

WYDZIAŁY POLITECHNICZNE KRAKÓW

BIBLIOTEKA GŁÓWNA

II

4674

L. inv.

N^o 95

Schrank

Fach

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



10000298925

Beschreibung
neuerer Wasserbauwerke

in

Deutschland, Frankreich,
den Niederlanden und der Schweiz,

von

G. Hagen.



Mit zwei erläuternden Kupfertafeln.

No 230.

Königsberg, 1826.

Im Verlage der Gebrüder Bornträger.

4/31

Verordnung

neuer Verordnungen

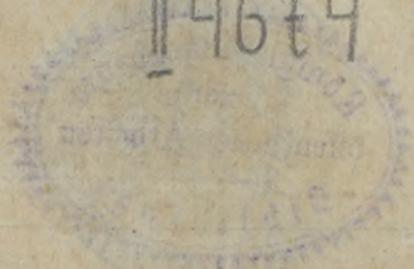
in

Deutschland, Frankreich,

den Niederlanden und der Schweiz



1844
II 4674



Verordnung über die

Druck und Papier

von Fr. Vieweg und Sohn

in Braunschweig

1844

Verordnung über die

1844

V o r r e d e .

Das Werkchen, welches ich hiermit dem Publicum übergebe, enthält die Ausbeute einer hydrotechnischen Reise, die ich in den Jahren 1822 und 1823 unternahm. Das Königlich Preussische Ministerium für Handel und Gewerbe hatte mir zu dieser Reise eine Unterstützung bewilligt, und mich zugleich aufgefordert, nach meiner Zurückkunft eine Beschreibung derjenigen Anlagen einzureichen, die vorzugsweise meine Aufmerksamkeit erregt haben würden. Dieses gab Veranlassung zur ersten Entstehung des größten Theiles der folgenden Aufsätze. Allein die beschriebenen Gegenstände schienen an sich von großer Wichtigkeit zu sein, und überdies glaubte ich auch wahrzunehmen, daß sie den deutschen Hydrotekten noch wenig bekannt wären: ich entschloß mich daher, sie öffentlich bekannt zu machen, und die Erlaubniß dazu wurde mir von Seiten des Königl. Ministeriums auch nicht verweigert. — Für diesen Zweck war aber wieder eine gänzliche Umarbeitung nothwendig,

und bei den verschiedenen Aufträgen, die mir inzwischen ertheilt wurden, hatte ich nur selten Muße und Gelegenheit, mich hiermit zu beschäftigen, woher denn die Herausgabe etwas verzögert wurde.

Der Inhalt des ersten Aufsatzes weicht einigermaßen von dem der übrigen ab, doch scheint er keineswegs so fremdartig zu sein, daß seine Aufnahme einer Entschuldigung bedürfte: ich glaube sogar, daß eine Beschreibung verschiedener Wasserbauwerke nothwendiger Weise auch manche Bemerkungen über den wissenschaftlichen Zustand der Wasserbaukunst enthalten muß. Dagegen fürchte ich, man wird es mir zum Vorwurfe machen, daß ich gewagt habe, über die Zulässigkeit einer Menge von Theorien ein Urtheil zu fällen, die zum Theil ausgezeichnete und namhafte Männer zu Verfassern haben. Allein man bemerke, daß hier nur von mathematischen Gegenständen die Rede ist, deren Beurtheilung nicht nach Meinungen und Ansichten geschieht, sondern allein durch die Vergleichung mit den allgemein bekannten Regeln und Gesetzen. Als ich zum erstenmale die Handbücher der Hydraulik und der theoretischen Wasserbaukunst las, vermißte ich darin sehr häufig jene Schärfe und Sicherheit, die ich in einer andern mathematischen Wissenschaft so oft gefunden und bewundert hatte. Und da sich späterhin mir die Gelegenheit darbot, die persönliche Bekanntschaft von sehr vielen, und zum Theil auch von sehr ausgezeichneten Hydrotekten

zu machen, so bemühte ich mich sorgfältig, zu erfahren, welche Meinung denn diese Männer im Allgemeinen über solche Theorien hegten. Ich fand aber beinahe beständig, daß nicht sowol einzelne Theorien von ihnen getadelt wurden, als daß sie vielmehr Gleichgültigkeit und Geringschätzung gegen dergleichen Bestrebungen überhaupt zeigten. Dabei bemerkte ich auch, daß die Worte Theorie und Praxis noch fortwährend in derselben unpassenden Bedeutung gebraucht werden, wie Tetens darüber schon vor 50 Jahren Klage führt.

Es ist wol nicht zu bezweifeln, daß eine solche Ansicht der Sache nicht nur jedes Fortschreiten in der wissenschaftlichen Wasserbaukunst hemmen, sondern überdies auch zur Verbreitung der größten Irrthümer Veranlassung geben muß, insofern nämlich jede noch so unbegründete Hypothese augenblicklich den Resultaten einer gründlichen Untersuchung gleich gestellt wird. Es scheint auch, daß beide Wirkungen sich bereits in hohem Grade gezeigt haben, und daß darunter die ausübende Wasserbaukunst nicht minder gelitten hat, indem sie von allen bisher angestellten Beobachtungen und Messungen gar keinen Vortheil ziehen kann, und jeder Wasserbaumeister nur auf seine eignen Erfahrungen beschränkt ist. — Unter diesen Umständen hielt ich es nicht für unpassend, darauf aufmerksam zu machen, daß einige von diesen sogenannten Theorien keineswegs genugsam begründet sind, um diesen Namen zu verdienen, und um allge-

mein benutzt werden zu können; und wenn sie daher mit der Erfahrung nicht übereinstimmend befunden werden, daß sich dann keineswegs die Trüglichkeit mathematischer Untersuchungen daraus ergibt, sondern daß man vielmehr mittelst der letzteren auch ohne jene Erfahrungen sich schon überzeugen konnte, daß eine große Uebereinstimmung bei ihnen nicht zu erwarten sei.

Inhalts = Anzeige.

	Seite.
B emerkungen über den wissenschaftlichen Zustand der Wasserbaukunst.	1
Der große Nord-Holländische Canal.	54
Die Theilung des Rheins in den Niederlanden.	106
Die Deich- und Uferbauten an der Obenburgerischen Küste.	127
Die Wasserleitungen in Paris.	142
Der Durcq-Canal.	152
Der Canal St. Denis.	157
Der Canal St. Martin.	164
Der Canal St. Maur.	177
Der Hafen zu Cherbourg	180
Flüsse und Seen in Gebirgsgegenden.	210
Die Ableitung des Wallenstädter Sees durch die Linth.	233
Die Schiffbarmachung der Traun.	248
Die Cöolenleitung zwischen Berchtesgaden und Rosenheim.	265
Die Simplon-Strasse.	274

Verzeichniß
der bedeutendsten Druckfehler:

Seite 6,	Zeile 16,	lese man:		wie die Ordinaten einer
— 15	— 18	—	—	das Wichtigste aus den verschiedenen
— 20	— 26	—	—	des Baches Yvette nach
— 28	— 12	—	—	im Canale du Gard
— 30	— 5	—	—	am Canal du Gard
— 43	— 33	—	—	Aus vielen Versuchen
— 51	— 27	—	—	$\delta f p d s = 0$
— 51	— 30	—	—	$\delta f d s = 0$
— 76	— 11	—	—	sichern muß, erhebt sich
— 81	— 8	—	—	und Figur 13. den Querdurchschnitt
— 97	— 35	—	—	daß es sich mit der Wendesäule
— 103	— 31	—	—	waren an den Geländern
— 112	— 6	—	—	diese Entlastung geschah
— 114	— 7	—	—	vor Glijdrecht auf den Sand
— 119	— 12	—	—	den untern Rhein und Leck durch
— 123	— 13	—	—	den schwachen Rest des Deiches
— 130	— 23	—	—	die Zweckmäßigkeit der Wahl
— 133	— 3	—	—	von Tossens bis
— 137	— 15	—	—	bis zu dem Tief der vereinigten
— 163	— 1	—	—	vergleiche Figur C
— 163	— 15	—	—	mit einem Bremsrade verbunden
— 164	— 6	—	—	die Festsetzung seines Zuges
— 171	— 17	—	—	die Ständer ohne Zapfen
— 171	— 18	—	—	eben so trügen diese Ständer
— 183	— 2	—	—	die so geschützte Rheide
— 184	— 16	—	—	auf der gegenüber stehenden Seite
— 197	— 9	—	—	von denen häufig Binder in

B e m e r k u n g e n
über
den wissenschaftlichen Zustand
der
W a s s e r b a u k u n s t.

Die vielen und großen Werke der Wasserbaukunst, welche in der gegenwärtigen Zeit ausgeführt werden, beweisen es deutlich, in welchem regen Fortschreiten sich diese Kunst befindet: unsere Tagesblätter machen uns fortwährend mit neuen Canal- und Hafen- und Brückenanlagen, und andern dahin gehörigen Bau-Ausführungen bekannt, die an Kühnheit und vorzüglich an Umsicht in Ueberwindung der vorkommenden Schwierigkeiten alle früheren ähnlichen Werke bei weitem übertreffen; und es kann nicht bezweifelt werden, daß die Wasserbaukunst nie auf einer höheren Stufe stand, und auch für ihre weitere Ausbildung nie so viel geschah, als gegenwärtig.

Von allen diesen größeren Bau-Unternehmungen erscheinen, bei dem allgemeinen Interesse für diesen Gegenstand, theils in besondern Werken, theils in verschiedenen Zeitschriften, ausführliche oder minder ausführliche Beschreibungen, die sich schnell durch alle civilisirten Ländern verbreiten, und oft noch in verschiedene Sprachen übersetzt werden. Auf diese Art haben wir Deutsche, und eben so die Franzosen, die Niederländer, die Engländer und die Italiäner, eine nicht unbedeutende hydrotechnische Litteratur, deren Studium vorzüglich den Wasserbaumeister bildet, und eine Menge Erfahrungen ihm zu eigen macht, die er in dem weitesten Wirkungskreise doch nie so vollständig selbst gemacht haben würde. Es

bleibt indessen die Kenntniß dieser Schriften, in so fern sie nur Beschreibungen von Bau=Ausführungen enthalten, immer eine Art von Praxis, und sie verdient den Namen eines wissenschaftlichen Studiums nicht früher, als bis das Bestreben dazu kömmt, die gemachten Erfahrungen zu ordnen, und sie auf nähere oder entferntere Principien zurückzuführen.

