welcher das Dörfchen östlich vom Schlosse *Tyrol* mit diesem Schlosse verbindet. Er ist durch einen Sandberg durchgebohrt, und dumpfig wohl, aber nicht feucht.

Endlich trifft man auf der südlichen Hälfte der neuen Strafe über das *Stilfserjoch* mehrere Fessengallerien, eine von 90, eine von 120, eine sogar von 216 Schuh Länge. Ihre Höhe und Breite ist der Strafenbreite (5 Meters oder 16 W. Schuh) gleich.

§. 67. Aus den vorstehenden Daten dürfte man nun folgende Regeln ableiten können.

Jeder Straßenstollen *b* ist so breit wie die Strafe, und wenigstens 16 W. Schuh, höchstens aber so hoch als breit zu machen. — Die gothische Form scheint für schmale, die elliptische Form aber für breite Stollen die vorzüglichere zu seyn; ausgenommen, die günstige Lage der Felsenflöze erlaubt es, ihre Decke flach zu machen. Hier ist es hinlänglich, wenn die mittlere Höhe der Gallerie so groß als Fig. ein Frachtwagen (der höchstens 13 Fuß hoch packt) ist, also wenn sie 14 Schuh beträgt. — Jede 45. Gallerie soll möglichst gerade seyn. — Lichtöffnungen *c* an der Thalseite sind da, wo sich Gelegenheit dazu darbietet, nicht zu vergessen. — Ist der Felsen klüftig, oder mürbe, so wird die Decke durch ein

Gewölbe unterfangen. Die zweckmäßigste Form desselben ist die eines flachen Tonnengewölbes von etwa 90 Graden; seine Dicke wird ¹⁾ dem zwölften, die Widerlagsdicke etwa dem achten Theil der Spannung gleich gemacht. Ist jedoch die Steinart wetterbeständig, und nur die Decke gefahrdrohend, so können die gemauerten Widerlagen erspart werden. Der Raum zwischen dem Gewölbe und der Felsendecke muß mit größter Sorgfalt ausgefüllt und verkeilt werden. — Stößt man auf Erde, so wird nach §. 139 abgeholfen. — Fehlt es an Gelde, so mache man den Stollen wenigstens so breit wie ein Festungsthor (§. 78 II. Thl.), damit zur Noth doch einzelne Frachtwägen durchfahren können. Vor und hinter dem Stollen müßte aber in diesem Falle die Straße verbreitert werden, damit die entgegengesetzt fahrenden Wägen auf diesen Ausweichplätzen so lange warten können, bis jene ihr Defilé passirt haben.

Schutt-Tennen.

Fig. 46. §. 68. Wo Wildbäche den Straßenzug durchkreuzen, oder Lavinien herabzustürzen pflegen, hilft man durch Schutt-Tennen. Hier suche man die steilste Stelle der Schlucht auf, wo der Wildbach beynähe einen Wasserfall bildet, und bohre hinter ihm einen Stollen aus. Das holperige Flußbette oberhalb des Stollens sprengt man nach einer Sinusoide glatt, und so gut es sich thun läßt, ab, damit das Gerölle möglichst weit hinausgeschleudert werden könne. Da solche Stollen gewöhnlich lang, bogenartig gekrümmt, und stockfinster sind, so werden sie, wie die Straßen einer Stadt, mit Lampen erleuchtet, wenn es unmöglich wäre, an schicklichen Orten Lichtöffnungen auszubringen.

Oberhalb Susa, auf der über den Mont Cenis führenden Straße, befindet sich ein solcher merkwürdiger Stollen.

Fig. 46. §. 69. Ist das Gestein mürbe, so muß jener Durchbruch nach Fig. A überwölbt werden. Schutzmauern a b zu beyden Seiten des Wildbaches engen ihn ein, und schützen die Ein- und Ausfahrt A gegen das seitwärts herabfallende Geschiebe. Da Wildbäche im Sommer größtentheils wasserleer sind, so ist der Bau der Schutt-Tenne schwierig und kostspielig wohl, aber doch ausführbar; und läßt man früher die gefährliche Stelle nach Löhmann's Situations-Zeichenlehre sorgfältig (aber ja nicht weiter, als nöthig ist) aufnehmen, und eben so sorgfältig nivelliren, so ist der Entwurf der Schutt-Tenne für fähige Köpfe eine der interessantesten Aufgaben des Straßenbaues. Da die Localität einzig und allein entscheidet, und die horizontalen Schichten der Zeichnung die Trace sehr imperativ vorschreiben, so darf das Lehrbuch hier wohl abbrechen.

Fig. 46. §. 70. Im Hochgebirge, wo Ueberfluß und Werthlosigkeit des stärksten Bauholzes zu dem Holzbau einladet, findet man nicht selten äußerst-massive hölzerne Schutt-Tennen Fig. B. Ihre Decke besteht aus drey Balkenlagen, deren Gevierte von der innern lichten Weite bedingt wird. B. Schwellen und Standsäulen sind von möglichst starkem Gevierte, und letztere stehen so dicht, daß keine von der andern weiter als 2 Schuh im Lichten entfernt ist. Die Streben c unterstützen die Decke, und schirmen den ganzen blockhausähnlichen Bau so kräftig, daß auch die furchtbarsten Lavinien spurlos über sie wegtoben. Gleich oberhalb des Engpasses Finstermünz stößt man auf eine solche Schutt-Tenne. Auf der Straße über den Splügen gibt es deren zwey. Die Gesamtlänge der vielen, auf der neuen Straße über das Stillferjoch (Passo di Silvio) erbauten, gemauerten Schutt-Tennen beträgt 290 Klafter. Die in diesen wilden Thälern äußerst gefährlichen Lavinien dürften diese unglaubliche Zahl zur Genüge erklären.

¹⁾ Nach §. 580 I. Thl.

Z u f l u c h t s o r t e.

§. 71. Im Hochgebirge werden menschliche Wohnungen immer seltener, je höher man steigt. In demselben Verhältnisse aber wie diese abnehmen, nimmt das Bedürfnis nach menschlicher Hilfe zu. Ihm zu entsprechen, erbaut man in solchen öden Gegenden etwa alle 1000° weit aus einander Herbergen, welche die Franzosen Refuges, die Italiener aber Cantoniere nennen. Ihre Bewohner (meistens ausgediente, mit Gefahren vertraute, und zugleich mit der Straßenpolizey beauftragte, rüstige Militärs) sind verpflichtet, die Reisenden zu beschützen, allen Verunglückten Hilfe zu leisten, und sie aufzunehmen; sie müssen die Straße immer in fahrbarem Stande erhalten, und sie von Schnee und Steingerölle befreyen; endlich liegt ihnen ob, stets eine festgesetzte Anzahl der unentbehrlichsten Lebensmittel in Bereitschaft zu halten, um sie den Reisenden gegen eine fixirte Bezahlung überlassen zu können.

§. 72. Diese Herbergen enthalten gewöhnlich eine große Schenkstube, ein kleines Fremdenzimmer, eine Küche und eine Wohnstube für den Eigenthümer; Gärtchen, Stall, Schoppen, Keller und Boden nicht zu vergessen. Sie stehen knapp neben der Straße auf einer sonnigen, von Lawinen nicht bedrohten Anhöhe immer so, daß die Diagonale ihres Grundrisses senkrecht auf dem Straßenzug ist, damit man von der Eckstube die Straße sowohl vor- als rückwärts beobachten könne. — Auf jenen öden Töchen endlich, wo beynähe alle Vegetation erstorben ist, hat die Barmherzigkeit sogenannte

§. 73. Hospizien erbaut. Es sind Klöster; ihr Ursprung datirt sich aus den Zeiten der Rittermönche. Welcher Seelenadel, welcher Muth dazu gehöre, auf diesen entsetzlichen Höhen sich aus freyer Wahl dem gefährlichen Gesächte zu unterziehen, bloß von Hunden begleitet, die schauerliche Einöde gerade dann am sorgfältigsten zu durchsuchen, wenn Orcane toben, wenn Lawinen rollen, wenn das Unwetter den hellen Tag in dichte Nacht verwandelt — um die Irrenden zurechtzuweisen, die Verschütteten auszugraben, die Erstarrten ins Leben zurückzurufen, und sie dann alle so lange unentgeltlich zu pflegen, bis sie ihre Reise wieder fortsetzen können — diese Frage wird sich jeder Fühlende selbst beantworten.

§. 74. Solche hochherzige Mönche trifft man auf dem St. Gotthard, auf der Grimsel, auf dem großen St. Bernhard ¹⁾, auf der alten Simplonstrafe südlich unter dem Joche, wo sie ein thurmähnliches, 6 Stock hohes, von den alten Freyherrn von Stokalper vor grauer Zeit fundirtes Hospiz bewohnen ²⁾. Auf dem Mont Cenis stehen jetzt eine schöne Kirche, eine große Caserne, ein gut eingerichtetes Posthaus und mehrere andere solide Gebäude.

Allgemeine Bemerkungen.

Meilensteine, Wegweiser und Alleen.

§. 75. Sollen Meilenzeiger nicht Unwillen erregen, so mache man sie drey-, nicht viereckig; Fig. weil die Schnelligkeit der Kutsche es sonst den Reisenden nur selten erlaubt, das zu lesen, was vorn ⁴² darauf steht. Auf u o schreibe man, wie weit es von o bis N noch ist, nicht aber, wie weit es von M bis o war, denn das mag der von M Kommende nicht mehr wissen. Wäre es z. B. von o nach N und M 3 Meilen, so laute die Aufschrift auf u o: Bis N 3 Meil. Jedes andere Wort, jede

¹⁾ Diese drey Hospizien haben 6390, 5778 und 8128 Pariser Fuß Seeshöhe. Das letztere behauptete zeither den unbeneideten Vorzug, der höchste bewohnte Punct unseres Welttheiles zu seyn. Jetzt hat ihm das Wegöffnerhaus c auf dem Joche der Stillscherstraße den Rang abgelassen; siehe Fig. 50 und §. 102.

²⁾ Das unter der vorigen Regierung zu erbauen angefangene Hospiz steht jedoch gerade auf dem Joche der neuen Kunststraße §. 100; es ist etwa 30° lang, 8° breit, und 2 Stock hoch; Dach, Fenster und Thüren fehlten ihm im Jahre 1815 noch.

andere Sylbe ist ein Pleonasmus. Auf ov schreibe man: Bis M 3 Meil. Leserlich, mit 2 Zoll großen, schwarzen Buchstaben, auf weißem Grunde, in einer Höhe von 7 Schuh, denn so hoch ist das Auge des fahrenden Lesers.

Fig. 42. §. 76. Meilenzeiger nennt man wohl auch jene Säulen y, die an Scheidewegen stehen, und den des Weges Unkundigen belehren, welchen Weg er einzuschlagen habe. Sie sind also Wegweiser, nicht Meilenzeiger. Immer sollen sie links von der Straße stehen, wenn man hineinfährt; denn die auf der gemahlten Hand stehenden Worte folgen einander r e c h t s und immer rechts. Ist dieß aber unmöglich, so muß zur Noth ein Pfeil aushelfen.

§. 77. Warnungstafeln, auf denen viel geschrieben steht, nützen so wenig wie langweilige Vorlesungen. Je lakonischer die Aufschrift ist, je größer können die Buchstaben werden, je gewisser, je unwillkürlicher wird sie gelesen. Mit dünnen Worten heißt es in der Schweiz an den Mauthhäusern: Hier zahle Zoll. In Oesterreich mahnet ein großer gemahlter Radschuh den Fuhrmann an das Einsperren gerade dort, wo die steile Straße es schlechterdings nöthig macht. Im Württembergischen schützt folgende wortfarge Drohung: Zuchthausstrafe dem Baumverderber, die dortigen Alleebäume vor muthwilliger Beschädigung kräftiger, als jene umständlichen, durch die Citation der betreffenden §. §. des Strafgesetzbuches allerdings besser motivirten, dem gemeinen Manne aber unverständlichen, daher nie gelesenen Warnungstafeln in andern Ländern. — Diese Bemerkung dürfte wohl für alle Arten Aufschriften gelten.

§. 78. Alleebäume längst der Straße sind im Gebirge wenig empfehlenswerth, im flachen Lande aber, vorzüglich in öden Gegenden, besonders zur Nachtzeit, als Wegweiser unschätzbar; nur muß man sich nicht einfallen lassen, Bäume, die vielen Schatten geben, oder gar Obstbäume zu pflanzen. Nichts ist der Straße nachtheiliger als Schatten. Telford behauptet, 20 Procent der Straßenunterhaltungsausgaben werden jährlich erspart, wenn man allzunaher Hecken, oder Bäume ausrottet. Sie hindern den Luftzug, hindern die Sonne, die Straße auszutrocknen, und geben doch nicht so viel Schatten, als man von ihnen erwartet. In Gegenden, wo Stürme zur Tagesordnung gehören, wie z. B. die Bora auf dem Karst, bey Prewald, bey Wippach, bey Haidenschaft &c., dürften Alleebäume, selbst wenn es möglich wäre sie zu pflanzen, sogar gefährlich werden. Dasselbe gilt für sumpfige oder sandige Gegenden, wo die Bäume keinen festen Stand haben, und leicht umgeworfen werden können.

Obstbäume brauchen zu viele Pflege, und sind der Genäßigkeit, also der Beschädigung allzuviel Preis gegeben, als daß sie unbedingt empfohlen werden könnten. Um einen unreifen Apfel zu erhaschen, reißt der Bauerjunge den ganzen Ast ab. In sehr bevölkerten Ländern ¹⁾, wie z. B. zwischen Pirna und Dresden, verdienen sie jedoch als wahre Straßenzierden volle Beachtung.

Schnellwachsende, schlanke, nicht allzu nahe (5, besser 10^o) von einander gepflanzte, von der Straße wenigstens 2^o entfernte Bäume, die sich mit jedem Boden begnügen, und denen der Staub nichts schadet, sind in der Regel die empfehlenswürdigsten. In dieser Hinsicht verdient die italienische Pappel, die Acacie, vorzüglich aber der Vogelbeerbaum (sorus aucuparia, Beeräsche, Eberäsche, Abräsche), vielleicht auch die Platane, die Linde &c., Aufmerksamkeit. (Siehe I. Thl. §. 527, 534, 535.)

Fig. 38. Seitengräben.

E. §. 79. Wirklich nothwendig sind sie nur auf der Bergseite steigender Straßen. In der Ebene sind sie überflüssig, in lockerem Boden schädlich, gefährlich aber werden sie im flachen Lande,

¹⁾ Wo das Obst der Alleebäume verpachtet, folglich auch gehütet wird.

wenn dasselbe eine geringe Neigung parallel mit dem Straßenzuge hat; denn hier vertieft das in den Seitengräben beständig fließende Regenwasser dieselben dergestalt, daß oft die Straße davon unterwaschen wird. In vollkommen horizontalen Gegenden bleibt das Regenwasser darin stehen, und erweicht ohne alle Noth den Grund unter der Straße. Sie werden mit der Zeit voll Schlamm. Reinigt man sie dann, und wirft den Unrath auf das Nebenterrain, so wird die Chaussee zu einem Hohlweg. Groß verwirft sie daher mit vollem Rechte; einen einzigen Fall nimmt er aus, wenn nämlich das Terrain zu beyden Seiten der Straße steigen sollte. Hier müssen aber die Seitengräben gepflastert werden.

Durchlässe oder Abzüge.

§. 80. Das in den Seitengräben der Straße gesammelte Regenwasser und kleinere Wasseradern werden durch sogenannte Durchlässe *oc* unter der Straße durch auf die Thalseite geleitet. Fig. 41. M. N.

Auf der Stillferstraße, wo der Seitengraben seicht, und nur so breit, wie die Schaufel, welche ihn reiniget, ist, hat man Nischen angebracht. Das Wasser stürzt von *o* nach *u* hinab; man kann sogar in der, allemahl gepflasterten Rigole *o* gehen, ohne besorgen zu dürfen, in den Absturz *1* Fig. M zu fallen. Etwa alle 20 Klafter stößt man auf solche Nischen, die sehr nachahmungswürdig zu seyn scheinen. Auf dem Arlberge findet man ähnliche Abzüge.

Ordnet man die Durchlässe so zahlreich als möglich, das heißt, in wasserreichen Gegenden 20° aus einander an, so begnügen sie sich mit $1\frac{1}{2}$ ' Breite und Höhe. Sie können bey diesen Ausmaßen noch ohne Gefahr mit flachen Steinen überdeckt werden. Macht man sie aber breiter, so muß man sie überwölben. Gereinigt werden sie von *c* aus mit langen Krücken.

§. 81. Muldenförmige, gepflasterte Einsattlungen, die das Wasser von der Bergseite über die Straße leiten, können mit Ueberzeugung nicht empfohlen werden.

Wahl des Baumaterials.

§. 82. Harte, feste Steine, die Frost und Nässe gut ertragen, die, wenn man 2 Stücke einer Art stark auf einander reibt, weder Mehl noch Sand geben, und schwer zerschlagen werden können, sind für den Straßenbau anwendbar. Granit, Gneis, Glimmerschiefer, die festen Porphyrtarten, die Grauwacke, der Klingstein, der Basalt, die Kieselsteine oder Quarzgerölle, Lava, Erdschlacken *cc.*, gehören hierher. Bedenklicher sind die meisten Arten Sandsteine, Mandelsteine, Breccien und die Kalksteine, obwohl letztere von Vielen zu dem guten Materiale gezählt werden. Macadam sagt: „Der Kalkstein gibt, wenn er gehörig verwendet wird, eine ebene, feste Straße, „und vereinigt sich schneller zu einer compacten Masse, als jedes andere Materiale; aber vermöge seiner Natur ist er von geringerer Dauer.“ Roth und Staub sind daher diesen Straßen vorzugsweise eigen, und in so unglaublicher Menge vorhanden, daß man Anstand nehmen sollte, den Kalkstein zu den obern Schichten einer Kunststraße zu verwenden, weil der ätzende Kalkstaub die Lunge der Reisenden sowohl als der Zugthiere auf eine zu gefährliche Probe stellt. Die Todtenzettel jener Vorstädte, durch welche Kalksteinstraßen ziehen, liefern den traurigen Beweis, daß die meisten Opfer daselbst an Lungensucht und Brustkrankheiten fallen.

Doch, da man bey dem Straßenbau die Steine nehmen muß, wie man sie findet, und die Wahl der Steinart nur zu oft äußerst beschränkt ist, so muß hier beygefügt werden, daß Kalksteine zu dem Grundbau eben so, wie alle andern nicht allzu festen Steine genommen werden dürfen. Nur muß man so vorsichtig seyn, sie nicht in gar zu kleine Stückchen zerschlagen zu lassen. Raum wer-

den sie der Last eines Frachtwagens widerstehen, wenn sie kleiner als eine Mannsfaust sind. Und jetzt dürfte man vielleicht dem beypflichten, was zu Ende des §. 39 gesagt werden mußte.

§. 83. Zu dem Deckmateriale, das heißt, zu der obersten Schichte des Straßenkörpers wähle man die allerfestesten, härtesten und kleinsten Steine, die in der Umgegend getroffen werden, selbst wenn ihre Zufuhr bedeutende Kosten verursachen sollte. Es ist die größte Verschwendung, müßes, leicht zerdrückbares Materiale auf die Straßenoberfläche zu schütten. Bis auf den Grundbau wühlen die Räder bey nassem Wetter durch, und der schmirgelartige Koth erleichtert es dem Fuhrwerk, selbst die untern, größern Steine desselben zu zermalmen. Wie weit diese Zerstörung um sich greifen könne, lehren die Straßen aller Länder in Kriegszeiten, wo der Drang der Umstände eine sorgfältige Wahl des Deckmateriales oft schlechterdings unmöglich macht. Man schützt, wenn ja noch auf Straßenunterhaltung gedacht wird, alles, was nur einem Steine ähnlich ist, selbst Ziegelstücke in die Schuh tief ausgefahrenen Geleise, glaubt zu helfen, und verdirbt mehr, als man nützt.

Sehr scharfkantiges, schneidiges, glasartiges Deckmateriale, wie z. B. Hornsteine, Feuersteine, Jaspis etc. werden glücklicherweise nicht allzu häufig gefunden, sonst müßte die Baukunst ihren Gebrauch widerrathen. Die Hufe der Zugthiere, die Klauen des Schlacht- oder Triebviehes, selbst die Radreise leiden so ungemein, daß, wenn auch ihre Festigkeit ihren Gebrauch zu rechtfertigen scheint, die so eben ausgesprochene Bemerkung ihn verbietet. Sind sie in Menge vorhanden, so nehme man sie zum Grundbau. Wie bekling empfiehlt zum Deckmateriale Quarz und Basalt von der Größe der Taubeneyer, Flußgrand von $\frac{1}{4}$ Kubikzoll, und zwar um so kleiner, je fester er ist.

§. 84. Daß man Straßen von Seemuscheln an der Nordsee antrifft, daß Straßen aus Ziegelschutt und alten Ziegeln erbaut wurden, daß in England manche Straßen mit 4 Zoll großen Würfeln aus Gußeisen gepflastert werden, daß der Thonschiefer auf der Simplonstrafe sogar als Deckmateriale verwendet wird, daß man endlich auf dem Karst das Deckmateriale mit einer 1 bis 2" dicken Lage röthlicher Erde überdeckt, um die Bora zu hindern, das Gestein fortzureißen, dieß alles wird hier nur denen zu Liebe erwähnt, die noch nicht gelernet haben, aus der Noth eine Tugend zu machen.

Vorrathshaufen.

§. 85. Auf der Straße sind sie, so viele Gründe auch dafür angeführt und geltend gemacht werden, immer tadelnswerth. Sie zwingen die Fußgänger (auf welche doch auch Bedacht genommen werden sollte), mitten auf der staubigen oder kothigen Fahrbahn zu gehen, und begünstigen die ohnehin nicht geringe, kaum durch Strenge aufzuregende Lauigkeit der meist sich selbst überlassenen Wegemacher, die um so sorgloser werden, je bequemer man ihnen ihre Pflichterfüllung macht. Diese psychologische Bemerkung ist, so ungerecht sie scheinen mag, wenigstens bey den niedern Volksclassen wahr; praktisch bestätigt aber wird sie durch die Thatsache, daß jene Straßen, an welchen man zu beyden Seiten zahllose Vorrathshaufen antrifft, in der Regel nicht die musterhaftesten sind. In Frankreich, in Tyrol, in Italien, und an keiner Kunststraße der neuesten Zeit findet man daher Vorrathshaufen auf, wohl aber neben, und nicht selten eine ziemliche Strecke weit neben der Straße. Es sind unregelmäßige Haufen von wenigstens einer Kubikklafter klein zerschlagener fester Steinchen oder kleinen Quarzgerölles, welche man seitwärts jener Straßen, die weit von Steinbrüchen oder Schottergruben vorbeiziehen, an schicklichen Orten 50 Klafter von einander entfernt, durch Wagen zusammenführen läßt, damit die Wegemacher doch wenigstens etwas Materiale zur augenblicklichen Abhülfe bey der Hand haben. Jeder Haufe versorgt also 25 Currentklafter Straße rechts und links von seiner Stelle, wo er steht.

M a u t h h ä u s e r.

§. 86. Das Capital, welches die Erbauung einer neuen Straße verschlungen hat, allmählig wieder hereinzubringen, und die laufenden Reparaturen zu bestreiten, erbaut man Zollhäuser. Ihr Detail hängt von den Umständen ab, allemahl ist Simplicität zu empfehlen.

Früher war man mit der Anlage von Mauthhäusern viel verschwenderischer, als heut zu Tage. Noch vor 15 Jahren wurde an den innern Stadthoren der Residenz Mauth gefordert. Jetzt zahlt kein Wagen innerhalb der Linien Wiens die geringste Beysteuer zur Unterhaltung des herrlichen Straßenspflasters. In Frankreich ist man noch einige Schritte weiter gegangen. Dort zahlt kein Wagen innerhalb der Landesgränzen Mauth. Um so strenger aber ist man an den Einbruchstationen.

§. 87. Mauthhäuser in menschenleeren Gegenden setzen den Einnehmer den größten Insulten, besonders in streitigen Fällen, aus. Daher sollte man sie nur mitten in Dörfern, wo die Nothheit der Fuhrleute gezähmt werden kann, erbauen.

§. 88. Mauthhäuser an den Thoren der Hauptstädte müssen, wenn man hinausfährt, an der linken Seite der Straße erbaut werden, weil bloß die hereinpaffirenden, nie aber die hinausfahrenden Wagen Mauth zu zahlen verpflichtet sind, und weil es Grundsatz ist, daß jeder Wagen auf der für ihn rechtsseitigen Straßenhälfte fährt, oder — fahren sollte. Auf der Dresdner-, auf der Pragerbrücke wimmelt es oft; Alles fährt oder geht aber rechts, und nie entstehen Stokungen, nie hört man Scheltworte. So wohlthätig wirken einfache Gesetze! Warnungstafeln, oder einige lakonische Worte auf den Zoll-Bolleten mahnen den vergesslichen Fuhrmann an diese leicht zu beobachtende, allem Hader vorbeugende Anordnung.

§. 89. Der Zoll oder das Mauthgeld richtet sich nach dem Schaden, den das Fuhrwerk der Straße zufügt. Schmale Felgen bey schwerer Fracht sind äußerst verderblich; nach der strengsten Billigkeit wird der angerichtete Schade dem Straßenbau fond nach folgender Tabelle *) wieder vergütet.

F e l g e n.	S c h w e r e d e r F r a c h t.					
	30 Cent.	60 Cent.	90 Cent.	120 Cent.	150 Cent.	200 Cent.
2 Zoll breit.	2 m	4 m	6 m	8 m	10 m	12 m
4 Zoll	m	2 m	4 m	6 m	8 m	10 m
6 Zoll	$\frac{m}{2}$	m	2 m	4 m	6 m	8 m
8 Zoll	$\frac{m}{4}$	$\frac{m}{2}$	m	2 m	4 m	6 m
10 Zoll	$\frac{m}{5}$	$\frac{m}{4}$	$\frac{m}{2}$	m	2 m	4 m
12 Zoll	$\frac{m}{6}$	$\frac{m}{3}$	$\frac{m}{2}$	$\frac{m}{2}$	m	2 m

Läßt sich z. B. ein Fuhrmann, dessen Wagen nur 2 Zoll breite Räder hat, beygehen, 90 Centner zu laden, so müßte er für jedes Pferd 6m Kreuzer bezahlen. Wird er klüger, und läßt sich mit der Zeit an seinem Wagen 6 Zoll breite Räder machen, so zahlt er bey der nämlichen Ladung für jedes Pferd nur 2m Kreuzer, das heißt, drey-mahl weniger.

m ist hier das billig bemessene, landesübliche Mauthgeld für jedes einzelne Pferd.

*) Die Straßenbaukunst verdankt diese Tabelle einem kleinen Werkchen, welches der Ober-Chauffee-Baudirector, G. L. A. Röder, den Staatsbeamten Deutschlands widmet. Siehe die Organisation des Straßenbauwesens; Darmstadt, bey W. Meyer, 1821, Seite 72.

Aber nicht bloß schwere, auch schnellfahrende Wagen richten Unheil auf der Straße an. Ein im Trapp fahrender Postwagen zermalmt mehr Materiale, als ein eben so schwerer, langsam fortbewegter Heuwagen. Der Schaden ist hier der Schnelligkeit proportional.

§. 90. Um das Gewicht der Fracht zu bestimmen, und den Zoll darnach bemessen zu können, wird in England jedem Güterwagen eine eigene Mark aufgebrannt, die das Gewicht des leeren Wagens angibt. Die Schwere des gepackten Wagens wird auf kostspieligen Wagbrücken (§. 351 II. Thl.) ausgemittelt. Vorurtheillos betrachtet, scheint dieß die Kosten nicht zu lohnen! Die dem Wagen vorgespannten Pferde verrathen nämlich das Gewicht der Fracht unwillkürlich, und schärfer, als (hier wenigstens) nöthig ist. Den Kaufmann mögen einzelne Centner interessieren, der Mauthbeamte an der Straße aber rechnet nach Pferden.

§. 91. Schlagbäume werden gewöhnlich von Holz gemacht. Im Auslande sind eiserne Schlagbäume üblich. Ihre Breite ist jedoch nur so groß, daß bey Nacht bloß ein einzelner Wagen passiren kann; der übrige Raum wird durch eine Kette versperrt erhalten.

Von dem Ausstecken eines neuen Straßenzuges.

§. 92. Die Mittellinie ist hier die Normallinie; sie wird mit Stangen von 25 zu 25 Klafter markirt. Rechts und links trägt man die halbe obere Straßenbreite auf, und läßt daselbst lange Pföcke einschlagen. Auf jenen und diesen bemerkt man durch sichtbare Einschnitte die nöthige Höhe.

§. 93. Da wo es möglich und rathlich ist, die Straße eine sehr lange Strecke schnurgerade zu führen, können zur Erzielung der geraden Richtung stark rauchende Feuer empfohlen werden, die man auf dem entfernten Endpuncte anzünden läßt. Frisches Tannen- oder Fichtenreisig, Moos &c., auf jenes Feuer gelegt, verursachen einen sehr dichten Rauch, den man bey Tage stundenweit sehen, und der also zur Zielscheibe dienen kann. In lichten Wäldern leisten hochflackernde Feuer, die man spät Abends oder sehr früh Morgens anzünden läßt, beynähe die nämlichen Dienste.

§. 94. So lange der Augenschein lehret, daß das Gefälle einer Straße weniger als 3 Procent betrage, bedarf man keines Nivellements. Anfängern aber muß der Rath gegeben werden, die ersten Tage gegen das eigene Auge etwas mißtrauisch zu seyn. Stößt aber eine ebene Straße Mm bey m auf eine Anhöhe, die schlechterdings überstiegen werden muß, so stelle man das einfachste (zu Fig. vorliegendem Behufe also beste) Niveau-Instrument, nämlich die Wasserwaage, höher als m , 42. z. B. in p auf, und untersuche, um wie viel Schuh der Punct m tiefer als die Gesichtslinie des Instrumentes ist. Er sey z. B. $11' - 7''$ tiefer. Sogleich lasse man die Tafel der Nivelirlatte um volle 10 Schuh tiefer herab, also auf $1' - 7''$ fest schrauben. Schreitet man nun in der Ebene von m nach q 104 Schritte ab, und geht mit jener Nivelirlatte von q gerade berg auf, und zwar so lange fort, bis die Gesichtslinie des Instruments mitten durch die Tafel geht, so wird, wenn z. B. f die Stelle wäre, wo dieß geschieht, f nun $1' - 7''$ tiefer als die Gesichtslinie, also $10'$ höher als m seyn, und die Linie mf folglich 4 Procent Gefälle haben. So wie man f findet, findet oder vielmehr sucht man alle übrigen Punete. Zwar soll nicht mq , auch nicht die steigende Linie mf , sondern die horizontal gemessene Entfernung der beyden Punete m und f einhundert vier Schritte ($250'$) betragen; allein diese Strenge wird hier weder gefordert, noch ist sie nöthig. Kengstlichkeit in solcher Lage wäre, weil sie die Arbeit unglaublich verzögern würde, wahrhaft tadelnswerth. Und so wenig es die Absicht eines Lehrbuches seyn kann, vor Genauigkeit zu warnen, vor Kengstlichkeit warnt es ohne Bedenken.

Fig. 44. §. 95. Langsdorf empfiehlt zum Ausstecken den in Bergwerken zum Niveliren häufig ge-
C brauchten Hängebogen Fig. 44. C zeigt, wie er aussieht, D lehret, wie man ihn gebraucht.
D. Hängt man ihn nämlich mitten auf eine gespannte, an zwey $4'$ hohe Pikete ab und cd befe-

stigte Schnur a c, so zeigt der Pendel des Gradbogens ohne Zuthun von selbst den Neigungswinkel an. Es wird nämlich allemahl der Winkel $mon = bdp$ seyn müssen. Mittelt man früher die Eintheilung jenes Hängebogens genau so, wie dieß §. 113, I. Thl. bey der Schrotwage gelehrt wurde, aus, und erprobt die Richtigkeit der Eintheilung vor dem Gebrauche früher in der Ebene; so läßt sich jeder noch so schwierige Straßenzug damit schnell und hinlänglich genau bestimmen.

§. 96. Das zweckmäßigste und hier vielleicht empfehlungswürdigste, gleichfalls im Grubenbau gebrauchte Instrument aber dürfte wohl das durch Fig. 44 E. vorgestellte seyn. E ist seine vordere, Fig. 44. f seine Seitenansicht, g sein Grundriß, h und i sind verschiebbare, in Zolle eingetheilte Stäbe, k ist ein Pendel, g eine Bousssole. Jener gibt die Höhenunterschiede, diese die Declinationen der Magnetnadel von den Richtungen der Straßentheile an. Mit einem Steine macht man also hier zwey wichtige Würfe; man erhält nämlich das Längenprofil und den Grundriß des ganzen Straßenzuges so detaillirt, und, was wichtiger ist, so genau, daß jedes frühere Nivelliren und jede fernere Aufnahme überflüssig war, ist und bleibt. Nur à la vue zeichnet man das Terrain rechts und links der Straße auf etwa 100° ein, und erhält auf diese Art eine Karte, die eben, weil sie gerade nur das enthält, was man von ihr verlangt, eben deßhalb die beste seyn wird. Daß es lobenswerth sey, mehr zu thun, als hier gesagt wurde, begreift sich, wenn Muße und Umstände es erlauben. Wer spätet man aber den Anfang der Arbeit hierdurch nur um eine einzige Woche, kostet der schönere Plan nur 100 fl. mehr, als der frühere, so verdient der Unfug Ahndung.

§. 97. Grell abstechend gegen das so eben Erklärte muß daher dem redlichen Praktiker die Forderung erscheinen, das ganze Terrain des muthmaßlichen (also noch ungewissen) Straßenzuges früher schulgerecht aufzunehmen und zu nivelliren, damit irgend ein Anderer im Zimmer projectiven und Versuche machen könne, die, wenn sie dann praktisch mißlingen, doch dem künftigen Erbauer, oder dem früheren Mappeur als Verstoße zugerechnet werden (§. 18).

§. 98. Kann, oder besser darf man nach Löhmann's Situations-Zeichnungslehre aufnehmen, und sind die Horizontalschichten in verticaler Richtung $10'$ weit von einander entfernt, so ist der Straßenzug spielend leicht auszumitteln. Man fasse $250'$ auf dem Maßstab, setze die eine Zirkelspitze in b ein, und schneide mit der andern die nächst höhere Schichte in c, die nächst höhere in d, die folgende in e etc., so erhält man allerdings den Straßenzug eben so richtig, wie früher. Aber — welch ungeheure Mühe kostete die frühere Aufnahme, welche Zeit, welche Kosten sind verloren! Von jeder Schichte ist nur ein einziger Punct brauchbar! die mühselige Bestimmung aller übrigen war zwecklos! Kein Wort mehr davon!). Fig. 44. F.

§. 99. Sollen hohe Gebirge (nicht Anhöhen, von denen im §. 94 geredet wurde) erstiegen werden, und ist durch frühere Bereisung die niedrigste Einsattlung nach §. 19 ausgemittelt, so scheint es zweckmäßiger zu seyn, lieber von oben herab, als von unten hinauf den Straßenzug zu bestimmen. Der Theorie gilt zwar Beydes gleich, aber die Praxis verlangt das Erstere, weil man von oben herab das tiefer liegende Terrain besser übersehen, örtliche Begünstigungen zweckmäßiger benützen, und folglich Mißgriffe vermeiden kann.

Merkwürdige Straßenzüge.

§. 100. Nun noch einige Worte über wirklich ausgeführte, merkwürdige Straßenzüge, und zwar zuerst von jenem über den deutschen Berg Simplen, den die Franzosen Simplon, die

*) Ganz anders verhält sich die Sache bey örtlichen Bauten, wie z. B. bey §. 69, oder gar im Festungsbau, wo Horizontalschichten oft von unschätzbarem Werthe sind.

Italiener aber *Sempione* nennen. Die Straße läuft von Paris über Dijon nach Genf, von hier längs der Rhone aufwärts bis Brig, übersteigt dort die penninischen Alpen, kömmt nach *Domo d'Ossola*, streicht längs des westlichen Ufers des *Lago maggiore* vorbey bis *Arona*, übersetzt bey *Sesto Calende* den *Ticino*, und endet in Mailand. Sie ist 124 deutsche Meilen lang, fängt aber erst bey *Glys*, unweit des Städtchens *Brig*, im Walliserlande an, Bergstraße zu werden, und bleibt es bis *Domo d'Ossola*. Diese $8\frac{1}{2}$ deutsche Meilen lange Straßenstrecke nun fesselt unsere Aufmerksamkeit.

Glys hat 2000 Pariser Fuß Seehöhe. Von hier folgt die Straße dem Bache *Saltine*, zieht immer steigend ins *Santerthal*, übersetzt vor dem Dörfchen *Perfal* den Bach mittelst einer 60' weit gesprengten hölzernen Brücke *Fig. 69*, und kömmt nach dem kleinen Umwege wieder ins Thal der *Saltine*. Immer spärlicher und krüppelhafter wird hier das Nadelgehölze, allmählig verliert es sich in ödes Gebüsch. Endlich erreicht man das Joch der Alpen. Hier steht das leider, unvollendete neue Hospize (*S. 74*). Es hat 6174 Pariser Fuß Seehöhe.

Von diesem Joch fällt nunmehr die Straße wieder, übersetzt unterhalb *Guggene* den Thalbach, durchschneidet das, von Deutschen bewohnte, nicht unbeträchtliche Dorf *Simplen*, kömmt nach mehreren Wendungen bey *Steig* herab ins Thal, übersetzt vor der großen Gallerie *Gabbio* die *Veriola*, und betritt hinter ersterer das piemontesische Gebieth. Nachdem sie den Thalbach noch 2 mahl überschritten, die merkwürdige Gallerie *Frissione*, und die hinter ihr gebaute 60' weit gespannte, steinerne Brücke über den herrlichen *Torrente* passirt hat, folgt sie jetzt beständig dem linken Ufer der *Veriola* bis *Erevola*, und übersetzt hier mittelst einer, auf einem 84' hohen Granitpfeiler ruhenden hölzernen Brücke *Fig. 68* zum letzten Mahl die *Veriola*. Von hier fällt die Straße in gerader südlicher Richtung hinab nach der Stadt *Domo d'Ossola*, deren Seehöhe 1540' beträgt. Vom Joch bis hierher ist die Straße 23,200, vom Joch bis *Glys* etwa 17,000 Klafter lang und 8 Meter breit, die Steigung beträgt 5, selten über 6 Procent.

Während des Baues (1801 bis 1806) waren täglich 2- oft auch 3000 Mann auf Arbeit. Bloß auf italienischer Seite, von der Gallerie *Gabbio* bis unterhalb *Erevola* wurden 175,000 italienische Pfund Sprengpulver verbraucht. Die Felsensprengung vom Tage aus sowohl als jene der Felsengallerien, betrug im Ganzen 26,500, das trockene Mauerwerk 25,000, jenes in Mörtel 10,000, die gesammte Erdarbeitung, Aushebung sowohl als Anschüttung, aber 200,000 Kubikklaster.

S. 101. Die Straße über den *Mont Cenis* (ein in der Kriegsgeschichte durch *Con-*
Fig. 49. *stantin*, und viel früher durch *Hannibal* als *Alpenübergang*) berühmt gewordenes Gebirge durchzieht zuerst das merkwürdige *Alpenthal*, die *Maurienne* in *Savoyen* bis *Lanslebourg a.* Hier fängt sie an, Gebirgsstraße zu werden, und windet sich als solche über fünf ungeheurere Wiederkehren hinauf zu dem Joch *b.* Es hat 2100 Metres (6464') Seehöhe. Von diesem fällt sie nun allmählig wieder hinab zu dem auf dem Plateau liegenden Posthause *c.*, zu dem Hospize *d.*, und zu der *Douane e.*, läuft vor der Häusergruppe *Grande croix f.* vorbey und hinab auf die *Nicolaiwiese g.*, hinter welcher sie wieder ins Freye tritt. Hier bey *h* ahnet man bereits die Nähe Italiens; doch, die Straße ist und bleibt noch immer Gebirgsstraße. Sie läuft durch das Dörfchen *Barthi*, durch die Häusergruppe *Pagnieres k.*, kömmt zu dem Posthause *Mont Laret l.*, dem Dorfe *S. Martino m.*, windet sich über mehrere Wiederkehren hinab zu dem Dorfe

*) Dies beweiset *Grosley* in seinen *Observations sur l'Italie T. I. p. 40.*, und *Gibbon* pflichtet bey. Nach *Folard* hätte *Hannibal* den *Mont Genève* passirt; *de Luc* läßt ihn gar über den kleinen *St. Bernhard* gehen, und bey *Aosta* herabsteigen. Doch diese Meinung verstößt handgreiflich gegen das Ende von *Strabo's* viertem, und gegen den *S. 38* von *Livius* ein und zwanzigstem Buche *S. 1096.*

Giaglione, hinter welchem sie endlich die Ebene erreicht, und vor der demolirten Festung la Brunetta vorbehey, nach Susa zieht. Sie hat 8 Meter zur Breite.