Wer die hydrotechnische Litteratur kennt, und überdieß das Glück gehabt hat, die persönliche Bekanntschaft ausgezeichneter Hydrotekten gemacht zu haben, wird es nicht in Abrede stellen, daß dieser eigentlich wissenschaftliche Theil der Wasserbaukunst, d. h. die Zurückführung der Erfahrungen auf feste und allgemeine Principien, gegenwärtig nicht besonders cultivirt wird, und vielleicht sogar weniger, als es sonst der Fall war. Es gab in der That eine Zeit, wo man die Lage einer Bühne oder eines Hafendamms genau berechnete, und überzeugt war, daß dann in der Ausführung auch der beabsichtigte Effect nicht fehlen könnte: eben so berechnete man bei der Regulirung der Ströme die nöthigen Krümmungen, und bestimmte darnach die Tiefen und Breiten, die Geschwindigkeit und das Gefälle, kurz, man glaubte die Grundsätze, wonach die Bewegung des Wassers geschieht, ergründet zu haben, und dachte nicht daran, daß dieses Alles in der Wirklichkeit vielleicht nicht eintreffen möchte. — Jetzt dagegen sind Zweifel an die Stelle jenes Glaubens getreten: die größten und schönsten Werke werden nunmehr gemeinhin von Männern ausgeführt, die auf solche, durch Rechnung hergeleitete Resultate wenig Vertrauen setzen, und die bei dem Projectiren nur ihrer eignen Ueberzeugung folgen, mit Berücksichtigung derjenigen Erfahrungen, die sie in ähnlichen Fällen zu machen Gelegenheit hatten. Dubuat's Hydraulik steht im Allgemeinen noch unangetastet da, doch wird sie von dem Praktiker nicht mehr benutzt; und die neuern Theorien finden gar keinen Eingang und keine Anwendung mehr. Ja, der Abscheu davor erstreckt sich so weit, daß, nach der Meinung vieler Wasserbaumeister, schon die nähere Bekanntschaft mit denselben kein günstiges Vorurtheil erweckt.

Welches war nun die Veranlassung zu diesem allgemeinen Mißtrauen gegen alle theoretischen oder wissenschaftlichen Unter-

suchungen in der Wasserbaukunst? In der Sache selbst konnte unmöglich der Grund dazu liegen; eine sorgfältige Untersuchung und Ueberlegung wird jedesmal ein wahrscheinlicheres Resultat geben, als eine flüchtige und einseitige: und darin besteht ja eben das Wesen der Theorie, daß sie sorgfältig sammelt und ordnet und forschet, und durch Anwendung der Mathematik das Urtheil und die Uebersicht in verwickelten Fällen erleichtert. Borgnis sagt in der Vorrede zu seiner Maschinenlehre: „une théorie n'est autre chose, que la réunion régulière, que l'enchaînement méthodique de tous les faits relatifs à un effet quelconque, naturel ou artificiel.“ — Ist dieses die richtige Erklärung von einer Theorie, so ist es unmöglich, daß sie je zu Irrthümern Veranlassung geben konnte; und in der That lehrt jede Erfahrung, daß ein redliches und vernünftiges Streben, wenn es auch nicht zur vollständigen Kenntniß der Sache führte, doch wenigstens jederzeit Entdeckungen veranlaßte, wodurch diese Kenntniß vermehrt wurde: aber es möchte im Gegentheil wol kein Beispiel sich vorfinden, welches bewiese, daß dadurch eine Abweichung vom Ziele bewirkt worden wäre; so daß also der wirkliche Theoretiker nicht so unbefangene die Sache hätte beurtheilen können, als der bloße Empiriker.

Die Mathematik, welche gemeinhin für das unterscheidende Kennzeichen einer Theorie gilt, ist, wie mich dünkt, keineswegs ein wesentlicher Theil derselben: sie ist vielmehr nur da nothwendig, wo wegen der Verwickelung der Umstände der bloße Verstand nicht mehr die Einwirkungen und Folgen der einzelnen Ursachen zu übersehen vermag, und er daher die Operationen der Analysis, oder des praktischen Calculs erwählt, um dadurch dem einfachen Nachdenken zu Hülfe zu kommen. Im Allgemeinen verdankt man in den mathematischen Wissenschaften auch nicht denjenigen Männern die schönsten Entdeckungen, die am eifrigsten waren, alle Gesetze in mathematische Formeln einzukleiden, sondern vielmehr solchen, welche die Gegenstände unter einem Gesichtspunkte aufzufassen wußten, wodurch die analytischen Operationen möglichst abgekürzt, und vielleicht gar entbehrlich wurden. Es ist auch gewiß, daß die Vereinfachung der Rechnung und die Hervorbringung einer leichten Uebersicht immer der schwierigste Theil jeder analytischen Unter-

suchung ist, und darin vorzüglich die Kunst des Mathematikers besteht, während ein Wust von Formeln, wie sie in manchen Schriften vorkommen, die weder an sich klar sind, noch auch zu brauchbaren Resultaten führen, nichts weniger, als einen großen Analytiker beurkunden. Doch wie die Rechnung auch immer geführt werden mag, so kann sie, wosern nicht Rechnungsfehler darin gemacht werden, zu keinen Irthümern Veranlassung geben: aus richtigen Voraussetzungen werden jedesmal, durch den Calcul eben so wol, als durch ein bloßes Râsonnement und Nachdenken, auch richtige Resultate abgeleitet werden, und hierin besteht eben die Theorie.

In keinem Theile des menschlichen Forschens ist die Theorie so weit gediehen, als in der Astronomie: mit den vorzüglichsten Instrumenten ist man jetzt in vielen Fällen nicht mehr im Stande, die einzelne Beobachtung eines Himmelskörpers so sicher anzustellen, als sich der Stand desselben durch Rechnung finden läßt; und dennoch wird keine von diesen Größen, welche man den Rechnungen zum Grunde legt, als absolut richtig angesehen. Wenn auch die einzelne Beobachtung weniger genau ist, als jene aus Tausenden von Beobachtungen hergeleiteten Zahlen; so ergiebt sich dennoch unter den Händen des geschickten Astronomen aus einem neuen Tausend von ähnlichen Beobachtungen eine Correction jener Größen, wodurch die Sicherheit des durch Rechnung hergeleiteten Resultates aufs neue vermehrt wird. So ist diese Wissenschaft in dem regestem Fortschreiten begriffen: sie nimmt zu an Ausdehnung und nicht minder an Festigkeit und Sicherheit in ihrem ganzen Bau. Und was für den Vergleich mit der Hydrotechnik von besonderer Wichtigkeit ist, dieser erfreuliche Zustand begann mit der Zeit, wo man zuerst bemerkte, daß die Unterschiede zwischen den Beobachtungen und Rechnungen doch etwas größer wären, als daß sie nur von Beobachtungsfehlern herrühren könnten. Da war man gezwungen, den Grund dieser Abweichung aufzusuchen, und so gelangte man zu den wichtigsten und scharffsinnigsten Entdeckungen, die man früher nie geahnet hatte. Hierdurch hat die Astronomie eine Sicherheit und Bestimmtheit erhalten, wie keine andre Wissenschaft, und un-leugbar steht sie, so wie La Place sie in seiner Exposition du

systeme du monde dargestellt hat, als das höchste und bewundernswürdigste Werk des menschlichen Scharffsinnes da. Dieses umsichtige und klare Auffassen der Erscheinungen, und dieses bestimmte und scharfsinnige Herleiten der daraus sich ergebenden Folgerungen ist ein unerreichtes Muster für alle übrigen Wissenschaften.

Indessen, wie klar es auch immer sein mag, daß eine Theorie keine Irrthümer veranlassen kann, und wie viele Beispiele dieß auch beweisen mögen; so ist es andererseits auch nicht zu leugnen, daß diese hydrotechnischen Theorien, welche manche Gesetze von der Bewegung des Wassers kennen lehren, und die, wenn auch nicht gerade sehr häufig, doch wenigstens zuweilen ihre Anwendung finden, daß diese keineswegs ganz zuverlässig sind, und einige von ihnen wol mit Recht als unbrauchbar verworfen werden. Doch die Ursache davon ist nicht in den theoretischen Untersuchungen, und noch viel weniger in den mathematischen Formeln zu suchen, sondern vielmehr einzig in der Ungenauigkeit und Einseitigkeit, womit man bei ihrer Herleitung zu Werke ging. Ja, nach den in andern Wissenschaften, und namentlich in der Astronomie geltenden Begriffen würde die Aufstellung von dergleichen unbegründeten und, wie die Erfahrung lehrt, falschen Lehrsätzen nicht gerade eine wissenschaftliche oder theoretische Untersuchung genannt werden.

Allein mit welchem Namen man diese Untersuchungen auch immer bezeichnen mag, so wird die Thatsache dadurch nicht geändert, daß sie manche Unrichtigkeiten enthalten, und daher bei einer Anwendung ohne vorhergegangene Prüfung zu einem Verfehlen des beabsichtigten Zweckes wol Veranlassung geben können. Ein als Schriftsteller und zugleich als praktischer Baumeister rühmlichst bekannter Französischer Ingenieur sagt in einer Schmähschrift, die ich nicht näher bezeichnen mag, von einem andern gleichfalls sehr ausgezeichneten Ingenieur, der durch eine mathematische Untersuchung seine Meinung zu begründen suchte: „il a cru de venir à bout en établissant des discussions embrouillées sur des calculs, qui ne peuvent jamais être vérifiés par les lecteurs, et que l'on est toujours à portée à croire sur parole.“ — Ist dieses die Meinung eines so ausgezeichneten

Mannes; so dürfte man fast befürchten, daß manche Hydrotekten ein unbedingtes Vertrauen auf alle durch Rechnung hergeleiteten Resultate setzen mögen. Dieses findet, wie ich glaube, in gewissem Grade auch wirklich Statt, aber wunderbar genug, man verschmäht es, eine Anwendung davon zu machen, wenn sich dazu die Gelegenheit auch wirklich zuweilen darbietet. Es scheint, daß diese Theorien von Einigen für rühmliche Erzeugnisse des menschlichen Scharffsinnes gehalten werden, die vollkommen wahr sind, aber keine Anwendung finden. Es läßt indessen eine Vergleichung dieser Theorien unter sich schon deutlich wahrnehmen, daß eine solche ganz allgemeine Anerkennung derselben nicht das Resultat einer gründlichen Prüfung sein kann, indem von diesen Theorien eine der andern häufig geradezu widerspricht. So nehmen z. B. die Geschwindigkeiten des fließenden Wassers von dem Bette des Flusses bis zu der Oberfläche nach den verschiedenen Schriftstellern auch auf sehr verschiedene Art zu: bald wie ^{Curvulien} die einer logarithmischen, bald wie die einer geraden Linie. Eben so bildet die Oberfläche eines regelmäßigen Flusses oder Canales im Längendurchschnitte nach Einem eine gerade Linie, nach einem Andern eine Kettenlinie, nach einem Dritten eine Parabel u. s. w. Und diese Gesetze, die theils aus Beobachtungen, theils aus Speculationen hergeleitet sind, werden jede von ihrem Autor als ganz allgemein geltende Wahrheiten aufgestellt. Der angehende Hydrotekt, dem die vorzüglichsten Schriften seines Faches beiläufig bekannt sein müssen, und der wenig Veranlassung findet, solche Theorien gründlich zu prüfen, gewöhnt sich bald daran, sie als einen gleichgültigen Gegenstand zu betrachten, den man als ausübender Baumeister nie gebraucht, und mit welchem man, nach überstandnem Examen, auch nie wieder in Berührung kommt.

Ich glaube nicht, daß diese Darstellung der Sache sich von der Wahrheit entfernt, und eben so wenig scheint auch eine unmittelbare Folgerung hiervon bezweifelt werden zu können, daß man nämlich ganz fälschlich die Theorien beschuldigt, zum Mißlingen so vieler Unternehmungen Veranlassung gewesen zu sein. Der größte Theil dieser Theorien ist von der Art, daß sich keine Anwendung davon machen läßt, und die wenigen, bei denen dieß der

Fall wäre, liegen dem Praktiker zu fern, als daß er sich ihrer noch mit Bequemlichkeit bedienen könnte. Man beobachte den Hydrotekten in seinem Wirkungskreise, und man wird finden, daß es wol zu den seltensten Fällen gehört, wenn er eine theoretische Untersuchung nachschlägt. Besonders bemerkbar wird dieses aus einer Vergleichung der öffentlich bekannt gewordenen Beschreibungen von ausgeführten Wasserbauwerken, die gewöhnlich mit einer Auseinandersetzung derjenigen Gründe und Râsonnements begleitet sind, welche bei der Entwerfung des Planes berücksichtigt wurden. Der Durcq-Canal (von dem weiterhin die Rede sein soll) möchte wol in der neuern Zeit das einzige Beispiel davon sein, daß die Resultate einer analytischen Untersuchung einem Projecte und einer Bau-Ausführung vorzugsweise zum Grunde gelegt wurden. In der Regel fehlen dagegen die mathematischen Herleitungen der zu bestimmenden Stücke entweder ganz, oder sie sind nur Nebensache: und man kann wol mit ziemlicher Gewißheit behaupten, daß nach der Dubuat'schen Lehre jetzt nirgends ein Fluß regulirt, und eben so wenig in ähnlichen Fällen auf die Entdeckungen mancher anderen Autoren Rücksicht genommen wird; so daß also diese Theorien, falls es darunter auch einige falsche gäbe, dennoch nie einen Mißgriff in der Praxis veranlassen.

Indessen solche aus Büchern geschöpfte und aus analytischen Untersuchungen oder vielfältigen Beobachtungen hergeleitete Grundsätze machen keineswegs allein diese sogenannten Theorien aus, von denen man behauptet, daß sie so häufig den Hydrotekten verleiten sollen; vielmehr sind dieses vorzugsweise nur die Râsonnements, welche der Anlage eines jeden Werkes vorangehn. Ich kann, indem ich diese Behauptung aufstelle, nur den Leser bitten, verschiedene Wasserbauwerke und namentlich solche, welche nicht gerade ganz zweckmäßig ausfielen, von Sachverständigen und Laien beurtheilen zu lassen. Jedesmal wird man hören, daß die Theorie an allem Unglücke schuld war, wenn auch bei der Anlage an nichts weniger, als an eine theoretische Untersuchung gedacht wurde, und der Techniker, der den Bau angab und leitete, auch keineswegs dazu geeignet war. Aber irgend eine Absicht und Ueberlegung bei der Wahl der zum Zwecke führenden Mittel mußte der Ausführung

selbst nothwendiger Weise vorangehn, und dieses ist die Theorie, wenigstens in dem Falle, wenn jene Absicht nicht erreicht wurde, oder der Bau aus einem andern Grunde mißglückte. Was nach der Meinung des einen Hydrotekten eine praktische Regel ist, das nennt ein anderer, der nicht derselben Meinung war, eine theoretische Erfindung, die keine Anwendung leidet: und so sind denn die Worte Theorie und Theoretiker fast Schmähungen geworden, womit die Hydrotekten sich gegenseitig anfeinden.

Es wäre nun freilich gleichgültig, ob man einen Baumeister, dem der Bau nicht gelingt, leichtsinnig, oder ungeschickt, oder aber einen Theoretiker nennt; allein die Bedeutung, welche das Wort Theorie in andern Wissenschaften hat, knüpft hieran so viele fremdartige und unpassende Begriffe, und diese Bezeichnung dient so sehr zur Beschönigung der Bequemlichkeit und zum Theil auch der Unwissenheit, daß die wissenschaftliche und die ausübende Wasserbaukunst bei diesem Mißbrauche des Ausdruckes nur leiden kann. Mir scheint in der That dieser verächtliche Begriff des Wortes Theorie einigermaßen zu dem so merklichen Zurückbleiben der Wasserbaukunst gegen die meisten andern Wissenschaften mit beigetragen zu haben, wenn gleich ein unglückliches Zusammentreffen von manchen andern Umständen, die ich hier näher entwickeln will, dazu die Hauptveranlassung gaben.

Die Schwierigkeit des Gegenstandes selbst verdient darunter zuerst erwähnt zu werden. Das bewegte Wasser wird in seinen verschiedenen Theilen so vielfach und in den verschiedenen Zeitmomenten auf so verschiedene Art von den einwirkenden Kräften afficirt, daß eine gründliche Untersuchung dieses Gegenstandes auf dem von Euler und Andern eingeschlagenem Wege bis jetzt noch zu wenig Resultaten geführt hat. Nur unter der Voraussetzung einer parallelen und gleichförmigen Bewegung und andern ähnlichen Hypothesen, welche man zur Vereinfachung der Rechnung machen mußte, gelang es, für die einfachsten Fälle Resultate zu ziehen: aber ganz vergeblich blieben die Bestrebungen der größten Mathematiker, wenn sie versuchten im Allgemeinen, und also auch bei verwickelten Umständen, auf spekulativem Wege in dieser Wissenschaft Einiges aufzuklären. Um die Statt findenden Schwierigkeiten

für einen bestimmten Fall übersehen zu können, betrachte man z. B. die Bewegung des Wassers, wenn sich seinem Laufe ein Hinderniß entgegenstellt. Durch die plötzliche Aufhebung der Geschwindigkeit wird dann eine Pressung nach allen Seiten erzeugt; nach dem Boden, nach der rechten und linken Seite, vorwärts und rückwärts und nach der Oberfläche. Der vermehrte Druck auf den Boden erzeugt, wenn ein Ausweichen der Theile desselben möglich ist, eine Vertiefung, indem die Erdtheilchen oder Sandkörner hier stärker gedrückt werden, als in einiger Entfernung davon, wo noch keine vermehrte Pressung Statt fand. Dieses ist mit der Erfahrung übereinstimmend. Die Pressungen seitwärts werden sogleich eine Bewegung des Wassers nach dieser Richtung verursachen, wenn nicht das Hinderniß die ganze Breite des Flusses einnimmt. Die Pressung vorwärts wird auf die Entfernung des Hindernisses hinwirken; die Pressung rückwärts dagegen wird einen Theil der Geschwindigkeit der nachfolgenden Wassertheilchen schon aufheben, und daher eine allmähliche Ablenkung derselben bewirken; endlich die Pressung oberwärts wird wegen der freien Oberfläche jedesmal die merklichste Wirkung äußern, und ein unverkennbares Aufwärtsströmen des Wassers hervorbringen, welches man auch sehr deutlich in der Wirklichkeit an dem Aufwallen des Wassers wahrnehmen kann: dieses zeigt sich, wie ich mehrmals bemerkt habe, auch dann noch auffallend genug, wenn das Hinderniß, also etwa die Buhne oder der Stein, mehrere Fuß tief unter der Oberfläche des Wassers liegt. Indem sich aber dieses Wasser über die umgebende Oberfläche erhebt, wird der Ueberschuß der Pressung auch schnell zerstört, und während es nun wieder zum Niveau herabsinkt, erlangt es die Geschwindigkeit, welche es zum weitem Fortfließen in der neuen Richtung bedarf. Hinter dem Hindernisse entsteht nun aber wieder auf ganz ähnliche Weise ein Mangel an Pressung, der das Wasser herabzieht, und dieses giebt sich auf der Oberfläche durch die kurzen, spitzen und sehr beweglichen Wellen zu erkennen, die jedesmal da wahrgenommen werden, wo plötzlich eine bedeutende Tiefe im Flußbette sich vorfindet. — Noch kein Analytiker hat es bis jetzt gewagt, und auch nie möchte es wol einem gelingen, ein Wassertheilchen während dieses Ganges zu

verfolgen, und, mit Berücksichtigung aller verschiedenen Pressungen und Abänderungen in der Richtung und Geschwindigkeit, zu bestimmen, wie es in jedem Momente wirkt und bewegt wird. Und was diese Schwierigkeit noch ungeheuer vermehrt, ist dieses, daß man ein einzelnes Wassertheilchen nicht für sich allein betrachten kann, sondern die Untersuchung zugleich auf alle Theilchen ausdehnen muß, die sich mit ihm in einem Querschnitt befinden; und eben so auch die, welche bis zu einem gewissen Abstände ihm vorangehn, oder ihm folgen.