Der Plan und das beygefügte Straßenzugprofil machen eine umständlichere Beschreibung unnöthig. Die alte, von unseren Heeren so oft betretene, blutige Straße wurde punctirt. V ist das Dorf Lans le Villar; R das Dorf la Ramasse; F das Dorf Ferriere; N jenes Novalesè; M Margerie. Der See wurde mit S, der Gletscher de la Methe mit G, die eingestürzte Gallerie oberhalb der Nicolawiese aber mit einem Sternchen bezeichnet. — Noch merkwürdiger in technischer sowohl als in vaterländischer Hinsicht ist die in den Jahren 1820 — 1825 erbaute

§. 102. Straße über das Stilsferjoch, welche das westliche Tyrol T, ohne das nahe Fig. 50. Graubündten G auch nur mit einem Fuße zu berühren, mit der Lombarde L verbindet. Sie fängt vor Spandin, unweit Glurns im Wintschgau an, und tritt bey dem Dorfe Bradins Stilsferthal. Sie durchzieht dasselbe, dem Bache, den sie unweit des Pfarrdorfes Stils auf einer steinernen Brücke übersehet, immer folgend, bis zum Alpendörfchen Gamgoi, überschreitet den Bach noch einmahl, und erreicht die dritte steinerne Brücke a, wo man das erste Mahl die Bemerkung macht, daß sich dem Straßenzuge, der bisher gar keine merkliche Steigung hatte, große Schwierigkeiten entgegenstellen dürften. Noch zwey schöne steinerne Brücken passirt man, und kömmt zu der letzten Häusergruppe Drosuy b. Hier fängt die Straße an, Gebirgsstraße zu werden. Bis ins Thal senkt sich der Ortles-Ferner ¹⁾ herab, im Hintergrunde sieht man die drey heil. Brunnchen 3. Und jetzt biethet sich dem Reisenden ein Anblick dar, den er in der übrigen Welt vergebens suchen dürfte. Ueber vier und vierzig hoch aufgemauerte Wiederkehren windet sich die Straße längs den südlichen Bergabhängen hinauf zu dem höchsten, von einer Kunststraße je erstiegenen Joch c; es hat 8663 Pariser Fuß Seehöhe. Das hier erbaute Wegöffnerhaus ist der höchste bewohnte Punct Europens ²⁾. Kein Baum, kein Strauch, kein Grashalm entsproßt hier der Erde, kaum Moose gedeihen. Ewiger Winter starret ober der Straße. Sie zieht von hier, das triplex confinium rechts lassend, hinab zu dem, aus der Kriegsgeschichte wohl bekannten, mit unserem Joch oft verwechselten Passo di Bormio oder Wormserjoch d, wo eine alte Straße ins Münsterthal m führt. Immer fallend zieht die neue Straße längs der jungen Ad da hinab bis e, übersetzt sie hier, und bleibt ihrem linken Ufer fortan getreu. Endlich wendet sie sich, nachdem man mehrere Felsengallerien, Schutt-Tennen, Wiederkehren passirt hat, plözlich nach Süden, und endet in Bormio. Sie hat durchgehends 16 W. Schuh zur Breite, und höchstens 9 Procent Steigung.

Auf dieser $5\frac{1}{2}$ deutsche Meilen langen Strecke beträgt die Summe des trockenen Bruchsteinmauerwerkes 17,000, die Felsensprengung 8000, die Erderzeugung und Verwendung aber 41,000 Kubikflaster. — In commercieller Hinsicht wichtiger ist die in den Jahren 1818 — 1820

§. 103. Ueber den Splügen erbaute Kunststraße; sie geht von Riva (am Lago di Como) über Chiavenna, östlich neben dem kleinen St. Bernhard (Bernardino) vorbehey, über den Berg Splügen, kommt beym Dorfe gleiches Namens ins Rheinthal herab, und folgt dem hier noch unbedeutenden Rhein über Chur bis Feldkirch.

Das Joch ist 6400' über dem Meere erhoben, in 44 Wendungen wird es erstiegen. Schutt-Tennen findet man 500°, worunter zwey (zusammen von 50°) aus starkem Stammholz erbaut wurden. Die Brücken sind von Holz, nur jene zu Chiavenna ist von Stein und hat 9° Spannung. Das gesammte trockene Bruchsteinmauerwerk betrug 5000, die Felsensprengung 4000, die Erdarbeit 21,000 Kubikflaster. Die Straße hat 16' zur Breite, und höchstens 10 Procent Steigung.

¹⁾ Die Ortlesspize x hat 14,426 Pariser Fuß Seehöhe.

²⁾ Siehe die Anmerkung bey §. 74.

Von den Straßenreparaturen.

§. 104. Bey gut gebauten Straßen beschränken sie sich auf sorgfältige Einräumung der hie und da entstehenden Wägengeleise, auf Wegschaffung des Kothes, und auf theilweise Beschotterungen. Letztere sollen, wo möglich, bey nassem Wetter vorgenommen, die Straßenoberfläche früher einen oder einige Zolle tief mund gemacht oder aufgehackeret, und erst hierauf höchstens 3 Zoll dick sehr klein zerschlagenes, eckiges, festes, wo möglich kies- oder basaltartiges Deckmateriale aufgetragen werden. So lange die Räder noch Spuren zurücklassen, muß emsig für ihre Ausfüllung gesorgt werden, denn nur allein dadurch wird Festigkeit und Dauer erzielt.

Steigende Straßen müssen von unten hin auf, nicht vom Berge herab beschottert werden.

§. 105. Die meisten Reparaturen fallen auf die Monate October und November, weniger ist im April und May zu thun. Ganz vorzügliche Aufmerksamkeit verwende man auf die Straße nach anhaltendem Regen oder Thauwetter, wenn noch Fröste zu besorgen sind. Läßt man sich von Letzteren überraschen, ohne daß die Geleise früher zugeworfen wurden, so ist der Schade für die Straße unberechenbar. Das Fuhrwerk kömmt auf der beinhart gefrorenen, holperigen Oberfläche kaum fort, bricht Achsen und Räder, keine Krampe vermag die gefrorene Masse zu gewältigen, und jede Geldauslage, dieß zu erzwingen, ist verloren. Thaut es wieder, so kann die Krampe zu Hause bleiben, denn jetzt richten die Leute mit der Schaufel mehr aus, als mit jener.

Das Schneeausschaufeln ist der Communication wegen beynahe nöthiger, als wegen der Conservation der Straße.

§. 106. Die Reparatur alter Straßen endlich ist eine der schwierigsten Aufgaben, deren Lösung vollkommene Kenntniß des geregelten Straßenbaues, viele Umsicht und Erfahrung voraussetzt. Die ganze Anleitung hierüber reducirt sich auf die kurze, aber schwer zu befolgende Regel: Alle Verstoße gegen das bisher Vorgetragene möglichst zu verbessern.

a) Ist eine alte Straße zu schmal ¹⁾, so stelle man von Strecke zu Strecke Ausweichplätze her, oder helfe da, wo oft Stockungen einzutreten pflegen, durch Seitenwege ab. In Mähren laufen neben der Chaussee sogenannte Sommerwege hin, die bey gutem Wetter, und folglich auch bey lebhafterer Frequenz sogar von Frachtwagen befahren werden.

b) Enge Hohlwege sind entweder anzuschütten, oder besser, ganz zu verlassen. Denn sie durch Abgrabungen verbreitern zu wollen, hilft dem Hauptgebreech nicht ab; auch stürzen die steilen Wände der Abgrabung bey dem nächsten Regenguß wieder ein.

c) Verschüttete, oder durch Mauereinsturz ruinirte Straßenstrecken verlangen vor allem Andern einen sogenannten Nothweg, ²⁾ der augenblicklich durch 2 Reihen Strohwischtangen über die nahen Felder ausgestreckt, und so lange benützt wird, bis die ruinirte Straße wieder fahrbar ist. Posten, Courire etc. dürfen nähmlich nie aufgehalten werden.

d) Steile Straßen endlich werden durch sogenannte Rasten verbessert. Es sind dieß sehr flache, muldenförmige, auf die Mittellinie der Straße senkrechte, 5 bis 10 Zoll tiefe Einschnitte, die man alle 100, bey sehr großer Steilheit aber alle 50 Klafter, quer über die Straße einschneiden, oft sogar auch pflastern läßt. Sie vertreten jene ebenen Stellen, von denen im §. 13 gesprochen wurde, und dienen bloß zur Schonung des Zugviehes, welches, wenn die hintern Räder des Wagens in die Raste eingetreten sind, hier einige Minuten ausrasten, und neue Kräfte sammeln kann.

¹⁾ Wie breit eine Straße seyn müsse, siehe §. 3, 4 und 5.

²⁾ Siehe §. 5.

Von den Eisenbahnen.

§. 107. Die ersten Versuche machten die Engländer ¹⁾, um die ungeheure Menge von Stein- Fig. 47.
kohlen, die sie zum Schmelzen und Verarbeiten des Eisens brauchen, aus dem Gebirge zu den Hoch-
öfen herabzuschaffen. Fig. 47 zeigt, wie sie dieß bewerkstelligen. Die Karren a bestehen aus Holz,
die Achsen aus Schmiede-, die Räder aus Gußeisen. Die Geleise m waren anfangs gußeiserne
Schienen von 4'—6" Länge, 4 bis 5" Breite, und $\frac{1}{2}$ Zoll Dicke; jedes einzelne Stück wog 37 Pfund.
Sie ruhen auf Stein oder Holz. Die Räder sind abgedreht und spiegelglatt. Jeder Karren hat vier
Räder von circa 30" Durchmesser. Die Reibung ist so unbedeutend, daß ein Pferd auf der Pen-
rhynstraße, die auf 108' Einen Schuh Fall hat, bergab acht solche an einander hängende Kar-
ren zieht, die mit 109 W. Centner beladen sind. Bergauf werden nur leere Karren gezogen.

§. 108. Die Gestalt der Geleise, und folglich auch die Gestalt der Räder, ist verschieden.
Einige sehen wie m, andere wie n aus. Die ersteren Bahnen sind die ältesten, und heißen Tram
roads. Die andern nennt man Railroads; ihre Schienen sind flach, nur 2" breit, und nicht
selten von geschmiedetem oder gewalzten Eisen.

Wo gewöhnliche Straßen die Eisenbahn kreuzen, bleiben die Räder m weg, und die ebenen
Schienen ragen nicht über die Erdoberfläche vor, weil sie stören würden.

§. 109. Die gemachten Versuche gelangen über alle Erwartung, so, daß man auch für den
Commerz Eisenbahnen vorschlug und erbaute. Hier stieß man aber auf Schwierigkeiten, die den eng-
lischen Scharfsinn auf eine schwere Probe stellten. Von den Steinkohlengruben, die meist im Ge-
birge, also höher als die Schmelzöfen lagen, war es leicht, die beladenen Karren bergab zu zie-
hen, weil die Straße ein gleichförmiges Gefälle erhielt, und immer fiel, nie stieg. Commercialstra-
ßen aber fallen und steigen! So lange es also nur immer möglich war, die Eisenbahn hori-
zontal zu leiten, geschah es; stieß man aber auf eine Anhöhe, die nicht umgangen werden konnte,
so erhielt die Bahn das nöthige, oft bedeutende Gefälle auf einmahl, und die entsetzlichen La-
sten, die der Pferdekraft hier spotteten, wurden durch Göppel, oder durch Wasserräder (wenn Bä-
che hierzu einluden), oder durch Dampfmaschinen über die schiefe Ebene hinaufgewunden. Beym
Abwärtsfahren mußten Bremsen aushelfen. Gewisse Stunden wurden zu dem einen, andere zu
dem entgegengesetzten Verfahren festgesetzt, und die Transporte so abgesendet, daß Stockungen nicht
leicht möglich waren. Auch machte man doppelte Geleise, für die hin- und für die zurückfahrenden
Karren. Welche Combinationen dieß alles voraussetzt, mag der Leser selbst ermessen.

§. 110. Der verstorbene Director des k. k. polytechnischen Institutes zu Prag, F. J. v. Gerst-
ner, war der erste Oesterreicher, der eine (wiewohl kurze) Eisenbahn erbaute. Sie dient, das Eisen-
erz aus den reichhaltigen Bergwerken zu Niensburg (oberhalb Beraun in Böhmen) zu dem
Hochofen Joachimsthal zu fördern. Der Stollen fällt, wie gewöhnlich, etwas gegen Tage zu, und
die schweren Hunde rollen auf der geneigten Eisenbahn so leicht zu der Schmelzhütte, daß ein ge-
ringer Stoß hinreicht, sie laufen zu machen.

§. 111. Die so oft besprochene Verbindung der Donau und der Moldau durch Hülfe
einer Wasserstraße, fesselte jahrelang seine ganze Aufmerksamkeit. Endlich sprach er aus: Sie sey
möglich, aber so kostspielig, daß, würde der Canal auch erbaut, das Capital sich nie rentiren könnte.
Nur eine Eisenbahn vermöge die Aufgabe entsprechend zu lösen. Sein Sohn, ehemahls Professor
am k. k. polytechnischen Institute zu Wien, übernahm im Jahre 1824 die schwierige Lösung, und

¹⁾ Im Jahre 1738. Doch datiren sich die wesentlichsten Verbesserungen der Eisenbahnen eigentlich vom Jahre 1799, wo
dem Parlament ein Bericht hierüber vorgelegt wurde.

suchte sie auszuführen¹⁾. Von Mauthhausen an der Donau, Ens gegenüber, zieht ein Thal, die Feldäust, 30,000° lang hinauf, bis zu der Wasserscheide an der böhmisch-österreichischen Gränze; ein anderes, 36,000° langes Thal, die Malsch, führt hinab bis nach Budweis, wo die Moldau schiffbar wird. Das Joch ist 173° 4' höher als die Moldau, und 249° 2' höher als die Donau an der betreffenden Stelle. (Alles Wiener Maß.)

Am 30. October 1824 hieß es, die Eisenbahn werde streckenweise ganz horizontal gemacht, an den steilen Stellen aber würden die Karren durch Maschinerien hinaufgewunden werden. Ein Pferd werde 7 bis 8 Karren, jeder mit 25 Wiener Centnern beladen, ziehen.

Am 10. December 1825 wurde berichtet: Die Straße erhalte durchaus $5\frac{1}{2}$ Linien Gefälle auf die Klafter. Berg ab ziehe ein Pferd 25 Karren, ihr eigenes Gewicht sammt der Fracht betrage 381 Centner 25 Pfund Wiener Gewicht. Berg auf ziehe ein Pferd 15 Karren, ihr eigenes Gewicht sey = $55\frac{1}{2}$, ihre Fracht $173\frac{1}{4}$, zusammen 228 Centner 75 Pfund.

Das technische Detail anbelangend, ist folgendes bekannt. Die Karrenräder laufen auf schmiedeeisernen Schienen von 2 Zoll Breite und $\frac{1}{3}$ Zoll Höhe; diese sind den gewöhnlichen Eisenstäben vollkommen gleich, und haben jene Ansätze nicht, die bey den englischen Tram Roads bemerkt werden. Sie sind auf $\frac{2}{3}$ ölligen, hochkantig liegenden kiefernen Schwellen befestiget, welche auf Querriegeln oder Traversinen aufgekämmt wurden, die 6' weit aus einander auf trockenen Bruchsteinmauern aufliegen. Die Entfernung jener Eisenschienen, das heißt, die lichte Geleisweite, beträgt 42 Zoll. Alle Weilen wurden Ausweichplätze gemacht, weil die Eisenbahn nur aus einem Paar Geleisen besteht. (Zur Stunde ist sie noch nicht fertig.)

Fig. 48. L.M. N.O. P.Q. S. 112. Das non plus ultra aller Eisenbahnen aber dürften wohl die Palmer'schen seyn. Sie haben gar nur ein Geleise, und sehen eher einem Geländer, als einer Straße gleich. Jeder Karren hat nur zwey Räder, aber nicht neben, sondern hinter einander. Sie laufen auf einer einzigen Schiene, die auf dem, von Piloten getragenen Geländer befestiget ist. Die Last hängt, wie von dem Sattel eines Saumrosses, zu beyden Seiten desselben herab. Sie wird so viel möglich gleich vertheilt; doch kömmt es auf einzelne Centner nicht an²⁾. Je schwerer sie ist, je sicherer ist die Fahrt. Vom Umfallen kann nie die Rede seyn, denn der gemeinschaftliche Schwerpunkt fällt tief unter die Aufhängpunkte. Die Figur O zeigt en détail die Form der Achse x und Nabe y. Diese paßt unten haarscharf an jene; der leere Raum oben dient zur Aufnahme des Dehles. Auf der, in ihrer Art vollkommensten Eisenbahn von Rumney wird das Dehl durch die, sonst mit einer Schraube h versperrte Oeffnung eingeschüttet. (Siehe Fig. 47.) Schlottern können die Räder also durchaus nicht. Man enthält sich aller Erklärungen, und läßt die beygefügtten Zeichnungen reden; ihre Sprache ist bündiger, und, was mehr sagen will, auch verständlicher als Worte.

Fig. 48. P. a) Kreuzt ein Dorfweg die Eisenbahn, so genügt eine simple Barriere a, welche, wenn Transporte über sie passiren sollen, von ihren Knechten, die damit umzugehen verstehen, zugemacht, und, sobald sie den Dienst geleistet hat, gleich wieder geöffnet wird, und offen bleibt.

b) Hauptstraßen übersezen die Eisenbahn mit einer Brücke b.

c) Kleine Bäche c durchwatet das Pferd, die Bahn d zieht über ihnen weg.

d) Ueber Ströme und Schluchten erbaut man nur einen 4' breiten Steg für das Zugpferd; die geländerartige Bahn hingegen wird von einem schmalen, aber soliden Sprengwerk getragen.

¹⁾ Er trennte sich jedoch schon im Jahre 1829 von der Actien-Gesellschaft, nachdem er die $8\frac{1}{2}$ Meilen lange Strecke von Budweis bis zum Culminationspunct bey Leopoldschlag erbaut hatte. Diese Strecke hat ein ziemlich gleichförmig vertheiltes Gefälle. Die größte Steigung beträgt daselbst nur $\frac{1}{120}$, also nicht einmahl ein Procent.

²⁾ Erst sieben Centner geben einen Ausschlag.

e) Muß die Straße sich wenden, so kann dieß auf zweyerley Art erzielet werden: 1) entweder durch einen sehr sanften Bogen, dessen Sehnen fg , gh Winkel hgi von 5, höchstens 10 Grad bilden. 2) Durch eine starke Barriere mn , die sich um ihren mittleren Pivot o drehet. Ist ln die Bahn, so fährt der Karren genau auf die Mitte von mn . Nun dreht man die Drehbarriere in die Lage pq , und der Karren fährt in der neuen Richtung or weiter. Daß dieses Manoeuvre etwas umständlich ist, und den einzigen Knecht, wenn mehrere Karren von Einem Pferde gezogen werden, oft in Verlegenheit bringen könne, begreift sich.

f) Hat man aus übergroßer Sparsamkeit nur eine einzige Bahn erbaut, so helfen, wenn sich zwey in entgegengesetzter Richtung fahrende Transporte begegnen, zur Noth Ausweichplätze $t w x y u$ aus. su und lx sind Drehbarrieren, die sich um die Punkte s und l bewegen lassen. Man weicht immer rechts aus. Kommt der Karren von k nach s , so fährt er von s nach v , und macht Halt. Der von m kommende Karren fährt über die zweyte Barriere lx nach w , dreht su in die Richtung st , und fährt nach k . Der in v stehende Karren aber fährt über die von lx in die Richtung ly gebrachte zweyte Barriere nach m . Ist die schwierige Stelle passirt, so wird st und ly wieder in die Lage su und lx gebracht. xy muß so breit seyn, daß der Karren noch durchkommen kann, ohne jenseits anzustreifen, wv ist aber wenigstens doppelt so breit als xy zu machen. Der Winkel xly darf nie mehr als 20 Grad erhalten.

§. 113. Dieß alles gilt aber nur für horizontale oder sehr sanft steigende Straßen, deren Neigung noch kleiner als der Reibungswinkel ist; das heißt, auf denen die Karren nicht von selbst zurückrollen. Dieser Winkel ist nicht allein von der Bahn und ihrer Neigung, sondern auch von den Karren abhängig, und muß bey jeder neu zu erbauenden Eisenbahn eigens, und zwar noch vor dem Baue erhoben werden. Modelle führen hier nicht zum Ziele, sondern zu — Irrthümern.

Zwingt die Localität aber zu noch größerer Steigung, dann läßt man die hintern Karren am Fuße der steilen Anhöhe stehen, und das Pferd zieht nur den vordern hinauf, kommt von der Anhöhe wieder zurück, hohlt den zweyten, dann den dritten, dann den vierten Karren ab, und setzt, wenn alle oben sind, seine Reise wie zuvor fort. Hier dürfte es begreiflich werden, warum es zweckmäßig sey, die ganze Last, die Ein Pferd ziehen kann, auf mehrere kleinere Karren zu vertheilen; wenn man auch übersehen hätte, daß die ganze Bahn durch diese einfache Anordnung minder massiv gemacht werden kann, als im Falle des Gegentheiles.

§. 114. Beym Abwärtsfahren ist das Pferd beynähe unnöthig. Um die Geschwindigkeit der von selbst hinabrollenden Karren zu mäßigen, dürfte die einfachste Abhülfe folgende seyn. Ein 48. krummer Riegel R , der an dem hintersten Karren in einen eisernen, an dem Kasten befestigten N . Ring eingesteckt wird, bildet die Bremse. Je stärker der Fuhrmann an demselben anzieht, je langsamer werden die Karren rollen.

§. 115. Muß endlich die Straße so viel Gefälle erhalten, daß das Pferd nicht einmahl im Stande wäre, einen einzelnen Karren bergauf zu ziehen, dann hilft nach §. 109 nur ein Göppel z , 48. ein Wasserrad, oder eine Dampfmaschine. Hier ist die Gränze, wo Straßenbaukunst und Maschinenlehre sich berühren, also Erstere zurücktreten muß. Hoffentlich wird man daher nicht so unbillig seyn, über eine noch in der Wiege liegende Erfindung in dem vorliegenden Lehrbuche Details zu erwarten, welche sogar in den englischen Schriftstellern zur Stunde noch immer vergebens gesucht werden²⁾. Die Wißbegierde mag es sich also gefallen lassen, wenn man sie auf

²⁾ „On tâtonne encore. La preuve en est évidente; puisque, jusqu'à présent, on n'en voit pas deux, qui soient construits sur les mêmes principes“ (S. v. e.) Dieses zwar bey einer andern Gelegenheit ausgesprochene Urtheil möge alle wortfargen deutschen Lehrbücher entschuldigen.

die, mit Ideen und Projecten aller Art überfüllten Modellenfälle, auf Wiebeking's Wasserbaukunst IV. Thl. S. 245, auf Maillard's Canalbau S. 375, auf Gerstner's Mechanik, I. Bd. VII. Cap. S. 529, S. 571—662, und auf die Description of a Railway on a new principle, by Henry R. Palmer. London 1823, verweist.

§. 116. Endlich wird folgende Tabelle mit dem Wunsche beygefügt, daß fähige Köpfe Folgerungen daraus ziehen mögen.

N a m e n d e r bestehenden Eisenbahnen in England.	Über- führtes Mate- riale.	Widerstand im Vergleich gegen das Gewicht.	Hervor- gebrachte Wirkung in der Ebene durch eine Pferde- kraft à 150 Pf. auf 2½ engl. Meil. in d. Stunde.	Nützliche Wirkung nach Abschlag des Gewichtes der Wägen.	Das nähmliche in Tonnen.	Eigentliche Neigung, oder Ge- fälle für abwärts ziehende Straßen.	Hervor- gebrachte Wirkung bey diesem Gefälle, mit Inbe- griff des Gewichtes der Wägen.	Nützliche Wirkung bey diesem Gefälle.	
Llanelly, Tram Road, S. Wales	Kohlen	$\frac{1}{30}$	8850	Pf.	Pf.	2 1 10	,005958	6 1 92	3 3 38
Surrey, Tram Road . .	Kalk	$\frac{1}{60}$	9000	6750	3 0 30	,010000	10 0 100	7 10 75	
Penrhyn Slate Quarries, ed- ge rail road mit krummer Oberfläche	Schiefer	$\frac{1}{87}$	13050	10084	4 10 4	,007237	15 14 68	12 3 12	
Cheltenham, Tram Road .	Kohlen	$\frac{1}{90}$	13500	8679	3 17 55	,005263	11 9 4	7 7 27	
Neuer Zweig an derselben Stra- ße, wenn die Eisenschienen nachlässig mit Staub bedeckt waren	detto	$\frac{7}{122}$	18300	11765	5 5 5	,003883	15 10 53	9 19 67	
detto detto rein abgekehrt	detto	$\frac{1}{146}$	21900	14079	6 5 79	,003244	18 11 59	11 18 95	
Edge Rail Roads, near New- castle upon Tyne . . .	detto	$\frac{1}{170}$	25500	17773	7 18 77	,003146	24 9 59	17 1 21	
Palmer's Patent-Eisenbahn .	Kohlen	$\frac{1}{300}$	45000	33750	15 1 38	,002000	50 4 52	37 13 39	

Eine Tonne hat 20 Centner, 1 Centner 112 engl. Pfund; 1234 engl. Pf. sind gleich 1000 Wiener Pfund; also ist 1 Wiener Pfund beynah gleich $1\frac{1}{4}$ engl. Pf.

Von den Wasserstraßen oder Canälen.

§. 117. Eine aufgedrungene Gabe anzunehmen, oder eine verborgen gehaltene auszuspähen, ist zweyerley. Eben so verhält es sich mit dem Schiffbarmachen von Strömen, und mit dem Graben von Canälen, da, wo früher nie ein Tropfen Wasser floß. Jenes ist eine bloße Benützung des Angebothenen, dieses ist eine Entzückung des Verweigerten; es ist eine Beseitigung von Hindernissen, welche den Handel zu Lande (nicht den zu Wasser) erschweren, und gehört folglich nach §. 3 I. Thl. in die Straßenbaukunde.

§. 118. Die ersten und ältesten Spuren einer künstlichen Wasserstraße findet man bey Suez; der Canal diente zur Verbindung des rothen Meeres mit dem Nil ¹⁾. Für uns merkwürdiger ist die von dem römischen Feldherrn L. Vetus während Nero's Regierung beabsichtigte Verbindung des mittelländischen Meeres mit der Nordsee, damit, wie Tacitus ²⁾ wörtlich erzählt, „die Truppen von dem Meere in die Rhone, dann in die Saone gebracht, und über diesen Canal auf der Mosel und dem Rheine in den Ocean kommen könnten.“ Eben so bestätigen Geschichte und deutliche Spuren eines Canales die von Carl dem Großen zwischen Aichstädt und Weissenburg erzielte oder versuchte Verbindung der Donau und des Rheines mittelst des Mains, der Regnitz und der Altmühl.

Wie die Alten aber solche Verbindungen wirklich erzielen konnten, ist uns völlig unbekannt; nur so viel ist sicher, daß wir ohne Kenntniß der Schleusen nie auf eine denken könnten.

§. 119. Die Canäle der neuern Zeit sind vollkommen horizontale, jedoch von Schleusen unterbrochene, mit Wasser gefüllte Gräben, die man Haltnungen nennt.

Der erste in Frankreich erbaute Canal ist der von Briar. Er ist $7\frac{1}{2}$ Meilen lang, wurde von Heinrich IV. im Jahre 1605 angefangen, und nach langer Unterbrechung endlich im Jahre 1642 vollendet. In England wurde erst zu Anfang der Regierung Georgs III. von dem Herzog von Bridgewater auf dessen eigene Kosten der erste Canal, seit dieser Zeit (von 1759 bis 1817) aber noch 18 andere Canäle gegraben, die zusammen über 230 deutsche Meilen lang sind, über 1000 Schleusen enthalten, und über 70 Millionen Gulden E. M. gekostet haben. Die lockende Thatsache, daß jedes Pferd auf einer solchen Wasserstraße 60, sage sechszigmal mehr als auf der besten Landstraße zu ziehen vermag, dürfte die frühere, jetzt etwas gedämpfte, Vorliebe der dortigen Speculanten zur Genüge erklären.

§. 120. Der Canalzug unterscheidet sich nicht wesentlich von dem Zug einer guten Straße; Fig. was also hierüber in §. 15 gesagt werden mußte, behält sonach auch hier seine Gültigkeit. Soll z. B. 51. die Stadt a mit jener b durch eine Wasserstraße verbunden werden, so mittelst man zuerst nach §. 19, später aber mit größerer, und zwar mit äußerster Genauigkeit den tiefsten Punct c des Gebirgsrückens de aus, welcher beyde Städte trennt; denn, Zolle sind hier wichtiger, als Currentklasten im Grundrisse. Kennt man nun den Höhenunterschied von a und c, und dividirt man denselben durch den Fall einer Canalschleuse (der gewöhnlich eine Klafter beträgt), so erhält man die Anzahl der Schleusen zwischen a und c, durch deren Hülfe das Gebirge erstiegen werden soll. Das Längenprofil eines Canales sieht nämlich einer Treppe nicht unähnlich; die Schleusen sind die Stufen, über welche die Schiffe hinaufgehoben werden. Ist nun das Joch c (point de partage, die Wasserscheide, oder der Culminationspunct) erstiegen, so sinken die Schiffe auf der andern Seite des Gebirges wieder von Stufe zu Stufe, das heißt, von Schleuse zu Schleuse hinab nach b, wo der Canal endet.

Die Orte, wo Schleusen erbaut werden sollen, sind vom Niveau und von der Localität bedingt, also gewöhnlich sehr imperativ vorgeschrieben. Hat man sich nur einmahl über die Hauptrichtung eines Canales ausgesprochen, ist man mit sich selbst einig, über welche Berglehne er hinziehen, welche Thäler er passiren soll, so folgt beynah alles Uebrige von selbst, wenn man nur besonnen, und Schritt vor Schritt vorgeht.

Längenprofil und Grundriß bedürfen daher keiner ferneren Beleuchtung, weil die Dertlichkeit keine Wahl zuläßt. Um so nöthiger wird dagegen Anleitung, die Form und Größe der Canalschiffe zu bestimmen, von welchen die Ausmaße des Canal-Querprofils, und die meisten Dimensionen der Schleusen sowohl als der andern Wasserwerke abhängig sind.

¹⁾ Siehe Herodot's Geschichte II. Buch, §. 158 p. 294, und Strabo's Geographie II. Buch p. 225—226.

²⁾ Tacitus Annalen XIII. Buch, c. 53, §. 1753, p. 164. II.

Canalschiff und Canalprofil.

§. 121. Es gibt Canäle, wo die Schiffe ungeheuer groß sind, und von mehreren starken Pferden gezogen werden. Solche Canäle sind kostspielig; denn alles ist groß, tief und weit, wenn auch nicht immer hoch. — Auf andern Canälen ziehen Menschen die Schiffe. — In ökonomischer Hinsicht dürfte die Mittelstraße, wie immer, die empfehlenswerthe seyn und bleiben.

Fig. 52. Ein Canalschiff, wenn es bloß von Einem einzigen gewöhnlichen Landpferde gezogen werden, und täglich 4 Meilen Weges zurücklegen soll, ist 72 Wiener Schuh lang, 6' — 6'' breit, und 3' — 6'' hoch. Ganz befrachtet taucht es 33 Zoll, und wiegt 600 Centner; leer taucht es 5 Zoll, und wiegt 100 Centner. Der Boden ist vollkommen eben, die Wände sind vertical. Jener und diese werden aus 3zölligen weichen Pfosten verfertigt, und alle 3' — 6'' durch Schiffsknie a, alle 21'' aber durch 6''' dicke eiserne Schrauben b verbunden. Auf dem Boden läuft eine 3zöllige Schwelle c hin, die dem Schiffe als Kiel dienet. Die Schiffsschnäbel werden nach Bögen abgerundet, deren Halbmesser 10' betragen, an der Schneide aber durch einen stehenden Holzblock d von 8 Zoll oberer, und 14 Zoll unterer Dicke verstärkt, in welchen die Angeln des Steuerruders e befestiget sind. Die Zugstange f wird durch den Stangenriegel g gehalten, und jene bald in den am vordern, bald in den am hintern Schiffsschnabel angebrachten Stangenriegel gesteckt, je nachdem das Schiff auf- oder abwärts fährt. Wegen der geringen Canalbreite können nämlich die Schiffe, weil sie zu lang sind, nicht umkehren, müssen folglich an beyden Enden vollkommen gleich geformt werden. Das Zugpferd geht auf dem 5 bis 6' breiten Hufschlag an einem bey 30° langen Seile weit vor dem Schiffe, und letzteres wird immer an die, am Hintertheile des Schiffes aufgerichtete Zugstange gebunden, damit die Aufstauung des Wassers am Schnabel möglichst vermindert werde. Eine kleine Cajüte h am Vorder- und am Hintertheile dient zur Aufbewahrung der Seile und anderer Bedürfnisse; auf ihrer Decke steht der Steuermann; ein Knecht leitet das Pferd.

Fig. 53. §. 122. Das Canalprofil folgt aus nachstehender Ueberlegung. Bey keinem, selbst bey einem schnellfahrenden Schiffe nicht, wird die rechts- und linksseitige Wassermasse weiter als auf A. Eine Schiffsbreite in Bewegung gesetzt; der zitternde Wasserpiegel verräth dieß. Also braucht ein mit Mauern verkleideter Canal auch nie breiter als drey Schiffsbreiten zu seyn; und folglich ist es bey Canälen mit Erdböschungen mehr als hinlänglich, wenn ab gleich drey Schiffsbreiten ist. Unter dem Schiffe muß nach §. 136 III. Thl. ein Drittel der Schiffseintauchung, also, weil unsere Schiffe 33 Zoll eintauchen, 11 Zoll Wasser seyn. Folglich beträgt die Wassertiefe $33 + 11 = 44$ Zoll, oder um ganz sicher zu gehen, 48 Zoll. Nimmt man endlich noch an, daß die Ufer den Wasserpiegel um 2 Schuh überragen, und daß die Anlage einer jeden, dem Wasser zugewendeten Erdböschung sich zu ihrer Höhe wie 3:2 verhalte, so folgt, daß die Wasserpiegelsbreite 28 Schuh, die Sohlenbreite 16 Schuh, die obere Canalbreite aber 34 Schuh betragen müsse. Auf einer solchen Wasserstraße fahren die Canalschiffe so ungehindert, wie auf offener See.

Canalschleusen.

§. 123. Die einfachen Schleusen wurden bereits bei der Flußschiffahrt (III. Theil §. 135 bis 146) abgehandelt, und bedürfen daher keiner weitern Erklärung. Haben sie 6' Fall, und die Schiffe die früher angegebenen Ausmaße, so müssen sie wenigstens 7' im Lichten weit, 12' im Ganzen hoch, und von der Schneide des Stemmthores b bis zum Wassersturz 3. Fig. 14. A. wenigstens 78 bis 80' lang seyn. Das Anschlagthor a muß 4', das Stemmtbor b aber 10' hoch gemacht C. werden.

Vier Schuh Wasser sind immer in der Kammer; soll dieselbe aber ganz, also bis auf 10 Schuh angefüllt werden, so braucht man hierzu 16 Kubikflaster Wasser. Dieses letztere Quantum wird der oberen Haltung abgezapfet. Wäre diese nun sehr kurz, so würde sich ihr Wasserspiegel vielleicht so bedeutend senken, daß unter dem Schiffe weniger als eilf Zoll Wasser bliebe (siehe S. 122.) Da dieser Fall nun nicht eintreten darf, so folgt, daß die geringste Entfernung einer einfachen Schleuße von der nächstfolgenden 62 Klafter betragen müsse, denn $62^\circ \times 28' \times 4''$ ist gleich 16 Kubikflaster. Bey dieser Länge beträgt der Flächeninhalt des Wasserspiegels 288 Quadratflaster. Die bey Ausmittelung der Wassertiefe im vorigen S. zu viel gegebenen vier Zoll wuchern also hier, und rechtfertigen somit jene Zugabe, wenn man auch mögliche Verschleimmungen übersehen wollte, womit alle Canäle, wenigstens stellenweise bedroht werden.

Müssen zwey Schleußen aber auf weniger als 62° Abstand einander genähert werden, so erübrigt nichts anders, als die dazwischen liegende Haltung zu verbreitern, und zwar so, daß ihr Wasserspiegel wenigstens 288 Quadratflaster bekomme, damit sie nie unfahrbar werde, wenn sie 16 Kubikflaster Wasser abgeben muß.

S. 124. Gekuppelte Schleußen, das heißt, der Länge nach wirklich an einander stoßende Fig. Schleußen müssen, dieser Ueberlegung zu Folge, seitwärts mit einem 2 Fuß tiefen Weiher w versehen werden ⁵⁶), dessen Wasserspiegel wenigstens 288 Quadratflaster Flächeninhalt hat, 6' niedriger als jener der obern Haltung a, aber 6' höher als jener der untern Haltung b ist. Der Weiher steht mit der obern Schleußenkammer c durch einen 2' weiten und hohen, mittelst der Schütze d versperbaren Canal in Verbindung; ein kleiner Canal e schützt ihn vor Ueberfüllung.

Fährt nun z. B. ein Schiff aufwärts, und tritt in die Kammer f ein, so füllt man dieselbe, hebt hierdurch jenes, und es fährt dann in die Kammer c. Die hierzu nöthigen 16 Kubikflaster Wasser gibt einstweilen der Weiher w anticipando her, indem man die Schütze d und die 2 kleinen Drehschützen im mittleren Stemmthore g öffnet. Nach der Einfahrt des Schiffes in die Kammer c wird die untere Kammer f, um die Thore zu schonen, und um den Wasserverlust zu vermindern, immer wieder entleert. Nun füllt man die obere Kammer c aus der Haltung a, hebt hierdurch das Schiff wieder 6' hoch, fährt hinaus, gibt jetzt aber die, dem Weiher w früher entzogenen, 16 Kubikflaster Wasser dadurch wieder zurück, daß man die Schütze d öffnet. Der obersten Haltung a ist folglich nur eine einzige Kammer voll Wasser abgezapfet worden, obwohl zwey Schleußen vorhanden sind; ein Vortheil, der allein dem Weiher beygemessen werden muß.

Im Canal von Languedoc wurden 8 Schleußen an einander gekuppelt, jedoch — ohne Weiher! daher der oft eintretende Wassermangel.

Wollte man sich entschließen, die obere Kammer c immer ganz angefüllt zu erhalten, so könnte man den Weiher w entbehren. Bey zwey zusammengekuppelten Schleußen braucht man also, streng genommen, keinen Weiher; bey dreyen einen, bey fünfen! zwey, bey sieben gekuppelten Schleußen aber nothwendig drey Weiher.

S. 125. Ueberhöhte Schleußen können oft die Stelle der gekuppelten vertreten. Es sind dieß einfache Schleußen, die nur 2 Thore haben; ein gewöhnliches, 4' hohes Anschlagthor, aber ein ungewöhnlich hohes Stemmthor. Angenommen, a wäre der Wasserspiegel der obern, b jener der untern Haltung, und ab betrüge anstatt 6, 12 Schuh zur Höhe; so grabe man seitwärts dieser hohen Schleuße einen 2 Schuh tiefen Weiher w, dessen Wasserspiegel 288 Quadratflaster Flächeninhalt hat, und der 6' niedriger als a, aber 6' höher als b wäre. Will ein Schiff nun aufwärts Fig. ⁵⁷

¹⁾ Streng genommen, sollten 4 Zoll Tiefe genügen. Aber eine solche Kargheit würde sich durch die nachtheiligste Trägheit des ein- oder ausströmenden Wassers, und durch eine ungeheure Evaporation bestrafen.

fahren, so füllt man die untere Hälfte bc der Kammer aus dem Weiber, sperrt bey o ab, füllt die obere Hälfte ac aus der obern Haltung, fährt hinaus, und gibt jetzt durch Oeffnung der Schütze o dem Weiber die Wassermasse ac zurück, sperrt bey o wieder ab, läßt cb in die untere Haltung ablaufen, und hat somit auch nur 16 Kubikflaster Wasser verbraucht.

Auf dem Canal von Ipses, nahe bey Busingen, hat eine 20' hohe Schleuse zwey Weiber, einen auf der rechten, den andern auf der linken Seite der Kammer. Die Höhe ist in drey gleiche Theile getheilt. Dem ersten Drittel entspricht der Wasserspiegel des linken, dem zweyten Drittel jener des rechten Weibers.

Schließen die Thore gut, und sind sie standhaft erbaut, so sind diese Schleusen ökonomischer als die gekuppelten.

Fig. 51. §. 126. Die letzte Schleuse endlich, wo der Canal aus- oder einmündet, verdient noch Beleuchtung. — Verbindet z. B. ein Canal zwey Städte a und b , deren eine b an dem jenseitigen Ufer eines nicht allzu beträchtlichen Flusses liegt, so müssen die Canalschiffe unter solchen Umständen auch diesen Fluß fg passiren. Seinen Wasserspiegel ruhig zu machen, und zuverlässig immer 4 Schuh Fahrwasser zu erhalten, baut man stromabwärts, etwa 40 Klafter von jener Stelle, wo die Schiffe überfahren sollen, ein das niedrigste Wasser höchstens 4' überragendes Wehr (§. 148 III. Thl.), etwas oberhalb jener Stelle aber einen Steg (§. 147) für die Zugpferde quer über den Strom. Das aus der letzten Schleuse entlassene Schiff kann sonach bey ruhigem Wetter ohne Gefahr die Ueberfahrt bewerkstelligen. Aber diese letzte Schleuse muß so angeordnet werden, daß ihre Sohle 4 Schuh tiefer als der aufgestaute niedrigste, ihr Stemmthor aber so hoch, als der aufgestaute höchste Wasserspiegel des Flusses sey. Ist der Höhenunterschied dieser beyden Wasserstände nun größer als 6', dann verdienen die zuletzt erklärten Schleusen vorzügliche Empfehlung. Angenommen, er betrüge 10 Schuh, so mache man in Fig. 57 $ac = 6$ Schuh, bc aber $= 4$ Schuh.

Wasser = Ökonomie.

§. 127. Der Wasseraufwand, das heißt, jene Wassermenge, die zur Füllung aller Schleusenkammern, und zum Ersatz jenes unvermeidlichen Wasserverlustes nöthig ist, den die Evaporation, die Versickerung, und die keineswegs hermetische Schließung der Thore verursacht — wird, wie folgt, berechnet:

Fig. 51. a) Jedes aufwärts fahrende Schiff anticipirt immer von der nächst höheren Haltung 16 Kubikflaster, die es derselben jedoch sogleich wieder zurückerstattet, so wie die nächste Schleuse erstiegen ist; nur die der obersten, auf der Wasserscheide c liegenden Haltung abgezapften 16 Kubikflaster gibt, und kann es nicht zurückgeben. Jedes Schiff braucht also zum Aufwärtsfahren bloß eine Kammer voll Wasser. Ganz dasselbe gilt für das Abwärtsfahren; nur erhält die nächstniedrige Haltung das hierzu nöthige Wasser allemahl früher, als das Schiff sie betritt, und mit dieser Kammer voll Wasser gelangt dasselbe bis zur letzten Schleuse. Folglich genügen für jedes Schiff, welches vom Anfange des Canales an bis zur Wasserscheide c , und von hier jenseits hinab bis ans äußerste Ende b des Canales fährt, zwey Kammern voll, also 2K, oder bey unserm Canal $2 \times 16 = 32$ Kubikflaster Wasser.

b) In England, wo der Commerz unverhältnißmäßig lebhafter als in irgend einem andern Lande der Welt ist, passirten auf dem Canal von Birmingham im extremsten Falle täglich 134, gewöhnlich aber 66, auf dem Canal du midi in Languedoc im lebhaftesten Handelsjahre aber jährlich nur 1926 Schiffe. Nimmt man daher die (für unsere Länder beynähe übertriebene) Anzahl von 66 Schiffen an, welche den Canal täglich befahren, so erhält man $2K \times 66 = 132K$, oder für unsern Canal 2112 Kubikflaster Wasser, welche der obersten Haltung während der 12 Tagesstunden zugelei-

tet werden müssen; denn bey Nacht fährt man nicht, weil die Fahrt, besonders aber das Passiren der Schleußen gefährlich ist, vorzüglich aber, weil die Pferde auch schlafen wollen.

c) Die Evaporation, die Versickerung und jeder andere Wasserverlust endlich beträgt nach einer zwanzigjährigen, am Canal du midi von dem daselbst angestellten Ingenieur Clausal gemachten Beobachtung jährlich drey mahl, an dem nach Narbonne führenden Seitencanal aber jährlich sechs mahl so viel als die darin enthaltene Wassermasse. Enthält ein Canal also M Kubikflaster Wasser, so verdünsten, versickern 2c. jährlich höchstens $6M$, also täglich höchstens $\frac{M}{60}$ Kubikflaster Wasser. Ein Canal von unserem Profil, und von z. B. zehn Meilen Länge enthält aber $40,000' \times \frac{28' + 16'}{2} \times 4' = 40,000' \times 2\frac{1}{2}' = 100,000$ Kubikflaster Wasser; also bedarf er zum Ersatz des unvermeidlichen Verlustes täglich 1666 Kubikflaster Wasser. — Die Beantwortung der Frage:

§. 128. Ob ein Canal möglich sey? hängt also von jener Quelle x ab, welche die auf Fig. der Wasserscheide c liegende Haltung mit Wasser versorgt. Liefert dieselbe selbst bey trockenster 51.

Witterung in 24 Stunden $264K + \frac{M}{60}$ Kubikflaster Wasser — so ist der Canal möglich.

Ist man aber so klug, auf dem Joche c einen Wasserbehälter auszugraben, der das während der Nacht zuströmende, im vorigen Fall unbenützt abgeflossene Wasser auffängt, so ist der Canal schon möglich, wenn jene Quelle x binnen 24 Stunden $132K + \frac{M}{60}$ Kubikflaster Wasser liefert. Für unsern Canal beträgt dieß 3778 Kubikflaster.

§. 129. Das Reservoir auf der Wasserscheide muß folglich halb so groß seyn, also 1889, oder allgemein, $66K + \frac{M}{120}$ Kubikflaster Wasser enthalten. Die Gestalt seiner Oberfläche Fig. 55.

und seine Tiefe ist vollkommen gleichgültig, nur muß die Aushebung so geschehen, daß selbst der letzte Tropfen abgelassen werden könne. Seine Sohle oab muß folglich höher als der Wasserspiegel cd der obersten Haltung gehalten, und, um jede Unwirthschaft zu verhüten, die Einrichtung so getroffen werden, daß, so lange der Wasserspiegel cd nicht sinkt, die Deffnung o immer gesperrt erhalten, im Falle des Gegentheils aber sogleich geöffnet, und so lange offen erhalten werde, bis cd wieder seine vorgeschriebene Höhe von 4 Schuh erreicht hat. Eine wasserdichte Tonne, oder ein kleines, mit getheertem Segeltuch überdecktes Schiffchen d , eine Zugschütze o , oder besser eine Drehschütze o'' , werden die Aufgabe lösen.

§. 130. Liefert endlich ein Bach nicht einmahl $132K + \frac{M}{60}$, sondern z. B. nur T Kubikflaster Wasser täglich, so darf dieser Umstand gleichwohl noch nicht entmuthigen, denn auch hier läßt sich helfen, und zwar dadurch, daß man die (früher 6' hohen) Schleußen niedriger macht. In solcher Lage ist nämlich der Kubikinhalte Einer Kammer $= \frac{T}{132} - \frac{M}{7920}$, und folglich ist, weil die Grundfläche nicht verkleinert werden kann, ihre Höhe (Fall) unabänderlich fixirt. Betrüge T z. B. nur 3000 Kubikflaster, so ist $K = 22,72 - 12,62 = 10\frac{1}{10}$ Kubikflaster. Da nun aber eine Schleuße von 6' Fall 16 Kubikflaster enthält, so darf eine Schleuße, die bloß $10\frac{1}{10}$ Kubikflaster Wasser fassen soll, nur 3' — 9'',45 Fall bekommen. Und dieser Fall muß fortan bey allen Schleußen beygehalten werden. Zwar verschlägt es nicht viel, eine oder die andere Schleuße etwa 3 Wenig-

ges niedriger zu machen; aber nie und unter keinerley Vorwande mache man sie höher, als die andern, weil hierdurch eine offenbare Wasserverschwendung entsteht. Der Canal du midi hat wegen jener einzigen Schleuße, welche 13' Fall hat, da alle übrigen nur 7'—9" haben, sehr oft Wassermangel gelitten. Hier könnte ein Weiser w, dessen Wasserspiegel 5'—3" höher als jener der untern Haltung wäre, vollkommen abhelfen.

Fig. 57. §. 131. Ob ein Canal rätlich sey? Dieß ist eine andere Frage; sie ist vielleicht wichtiger als die vorige, denn die Rätlichkeit (so paradox dieß auch allen Vaulustigen scheinen mag) ist bey weitem seltener auszumitteln, als die Möglichkeit. Man verband das mittelländische Meer mit dem atlantischen durch den hochberühmten 31½ Meilen langen Canal du midi in Languedoc; er kostete 7 Millionen Gulden Conventions-Münze. Abgesehen von allen dabey begangenen Fehlern, dürfte heut zu Tage kaum Ein Sachkundiger die Frage wegen seiner Rätlichkeit bejahen. — Man wollte Wien mit Triest durch einen Canal verbinden; möglich ist er, rätlich aber nur von Wien bis zur Muhr. Man hatte die Idee, das schwarze Meer durch die Donau, Moldau und Elbe mit der Nordsee durch einen Canal von Mauthhausen bis Budweis zu verbinden. Gerstner (Water) erwies die Möglichkeit, rieth aber, weil er zu kostspielig ausgefallen wäre, zu einer Eisenbahn. (Siehe S. 111.)

Und so gibt es noch eine Menge Möglichkeiten zu Canälen, deren Vortheile ungeheuer geschildert werden ¹⁾. Der besonnene Mann bezweifelt keine, forscht jedoch zuvor um die Veranlassungsbursache der gemachten Proposition, und vergleicht erst dann, wenn diese Quelle lauter befunden worden, die möglichen, jedoch ungewissen Vortheile mit den sichern, aber unwiderrüßlichen Geldauslagen. Hält dieser Vergleich Stich, dann erst rechnet er selbst; nicht aus Argwohn, sondern weil Selbsttäuschung nirgends so leicht möglich ist, wie in ähnlichen Fällen.

Wenn der Erbauer das ausgelegte Capital auch nicht immer zurückfordert, die Interesse n wenigstens erwartet er, und diese können nur durch die Zölle hereingebracht werden ²⁾. Sind diese aber zu hoch angelegt, so benützt Niemand den Canal. Maillard verlangt daher, daß die Zölle, besonders anfänglich, so ermäßigt werden müssen, damit die Fracht zu Wasser wenigstens viermahl geringer als die Landfracht ausfalle (also nicht sechzigmahl, wie das Ende des S. 119 vermuthen ließ). Ueberschlägt man nun, ohne sich allzu sanguinischen Hoffnungen hinzugeben, die muthmaßliche, durch den Canal zwar aufgeregte, durch Vorurtheile, Unkenntniß und bösen Willen aber ungläublich beschränkte Lebendigkeit des Commerzes, berechnet man hiernach die Zölle, und findet, daß, deductis deducendis, sich das Auslagscapital zuverlässig mit 8 Procent verzinset — so ist der Canal rätlich.

Fig. 51. §. 132. Wassereinflaß. Das Speisewasser darf bey Bächen, die Schlamm oder Gerölle mit sich führen, nicht ohne Vorsicht in das Reservoir auf der Wasserscheide, oder, bey Wasserüberfluß, gerade in die oberste Haltung geleitet werden, weil sonst Verschlammungen unvermeidlich wären. Man stauet daher solche Bäche xu an irgend einer schicklichen Stelle y durch eine kleine Freyarche, z. B. durch jene Fig. 13, wenigstens 4 Schuh hoch auf, und läßt das Speisewasser durch eine rechtwinkelige, in Fig. N links sichtbare Oeffnung in den 3 Schuh breiten Leitungsgraben einströmen, den man in Fig. 51 von y nach c aushebt. Es versteht sich von selbst, daß er das nöthige Gefälle erhalten müsse. (Siehe III. Thl. S. 148.)

Wie das Einströmen des Speisewassers durch jene rechtwinkelige Oeffnung geschieht, wenn man diese von rückwärts betrachtet, zeigt Fig. 51 Z. — 1. 2 ist der durch die Freyarche aufgestaute

¹⁾ Ueber zu eröffnende Wasserstraßen etc., von F. J. Maire. Straßburg und Leipzig, 1786. Ferner: Ueber die Möglichkeit einiger Schifffahrts-canäle. Wien 1823, bey Feubner.

²⁾ Sie werden nach der Schiffeintauchung, also nach dem Gewichte der Waare und ihrem Werthe bemessen, aber nicht täglich, sondern monatlich berichtiget; es genügen daher wenige Zollämter.

Wasserspiegel des Baches, jedoch bey dem kleinsten Wasserstande. Alles Gerölle bleibt vor 3. 4 liegen, und kann leicht beseitigt werden, wenn man nur manchmahl die Drehschütze der Freyarche öffnet, was an Festtagen, wo der Commerz ohnehin stockt, geschieht.

Sollen nun z. B. durch die Oeffnung 2. 3 binnen 24 Stunden 3778 Kubikklasten (also in der Secunde $9,4$ Kubikschuh) Wasser einströmen, so nimmt man entweder die Höhe oder die Breite jener Oeffnung willkührlich an, und sucht nach §. 150 III. Thl. die andere Ausmaß. Man findet, daß, wenn man diese Oeffnung 8 Schuh breit machen wollte, sie $5\frac{1}{4}$ Zoll hoch gemacht werden müßte; macht man sie hingegen nur 4 Schuh breit, so muß ihre Höhe $8\frac{3}{4}$ Zoll betragen. — Es ist beynahe unglaublich, daß durch eine so winzige Scharte so viel Wasser (3778 Kubikklasten täglich) einströmen könne; noch unglaublicher aber dürfte es Manchem dünken, daß diese Wassermenge zur Speisung eines 10 Meilen langen Schifffahrtscanales genüge.

Der Ueberfüllung ist durch diesen, übrigens zweckmäßigen, Wassereinlaß gleichwohl noch nicht vorgebeugt. Denn steigt das Wasser im Bache, so nimmt auch die Druckhöhe zu, von welcher die Geschwindigkeit des durch jene Spalte 2. 3 stürzenden Speisewassers so sehr abhängt, und folglich läuft dann bey weitem mehr Wasser durch, als nöthig ist. Diesen Ueberfluß, der nur eine nachtheilige Strömung im Canal verursachen würde, wieder zu entfernen, werden allenthalben, wo die Localität es erlaubt,

§. 133. Ueberfälle Fig. 54 erbaut. Sie bestehen aus einer 4' hohen, 1'—6'' dicken, und Fig. 6 oder 7' langen Mauer a, über welche das unnöthige Wasser abläuft. Die untere, durch eine kleine Schütze versperrte Oeffnung, dient zum Ablassen des ganzen Wassers bey möglichen Reparaturen.

Der Hufschlag b ist immer an der Bergseite. Um nun das von der Berglehne d c herablaufende, trübe Regenwasser nicht über den Hufschlag in den Canal laufen zu lassen, sammelt man es in dem Gräbchen c, und leitet es unter dem Canal auf die Thalseite.

Damm- und Bruckcanäle.

§. 134. Dammcanäle, das heißt solche, die man, um allzugroße Umwege zu ersparen, auf Fig. gerade fortlaufenden Dämmen zu erbauen gezwungen ist, werden ringsum mit einer 2 Schuh dicken 53. Schale Podelgrund (§. 186 I. Thl.) ausgefüllert, und bis auf 12 Schuh Sohlenbreite verengt, B. damit zur Noth sich doch noch 2 Schiffe ausweichen können. Verengt man sie jedoch bis auf 8 Schuh, so können einzelne Schiffe zwar noch fortkommen, doch müßten, wenn der Dammcanal sehr lang wäre, von Strecke zu Strecke Ausweichplätze für die sich begegnenden Schiffe angeordnet werden. Die Dammbauung anbelangend, empfiehlt man den §. 57 III. Thl. nachzulesen.

§. 135. Canäle, die über Sandfelder, oder über Moorgründe hinziehen, werden eben so, wie Dammcanäle, durch Podelgrund wasserdicht gemacht.

§. 136. Bruckcanäle, das heißt, Canäle, die man über Schluchten, Bäche, Hohlwege erbauen muß, werden entweder, wie Fig. 60, gewölbt, oder in holzreichen, kalten Ländern, wo Reparaturen (während der winterlichen Stockung des Handels) leicht und ohne Störung vorgenommen werden können, von Holz nach Fig. 59 hergestellt.

Im ersten Falle erbaut man an beyden Ufern des zu überschreitenden Baches starke Widerlagen, Fig. spannt in angemessener Höhe von einer zur andern ein flaches Tonnengewölbe von 90 Graden, 60. und gibt, wegen der ewigen Nässe, diesem Gewölbe um die Hälfte mehr Gewölbsdicke, als die Tabelle Nr. XII. für alle übrigen Fälle bestimmt. Die Widerlagsdicke berechnet man nach §. 239 b III. Thl. In Fig. 60 ist ab der Schluß, cd der Anlauf des Gewölbes, wenn dieses 24' weit gespannt wäre; und p,p ist eine 2' dicke Schale Podelgrund. Die Gewölbsnachmauerung mache man gleich hoch mit ab.

Fig. 59. §. 137. Die Figuren P, Q lehren das Detail der hölzernen Bruckcanäle besser als Worte, nur die Holzstärke verdient eine Beleuchtung. Von allen Balken dieses Gerinnes sind jene, welche den Boden bilden, die gequältesten. Jeder einzelne Balken hat einen 4' hohen Wasserkörper zu tragen, dessen Breite der Balkenbreite, und dessen Länge der Balkenlänge gleich ist. Man findet daher nach §. 552 I. Thl., daß, wenn die letztere 3 oder 6 Klafter betrüge, die Balkendicke 6 oder 11 Zoll betragen müsse. Dieselbe Holzdicke gibt man der Querschwelle, den Ständern und den Streben des Gerippes; die Wände des Gerinnes aber werden nur aus halb so dicken Pfosten erzeugt, weil sie einem ungleich schwächeren Druck zu widerstehen haben, und alle Klafter durch die Ständer jener Gerippe unterstützt werden. Daß Boden und Wände des Gerinnes gediebelt, und an der innern Seite kalkfärbt werden müssen, versteht sich wohl von selbst.

Endlich verdient die Einwurzelung des hölzernen Gerinnes in die Canaldämme vorzügliche Sorgfalt. Der 4' breite Hufschlag b wird mit schwachen eisernen Schienen beschlagen, die 3 Zoll Mitte von Mitte von einander entfernt sind, damit die Zugpferde Halt finden.

Canalstollen.

Fig. 58. §. 138. Canalstollen sind das Gegentheil von Bruckcanälen; diese übersehen Schluchten, jene durchbohren Berge, die nicht umgangen, oder nicht überstiegen werden können; ein Fall, der am Canal von St. Quentin in der Picardie (welcher die Schelde und die Somme verbindet), oben auf der Wasserscheide eintrat. Fig. 58 M zeigt den Querschnitt dieses 7221 Klafter langen Canalstollens. Um dieses Riesenwerk schneller beendigen zu können, und durch Luftmangel an der Arbeit nicht gehindert zu werden, senkte man 69 Schächte ab, wovon der tiefste 224, der seichteste O. aber 44 Schuh tief war. Von der Sohle dieser Brunnen betrieb man die Arbeit rechts und links. Anfangs wurde nur ein schmaler, mannshoher Minengang ausgehöhlt, und dieser erst später verbreitert. Man lernte hierdurch das Innere des Berges kennen (welches aus festem Sandstein bestand), konnte hiernach zweckmäßigere Vorkehrungen machen, und der Luftzug war hergestellt; eine ungemein wichtige Sache da, wo mit Pulver gesprengt werden muß!

§. 139. Durch erdige Berge können nur gewölbte Stollen getrieben werden. Zwey, höchstens drey Schuh weit, gräbt man (der Länge nach gemessen) die Erde aus, mauert aber auf der Stelle nach, damit der Einsturz vermieden werde. Und so rückt man allmählig zwar, aber sicher vor. Die lichte Weite solcher Stollen wird nie über die Nothdurft vergrößert. Für unsere Fig. 58. Schiffe genügt es daher, $ab=dc=8'$, und $ad=bc=9'$, oder, wenn auf dem Canal häufig voluminöse, also leichte, und viel über Bord vorragende Waaren verführt werden müssen, = 10 N. Schuh zu machen; $\frac{ab}{2}$ von den 4 Ecken auf- und abwärts zu tragen, die erhaltenen Punkte e, f, g, h mit a, b, c, d zu vereinigen, diese Linien zu verlängern, und aus ihren Durchschnittspunkten i, k die Bögen bc und ad, aus l den Bogen amb, und aus m jenen dc zu beschreiben.

Auf diese Art erhält der Wasserspiegel 10' Breite, das obere Gewölbe aber so viel Höhe, daß die auf der Decke der Cajüte stehenden Leute oben keineswegs anstoßen.

Fig. 58. §. 140. Es ist unmöglich, die Zugpferde durch lange, finstere Stollen zu bringen; die Schiffe werden also von den Schiffleuten, die sich an ein starkes, von Prähenvingen n getragenes Seil anhalten, durch den Stollen geschoben, nicht gezogen; wenn man es nicht vorziehen sollte, für diese Leute an einer oder an beyden Seiten $2\frac{1}{2}$ Schuh breite Fußpfade anzuordnen, wie dieß in Fig. M zu sehen ist, seiner Kostspieligkeit wegen aber nicht unbedingt empfohlen werden kann.

Die Durchfahrt geschieht immer karawanenweise; denn, weil gewisse Stunden für die hin-, und andere Stunden für die herfahrenden Schiffe bestimmt sind, so sammeln sich gewöhnlich

viele Fahrzeuge bey den Mündungen, die sich dann, um Collisionen zu vermeiden, an einander binden, und sich so auf einmahl durchschieben. Ein einzelner Mann führt sämtliche Zugpferde über den Berg zur andern Mündung; alle übrigen Leute bleiben auf ihren Schiffen zurück.

Die Stollenfahrt ist, wie begreiflich, vier- bis sechsmahl langsamer, höchst ermüdend, und wegen der scharfen, schneidenden Zugluft auch ungesund. Ueberlegt man endlich, daß die Currentklasten Stollen zwanzig- bis dreyßigmahl kostspieliger als die Currentklasten gewöhnlicher Canäle ist, so dürfte man eingestehen, daß Canalstollen nur bey factisch erwiesener Unmöglichkeit: anders zu helfen, sonst aber unter keinerley denkbarem Vorwande projectirt werden sollen.

§. 141. So lange pq nicht wenigstens 30 bis 40' beträgt, ist bey erdigen Bergen der vom 58. Tag aus zu machende Einschnitt opq immer noch wohlfeiler, als ein Stück gewölbter Stollen von O . der Länge op .

Canalwendungen

§. 142. Sollen möglichst sanft gemacht werden, weil sie sonst zu breit ausfallen. Ist der Halb- Fig. 61. A.
messer des mittleren Bogens aod , nämlich $oc = 187$ Schuh, so ist bey den Ausmaßen unserer Schiffe jede Canalverbreiterung unnötig. Zwingen die Umstände jedoch zu einer bedeutenden Reduction dieses Halbmessers oc , so muß die Canalbreite entweder durch Verzeichnung nach Anleitung der Fig. A, oder aus nachstehender allgemeiner Formel gefunden werden ¹⁾. Es ist nämlich die halbe Wasser Spiegelbreite allemahl $= r + b + \frac{3t}{2} - \sqrt{rr - 11}$, wenn $oc = r$, die halbe Länge des Schiffes $= l$, dessen Breite $= b$, und die Schiffseintauchung $= t$ ist. Die obere Canalbreite gf ist, wie bekannt, höchstens um 6 Schuh größer, als die Wasser Spiegelbreite; also sind cf und cg leicht auszumitteln.

§. 143. Auf Canälen jedoch, wo der Handel nicht jene Lebhaftigkeit wie in England hat, dürf- Fig. 61. B.
te im extremsten Falle, wenn nämlich der Mangel an Raum sogar zur Verkleidung der Ufer mit verticalen Mauern zwänge, die Abrundung am einfachsten wohl nach Fig. 61. B zu gestalten seyn, deren Halbmesser cg nur um einen oder einige Schuh größer als die halbe Schiffslänge zu seyn braucht. Wahr ist es, daß, im Falle des Zusammentreffens, ein entgegenfahrendes Schiff auf das um die Ecke c herumschwenkende Schiff etwas warten muß; aber so lange es auf Canälen noch Schleusen gibt, wo ungleich länger gewartet werden muß, dürfte dieß wohl Entschuldigung verdienen.

Will man die Ecken k verflachen, so ziehe man zu dem Bogen gm , eine mit der Halbirungslinie des Winkels c gleichlaufende Tangente mn , mache $nq = mn$, und ziehe qx senkrecht auf nq , so ist der Durchschnittspunct dieser Senkrechten, und der Verlängerung von cm der Mittelpunct des Bogens mq .

§. 144. Oft ist es wegen örtlicher Hindernisse nicht möglich, auf dem Felde so große Kreisbögen, wie z. B. jenen kgm in Fig. A, mit ihren Halbmessern zu beschreiben. In solcher Lage bestimmt man Fig. 61. A.
derley Bögen durch gesuchte Puncte 1. 3. 5. 7, und zwar am einfachsten durch gleiche gleichschenkelige Dreyecke 1. 2. 3; 3. 4. 5; 5. 6. 7; deren Seiten in den Verlängerungen der nachbarlichen Dreyeckseiten liegen.

Hafen und Docks.

§. 145. Der Hafen eines Canales muß das Ein- und Ausladen der Schiffe möglichst begün- Fig. 62. E.
stigen, also, um anlanden zu können, einen großen Umfang (nicht Inhalt) und steile, aber niedrige Uferwände haben. Der Hafen in Birmingham ist wie Fig. E geformt.

¹⁾ Mémoires sur les écluses etc. etc., par J. P. Gt. Paris, chez F. Didot 1825.

In den meisten Fällen scheint es jedoch zu genügen, die Ufer eines, vor einer Handelsstadt vorbeziehenden Canales daselbst auf eine angemessene Strecke mit 5' hohen verticalen Mauern zu verkleiden, den Hafen aber ganz zu unterdrücken. Nöthiger ist ein kleiner Kranich k zur Einbarkirung schwerer Colli; seine Stelle wäre die Mitte der verkleideten Strecke. Das Rad der (nach dem doppelten Maßstab gezeichneten) Bremse hb ist auf der andern Seite des Kranichs an derselben Welle c befestiget, welche durch die 14'' lange Kurbel cu bewegt wird. Ein Gerippe von Eisenstäben mit getheertem Segeltuch überzogen bildet das Wetterdach d. Bey e angebrachte Frictionscheiben und der untere Zapfen z erleichtern die Drehbewegung.

Fig. 63. §. 146. Die Schiffsdocke ist eine mit verticalen Mauern ringsum verkleidete, 14 Klafter lange, 13' breite, und 6' tiefe, gepflasterte, mit einem gewöhnlichen Anschlagthore a versehene Grube, oder richtiger Baustelle in der Nähe irgend einer Schleuse b. Hier werden neue Schiffe auf 3'—3'' hohen hölzernen Böcken erzeugt, oder alte reparirt. Angenommen, ein Schiff müßte calfatert werden, so füllet man zuerst die Docke durch Hülfe der kleinen Drehschütze am Thor a mit 4 Schuh Wasser, öffnet dann das Thor a selbst, leitet das leere, lecke Schiff c gerade mitten über die Böcke, schließt a, öffnet die Schütze d an dem kleinen unterirdischen Canal, und entleeret hierdurch die Baustelle vom Wasser. Zimmerleute vermögen somit Wände und Boden zu besichtigen, und wenn sie einzelne Böcke auf kurze Zeit beseitigen, auch zu repariren. Ist dieß geschehen, so schließt man d, füllet die Docke wieder mit 4 Fuß Wasser, hebt hierdurch das leere, nur 5 Zoll tauchende Schiff c, 4 Zoll über die Böcke, öffnet a, und entläßt jenes.

Canalbrücken.

§. 147. Canalbrücken endlich (obwohl ihr Detail schon in die folgende Abhandlung gehört) verdienen wegen ihrer Eigenthümlichkeit hier noch ein Plätzchen. Sie theilen sich in Canalstegen, und in wirkliche Canalbrücken.

Fig. 64. a) Die Canalstegen werden gewöhnlich nur von Holz gemacht; ihr Querschnitt ist durch Fig. 65 vorgestellt. Dienen sie zur Uebersezung der Zugpferde von einem Canalufer auf das andere, so verengt man an der betreffenden günstigsten Stelle den Canal so, daß seine Sohlenbreite nur noch 8' beträgt, erbaut den Steg aber so hoch darüber, daß das Zugpferd und das Schiff mit seiner 7' hohen Zugstange zur Noth noch unter dem Stege durchkönnen, das lange Zugseil also nicht über dem Steg zu liegen komme, was sonst unvermeidlich wäre, und vielen Zeitverlust zur Folge hätte. Die zum Stege fg führenden Rampen müssen daher stets so, wie Fig. 64 zeigt, angeordnet werden. Die punctirte Linie deutet den Weg des Pferdes an.

In volkreichen Städten, wo Mangel an Raum solche Stege unausführbar macht, nimmt man seine Zuflucht zu Drehbrücken, oder richtiger Drehstegen Fig. 98 A, B, C. (§. 286.)

b) Canalbrücken (nicht Druckcanäle §. 136) müssen, obwohl ihre Unterhaltung dem Straßenbauфонде anheimfällt, gleichwohl von der Canalbaudirection entworfen, erbaut, und bezahlt werden; denn der Canal, nicht die Straße, hemmt an der Kreuzung durch die langen Zugseile die Communication. Es ist also billig, daß Er ausweiche; zu welchem Behufe man ihn an der betreffenden Stelle höchstens bis auf 8 Schuh Breite durch verticale Mauern einengt, die Straße aber in ihrer vollen Breite darüber wegleitet.

Die einfachste Canalbrücke ist die Aufzugbrücke Fig. 100; etwas umständlicher, aber bey Feldwegen sehr beachtenswerth, ist die Rollbrücke Fig. 99 L, M, N, durchaus nicht störend endlich ist die hölzerne Landstraßenbrücke Fig. 66 A, B, C, wo Schiff, Zugseil und Pferd unter der Brückenbahn durchgehen.

§. 148. Man schließt hier diese Abhandlung, empfiehlt jedoch, für den Fall einer wirklichen Canalerbauung, denen damit Beauftragten Wiebeking's Wasserbaukunde III. Band, p. 78; Stig-lich, Encycl. d. bürgerl. Bauk. V. Thl. p. 8, und die Anleitung zu dem Entwurfe und zu der Ausführung schiffbarer Canäle von Herrn FML. Sebastian v. Maillard. Pesth, 1817 bey C. A. Hartleben, worin sie einen Schatz von historischen Notizen über einheimische sowohl als fremde Canäle, und viele Bemerkungen finden werden, welche zu wissen ihnen in solcher Lage vielleicht interessant seyn dürfte.

Zweytes Buch.

Von der Brückenbaukunst.

§. 149. Brücken sind Straßen, welche Schluchten, Bäche oder Ströme übersezen. Sie werden nur in cultivirten Ländern, oder in solchen, die nach Cultur ringen, getroffen. In der Turkey, im östlichsten Rußland gibt es zur Stunde noch wenige, und in unserm Galizien gab es vor Joseph's Zeiten noch keine, oder doch nur höchst unbedeutende Brücken; Furthen und Fährren vertraten daselbst ihre Stelle. Schluchten umging man.

§. 150. Furthen sind Untiefen, welche bey niedrigem Wasserstande durchwatet werden können.

Bey gewöhnlich strömenden Flüssen darf die größte Wassertiefe nicht 4, oder nicht 3, oder nicht 2 Fuß überschreiten, wenn die Furth für Reiterey oder für Fußvolk, oder für Munitionsfarren practicabel seyn soll. Der Grund soll daselbst grobsandig, oder besser noch, steinig seyn. Die Furth wird durch zwey Reihen starker, tief ins Flußbett eingeschlagener Strohwißstangen ausgesteckt, welche, wenn sie hoch genug sind, sogar in finstern Nächten die Colonnen vor Verirrung bewahren.

Den Ort, wo Flüsse durchwatet werden können, verräth die Natur gewöhnlich selbst durch einen zitternden oder schwankenden, also keineswegs spiegelglatten Wasserspiegel (III. Thl. §. 35 e), und oft so kenntlich, daß sogar der ungebildete, aber aufmerksame Landmann es bemerkt. Ueberhaupt sind Furthen nicht so selten, als man glaubt; die Donau sogar kann stellenweise durchwatet werden. Nur am unrichten Orte muß man nicht suchen. In der Regel findet man keine Furth in Stromengen und in Serpentinien; wohl aber in der Mitte zwischen zwey nahen Serpentinien, z. B. von a nach b in Fig. 87¹⁾; ferner in Stromweiten, vorzüglich aber da, wo der Fluß in mehreren Armen fließt, also Inseln bildet.

§. 151. Fährren, Ueberföhren oder Plätten sind sehr flache, kaum 2 Schuh tiefe, aber wenigstens 10 Schuh breite, und 30 bis 50 Schuh lange, vorn und hinten ganz gleichgestaltete Schiffe, in welche die Wagen hineinfahren, um darin die Ueberfahrt über den Strom zu bewerkstelligen. Sind Schiff und Wagen drüben angelangt, so fahren letztere, ohne im Schiff umzukehren, auf der andern Seite desselben wieder hinaus. Dieses Ein- und Ausfahren der Wagen an beyden Ufern möglich zu machen, dienen eigene Anländen, die entweder bloß aus Böcken bestehen, und mit Pfosten belegt werden, besser aber nach Fig. 90 gestaltet sind. (§. 284.)

Die Orte, wo diese Anländen anzubringen sind, hängen von dem Flusse, nicht aber von der Straße ab; denn eine Ueberföhr kann nur da etabliret werden, wo der Fluß wenigstens zwey Schuh Wassertiefe, eine möglichst geringe Strömung, und keine steilen hohen Ufer hat, damit die zu den Anländen föhrenden Rampen nicht gar zu unbequem ausfallen.

¹⁾ Auf diese Art übersehte die spanisch-englische Armee im Jahre 1812 den Duero bey Zamora und die Elsa. Siehe: Ponts militaires par le Général Howard Douglas, traduit p. J. P. Vaillant p. 33.

Das Ueberfahren über den Strom ist eine Sache, die lediglich den Schiffsleuten obliegt, und ihnen auch ohne die mindeste Beschränkung überlassen bleiben muß. Sie wagen es zu jeder Stunde, bey Tag und Nacht, bey Sturm und Wetter. (Siehe S. 247.) Allerdings ist es wahr, daß kein Strom die Communication ganz zu hemmen vermag! Sogar

§. 152. Im Winter bey eingefrorener Fährre communicirt man über das Eis, und zwar mit Wagen, wenn jenes 6 Zoll dick ist. Das Dickerwerden des schwachen Eises wird durch eine oder mehrere spanndicke Lagen Stroh begünstiget, welche man quer über die Fährbahn breitet, und in kalten Nächten ausgiebig mit Wasser begießt.

Kömmt die Kunst einer Fährre durch irgend eine Vorrichtung zu Hülfe, so wird die Fährre zur fliegenden Brücke (§. 282), verrichtet ihren Dienst nun zwar schneller und gefahrloser, ist aber an Befehle gebunden, die ihre Allgemeinheit beschränken.

§. 153. Die wirklichen Brücken theilen sich a) in liegende, b) in schwebende, c) in hängende, d) in schwimmende, e) in mobile oder bewegbare, und f) in Nothbrücken, welsch letztere, wenn sie möglichst zweckmäßig und möglichst schnell erbaut werden sollen, sehr gründliche Kenntnisse des geregelten Brückenbaues voraussetzen; daher ihnen hier, trotz ihrer Einfachheit, doch der letzte Platz angewiesen werden mußte.

§. 154. Bevor eine Brücke erbaut wird, rath die Klugheit, sich zuerst die Stelle gut anzusehen, wo dieß geschehen soll. Denn nicht dort, wo die Straße es verlangt, sondern da, wo der Strom es erlaubt, oder es begünstiget, oder es gebiethet, soll man in der Regel die Brücke schlagen (erbauen). Abschreckend sind: steile, angefochtene, vielleicht gar im Bruche liegende, oder niedrige, den Uberschwemmungen ausgesetzte Ufer; schlechter Baugrund; eine sehr bedeutende Wassertiefe; eine gewaltige Strömung, und Mangel an Raum gerade vor oder gerade hinter der Brücke, weil daselbst gewöhnlich ein Gedränge, also Stockungen entstehen, Serpentinien und Stromengen sind daher, wo möglich, zu vermeiden; lieber ziehe man ihnen gerade Flußstrecken und Stromweiten vor, besonders, wenn man einem Strome durch die hineinzubauenen Brückenpfeiler einen Theil seiner Breite verkümmern muß. Die Anzahl dieser Pfeiler soll so gering als möglich, und, wenn die Brücke Anspruch auf Schönheit machen will, gerade seyn, damit eine ungerade Anzahl Oeffnungen entstehe, also die mittlere Oeffnung dem Stromstrich entspreche. Liegt dieser nicht in der Mitte des Stromes, so ist man noch mehr gebunden; denn nun darf kein Pfeiler weder auf der Strommitte, noch auf dem Stromstrich erbaut werden; jenes fordert die Welt, dieses befehlet die gesunde Vernunft. Die Wände der Pfeiler (oder der Joche, bey hölzernen Brücken) sollen gleichlaufend mit, die Länge der Brücke aber senkrecht auf den Stromstrich seyn.

§. 155. Jede Brücke soll so hoch erhoben werden, daß das Hochwasser und der Eisstoß (III. Thl. S. 2) sich bequem unter ihr durchzumälzen vermögen, ohne ihre Dauer zu gefährden. Der Normalwasserstand bedingt bey schiffbaren Strömen die Anlage des, allemahl unter der Brücke anzuordnenden Hufschlages (III. Thl. S. 141), das kleine Wasser aber bedingt die Anlage der Bettungen, der Roste, der Rappenschwellen 2c.; die Breite einer Brücke endlich muß der Breite der dazu führenden Straße gleich gemacht werden, wenn jene nicht zum Defilé werden soll.

§. 156. Der Erbauung einer jeden bedeutenden Brücke muß also gewöhnlich die Ausmittlung der drey Wasserstände, des Stromstriches, der Normalbreite und der Stromgeschwindigkeit, die Aufnahme und Nivelirung der Umgegend auf eine nicht gar zu beschränkte, und wenigstens die Gränzen der Uberschwemmung noch umfassende Ausdehnung, das Zeichnen mehrerer Stromprofile, und endlich eine Sondirung des Flußbettes nach §. 13 III. Thl., oder doch wenigstens das Einrammen einiger Probepiloten vorausgehen.

Von den liegenden Brücken.

Die einfachste Brücke

§. 157. Besteht in unsern Ländern aus runden oder behauten, sogenannten Endsbäumen (Trag- oder Brückenbalken), welche Mitte von Mitte drey Schuh weit von einander entfernt sind, und beyderseits auf einer oder zwey kantigen Schwellen einige Zoll tief so aufgekämmt werden, daß sie diese Schwellen noch um ihre eigene Dicke überragen. Sind die Endsbäume nicht behaut, so legt man den ersten, dritten und fünften Endsbaum mit seinem dicken Orte auf die Schwellen dießseits, den zweyten, vierten und sechsten aber mit seinem dicken Ende auf die Schwellen jenseits Fig. des Baches. Letztere ruhen wagerecht auf einem Mauerkloze a von Feldsteinen, den man vor Unter- 65. waschung möglichst zu sichern sich bemüht.