Der erwähnte Fall gehört indessen offenbar zu den einfacheren, sobald man annimmt, daß das Wasser sich in einem regelmäßigen Canalbette bewegt, und nur ein Hinderniß von regelmäßiger Gestalt sich ihm entgegensetzt: in der Praxis kommen natürlich Fälle vor, deren Auflösung gewiß ohne Vergleich noch viel schwieriger sein würde, als dieser. Allein schon hier übersteigen die Schwierigkeiten so sehr die Kraft des Calculs, daß jedes Bestreben in dieser Hinsicht wol fruchtlos bleiben wird, und die verwickeltesten Aufgaben, die man in andern Wissenschaften gelöst hat, scheinen im Vergleich mit diesen nur unbedeutend zu sein. So ist z. B. die berühmte Aufgabe in der Astronomie, welche von den Störungen handelt, die ein Planet oder Komet durch die Einwirkung der übrigen Planeten erleidet, ohne Vergleich viel einfacher und leichter, als die eben erwähnte: statt einer unendlichen Menge von einwirkenden Körpern kommt hier nur eine bestimmte, und meist sehr kleine Anzahl derselben in Betracht, und die Einwirkung derselben geschieht nur durch Attraction, während dort der Stoß und die Mittheilung der Bewegung, und eben so die Pression unaufhörlich vorkommen.

Es scheint demnach eine rein spekulative Untersuchung über die Bewegung des Wassers zu den undankbarsten Beschäftigungen zu gehören, die es giebt, wenn man nicht etwa ausschließlich auf den analytischen Werth der dabei vorkommenden Operationen Rücksicht nimmt, und von aller Anwendung abstrahirt, wie Brandes in der Bearbeitung von Eulers Hydraulik es verlangt. Ein solches Studium möchte indessen im Allgemeinen wenig Eingang finden, und es ist auch ganz natürlich, daß man die Mathematik am

liebsten auf solche Gegenstände anwendet, die, wenn sie auch keinen unmittelbaren Gewinn für das häusliche und politische Leben nach sich ziehen, doch wenigstens gestatten, auf einem praktischen Wege durch Beobachtungen die gefundenen Resultate zu prüfen, und so die Natur der Erscheinungen näher zu ergründen. In der Vorrede zu d'Alembert's: *Essai d'une nouvelle théorie de la résistance des fluides*, findet man diese Bemerkungen noch weiter ausgeführt, und d'Alembert gesteht darin, daß er zu der von der Berliner Akademie aufgestellten Preisaufgabe wegen einer analytischen, und zugleich mit den Beobachtungen übereinkommenden Bestimmung des Widerstandes der Flüssigkeiten nicht mehr concurriren wolle, indem er sich nicht genug Scharfsinn und Fähigkeit und Muth zutraute, um in dem Zeitraume von wenigen Jahren den Gegenstand genügend ergründen zu können. Diese Aeußerung eines so vorzüglichen und so scharfsinnigen Mathematikers möchte wol einen Jeden abschrecken, sich in diesem Fache zu versuchen, und sie erklärt es auch, weshalb hierin noch so wenig geleistet ist.

Doch glücklicher Weise ist dieses nicht der einzige Weg, der zu einer wissenschaftlichen Bearbeitung der Hydrotechnik führt; vielmehr giebt es noch einen zweiten, den man schon seit geraumer Zeit hier sowol, als auch in andern Wissenschaften eingeschlagen hat, und der, wenn er auch keineswegs so sicher ist und nur mit großer Vorsicht benutzt werden darf, dennoch weit unmittelbarer zu brauchbaren Resultaten führt. Er besteht darin, daß man die Complication der Elemente, welche in den Erscheinungen vorkommen, nicht durch die Rechnung darstellt, sondern vielmehr die ganze Theorie auf diese Erscheinungen selbst gründet, und daraus andere ähnliche Erscheinungen herleitet, ohne die einzelnen Theile derselben zu kennen. Man umgeht hierbei offenbar gänzlich die früher auseinander gesetzten Schwierigkeiten, die man auf jenem abstracten Wege in der Hydraulik antrifft: allein es muß bei der Benutzung dieser Methode auch nie vergessen werden, daß die allgemeine Gültigkeit eines aus mehreren Beobachtungen hergeleiteten Gesetzes durch nichts verbürgt wird; daß vielmehr eine Erscheinung sich nur dann mit Wahrscheinlichkeit vorher sagen läßt, wenn die

Umstände ohngefähr dieselben sind, als sie es bei jenen Beobachtungen waren, woraus das Gesetz hergeleitet wurde. Es ist klar, daß diese Methode im Wesentlichen eine Interpolation ist, und die Darstellung eines möglichst einfachen Gesetzes nur zur bequemen Anwendung der aus den Beobachtungen gefundenen Resultate dient. Da aber ein auf diese Weise dargestelltes Gesetz seine Begründung allein in den Beobachtungen findet, und es zur vortheilhaften Benutzung desselben besonders darauf ankommt, daß es möglichst allgemein sei; so folgt daraus die Nothwendigkeit, solche Beobachtungen in großer Anzahl und unter verschiedenen Umständen anzustellen: und dennoch darf man nicht voraussetzen, daß ein Gesetz, welches sich hundertmal unter sehr verschiedenen Umständen bewährt hat, unter irgend welchen Abänderungen, die nicht zwischen jenen früheren Beobachtungen lagen, sich noch als richtig bewähren werde.

Auf einem solchen Wege sind bereits in der Hydraulik einige schöne Entdeckungen gemacht und Formeln dargestellt worden, die man in den gewöhnlichen Fällen mit großer Sicherheit und zugleich sehr bequem benutzen kann. So z. B. gehört die Lehre vom freien Ausflusse des Wassers aus Behältern keineswegs zu denen, die man auf rein spekulativem Wege leicht ergünden konnte, weil auch hier ein großer Theil der früher erwähnten Schwierigkeiten wieder eintritt, und die Erfahrung auch wirklich Bewegungen im Wasser zeigt, die sich kaum erklären, vielweniger berechnen lassen: und dennoch sind wir im Stande, durch Vergleichung der vielen hierüber angestellten Beobachtungen und Versuche in vorkommenden Fällen die ausfließende Wassermenge u. d. g. ziemlich genau vorherzusagen, und durch Anwendung jener aus den Beobachtungen hergeleiteten Gesetze ein Resultat zu finden, welches sich von der Wahrheit nicht weit entfernen wird.

Man hat indessen bei der häufigen und beinahe ausschließlichen Anwendung dieser Methode zur Herleitung der Lehrsätze in der Hydraulik oftmals die dabei nothwendigen Vorichtsmaafregeln wenig berücksichtigt, und man ist sogar zuweilen so weit gegangen, aus der Uebereinstimmung mit einigen wenigen Beobachtungen irgend ein Gesetz abzuleiten, dem man ganz allgemeine Gültigkeit

für alle Fälle zuschrieb, obgleich dieses oft genug schon an sich wenig Wahrscheinlichkeit hatte. Dergleichen Mißgriffe sind keineswegs zu entschuldigen, sie haben die wenigen Wahrheiten der Hydraulik mit so vielem Falschen und Unbegründeten vermischt, daß die Würde dieser Wissenschaft dabei fast gänzlich zerstört ist. — Wie solche Irrthümer entstanden, ist leicht einzusehen: die Unmöglichkeit, auf spekulativem Wege das vermuthete Gesetz herzuweisen, und zugleich die Schwierigkeit in der Anstellung zweckmäßiger Beobachtungen, machten beide es sehr wünschenswerth, den ersten und mühsamsten Theil der Untersuchung, d. i. die einfache Aufstellung des Gesetzes, möglichst abzukürzen. Ueberdies ließ oft der Mangel an mathematischen Kenntnissen, und noch mehr der an Uebung in der Anwendung derselben, das Unstatthafte solcher übereilten Hypothesen nicht genugsam erkennen, und man schmeichelte sich bald, ein passendes Gesetz aufgefunden zu haben. Dieses wurde nun schnell in eine analytische Formel eingekleidet, und es war leicht, hierauf immer weiter zu bauen, und in Folge der Untrüglichkeit der Mathematik sollte das durch Rechnung hergeleitete Resultat wieder richtig sein, obgleich die zum Grunde liegenden Voraussetzungen es nicht waren.

Endlich dürfte ein Hauptgrund von dem sehr merklichen Zurückbleiben der Hydrotechnik gegen die andern mathematischen Wissenschaften auch noch in der oben erwähnten Schwierigkeit zu suchen sein, mit welcher das Anstellen passender Beobachtungen verbunden ist. Offenbar geschieht die Bewegung des Wassers in kleinen Gerinnen anders, als in großen Flußbetten: aber die Beobachtung über den Lauf der Flüsse und über die Wirkung künstlicher und natürlicher Verengungen oder Verflächungen u. d. g., worauf es hier vorzüglich ankommt, ist mit so vielen Anstrengungen und Aufopferungen verbunden, daß sich der Gelehrte selten damit befaßt, und wenn dieses auch zuweilen geschieht, doch nicht anhaltend genug, um den Gang und die weitere Verbreitung aller Veränderungen genügend kennen zu lernen. So bleibt denn also dieser wichtige Theil der Hydraulik dem Techniker ausschließlich überlassen, der bei seinen andern Obliegenheiten hierauf wenig Mühe verwenden kann, und meist auch von der Zwecklosigkeit