Sorgfältiger aufgeführte, und mit Flügelwänden versehene Mauermassen zu diesem Zwecke nennt man Landjoch. Fig. 66 zeigt Form und Ausmaße derselben für eine Höhe von 12 Fig. Schuh. B ist die Ansicht eines Landjoches, und zugleich der Querschnitt der Brücke; A ist Längens- 66. schnitt der Letzteren, und Querschnitt des Ersteren; C endlich ist der halbe Grundriß beyder. Hier A. B. bleiben jene Schwellen weg, weil die Tragbalken a, a, a, mit ihren, wenigstens 12 Zoll langen Kö- C. pfen, in eigenen Lücken liegen, und daselbst (nicht vermauert, sondern nur) trocken verkeilet werden, damit die anbrüchig gewordenen leicht durch gesunde Tragbalken ersetzt werden können. Senkrecht auf ihnen liegt das Bruckholz, das heißt, $\frac{5}{8}$, höchstens aber $\frac{2}{3}$ ölliges weiches, grob behautes Balkenwerk ohne Umstände und ohne befestiget zu werden. Ein darüberfahrender Wagen holpert also allerdings, benagt es auch wohl, jedoch ohne besondern Nachtheil; denn ausgefahrenes Bruckholz wird umgewendet, wenn es aber auch auf dieser Seite benagt ist, zu Brennholz geschnitten und durch neues ersetzt. Wichtiger als das Vermeiden des Holperns ist es, das Bruckholz zu hindern, sich seitwärts zu verschieben, welches durch zwey behaute und hochkantig liegende Randbalken r, r vollkommen erzielet wird. Sie dienen zugleich zur Maskirung der nicht behauten Tragbalken a, und zur Befestigung des

§. 158. Geländers, welches man immer nur aus $\frac{2}{3}$ ölligem Holze erzeugt; denn es soll nicht schützen, sondern nur mahnen (II. Thl. S. 219). Rüchterne Menschen erwarten von einem Garde-foux nichts anders. Damit die Luft gut durchstreichen, und die vom Regen durchnäßte Brücke bald austrocknen, oder den darauf gefallenen Schnee wieder wegblasen könne, so muß ein jedes Brückengeländer luftig oder durchsichtig, seine Spalten oder Oeffnungen jedoch immer eng genug (6 Zoll) seyn, damit nicht Kinder verunglücken können. Das einfachste wird durch Fig. 66 vorgestellt; es ist nur 3' — 9", höchstens 4' hoch, und besteht bloß aus mehreren, 9 bis 12' von einander entfernten Ständern oder Säulen, aus den darauf ruhenden $\frac{2}{3}$ ölligen, nur auf drey Seiten behauten, oben rund gelassenen Balken b, und aus einer 2ölligen, 15 bis 18" breiten, in die Säulen ganz eingelassenen und daselbst befestigten Pfoste p.

§. 159. Die Dicke des Bruckholzes oder der Pfostendecke hängt von der Entfernung der Endsbäume, und von dem örtlichen Druck der Wagenräder ab. Jene beträgt in der Regel 3', also liegt das Bruckholz (nach Abschlag des Auflagers) im extremsten Falle $2\frac{1}{2}'$ hoch. In der Formel *) $PL = BH^2$ ist also $L = 2\frac{1}{2}$, der örtliche Druck P eines Wagenrades ist (wie der folgende §. lehren wird) im äußersten Falle = 38 Centner, und folglich, wenn man $B = H$ setzt, H kaum 5 Zoll. Nimmt man B aber = 12 Zoll an, so ist H kaum 3 Zoll. Das heißt: Eine jede hölzerne Brücke, über welche Belagerungsgeschütz oder zehnspännige Frachtwägen passiren sollen, muß mit $\frac{5}{8}$ ölligem

*) Siehe I. Theil S. 552.

Bruckholz, oder mit dreyzölligen Pfosten belegt werden; für Feldgeschütz, für sechsspänniges Fuhrwerk, und für alle Stege genügen jedoch zweyzöllige Pfosten. (§. 263.)

§. 160. Die Dicke der Endsbäume hängt, wenn ihre Länge 30 Schuh übersteigt, von der größtmöglichen Belastung (30 Centner per Quadratklaster; siehe I. Thl. §. 560), bey geringerer Länge aber wieder von dem örtlichen Druck der Wagenräder ab. Angenommen, es fährt ein Bierundzwanzigpfünder von u nach o über die bloß 12 Schuh lange Brücke Fig. 66 A, und bleibt mitten auf derselben stehen. Die 8 Pferde wären bereits über o hinaus, die nur 5 Centner wiegende Prohe stünde über o, das hintere Räderpaar hingegen (also der unter den Delphinen liegende Schwerpunkt des 5070 Pf. wiegenden Rohres, und der nahe dabey liegende Schwerpunkt der 2453 Pfund wiegenden Laffete) befände sich gerade mitten auf der Brücke. Steht nun im ungünstigsten Falle das eine Rad noch zufälligerweise gerade auf einem Endsbäum, so muß dieser $\frac{5070 + 2453}{2} = \frac{7523}{2}$ Pf. oder rund, 38 Centner (nicht gleichförmig vertheilte, sondern) auf die Mitte concentrirte Last zu tragen vermögen. Nach der Formel $PL = BH$ ist also $P = 38$, $L = 12$, und folglich, wenn $B = H$ angenommen wird, H nicht ganz 8 Zoll. Das heißt: die Endsbäume dürfen kaum $\frac{2}{3}$ zöllig seyn.

§. 161. Nach dieser Ansicht ist folgende Tabelle berechnet.

Dicke der Brücken- oder Tragbalken.

Ihre Länge.	Ihr Gevierte.	Mittlere Dicke derselben, wenn sie nicht behaut werden sollen.
5 Schuh . . . . .	. . . . $\frac{6}{8}$ oder $\frac{3}{4}$ zöllig	. . . . . 7 Zoll
10 „ . . . . .	. . . . $\frac{7}{8}$ oder $\frac{6}{8}$ „	. . . . . 8 „
20 „ . . . . .	. . . . $\frac{9}{9}$ oder $\frac{8}{10}$ „	. . . . . 10 „
30 „ . . . . .	. . . . $\frac{12}{12}$ oder $\frac{10}{13}$ „	. . . . . 13 „
40 „ . . . . .	. . . . . $\frac{12}{16}$ „	. . . . . 16 „
50 „ . . . . .	. . . . . $\frac{14}{20}$ „	. . . . . 20 „
60 „ . . . . .	. . . . . $\frac{17}{24}$ „	. . . . . 24 „

Ueberlegt man, daß das Belagerungsgeschütz nur äußerst selten auf seinen Laffeten, sondern auf Sattelwägen transportirt wird, daß also die Hauptlast nicht auf zwey, sondern auf vier Rädern gleichförmig vertheilt ist; daß ferner nicht zwey, sondern drey, oft vier Endsbäume diese Last zu tragen haben, weil die lichte Geleisweite unserer Räder 42, die äußere 49, die mittlere Entfernung der Endsbäume jedoch nur 36 Zoll beträgt; daß Menschengedränge kurze einzelne Endsbäume zwar weniger, lange Brückenbahnen aber viel mehr als das schwerste Fuhrwerk belaste ¹⁾, und daß endlich die Dicke keines in der Tab. angegebenen Tragbalkens (nach §. 548 I. Thl.) geringer als $\frac{1}{30}$ seiner Länge sey: so dürfte folgen, daß weder der Mangellichkeit ein denkbarer Vorwand gelassen wurde, über zu karge, noch der Kargheit über zu freigebige Ausmaße zu klagen. Sogar für die schwersten, in unsern Ländern vorkommenden, zehnspännigen Güterwägen, welche eine noch größere Geleisweite, und viel breitere Felgen als unsere Bierundzwanzigpfünder ha-

¹⁾ Siehe die Anmerkung bey §. 560 im I. Theil.

ben, darf man keine stärkern Endsbäume nehmen, weil diese letztern (im Vorbeygehen sey dieß gesagt), nach §. 549 I. Theil ohnehin eine vier mahl größere Last zu tragen vermögen, als ihnen aufgebürdet wird. Folglich darf und kann man die in der Tabelle angegebenen Balkenstärken in Nothfällen, oder da, wo das Schwanken der Brücke nicht beachtet zu werden braucht, ohne Bedenken etwas vermindern; bey Brücken unter 30 Schuh Länge sich diese Verringerung aber nur dann erlauben, wenn man sicher ist, daß kein schwereres als vier spänniges Fuhrwerk sie je passiren werde.

§. 162. Ob kantiges oder Rundholz zu Endsbäumen genommen werden soll? darüber sind die Meinungen getheilt. Durch das Behauen wird ihr Tragvermögen bedeutend, durch das Unterlassen desselben aber ihre Dauer etwas vermindert. Der Wurmstich greift nämlich das Rundholz früher als das kantige an, weil dort aller, hier nur einiger Splint (§. 77 I. Theil) an den Ecken hierzu Anlaß gibt. Doch fordert die Billigkeit, hier zu gestehen, daß dieses früher Anbrüchigwerden in unserm Klima nicht von Belange, bey dicken Stämmen aber in der That nicht vorhanden ist, denn dicke Balken faulen früher von innen als von außen. Es dürfte also Regel bleiben, lange, und folglich dicke Endsbäume nicht vierkantig zu behauen, sondern nur ihre obere Fläche etwa 6 Zoll breit regelmäßig abzuschärfen, damit das Bruckholz ein ebenes Auflager findet, die Köpfe der Endsbäume aber unten so herzurichten, damit ihre Aufkämmung auf die dortigen Schwellen möglichst genau bewerkstelliget werden könne.

§. 163. Was für Holz man zu Endsbäumen nehmen soll? Antwort: Wo möglich Tannenholz. Es hat ein äußerst regelmäßiges Gewebe, eine geringere Schwere als die Fichte, nicht so ausgezeichnete (nur zu Balkenbrücken Anlaß gebende) Quirl oder Astnester als die Kiefer, und ist in unsern Ländern bey weitem nicht so theuer, als der Lärchenbaum oder die knorrige schwere Eiche. In Hinsicht auf Dauer aber gebührt der Eiche und dem Lärchenbaum der Vorzug. Die aus weichem Holze erbauten Taborbrücken bey Wien dauern nur 7, höchstens 10 Jahre; die von dem k. k. Obersten von Brequin im Jahre 1782 ganz aus Eichenholz erbaute Schlagbrücke vor dem rothen Thurmenthor zu Wien hingegen dauerte bis zum Jahre 1819.

S o c h b r ü c k e n .

§. 164. So nennt man bey uns die einfachste hölzerne Brücke, wenn der Strom zu breit, also die Endsbäume zu kurz sind, um von einem Ufer bis zum andern zu reichen. Die deßhalb nöthigen Untersätze heißen, wenn sie aus Pfählen, oder aus Ständern und Schwellen, kurz aus Holz bestehen, Joche, aus Mauerwerk erbaute massive Joche aber Pfeiler, und ihre lichte Entfernung Jochweite. Diese letztere ist, wie begreiflich, von der Länge des im Lande wachsenden Bauholzes abhängig, und übersteigt selten 60 Schuh. Doch soll die Jochweite im Gegentheil auch wieder nicht unter 15 Schuh angenommen werden, wenn der Strom Eis führt, weil in unserm Klima die Joche sonst Anlaß zu Eisschoppungen geben.

§. 165. Die Jochstecken (Piloten) werden Mitte von Mitte 3 Schuh entfernt (mit, auf Schiffen stehenden Schlagwerken) bis zum Stillstande eingerammt, gleich hoch abgesägt, auf ihre Fig. Köpfe eine Schwelle a aufgezapft, und hierauf die Endsbäume so aufgekämmt, daß ihre Köpfe je- 67- ne Schwelle noch um eine Balkendicke überragen. Knapp neben diesen Köpfen liegen die in Fig. M.L.M. durch punctirte Kreise angezeigten Köpfe der nun folgenden Endsbäume, die von dem in Rede stehenden Joche zu dem nächsten Joche reichen. Also nicht auf, sondern neben einander liegen hier diese Köpfe. Allerdings entsteht hierdurch eine kleine Unregelmäßigkeit in der Legung dieser Balken, welche besonders im Grundriß auffällt. Sie wird aber von der Zweckmäßigkeit geböthen, und gegen solche Forderungen müssen alle andern Bedenklichkeiten verstummen.

§. 166. Zum Zusammenhalt des Bruckholzes dienen, wie früher, die Randbalken r, welche Fig. vierkantig behaut, aber (damit sie von einem Ufer bis zu dem andern Landjoch in ganz gerader Richtung fortlaufen können, und etwas höher als die Endsbäume liegen) nicht unmittelbar auf die L.M. Schwelle a des Joches, sondern auf Sättel s aufgelegt, und ihre Köpfe durch schief verzahnte Ueberblattungen verbunden werden. (Siehe §. 460 Fig. 168 E, I. Theil.)

§. 167. Auf diesen Randbalken nun steht das Brückengeländer, welches, wenn die Jochweite 30 Schuh nicht übersteigt, gewöhnlich so wie das in Fig. 66, bey größerer Weite aber nach Fig. 67 LM aus starken, kantigen Balken und dazwischen gelegten Klötzchen kk erzeugt wird, in welchem Falle man beyderseits durch einen, an zwey doppelten Hängschließen *) hängenden Unterzug u die Endsbäume in ihrer Mitte unterstützet, und somit Vortheil von dem bedeutenden Tragvermögen des, beynah plumpen Geländers zieht. Es in aufrechter Stellung zu erhalten, dient das Ständerwerk w ohne, oder jenes w' mit seiner Baßgeige x; oft fehlt es auch. In der Seitenansicht ist es, der Deutlichkeit wegen, zu zeichnen unterlassen worden.

§. 168. Auf den Endsbäumen liegt, wie früher, das Bruckholz ohne alle Befestigung; obwohl nicht zu läugnen ist, daß es netter und sorgfältiger aussieht, auch in der That ökonomischer ist, die Endsbäume mit einer Lage von 2- oder 3zölligen Pfosten zu überdecken, diese auf jene zu befestigen, und erst auf diese Pfostendecke zwey Randleisten m, m, aufzuschrauben, welche das, hier nur $\frac{4}{3}$ zöllige Bruckholz m, m zusammenhalten, und, wenn ihre inneren Seiten schief abgestoßen sind, jedes Holpern, also auch jede unnöthige Erschütterung verhüten. Es begreift sich, daß nur die Fahrbahn, nicht aber die Gehwege mit Bruckholz überdeckt zu werden brauchen.

§. 169. Die Verschalung der Jochstecken (Piloten) geschieht aus demselben Grunde und auf dieselbe Art, wie dieß bey den Eisböcken (III. Thl. §. 242) gelehret wurde. Letztere müssen Fig. vor jedem Joch erbaut werden, wenn die Umstände es gebiethen. Um jedoch auch das Benagen der 67. vordern, allemahl um $\frac{1}{4}$ ihrer Höhe schief einzurammenden Pilote möglichst zu verhüten, wird dieselbe mit dem stärksten Kreuzblech 1. 2. 3. beschlagen, so, wie dieß der kleine Grundriß lehrt. Nur muß beygefügt werden, daß die oberste Blechtafel zuerst, dann erst die sie etwas übergreifende zweyte, dann die dritte Tafel zc. auf jene Pilote festzunageln sey, damit das Eis, welches von unten nach aufwärts drängt, diesen Blechbeschlag nicht abschälen könne. Im Querschnitt der Brücke konnte, ohne undeutlich zu werden, dieser Blechbeschlag nicht angedeutet werden.

§. 170. Die Stärke der Piloten anbelangend, verweist man auf den §. 473 I. Theil, fügt jedoch hier bey, daß nicht bloß das Eindringen der Pilote in das Flußbett, sondern auch das Vorragen derselben über das Hochwasser ihre Dicke (nach §. 545 I. Theil) bestimme. Ja sogar die Länge, also auch die Stärke der Endsbäume, hat Einfluß auf die Dicke jener. Es wäre nämlich tadelnswerth und lächerlich, zu einer Brücke, die 24zöllige Endsbäume hätte, 12zöllige Jochstecken zu nehmen, selbst wenn die geringe Wassertiefe und das feste Flußbett noch schwächere Piloten verlangen sollten. Immer bleibt es Grundsatz, auffallende Mißverhältnisse in den Balkenstärken zu vermeiden, und bey massiven Brücken nichts von winzigem Gewichte zu machen. So dürfte z. B. die Schwelle a, welche alle 3 Schuh unterstützt ist, theoretisch genommen, ein sehr geringes Gewichte verlangen, und würde ihrem Zwecke dennoch und gewiß entsprechen; aber, diese Schwelle wird auf dicke Piloten aufgezapft, kann also, der vielen und großen Zapfenlöcher wegen, vernünftigerweise nicht wohl schwächer als diese, und wohl auch nicht schwächer als die Endsbäume gemacht werden, weil das Tragende wenigstens eben so stark als das Getragene seyn muß. Bestimmt man daher zuerst nach der Jochweite die Dicke der Endsbäume aus der vorigen Tabelle, so erhält man hierdurch

*) Die Eisenstärke derselben wird nach §. 565 I. Theil, berechnet.

schon einen Anhaltspunct, von dem man sich nicht ohne Noth weit entfernen sollte. Hätte ein Strom an der nach §. 154 gewählten Stelle z. B. 120' zur Breite, so wäre es am flügsten, zwey Land- und zwey Mitteljoche zu erbauen, und zu Piloten, zu Schwellen, zu Sätteln und zu den Endsbäumen 16zölliges Rundholz zu nehmen. Macht man das Geländer aber so massiv, wie in Fig. 67, dann allerdings darf man etwas schwächeres Holz zu den Endsbäumen nehmen lassen, weil der Unterzug u sie alle in der Mitte unterstühet. Aber auf die Frage: um wie viel schwächer? müßte die trockne Antwort erfolgen: Rechne! das V. Buch des I. Theils lehrt es dir.

§. 171. Zu den Fochbrücken darf man auch wohl noch jene hölzernen Brücken zählen, deren Foch nicht aus Pfählen, sondern aus Mauerwerk bestehen, welsch letzteres seiner geringen Dicke wegen aber noch nicht Brückenpfeiler genannt zu werden verdient. Die Kärnthnerthorbrücke hat z. B. derley hohle, gemauerte Foch. Man gibt ihnen nur $\frac{1}{8}$ ihrer Höhe zur Dicke, weil sie durch aus keinen Seitenschub, sondern nur der verticalen Belastung zu widerstehen haben, fundiret sie aber eben deshalb so vorsichtig, wie dieß die §§. 616 und 617 I. Theil lehren. Die Anordnung des Balkenwerkes differirt keineswegs von jener der eigentlichen Foch- oder Pfahlbrücken.

S a t t e l b r ü c k e n .

§. 172. Hat man nur schwaches, aber doch langes Bauholz (ein Fall, der sehr häufig vorkömmt), dann hilft man so, wie die Fig. 68 zeigt, durch gestützte Sättel aa', auf welchen die Fig. 68. Endsbäume, und zwar gewöhnlich 2, oft 3 auf einander liegen. Senkrecht über ihnen liegen, von Klafter zu Klafter, 3zöllige Querbalken oder Träger, wieder senkrecht auf ihnen liegen von 3 zu 3 Schuh 3zöllige Brückenbalken, und erst auf diesen das Bruckholz. Die Sättel und jene doppelten oder dreyfach auf einander liegenden Endsbäume wiederholten sich jedoch nicht, wie früher alle 3 Schuh, sondern sind eine volle Klafter von einander entfernt. Sie zweckmäßig zu verbinden, dienen die hängsäulenartigen, immer doppelten Stützenbänder b, welche wieder durch doppelte Riegel o, o gerade so umklammert werden, wie die Stützen oder Streben c von den erstern umfasset wurden. Schraubennägel, deren Eisenstärke dem achtzehnten Theil ihrer Länge gleich gemacht wird, dienen zur Verbindung der einzelnen Theile, und dürfen nicht allzu farg angeordnet werden. Windkreuze (wie solche in Fig. 71. Q zu sehen sind) vermehren allerdings die Stabilität, sind jedoch hier nicht unbedingt nöthig. Wichtiger aber ist es, daß selbst bey dicken Pfeilern, der auf ihnen liegende Sattel aa' aus Einem Stücke gemacht werde, also von a bis a' reiche, weil sonst bey ungleicher Belastung der Brücke bedenkliche Sekungen entstehen könnten. Aus diesem Grunde muß auch der auf dem Landjoch aufliegende Stützensattel an der innern, der Erde zugewendeten, Pfeilerwand möglichst gut verankert werden, damit er nicht, ungeachtet der Stütze c, doch herausgerissen werden könne, wenn die größte Last gerade auf der Brückenmitte steht.

§. 173. Die Balkenstärke anbelangend, so dürfte hier die Bemerkung genügen, daß die auf einander liegenden, also doppelt oder drey-mahl so hohen Endsbäume, welche auf den Stützensätteln aa' ruhen, gleichwohl nicht vier- oder neun-mahl mehr als einfache zu tragen vermögen, wie man dieß aus dem §. 551 I. Thl. zu schließen versucht seyn könnte; und zwar aus dem einfachen Grunde nicht, weil sie zwar durch Schraubennägel verbunden, aber doch nicht verzahnt sind. Auch ist bey der Gevierteberechnung die Länge der Endsbäume ja nicht viel kürzer als die lichte Fochweite anzunehmen, weil die Stützensättel mehr eine nützliche Zugabe, als wesentliche Bestandtheile sind. Wenigstens ist es rätlich, sie nicht für allzu wesentlich zu halten! Auf der Simplonstrafe trifft man diese Construction bey einigen Brücken, nahmentlich bey der über die Veriola bey Crevola (siehe §. 100) an.

§. 174. Endlich gehören zu den Jochbrücken noch die gepflasterten Festungsbrücken, welche aber, weil sie bloß in Festungen vorkommen, in den letzten Theil dieses Lehrbuches verwiesen werden mußten. Hier benützt man diese Gelegenheit nur zu der Warnung: es sich ja nie einfallen lassen zu wollen, hölzerne Brücken je zu pflastern. Die Schwere des Sandes und des darauf ruhenden Steinpflasters ist nämlich an und für sich schon bedeutender, als die größtmögliche Belastung durch Menschengedränge; also ist seine Anordnung eine offenbare Verschwendung, weil erstere zu einer sehr unnöthigen und bedeutenden Vergrößerung der Balkengevierte zwingt. Holzwürfelpflaster ist jedoch aus den in §. 379 I. Thl. angegebenen Gründen nicht zu empfehlen.

Daß man in Galizien die kleinern Jochbrücken nach §. 46 beschottert, läßt sich allein aus dem dortigen Holzüberflusse erklären; die weit gespannten hölzernen Brücken hingegen, wie z. B. jene über den San bey Przemiss, jene über die Biala bey Tarnow etc. werden dort so wenig wie die Wiener Taborbrücken weder beschottert noch gepflastert, sondern mit Bruckholz belegt.

Von den schwebenden Brücken.

§. 175. Man versteht hierunter alle jene verschiedenen Brückenarten, welche dem Gesetze der Schwere zu spotten scheinen, und nicht mehr auf hölzernen Jochen, sondern auf steinernen Pfeilern erbaut zu werden pflegen. Sie theilen sich a) in Bogenbrücken, b) in reine Spreng-, c) in reine Häng-, d) in gesprengte Hängwerke und e) in steinerne Brücken.

Bogenbrücken.

§. 176. Nimmt man zu einer Brücke anstatt der Endsbäume gesprengte Kasse (I. Thl. §. 461), so erhält man die einfachste Bogenbrücke, die, eben desßhalb, vielleicht auch die empfehlenswerthe seyn dürfte. Wiebeking¹⁾ hat dieser Brückenart vorzügliche Aufmerksamkeit geschenkt und Unglaubliches geleistet. Seine über die Regnitz bey Bamberg im Jahre 1809 erbaute Bogenbrücke von 215' Spannung kann als das non plus ultra betrachtet werden, obwohl seine Regel, die er über das Verhältniß der Spannungen zu ihren Bogenhöhen festsetzte, ahnen läßt, daß man sogar 100 Klafter breite Flüsse mit solchen Brücken in einem einzigen Bogen von $8\frac{1}{2}$ Klafter Bogenhöhe übersehen könnte! Abgesehen davon, daß derley Riesenideen immer etwas Beklemmendes haben, und eher abstoßen als anlocken, so eignen sich nicht einmahl seine mäßigen Projecte, von denen viele wirklich ausgeführt wurden, zur Nachahmung; weil die seit 1812 gemachten Erfahrungen, leider! bestätigen, daß die (viel früher geäußerten) Bedenklichkeiten vieler unbefangenen Kunstverständigen, und namentlich jene des verstorbenen Reichenbach, in der That keine leeren Worte waren. Alles Holz trocknet nämlich im Laufe der Zeit nicht nur in der Breite und Dicke, sondern auch in der Länge etwas ein; flache hölzerne Bögen werden also nach Jahren etwas kürzer, und folglich (nicht etwas, sondern) bedeutend flacher werden; denn, da die Sehne immer dieselbe bleibt, so kann die Verkürzung des Bogens nur auf Unkosten der Bogenhöhe geschehen. Diese Senkung nimmt, wenn sie einmahl eintritt, schnell zu, und progressive gehen dann solche Brücken ihrem Ruine entgegen, weil ihre geringe Bogenhöhe bald aufgezehret ist, und weil die Quersinuse nach einem viel rapideren Verhältnisse als die flachen Bögen abnehmen. Das Lehrbuch erwartet daher Nachsicht, wenn es hier abbricht, und es dem mündlichen Vortrage, oder den Wanderungen durch die Modellsäle überläßt, hellere Begriffe von den Wiebeking'schen Bogenbrücken zu entwickeln.

¹⁾ Siehe dessen Wasserbaukunst III. Band, Seite 303 bis 428.

§. 177. Weniger abschreckend wäre der Gedanke, aus sehr massiven, stark gewölbten Lehrbögen (I. Thl. S. 388) Brücken zu erbauen. Der Strombaudirector Funk war der Erste, der im Jahre 1799 bey Minden über die Weser eine solche Bohlenbogenbrücke erbaute. Sie besteht aus sechs Oeffnungen, jede von 45 Schuh. — Bey dieser Oeffnung hätte denn doch wohl einfacher geholfen werden können!

§. 178. Endlich gehören zu den Bogenbrücken noch die gußeisernen Brücken der Engländer, die vor einigen Decennien so vieles Aufsehen machten, heut zu Tage aber nicht im besten Credite stehen. Die erste, je gegossene Brücke ist die von Coalbrookdale über die Savern, die aus fünf Rippen besteht, welche wie die Lehrbögen eines Bogengerüstes neben einander gestellt, und oben mit gußeisernen Platten überdeckt wurden, worauf ein leichtes Pflaster zu liegen kam. Die Rippen sind beynähe Halbkreise von 95' Durchmesser; sie bestehen aus mehreren Theilen, die wie die Ofenkacheln mit Rändern oder Lappen versehen sind, durch deren Hülfe man einen Theil an den andern zu schrauben, und somit aus mehreren solchen Theilen eine einzige Lehrbogenartige Rippe zu erzeugen vermochte. Sie wurde im Jahre 1779 im offenen Sande gegossen, und wog 7570 Centner.

§. 179. Kühner ist die von Wilson im Jahre 1803 bey Stains über die Themse erbaute Brücke, welche aus Rippen von 169' Spannung und 15' Bogenhöhe zusammengesetzt wurde, und 5400 Centner wog.

Die kühnste, gleichfalls von Wilson erbaute Brücke endlich ist jene über den Fluß Wear bey Wearmouth nächst Sunderland in der Grafschaft Northumberland von 221 Fuß Bogenweite, und 17 Fuß Bogenhöhe; sie wog nur 5000 Centner.

§. 180. Auf dem Continente ahmte man bald nach; und so erschienen mehrere solche Brücken in Paris, eine in Berlin über den Kupfergraben, eine in Niederschlesien von 40' Spannung zu Laasan, und endlich auch eine zu Baden nächst Wien, die 74½' Spannung und 22½' Bogenhöhe hatte, 400 Centner wog, zu Horschowitz gegossen wurde, aber schon am Tage ihrer Eröffnung (15. Juny 1815) mit 300 Menschen zusammensürzte; ein Loos, das auch mehrere englische Brücken, und namentlich die Brücke über den Fluß Team bey Stamford in Worcestershire getroffen hatte.

Die Badnerbrücke brach in 3 ähnliche Stücke. Die Arbeiter hatten durch zu scharfes Anziehen der Schrauben an den Rippenlappen Sprünge veranlaßt, und sie beym Anstreichen (ohne es anzuzeigen) gewissenlos mit Theer verklebt, wie solches die schmutzigen Bruchflächen nach dem Einsturze unwiderleglich bezeugten, welche nach §. 299 I. Thl. körnig und schimmernd hätten seyn sollen.

Anton Eckher hatte diese Brücke nach dem Muster der früher im §. 179 erwähnten Brücke bey Stains entworfen, starb aber noch vor Beendigung des Baues; in welchem Umstande Viele eine wichtige Ursache des Mißlingens finden.

§. 181. Beym Lichte betrachtet, eignen sich diese Brücken für unsere Länder bey weitem weniger, als für das holzarme England, woselbst jedoch das Eisen um einen Spottpreis zu haben ist, und wo Fröste äußerst selten sind. Erinnet man sich, daß in unserm Klima jede 10 Schuh lange Eisenstange im Winter um eine volle Linie kürzer als im Sommer werden muß¹⁾, eine 221 Fuß weit gespannte, gußeiserne Brücke also um beynähe 2 Zoll kürzer werden würde, so dürfte man in diesem einzigen Umstande Grund genug zur Entschuldigung finden, daß das vorliegende Lehrbuch hier abermahls abbricht, und auf die Modellsäle, oder auf Wiebeking's theoretisch-praktische Wasserbaukunde III. Band, Seite 429 bis 474, und auf Langsdorf's Straßen- und Brückenbaukunst, Seite 462 bis 499 verweist.

¹⁾ Siehe I. Thl. S. 294.

Keine Sprengwerke.

§. 182. Diese eignen sich etwas mehr zur praktischen Anwendung, doch setzen sie feste und hohe Ufer, oder wirkliche Widerlagen voraus, damit das Hochwasser die Sprengbänder a nicht erreiche; auch erfordern sie eine äußerst sorgfältige Anordnung, weil einseitiger Druck keiner Brückenart so nachtheilig wie dieser werden könnte. Keine Sprengwerke bestehen, wie die Fig. 71 zeigt, aus zwey Sprengbändern a, a und einem horizontalen Spannriegel b. Diese Balkenverbindung wiederhohlt sich bey schmalen Brücken wenigstens drey mahl unter der eigentlichen Brückenbahn, welche aus drey Schuh von einander entfernten Endsbäumen mn besteht, die wie gewöhnlich mit 3/4ölligem Bruchholz belegt sind. Wenigstens die beyden äußersten und der mittelste Endsbäum sollen wo möglich von einem Ufer zu dem andern reichen; bey den übrigen ist es hinlänglich, daß sie, wenn ihre Länge um $\frac{1}{2}$ geringer ist, alternativ gelegt werden; so zwar, daß, wenn der Eine auf der Schwelle m aufliegt, und bis v reicht, der folgende auf jener n aufgelegt werden, und bis u reichen müßte. Zur Unterstützung aller Endsbäume dienen die beyden starken Unterzüge, welche auf die Sprengwerke gerade dort aufgekämmt werden, wo die Spannriegel b mit ihren Sprengbändern a, a zusammenstoßen. In Fig. Q wurde dieser Unterzug mit c bezeichnet, in Fig. P mußte diese Bezeichnung, der Deutlichkeit wegen, unterlassen werden. Windkreuze v, 7 und u, 5, die sich am verständlichsten in Fig. Q repräsentiren, schützen den ganzen Bau vor Stürmen, und überhaupt vor jeder Seitenverschiebung, die bey schwerer Belastung wenigstens denkbar wäre. Endlich vollenden eiserne Schienen, Bügel und Schraubennägel zc. das, was dem Zimmermann durch seine Verbindungen zu erzielen unmöglich ist.

Fig. §. 183. Bilden die Sprengbänder a mit der horizontalen Brückenbahn Winkel von 30 Graden, so verhält sich in dem (nach §. 559 I. Thl.) verzeichneten Kräften-Parallelogramm 1, 3, 2, 4 die Diagonale 1, 2 zur Seite 1, 3 wie 1 : 2, also ist der Druck, den die Sprengbänder a nach der Richtung 1, 5 zu erdulden haben, doppel so groß, als die in 1 concentrirte Belastung p. Denkt man sich nun, um letztere zu bestimmen, mn durch 5 Punkte in 6 gleiche Theile getheilt, so kömmt, wenn die Länge des Spannriegels $b = \frac{mn}{3}$ ist, ein volles Drittel der ganzen Belastung auf den Punkt 1;

denn $\frac{1}{6}$ derselben kömmt auf die Schwelle m, $\frac{1}{6}$ auf jene n, und die übrigen $\frac{2}{3}$ auf den andern Unterzug. Ist nun die Brücke 36 Schuh lang, und im Lichten 15 Schuh breit, so enthält die Brückenbahn 15 Quadratlasten, und die größtmögliche Belastung beträgt folglich (nach §. 560 I. Theil) $15 \times 30 = 450$ Centner. Daher ist p oder 1, 2 = 150, der Druck 1, 3 aber 300 Centner. Dieser extremste Druck ist zwar, wie Fig. Q zeigt, auf 3 Sprengwerke a, a, a vertheilt; aber augenscheinlich muß das mittelste mehr als die äußeren leiden; und (weil bey Brücken sich Alles nach der Mitte drängt) nicht 100, sondern wenigstens 150 Centner zu tragen vermögen, also, weil seine Länge bey 14 Schuh beträgt, nach §. 545, I. Theil, ein $\frac{7}{8}$, besser aber ein $\frac{7}{3}$ ölliges Gevierte erhalten.

§. 184. Ist einmahl dieses bekannt, so gibt man, wegen der Gleichförmigkeit, allen übrigen Sprengbändern, und (obwohl 1, 4 kleiner als 1, 3 ist) sogar den Spannriegeln b dasselbe Gevierte; nicht aus Aengstlichkeit, sondern, weil es sich nicht der Mühe lohnt, eine neue Rechnung zu machen; vorzüglich aber weil die Spannriegelköpfe platt auf die Köpfe der Sprengbänder stoßen, und daher schon deswegen gleiche Ausmaße erhalten müssen.

Und jetzt erst sieht man in der Tabelle bey §. 161 nach, welches Gevierte die Endsbäume dieser Brücke erhalten werden. Sie dürfen, obwohl sie 40 Schuh lang sind, doch nur $\frac{7}{8}$, besser aber $\frac{7}{3}$ öllig gemacht werden, weil sie nur 11 bis 12 Fuß hohl liegen. — Das sehr einfache Resultat der ganz

zen Untersuchung lehrt also Folgendes: Man baue die Brücke Fig. 71 aus $\frac{7}{8}$ ölligem Tannenholze; nur zu dem Bruckholz und zu den Geländern lasse man $\frac{5}{8}$ ölliges verarbeiten.

§. 185. Endlich noch eine Bemerkung. Versenket man die Köpfe der Sprengbänder so in die felsigen Ufer, wie bey 5, so sammelt sich alles Regenwasser, das von u herabrinnt, in dieser Mulde, 71. und veranlasset in kurzer Zeit faule Balkenköpfe. Läßt man hingegen die Scharte so ausarbeiten, wie dieß bey 7 zu sehen ist, so wird dieß nicht geschehen; denn das Wasser kann längs der schiefen Fläche 7, 8 abfließen. Diese Bemerkung verdient im ganzen Brückenbaue mehr Beachtung, als sie zeither gefunden.

§. 186. Auch wäre es nicht gut, die Köpfe der Sprengbänder bey 5 oder bey 7 auf einer hölzernen Schwelle aufstehen zu lassen, weil diese an den betreffenden Stellen zusammengedrückt werden würde. Steinplatten von entsprechender Stärke (im vorliegenden Beispiele etwa von 2 Fuß Länge, 2 Fuß Breite, und 9 Zoll Dicke) dürften bey steinigten Ufern jenen Schwellen vorzuziehen seyn. Bey Erdböschungen müßten massive gemauerte Untersätze ihre Stelle vertreten.

§. 187. Um das, in der Praxis so äußerst lästige, Rechnen möglichst zu erleichtern, wird hier folgende Tabelle beygefügt, die (bey bekannter Länge, und bey gegebenem Gevierte) das Tragvermögen aller Säulen, Sprengbänder, Spannriegel und Streben, kurz, aller jener Balken, die einen Druck nach der Richtung ihrer Holzfasern zu erdulden haben, ohne weiters so angibt, wie dieß aus §. 545 I. Thl. folgt.

Jede Säule und jede Strebe trägt, wenn sie

10 Schuh lang und	15 Schuh lang und	20 Schuh lang und	25 Schuh lang und	30 Schuh lang und	35 Schuh lang und
4" dick ist, 32 Str.	6" dick ist, 72 Str.	8" dick ist, 128 Str.	10" dick ist, 200 Str.	12" dick ist, 288 Str.	14" dick ist, 392 Str.
5 . . . 80 "	7 . . . 137 "	10 . . . 320 "	12 . . . 432 "	14 . . . 548 "	16 . . . 716 "
6 . . . 144 "	8 . . . 230 "	12 . . . 576 "	14 . . . 744 "	16 . . . 870 "	18 . . . 1101 "
7 . . . 225 "	10 . . . 440 "	14 . . . 901 "	16 . . . 1075 "	18 . . . 1296 "	20 . . . 1520 "
8 . . . 320 "	12 . . . 720 "	16 . . . 1280 "	18 . . . 1490 "	20 . . . 1760 "	21 . . . 1764 "
9 . . . 437 "	14 . . . 1058 "	18 . . . 1749 "	20 . . . 2000 "	22 . . . 2374 "	22 . . . 2052 "
10 . . . 560 "	15 . . . 1260 "	20 . . . 2240 "	22 . . . 2516 "	24 . . . 2880 "	24 . . . 2592 "

Wäre anstatt des Geviertes einer Säule ihre Länge und jene Last bekannt, die sie quält, so findet man eben so leicht ihr Gevierte. Der in §. 183 früher gefundene Druck von 150 Centnern verlangt nämlich für ein 14 Schuh langes Sprengband 7 Zoll zur Dicke (das heißt, es muß $\frac{7}{8}$ öllig werden), weil ein 15' langes, von 137 Centnern gequältes auch 7" zur Dicke erhalten muß. Daß das erstere in §. 183 anstatt $\frac{7}{8}$, $\frac{7}{8}$ öllig angenommen wurde, geschah zum Theil, weil liegende oder schiefe Balken durch ihre eigene Schwere krumm würden, wenn man ihre verticale Seite nicht etwas vergößern wollte. Bey stehenden Balken oder Säulen fällt diese Sorge weg.

Keine Hängwerke.

§. 188. Das einfachste wird durch Fig. 73 vorgestellt. U ist seine Ansicht, V sein Querschnitt, Fig. und zwar etwas vor der Mitte genommen. Die Brückenbahn wird hier also nur von zwey Hängwerken getragen, welche sie rechts und links begränzen. Die Endsbäume a ruhen auf Unterzügen b, die beyderseits auf den Haupttramen c der Hängwerke aufliegen. Letztere bestehen aus den Streben d, und aus den Hängsäulen h, welche oben und unten durch starke Querrie-

gel i verbunden, diese und jene aber an den vier Ecken durch Büge k in ihrem rechtwinkligen Verbande erhalten werden. Die beyden untern Büge dienen hier zugleich noch als Radabweiser. Gegen Stürme und gegen das seitwärts Ausbeugen schirmen den ganzen Bau zwey oder vier Windkreuze, welche unter der Fahrbahn angebracht, und in Fig. V deutlich zu sehen sind, in Fig. U aber verdeckt werden.

Fig. 75. §. 189. Gewöhnlich neigen sich die Streben 30 Grad gegen die Haupttrame c, doch ver-
U. V. schlägt es nicht das Mindeste, die Höhe 1,6 dem vierten Theile der Spannung 5,7 gleich zu machen, wenn hierdurch nur die lichte Entfernung des obern Querriegels i über der Fahrbahn nicht geringer als 13 Schuh ausfällt, weil hoch gepackte Wagen sonst unter jenen nicht durchfahren könnten. (Siehe

II. Thl. §. 78 a.) Angenommen, 1,6 wäre $\frac{5,7}{4}$ also $= \frac{5,6}{2}$, so verhält sich die kleine zur größern

Kathete und zur Hypothenuse des rechtwinkligen Dreyeckes 1,6,5 wie 4:8:9, also verhält sich die Diagonale 1,2 zur Seite 1,3 des Kräfteparallelogramms 1,3,2,4 auch wie 8 zu 9, und folglich ist der Druck, den jede Strebe d nach der Richtung ihrer Holzfibern, nämlich von 1 nach 5 zu ertragen hat, um $\frac{1}{8}$ größer als die in 1 concentrirte Belastung.

§. 190. Nun unterstützt die Hängsäule h den Haupttram c aber gerade so, als ob mitten im Flusse eine Pilote eingeschlagen wäre, worauf der letztere aufliegen könnte. Also ist die in 1 concentrirte Last gerade der Hälfte, oder, weil zwey Hängwerke daran Theil nehmen, dem Viertel der ganzen Brückenbelastung gleich. Diese letztere beträgt nun im äußersten Falle (wenn, wie hier, die Brücke nach Abschlag der hölzernen Geländer 15 Schuh breit ist) $8 \times 2\frac{1}{2} \times 30 = 600$ Centner, also ist die auf die Hängsäule kommende Last = 150, und folglich der Druck, den die 27' lange Strebe d aushalten muß, gleich $\frac{2}{3} \times 150 = 169$ Centner. Da nun nach der Tabelle in §. 187. eine 25' lange und 10 Zoll dicke Strebe schon 200 Centner zuverlässig zu tragen vermag, so wird unsere 27' lange Strebe sich gewiß auch mit einem $\frac{4}{10}$, besser mit einem $\frac{4}{11}$ hölzernen Gevierte begnügen, und dieß zwar vorzüglich, weil (nach I. Thl. §. 545 Zeile 14) kein derley Balken je weniger als $\frac{1}{30}$ seiner Länge zur Dicke erhalten dürfe, der dreyßigste Theil von 27' aber mehr als 10, jedoch weniger als 11 Zoll beträgt. Unsere Streben erhalten also ein $\frac{4}{11}$ hölzernes Gevierte.

§. 191. Da die Hängsäulen aus zwey Stücken bestehen ¹⁾, und die Streben oben umklammern, so können diese einzelnen Stücke kein geringeres als ein $\frac{4}{10}$ hölzernes Gevierte erhalten, weil sonst mehr Holz weggeschnitten werden würde, als dort übrig bleibt, wo jene Umklammerung Statt findet.

§. 192. Und folglich muß ganz aus demselben Grunde die Breite des Haupttrames c auch gleich 10 Zoll seyn. Seine Höhe findet man aus der Formel $PL = BH'$, wo $L = 24'$, und $B = 10''$ bekannt, P aber zu suchen ist. Da die größtmögliche Belastung der gesammten Brücke 600 Centner beträgt, welche gleichförmig auf den zwey Haupttramen c vertheilt ist, so kommt auf den Theil 5,6 ein Viertel von 600, also 150 Centner. Unser P stellt aber nicht gleichförmig vertheilte, sondern auf die Mitte concentrirte Belastung vor, ist also nur halb so groß, nämlich $P = 75$. Daher $75 \times 24 = 10H'$, und $H = 14$ Zoll. Die beyden Haupttrame c müssen folglich ein $\frac{4}{11}$ hölzernes Gevierte erhalten.

§. 193. Das Gevierte der Unterzüge h hingegen muß nach dem örtlichen Druck ausgemittelt werden; denn, wenn ein sehr schwerer Güterwagen oder ein Vierundzwanzigpfünder über die Brücke rollt, so kommen 2 Räder auf ihn. Der örtliche Druck ist daher zweymahl größer als 38 Centner, also P beynähe 76 Centner. Zwar sind sie fast 16' lang, liegen aber kaum 14' hoch. Also

¹⁾ Siehe I. Thl. §. 464 Fig. 175.

ist $L = 14$. Und folglich müssen sie (nach §. 555 I. Thl.) ein $\frac{9}{12}$, oder (wenn man sie wie die andern Fig. Balken auch 10'' breit machen wollte) ein $\frac{10}{14}$ ölliges Gevierte erhalten. 73.

§. 194. Somit ist alles berechnet; denn daß die Endsbäume ein $\frac{6}{8}$ ölliges Gevierte erhalten müssen, wenn wie gewöhnlich die Unterzüge b, b 10 bis 12 Schuh aus einander liegen, folgt schon aus der Tabelle bey §. 161. Für die Quervergel, für die Büge, für die Windkreuze zc. wird nicht gerechnet, weil das Gevierte des verbindenden nie viel kleiner als das bekannte Gevierte, des verbundenen Holzwerkes seyn darf.

§. 195. Im §. 563 I. Thl. hieß es: Vorköpfe müssen die doppelte Balkenstärke zur Länge erhalten. Hier ist diese Bemerkung höchst wichtig. So muß z. B. der Vorkopf 8.9 wenigstens 28'' zur Länge erhalten, wenn das Hirnholz dort nicht auspringen soll. Dasselbe gilt für alle übrigen Vorköpfe; nur die minder wichtigen, wie z. B. jene 10, begnügen sich mit weniger.

§. 196. Endlich muß hier noch beygefügt werden, daß es nicht rätlich sey, solche Brücken breiter als (inclusive Geländer) 16 Schuh zu machen, selbst wenn die Straße 30' breit seyn sollte. Hier ist es viel zweckmäßiger, zwey solche Brücken knapp neben einander zu stellen, und die Eine für die hin-, und die Andere für die herfahrenden Wagen zu bestimmen. Wird nun im Laufe der Zeit, wie dieß immer zu erwarten ist, eine oder die andere Brücke schadhaft, so trägt man sie ab, und erbaut dafür eine neue, ohne daß die Communication über den Strom gehemmt worden; denn, die andere Brücke hilft aus. Diese Bemerkung ist so wichtig, daß man allenthalben, wo es thunlich ist, auf sie Rücksicht nehmen sollte.

Gesprengte Hängwerke.

§. 197. Unter dieser Benennung werden alle jene verschiedenen, oft wunderlichen Combinationen verstanden, die in holzreichen Ländern von fähigen Männern vorgeschlagen wurden, um Häng- und Sprengwerke mit einander zu verschmelzen. Vorzüglich die Deutschen haben sich in diesem Fache versucht, und ausgezeichnet. Die von Grubemann bey Schaffhausen über den dort 59 Klafter breiten Rhein erbaute Brücke wird, obwohl sie längst im Kriege 1800 verbrannt wurde, heut zu Tage doch noch in Modellen und Zeichnungen bewundert. Eben so erstaunenswerth, (nur nicht so weltbekannt), sind die Leistungen des genialen Groß. — Es kann hier der Ort nicht seyn, sie alle aufzuzählen und zu beleuchten; denn, das nähme kein Ende. Uns genügt, die einfachern, woraus man etwas lernen kann, zu zergliedern.

§. 198. Das einfachste gesprengte Hängwerk wird durch Fig. 72 im kleinern Maß: Fig. stabe vorgestellt; sein Querschnitt weicht, im Wesentlichen, von jenem Fig. 73 V nicht ab. Es besteht aus zwey Sprengbändern a und a' , einem Spannriegel b , aus zwey Hängsäulen c , welche die Brücke in drey gleiche Theile so abtheilen, daß auf jede derselben $\frac{1}{3}$, oder (weil zu beyden Seiten der Brücke ein solches Hängwerk ist) $\frac{1}{6}$ der ganzen Brückenbelastung kömmt. Aus dem Kräften-Parallelogramm 1, 3, 2, 4 ist also 1, 2 und 1, 3 bekannt, und folglich lassen sich, wie früher umständlich gelehrt wurde, die Gevierten aller wichtigen Trame spielend berechnen. — Wird wirklich die Rechnung gemacht, so findet man, daß in Fig. 72 die Sprengbänder und Spannriegel von $\frac{12}{15}$, die Hängsäulen aus zwey Balken jeder von $\frac{12}{12}$, der Haupttram d von $\frac{12}{15}$, die Unterzüge von $\frac{9}{12}$, die Endsbäume aber von $\frac{6}{8}$ ölligem Holze gemacht werden müssen; vorausgesetzt, daß die lichte Breite der Brücke ohne Geländer 15', ihre Länge 15°, und die Neigung der Sprengbänder so wie in §. 189 angenommen worden; nämlich, daß sich 1, 2 zu 2, 3 zu 1, 3 wie 4: 8: 9 verhalte.

§. 199. Errichtet man nebst den zwey bestehenden Hängsäulen noch drey andere von den 3 Punkten a, b und a' herab, und unterstützt sie durch die (nicht gezeichneten) Streben $5, a$ und $6, a; 6, b$ und $7, b; 7, a',$ und $8, a'$, so erhält man eine Skizze von der ehemahls bestandenen Mannheimmer

Brücke, deren Erbauer aber dabey noch nicht stehen blieb, sondern zwischen den so eben aufgezählten fünf Hängsäulen, deren noch sechs detto für nöthig erachtete. Da diese Brücke nur 20 Klafter zur Länge hatte, so wird begreiflich, daß Simplicität ihr eben nicht vorgeworfen werden könne, so einfach auch das Princip war, welches dem Entwurf zum Grunde lag ¹⁾.

Fig. 74. §. 200. Beschreibt man durch die drey Punkte 1, 4 und 7 den Bogen 1, 4, 7, theilt ihn durch die Punkte 2, 3, 5 und 6 in mehrere gleiche Theile, und vereinigt jene mit dem Mittelpuncte des Bogens 1, 4, 7, so erhält man die Richtungen der schiefen Hängsäulen, welche bey großen Spannungen zweckmäßiger als verticale seyn dürften. Trägt man ferner 1, 2 von 1 nach 8 zurück, und zieht die Sehnen 8, 2; 2, 4 und 4, 6, so erhält man die Richtungslinien der obersten Sprengbänder. Die zweyte und die vierte Reihe Sprengbänder läuft beynah parallel mit den (nicht gezogenen) Sehnen 1, 3 und 3, 5; die dritte Reihe hingegen wird nach Anleitung der Fig. eingetragen. Kleine, ja sogar merkliche Anomalien dürfen hier nicht befremden, denn sie sind vollkommen unschädlich. Betrachtet man diese Construction aufmerksam, so läßt sich ein sehr scharfsinniges Alterniren hierin nicht verkennen. Es stoßen nämlich die Sprengbänder der obersten und der dritten Reihe in den Hängsäulen 2, 4 und 6, die Sprengbänder der zweyten und vierten Reihe hingegen in den Hängsäulen 3 und 5 zusammen, welches eine lehrbogenartige Holzverbindung gibt, die den schwersten Lasten zu trozen vermag, wie dieß die Bogengerüste der Brücke von Neuilly zur Genüge bewiesen haben. Auch eignet sie sich für jede noch so große Spannung, welche Behauptung durch die 54°, sage: vier und fünfzig Klafter weit gespannte hölzerne Brücke bekräftigt wird, welche der k. k. Straßendirecteur Groß in den Jahren 1807 und 1808 über die Waag bey Szuczán im Turoker Comitat nach einem ähnlichen Princip erbaute. Sie hat nicht weniger als 23 in einem Mittelpuncte zusammenlaufende Hängsäulen! Ihre Streben sind allemahl aus 2 Balken zusammengesetzt, und so gerichtet, daß, wenn die erste Strebe von dem Landjoch zur zweyten Hängsäule reicht und hier endet, die zweyte Strebe von der ersten Hängsäule zur dritter Hängsäule reicht, und so weiter. Das Alterniren, worauf früher aufmerksam gemacht wurde, findet also bey der Szuczaner Brücke so gut Statt, wie bey der Fig. 74, nur wird die Richtung der Sprengbänder nicht, wie hier, durch Sehnen bedingt.

Es würde unverständlich werden, und doch zu nichts führen, wenn dieser §. durch eine umständlichere Beschreibung dieses ungeheuren Werkes länger gedehnt würde, weil Groß selbst keine schriftliche Belehrung über seine Bauart hinterlassen hat, und weil es unmöglich ist, aus den, nach seinem Tode (1808) bekannt gewordenen Angaben, Regeln abzuleiten. Siehe das Schriftchen: Galiziens Straßen- und Brückenbau, von J. G. Jeckel, Wien 1809, bey Geistinger.

Fig. 74. §. 201. Um die Balkenstärke des gesprengten Hängwerkes Fig. 74 (welches wir bey den steinernen Brücken als Bogengerüste wieder brauchen werden), wenigstens annäherungsweise zu berechnen, denke man sich, als ob das Ganze nur ein einfaches Hängwerk wäre, dessen Streben mit dem Horizont den Winkel 4, 2, 6 bildeten. Sofort verzeichne man sich das Kräfte-Parallelogramm 4, 8, 9, 10, und suche aus demselben jenen Druck, den dessen Streben nach der Richtung der Holzfibern zu erdulden hätten. Da kein Balken je schwächer als $\frac{1}{30}$ seiner Länge seyn darf, und in diesem Falle jeder Quadrat Zoll seines Geviertes wenigstens 2 Centner trägt, so dividire man jenen Druck durch 2, und man erhält eine gewisse Anzahl Quadrat Zolle, welche das Gevierte der Streben des idealen einfachen Hängwerkes haben müßte. Und gerade so viele Quadrat Zolle müssen folglich die Gevierte sämmtlicher Sprengbänder in Fig. 74 erhalten.

¹⁾ Siehe die Brücke über die Brenta bey Cismone in der Uebersetzung des Palladio von Leoni II. Bd. VII. Cap. p. 19.

Wird die Rechnung wirklich gemacht, so findet man, daß sich die Diagonale zur Seite des Parallelogrammes 4, 8, 9, 10 wie 43:100 verhalte. Von der ganzen Belastung darf man hier aber kaum $a m$, und $n b$ abschlagen ¹⁾; die ganze auf $m n$ kommende Last quält das Balkenwerk der Brücke. $m n$ ist im vorliegenden Falle etwa 11° , und, gilt das Profil V auch für diese Brücke, so wiegt die auf $m n$ ruhende größtmögliche Belastung $11 \times 2\frac{1}{2} \times 30 = 825$ Centner. Da 2 Hängwerke daran Theil nehmen, so kommt auf Eines 412 Centner. Nun verhält sich diese Last zum Drucke, wie 43:100, also ist dieser letztere = 958 Centner. Diese Zahl durch 2 getheilt gibt 479 Quadratzoß für das Gevierte jener idealen Strebe. Daher muß, weil in Fig. 74 vier Reihen Sprengbänder angeordnet wurden, jeder Reihe ein Gevierte von $\frac{479}{4} = 119$ Quadratzoß gegeben werden. Also sind diese Trame $\frac{10}{12}$ ßllig zu machen.

§. 202. Die meisten der zuletzt genannten Brücken werden, damit sie länger dauern, mit einem leichten Schindeldache eingedeckt, und ihre Wände mit Bretern verschalet. Dieß hat Ungemach zur Folge. Entweder leiden sie unendlich viel von Stürmen, und sind finster wie Särge; oder, der Wind jagt so viel Regen (noch mehr aber Schnee) durch die vielen gelassenen fensterartigen Oeffnungen auf die Brücke, daß man in Versuchung kömmt, zu zweifeln, ob das Dach die Brücke wirklich vor Nässe schütze. Gleichwohl spricht die Erfahrung zu Gunsten gedeckter Brücken, so häßlich sie auch aussehen. Viele der von Groß erbauten Brücken dieser Art haben bereits eine mehr als fünfzigjährige Dauer für sich; und die im Jahre 1752 erbaute gedeckte Innbrücke bey Finstermünz stand noch am 3. July 1824 wohl erhalten da. Die ungedeckten Taborbrücken hingegen dauern nur — 10 Jahre!

§. 203. Vielleicht versteht es sich von selbst, daß bey allen weitgespannten Brücken gesprengte Kasse dort angewendet werden müssen, wo die natürliche Länge der im Lande wachsenden Bäume zu gering gegen die Spannung ist. Also ist der Haupttrame d in Fig. 72 nicht ein einzelner 90 Schuh langer Balken, sondern ein, nach I. Thl. §. 461 erzeugtes, gesprengtes Roß.

§. 204. An der Simplonstrasse bey dem Dorfe Versal unweit Brig im Walliserlande Fig. fand man es für nöthig, die dortige hölzerne Brücke von 60 Schuh Spannung und 20 Schuh 69. Breite aus fünf Rippen zusammenzusetzen, wovon jede einzelne so aussieht, wie die Fig. 69 lehret. Hier sind Balkenbögen, Sprengwerke und Stützensättel zusammengeschmolzen. Die fünf Hängsäulen sind hier offenbar mehr wegen des Zusammenhanges nach der Breite, als wegen Vermehrung des Tragvermögens angeordnet. Die gefällige Form des ganzen Werkes, besonders aber jene der Landjoche fand allgemeine Anerkennung.

§. 205. Endlich verdient hier noch die, von dem englischen Ingenieur Major John By im Fig. Jahre 1811 erfundene Construction Fig. 70 Aufmerksamkeit. Bisher waren die Geländer Neben- 70. sache, hier werden sie zur Hauptsache. Der leere Raum zwischen dem oberen und dem unteren Haupttrame a und b wird durch zwey neben einander fortlaufende Reihen hölzerner Streben ausgefüllt, die sich in gußeisernen Pfannen, oder auch wohl nur in seichten Vertiefungen jener Haupttrame enden, und daselbst Hirnholz an Hirnholz stoßen. So einfach die ganze Anordnung aussieht, und auch wirklich ist, so wird hier gleichwohl ersucht, besonders den Querschnitt Z aufmerksam zu betrachten; denn die Streben kreuzen sich in der That nicht, weil sie sonst überblattet, also bedeutend geschwächt werden müßten. Starke eiserne Bolzen, oder (hier richtiger) Hängeisen 1, 2. verbinden jene Trame, und tragen zugleich auch die Unterzüge c, auf welchen die Brückenbahn auf-

¹⁾ Wären die Haupttrame schwächer, als die hier gezeichneten, so dürfte gar nur die Hälfte von $a m$ und $b n$ abgeschlagen werden.

liegt, die, um aller Windkreuze entbehren zu können, bloß aus zwey dreyzölligen Pfostenlagen besteht. In der untersten Lage liegen die Pfosten parallel mit den Haupttramen, in der obern Lage aber liegen sie schief; und zwar unter einem Winkel von 45° . Im Querschnitt Z ist dieses anzudeuten vorzüglich unterlassen worden, weil es undeutlich, also auch unverständlich ausgefallen wäre.

Die $\frac{1}{3}$ zölligen Haupttrame a und b sind keineswegs Balken, sondern sie bestehen aus vier langen, 15 Zoll breiten, dreyzölligen Pfosten, welche auf die kunstloseste Art durch alternirende Zusammenstückelung höchst zweckmäßig verbunden sind, und, was eben so wichtig ist, beliebig (nach B y bis auf 400 Fuß) verlängert werden können. Seine Brücken bestehen, der Breite nach, aus vier Abtheilungen; nämlich aus zwey Fahrbahnen, jede von 11 Schuh, und aus zwey Gehwegen, jeder von 6 Schuh Breite. Diese Bahnen sind durch 3 eben solche gesprengte Hängwerke von einander geschieden, wie diejenigen sind, die sich zu beyden Seiten der Brücke Fig. 70 befinden. Also wird jeder Unterzug durch 5 Hängeisen 1, 2 getragen.

So anziehend eine fortgesetzte Untersuchung dieser originellen Construction auch immer wäre; das vorliegende Lehrbuch könnte sich dieselbe gleichwohl nicht erlauben, ohne sich von seinem Ziele zu entfernen.

Steinerne Brücken.

§. 206. Was man nachbilden lernen will, muß man kennen. Deshalb mag der, später folgenden, Abhandlung hier eine möglichst gedrängte Beschreibung jener merkwürdigen Brücken vorgehen, die auf irgend eine Art Celebrität erlangt haben, oder unser Interesse in vaterländischer Hinsicht erregen, oder unsere Aufmerksamkeit in wissenschaftlicher Hinsicht in Anspruch nehmen. Mehrere derselben wurden bereits in den frühern Theilen dieses Lehrbuches erwähnt, hier — möge man sie betrachten.

Fig. 75. §. 207. Das größte je erbaute steinerne Gewölbe ist die alte, zur Stunde noch immer befahrene Brücke von Vieille Brioude Fig. 75, von der wir im I. Thl. §. 581 gelernt haben, kein Gewölbe, es heiße wie es wolle, je dicker als 4 Schuh zu machen ¹⁾. Sie wurde im Jahre 1454 erbaut, bekam aber später einige Sprünge. Dieser Umstand, ihre geringe Breite, und die steilen Auffahrten waren Veranlassung zur Erbauung einer neuen Brücke bey dem nahen Dorfe Bajace. Diese stürzte aber bald nach ihrer Erbauung ein. Noch einmahl baute man sie wieder auf, aber auch diese riß ein Hochwasser fort. Also reparirte man die verachtete, alte Brücke, und — sie wird zur Stunde noch immer befahren! Ihre Spannung ist die größte bekannte; sie beträgt $167' - 5'' - 7'''$; die Höhe des Bogens $64' - 7'' - 9'''$; die Gewölbsdicke am Schlusse 4 Schuh.

Fig. 76. §. 208. Nach ihr hat die Brücke von Verona Fig. 76 den größten, das heißt, den weitgespanntesten Bogen. Gauthey ²⁾ gibt ihm $150'$, Wiebeking ³⁾ aber nur $137'$ zur Spannung. Die Brücke führt von der Stadt zum Castell, und hat drey sehr ungleiche Oeffnungen. Für die Schifffahrt ist diese Anordnung nichts weniger als gleichgültig. Hätte sie drey gleiche Oeffnungen erhalten, so wäre keine hoch ausgefallen. Sie wurde im Jahre 1354 unter Can grande della scala erbaut.

Fig. 77. §. 209. Die Brücke bey Rialto zu Venedig ist nicht sowohl wegen ihrer Spannung, als vielmehr wegen des Umstandes bemerkenswerth, daß sie auf Stufen erstiegen wird, für Pferd

¹⁾ Daß die Tab. XII. im I. Theile die Gewölbsdicken bis auf 200 Schuh Spannung angibt, geschah mehr, um das Geseh erkennlich zu machen, welchem die übrigen Gewölbsdicken folgen, als um für solche excessive Spannungen Angaben zu machen.

²⁾ Traité de la construction des ponts T. I. p. 26.

³⁾ Siehe dessen Wasserbaukunst III. Bd. die Tabelle ad pag. 484.

und Wagen aber impracticabel ist. Da Gondeln und Schiffe, welche dort die Stelle der Wagen vertreten, unter ihr durchfahren, so mußte sie hoch erhoben werden. Sie ist bedeutend breit, gedeckt, hat zu beyden Seiten Krambuden, und drey Wege für die Fußgeher, wovon der mittelfte der breiteste ist. Michael Angelo erbaute sie im Jahre 1578 aus Marmorblöcken.

§. 210. Im höchsten Grade imposant ist die Brücke Fig. 78, welche der Herzog Galeas Visconti von Mailand bey Pavia über den Ticino aus Ziegeln erbauen ließ; nur die Pfeiler 78. sind mit Marmorblöcken verkleidet. Sie hat sieben gothische Bögen von 66 Schuh Spannung, wozu bey zu merken, daß auch die obern Oeffnungen a, a hohl sind, das Wasser also durchströmen würde, wenn der reißende Tessin diese Höhe erreichte. Die Fahrbahn b c ist mit leichten, gothischen Gewölben überdeckt, die auf schlanken Säulen von farbigem Marmor ruhen. Weißmarmorne Balustraden vertreten die Stelle der Brückengeländer.

§. 211. Die Prager Brücke Fig. 79 wurde vom Kaiser Carl IV. (der im Jahre 1378 starb) erbaut; Peter Arler, ein Sohn von Peter Arler aus Gmünden, soll ihr Erbauer gewesen seyn ¹⁾. Sie hat 18, jedoch sehr ungleiche Bögen. Ihre ganze Länge beträgt 742 Schritte, Fig. also bey 1780 Fuß, ihre Breite wird inclusive Geländer auf 33' angegeben. Sie ist ganz aus Quadern erbaut, und so fest, daß sie den Zerstörungsversuchen der Schweden im dreyßigjährigen Kriege glücklich entging. Nur die Wuth der Elemente in dem berühmten Jahre 1783 bis 1784 beschädigte 3 Pfeiler an ihren Fundamenten, welcher Schade aber bald wieder verbessert wurde. Sie ist zu beyden Seiten mit 29 zum Theil sehr schönen Statuen verzieret. Durch den Tod des heil. Johann von Nepomuck in dem Jahre 1383 hätte sie schon Celebrität genug erlangt ²⁾, wenn auch Alter, und Größe sie nicht unter den deutschen Brücken ausgezeichnet hätte.

§. 212. Die Regensburger Brücke wurde im Jahre 1135 unter Heinrich dem Stolzen, Herzog von Bayern erbaut. Sie hat 15 ungleiche Bögen, ist 930 Schuh lang, aber 80. nur 20 Schuh breit. Auch ihre Gehwege sind ungemein schmal, und die Brückengeländer, welche bloß aus stehenden Steinplatten bestehen, so dünn, daß ihre Festigkeit wirklich in Erstaunen setzt. Rings um die Fundamente der Brückenpfeiler sind Piloten geschlagen, und der Raum ist mit Steinen ausgefüllt, wodurch eine ganz ungeheure Aufstauung oberhalb der Brücke entsteht, die Anlaß zu vielen Ueberschwemmungen gegeben hat. Wiebeking hat diesen Uebelstand grell beleuchtet.

§. 213. Die Dresdner Brücke Fig. 81 ist unstreitig die schönste Brücke Deutschlands. Sie hat 18 Bögen, jedoch von ungleichen Ausmaßen, und ungeheurer dicke Pfeiler ³⁾, 81. die bis zur Höhe der Fahrbahn hinaufreichen, und daselbst ebene und herrliche Terrassen bilden, welche mit Bänken besetzt sind. Diese Brücke hat eiserne Geländer; für eine alte Brücke eine seltene Empfehlung! Ihre vermahlige Schönheit verdankt sie dem Baumeister Poepelmann, der die im dreyzehnten Jahrhundert erbaute, zum Theil eingestürzte alte Brücke (1727 bis 1731) unter Augusts Regierung wieder restaurirte. Die ganze Länge dieser Brücke beträgt 550 Schritte oder 1320', ihre ganze Breite 35', die Breite jedes Trottoirs aber $4\frac{1}{2}$ Schuh.

§. 214. Die Westminster Brücke über die Themse zu London Fig. 82 verdient in hydro-technischer Hinsicht unsere Aufmerksamkeit. Es ist dieselbe, von welcher bereits im III. Thl. §. 209 gesprochen werden mußte. Sie wurde von dem genialen Erfinder der Senkschiffe, Labeley, in den Jah- 82.

¹⁾ Wiebeking's theoretisch-praktische Bürgerl. Baukunde II. 104.

²⁾ Auf dem Piedestal der Statue liest man: Divo Joanni Nepomuceno, anno 1383 ex hoc ponte dejecto, erexit M. L. A. de Wunschwitz anno 1683. Durch diese letztere Zahl vielleicht mag Gauthey verleitet worden seyn, das Erbauungsjahr dieser sehr alten Brücke auf 1638 zu setzen. Siehe dessen Werke I. Bd. S. 32.

³⁾ Langsdorf gibt in seiner Anleitung zum Straßen- und Brückenbau, S. 217, den Durchmesser der Bögen auf 68', die Pfeilerdicke auf 28', und die Gewölbstärke auf 6' an.

ren 1738 bis 1750 erbaut, welcher seiner Erfindung hier den Stempel der Reife aufdrückte. Zwar senkte sich einer von den Pfeilern, aber die Abhülfe durch Belastung war origineller, als der Unfall bedenklich war. Diese merkwürdige Brücke verbindet Westmünster mit Southwark, ist 1223 Fuß lang, 44 Fuß breit, ruht auf 14 Pfeilern und 2 Landjochen, und hat 500,000 Pf. Sterling gekostet. Ihre 15 Bögen sind ungleich breit. Jene nahe am Ufer sind die schmalsten, die folgenden, sich der Mitte nähernden Bögen werden immer weiter, und der mittlere endlich hat die größte Spannung, nämlich 72 Schuh. Nothwendigerweise ist der mittlere Bogen also auch der höchste, und die Bahn steigt folglich von beyden Ufern gegen die Mitte der Brücke. Dort wo die Schifffahrt Beachtung verdient, verdient auch diese Anordnung Empfehlung, wie bereits bey der Veroneser Brücke bemerkt wurde.

§. 215. Die Dreyfaltigkeitsbrücke über den Arno zu Florenz ist die schönste Brücke Italiens. Fabroni nennt sie die *Venere dei Ponti*. Sie wurde in den Jahren 1566 bis Fig. 1570 von dem berühmten Ammannati erbaut, und hat nur drey Bögen, von denen die beyden 83. äußern 82', der mittlere aber 90 Schuh Spannung haben. Also auch hier wurde das Bedürfnis gefühlt, der größern Strömung in der Strommitte eine größere Abflußöffnung einzuräumen! Ihre A. B. Bögen sind sehr gedrückte Ellipsen, oder gar, wie Einige wollen, Parabeln¹⁾; Anlauf und Ursprung lägen sonach in einem und demselben Punkte. Die Höhe des Bogens ist dem Sechstel der C. D. Spannung gleich. Die Gewölbstärke beträgt nicht ganz 3 Schuh, ist also dem dreißigsten Theil der Spannung gleich, und, was merkwürdig ist, das Gewölbe besteht nicht aus Quadern, sondern bloß aus Bruchsteinen (*moellons*). Noch merkwürdiger endlich ist der Umstand, daß ihre Pfeiler auf einem Radier (III. Thl. §. 229) erbaut wurden.

Fig. Um vollkommen richtige Begriffe von dieser, in wissenschaftlicher Hinsicht höchst interessanten 83. Brücke zu entwickeln, wird hier in Fig. 83 nicht bloß ihre Ansicht A, sondern auch ihr Grundriß B, A. B. ihre *Vue d'oiseau* C, und endlich auch ihr Querschnitt D (letzterer, um der Deutlichkeit Willen, C. D. nach dem doppelten Maßstabe) beygefügt. Der einfache, zu allen bisher erwähnten steinernen Brücken gehörige Maßstab ist oberhalb der Fig. 75 zu suchen; er überhebt den Verfasser von allzu unständlichen Detailsangaben, die gewöhnlich mehr verwirren, als belehren.

Mit dem Bau der so eben beschriebenen *Trinità*-Brücke ging der Welt ein Licht auf, fähig, alle Jene zu erleuchten, die nach Erleuchtung verlangten. Die Brücke ist nicht fehlerfrey; aber — sie wurde im sechzehnten Jahrhundert gebaut, und was mehr sagen will, sie mußte die Bahn brechen; höchst verzeihlich sind in solcher Lage die meisten Fehler. Sie hier aufzuzählen, wäre eben so undankbar als anmaßend; schonende Aufdeckung einiger Blößen muß (um sie vermeiden zu lernen) für jene Fälle aufgespart werden, wo in viel späterer Zeit bey weitem grellere Fehler begangen wurden.

Fig. §. 216. Die Brücke von Neuilly über die Seine zwischen Paris und Versailles Fig. 84 84. ist die herrlichste Brücke Frankreichs, und der neuern Zeit²⁾. Sie wurde in den Jahren E. F. 1768 bis 1774 von Perronet erbaut; ein hochgefeyrter Name in den Lehrbüchern der Architektur! Sie besteht aus 5 gedrückten Bögen, jeder von 120 Schuh Spannung und 30 Schuh Bogenhöhe; die Gewölbstärke beträgt 5 Schuh, die Widerlagen (Landjoch) sind 34, die mittlern vier Brückenpfeiler aber nur 13 Schuh dick. Der Anlauf der Bögen ist mit dem niedrigsten Wasserstande gleich hoch; eine Anordnung, die wohl keine Nachahmung zu verdienen scheint, weil der hieraus entspringende Nachtheil nur selten, wie hier durch eine Vergrößerung der Bogen-

¹⁾ Souvenirs polytechniques p. M. G. Goury aîné pag. 120.

²⁾ Description des projets et de la construction des ponts p. Perronet T. I. p. 1—66.

öffnungen, nie aber durch Cornes de vache c, c wieder gut gemacht werden kann. Es sind diese eigene Verflächungen des scharfen Randes der Brückengewölbe, welche die Schönheit des Werkes ungemein erhöhen, und hier für nöthig erachtet wurden, um dem Hochwasser und dem Eise einen leichteren Durchgang unter der Brücke zu verschaffen. Der Anlauf aller fünf Bögen ist nämlich, wie Fig. E zeigt, um volle 23 Schuh niedriger als das Hochwasser! Am besten lernt man diese Ruhhörner c, c aus dem Querschnitt F kennen. Sie erschweren (und vertheuern folglich) den Bau, beurfunden weiter nichts, als den Scharfsinn und die Geschicklichkeit des Baumeisters, der diese enorme, durch die Verhältnisse herbeigeführte Schwierigkeit glücklich zu überwinden vermochte, und können, außer in Nothfällen, mit Ueberzeugung nicht empfohlen werden. — Viel einfacher half in ähnlicher Lage Ammanati ab, der doch nur sehr wenig gegen das hydrotechnische Gesetz: dem Hochwasser einen möglichst freyen Durchlaß zu gewähren, verstoßen hatte, wie diese aus Fig. 83, A erhellet, wo beyde Wasserstände angegeben wurden. Er schärfte die Kanten seiner Gewölbe zwar auch etwas, aber überall gleich, und ringsum ab, wodurch die Sache, selbst Fig. für die Werkleute, verständlich, also leicht ausführbar wurde. Im Querschnitt D, wenn er 83. aufmerksam betrachtet wird, begreift man das erst, was man in der Ansicht A zwar gesehen, im Grundriß B aber vielleicht kaum geahnet hat. — Ferner wurde der Hufschlag h für die Pferde des Fig. Gegenzuges, wie es allerdings seyn soll, unter der Brücke, aber nicht an seiner rechten Stelle 84. knapp am Wasserrande angeordnet; denn so müssen die Pferde zuerst ausgespannt, und später, wenn die Schwierigkeit überwunden ist, wieder angespannt werden. Bey der 10 Jahr später erbauten Brücke von Sainte Maixance hat Perronet diese Unbequemlichkeit sehr zweckmäßig vermieden. Die langen, schönen Rampen r endlich, welche beyderseits von der Brücke rechts und links hinab ans Ufer führen, sind Zufälligkeiten, die von der Localität, vielleicht auch von der Prachtliebe geboten wurden. — Dieses herrliche Werk hat 1,375,000 Gulden C. M. gekostet.

§. 217. Und nun an die Anwendung. — Gesetz es sollte über einen Fluß, dessen Normalbreite dreyßig Klafter beträgt, eine steinerne Brücke erbaut werden. Nun fragt es sich: wie viel Bögen? Einen einzigen Bogen über den Strom zu spannen, mag vielleicht möglich seyn; aber, der größte Bogen auf der Welt hat nach §. 207 kaum 28° Spannung! Das Unternehmen wäre also riesenartig, und schon darin liegt Grund genug, die Idee ohne weiters aufzugeben, wenn man sich auch über die Besorgniß wegsetzen wollte, ob wohl die Bausteine des Landes eine so überaus große Festigkeit haben werden, den entsetzlichen Druck eines 30 Klafter weitgespannten Brückengewölbes sammt seiner größtmöglichen Belastung ohne Nachtheil zu ertragen.

§. 218. Man findet diesen Druck, (welcher besonders den Schlussstein der Gefahr, zerdrückt zu werden, aussetzt) aus dem Kräftenparallelogramm 1. 3. 2. 4 Fig. 85, H, wenn man sich die Schwere Fig. des halben Gewölbes und seiner Belastung in seinem Schwerpunkte 1 vereinigt denkt, und aus demselben 1, 5 senkrecht auf 5, 6; 1, 7 aber horizontal zieht. Die §§. 541 und 542 im I. Thl. beantworten H. sodann die gewagte Frage, wenn auch nicht haarscharf, so doch für die Zwecke der Baukunst leidlich genau, das heißt, mit ja oder nein.

§. 219. Also von einem einzigen Bogen dürfte abgegangen werden. Zwey Bögen sind jedoch nach §. 154 eben so wenig zulässig. Also drey, und zwar jeden von 10° Spannung; damit die Summe der Oeffnungen, ohne die Pfeiler, der Normalbreite gleich werde. Bey dieser Spannung beträgt die Gewölbsdicke nach der Tabelle XII. im I. Thl. zwey Schuh vier Zoll, und zwar am Schlusse. Der Mittelpunkt des Oberbogens (Extrados) wird nach §. 585, I. Thl. etwas tiefer (hier um $\frac{1}{4}$) als jener des Unterbogens angenommen, um die nöthige Extra-Dossirung zu erhalten. — Nun noch die Form des Gewölbes.

§. 220. Wolle Tonnengewölbe erhöhen die Fahrbahn der Brücke viel zu bedeutend, als daß sie

empfohlen werden könnten. Gedrückte Gewölbe erschweren den Bau, weil die Gewölbesteine verschiedene keilförmige Gestalten erhalten müssen, und weil es folglich höchst unwahrscheinlich ist, daß diese verschiedenen, mühselig zu bestimmenden Formen alle gleich gut gelingen werden. Und mißlingt auch nur eine einzige, so müssen alle folgenden Lagen überarbeitet werden, oder, es sind Nachteile zu erwarten. Bey flachen Tonnengewölben verschwinden diese Bedenklichkeiten vollkommen. Die keilförmige Gestalt aller Gewölbesteine ist hier durchaus dieselbe, nur ihre Länge ist verschieden, was jedoch den Winkel am Mittelpuncte nicht alterirt; ein Vortheil, der allein den flachen Tonnengewölben den Vorzug vor den gedrückten sichern müßte, wenn auch nicht der noch bey weitem wichtigere zu ihren Gunsten spräche: daß man ihre Anlaufe bis zum höchsten Wasserstand erhöhen könne, ohne besorgen zu dürfen, daß das über den Wasserspiegel vorragende Eis (§. 2, III. Thl.), welches immer der Mitte der Oeffnung zufließt, die Dauer der Brücke gefährden werde.

§. 221. Die Pfeilerdicke ist zweyerley; jene der Land- und jene der Mittelpfeiler. Wie die Dicke der erstern berechnet werden könne, wurde im III. Thl. §. 239 b gelehrt; sie beträgt im vorliegenden Fall 16 Schuh. Den Grundriß dieser Landjoche mache man so einfach wie möglich, und zwar der Form nach wie Fig. 23, oder wie a in Fig. 83 B, wenn man es gut heißen sollte, die Avenue (Zufahrt) so wie b in Fig. C zu gestalten.

Die Form der Mittelpfeiler anbelangend, so wurde bereits alles, was die Wahl bedingen kann, in der Abhandlung III. Thl. §. 233 2c. gesagt; hier handelt es sich mehr um ihre Dicke; worüber, weil derley Pfeiler gemeinschaftliche Widerlagen sind, die Meinungen, wie begreiflich, sehr verschieden ausfallen. Die Franzosen des vorigen Jahrhunderts scheinen es sich beynähe zum Gesetze gemacht zu haben, recht magere Brückenpfeiler zu erbauen. Bey der Brücke von Neuilly haben die Mittelpfeiler bloß $\frac{1}{5}$, bey der Brücke de la Concorde aber gar nur $\frac{1}{10}$ der Spannung zur Dicke! Und was soll man erst zu jenen sonderbaren Pfeilern der Brücke von Sainte Maixance sagen, die aus zwey gekuppelten Säulenpaaren bestehen! Die Italiener sind in Hinsicht der Pfeilerdicke anderer Meinung. Palladio will sie nicht dicker als $\frac{1}{4}$, aber auch nicht dünner als $\frac{1}{6}$ der Spannung haben. Die Engländer pflichten bey. Die im Jahre 1817 aus Granit erbaute Waterloo-Brücke zu London hat 9 gedrückte Bögen, jeden von 120 Schuh Spannung, und 8 Mittelpfeiler, jeden von 20 Schuh Dicke; also ist Letztere $\frac{1}{6}$ von Jener.

An Vorbildern fehlt es sonach nicht, und $\frac{1}{5}$ sowohl als $\frac{1}{6}$ läßt sich rechtfertigen. Man wähle also, vergesse aber ja nicht, was im III. Thl. §. 239 d über jene Pfeiler gesagt werden mußte, die in Strömen, welche viel Eis führen, erbaut werden sollen. Die Wahl hängt sonach eigentlich wohl von dem Umstande ab, ob in der südlichen oder in der nördlichen Hälfte der Monarchie gebaut werden soll. Im ersten Falle würde für die Dicke der Pfeiler $\frac{1}{6}$ der Spannung (und weniger) genügen, im zweyten Falle aber wäre es rathlich, sie so dick wie die Landjoche zu machen, oder ihnen nach Belidor zwar nur $\frac{1}{5}$ der Spannung zur Dicke zu geben, ihre Widerstandsfähigkeit aber dadurch bedeutend zu erhöhen, daß man die Quaderverkleidung durch rechtwinkelige Einschnitte in ihren Lagerflächen so herrichten läßt, wie dieß p in Fig. 85 deutlich vorschreibt. Würde aber das Innere des Pfeilers, so wie die Fig. 36 A. B. D. es verlangen, ganz aus Quadern hergestellt, dann wäre für die Dicke solcher Pfeiler $\frac{1}{6}$ der Spannung vielleicht noch zu viel, weil der Widerstand einer so innig verbundenen Felsenmasse bey weitem größer ist, als Maillard's Formeln voraussetzen, welche den Seitenschub der Gewölbe nicht = F, sondern = $\frac{2}{3} F$, also um volle $\frac{1}{3}$ größer, als er wirklich ist, annehmen ¹⁾, und folglich auf Widerlagsdicken führen, die, wo nicht

¹⁾ Siehe dessen Mechanik der Gewölbe, Seite 252, Pesth 1817, bey Hartleben.

auch um $\frac{2}{3}$, so doch wenigstens, um vieles größer sind, als der Stand des Gleichgewichts es erfordert. Nach dieser Aufklärung wird man es nun nicht mehr für eine Ungenauigkeit halten, früher anstatt $16\frac{2}{3}$, schlechtweg 16 Schuh angenommen zu haben. (Siehe S. 239, b. III. Thl.)