solcher Beobachtungen und Messungen schon vorläufig überzeugt ist. Dazu kommt noch, daß die Umstände, welche die Veränderungen in den Flüssen hervorbringen, meist außerordentlich complicirt sind, und auch zu den verschiedensten Zeiten eintreten, so daß in der That nicht wenig Scharfsinn dazu gehört, um nur ungefähr einzusehen, wodurch dieser oder jener Zustand herbeigeführt wurde. Die Täuschungen sind in dieser Hinsicht aber überaus leicht, und eine Menge Vermuthungen, die bei einzelnen Hydrotekten vollen Glauben erhalten haben, oder sogenannte Theorien, verdanken diesem Umstande ihre Entstehung. Sobald irgend ein Râsonnement ein Gesetz über die Bewegung des Wassers wahrscheinlich gemacht hat; so bestätigt dieses sich sogleich durch alle deshalb angestellten Beobachtungen, und wo es sich nicht bestätigt, da fällt es auch nicht schwer, fremdartige Veranlassungen aufzufinden, die hier eine Abänderung von der Regel verursachen mußten. Ich darf nur an die Lehre von den Buhnen erinnern, um diese eben gegebene Darstellung der Sache zu rechtfertigen. Bei der Vereisung mancher Gegenden, in denen die Flüsse eine besondere Aufmerksamkeit verdienen, wo aber die mit deren Regulirung beauftragten Hydrotekten nicht von einander, oder alle von einer obern Behörde abhängig sind, wird man mit Verwunderung wahrnehmen, daß, um ein und denselben Zweck unter ziemlich gleichen Umständen zu erreichen, man die verschiedensten Mittel erwählt; und ein jedes von diesen Mitteln hat sich durch die Erfahrung als das allein zweckmäßige bewährt. Von den Beobachtungen aber, welche hier die Beweise abgaben, wird wol niemand behaupten, daß sie mit besonderer Aufmerksamkeit und auf eine Art angestellt wurden, die wirklich den zu untersuchenden Gegenstand deutlich dargestellt hätten. Wie wirkt denn überhaupt eine Buhne? welche Bewegungen im Wasser werden durch sie erzeugt? und welche von diesen Bewegungen bringen Verlandungen hervor, und welche dagegen Ausspühlungen? Alle diese und noch mehrere dahin gehörige Fragen sind, soviel ich weiß, noch nie ernstlich aufgefaßt, vielweniger denn genügend beantwortet. Die beiläufige Betrachtung der Widerströme an den Buhnen ist das Einzige, was in dieser Hinsicht geschehn ist, und auch sie beziehen sich nur auf die Be-

wegungen an der Oberfläche, worauf es offenbar am wenigsten ankommt. Eine vollständige Beobachtung der dabei zu beachtenden Umstände: die Geschwindigkeit und Richtung des fließenden Wassers oberhalb und unterhalb und zur Seite der Bühne, in verschiedenen Tiefen gemessen, möchte freilich mehr Ueberlegung und Zeit und Kosten erfordern, als irgend eine andre hydraulische Beobachtung vielleicht jemals erfordert hat; aber es scheint, daß man dieses doch nicht umgehen kann, daß man vielmehr hiermit nothwendiger Weise den Anfang machen muß, wenn man mit einiger Sicherheit des Erfolges diese so höchst wichtigen und kostbaren Bauten projectiren, oder die Grundsätze feststellen will, die bei ihrer Anlage zu befolgen sind.

Hierin scheinen mir im Allgemeinen die Gründe zu liegen, weshalb die Wasserbaukunst in wissenschaftlicher Hinsicht so weit hinter andern Theilen der angewandten Mathematik zurückgeblieben ist: es käme nun noch darauf an, um von ihrem wissenschaftlichen Zustande eine vollständige Uebersicht zu geben, daß ich das Wichtigste ~~mit~~^{aus} den verschiedenen dahin gehörigen theoretischen Schriften hier anführte, und es zugleich mit den Forderungen einer strengen Kritik vergliche, um darnach zu bestimmen, in wiefern es zulässig sei, oder nicht. Für diesen Zweck habe ich nun zwar manche Data gesammelt, allein vollständig kann eine solche Zusammenstellung nie werden; und es wäre daher wenig Gewinn, sie möglichst weit auszudehnen. Ueberdies gehört eine solche Arbeit zu den undankbarsten, die es giebt, indem es offenbar um Vieles leichter ist, irgend eine Hypothese ohne gehörige Begründung aufzustellen, als auf eine gründliche Art darzuthun, daß sie wahr oder falsch ist. Ich enthalte mich daher eines umfassenden Commentars über die sämmtlichen, mir bekannten hydraulischen Schriften, und will nur in eine derselben näher eingehn, die bereits vor funfzig Jahren erschien und sich fortwährend in großem Ansehn erhalten hat. Sie zeichnet sich merklich von allen übrigen durch ihre Vollständigkeit aus, und enthält Regeln, die auf viele und verschiedene Fälle angewandt werden können. Vor Allem verdient das viele Neue, das sie enthält, erwähnt zu werden, und manche sehr scharfsinnige und brauchbare Entdeckung

findet man in ihr: nur fehlte es leider dem Verfasser an Ruhe und Besonnenheit, um alle seine Vermuthungen gehörig zu prüfen, und so kam es, daß, während er einen Weg eröffnete, der zu den glänzendsten Resultaten zu führen schien, er selbst auch schon auf ungeheure Abwege gerieth, welche, da sie von seinen Nachfolgern oft genug wieder eingeschlagen wurden, besonders beizutragen, diese Wissenschaft zu einem Spiel der Willkühr zu machen. — Bei Betrachtung der wichtigsten in dieser Schrift enthaltenen Gegenstände werde ich Gelegenheit nehmen, einige der vorzüglichsten anderweitigen Entdeckungen und Meinungen im Gebiete der Hydraulik zu berühren. Meine Absicht dabei ist theils zu zeigen, daß unter jenen Grundsätzen, an deren Wahrheit man sonst nicht zweifelte, die aber in einigen wenigen neuern Schriften als ganz unzuverlässig verworfen werden, dennoch sich einige befinden, die genugsam begründet sind, um vorkommenden Falls mit Sicherheit benutzt werden zu können: sodann aber wünschte ich auch, darauf aufmerksam zu machen, daß man sich der in solchen Untersuchungen hergeleiteten Resultate nur mit großer Vorsicht bedienen darf, und daß viele derselben keineswegs auf eine mathematische und wissenschaftliche Art hergeleitet sind, und daher der Mangel an Uebereinstimmung zwischen ihnen und den wirklichen Beobachtungen nichts weniger, als die Unzulässigkeit gründlicher Untersuchungen darthut, da im Gegentheile aus einer unbefangenen Prüfung derselben ihre Unhaltbarkeit sich oft schon genügend ergibt.

Diese Schrift ist das bekannte Werk von Dubuat, betitelt *Principes d'hydraulique*. Die erste Ausgabe davon erschien im Jahr 1779; doch waren damals die sämtlichen Entdeckungen noch auf diejenigen Beobachtungen gegründet, die Bossut in seiner Hydrodynamik bekannt gemacht hatte. Indessen gelang es dem Verfasser, durch den Director des Königl. Genie-Corps, den Herrn von Fourcroy, sein Werk dem damaligen Kriegsminister, dem Prinzen von Montbarrey, vorlegen zu lassen, der es mit vieler Berücksichtigung aufnahm, und sogar einen jährlichen Fonds anwies, damit diese wichtigen Entdeckungen durch eigens dazu angestellte Beobachtungen näher begründet und festgestellt werden könnten. Dadurch wurde der Verfasser in den Stand gesetzt, von den Jahren

1779 bis 1783 eine Menge passender Beobachtungen auszuführen, durch welche er nachher ausschließlich seine Theorie begründen konnte, und die in der spätern Ausgabe vom Jahre 1786 auch enthalten sind. Die neueste Auflage von 1816 stimmt mit dieser letzten in allen Stücken überein. — In Deutschland wurde dieses Werk zuerst durch Woltmann's Beiträge zur hydraulischen Architectur bekannt, in deren erstem Theile, vom Jahre 1791, sich ein sehr ausführlicher Auszug daraus befindet, der zugleich von manchen interessanten Bemerkungen begleitet ist. — Im Jahr 1796 erschienen zu gleicher Zeit zwei vollständige Uebersetzungen des ersten Theiles, die eine von Lampe, die andere von Kosmann, von denen besonders die letztere wegen der vielen Zusätze von Eytelwein, und der Beispiele, welche eine Anwendung der vorgetragenen Lehren zeigen, einen nicht zu bezweifelnden Vorzug vor dem Originale selbst hat. — Außerdem sind die von Dubuat angestellten Beobachtungen einer Menge von Theorien zum Grunde gelegt, und man findet sie fast in allen späteren hydraulischen Schriften wieder. — Unter den Gegnern Dubuat's zeichnet sich besonders Lecreulx aus, der in einer besondern Schrift das Irrige mancher Voraussetzungen und Lehren nachweist, die nach seiner Meinung in jenem Werke enthalten sind. Der Titel dieser Schrift ist: *Examen critique sur l'ouvrage de Mr. Dubuat.* Paris 1809.

Einer der ersten Sätze, welche Dubuat in seinem Werke aufstellt, ist die Gleichsetzung der Beschleunigung und des Widerstandes bei gleichförmig fließendem Wasser: und ohnstreitig ist dieser Satz, auf den Dubuat selbst einen großen Werth legt, der wichtigste im ganzen Werke, und, wie mich dünkt, auch die schönste und sinnreichste Entdeckung, die je in der angewandten Hydraulik gemacht wurde. Wenn nämlich das Wasser sich in irgend einer geneigten Leitung frei und ohne Widerstand bewegen könnte: so würde offenbar die Geschwindigkeit desselben in Folge der allgemeinen dynamischen Gesetze nach Maassgabe des Gefälles auch vermehrt werden müssen. Es findet indessen, wie die Beobachtungen zeigen,

eine solche Beschleunigung nicht Statt, wenigstens nicht in dem Maaße, als jene Gesetze es verlangen; daher ist es klar, daß das Wasser irgend einen Widerstand erleidet. Die Ermittlung desselben ist eine sehr schwierige Aufgabe, die eine genaue Kenntniß der Bewegung des Wassers voraussetzt: doch ist es klar, daß der Widerstand für den speciellen Fall, wo die Bewegung des Wassers weder beschleunigt, noch verzögert wird, genau der Wirkung der Schwere gleich sein muß. — Es lassen sich nun gleichförmige Bewegungen des Wassers in den verschiedensten Leitungen, und nicht minder auch bei sehr verschiedenem Gefälle darstellen, und dadurch wird man in den Stand gesetzt, für diese speciellen Fälle auch den Widerstand zu bestimmen, und zur Herleitung desselben für ähnliche, nicht sehr verschiedene Fälle auch Formeln anzugeben, woraus er leicht und ziemlich sicher gefunden werden kann. Hierbei kommt es natürlich darauf an, einem jeden Umstande, welcher auf die Bewegung des Wassers Einfluß hat, seinen wahren Werth anzuweisen: dieses ist nothwendig, wenn die hergeleitete Formel nur einigermaßen für verschiedene Fälle anwendbar sein soll; und der Beweis, daß dieses wirklich Statt findet, ergibt sich aus der Uebereinstimmung der Formel mit solchen Beobachtungen, die unter möglichst verschiedenen Umständen angestellt wurden. Allein es ist klar, und die Erfahrung bestätigt es gleichfalls, daß man hier zu einer vollkommenen Uebereinstimmung nie gelangen wird, und daher die passendste Formel auch nur in solchen Fällen mit Sicherheit benutzt werden kann, wo die Umstände ohngefähr denjenigen gleich sind, welche bei den zum Grunde gelegten Beobachtungen Statt fanden. Glücklicher Weise sind nun aber diese Beobachtungen bei so verschiedenen künstlichen und natürlichen Leitungen angestellt, daß man wol in jedem der gewöhnlich vorkommenden Fälle sich mit großer Sicherheit dieser Formeln bedienen kann.