Das Profil J zeigt endlich, welche Gestalt man dem Pfeilerkopf zu geben gedächte, wenn der Fig. Strom Eis führen sollte; im Falle des Gegentheiles bliebe die Anordnung der retirirenden Scharen 85. (III. Thl. S. 234) weg, und die vordere Schneide a b, wäre dann vertical. J.

§. 222. Die allgemeinen Anordnungen wären somit gemacht; nun zur Erbauung. — Wäre der Fluß schiffbar, dann würde der Bau größere Umsicht erfordern als im verneinenden Falle, denn ganz darf und kann die Schifffahrt nie gehemmt werden. Die Erbauung der Pfeiler in Senkschiffen (III. Thl. S. 209) wäre in solcher Lage daher besonders zu empfehlen. Fangdämme (III. Thl. S. 200) verengen nämlich das Fahrwasser so beträchtlich, daß der Bau einer solchen Brücke sich sehr in die Länge zieht, weil selten mehr als Ein Pfeiler erbaut werden kann. Und gleichwohl ist es höchst wichtig, mit den Pfeilern zu eilen, damit Zeit für das Setzen und Austrocknen derselben gewonnen werden könne. Auf grüne Widerlagen schwere Gewölbe zu spannen, ist nämlich, wie bekannt, höchst gewagt, selbst, wenn man alle Bögen auf einmahl erbauen wollte. Daß im Winter die Mauerarbeit nicht vorgenommen werden dürfe, weil der Mörtel oder die Cemente durch den Frost ihre Bindekraft verlieren würden, versteht sich von selbst. Aber Fangdämme, Pilotirung, Roste zc. können ohne Bedenken zu dieser Jahreszeit fertiggestellt werden.

§. 223. Die Bogengerüste endlich verdienen noch Beleuchtung. Am zweckmäßigsten dürften sie nach Fig. 85, H. erzeugt werden; ihre Balkenstärke bestimmt man nach §. 201, und erinnert sich hierbey, daß flache Tonnengewölbe nach §. 602, I. Thl. ihre Bogengerüste mit ihrer ganzen Schwere belasten; also muß diese letztere ohne allen Abzug in Rechnung gebracht werden. Man stellt diese massiven Lehrbögen von Klafter zu Klafter aus einander, verbindet sie durch horizontale Riegel c, c, c und stemmt sie durch Windlatten oder Sturmbänder so zweckmäßig, als es sich thun läßt, um jeder seitwärtigen Ausbeugung zu begegnen. Ueberdeckt werden diese sechs Lehrbögen, anstatt mit Schalbretern, mit zölligen Balken, deren so viele nöthig sind, als das Gewölbe Steinlagen hat. Jeder Balken wird auf den Lehrbögen, und jeder Stein durch unterlegte Keile auf jenen Balken mit größter Sorgfalt in die richtige Stellung gebracht. So oft es möglich ist, verificirt man sich durch scharfe, aber einfache Instrumente von der Genauigkeit der Arbeit. Die Nachmauerung mache man so, wie dieß im I. Thl. S. 579, Fig. 146, B. gelehrt wurde. Fig. 85. H.

§. 224. Daß die Lehrbögen sich senken, ist allerdings wahr, aber bey Brücken verschlägt dieß nichts, denn die Senkung geschieht allmählig. Und was liegt denn endlich daran, wenn der Schluß um 5 Zoll tiefer liegt, als man anfangs dachte! Setzte sich doch das Bogengerüste der Brücke von Neuilly um volle 30 Zoll, also um 15 Zoll mehr, als man es überhöht hatte, und die Brücke hatte keinen Nachtheil davon. Es scheint also (wenigstens im vorliegenden Falle) durchaus nicht nöthig zu seyn, das Bogengerüste um 60 Linien höher zu machen, wie dieß aus §. 599, I. Thl. folgen würde; außer, man wollte eigenfinnig darauf beharren, lauter accurate Brückenbögen von netto 60 Grad zu erhalten. Empfehlenswerther ist es, alle mögliche Sorgfalt darauf zu verwenden, daß alle Lehrbögen von vollkommen gleicher Gestalt, aus gleich altem Holze, und aus Balken von ganz gleichem Gevierte erzeugt werden, damit die unvermeidlichen Setzungen bey allen dreyn Bogengerüstungen gleich groß ausfallen können. Hier ist die Gleichheit der Setzung wichtiger als ihre Größe. (S. 600 — 603, I. Thl.)

§. 225. Vielleicht dürfte man fragen, warum man den mittleren Bogen nicht etwas breiter als die beyden andern angetragen habe? Die antwort ist leicht: Ist der Fluß nicht schiffbar, so verschlägt die Gleichheit der Bögen nichts; ist er aber schiffbar, so gehen wenigstens alle Schiffe des

Gegenzuges (wenn anders die Wassertiefe es erlaubt) gewiß nicht durch den mittleren Bogen H, sondern durch jenen G, weil der Hufschlag h auf dieser Seite ist. Wäre jedoch das Wasser in G seicht, dann allerdings wäre es zweckmäßiger, den mittleren Bogen zu verbreitern (S. 214).

§. 226. Und nun glaubt man, abbrechen zu dürfen. Die vorausgeschickten drey ersten Theile dieses Lehrbuches haben sich bereits über alle jene Vorkenntnisse, welche in andern Lehrbüchern des Brückenbaues die Seiten füllen, so umständlich ausgesprochen, daß man hier den Vortheil erntet, kürzer als jene seyn zu dürfen. Nur noch auf das Detail des gußeisernen, hier vielleicht empfehlenswerthen Brückengeländers K glaubt man hinweisen zu müssen, weil seine Befestigung durch die 6 bis 9 Schuh von einander entfernten, etwas stärkern Ständer m, und durch Schneckenstützen n hier auf eine andere Art geschehen muß, um die Trottoirs nicht ohne Noth zu verschmälern. (S. 219, II. Thl.)

Für den Fall der Erbauung einer Quaderbrücke empfiehlt man denen damit Beauftragten Peronet's vortreffliche Description des projets et de la construction des ponts, Paris 1783, oder, wenn dieses seltene Werk nicht aufzutreiben wäre, Röder's Brückenbaukunde, Darmstadt 1821, bey Heyer.

H ä n g e n d e B r ü c k e n .

§. 227. Diese gehören der neuesten Zeit an. Zwar sollen die Chinesen sie schon seit langer Zeit kennen; aber diese kennen Viele seit langer Zeit, ohne daß die übrige Welt Vortheile davon hat. Die erste Hängebrücke, die in diesem Lehrbuche als solche erwähnt zu werden verdient, dürfte wohl die Seilbrücke Wellington's seyn, die er in dem Jahre 1810 zu Alcantara durch den Oberst Sturgeon über den Tajo verfertigen ließ, um die Communication, die durch die Sprengung eines Bogens der dortigen steinernen Brücke unterbrochen worden war, für Wagen und Pferd wieder herzustellen. (Siehe §. 306.) — Unter Hängebrücken werden im wissenschaftlichen Brückenbau aber eigentlich die

K e t t e n b r ü c k e n

§. 228. verstanden, und auch hier haben die Engländer sich das Verdienst erworben: vorgegangen zu seyn. Denn, obwohl es wahr ist, daß schon im Jahre 1796 in den vereinigten Staaten von Nordamerika eine aus 2 Ketten bestehende Kettenbrücke von James Finley erbaut wurde; so ist es doch auch eben so wahr, daß schon im Jahre 1741 zu Winch, unweit Middleton in England, eine 70 Schuh lange Kettenbrücke über den Fluß Tees wirklich bestand ¹⁾. Auch dürfte die vom Capitän Samuel Brown von der kön. englischen Flotte in den Jahren 1819 und 1820 über den Fluß Tweed, unweit des Hafens Berwick, erbaute, 18 englische Schuh breite, 367 Schuh lange, und von zwölf 437 Schuh langen, 2 Zoll dicken, eisernen Ketten getragene sogenannte Unionsbrücke für beyde Hemisphären wohl stets die erste Kettenbrücke bleiben, welche diesen Rahmen nach unsern dermaligen Begriffen, und unsere Nachahmung verdient. Die nachhinkende Theorie fand zwar Manches daran auszustellen, aber das schmälert Brown's Verdienste nicht um ein Härchen. — Seit dieser Zeit sind beynähe in allen Ländern, meistens mit dem glücklichsten Erfolge, Kettenbrücken erbaut worden. Einige zwar stürzten zusammen, andere fingen bald nach ihrer Erbauung an, Besorgnisse zu erregen, die lauter und immer lauter zu werden begannen; Eine sogar mußte vor ihrer Beendigung abgetragen werden. — Die leidige Dekonomie war, wie

¹⁾ Siehe R. Stevenson's Beschreibung hängender Brücken in Dingle's polytechnischem Journal, Jahrg. 1823, S. 266.

bey allen neuen Unternehmungen, so auch hier wieder, zur Hemmkette geworden; sie half nämlich die neuen Bauten verpfuschen, und verhinderte eben hierdurch das Allgemeinerwerden der Erfindung.

Da es sich in diesem Lehrbuche nicht um ein Verschiedenerley, sondern um einfache Grundsätze handelt, so übergeht man alle die zeither bekannt gewordenen (der Form mehr als dem Wesen nach) so sehr verschiedenen Kettenbrücken, und beschränkt sich auf die Lösung und auf das Detail Einer einzigen Aufgabe.

§. 229. Es sey über einen Fluß, welcher an der nach §. 154 gewählten Stelle 160 Schuh zur Breite hätte, eine Kettenbrücke von 16 Schuh Breite zu erbauen.

Man errichte an jedem Ufer ein thurmartiges Thor Fig. 86, M., dessen Seitenansicht durch Fig. Fig. I. vorgestellt wird. Die sichte Entfernung beyder Thürme mache man = 160 Schuh, so zwar, 86. daß die Länge der Brückenbahn auch = 160 Schuh wird. In Fig. L. wäre also $ab = 80$ Schuh, weil L.M. diese Fig. nur die halbe Kettenbrücke vorstellt. Den Pfeil bc des Bogens ac nehme man willkürlich, N. z. B. auf 20 Schuh an. Diese Linie bc ist nichts anders, als die Senkung der Ketten in ihrer Mitte, denn aca' sind die Ketten, die beyderseits der Brückenbahn von einem Ufer zu dem andern hinüberreichen, und woran die horizontale hölzerne Brückenbahn mn hängt. Diese letztere besteht bloß aus Unterzügen u, u, u , und aus daraufliegenden starken Pfosten. Erstere werden sehr selten weiter als 6 Schuh aus einander gelegt, damit die Pfosten nicht gar zu dick ausfallen dürfen.

§. 230. Ist die ganze Brücke mit Menschen angefüllt, so beträgt die größtmögliche Belastung $\frac{160 \times 16}{36} \times 30 = 2134$ Centner. Diese entsetzliche Last hängt gleichförmig vertheilt an den Ketten; denn das kleine Stückchen m der Bahn, welches von den Landjochen wirklich getragen wird, und in der That abgeschlagen werden könnte, ist gegen jene zu unbeträchtlich, als daß diese Subtraction wirklich angerathen werden könnte. Also 2134 Centner hängen an den Ketten, deren Stärke ausgemittelt werden muß.

§. 231. Hängt ein schwerer Körper p Fig. X. an einem Seile $a2b$, so läßt sich die Spannung Fig. desselben aus dem Kräften-Parallelogramm 1.3.2.4 bestimmen; denn es verhält sich die Last p zur 86. Spannung des Seiles, wie 1.2 zu 3.2. X. Y.

Hängen zwey gleich schwere Körper p und p' an demselben, wie in Fig. Y, so verhält sich die Spannung des Seiles $a,2$ zur Spannung des Seiles $2,5$, wie 3,2 zu 2,4 (oder 3.1), also wie die Hypothenuse zur Kathete; sonach ist erstere größer. Bey Kettenbrücken ist die Spannung nahe an den Aufhängepunkten also größer als in der Mitte, obwohl der Unterschied nicht gar zu beträchtlich ist. Und folglich braucht man auch nur jene, nicht diese zu berechnen. Z.

Lastet endlich ein runder Körper Z auf dem Seile $a.3.4.b$, so verlängert man die Tangenten $a,3$ und $b,4$, bis sie sich in irgend einem Punkte schneiden, verzeichnet daselbst, wie bey Fig. X., das Kräften-Parallelogramm, und findet wieder, wie zuvor, die Spannung des Seiles. Denkt man sich nun, der Körper Z wird größer und immer größer, so rücken die Punkte 3 und 4 den Aufhängepunkten a und b immer näher und näher, und erreichen sie vielleicht endlich wohl gar.

$a.3$ und $b.4$ bleiben aber immer Tangenten zu dem Bogen 3.4.

§. 232. Eine Kette an ihren Endpunkten aufgehängt, bildet, wenn diese gleichhoch sind, und jene durchaus gleich schwer ist, die sogenannte Chainette oder Kettenlinie. Also bilden die Ketten einer Kettenbrücke auch eine Chainette. Aber diese Form ändert sich, wenn die Leere, noch mehr aber, wenn die belastete Bahn an ihnen hängt; denn diese Belastung ist zwar gleichförmig, aber anders vertheilt als die Schwere der Kettenglieder. Am ähnlichsten von allen Krümmen ist diese

Curve der Parabel; sie wäre ihr vollkommen gleich, wenn die Ketten selbst keine Schwere hätten. Da jedoch diese Schwere (sie beträgt im vorliegenden Falle nur 85 Centner) gegen die Brückenbelastung nicht beachtenswerth ist, so können wir mit Beruhigung annehmen, ac in Fig. 86, L. sey eine halbe Parabel. Sonach ist bc eine Abscisse, und ba eine Ordinate. Weil endlich in jeder Parabel die Subtangente allemahl der doppelten zugehörigen Abscisse gleich seyn muß, so erhält man die, durch den Berührungspunct a gehende Tangente a 2, wenn man bc von c abwärts bis 2 trägt, und diesen Punct 2 mit a vereinigt. Folglich verhält sich die früher berechnete größtmögliche Belastung der Brücke, nämlich 2134 Centner, zur Spannung der Kette ac bey ihrem Aufhängpuncte a, wie die Diagonale des Kräfteparallelogramms 1. 3. 2. 4 zu seiner Seite, also wegen Ähnlichkeit der Dreyecke, wie die doppelte Linie 2, b zur Hypothenuse a 2, oder wie $80 : 89\frac{1}{2} = 160 : 179$, und folglich ist, wenn nur eine einzige Kette ac jene 2134 Centner tragen sollte, die Spannung dieser Kette gleich $\frac{2134 \times 179}{160} = 2387$ Centner.

§. 233. Nun trägt aber eine schmiedeiserne Stange von einem Wiener Quadratzoll Querschnitt ohne sich nachtheilig zu dehnen, zuverlässig eine Last von 140 Centner. Sifingen fand nämlich zwischen Eisen und Eisen einen gewaltigen Unterschied. Die absolute Festigkeit des guten zu jener des nicht guten Eisens verhält sich nach ihm wie 56 : 36. Und Reichenbach gibt die absolute Festigkeit des unvollkommensten, nämlich des Gußeisens, per Quadratzoll auf $76\frac{1}{3}$ Centner an. Beachtet man diese Daten, und reducirt die Reichenbach'sche Angabe von bairischem auf österreichisches Maß, so findet man obige 140 Centner per Quadratzoll so, wie sie bereits im Jahre

1820 laut §. 564, I. Thl. gefunden wurden¹⁾. Unsere Kette müßte folglich $\frac{2387}{140} = 17$ Wiener

Quadratzoll zum Querschnitt erhalten, müßte also über 4 Zoll dick und breit werden! Wenn es den Hammerwerken auch gelingen sollte, so enorm dicke Kettenglieder zu erzeugen, gut ausgeschmiedet könnten sie gleichwohl nicht seyn. Glücklicherweise liegt es hier im Interesse der Brückenbaukunst, weder eine, noch zwey, sondern wenigstens 4, besser 8 Ketten erzeugen zu lassen, und beyderseits der Brücke die Hälfte jener Ketten anzuordnen. Also 8 Ketten angenommen, so kommt von jenen 17 Quadratzoll auf jede einzelne Kette $\frac{17}{8}$, oder $2\frac{1}{8}$ Quadratzoll; das heißt, jede Kette muß aus 1 Zoll dicken und $2\frac{1}{8}$ Zoll breiten, circa 12' langen Eisenstangen erzeugt werden, die, weil sie gut ausgeschmiedet werden können, zuverlässig per Quadratzoll 140 Centner zu tragen vermögen werden.

§. 234. Daß steyrisches Eisen oder gar Stahl mehr als ordinäres Eisen trägt, wird Niemand läugnen. Aber, daß unter der absoluten Festigkeit des Stahls noch mehr Differenzen als unter jener des ordinären Schmiedeeisens (und mitunter sogar grelle Anomalien) vorkommen mögen, läßt sich denken. Trägt doch ein Drahtseil²⁾ von einem Quadratzoll Querschnitt schon eine viel größere Last, als 713 Berliner Centner, die sogar ein Eytelwein für eine zolldicke ordinäre Eisenstange verbürgt! Solche, und alle ähnlichen Angaben können uns nur — beruhigen.

§. 235. Am einfachsten ordnet man diese acht, also beyderseits vier Ketten gerade neben einander, jedoch wie die Fig. N im Grund- und im Aufsriß zeigt, so an, daß die Glieder Verbindung der ersten und dritten Kette bey der ersten, jene der zweyten und vierten aber bey der zweyten Hängstange

¹⁾ Das Mémoire sur les ponts suspendus von Navier, 1823, §. 166 und 171 verlangt für jeden Millimètre carré $\frac{35}{3}$ bis $\frac{45}{3}$ Kilogramme. Reducirt man die mäßigere (also sicherere) Angabe auf Wiener Maß, so erhält man 152 Centner per Quadratzoll.

²⁾ Aber wer wird Drahtseilbrücken erbauen, die früher verrostet, als hölzerne verfaulen!

angeordnet werde, damit jede Kette ein für sich bestehendes Ganze bilde, und wenn ja eine reißt, der Schaden um so eher entdeckt, und ohne Hemmung der Communication wieder gut gemacht werden könne. Alle Kettenglieder mit Ausnahme des ersten und letzten sind also bey Fig. 12 Schuh lang, weil die Unterzüge ungefähr 6' aus einander liegen, und weil von jedem Unter- 86. zuge u, wie dieß das Detail u'' zeigt, zwey Tragstangen aufwärts bis zu den betreffenden zwey Ketten reichen. In Fig. M. wurden diese 2, oder richtiger diese 4 Hängstangen nicht angegeben, weil es unverständlich ausgefallen wäre; auch die aus den Oeffnungen r und r heraushängenden Ketten blieben deßhalb weg. Aus dem so eben Gesagten folgt, daß der erste Unterzug u von der ersten und L. dritten Kette, der zweyte Unterzug von der zweyten und vierten Kette, der dritte Unterzug wieder von der ersten und dritten Kette, und so fort getragen werde.

§. 236. Die Trag-, oder richtiger die Hängstangen, erhalten, weil jeder Unterzug von 80 Centnern belastet, aber von vier solchen Stangen getragen wird, 20 Quadratlinien Querschnitt, und werden am zweckmäßigsten breiter als dick, nämlich 7''' breit und 3''' dick gemacht, damit das untere Aufschließen, wie dieß bey w zu sehen ist, leichter bewerkstelliget werden könne. In diese Schli- M. ße werden 2 lange Keile gegen einander eingetrieben, um hierdurch die richtige Länge der Hängstangen genau fixiren zu können, weil es in den Werkstätten durchaus nicht möglich ist, haarscharfe Genauigkeit zu erzielen. Wären die Schliße zu lang ausgefallen, so wird unter den Keilen ein kleiner Untersatz k eingelegt. Hilft dieser noch nicht, dann darf kein zweyter Untersatz auf den ersten gelegt, sondern die ganze Stange muß in die Schmiede geschickt werden, damit man sie dort durchs Stausen verkürze.

§. 237. Jede Hängstange endet sich oben in ein Querstück t, womit sie auf den Blättern s der Kettenverbindung aufsitzt. Wie diese letztere von oben betrachtet, sowohl als geschnitten aussieht, zeigt Fig. N; die hier einzutreibenden Bolzen e haben nach der Umriethung die Gestalt e').

§. 238. Bey einigen Brücken läuft unter den Unterzügen beyderseits eine hochkantig liegende Eisenstange von einem Ufer zu dem andern; und obwohl sie nicht unbedingt nöthig ist, so ist sie doch wenigstens nicht schädlich. Aber, anstatt jener Keile w Schrauben zu nehmen, bleibt immer tadelns- werth, weil eben keine unendliche Kraft dazu gehört, eine Schraubenmutter von und längs ihrer Spindel abzustreifen.

§. 239. Die Unterzüge müssen nach dem örtlichen Druck, und nicht nach der größtmöglich- sten Belastung berechnet werden; denn sie werden von 2 Rädern, und zwar beynabe in ihrer Mitte belastet, wenn Lastwagen über sie rollen. Da in diesem Falle $2 \times 38 = 76$ Centner *) auf die Mitte kommen, so ist $P = 76$; L ist größer als 16, nämlich etwa 17 Schuh, und B nehme man zu 9 Zoll an, damit die Pfostenende doch wenigstens $4\frac{1}{2}$ Zoll aufliegen können. H wird somit 12 Zoll; also erhalten die Unterzüge u ein $\frac{9}{12}$ zölliges Gevierte.

§. 240. Die Pfostendecke muß wenigstens 4 Zoll dick gemacht werden, wenn Fuhrwerk sie gefahrlos passiren soll. Denn, da die Unterzüge nicht ganz 6 Schuh Mitte von Mitte entfernt, selbst aber 9 Zoll breit sind, so liegen die Pfosten 5 Schuh hohl, und in diesem Falle beträgt ihre Dicke, wenn sie wenigstens 12 Zoll breit sind, 4 Zoll. Doch müssen sie, weil ihr Benagen nicht, wie in England, durch flache Eisenschienen verhütet werden kann, noch mit einer zweyten, im Plane nicht angezeigten Lage, 2zölliger Pfosten überdeckt werden, die quer über der unteren 4zölligen Pfostenlage liegen, und am Rande der Fahrbahn, so wie in Fig. 67, M. beyderseits durch Randleis- ten m begränzet werden. Noch ist zu merken, daß das Zusammenstoßen der neben einander liegen-

*) Anstatt der Umriethung empfehlen Einige die Verschraubung.

*) Siehe §. 160.

den Pfosten der untersten Lage nicht auf einen und eben denselben Unterzug treffen darf, sondern alterniren müsse. Windkreuze sind, wie die Erfahrung gelehret hat, bey Kettenbrücken, wenigstens in unserm Klima, nicht unbedingt nöthig.

Fig. 86. L. §. 241. Das Befestigen der Ketten am Ufer verdient die größte Aufmerksamkeit. Am einfachsten geschieht es nach Fig. L. Die Ketten umschlingen hier die Widerstand leistende Masse des Pfeilers, weil sie von a nach d, i, k, p bis nach v reichen, und hier (also oberhalb des höchsten Wasserstandes) durch einen hier 4 Zoll dicken und 4 Schuh langen eisernen Riesenbolzen festgehalten werden. Die Gallerie g dient zur Nachsicht.

§. 242. Wäre das Moment der von a nach z ziehenden Kraft größer als das Moment des Widerstandes, so würde eine Drehbewegung um den Punct v erfolgen, und der ganze Pfeiler ins Wasser gerissen werden. Um beyde Momente bestimmen zu können, ziehe man aus dem Drehungspuncte v auf a. z die Senkrechte v, o, sie mißt 22 Schuh; die Entfernung der aus dem Schwerpunct des Pfeilers vertical abwärts gezogenen Linie ebenfalls vom Drehungspuncte, nämlich qv hingegen beträgt nur 12 Schuh. Die ziehende Kraft ist der Spannung der Ketten gleich, also = 2387 Centner ¹⁾. Folglich ist, weil $K \times v_o = W \times v_q$ seyn muß, $2387 \times 22 = W \times 12$, sonach der Widerstand W, das heißt, das Gewicht des Pfeilers = 4376 Centner im Falle des Gleichgewichtes. Hier aber wird nicht Gleich-, sondern Uebergewicht gefordert, also muß man die Schwere, das heißt, die Mauermaße desselben, vermehren; um wie viel, läßt sich positiv wohl kaum angeben; hier in Fig. 86 hielt man es für vollkommen hinreichend, das Gewicht des Pfeilers um die Hälfte zu vergrößern. Es messen nämlich beyde Widerlagen, jede von 22 Schuh Länge, 5 Schuh Dicke und 28 Schuh mittlere Höhe, zusammen 6160; das 1 Schuh dicke, 22' lange und 12' weit gespannte volle Tonnengewölbe aber $18 \times 1 \times 22 = 396$, also $6160 + 396 = 6556$ Kubikfuß Ziegelmauerwerk; der Kubikfuß zu 1 Centner, macht 6556 Centner, ohne das Kupferdach und beyde Blendmauern an den Stirnwänden oberhalb des Gewölbes zu rechnen.

§. 243. Man schließt diese Abhandlung hiermit, und empfiehlt denjenigen, welche je mit der Ausführung einer Kettenbrücke beauftragt werden sollten, folgende Abhandlungen: Rapport et Mémoire sur les ponts suspendus, par Mr. Navier, à Paris, de l'imprimerie royale 1823; ferner: Gerstner's Handbuch der Mechanik, I. Band §. 395, S. 449 — 488, Prag 1830, und: die Sophienbrücke, Wien 1826, bey J. P. Sollinger.

§. 244. Hier ist das Ende des eigentlichen schulgerechten Brückenbaues, dessen Zweck, ununterbrochene Flußübergänge zu erzielen, nur durch die bisher aufgezählten Brückenarten bestimmt erreicht werden kann. Die folgenden Brücken hören im Winter (und auch wohl schon bey Hochwasser im Sommer) auf, die Communication zwischen beyden Ufern zu unterhalten, und sind so vielen Zufällen unterworfen, daß man sich wohl bedenken möge, ehe man zu ihrem Baue schreitet. Vielleicht dürfte hier zu Ende der Abhandlung der Ort seyn, über das Empfehlenswerthe der verschiedenen Brückenarten folgende

Parallelle

§. 245. beyzufügen. — Fochbrücken (§. 164) sind in unsern Ländern, wenigstens noch einige Menschenalter hindurch, in den meisten Fällen die empfehlungswürdigsten. Sie kosten wenig, und sichern selbst über die größten Ströme die Communication; nur einige Tage ausgenommen, wo jene Verheerungen wieder gut gemacht werden, die der Eisstoß etwa angerichtet hat.

¹⁾ Siehe §. 232.

Bey den Wiener Taborbrücken sind diese Unterbrechungen verhältnißmäßig sehr kurz, und keineswegs so kostbar, als die ungeheure Länge dieser drey Brücken wohl vermuthen lassen könnte. Ein Jahr gegen das andere gerechnet, kostete die Instandhaltung, und selbst die Wiederherstellung ganzer oder mehrerer durch den Eisstoß weggerissener Joche jährlich nicht mehr als 40,000 fl. E. M.

§. 246. Häng- und Sprengwerke leiden, weil sie nicht auf hölzernen Jochen, sondern auf massiven Pfeilern erbaut zu werden pflegen, vom Eisstoße zwar nichts, dauern, wenn sie gedeckt sind, nach §. 202, auch viel länger, erfordern aber jener Pfeiler wegen bedeutende Selbstaussagen, und eine sehr große, bey unsern Zimmerleuten eben nicht immer zu treffende Geschicklichkeit. Ein kleines, unbeachtet gebliebenes, bey andern Brücken folgenloses Versehen kann hier die traurigsten Ereignisse herbeyführen. Angenommen, der Bau wäre meisterhaft gelungen, so nöthigt gleichwohl ein einziger, später anbrüchig gewordener Balkenkopf, oft zum Abtragen des ganzen Werkes; und da das beste Dach gegen solche Zufälligkeiten keineswegs Bürgschaft zu leisten vermag, so dürfte man begreifen, daß diese, dem menschlichen Geiste allerdings Ehre machenden Brücken doch nicht unbedingt empfohlen werden können.

§. 247. Die steinernen Brücken wären unstreitig die empfehlenswerthesten, aber sie kosten so erstaunlich viel, daß man billig Anstand nehmen muß, dieser allerbesten Brückenart in jeder Lage den Vorzug einzuräumen. So wurde es z. B. oft in Anregung gebracht, anstatt der früher erwähnten hölzernen Taborbrücken eine steinerne Brücke bey Rusdorf über die daselbst nur 200 Klafter breite Donau zu erbauen, damit die Verbindung der nördlichen Hälfte der Monarchie mit der Residenz ja nicht einen Augenblick unterbrochen werden könnte. Eine steinerne Brücke würde aber über 2 Millionen Gulden Silbergeld kosten. Diese für ein solches Werk immer noch mäßige Summe *) wirkt jedoch jährlich, nur zu 5 Procent gerechnet, volle 100,000 Gulden E. M. ab; also betrüge der Nachtheil im Vergleich gegen die verachteten Tabor-Jochbrücken (§. 245) $100,000 - 40,000 = 60,000$ Gulden E. M. jährlich! beynähe zu viel für den elenden Gewinn, ein paar Tage lang über die Donau nicht zu Wagen fahren zu können, sondern dieß zu Schiffe thun zu müssen! denn Couriere, Estaffeten und alle Reisenden, die es verlangen, werden auf Platten übergeführt, selbst wenn Eis treibt; nur der eigentliche Eisstoß, der jedoch nie lange dauert, macht wirklichen Aufenthalt. — Hemmen doch auch die Alpen durch ihre Lawinen die Communication! und soll man deßhalb etwa einen Straßenstollen unter ihnen durchbohren?

Unbedingt sind steinerne Brücken (so wie gepflasterte Straßen) bloß in Städten zu empfehlen. Und hier trifft man auch die meisten (Venedig, Florenz, Dresden, Prag etc.).

§. 248. Kettenbrücken sind wohlfeiler als steinerne Brücken; sie vertragen eine erstaunlich weite Spannung (§. 228), hemmen während ihrer Erbauung die Schifffahrt nicht, schwanken bey weitem nicht so viel, als man denken sollte, und um so weniger, je länger sie sind; haben, wie die Erfahrung lehrt, nichts von Stürmen zu besorgen; können, wenn ja eine einzelne Kette einmahl brechen sollte, ohne Hemmung der Communication leicht reparirt werden; die Expansion des Eisens (§. 294, I. Thl.) hat keinen nachtheiligen Einfluß auf die Dauer der Brücke, und selbst die einseitige Erhitzung der Ketten durch die Sonnenwärme *) verdient keine Beachtung, und zieht gewiß keine Nachtheile herbey, wenn anders die Ketten nicht zusammengekuppelt, sondern jede für sich, so wie es Fig. 86, N. verlangt, angeordnet werden.

*) Die 204° lange Westmünsterbrücke hat 500,000 Pf. Sterling, oder 4,700,000 Gulden E. M., die 109° lange Brücke von Neuilly aber hat 3,577,300 Livres, also 1,375,000 Gulden E. M. gekostet.

*) Diese unerwartete Kettenverdrückung wurde zuerst bey der Wiener Sophienbrücke beobachtet. Sie ist so merklich, daß sie allerdings Rücksicht verdient. Siehe die beschreibende Darstellung dieser Brücke, Seite 99 §. 28. Wien 1826, bey Collinger.

Eine unbefangene Erörterung dieser nöthigen pro und contra wird die Wahl in jedem speciellen Falle erleichtern. Aber nur die Umstände entscheiden.

Schwimmende Brücken.

§. 249. Dies sind die ältesten Brücken. Schon Xenophon ¹⁾ erwähnt einer 200 Schuh langen, von 7 Schiffen getragenen Schiffbrücke über den Mäander; und früher noch übersehte Darius mit einem Heere von 700,000 Mann den 400 Klafter breiten thracischen Bosphorus bey Kaledon auf einer Schiffbrücke, welche Mandokles von Samos erbaut hatte ²⁾. Und in der That sind Schiffbrücken über sehr tiefe und sehr breite Ströme die einzig möglichen Brücken. So besteht heut zu Tage noch keine andere Brücke über den Rhein bey Mainz als eine — Schiffbrücke. Die letzte steinerne Brücke über die Donau ist die Regensburger Brücke; die folgenden stabilen Brücken bey Linz, Stein und Wien sind nur von Holz; von hier abwärts bey Preßburg, Ofen und Peterwardein bestehen nur Schiffbrücken; noch weiter abwärts fehlen auch diese. — Bey Czernowiz wird der Pruth, bey Zaleschitz der Dnjester auf einer Schiffbrücke überseht, welche der berühmte Groß erbaut hat. Cracau hat gar nur eine Floßbrücke.

Schiffbrücken.

§. 250. Ueber sehr reisende, oder schnell und bedeutend anschwellende Ströme sind Schiffbrücken nicht wohl möglich. Sie verlangen eine hinlängliche Wassertiefe, sanft ansteigende Ufer, und eine, nahe abseits liegende, Bucht oder einen Hafen, worin die Schiffe überwintern können. Denn zu Ende des Herbstes wird in unsern kältern Provinzen jede Schiffbrücke aufgelöst. — Fahren (§. 151) vertreten alsdann die Stelle der Brücke; und wenn auch diese wegen des Eises ihren Dienst nicht mehr versehen können, so wird, so gut es sich thun läßt, eine Eisbahn über die gefrorene Wasserfläche nach §. 152 hergerichtet.

§. 251. Schiffbrücken werden aus festbordigen, jedoch landesüblichen Schiffen erbaut; denn Form ist Nebensache. Anders sehen die Donauschiffe, anders die Rhein-, anders die Weichelschiffe aus, und gleichwohl entsprechen alle ihrer Bestimmung. Man ist viel zu sehr an die Geschicklichkeit und an die Gewohnheiten der Schifflente und der Schiffsbauer gebunden, als daß man viel an der Schiffsform verändern könnte.

§. 252. Wichtiger ist die Größe der Bruckschiffe; sie richtet sich theils nach der Breite und Geschwindigkeit des Stromes, theils nach der Straße, die zur Brücke führt. Ist diese sehr belebt, und wird von sehr schwerem (gewöhnlich breit gepackten) Fuhrwerk befahren, dann muß die Brückenbahn wenigstens 18 bis 20 Fuß breit werden, so, daß 2 solche Wagen sich knapp noch ausweichen können. Also ist die Größe der Schiffe schon bedingt. Denn jedes einzelne Schiff muß so groß seyn, daß 2 solche schwere Wagen, wenn sie sich gerade mitten auf einem Schiffe begegnen, kein größeres Eintauchen verursachen, als der Fluß verträgt. Auf manchen Strömen dürfen nämlich, des Wellenschlages wegen, die Schiffe nur so viel eintauchen, daß die Borde noch 9'' über dem Wasserspiegel vorragen; auf unruhigen Strömen ist dieses Vorragen des Bordes größer; auf jedem Strome aber bekannt. Und hierauf muß folglich die Rechnung basirt werden. Ein jedes Schiff trägt, wie bekannt, so viel, als die Wassermasse wiegt, die es verdrängt. Ein Wiener Kubikfuß Wasser wiegt 56½, ein Fortifications-Kubikfuß Wasser 61 Pf.; Daten genug, um den

¹⁾ Siehe dessen Rückzug der zehntausend Griechen, I. Buch §. 2, p. 724, Stuttgart 1828, bey Meßler.

²⁾ Siehe Herodot's Geschichte, IV. Buch §. 85 — 87 p. 484.

Rubikinhalt der Schiffseintauchung, und somit das Tragvermögen desselben auszumitteln. Was man findet, ist jedoch bey unruhigen, raschen Strömen nicht als Maximum zu betrachten, sondern erwartet noch besonnene Würdigung. Die Aufgabe wäre aber dennoch unbestimmt, wenn hier nicht beigefügt würde, daß die Breite guter Brückenschiffe 8, besser 10 Schuh, ihre Tiefe aber aus technischen Gründen nicht weniger als 36 Zoll betragen dürfe, weil im Schiffe unter der Brückenbahn so vielerley zu thun, und zu knüpfen, und zu binden ist, daß dieser, für einen kriechenden Menschen nöthige, Raum nicht wohl verkleinert werden darf.

§. 253. Bey Schiffbrücken wird nämlich nichts geschraubt oder genagelt, sondern alles mit Stricken verbunden; weil die Schwankungen viel zu beträchtlich sind, und alles nachgebend und elastisch seyn muß. Daher taugen auch dicke, nicht nachgebende Brückenbalken keineswegs zu Schiffbrücken; und weil eine große Entfernung der Schiffe dicke Balken nöthig machen würde, so folgt unbedingt, die Schiffe nicht weit von einander zu entfernen. Diese Entfernung beträgt bey Schiffbrücken 10, höchstens 12 Schuh im Lichten, und die Brückenbalken müssen daher nach Tabelle S. 161 ein $\frac{6}{8}$, besser aber ein $\frac{7}{3}$ ölliges Gevierte erhalten, weil diese Balken, nicht wie bey andern Brücken, bloß der auf ihnen liegenden Last, sondern auch dem Hin- und Herschwancken der Schiffe widerstehen müssen. Fährt kein schweres Fuhrwerk über die Brücke, so sind $\frac{6}{3}$ öllige Balken vollkommen hinreichend; ja es würden $\frac{5}{3}$ öllige, astlose, und ausgesuchte Balken genügen, Fig. 89. wie die Pontonsbrücken (S. 263) beweisen, wenn nicht beachtet werden sollte, daß Schiffbrücken immerwährend, und zwar so lange, bis sie vor Rasse verfaulen, der Witterung bloßgestellt sind; ein Fall, der bey Pontonsbrücken nicht, oder selten eintritt.

§. 254. Diese Brückenbalken liegen, wie alle andern Endsbäume, 3 Schuh Mitte von Mitte aus einander, überragen aber beyde Borde beyder Schiffe, auf denen sie aufliegen, weil sonst das Umschlagen der Schiffe zu befürchten wäre. Die Fig. Z. zeigt im Detail, wie die, auf den Schiffborden in seichten Einschnitten liegenden, Brückenbalken durch Stricke umwunden, und somit befestiget werden. Eigene Nägel oder Ringe von außen, und inwendig eine horizontale starke Leiste dienen zum Anbinden der Strick-Ende. Auf den Brückenbalken liegen dreyzöllige, astlose, und vollkommen gesunde Pfosten, die beyderseits durch zwey Schließbalken niedergedrückt werden. Man knebelt diese Schließbalken durch Stricke alle Klafter an die beyden äußersten Brückenbalken, ober welchen sie liegen, steckt zu diesem Ende die Stricke durch die Fugen der Pfostendecke, und dreht durch Hülfe eines zollthicken Stockes diese Stricke so lange zusammen, bis hinlängliche Festigkeit erzielt ist. Siehe Fig. 88, X Y. Endlich mahnt ein leichtes Geländer von weißen Latten, oder wohl auch von Stricken jeden Ruchternen, den Rand der schwankenden Brückenbahn, wenigstens zur Nachtzeit, nicht ohne Vorsicht zu betreten.

§. 255. Die Brückenschiffe werden verankert, und zwar stromaufwärts jedes einzelne, stromabwärts jedes zweyte Schiff; damit durch Orcane die gerade Brückenbahn nicht gekrümmt werden könne, wenn die Kraft des Windes größer als die Strömung, und ihr entgegen wäre. Was für Anker man nehmen solle? Antwort: landesübliche. Es wäre höchst lächerlich, den Schiffseuten, die man zur Erbauung, und später auch noch zur Bedienung der Schiffbrücke so nothwendig braucht, fremdes Nachwerk aufdringen zu wollen, selbst wenn es besser als das ihrige seyn sollte. Aber die Länge der Ankerseile hängt nicht von der Willkühr, sondern von der Wassertiefe ab. Wären sie kurz, und das Wasser stiege, so würden die Brückenschiffe mit ihren Schnäbeln, wo die Ankerseile haften, niedergetaucht, oder stromaufwärts gedrängt werden. Daher soll jedes Ankerseil zehnmal länger als die größte Wassertiefe an Ort und Stelle seyn ¹⁾. Auch muß

¹⁾ Ponts militaires par le Général Howard Douglas, traduit p. Vaillant pag. 58.

fen die Ankerseile immer parallel mit dem Stromstrich liegen. — Da alle Flüsse anschwellen, so hebt sich auch jede Schiffbrücke, und folglich könnte man, ohne eine eigene

§. 256. Landbrücke, vom Ufer auf jene nicht hinauf, oder bey kleinem Wasser, auf sie nicht hinabfahren. Dieß zu erzielen, schlägt man auf 10, und auf 12' Abstand vom ersten und letzten Brückenschiffe an beyden Ufern rechts und links der Brückenbahn eine, also acht 12" dicke Piloten fest im Flußbette ein, sägt ihre Köpfe 3' über jener Wasserhöhe, welche der Schiffbrücke noch nicht nachtheilig wird, platt ab, und legt zwischen zwey und zwey Pilotenpaare eine sehr starke ¹⁾, quer unter der Brückenbahn durchgehende, horizontale Schwelle ein, auf welcher die Brückenbalken, die von den Schiffen herübertagen, aufliegen, wenn diese Schwelle durch starke Hebwinden oder Schrauben jedesmahl auf gleiche Höhe mit dem Bord der Schiffe gehoben, und dann durch Klöße, Böcke zc. unterstützt wird. Auf dieser nähmlichen Schwelle liegen zugleich auch die Brückenbalken jener früher erwähnten Landbrücke auf, die von hier bis ans Ufer reicht, und von Böcken getragen wird.

§. 257. Es ist also bey Schiffbrücken ein beständiges Thun und Treiben, ein Heben und Senken, ein Tag und Nacht fortgesetztes Ausschöpfen des eingedrungenen Fluß-, oder des Regenwassers, ein Nachlassen oder Anziehen der Ankerseile zc. zc., kurz eine Thätigkeit nöthig, die gegen jene Sorglosigkeit grell absticht, welche stabile Brücken so empfehlenswerth macht.

§. 258. Nun noch den Durchlaß, damit die Schifffahrt auf dem Strome nicht gehemmt werde. Schiffbrücken sind nähmlich so niedrig, daß nicht einmahl leere Rachen unter ihnen durchfahren können. Es müssen also ein oder zwey Brückenschiffe, die dem Stromstrich entsprechen, so eingerichtet werden, daß man sie ohne viele Umstände aus der Reihe der übrigen wegrudern, hierdurch eine Oeffnung erzielen, und zuletzt wieder an Ort und Stelle winden könne, wenn die Frachtschiffe passirt sind. Man verweist hier den Leser auf §. 268, um eine Wiederholung zu ersparen.

§. 259. Endlich noch ein Wort über den möglichen Fall, wenn man aus gewöhnlichen Flußschiffen eine Schiffbrücke erbauen wollte. Wie begreiflich, sind diese von ungleichen Ausmaßen. Man fortirt also die gekauften, requirirten, oder aufgefangenen Schiffe nach ihrer Größe, und verwendet die größten in der Strommitte, die kleinsten aber nahe an beyden Ufern. Sonach wird die Brückenbahn gegen die Mitte zu etwas steigen. Wäre dieß unbequem, so erbaue man entweder in den niedrigen Schiffen eine Art Gerüste, welches unten breit aufsteht; oder, man belaste die hochbordigen Schiffe so lange, bis sie so tief eintauchen, daß ihre Borde gleich hoch mit jenen der andern Schiffe sind. Diese Belastung geschieht aber nicht durch Steine, oder Erde, oder andern Ballast (weil dieß Zeit und Geld kostet), sondern man erzielet sie durchs Anbohren. Damit man aber Herv über diesen Wassereinflaß sey und bleibe, so muß die Stelle des Loches auf eine sehr kenntliche und zuverlässliche Art früher schon, ehe man bohren läßt, markirt werden, um, wenn genug Wasser eingedrungen ist, dieses runde Loch durch Hülfe eines langen, über den Wasserspiegel vorragenden, unten aber conisch zugespitzten, mit Berg oder Hanf umwundenen Pfropfes wieder hermetisch verschließen zu können.

§. 260. Wären die Borde der Schiffe zu schwach, um die hier aufliegenden Brückenbalken, und jene Last zu tragen, die diesen in der Folge noch aufgebürdet werden wird, so erbaut man in diesen Schiffen, wie früher, möglichst einfache Gerüste, oder Scheiterhaufen etwas wenig höher als die Schiffsborde, und legt jene Balken jetzt auf diesen Unterbau. Oft genügt es,

¹⁾ Ist die Brückenbahn breit, diese Schwelle also z. B. 16' lang, so müßte sie ein $\frac{1}{3}$ zölliges Gevierte erhalten. Für 12 Schuh breite Schiffbrücken genügen $\frac{2}{3}$ zöllige Schwellen. — Die Pontoniers haben eigene Richtmaschinen zu diesem Behufe erfunden.

bloße Bocke hineinzustellen; nur Sorge man dafür, daß ihre Füße den Schiffsboden nicht durchzudrücken vermögen. Zimmerböcke sind daher den Gerüstböcken vorzuziehen. (Siehe I. Thl. S. 124, Fig. 93 und 164).

Pontonsbrücken.

§. 261. Schiffe, die dem Heere nachgeführt werden, heißen Pontons. Jedes Volk hat andere. Die russischen Pontons bestehen aus einem hölzernen, mit getheertem Segeltuch überzogenen, Balkengerippe; die französischen sind von verzinnem Eisenblech; die englischen von Kupferblech; die unsrigen Fig. 88, A. B. C. D. E. von Holz; und es läßt sich nicht in Abrede stellen, daß diese anspruchslosen Schiffchen im Kriege bey weitem die zweckmäßigsten sind. Räumen dieß doch sogar unsere Gegner ein.

Fig.
88.
A. B.
C. D.
E.

§. 262. Die österreichischen Pontons sind 26 Schuh lang, 6 Schuh breit, und $2\frac{1}{2}$ Schuh tief; ihre rauh gelassenen, äußeren Flächen sind kalefirt und getheert. Jeder Ponton wiegt $10\frac{1}{2}$ Centner, taucht unbelastet nur 6 Zoll, sinkt aber mit 114 Centner belastet, unter, und darf folglich mit nicht mehr als 50, höchstens 80 Centnern beschweret werden, weil er bey größerer Belastung in unruhigem Wasser von den Wellen zuverlässig getränkt (verschlungen) werden würde.

Pontonsbrücken eignen sich daher für reisende oder sehr breite Ströme wenigstens nicht auf längere Zeit; und, wenn es auch wahr ist, daß mit österreichischen Pontons über einen 125 Klafter breiten Donauarm eine Brücke geschlagen, und zum Truppenübergang im Kriege wirklich benützt worden ist, so beweiset dieß doch weiter nichts, als die Vorzüglichkeit unserer Pontons. Nie könnten die Franzosen mit ihren bloß 18' langen, $4\frac{1}{3}$ ' breiten, und $2\frac{1}{3}$ ' tiefen, blechernen Pontons an so ein Unternehmen auch nur denken! Können sie doch in diesen federleichten Rähnen nicht einmahl Truppen über den Strom bringen, was im Kriege doch so äußerst wichtig ist! Auf jedem österreichischen Ponton hingegen können 17 bis 18 Mann mit Sack und Pack übergeschifft werden; diese können das jenseitige Ufer vom Feinde säubern, es besetzen, und so das Schlagen der Pontonsbrücke wesentlich begünstigen. Flintenkugeln schaden unsern hölzernen Schiffen nichts; ein kleiner Spund macht den Schaden sogleich wieder gut. Auch lassen sich lecke Wände oder Böden leicht wieder wasserdicht machen; denn, eine Handvoll Berg, eine hölzerne Leiste, ein elendes Bretchen, und ein paar Nägel genügen hierzu. Nicht so verhält sich die Sache bey blechernen, oder bey ledernen, oder bey segeltuchernen Schiffen!

§. 263. Unsere Pontons werden dem Heere auf eigenen sechs-spännigen Wagen nachgeführt. Jeder einzelne Wagen wiegt sammt seiner Ladung $47\frac{1}{2}$ Centner. Diese Lehtere besteht (nebst Anker und allen nöthigen Requisiten, Seilen und Stricken), aus sieben, 25 Schuh langen, astlosen, tannenen, $\frac{5}{8}$ zölligen Brückenbalken, siebzehn 13 Schuh langen, 12 bis 15 Zoll breiten, zweyzölligen, ast- und tadellosen Pfosten zur Brückenbahn, und aus einem Ponton, welcher dieser Fracht verkehrt aufgelegt wird, und sie somit wie ein Dach vor Regen beschützt.

Viele solche Wagen bilden einen Pontons-Train, dem jedoch noch eine Menge andere Wagen z. B. Feldschmieden, Rüstwagen, Kohlenwagen zc. zc. folgen. Die Pontoniers gehen zu Fuß, nur auf forcirten Märschen folgen auch sie zu Wagen nach. Nie ist ein Train ohne die ihn bedienende Mannschaft, so wenig als das Geschütz ohne Artilleristen! Hierin liegt der Grund, warum alle jene kleineren Details hier übergangen werden dürfen, die bloß für den Pontonier von Wichtigkeit sind, jedem andern Militär aber ohne Noth heil unbekannt bleiben können.

§. 264. Wichtiger als diese Handgriffe ist für uns die Stelle, wo man Pontonsbrücken schlagen darf oder soll; denn hier ist die Kriegskunst im Streite mit der Baukunst. Jene verlangt nämlich für Flußübergänge eingehende Flußkrümmungen, und

ein höheres dießseitiges Ufer, um Herr des jenseitigen werden, die übersehenden Truppen durch dießseitige Batterien unterstützen, und ihr Vorrücken möglich machen oder ihren Rückzug decken zu können. Die Baukunst macht Einwendungen dagegen. Flußkrümmungen sind nämlich nichts anders als Serpentinien, wo man, laut S. 154, eigentlich gar keine, also auch keine Pontonsbrücke schlagen sollte. Der Stromstrich liegt in solcher Lage dem unsrigen Ufer immer näher als dem feindlichen, der Strom wird folglich hier tiefer und reißender, die Ufer vielleicht anbrüchig, die Abfahrt zur Brücke beschwerlich, und vom Feinde gesehen seyn, die Pontons werden drüben aufsitzen, und gerade dort wird eine Landbrücke (siehe S. 256) nöthig werden, wo sie am schwersten zu erzeugen und zu unterhalten ist. Dieser Widerstreit der militärischen und technischen Forderungen kann nur dadurch gehoben werden, daß man das *medium tenuere* Fig. 87. beherzigt. Also, nicht bey c muß man die Brücke schlagen (wenn man auch hier übergehen wollte), sondern bey d oder bey e, wo der Stromstrich ungefähr in der Mitte liegt. Aber bey c läßt man die aus dem dortigen Thale bis zum Flusse fahrenden Pontons abladen, und ins Wasser schaffen.

S. 265. Hier werden immer zwey und zwey Pontons auf 12' lichten Abstand von einander gestellt, mit fünf, die beyden Borde beyder Pontons 6'' übergreifenden, $\frac{5}{2}$ zölligen Brückenbalken überlegt, und festgebunden, hierauf die zweyzölligen Pfosten gegeben, und diese durch die Schließbalken (S. 254) niedergedrückt. Die somit erhaltenen Glieder erwarten nun den Befehl zum Abstoßen, wo sodann ein Glied nach dem andern von c herab in die Brückenlinie d f einfährt, im Herabfahren seinen Anker fallen läßt, sich immer an das Ankerseil haltend, knapp an das zuvor eingefahrene Glied anreihet, und sich mit demselben zu einem Ganzen dadurch verbindet, daß unter der Pfostendecke noch ein Paar Brückenbalken so eingeschoben werden, daß sie über beyde Borde der beyden knapp neben einander stehenden, jedoch zu verschiedenen Gliedern gehörigen Pontons reichen. — So baut man, wenn der Strom sehr träge ist, im Angesichte des Feindes, Pontonsbrücken.

Fig. 89. S. 266. Ist der Strom aber rascher, oder hat man dem Feinde durch täuschende Manövers einen Tag abgewonnen, und kann sonach unbemerkt von ihm die Brücke schlagen, so gräbt man zuerst am Ufer eine möglichst sanfte Abfahrt a, von etwa 6 Zoll Fall auf jede Klafter, bis hinab zum Wasserspiegel des Flusses aus, und legt daselbst zuerst die Grundpfoste b c horizontal knapp ans Wasser. Ueber, oder richtiger gerade auf sie kommen nun noch so viele andere Pfosten zu liegen, daß die oberste mit dem Bord des ersten leeren Pontons (der parallel mit diesem Pfostenhaufen im Wasser schwimmt) gleich hoch ist. Nun legt man die 2 äußern Brückenbalken auf jenen und diesen, befestiget ihre Enden an die Borde, stößt den Ponton 2° vom Lande weg, und befestiget ihn durch 2 Seile o und d ans Ufer. Nun legt man noch die drey mittleren Brückenbalken, und auf diese so viele von jenen 17 Pfosten, daß der Raum vom Ufer bis zum Landbord, der Ponton selbst aber nicht überdeckt ist. Jetzt fährt ein zweyter Ponton von oben herab, läßt seinen Anker fallen, hält sich an sein Ankerseil, und stellt sich knapp an den ersten ¹⁾. Hier werden wieder zuerst die beyden äußern Brückenbalken an beyde Borde des zweyten Pontons befestiget, und dieser durch Hülfe derselben wieder 2 Klafter von dem ersten Ponton weggestoßen 2c. 2c. So rückt die Arbeit langsamer zwar, als mit Gliedern, aber sicherer vor; man bedarf weniger Pontons, und kann selbst über reißende, nur nicht über gar zu breite Flüsse Brücken schlagen. In 3 Stunden kann un-

¹⁾ Das Einfahren der Pontons von oben herab wird von Vielen getadelt, weil in reißenden Strömen die bereits in die Brückenlinie eingefahrenen, mit Mühe zum Stehen gebrachten Pontons, von den von oben herabschwimmenden Pontons sehr leicht wieder aus ihrer Lage gerissen werden könnten.

ter günstigen Umständen eine Pontonsbrücke von 30 Pontons, also von 90 Klafter Länge, fertig werden.

Die Fig. 89 zeigt, wie die Balken auf den Pontons aufliegen; a h in Fig. 93 ist ein Stück von der ganz fertigen Brücke, und Fig. 88, C. ist ihr Querschnitt in doppeltem Maßstab. — Es ist sehr wichtig, vor Anfang des Brückenschlagens,

§. 267. leichte Truppen auf das jenseitige Ufer überzusetzen. Hierzu dient entweder nach §. 150 die Furth ab, welche durchwaten wird, oder die Leute müssen wirklich überschiffet werden¹⁾. Am schnellsten geschieht dieß bey der Serpentine g h a. Bey g steigen die Leute ins Schiff, und stoßen ab. Doch hält man dieses durch ein Seil so lange fest, bis es weit genug in den Strom hineingekommen ist, und jene schiefe Richtung angenommen hat, welche nöthig ist, daß der Strom selbst das Schiff bey h ans Ufer treibe, wo die Truppen ungesehen ans Land steigen. Eben so schnell (denn der Stromsrich begünstiget es) fährt nun das leere, bloß von den Schiffern geleitete Schiff von h nach a wieder zurück, und kann von a nach g um so leichter heraufgezogen werden, weil daselbst allemahl ein Gegenstrom Statt findet. Bey g steigen wieder frische Truppen ein, und so geht dieß fort, bis Colonnen über die fertige Brücke rücken können, und jenseits Posto fassen. Gelingt dieß, so erbaut man, um den Rückzug zu sichern, möglichst bald den Brückenkopf mon, oder doch wenigstens die Tambours f und i.

§. 268. Der Durchlaß mn Fig. 89 besteht aus einem, zwey, äußerst selten aber aus drey Pontons, die mit Brückenbalken, Pfosten und Schließbalken gerade so überdeckt werden, wie dieß 89. früher bey dem Brückenschlag mit Gliedern §. 265 gesagt wurde. Nur muß auf das ungleiche Vorragen der Balkenköpfe 1. 2 und 3. 4 aufmerksam gemacht werden, damit der Durchlaß leicht aus der Brückenslinie herausfahren, und, weil 1. 3 kürzer als 2. 4 ist, eben so leicht wieder zurückgewunden werden könne. Es hängt nämlich der Durchlaß so gut wie die andern Pontons an Ankern (§. 255.) läßt man also das ihn haltende Ankerseil nach, entfernt aber früher die vier Balkenstücke, welche von 5 bis 6 und von 7 bis 8 unter der Pfostendecke lagen, so treibt der Strom den Durchlaß selbst stromabwärts; hier wird er seitwärts gedrückt, und folglich können die Flußschiffe durchfahren. Gewöhnlich sind eigene Stunden festgesetzt, wo dieses Durchfahren Statt findet. Sind diese verflossen, so windet man, durch Hülfe eines auf dem Durchlaß befindlichen Drehhaspels diesen wieder an seinen Platz, schiebt die vier Balken 5, 6 und 7, 8, wie zuvor, unter die Pfostendecke, verknebelt die Schiffe beyderseits mit den Nachbarschiffen, und erreicht somit den Vortheil, die Schifffahrt nicht gestört, und den Flußübergang zur Noth doch erzielet zu haben.

§. 269. Zur Noth! denn das darf hier nicht verhehlet werden, daß Pontonsbrücken immer gefährliche Brücken sind und bleiben. Nur der Soldat wagt es, sie zu schlagen. Sie dienen ihm zu seinen Operationen; aber sie hemmen sie auch oft und bedeutend! Ein von einem Wehre losgerissener Balken, ein vom Sturm entwurzelter Baum, ja, der Sturm ohne Baum zerstört oft Brücke und Communication. Fußvolk kann bey stürmischem Wetter eine Pontonsbrücke schwer, Cavallerie kaum, Schlachtvieh aber nicht passiren. Und obgleich die Brücke 12 Fuß breit ist, so marschirt das Fußvolk, selbst bey ruhigem Wetter, doch nur reihenweise (also nicht en colonne²⁾) über solche Brücken; nie wird das Spiel geschlagen, damit das tactmäßige, jeder Brücke äußerst gefährliche Auftreten unterbleibe; die Cavallerie sikt ab, und führt die Pferde an der Hand; schnelles Fahren und scharfes Reiten wird von der Brückenwache gewaltsam verhindert, die

¹⁾ Denn sie hinüberschwimmen zu lassen, kann, wenn die Leute es auch verstehen, wenigstens dem Fußvolk nicht gestattet werden, weil es drüben kampfunfähig ankommen würde, wenn seine Waffen ihm nicht zu Schiffe trocken nachgeführt werden könnten.

²⁾ Außerst dringende Fälle ausgenommen! siehe die letzten Zeilen des §. 267.

Pfostendecke wird zur Schonung mit Stroh belegt zc. Dieser Nachtheile ungeachtet (welche bey unsern Pontons nach §. 262 wohl eher den Nahmen Unbequemlichkeiten als Nachtheile verdienen), paßirt bey ruhigem Wetter Fußvolk, Reiterey, Feldgeschütz, Schlachtvieh und alles Armeefuhrwerk, mit einziger Ausnahme des Belagerungsgeschüzes, wenn dieses, nicht auf Sattelwägen, sondern auf seinen eigenen Laffeten transportirt werden mußte. Für diesen seltenen Fall müssen die Pontons verhältnißmäßig enger zusammengestellt werden. Auch dürfte es wohl rathlich seyn, anstatt fünf, sechs Brückenbalken unter die (bloß 2zöllige) Pfostendecke zu legen. (Siehe §. 159 bis 161).

F a ß b r ü c k e n.

§. 270. Die Cylinderpontons der Engländer beweisen, daß sie mit ihren kupfernen Pontons nicht recht zufrieden sind, obwohl Sie deren mehrere Arten haben ¹⁾. Der Oberstlieutenant Colleton erfand erstere. Es sind walzenförmige, beyderseits spizig auslaufende, 20' lange und $2\frac{1}{2}$ Fuß dicke, aus hölzernen Faßdauben erzeugte Tonnen, die durch 23 eiserne Faßreise zusammengebunden, inwendig aber durch neun Scheiben oder Unterschiede in zehn leere Räume abgetheilt sind, wodurch Colleton den wichtigen Vortheil erzielte, daß, wenn auch eine solche Tonne durch Flintenschüsse durchbohrt wird, sie gleichwohl nicht untergeht, weil nur der, eben getroffene, leere Raum sich mit Wasser füllt, die übrigen 9 Räume aber leer bleiben. Er kuppelt immer zwey und zwey solche Tonnen zusammen, und verwendet ein solches Tonnenpaar gerade so, wie wir unsere Pontons.

Bey dem großen Manöver zu Samars in Frankreich während der Occupation passirte eine Cavalleriecolonne zu 3 Mann hoch eine solche Brücke, ohne daß die Tonnen mehr als halb eintauchten; ja bey den Versuchen auf der Schelde passirte sogar ein von 8 Pferden gezogener Vierundzwanzigpfünder ohne allen Nachtheil eine solche Brücke.

§. 271. Der englische Oberste Pasley erfand in dem Jahre 1823 derley kleinere Tonnen, die das Eigenthümliche haben, daß sie in der Mitte senkrecht auf ihre Länge abgeschnitten sind. Erzeugt werden sie aus starkem Kupferblech, welches über ein hölzernes Gerippe aufgenagelt ist. Der Vortheil, den diese Einrichtung gewährt, besteht darin, daß man keine gar so langen Wägen, wie zum Transport jener frühern 20' langen Tonnen nöthig hat, und daß man diese halben, also nur 10' langen Tonnen leichter auf- und abpacken könne, ohne Gefahr zu laufen, sie zu biegen; wodurch sie nothwendig aufhören würden, wasserdicht zu seyn.

§. 272. Bailant hält alle diese Cylinderpontons für ganz gut, kann sich aber doch nicht enthalten, beyzufügen, „daß sie zu viel kosten.“ — Dieser Vorwurf hätte für Staaten vielleicht nichts Abschreckendes, wenn die Vortheile nur bedeutender wären. Aber so werden die oben aufgezählten Vorzüge der Cylinderpontons durch den einzigen Einwurf entkräftet, daß sie sich nicht wohl wasserdicht erhalten lassen, und daß man die lecke Stelle entweder gar nicht zu entdecken, oder, wenn dieß auch der Fall ist, sie in schwimmender Lage doch nicht zu verstopfen vermag. Unsere allerdings wenig Parade machenden, hölzernen Pontons sind, für den Krieg, dieser modernen Erfindung daher noch immer vorzuziehen, und können überdieß, was hier äußerst wichtig ist, zum Uberschiffen leichter Truppen oder Arbeiter verwendet werden, wozu weder Cylinder- noch Weißblech-, noch Segeltuchpontons je gebraucht werden können.

§. 273. Faßbrücken im buchstäblichen Sinne sind hier empfehlenswerther. In Ländern, wo viel Bier oder Wein getrunken wird, gibt es Fässer genug, die zu diesem Behufe sicher verwendet werden können. Größere Fässer verdienen den Vorzug vor den kleineren. Angenommen, man

¹⁾ General Douglas wünscht sehnlichst: hölzerne Pontons.

hätte hinlänglich viele gleich große Fässer jedes von 10 Eimern aufgetrieben; ein jedes sey $3\frac{1}{2}$ ' lang, und in der Mitte 3' dick. Nun legt man acht solche wohlverspundete, leere Fässer auf zwey $\frac{7}{8}$ öllige Balken so neben einander, wie sie im Keller auf den Kantern liegen, und befestiget vor dem ersten und hinter dem letzten Faß ein 4' langes Querstück, damit die Fässer von dieser Rahme nicht herabrollen können. Auf diese Fässer legt man nun eine ganz gleiche zweyte Rahme, und verbindet jene und diese an allen vier Ecken und zwischen den 8 Fässern beyderseits durch 7, also durch $14 + 4 = 18$ Stricke so fest, daß diese so zusammengekuppelten acht Fässer nun anstatt eines Pontons verwendet werden können. Gut ist es, wenn man früher die Vorsicht gebrauchte, runde Balkenstücke unter die untere Rahme zu legen, um diesen, auf dem Lande erzeugten, Faßponton wie auf Walzen bis ins Wasser zu rollen. In Fig. 93 ist angenommen, daß bc und de zwey solche Fig. Faßpontons, fg aber ein Paar Cylinderpontons wären, über welche die 12' breite Brückenbahn ai 93 gerade so aufliegt, wie früher bey den Pontonsbrücken erklärt wurde.

§. 274. Sind die Fässer aber nicht von gleicher Größe, dann fällt jene untere Rahme weg, und die Fässer werden nur an eine starke obere Rahme durch Stricke gebunden, welche einen Knebel ab umschlingen, der früher bey dem Spundloch in jedes Faß gesteckt wurde, wie solches 92 aus dem Längenschnitt H eines solchen Fasses am deutlichsten ersichtlich seyn dürfte ¹⁾. Dieser Längenschnitt ist jedoch zugleich der Querschnitt des ganzen Faßpontons Fig. 92, und es erhellet zugleich aus ihm, daß die hier nöthige obere Rahme aus 2 langen $\frac{7}{8}$ ölligen Balken, und aus einer etwa $\frac{6}{8}$ ölligen runden Stange besteht, die auf vier Querstücken mn so aufgekämmt wurden, wie solches Fig. 92 verlangt. Die mittlere runde Stange dient nur zum Anknebeln der Fässer, welche ihrer Größe nach so rangirt werden, daß die größern in die Mitte, die kleinsten aber am Rande zu liegen kommen.

§. 275. Den Kubikinhalt der Fässer anbelangend, so merke man folgende einfache Regel. Hat die innere Faßlänge l Wiener Zolle, und der mittlere Faßdurchmesser d Zolle, so enthält das Faß $\frac{ddl}{3941}$ Wiener Eimer. Unter mittlerem Faßdurchmesser versteht man hier die halbe

Summe des größten und des kleinsten; jener wird am Spundloche durch einen, gerade ins Faß gesteckten Stab, dieser am Boden von außen gemessen. Jedes zehneimerige, leere Faß trägt, wenn es ganz eingetaucht wird, gerade 10 Centner; denn ein Wiener Eimer Wasser wiegt $101\frac{1}{4}$ Pf., also rund 1 Centner. Bey Faßbrücken darf man auf das ganze Tragvermögen der Fässer rechnen, weil zugespundete, leere Fässer, selbst wenn sie ganz eintauchen, deßhalb doch nicht untergehen. Enthalten also die Fässer eines jeden einzelnen Faßpontons 80 Eimer, so trägt ein solcher Ponton zuverlässig 80 Centner; und stehen diese nicht über 12 Fuß im Lichten von einander ab, so hat eine solche Brücke wenigstens eben so viel Tragvermögen, als eine österreichische Pontonsbrücke.

§. 276. Schwanken die aus ungleichen Fässern zusammengesetzten Faßpontons bey dem Einführen in die Brückenlinie zu viel, so binde man beyderseits zwey leere Fässer p und q an; welche jedoch, sobald die Brückenbalken auf der Rahme festgebunden sind, ohne Bedenken entfernt werden können.

§. 277. Fehlt es an kleinen Schiffen oder Rachen, welche das Brückenschlagen so sehr erleichtern, so binde man 2 leere Fässer u'' zusammen, und benütze sie als Rachen; nur muß hier gerathen werden, daß der darauf sitzende Mann das Ruder gerade vor sich halte, und gerade vor sich drücke, also die Fässer gerade hinter sich treibe. Macht er es anders, so drehen sich dieselben immer im Kreise herum.

§. 278. Endlich gilt bey Faßbrücken hinsichtlich der Verankerung, der Landbrücken zc. zc. ganz das nämliche, was hierüber früher gesagt wurde; und die Bemerkung dürfte hier nicht am unrech-

¹⁾ Er wurde der Deutlichkeit wegen im doppelten Maße gezeichnet.

ten Orte stehen, daß die ganze Abhandlung über schwimmende Brücken von §. 249 angefangen bis hierher, eine zusammengehörende Lehre sey, deren §§. für sich allein weder gelesen werden sollten, noch für sich allein verstanden werden können.

Floßbrücken.

§. 279. Fehlt es an Schiffen, an Pontons, und an Fässern, so erbaue man Floßbrücken; denn an Bäumen fehlt es in Auen gewiß nicht, und Auen sind an Strömen auch keine Seltens-
Fig. 93. heit. Man fälle also die längsten Bäume, schäle sie ab, reiße Baum an Baum, und verbinde sie durch zwey Querriegel ii, und kk. Wie diese Verbindung am einfachsten durch hölzerne Hasennägeln und Wiedenbänder, oder Waldreiben, oder gedrehte Baumwurzeln zc. geschieht, ersieht man aus dem Querschnitt N der Floßbrücke.

§. 280. Angenommen, die gefällten Bäume wären schlanke, gesunde, nicht abgestorbene, hohle, moderige oder allzuviel ausgetrocknete, Pappeln; sie hätten 42 Schuh zur Länge, und eine mittlere Dicke von 12 Zoll Fortificationsmaß.

Pappelholz ist gerade halb so schwer als Eichenholz, dessen absolutes Gewicht im gewöhnlich trockenen Zustande per Kubikfuß 54 Pf. beträgt ¹⁾. Sonach wiegt ein Kubikfuß Pappelholz 27 Pf., und, weil sich trockenes zum nassen Holze, dem Gewichte nach, immer wie 3:4 verhält, so wiegt ein Kubikfuß im Wasser liegendes Pappelholz $\frac{4 \times 27}{3} = 36$ Pf. Da nun ein Kubikfuß Wasser 61 Pf. wiegt, so trägt ein ganz eingetauchter Kubikfuß Pappelholz, selbst wenn es noch so lang im Wasser liegt, 61 weniger 36, also 25 Pf. Jedes Floß aus Pappel-, Fichten-, Tannen- und anderm derley leichten Holz trägt also gerade so viele Vierteltcentner, als es Kubikfuß Holz enthält. Nun enthält aber jeder 42' lange, 1' dicke, unbehaute Baumstamm $42 \times \frac{3}{4} = 31\frac{1}{2}$ Kubikfuß Holz. Nimmt man also zu einem Floße (dessen Breite immer kleiner als seine halbe Länge seyn muß), nur etwa 15 Stämme, so trägt es zuverlässig $15 \times 31\frac{1}{2} \times \frac{1}{4} = 118$ Centner. Wird die Stammdicke und Länge jedoch nach Wiener Maß gemessen, so trägt unser Floß gleichwohl noch 109 Centner, folglich mehr, als billigerweise erwartet werden konnte. Stellt man die erhaltenen Floße im Lichten 6' weit aus einander, so kann sogar Belagerungsgeschütz gefahrlos darüberfahren; nur Güterwägen, deren Gewicht größer als das Tragvermögen der Floße wäre, dürfen sie nicht passiren.

§. 281. Im Floße liegt die Mehrzahl der Balken mit dem dicken Orte stromabwärts; auch ord-
Fig. 93. net man die 12' breite Brückenbahn aj deßhalb nicht gerade mitten über die Floße MM laufend, sondern auf der untern dickern Floßhälfte ruhend an, damit die Balkenköpfe vorn etwas gehoben werden, der Strom also leichter unter dem Floße durchrinnen könne. Einige rathen (und mit Recht), die Balken im Floße nicht knapp an einander zu reihen, sondern immer ein Paar Zoll Zwischenraum zu lassen. Jedes Floß erhält 2 Anker, und bey trägen Flüssen auch einen Aferanker (von unten). Ueber reißende Ströme sind Floßbrücken unmöglich.

Fliegende Brücken.

§. 282. Zuerst fliegende Floße. — Ueberdeckt man das untere Drittel eines gewöhnli-
Fig. 94. chen Floßes mit starken Pfosten, wie dieß Fig. 94, A. lehrt, befestiget ferner an die Mitte des vordern A. Querriegels ab ein langes, starkes, unter dem Kopfe des Floßes durchgehendes Seil cd, und

¹⁾ Siehe die Tabelle Nr. III. im I. Theile.

verankert dasselbe an seinem obern Ende so, wie dieß in Fig. 87 zwischen k und m zu sehen ist, so erhält man ein fliegendes Floß, welches bey geschickter Behandlung ohne Ruder vom Ströme selbst gezwungen wird, vom rechten Flußufer zu dem linken, und wieder zurück zu schwimmen, auch diese Oscillationen nach Gutdünken des Fährmannes zu wiederholen. Die hier wirkende Kraft des Stromes wird ein Maximum, wenn der Winkel $m o d$ 125 Grad und 16 Minuten beträgt ^{Fig.}). Wäre sonach $m o$ und $o d = 4$ Klafter, so müßte $m d$, 7 Klafter lang seyn. Man erzie- ^{94.} let die immer richtige Stellung des Floßes durch drey Ringe m, n und d , und durch ein Seil $m d$, ^{A.} welches an zwey dieser Ringe vom Fährmann jedesmahl vor der Fahrt gehörig befestiget wird. Ist dieses z. B. so angeknüpft, wie die Fig. zeigt, so treibt der Strom das Floß vom rechten auf das linke Ufer. Würde dasselbe Seil aber an den Ring n befestiget, so fährt Jenes zurück. Die zweckmäßigste Länge des Ankerseiles ist anderthalb Strombreiten gleich.

§. 283. Fliegende Brücken bestehen gewöhnlich aus zwey großen Flußschiffen ab und cg , ^{Fig.} welche mit Brückenbalken belegt, diese mit Pfosten überdeckt, und dann noch ringsum mit einem ^{94.} Geländer eingefast werden. Ferner errichtet man in jedem Schiffe zu Ende des vordern Drittels ^{L. M.} der Schiffslänge einen Mastbaum, verbindet die Mastbäume beyder Schiffe oben durch einen ^{N.} Querriegel, ordnet auf 8 Zoll Abstand unter demselben einen zweyten horizontalen Balken an, und verbindet diesen und die Mastbäume durch Bügel. Wie dieses galgenartige Balkengestelle aussieht, lehrt der Querschnitt N. Zwischen den beyden obern horizontalen Riegeln läuft die Rake, (ein durchlöcherter Holzfloß, dessen Ansicht und Durchschnitt das Detail w im größern Maßstab zeigt) hin und her. Durch sie läuft das Giertau $pr d$, welches am Hintertheil der Schiffe bey p zwar möglichst gut, aber doch so befestiget wird, daß es ohne viele Umstände angezogen, nachgelassen, oder ganz und schnell beseitiget werden könne, wenn durch die Ungeschicklichkeit der Schiffleute, oder durch den Wind die fliegende Brücke eine so unglückliche Stellung im Ströme annähme, daß sich dessen ganze Kraft an sie anlegen, also das Seil allzusehr spannen, abreißen, oder den Galgen eindrücken könnte. Auf anderthalb Strombreiten oberhalb geschieht die Verankerung, welche bey großen Strömen aus drey Ankern (den mittlern zu 5, die andern zu 3 Centner) besteht, weil einzelne Anker durch das Hin- und Herrütteln viel zu bald locker werden. (Siehe y in Fig. 87.) Das Giertau ruht auf mehrern 15 bis 20 Klafter von einander entfernten, etwa 28' langen, 3 bis 4' breiten, und 2 bis 3' tiefen Schiffchen, die gegen das Einregnen ein wasserdichtes Verdeck erhalten. Das dem Anker am nächsten stehende Schiffchen muß das größte seyn; das folgende ist das kleinste, dann wachsen sie wieder, je näher sie der fliegenden Brücke kommen. Die Regierung dieser Leetern geschieht durch Hülf zweyer Steuerruder; der vortheilhafteste Winkel $m o d$ ist hier, wie zuvor, 125° 16'. Die Höhe des Galgens ist von der Höhe der landesüblichen Wagen abhängig, nie aber geringer als 12', und nie höher als 20'. Letztere Höhe hat wenigstens die (aus zwey 92' langen, 13' breiten, und 7' tiefen, 13' im Lichten von einander entfernten Rheinschiffen erbaute) fliegende Brücke bey Coblenz ^{94.}). Endlich soll jede fliegende Brücke eine Cajüte, und wegen möglicher Unglücksfälle, einen oder zwey schwere Nothanker, einen Rachen, Seile, Ruder zc. am Bord haben.

§. 284. Die Anlande oder die Landbrücke besteht entweder aus einem, am Ufer stationir- ^{Fig.} ten, kleinen Schiffe, von welchem aus die Fahrbahn bis ans Land reicht; oder sie besteht aus einem ^{94.} hölzernen Bock x Fig. N, oder, und zwar besser, aus einem wagenartigen Gestelle Fig. 90, dessen ^{Fig.} Ausmaße und Form die Seitenansicht a , und die vordere Ansicht $b c$ hinlänglich deutlich erklären. ^{90.}

*) Ponts militaires par le Général Howard Douglas, traduit p. Vaillant; p. 136.

*) Röder's Brückenbaukunde II. Band, Seite 331.

M o b i l e B r ü c k e n .

§. 285. Dreh-, Roll- und Aufzugbrücken werden gewöhnlich als zur Kriegsbaukunst gehörig betrachtet, und finden daher selten Platz in den Lehrbüchern der Brückenbaukunst. Da jedoch im Canalbau §. 147, b dieser leicht zu beseitigenden Brücken erwähnt werden mußte, so fordert die Consequenz hier nachstehende Erläuterungen.

Fig. §. 286. Drehbrücken der kleinsten Art bewegen sich um eine verticale eiserne Achse c, die 98. unter ihrem Schwerpunct mit Öhren und Schrauben befestigt wird. Gleichwohl würde kaum eine A. B. Bewegung zu erzielen seyn, wenn nicht durch Hülfe eines massiven hölzernen Hebels d, dessen Ein- C. richtung bloß aus dem Querschnitt C verständlich entnommen werden kann, die ganze Brücke ein Paar Zoll hoch gehoben, und somit die bedeutende Reibung beynähe ganz aufgehoben würde. Der Drehungspunct dieses Hebels ist k. Drückt bey n eine hinlänglich starke Kraft den Hebel d hinab, so hebt sich die Brücke, und kann ohne Beschwerde in die Lage mn gebracht werden. Das Zurückbewegen der ganzen Drehbrücke geschieht auf dieselbe Art, nur hebt man zuletzt durch Vorwärtsdrücken der eisernen Stange n in Fig. C die untere Sperrung auf, damit jener Hebel sich heben, die Brücke aber wieder aufsitzen könne. Kaum dürfte es nöthig seyn, hier beyzufügen, daß der Raum m und p niedriger als jener h, h seyn muß. Um wie viel, lehren der Längens- und der Querschnitt B und C. Aus ersterem ersieht man zugleich, daß die ganze Drehbrücke nahe bey der Mitte noch auf einer Schwelle o aufliegt, welche Schwelle jedoch, weil sie stören würde, nicht auf der Mauer liegen bleibt, sondern sich mit der Brücke hebt, und von ihrer Lagerstätte weg bewegt, wenn Erstere gedreht wird. Fig. B zeigt die aufsitze, Fig. C die zwar gehobene, aber noch nicht weggedrehte Brücke. Ohne Erinnerung dürfte man begreifen, daß Drehbrücken größerer Art (obwohl sie nichts weniger als unausführbar sind) in der Praxis nicht wohl empfohlen werden können, weil — sie zu unständig sind.

Fig. §. 287. Rollbrücken ¹⁾ der kleinsten Art können, wenn der Vorlegpfosten a Fig. L wegge- 99. nommen wird, durch Menschen, die sich an die Ketten k anspannen, ohne große Beschwerde zurück- L. M. gezogen werden, denn beynähe die ganze Schwere der Brücke ac ruht auf 2 metallenen Rollen b, N. welche auf glatten eisernen Schienen laufen. Der Querschnitt N, der nach dem doppelten Maßstab gezeichnet ist, macht diese Rollen b b zersichtlich. Damit aber diese Rollen nicht auch noch jene fremde Last zu tragen haben, welche der Brücke aufgebürdet wird, so versieht man die mittlern Brückenbalken mit kleinen Untersäßen, die in Fig. N mit 2 Diagonalen, im Längenschnitt M aber mit d bezeichnet wurden. Ist die Brücke unbelastet, so sitzen diese Untersäße nicht auf, wohl aber, wenn erstere belastet wird; denn die 2 mittlern Brückenbalken leiden bey jeder Brücke viel mehr als die beyden äußern, und biegen sich immer etwas. Ein Zoll ist hier vollkommen hinlänglich. Endlich muß noch bemerkt werden, daß die belastete Rollbrücke allerdings, nicht aber die unbelastete bey c aufsitzen dürfe, damit die hier Statt findende Reibung das Zurückziehen nicht ohne Noth erschwere. Man erzielet dieses Nichtaufsitzen sehr leicht dadurch, daß man a b etwas länger als b c machen läßt, und das Auflager c etwa um einen Zoll niedriger als die horizontale Brückenbahn hält.