Die Art, wie Dubuat den Widerstand bestimmt und dadurch einen analytischen Ausdruck entwickelt für die Geschwindigkeit des Wassers in einem Flusse oder in irgend einer andern Leitung, ist im Wesentlichen folgende: heißt g die Geschwindigkeit, welche ein frei fallender Körper am Ende der ersten Sekunde erlangt hat, und bezeichnet b einen Bruch, dessen Zähler die Länge

eines Gerinnes, und der Nenner das Gefälle desselben ist, so wird die Beschleunigung, welche die Schwere dem Wasser ertheilt, gleich $\frac{g}{b}$ sein. Diese Beschleunigung ist aber gleich dem Widerstande, und also proportional dem Quadrat der Geschwindigkeit, daher

$$\frac{g}{b} = \frac{v^2}{M}$$

wo M eine näher zu bestimmende Größe bezeichnet. Es ergibt sich indessen sogleich aus den Beobachtungen, daß die Geschwindigkeit der Quadratwurzel aus dem Abhange, oder dem Ausdrucke $\sqrt{\frac{1}{b}}$ nicht proportional ist; und es werden daher vorläufig nur solche Beobachtungen mit einander verglichen, die bei gleichem Gefälle angestellt wurden.

Was nun die Größe M betrifft, so ist der Widerstand offenbar proportional der Menge von Punkten, in welchen die Flüssigkeit mit der Leitung in Berührung kommt, d. h. dem Umfange des Flußbettes oder der Röhre: sodann ist er aber auch umgekehrt dem Durchschnitte des Flusses proportional, und wenn man daher den Bruch, der diesen Durchschnitt zum Zähler und den Umfang zum Nenner hat, gleich r setzt; so würde sein

$$M = r \cdot n$$

wo n eine constante Zahl bedeutet. Indessen nicht die ganze Wassermasse bewegt sich wirklich, sondern ein Theil derselben bleibt an den Wänden hängen: daher muß in der Bestimmung von M noch eine Größe in Abzug gebracht werden, und die Erfahrung lehrt, daß, für den Fall eines gleichen Gefälles, v proportional ist dem Werthe von

$$\frac{\sqrt{mg}}{\sqrt{r - 0,1}}$$

Setzt ist man im Stande, alle Versuche, die in den verschiedensten Leitungen angestellt sind, auf dasselbe Flußbette zu reduciren, und dadurch den Einfluß des Gefälles genau zu ermitteln. Dubuat reducirt zu diesem Zwecke alle Beobachtungen auf ein solches Bette, wo der Nenner des letzten Bruches, oder

$\sqrt{r} - 0, 1$ gleich Eins ist, und es ergibt sich daraus, daß für diesen Fall die Geschwindigkeiten sich ziemlich gut darstellen lassen durch den Ausdruck

$$\sqrt{b} - \log. \text{ nat. } \sqrt{(b + 1, 6)}$$

Indessen bemerkt Dubuat, daß bei dieser Untersuchung die Klebrigkeit (viscosité) des Wassers, wodurch ein Theil desselben an den Wänden gehalten wird, und welche nicht dem Quadrate der Geschwindigkeit proportional sein kann, noch nicht berücksichtigt ist: um dieses zu thun, wird auf eine etwas willkürliche Art von dem gefundenen Ausdrücke für die Geschwindigkeit noch das Glied

$$0, 3 \cdot (\sqrt{r} - 0, 1)$$

in Abzug gebracht. Das Endresultat ist dann

$$v = \frac{297 (\sqrt{r} - 0, 1)}{\sqrt{b} - \text{Log. nat. } \sqrt{(b + 1, 6)}} - 0, (\sqrt{r} - 0, 1);$$

Alles in Pariser Zollen ausgedrückt.

Diese Formel wird nun verglichen mit 125 Beobachtungen, die größtentheils von Dubuat selbst, zum Theil aber auch von Bossut und Couplet an Röhrenleitungen und an kleinen Gerinnen, so wie auch an größern Flüssen und Canälen angestellt sind, und die schon zur Herleitung der Constanten in der Formel benutzt waren. Die Uebereinstimmung ist namentlich bei Röhrenleitungen sehr genügend, und es wäre nur zu wünschen, daß die Formel etwas einfacher wäre, da sie offenbar auf eine sehr willkürliche Art so ungeheuer complicirt ist.

Mehrere Jahre vor der Herausgabe des Werkes von Dubuat hatte indessen, wie Prony erzählt, schon der Ingenieur Chezy, bei Gelegenheit der projectirten Leitung des Baches ^{Yvette} ~~Sorre~~ nach Paris, versucht, die Beziehungen zu ermitteln, die zwischen dem Gefälle und der Länge eines Canales, der Größe und dem Umfange des Querschnittes desselben, und der Geschwindigkeit des fließenden Wassers Statt finden. Er hatte zu diesem Endzwecke offenbar schon den erwähnten Grundsatz von der Gleichheit der Beschleunigung und des Widerstandes benutzt; so daß also Dubuat

nicht füglich für den Erfinder desselben angesehen werden kann. Uebrigens setzte Chezy den Widerstand proportional dem Producte aus dem Quadrate der Geschwindigkeit in den Umfang des Flusses, dividirt durch den Querschnitt desselben; und er gelangte so zu einer sehr einfachen und bequemen Formel, welche mit einigen Veränderungen der constanten Zahl auch in späterer Zeit von Eytelwein und von Krayenhoff wieder gewählt wurde.

Vergleicht man indessen diese Formel mit verschiedenen Beobachtungen, so ist es unverkennbar, wie bei sehr kleinen Geschwindigkeiten der Widerstand sich geringer ergibt, als er wirklich ist: oder was dasselbe ist, wenn man verschiedene Beobachtungen zum Grunde legt, und darnach die Constante berechnet; so findet sie sich nicht gleich in allen Fällen, sondern größer bei kleinen, als bei großen Geschwindigkeiten. Coulomb machte daher in einer Vorlesung im National-Institute, im Jahre 1800, zuerst darauf aufmerksam, daß man die verschiedenen Beobachtungen über das Fließen des Wassers in Röhrenleitungen sehr genau darstellen könnte, wenn man den Widerstand der Summe zweier Glieder gleich setzte, deren eines die erste Potenz der Geschwindigkeit, das andere die zweite derselben zum Coefficienten hätte, und jedes dann noch einen constanten Factor bekäme. Eine Anwendung dieses Satzes auf die Bewegung des Wassers in offenen Gerinnen oder in Flußbetten wurde indessen erst mehrere Jahre später gemacht.

Bei Gelegenheit der Ausführung des Durcq-Canales beschäftigte sich der Ingenieur Girard zu zwei verschiedenen Malen mit diesem Gegenstande. Zuerst in einem Memoire, welches er im Anfange des Jahres 1805 dem Corps des ponts et des chaussées vorlegte, welches indessen erst 1804 im Druck erschien. Der vollständige Titel desselben ist: *Essai sur le mouvement des eaux courantes, et de la figure qu'il convient de donner aux canaux qui les contiennent.* Paris 1804. Der Verfasser geht hierin von der Aehnlichkeit aus, welche Statt findet zwischen dem in irgend einer regelmäßigen Leitung fließenden Wasser und einer Kette, die in derselben Leitung herabsinkt. Er berechnet den Druck, den jedes Theilchen auf den Bo-

den der Leitung ausübt, sowol in Hinsicht der Einwirkung der Schwere, als auch der Centrifugalkraft (für den Fall, daß die Leitung gekrümmt ist), und setzt die Wirkung der Reibung gleich diesem Drucke, multiplicirt mit einem constanten Reibungs-Coefficienten. Jetzt wird nach den Grundformeln der Mechanik die Bewegung näher untersucht: aber für den Fall, wo das System von Körpern sich gleichförmig in einer regulären und geraden Leitung bewegt, wird zuerst dasjenige Glied, welches die Einwirkung der Centrifugalkraft enthält, gleich Null, und außerdem muß auch durch einen zweiten Widerstand die Beschleunigung gänzlich aufgehoben werden, die aus dem Unterschiede zwischen der Reibung und der Schwere entsteht. Dieser zweite Widerstand wird gleich gesetzt dem Quadrate der Geschwindigkeit, multiplicirt mit einem constanten Factor, und man kann nun durch Vergleichung dieser Formel mit verschiedenen Beobachtungen die beiden Factoren berechnen. Girard stellt den Vergleich auch wirklich an, indem er vier und zwanzig Beobachtungen von Bossut und zehn von Dubuat über die Bewegung des Wassers in Röhrenleitungen zum Grunde legt: die ersten derselben waren mit einer Röhre von 54, die letzten mit einer von 27 Millimeter im Durchmesser angestellt. Durch Vereinigung je zweier von diesen Beobachtungen ließen sich die beiden Coefficienten der Reibung und des Widerstandes finden: der letzte ergab sich im Mittel aus jenen gleich 0,232, und aus diesen 1,004, d. h. er ist ungefähr umgekehrt dem Quadrate des Durchmessers proportional, oder dem Querschnitt der Röhre. Was dagegen den Reibungs-Coefficienten betrifft, so stellt dieser sich in kein auffallendes Verhältniß weder zum Durchmesser, noch zu einer andern Größe, und Girard meint, daß dieses wol daher rühren möchte, daß man nicht auf den Grad der Politur der Röhren Rücksicht genommen hatte, der offenbar nicht unbeachtet bleiben durfte.