Fig. §. 288. Aufzugbrücken der einfachsten Art endlich bestehen aus einem galgenartigen Ge- 100. stelle Fig. P, aus der Schaukel ab, Fig. Q, und aus der Hebrücke d c. R ist der Grundriß P. Q. R. der Schaukel, jedoch im halben Maßstab. Ihr hinterer Theil ist durch das massive Kreuz so schwer

¹⁾ Unter dieser Benennung verstehen Einige jene, nicht empfehlenswerthen, fliegenden Brücken, welche mittelst einer Rolle an einem quer über den Strom gespannten Seile hängen.

gemacht, daß das Gewicht eines oder zweyer Menschen, die an den Ketten *k* ziehen, hinreicht, die Brücke zu heben. Die Bewegung geschieht um die Punkte *d* und *o*. Starke eiserne Bänder und Bolzen vertreten hier die Stelle der Angeln; ihre Gestalt ist willkürlich. *ob* und *dc* müssen gleich lang gemacht werden, wenn die Schaukel nach aufgezogener Brücke vertical stehen soll.

Diese Brücke besteht aus 4 Brückenbalken, die in zwey Querstücke gut verzapfet werden. Damit aber erstere nicht bloß auf diesen Zapfen, sondern auf ihren ungeschwächten Balken-Enden aufliegen, und alle Gefahr vermieden werde, so ist es sehr rathlich, unterhalb beyder Querstücke eine doppelt so breite, dreyzöllige Pfoste unterzulegen. In Fig. Q ist diese Pfoste mit 1 und 2 bezeichnet.

§. 289. Die Balkenstärke anbelangend, so muß vor Allem bekannt seyn, ob schweres oder nur leichtes Fuhrwerk die Brücke belästigen werde. Im letztern Falle genügt es, wie die österreichischen Pontonsbrücken §. 263 beweisen, zu den Brückenbalken in Fig. 98, 99 und 100 nur $\frac{5}{8}$ oder $\frac{4}{6}$ zölliges astloses, gesundes Tannenholz zu nehmen, und diese mit zweyzölligen Pfosten zu überdecken.

§. 290. Da nun im §. 147 bloß von Feldwegen oder Nebenstraßen gesprochen, und somit die dort rege gemachte Neugierde hier durch die Erklärung der mobilen Brücken kleinerer Art befriediget seyn dürfte, so hält man sich für berechtigt, hier abzubrechen, und die Erweiterung dieser Lehre dem letzten Theile dieses Lehrbuches zu überlassen, weil nur in Festungen Aufzugbrücken der größten Art vorkommen und erbaut zu werden pflegen.

Nothbrücken, oder Brücken im Felde.

§. 291. Darunter versteht man hier alle jene unvollkommenen Brücken, die keineswegs auf lange Dauer, sondern nur um die dringendsten Forderungen des Augenblickes zu beschwichtigen, gewöhnlich ohne Vorbereitung möglichst schnell, möglichst zweckmäßig, und leider! oft aus Materialien erbaut werden müssen, die sonst mit Verachtung von jedem andern Bauplatz entfernt zu werden pflegen. Solche Brücken setzen daher sehr gründliche Kenntnisse im Baufache, und eine Behülflichkeit voraus, die nicht Jedermanns Sache ist.

§. 292. Von Laufbrücken ist also hier nicht die Rede, die dem Heere nachgeführt werden. Bey solchen ist alles numerirt, oder wenigstens den sie begleitenden Pionniers so wohl bekannt, daß, wenn anders die Localität keinen Strich durch ihre in Friedenszeiten gemachte Rechnung zieht, und die Rüstwagen zu rechter Zeit an Ort und Stelle eintreffen können, das Schlagen solcher Brücken ein höchst interessantes Schauspiel gewähret. Hier, in diesem Lehrbuche, handelt es sich vielmehr darum, dem jungen Militär, der sich bereits hinlängliche Kenntnisse vom geregelten Straßen- und Brückenbau eigen gemacht hat, also nicht unvorbereitet den ernstern Schauplatz betritt, noch einige nöthige Winke zu geben, wie er sich im Augenblicke der Noth helfen könne. Seinem Scharfsinn und seinem Muthe bleiben gleichwohl noch eine Menge Dinge überlassen, die weder gelehrt noch gelernt werden können. — Vorausgesetzt, die Stelle für die Nothbrücke wäre bereits nach §. 154 und 264 bestimmt worden, so dienen,

§. 293. um Arbeiter auf das jenseitige Ufer zu schaffen, entweder Rachen, oder kleine, selbsterzeugte Flöße, oder es muß der Bach durchwatet werden, oder die Leute müssen hinüberschwimmen. Fehlt es jedoch an einem Rachen, oder können die Arbeiter nicht schwimmen, so lasse man durch Hülfe der Deichsel und des vordern Räderpaares irgend eines Bauernwagens eine starke Leiter, eine dicke Stange, oder einen leichten Balken so, wie dieß *m n f* in Fig. 96 zu verste-

hen gibt, quer über den Bach legen; oder, man fälle einen nahe am Ufer wachsenden hohen Baum so, daß, wenn er fällt, er über den tiefen Bach zu liegen kömmt. Auf dieser erbärmlichen Nothbrücke nun klettern einzelne Leute hinüber, und begünstigen durch ihre Gegenwart am jenseitigen Ufer das Schlagen der eigentlichen Brücke.

§. 294. Ist der Fluß breiter und reißend, so trachte man ein Schiff, und zwey Seile aufzutreiben, die da, wo es Schiffe gibt, gewöhnlich auch nicht fehlen. Sollten gleichwohl keine Seile vorgefunden werden, so erinnere man sich, daß jede Thurmglöcke ein — Glockenseil habe. Sofort befestige man an den Schnabel jenes Schiffes beyde Seile, wovon Eines etwa doppelt so lang als die Strombreite seyn muß. Das andere Ende dieses Seiles wird an irgend einen Baum oder Pflock am diesseitigen, das zweyte Ende des andern kürzern Seiles aber irgendwo am jenseitigen Ufer befestiget. Hierdurch erhält man eine unvollkommene fliegende Brücke, die zum wiederholten Uebersezen einzelner Arbeiter sehr empfehlenswerth ist. Fig. 87 zeigt, wie man dieß meint. p wäre z. B. jenes Schiff, und man wollte von der Insel aufs linke Ufer fahren. Befestiget man daher das kürzere Seil p u bey u, so schiebt das Schiff, wenn es bey p ausgelassen wird, schnell von p nach p', nimmt aber das andere Seil mit. Zieht man nun das Schiff von p' nach p'' stromaufwärts, verkürzt im Schiffe das lange Seil p'o auf die Länge p''o = pu, und läßt das Schiff p'' jekt aus, so fährt es eben so schnell zurück nach p. Daß dieses Manöver leicht zwar, aber nichts weniger als gefahrlos sey, dürften auch Unerfahrene begreifen. Letztere sollten es, ohne einen Schiffer oder Fischer bey sich zu haben, nie wagen.

§. 295. Steht nahe am Ufer ein Haus, und der Bach ist nicht breiter als dieses, so decke man sein Dach ab, verwende die Bundtrame als Brückenbalken, und das Sparrenwerk als Bruckholz; oder, wenn man damit nicht auslangen sollte, so überdecke man jene doppelt mit den Bretern der aufgerissenen Fußböden der Zimmer, diese aber sehr dick mit Stroh.

Die Breite solcher Nothbrücken beträgt im Kriege nur 8, besser 10 Schuh; 12 Schuh ist schon eine Art Lurus, 16 Schuh aber mehr, als billiger Weise gefordert werden kann; denn unsere Kanonen haben nur 6 Schuh lange Achsen; rechts und links noch ein Schuh, gibt 8 Schuh als das Minimum für Eine Reihe; auch das übrige Armee-Fuhrwesen ist nicht breiter. Und daß man von Nothbrücken nicht erwarten könne, zwey Wagenreihen aufzunehmen, dürfte selbst die Unbilligkeit gestehen. — Die, bey Passirung solcher Brücken zu beobachtenden Vorsichtsmaßregeln betreffend verweist man auf §. 269, das Detail der Bahn anbelangend aber auf das Ende des §. 254. Geländer sind hier Nebensache. Man macht sie aus Latten oder aber aus Strohschnecken, die bey der Nacht besser gesehen werden. Nur, wenn die Nothbrücke hoch über den Wasserspiegel erhaben wäre, müßte das Geländer (um das Scheuwerden der Pferde zu verhüten) etwas sorgfältiger, wo möglich, aus Bretern und 4' hoch erzeugt, besser aber, die Brücke entsprechend verbreitert werden (§. 306).

§. 296. Wagenbrücken können nur in seichten Flüssen erbaut werden. Hier vertreten Wagen die Stelle der Brückenjoche, und stehen gleichlaufend mit dem Stromstrich im Wasser; ihre Deichseln sehen stromaufwärts, und werden mittelst Stricken an Bäume, oder an Pföcke, die am Ufer eingeschlagen, oder an Mühlsteine, die anstatt der Anker im Flusse versenkt wurden, oder an die Pilotenstumpfe der vom Gegner vielleicht zerstörten Jochbrücke zc zc. gebunden, damit der Strom jene nicht fortreißen könne. Wagenleitern, Pfosten oder Breter vertreten hier die Stelle der Brückenbalken, und bilden zugleich die Brückenbahn. Derley Brücken sind nur zum Uebergang einzelner Leute bestimmt, denen man das Durchwaten, und das darausfolgende Krankwerden ersparen will. Cavallerie und leichtes Fuhrwerk kann eine solche wankelmüthige Brücke nur dann gefahrlos passiren, wenn starke Güter- oder gar Pontonswagen dazu verwendet, wenn

die Wagenleitern jener oft mit Ketten oder Seilwerk zusammengeknüpelt, und wenn zur Brückenbahn anstatt der Leitern wirkliche Balken und Breter genommen worden wären.

§. 297. Stößt man die Wagen vom Ufer rückwärts hinab ins Wasser, so daß die Deichseln noch auf unser Ufer reichen, die Länge der Wagen also senkrecht auf den Stromstrich ist, überlegt sie mit Pfosten, Leitern 2c. 2c., wie die Gerüste in der bürgerlichen Baukunst (I. Thl. S. 367), so erhält man einen Steg, der im Falle der Noth sehr schnell wieder abgebrochen werden kann; denn ein Zug an der Deichsel trennt die ganze Verbindung. Für vorgeschobene, sogenannte verlorene Posten, für Patrouillen auf dem andern Ufer 2c. dürften solche Brücken empfehlenswerther als die zuvor genannten seyn.

§. 298. Korbbrücken. Hat man Leute, die mit den Handgriffen des Schanzkorbflechtens vollkommen vertraut sind, und es nicht erst an Ort und Stelle lernen müssen, so lasse man mit großer Sorgfalt massive, rollkorbbähnliche, jedoch conische Körbe erzeugen, deren Höhe sich zum untern, und zum obern Korbdurchmesser wie 6 zu 4 zu 3 verhält. Drey, oder vier, solche Körbe knapp neben einander gestellt, mit Flußschotter halb oder ganz gefüllt, und oben mit einer horizontalen, mit dem Stromstrich parallelen Schwelle überdeckt, bilden die Joche. Senkrecht darüber kommen die Brückenbalken 3' aus einander, hierauf die Pfosten, dann rechts und links die Schließbalken 2c. Zimmerklammern und Stricke verbinden die Theile.

Beträgt die Wassertiefe nicht viel über drey oder vier Fuß, hat man früher den Fluß sondirt, um die Höhe der Körbe darnach bemessen zu können, und erlaubt es die Stärke der Brückenbalken, jene Korbjoche wenigstens 15 Schuh von einander zu entfernen, damit jede unnöthige Aufstauung vermieden werde, so gehören solche Brücken keineswegs zu den schlechtesten Nothbrücken.

§. 299. Weniger zu empfehlen sind jene Korbbrücken, die aus lauter großen, leeren, liegenden Schanzkörben bestehen, deren Achsen mit dem Stromstrich gleichlaufen. Solche Körbe werden in Menge erzeugt, und das ganze Flußbette wird von einem Ufer bis zum andern ganz damit ausgefüllt.

Hier gibt es also keine Joche, sondern nur einen über den Fluß laufenden Korbdamm, welcher, weil er voller Löcher ist, zur Aufstauung des Wassers zwar nicht viel beyträgt, aber doch bey weitem wankelmüthiger als die vorige Korbbrücke ist, ohne Vergleich weniger trägt, und nur über sehr träge Flüsse erbaut werden kann. Die Brückenbahn wird aus Faschinen, oder aus Prügelholz, oder aus Stroh, oder aus Reisig, so gut es geht, erzeugt.

§. 300. Bockbrücken sind, wenn man geschickte Zimmerleute, und wenigstens einige Fischer oder Schiffer mit ihren Nachen zu Gebote hat, vielleicht die empfehlenswerthesten. Die Böcke vertreten hier die Stelle der Joche; wie sie am zweckmäßigsten erzeugt werden, lehrt die Fig. 95 besser als Worte.

Gestellt werden dieselben durch Hülfe zweyer Nachen, oder selbsterzeugter kleiner Floße, zwischen welchen sie auf zwey Balken ruhend von den Schiff- und Zimmerleuten an Ort und Stelle gebracht, und dort niedergesetzt werden. Wollen sie nicht sinken, so müssen Steine unten an die Füße angebunden werden.

Daß die Bockhöhe sich allemahl nach der Wassertiefe richten, und daher immer eine Sondirung vorausgehen müsse, begreift sich. Die Entfernung dieser Böcke (also die Jochweite) richtet sich nach der Stärke der Brückenbalken, die man auftreiben kann; die Tabelle bey S. 161 gibt hier die nöthigen Anhaltspuncte; doch dürfen die gefundenen Zahlen hier ohne Bedenken dem Drange der Umstände angepaßt werden.

Hätte man z. B. durch das Abtragen von Dächern einiger naher Häuser noch ganz gesundes, durch keine Zapfenlöcher geschwächtes, zölliges Sparrenwerk erhalten, und man wollte

dieses zu Brückenbalken verwenden, so dürfen jene Böcke ohne Anstand 10 ja 12 Fuß von einander entfernt werden, denn die Brücke, von der wir hier sprechen, ist — eine Nothbrücke! Bey Pontonsbrücken zwar haben die, auch 12' hohl liegenden, Brückenbalken gar nur ein $\frac{5}{3}$ dölliges Gevierte; doch, dieß sind aus Kernholz erzeugte, astlose, mit größter Sorgfalt ausgewählte Balken! Altes, sehr ausgetrocknetes, wenn auch übrigens noch ganz gesundes Dachgehölze hat hingegen, nach I. Thl. S. 549, Zeile 13, ein viel geringeres Tragvermögen als frisches Bauholz; eine Bemerkung, die bey Nothbrücken Beachtung verdient! Betrüge die mittlere Wassertiefe 5 Schuh, und man wollte (um nicht in Verlegenheit zu gerathen, wenn das Wasser wüchse) die Brückenbahn fünf Schuh höher als den Wasserspiegel halten, also die Böcke etwa 10 Schuh hoch machen, so könnten ihre Füße, laut Tabelle bey S. 187, ohne Bedenken auch von solchen Sparren gemacht werden; bloß zu den Oberschwellen nehme man (wenn die Böcke nur 4 Füße hätten) etwas stärkeres Holz, z. B. die Bundtrame jener abgetragenen Dächer ¹⁾. Diese Bockbrücken setzen jedoch ein festes, also nicht schlammiges, vorzüglich aber ein ziemlich ebenes Flußbette ohne Kolke voraus, weil vier- oder sechsfüßige Böcke sonst nicht stehen, noch weniger aber große Lasten tragen könnten, ohne zusammenzubrechen. Es sind ihnen daher

Fig. 95. S. 301. dreyfüßige Böcke W. Fig. 95 in den meisten Fällen vorzuziehen; die auf holperigem Felsen so gut, als auf abhängigem oder ebenen Boden, und sogar in Kolken richtig gestellt, willkürlich gesenkt, noch leichter aber erhöht werden können. Die Füße haben unten ein starkes Querstück, um nicht unnöthiger Weise allzu tief einzusinken. Die Schlinge m ist anfangs locker und einfach; sobald aber die drey Füße richtig stehen, und die in der Gabel liegende Hauptschwelle n die gehörige Höhe über den Wasserspiegel erreicht hat, wird jene Schlinge m fest angezogen, das Seil mehrmahl ringsumgeschlungen, und, damit dieser Hauptbund nicht sinken könne, an die hölzernen Nägel 1. 2. 3. durch Stricke befestiget, welche Befestigung jedoch in Fig. W, der Verständlichkeit wegen, nicht angezeigt wurde. So wie die Hauptschwelle mit ihrem linken Ende auf dem Dreyfuß W aufliegt, eben so liegt dieselbe mit ihrem rechten Ende auf einem andern ähnlichen Dreyfuß auf.

Ob dieser zweyte Dreyfuß kürzere oder längere Füße als der erste hat, verschlägt hier nicht das Mindeste, wenn nur die von beyden getragene Hauptschwelle n (die den Brückenbalken zum Auflager dient) horizontal und fest in den Gabeln liegt. Das größtmöglichste Tragvermögen, verbunden mit der größtmöglichsten Stabilität, haben die Dreyfüße zwar nur alsdann, wenn die Winkel amb, amo und bmo 60 Grade haben, und die aus dem Scheitel abwärts gezogene Verticale mc durch den Schwerpunct c des Dreyeckes aob geht; unbekümmert, ob dieses Dreyeck horizontal oder schief, das heißt, ob die drey Füße gleich oder ungleich lang sind. Doch genügt es in der Praxis, sich dieser Form bloß zu nähern; denn sie ganz zu erreichen, dürfte in den meisten Fällen ohne großen Zeitverlust wohl nicht gelingen, selbst wenn man sich à la hâte zwey kleine Flöße erzeugt, sie auf etwa 6' Abstand durch 2 senkrecht auf den Flößen liegende, ebenfalls 6' von einander entfernte Pfosten verbunden, und die Stellung der Böcke in dem innern freyen Raum dieses Fahrzeuges Z besorgt hätte.

S. 302. Die Holzstärke der Füße hängt von der Brückenbreite, von der Fochweite und von der Wassertiefe, also von der Länge der Füße, ab. Angenommen, jede der genannten Ausmaße

¹⁾ Ungefähr so machten es die Franzosen, als sie zu Ende November 1812, drey Meilen oberhalb Borisow, bey dem Dorfe Wefelowo, über die 7 Schuh tiefe und 50 Klafter breite Beresina zwey, 200 Klafter von einander entfernte Bockbrücken schlugen.

betrüge zwölf Schuh, so ist es für Nothbrücken vollkommen hinreichend, jene Füße sechs Zoll dick zu machen.

Rundholz verdient hier den Vorzug vor dem kantigen, weil die Seile des Hauptbundes m sonst von den scharfen Kanten durchgeweht werden könnten. Der Hauptschwelle n gebe man 8, den Brückenbalken aber, wenn sie vollkommen gesund sind, wenigstens 6 Zoll zur Dicke.

§. 303. Passet man der Nabe irgend eines starken Wagenrades V. Fig. 95, eine ent- Fig. sprechend dicke, aufrecht stehende und durchlochete Säule an, so kann an sie durch Stricke die früher 95. erwähnte Hauptschwelle n aufgehängt werden. Also würden sich aus solchen Bestellen (die ganz V. vorzüglich als Hülfägerüste Empfehlung verdienen) vielleicht auch ganze Nothbrücken erzeugen lassen, welche, wenn sie auch nicht Anspruch auf große Festigkeit machen, so doch in Hinsicht auf schnelle Erbauung vielen andern Nothbrücken den Vorrang abgewinnen dürften.

§. 304. Ueber tiefe Schluchten, deren Breite größer, als die Länge des zu Gebothe ste- Fig. henden Bauholzes ist, hilft man nach Fig. 96 durch Spannwerke aid. Der auf einem Kreuze 96. k aufliegende Ausschußbaum pq erleichtert die Aufstellung derselben ungemein. Zuerst werden die Balken ab über die Schlucht gebracht, und durch Hülfse des Seiles r in dieser schwebenden Lage erhalten. Nun rollt man den Querriegel c von a bis c vor, und befestiget ihn hier provisorisch durch Stricke. Hierauf legt man vom andern Ufer (wohin die Arbeiter durch Klettern mit Steigeisen oder auf Leitern zu gelangen suchen müssen) die Balken dc, befestiget bey c ihre aufliegenden Köpfe so, wie die Figur lehrt; rollt ferner von d bis o den zweyten Querriegel o vor, befestiget ihn mit den Balkenköpfen b der schwebenden Balken ab, und läßt erst jetzt die sie haltenden Seile r nach ¹⁾.

Wären die Balken dc zu schwer, so lege man früher einen leichtern Balken so, wie mnf es lehrt, von v nach c, und schiebe jene auf diesen hinüber; oder, man rolle sie auf der Walze w vorwärts, welche auf zwey parallelen, etwa 6 Schuh von einander entfernten, hinten bey h gut befestigten Balken aufgelegt wird, die weit genug vorragen. Endlich lege man von den Ufern u nach c, von v nach o, und zuletzt auch noch von o bis c, wie gewöhnlich, die Brückenbalken 3 Schuh weit aus einander, überdecke dieselben mit Pfosten, oder mit zwey Lagen Brettern, oder mit wenigstens 4 Zoll dickem Prügelholze, drücke ferner dasselbe durch zwey Schließbalken so, wie dieß das Ende des §. 254 lehrt, beyderseits fest nieder, und bestreue die holperige Bahn zuletzt noch ausgiebig, und wenigstens 6 Zoll hoch, mit Stroh.

Ohne Erklärung dürfte folgen, daß bey dieser Brücke wenigstens zwey solche Spannwerke aid nöthig sind, und daß durch Windkreuze (die von a bis c, und von d bis o schief herübergelegt werden müssen, so wie dieß die Fig. 71, Q. erklärt) jede Seitenbeugung unmöglich gemacht werden müsse.

§. 305. Die Balkenstärke betreffend, so leuchtet ein, daß dort, wo solche Brücken erbaut werden müssen, es gewiß an Zeit zum Rechnen gebrechen dürfte. Daher werden, um dieses zu erleichtern oder zu vermeiden, hier folgende Andeutungen beygefügt. Wäre die Brücke Fig. 96 allzu sehr belastet, so brächen die Balken ab durch den in c concentrirten Druck gerade bey c. Jene cd brächen bey o. Also muß zuerst dieser örtliche Druck ausgemittelt, und (weil er vertical ist, die den Balken brechende Kraft aber nothwendig senkrecht auf die Balkenlänge seyn muß) durch das bey c zu verzeichnende Kräften-Parallelogramm gehörig reducirt werden, wo alsdann aus der Formel

¹⁾ Ist die Schlucht nicht gar zu weit, also das Balkenwerk nicht allzu schwer, so dürfte es räthlicher seyn, früher noch, ehe man die Balken ab über die Schlucht zu legen trachtet, den Querriegel c an sie festzubinden, und jetzt erst diese ganze Balkenverbindung vorzuschieben.

$PL = BH^3$ ohne weitere Umstände die Balkenstärke folgt. Wäre unter jedem Brückenbalken ein solches Spannwerk $a i d$, so würde es mehr als genügen, jedem Balken ab eine, seiner Länge (nach §. 161) angemessene Dicke zu geben, um selbst den schwersten Lastwägen zu tragen. Da dieses bey Nothbrücken aber nie verlangt wird, so kann hier ohne Bedenken ausgesprochen werden: Man mache die Balken ab und cd gerade so dick, wie dieß §. 161 verlangt; vorausgesetzt, daß die Entfernung co der beyden Querriegel o und c nicht viel kleiner als $\frac{uv}{3}$ gemacht wird, daß die Brückenbahn nicht breiter als 12 Schuh ist, daß sie von drey solchen Spannwerken $a i d$ getragen, und daß die Brücke nur von vier-spännigem Fuhrwerk befahren wird. Wären diese 6 Balken ab und cd also z. B. 30 Schuh lang, so müßten sie wenigstens 13 Zoll zur mittlern Dicke erhalten. Die nöthigen 15 Brückenbalken wären im vorliegenden Falle etwa 7 Zoll, die zwey Querriegel o und c aber 10 Zoll dick.

§. 306. Seilbrücken endlich haben für uns wohl kaum eine Anwendung, weil es zu Lande keine kletternden Matrosen, und keine so dicken Seile gibt, als hier benöthiget werden. Gleichwohl erlaubt man sich folgenden Zusatz.

Fig. 97. Während des Krieges in Spanien bekam der englische Oberste Sturgeon den Auftrag, die durch die Sprengung eines Bogens der steinernen Brücke zu Alcantara im Jahre 1810 unterbrochene Communication über den Tajo wieder herzustellen¹⁾. Er spannte über die sehr tiefe, und 100 Fuß weite Kluft zwey Hauptseile $accb$, jedes von $3\frac{1}{2}$ Zoll Dicke. Die andern Seile, welche dazwischen angeordnet waren, und ein Netz bildeten, hatten nur 1 Zoll zur Dicke, können daher nicht wohl als tragende Seile, sondern mehr als Windkreuze angesehen werden. Senkrecht auf jenen 2 Hauptseilen lagen alle zehn Schuh $\frac{2}{3}$ zöllige Unterzüge, wieder senkrecht auf diesen, also gleichlaufend mit den Seilen, elf schwache Brückenbalken, und auf diesen $1\frac{1}{4}$ zöllige Breter. Die Brücke hatte nur 12 Schuh zur Breite. Um ihr Schwanken zu vermindern, wurden vier Seile co, co zu beyden Seiten schief herab angeordnet. Gleichwohl fand es Sturgeon noch für nöthig, zu beyden Seiten der Brückenbahn einen vier Schuh breiten Streif von getheertem Segeltuch spannen zu lassen (wahrscheinlich nicht als Geländer, sondern horizontal als Maske zur Verbreiterung der Bahn), damit die Pferde und Lastthiere nicht von der schaukelnden hohen Brücke hinabsinken, also auch nicht so leicht scheu werden konnten. Diese merkwürdige Brücke war 2 Monate gespannt, und trug während dieser Zeit alle Arten Truppen, alles Armeefuhrwerk und Feldgeschütz ohne den mindesten Nachtheil.

§. 307. Dieser Thatsache unbeschadet wird jeder Unbefangene leicht begreifen, daß Seilbrücken sehr kostbare und sehr gefährliche Brücken seyen. Auch wären sie zuverlässig hier mit Stillschweigen übergangen worden, wenn der Besitz von Venedig, von Istrien, und von Dalmatien nicht wenigstens die so eben gelesenen Zeilen entschuldigen könnte.

§. 308. Die Lücke an der Dresdner Brücke (§. 239, d. III. Thl.) wurde bald nach verübtem Frevel wieder geschlossen. Die Trümmer des gesprengten Pfeilers waren nämlich so zahlreich, daß sie die Elbe an jener Stelle ganz verstopften! Man ebnete also den Schutt, stellte hölzerne, 21 bis 24 Schuh hohe Böcke, deren Füße erst an Ort und Stelle richtig abgeschnitten wurden, darauf, und legte diesen die Endsbäume, diesen aber das Bruckholz auf. In 16 Stunden war alles fertig²⁾.

¹⁾ Ponts militaires par le Général Howard Douglas, traduit par J. P. Vaillant pag. 301.

²⁾ Ibid. pag. 333.

§. 309. Und so gibt es noch eine Menge anderer Nothbrücken, die von erfahrenen Kriegsbaumeistern theils vorgeschlagen, theils wirklich ausgeführt wurden. Sie alle (etwa von der Schlauchbrücke des Xenophon angefangen ¹⁾ hier aufzählen wollen, wäre eine sehr unnöthige, und eine sehr undankbare Arbeit. Denn Jene, welche die Brückenbaukunst mit Erfolg studiert haben, und denen ihre frühere wissenschaftliche Ausbildung erlaubt, Folgerungen aus Erfahrungs- und Lehrsätzen abzuleiten, brauchen nichts anders als — Winke.

Allgemeine Bemerkungen.

§. 310. Aber nicht bloß bauen, auch zerstören, und vor Zerstörung sichern, lehrt die Baukunst. Wie hölzerne Brückenjoche durch Eisbrecher, steinerne durch Eispanzer geschützt werden müssen, wurde früher gelehrt ²⁾. Wie Nothbrücken aber vor absichtlicher Zertrümmerung gesichert, und wie Brücken überhaupt am schnellsten zerstört werden können, soll hier untersucht werden; denn jenes und dieses setzt bey weitem mehr technische, als militärische Kenntnisse voraus.

Brückenversicherung.

§. 311. Schlägt man durch Hülfe selbst erzeugter Handhoyer (Fig. 108, §. 139, I. Thl.) einige hundert Klafter oberhalb einer Schiff- oder Floßbrücke zwey Reihen Piloten schachförmig quer über den Fluß, deren Entfernung kleiner als die gewöhnliche Breite der landesüblichen Schiffe ist, so versinkt jeder Brander, und jedes schwerbeladene, an eine jener Piloten anstoßende Schiff, welches der Gegner in der Absicht, unsere Brücke zu zerstören, dem Strome Preis gegeben hat.

§. 312. Dasselbe geschieht, wenn man einige hundert Klafter vor der Brücke den Fluß durch einen schwimmenden Schlagbaum sperret. Derselbe besteht aus möglichst dicken und langen unbehauten Bäumen, die durch Hülfe von gewöhnlichen Zimmerklammern und eisernen Ketten, oder starken Stricken an beyden Enden mit ihren Nachbarstämmen möglich fest, aber doch wie eine Kette, beweglich verbunden werden.

Diese Balkenkette befestiget man durch eiserne Ketten an beyden Ufern so, daß sie wie ein abwärts gekrümmter Bogen auf dem Wasser schwimmt. Somit versinkt jeder Brander, der über diesen Schlagbaum wegfahren wollte, ja oft schon, wenn er nur an ihn anstößt. Denn um ein Schiff zu tränken (untersinken zu machen) gehört, wie die Erfahrung lehrt, nicht viel Widerstand.

§. 313. Stationschiffe endlich sind das letzte, und das empfehlenswerthe Schutzmittel; denn Schlagbäume und Verpfählungen hören bey hohem Wasserstande, also gerade dann auf, gute Dienste zu leisten, wenn man ihrer am dringendsten bedarf; oft werden sie selbst gefährlich, allemahl aber sind sie der Schifffahrt hinderlich, die doch für die Zufuhr von Bedürfnissen so wünschenswerth ist.

Täglich Abends recognoscire man daher das feindliche Ufer möglichst weit stromaufwärts, um die Bemanning der, von Strecke zu Strecke oberhalb der Brücke zu postirenden Stationschiffe auf etwa vorbereitete Zerstörungsversuche aufmerksam machen zu können. Diese, mit Haken, Stricken, Seilen, Klammern 2c. wohlversehene Stationschiffe kreuzen sofort die ganze Nacht auf dem

¹⁾ Siehe dessen Rückzug der 10,000 Griechen III. Bd. §. 5 S. 837; Stuttgart, 1828.

²⁾ Siehe III. Theil §. 241, 246 und 249.

Strome, und fangen alle Brander, und alles, was auf die Brücke zuschwimmt, auf, schleppen es ans Ufer, und vernichten es hier, oder geben wenigstens dem schwimmenden Körper eine solche Direction, daß er durch den Durchlaß (§. 258) unschädlich durchschwimmen könne.

§. 314. Fehlt es an Schiffen, so detaschire man an alle oberhalb der Brücke gelegenen, gegen unser Land gekrümmten Serpentinien, und an alle vom Strome benagten Uferstellen, Schiffleute, Pontoniers, oder andere rüstige und junge Soldaten, die, weil der Stromstreich hier unserem Ufer viel näher als dem jenseitigen ist, mit Feuerhaken, Klammern und Seilen alles auf die Brücke Zuschwimmende leichter erreichen, anpacken, ans Ufer schleppen und versenken können.

Brückenzerstörung.

§. 315. Brückenzerstörungsversuche endlich sind das Letzte, was im vorliegenden Lehrbuche noch Beleuchtung (wenn auch nicht gerade Empfehlung) verdient. Denn seit der in der Kriegsgeschichte so berühmt gewordenen Höllemaschine, welche der Ingenieur Friedrich Giambelli¹⁾ im Jahre 1585 zu Antwerpen erbaute, mit 60 Centner Pulver lud, und gegen die spanische (aus 20' breiten, eben so weit von einander entfernten, und 60' langen Schelbeschiffen erzeugte) 2400 Schritt lange Schiffbrücke in der Nacht vom 4. zum 5. April spielen ließ, haben diese künstlichen Vulcane bey besonnenen Militärs fast allen Credit verloren. Nie, selbst bey Antwerpen nicht, entsprach der angerichtete Schade der gehegten Erwartung, nie wurde er benützt, und äußerst selten explodirten die, der Willkühr des Stromes überlassenen Brander zu rechter Zeit, weil die Branderführer (nicht wie die Griechen der neuesten Zeit) sich gewöhnlich schon vor dem Anhängen desselben an die zu sprengende Brücke aus dem Staube machten²⁾. Wieherndes Hohngelächter der Gegner, und Scham und Entmuthung der eigenen Leute waren daher meistens die Folge solcher thörichten Versuche. Endlich wurde die Lücke, wenn ja einmahl ein solches Schiff a tempo aufflog, immer in kürzerer Zeit wieder hergestellt, als zur Ausrüstung des Branders nöthig war.

§. 316. Zwar hat uns die Geschichte nur sehr kärgliche, oder allzu ausgeschmückte Beschreibungen von solchen Höllemaschinen aufbewahrt; doch, da es möglich ist, daß die neueste Zeit (welche uns die Wirkung unverdämmtter Minen kennen lehrte) in solchen Experimenten glücklicher als die Vorzeit werden könnte, so mag hier eine gedrängte

Beschreibung des vorhin erwähnten Antwerpner Branders (die Hoffnung genannt) folgen. „Es war ein Schiff von 80 Tonnen Last, oder von 1600 Centner. Auf seinem Boden wurde ein hohler Kasten von Quadersteinen aufgemauert, der 5' breit, 3½' hoch, und 40' Schuh lang war. In diesen Kasten kam das Pulver. Oben wurde derselbe mit Grabsteinen, Mühlsteinen zc. überdeckt, darüber ein spitziges Dach von ähnlichen platten Steinen aufgeführt, der leere Raum des Schiffes mit Steinen ausgefüllt, und das Ganze mit Brettern überzogen.“

„In dem Kasten selbst waren mehrere kleine Oeffnungen für die Lunten gelassen, welche die Mine anzünden sollten. Zum Ueberflusse war noch ein Uhrwerk darin angebracht, welches nach Ablauf der bestimmten Zeit Funken schlagen, und, wenn auch die Lunten verunglückten, doch das Schiff in Brand stecken konnte. Um die Aufmerksamkeit der Spanier von dem eigentlichen Sitze der Gefahr abzulenken, wurden noch 32 platte Fahrzeuge ausgerüstet, auf denen Feuer brannte.“

¹⁾ Wiebeking nennt ihn Giambelli, siehe dessen Wasserbaukunst III. Band, §. 19, Seite 242, Plan 132, Fig. 5.

²⁾ Hierin liegt die größte Schwierigkeit. Das Ausrüsten eines solchen Schiffes hat nämlich für Jene, welche Demolirungsminen anzugeben verstehen, und den Minen-Cours gehört haben, nicht den mindesten Anstand. Aber das Anhängen! So viel auch hierüber geschrieben wurde, so wenig ist — bewährt.

„Diese Schiffe sollten in 4 verschiedenen Transporten von einer halben Stunde zur andern „nach der Schiffbrücke hinunterlaufen, und die Spanier 2 Stunden lang im Athem erhalten, so, „daß sie endlich vom Schießen erschöpft, und durch vergebliches Warten ermüdet, in ihrer Aufmerksamkeitslosigkeit nachließen, wenn der rechte Vulcan käme zc. zc.“

Zufällig nur (denn zum Mißlingen fehlte nicht viel) gelang der kostbare Versuch; die Wirkung war groß, 500 Spanier wurden erschlagen, 6 Schiffe wurden verbrannt, mehrere zertrümmert. Aber — „mit Anbruch des Tages waren von der Verwüstung der Nacht wenige Spuren mehr zu sehen“¹⁾, so schnell restaurirten die Spanier ihre Brücke. — Nun wahrhaftig, dann wurden die Holländer von der Hoffnung mehr getäuscht, als die Spanier erschreckt!

§. 317. Für unsere hölzernen, oder blechernen, oder segeltuchernen Pontonsbrücken genügt es vollkommen, recht viele, lange, und dicke Balken, oder sehr große, aber nur halb belastete Schiffe bey stürmischem Wetter, oder bey hohem Wasserstande von Zeit zu Zeit loszulassen. Bleiben diese Angriffe ohne Erfolg, so lasse man bey Nacht durch kühne Taucher einige Ankerseile kappen, stürme aber sogleich.

§. 318. Bey Zerstörung eigener Brücken, die man zu verlassen gezwungen ist, suche man zuerst ihre verwundbare Stelle auszukundschaften; denn, werden sie bey dieser angegriffen, so stürzen sie schnell zusammen. Daß diese verletzbare Stelle aber nur von Bauverständigen richtig erkannt werden könne, dürfte selbst die Arroganz eingestehen. Also nicht der Brückenpfeiler, sondern der Schlußstein einer gewölbten Brücke muß zerstört werden, wie dieß bey der Brücke von Alcantara geschah; obwohl der Einsturz auch erfolgt, wenn man den Pfeiler vernichtet. Aber, zuverlässig braucht man hierzu, selbst wenn man ihn mit Pulver in die Luft sprengt, mehr als 16 Stunden (siehe §. 308). — Es gibt nur eine einzige Ausnahme, wenn nämlich der Brückenpfeiler schon bey seiner Erbauung mit Demolirungs-Minen versehen worden wäre, also nicht erst im Augenblicke der Noth angebohrt werden müßte.

Bauban brauchte 16 Centner Pulver, um einen 22' dicken und 40' langen, steinernen Brückenpfeiler zu zerstören. — Um ein 18'' dickes, 24' weit gespanntes, und 15' breites steinernes Brückengewölbe zu erdrücken, genügen, nach Gillot, 2 $\frac{2}{3}$ Centner Pulver, die man auf den nackten Schlußsteinen entzündet.

Lösset man eine zu verlassende Schiffbrücke von beyden Ufern ab, und läßt alle Ankerseile (mit einziger Ausnahme des ersten, am eigenen Ufer stehenden, Schiffes) nach, so schwenkt sich die ganze Brücke um dessen Anker, und der Strom selbst treibt sie ans dießseitige Ufer. Aendern sich in der Folge die Umstände, so läßt sich die ganze Schiffbrücke durch eine ähnliche, jedoch verkehrte, Schwenkung schnell wieder herstellen. — Wo bey Häng- und Sprengwerken, wo bey Kettenbrücken zc. zc. die verwundbare Stelle sey, dürfte Jeder, der das vorliegende Lehrbuch aus der Hand zu legen im Begriffe steht, leicht errathen.

§. 319. Nicht so leicht erräth der junge Soldat (bey langen Brücken) den Ort, wo die Lücke gemacht, den Bogen, welcher gesprengt, das Joch, welches verbrannt, oder von welchem die Endsbäume zuerst hinabgeworfen werden müssen. Denn, daß man nicht die ganze Brücke zu zerstören braucht, folgt aus §. 239, d. III. Thl. Hier ist die Lehre kurz. Horatius Cocles²⁾ ließ hinter sich die eigene Brücke von seinen Mitgefährten abbrechen; bey Festungs-

¹⁾ Schiller's eigene Worte; siehe dessen Belagerung von Antwerpen durch den Prinzen von Parma in den Jahren 1584 — 1585. Stuttgart, 1827. XIII. B. Seite 318.

²⁾ T. Livius III. Buch, §. 10, A. 158.

brücken macht man die Aufzugbrücke nicht an der Gorge des Ravelins, sondern an der Courtine. Also, nicht das jenseitige letzte, sondern das dießseitige erste Joch muß zerstört werden; weil diese Zerstörung hier kräftiger beschützt, die Wiederherstellung der Brücke dem Gegner mehr erschweret, den eigenen Leuten aber (wenn günstigere Verhältnisse sie wieder erlauben, oder gar gebiethen sollten) hier bey weitem mehr als jenseits erleichtert werden kann.

§. 320. Man verläßt hier den Straßen- und Brückenbau, versparet jedoch für den letzten Theil dieses Lehrbuches all dasjenige, was bloß für den Ingenieur-Officier Werth hat, von jedem andern Militär aber ohne Nachtheil ignorirt werden kann.

no
2
P