In einer zweiten Untersuchung hierüber, welche Girard derselben Behörde kurze Zeit darauf vorlegte, faßte er den Gegenstand unter einem etwas veränderten Gesichtspunkte auf. Sie ist enthalten in einem andern Memoire, betitelt: Rapport à l'assemblée des ponts et des chaussées sur le projet général du

Canal de l'Ourcq. Paris 1805. — Es wurde hierin nicht mehr die Reibung des Wassers berücksichtigt, die nach der früheren Voraussetzung nur vom Drucke, und nicht von der Geschwindigkeit abhängig war; sondern vielmehr brachte man hier die Klebrigkeit in Rechnung, d. i. diejenige Kraft, welche das in der Röhre oder im Flußbette bewegte Wasser an den Wänden festhält, und sie wird der Geschwindigkeit proportional angenommen. Außerdem wurde aber noch der andere Widerstand berücksichtigt, welcher dem Quadrate der Geschwindigkeit proportional ist, und Girard nimmt an, daß die constanten Factoren in beiden Fällen einander gleich sind; er rechtfertigt diese Annahme dadurch, daß beide Arten der Verzögerung allein in der Rauheit der Oberfläche ihren Grund haben, daß die Klebrigkeit indessen nur proportional sei der wirklich mit einander in Berührung gebrachten Oberfläche, oder der Geschwindigkeit selbst, der andere Widerstand dagegen dem Quadrate derselben, da die Theilchen in einer um so kürzeren Zeit aus einander gerissen werden müssen. Es wird also der gesammte Widerstand, oder, was bei dem gleichförmig bewegten Wasser dasselbe ist, die beschleunigende Kraft der Schwere, gleich gesetzt der Summe aus der ersten und zweiten Potenz der Geschwindigkeit, multiplicirt mit einem aus den Beobachtungen näher zu entwickelnden Factor. Diese Formel vergleicht Girard mit zwei Beobachtungen von Chezy und zehn von Dubuat, die sämmtlich an größeren Canälen und Flüssen angestellt sind, und er erhält hieraus ziemlich übereinstimmende Werthe für den constanten Factor.

Unter den Untersuchungen, die zur Bestimmung des Widerstandes bei gleichförmig fließendem Wasser angestellt sind, verdient besonders eine Abhandlung von Prony erwähnt zu werden, betitelt: *Recherches physico-mathématiques sur la théorie des eaux courantes*, par P. Prony. Paris 1804. Der Verfasser setzt darin ganz allgemein den Widerstand einer Reihe gleich, deren Glieder die ganzen Potenzen der Geschwindigkeit enthalten, und jedes außerdem noch mit einem constanten, durch die Erfahrung näher zu bestimmenden Factor versehen ist. Das erste Glied, worin die Geschwindigkeit gar nicht vorkommt, bleibt offenbar allein übrig, wenn die Geschwindigkeit gleich Null wird, d. h.

wenn für den Fall, daß keine anfängliche Geschwindigkeit Statt findet, die beschleunigende Kraft der Schwere den Widerstand noch nicht überwindet. Der Werth dieses Gliedes stimmt also überein mit dem Sinus desjenigen Neigungswinkels, wobei das Wasser noch eben in Ruhe bleibt. Alle unsere Erfahrungen und Beobachtungen zeigen nun aber, daß dieser Winkel für alle in der Praxis vorkommende Fälle unendlich klein ist, und man kann daher das erste Glied der Reihe ganz fortlassen. Das zweite Glied wird für den Fall einer sehr langsamen Bewegung allein in Betracht kommen; dagegen bei vermehrter Geschwindigkeit darf offenbar ein drittes Glied nicht unberücksichtigt bleiben, welches die zweite Potenz der Geschwindigkeit enthält. Ob nun noch mehrere dergleichen Glieder berechnet werden müssen, kann die Erfahrung allein entscheiden. Es ergibt sich aber, daß die verschiedensten Beobachtungen sich mit einer genügenden Genauigkeit schon durch Annahme von zwei Gliedern darstellen lassen, und man braucht also durch Einführung von mehreren derselben, da sie offenbar nur sehr kleine Coefficienten haben, die Formel nicht weiter zu compliciren.

Zuerst legt Prony diejenigen zwölf Beobachtungen zum Grunde, deren sich schon Girard zuletzt bedient hatte, und entwickelt darnach die beiden Constanten: durch Einführung derselben stellen sich diese Beobachtungen weit schärfer dar, als nach der von Girard angegebenen Formel. Dieß war in sofern auch zu vermuthen, als Prony eine Constante mehr annahm, und daher auch eine größere Näherung erhalten mußte. Wäre Girard's Hypothese richtig gewesen, so würde dennoch hier dasselbe Resultat sich ergeben haben, und beide Constanten würden einander gleich geworden sein.

Nunmehr untersucht Prony die Bewegung des Wassers in Röhrenleitungen, und benutzt dabei 51 Beobachtungen von Dubuat, Bossut und Couplet: sie sind angestellt mit Röhren von 1 bis 5 Zoll Durchmesser, und bei Geschwindigkeiten von $1\frac{1}{2}$ bis 85 Zoll. Dieses sind dieselben Beobachtungen, welche Dubuat im achten Capitel des ersten Abschnittes angiebt; jedoch sind diejenigen darin ausgelassen, welche mit Röhren von weniger als 1 Zoll Durchmesser angestellt sind. Die hieraus hergeleiteten Con-

stanten, in jene Formeln substituirt, stellten sehr genau die sämmtlichen zum Grunde gelegten Beobachtungen wieder dar, und zwar mit solcher Uebereinstimmung, daß der Unterschied zwischen der beobachteten und berechneten Geschwindigkeit nie neun Hunderttheile, und im Mittel nur vier Hunderttheile der Geschwindigkeit beträgt. Da diese Formel genauer mit der Erfahrung übereinstimmt, als die übrigen hier erwähnten; so will ich sie in derselben Gestalt, wie Prony sie gegeben hat, hier mittheilen.

$$U = \frac{1}{1000} \sqrt{0,0248829 + \sqrt{0,000619159 + 717,857 \cdot D^2}}$$

D j), wo U die Geschwindigkeit ist,

D der Durchmesser der Röhre, und

j ein Bruch, dessen Nenner die Länge der Röhrenleitung, und dessen Zähler, bei Röhren, die unter Wasser ausfließen, der Unterschied zwischen beiden Niveaus, dagegen bei Röhren, die in der Luft ausfließen, die Höhe des Wasserstandes über der untern Oeffnung der Röhre. — Alles in Meter ausgedrückt.

Demnächst geht Prony wieder über zu der Untersuchung über die Bewegung des Wassers in Flußbetten. Seine frühere Bestimmung der Constanten und Herleitung der Formel sollte nur dienen, um den Vorzug dieses Weges vor dem von Girard gewählten zu zeigen, und es konnten die wenigen, zum Grunde gelegten Beobachtungen keineswegs vollständig die Theorie begründen. Zu diesem Zwecke werden nun mit großer Auswahl ein und dreißig Beobachtungen ausgesucht, die unter sehr verschiedenen Umständen angestellt wurden, und zwar kommen dabei Geschwindigkeiten von $\frac{1}{8}$ bis $\frac{7}{8}$ Meter vor, und der Querschnitt beträgt in einzelnen Beobachtungen bis 30 Quadrat-Meter. Indessen bei acht unter diesen Beobachtungen, die von Dubuat entlehnt wurden, waren die mittlern Geschwindigkeiten nicht unmittelbar gemessen, sondern nach der von Dubuat angegebenen Methode nur die Geschwindigkeit an der Oberfläche berechnet. Prony findet indessen diese Methode unpassend, und es zeigt sich auch, daß diese acht Beobachtungen nicht füglich mit den übrigen in Uebereinstimmung zu

bringen sind. Es wird daher in denselben die mittlere Geschwindigkeit auf eine andre Art berechnet, und nun ergeben sich mit großer Uebereinstimmung die constanten Zahlen, wie ich sie in der Zusammenstellung der sämtlichen hierher gehörigen Formeln später angeben werde.

Endlich versucht Prony noch, die Formel für die Geschwindigkeit des Wassers beim Fließen durch Röhren und für die in Flußbetten in eine einzige zu verschmelzen, obgleich die Constanten sich aus den Beobachtungen für beide Fälle merklich verschieden ergeben hatten. Auf diese Art werden mittlere Werthe dafür gefunden, die man zwar, ohne große Fehler zu begehen, ganz allgemein benutzen kann; allein diese Formel ist um nichts bequemer, als jede einzelne von den beiden andern es war, und es scheint daher viel zweckmäßiger, sich jener zu bedienen, welche nach allen Erfahrungen ein wahrscheinlicheres Resultat geben.

Diese ganze Herleitung, welche ich so eben aus einander gesetzt habe, zeichnet sich sehr vortheilhaft vor allen ähnlichen Untersuchungen dadurch aus, daß die Constanten auf eine methodische Art aus den Beobachtungen hergeleitet wurden. Prony benutzt zu dem Zwecke diejenigen Methoden, welche sich in Laplace's *Mécanique céleste*, im dritten Buche des ersten Theiles Art. 39 und 40 befinden, und er giebt ein sinnreiches Verfahren an, um ein anschauliches Bild von der Größe der Abweichungen zu erhalten, und sogar durch Zeichnungen eines Theiles der Rechnung bei Anwendung dieser Methode überhoben zu sein. Indessen eines Theils ist man in neuern Zeiten tiefer in das Wesen dieses Gegenstandes eingedrungen, als es damals bei der Herausgabe der ersten Bände dieses Werkes der Fall war, und der hier angegebene Weg zur Auffindung der wahrscheinlichsten Hypothesen ist nach den neuen Entdeckungen, die auch Laplace selbst in der *Théorie analytique des probabilités* auseinander gesetzt hat, nicht richtig; weshalb die von Prony erfundene graphische Methode auch wol keine Anwendung mehr finden dürfte. — Ueberdies aber führen die zwei Methoden, die Prony aus der *Mécanique céleste* entlehnt hat, zu sehr abweichenden Resultaten, und sie sind die Auflösungen zu zwei wesentlich verschiedenen Aufgaben, weshalb man auch nicht in

ein und demselben Falle willkürlich die eine oder die andere benutzen darf. Laplace beschäftigt sich nämlich an dem angeführten Orte damit, die Gestalt der Erde nach den Beobachtungen zu bestimmen, und die erste Aufgabe, die er sich macht, ist diese: diejenige Ellipse aufzufinden, welche sich an die Gradmessung so anschließt, daß von den noch bleibenden Differenzen zwischen den Messungen und den Rechnungs-Resultaten die größten dieser Differenzen möglichst klein sind. Laplace wählt dieß Verfahren deshalb, um zu ermitteln, ob selbst in dieser Hypothese, wo die größten Abweichungen in Vergleich gegen andere Hypothesen ein Minimum werden, diese Abweichungen noch innerhalb der Grenzen der Beobachtungsfehler fallen; doch sagt er selbst von der so gefundenen Ellipse: *mais elle n'est pas celle, que les degrés mesurés indiquent avec le plus de vraisemblance.* — Sodann aber geht er über zur Bestimmung derjenigen Methode, welche die wahrscheinlichste Hypothese geben soll, und diese ist es, die im vorkommenden Falle allein benutzt werden kann. Als Bedingungen dieser Hypothese werden folgende festgesetzt: 1) die algebraische Summe der sämtlichen Fehler soll gleich Null, und 2) die Summe der sämtlichen Fehler, alle positiv genommen, soll ein Minimum sein. Dagegen wäre nach den neuern Entdeckungen die Bedingung zu wählen, daß die Summe der sämtlichen Quadrate der Abweichungen ein Minimum wird.

In dem Auszuge, den Woltmann aus den *Principes d'hydraulique* im ersten Bande seiner Beiträge giebt, befinden sich zwei neue Formeln zur Bestimmung der mittleren Geschwindigkeit des in Röhren und offenen Leitungen fließenden Wassers: bei ihrer Herleitung ist die Voraussetzung gemacht, daß der Widerstand irgend einer Potenz der Geschwindigkeit proportional ist. Es wurde demnach die Geschwindigkeit zu dieser, noch näher zu bestimmenden Potenz erhoben, und gleich gesetzt dem Producte aus einem constanten Factor in das Gefälle und den mittleren Halbmesser. Die Vergleichung einiger Beobachtungen zeigte, daß man zum Exponenten der Geschwindigkeit die Zahl 1,75 wählen mußte, und demnächst ergab sich aus den Beobachtungen, die Dubuat im achten Capitel des ersten Buches von Nr. 39 bis Nr. 125

anföhrt, der constante Factor gleich $133,6 \cdot g$, wo g die Geschwindigkeit bedeutet, die ein frei fallender Körper am Ende der ersten Secunde erlangt hat; Alles in Pariser Tollen ausgedrückt. — Ferner setzte Woltman den Widerstand dem Quadrat der Geschwindigkeit proportional, und fand unter dieser Voraussetzung auf dieselbe Art die Constante gleich $273,03 \cdot g$.

Die erste Formel stimmt einigermassen mit den Beobachtungen überein, welche mit Röhrenleitungen gemacht sind, jedoch steht sie der Dubuat'schen sehr merklich nach. Die letzte Formel dagegen schließt sich besser an die in offenen Canälen und Flußbetten ausgeführten Messungen an, und giebt sogar die Geschwindigkeiten im Canale du Gard und im Hayne-Fluß genauer, als die Formel Dubuat's es thut.

Sehr wichtig sind die Untersuchungen, welche Eytelwein über die gleichförmige Bewegung des Wassers angestellt hat. Sowol in den Anmerkungen zu Dubuat's Principes, als auch im Handbuche der Mechanik und Hydraulik giebt derselbe Formeln für die gleichförmige Bewegung des Wassers in Röhrenleitungen und offenen Canälen. Bei der Herleitung für den ersten Fall wird der Widerstand dem Quadrate der Geschwindigkeit proportional gesetzt, und aus jenen 51 Beobachtungen von Dubuat, Bossut und Couplet, deren sich später auch Prony bediente, der constante Factor bestimmt. Dabei ist indessen nicht die wirkliche Druckhöhe zur Bestimmung der beschleunigenden Kraft der Schwere benutzt, so wie sie in den Versuchen gemessen war, sondern man hatte davon zuvor diejenige Höhe in Abzug gebracht, welche die Geschwindigkeit in der Röhre erzeugte: will man daher die Formel wieder auf einen speciellen Fall anwenden, so muß man gleichfalls die Druckhöhe um die Geschwindigkeitshöhe vermindern, bevor man sie substituirt, oder vielmehr die etwas complicirte Formel benutzen, worin diese Substitution schon gemacht ist. Ob man indessen durch diese doppelte Reduction der Druckhöhe, einmal in der Herleitung der Formel, und dann in der Anwendung derselben, eine merkliche Vergrößerung der Genauigkeit erreicht, oder ob es, bei den noch immer bleibenden Fehlern, genügt hätte, die Druckhöhe in beiden Fällen ungeändert zu gebrauchen, und darnach die Constante etwas

anders zu bestimmen, wie Prony dieß gethan hat, mag ich nicht entscheiden *). Dagegen verdient bemerkt zu werden, daß die Constante sich aus den ein und funfzig Beobachtungen sehr verschieden ergibt, und ihr Werth von 111 bis 202 variirt, woher denn auch die Formel keineswegs die beobachteten Resultate sehr genau darstellt. Namentlich giebt sie bei großen Geschwindigkeiten dieselben merklich zu klein: und dieser Umstand veranlaßt den Verfasser, jenen Ausdruck für das Quadrat der Geschwindigkeit einer andern etwas niedrigeren Potenz derselben gleich zu setzen, und den Exponenten auf fünf und dreißig Achtzehnthelle zu verkleinern. Die Beobachtungen stellen sich dadurch merklich besser dar: jedoch wird (in dem Handbuche der Hydraulik) der Formel von Dubuat in Hinsicht der Genauigkeit vor dieser noch der Vorzug eingeräumt.

Die Formel von Eytelwein hat mit der von Prony entwickelten den Umstand gemein, daß in beiden zwei constante Zahlen aus den Beobachtungen hergeleitet sind: in jener sind es aber zwei Coefficienten, in dieser ein Coefficient und ein Exponent. Im Allgemeinen möchte wol eine Einführung wie die andere gleich brauchbare Resultate geben; allein die Bequemlichkeit der Rechnung würde vielleicht einigermassen leiden, wenn eine irrationale Zahl den Exponenten bildete, während dieselbe als Coefficient keine Schwierigkeit verursacht.

In Betreff der Herleitung der Formel für die Bewegung des Wassers in offenen Leitungen setzt Eytelwein wiederum den Wider-

*) In dieser Hinsicht hatte Langsdorf schon in seinem Lehrbuche der Hydraulik, welches 1794 erschien, die Formel Dubuat's verändert, und statt des Werthes von b den Ausdruck

$$H = \frac{L}{4\gamma^2 g} v^2$$

in Rechnung gebracht, wo H den Abhang auf die Länge L , und $\frac{v^2}{4\gamma^2 g}$ die Geschwindigkeitshöhe bezeichnet. Daß durch diese Aenderung die schon an sich ziemlich weitläufige Formel noch ungeheuer complicirt wird, braucht kaum erwähnt zu werden.

stand dem Quadrate der Geschwindigkeit proportional, und berechnet den hinzukommenden constanten Coefficienten aus den letzten sechs und dreißig Beobachtungen, die Dubuat im achten Capitel des ersten Abschnittes mitgetheilt, und welche, in kleinen hölzernen Gerinnen, am Canal du Gard und an dem Hayne Fluß angestellt sind. Dieser Coefficient variirt zwischen 372 und 229, oder, wenn man die 116 und 117te Beobachtungen als unzulässig verwirft *), zwischen 372 und 262. — Sein mittlerer Werth, in die Formel substituirt, giebt einen sehr einfachen Ausdruck für die Geschwindigkeit, den ich später anführen werde.

In den Berliner Memoiren von den Jahren 1814 und 1815 befindet sich ein Aufsatz von Eytelwein, worin die gleichförmige Bewegung des Wassers besonders gründlich untersucht wird. Nach einer Entwicklung der Fundamentalformeln über die Bewegung des Wassers in irgend welchen Leitungen geht der Verfasser zu den beiden speciellen Fällen über, wo nämlich einmal das Wasser in gleich weiten Leitungen sich gleichförmig bewegt, und dann, wo es durch Oeffnungen aus weiten Behältern abfließt. Der letzte Fall wird zuerst behandelt, und nach einer allgemeinen analytischen Untersuchung wird die Voraussetzung gemacht, daß die Ausflußöffnung unverhältnißmäßig enge gegen den Behälter sei. Durch

*) Von diesen beiden Beobachtungen sagt Dubuat im 405 ten Paragraph des zweiten Theiles, daß sie kurz vor der Krautung des Canales angestellt wurden, zu einer Zeit, als derselbe sehr verwachsen war, und dadurch der Abfluß des Wassers merklich verhindert werden mußte. Er fügt selbst hinzu, daß er diese Beobachtungen nur mittheilt, um zu zeigen, welchen Einfluß diese fremdartigen Körper, die den Umfang vermehren, auf die Geschwindigkeit haben. Nichts desto weniger sind diese Beobachtungen sowol von Dubuat selbst, als auch von allen seinen Nachfolgern zur Herleitung der Fundamental-Formeln benutzt worden. Da diese aber doch nur auf die einfachsten Fälle anwendbar sein können, so scheint es höchst unpassend, sie durch fremdartige Beobachtungen zu begründen: die Vergleichung der berechneten Resultate mit ihnen zeigt auch jedesmal sehr auffallende Abweichungen.

Vergleichung dieses Resultates mit sechs und dreißig Beobachtungen von Bossut und Michelotti ergiebt sich mit großer Uebereinstimmung der dabei statt findende Contractions-Coefficient. Zur Bestimmung der Abänderung, welche aus der Anbringung einer kurzen Aufsatzröhre, statt der bloßen Oeffnung in der dünnen Wand, hervorgeht, wird für diesen Fall noch die Vergleichung mit dreizehn andern Beobachtungen von Bossut, Michelotti und Venturi ausgeführt, woraus wieder mit großer Uebereinstimmung ein anderer Coefficient folgt.

Nunmehr geht der Verfasser zu den Röhrenleitungen über, und indem vorläufig schon die so eben ermittelte Verminderung der Geschwindigkeit berücksichtigt wird, welche beim Eintritt des Wassers in die Röhre entsteht, wird der Widerstand der Röhre der Summe zweier Glieder proportional gesetzt, deren eines die einfache Geschwindigkeit, das andere das Quadrat derselben zu Factoren hat, die noch mit zwei constanten Zahlen multiplicirt sind. Aus der Vergleichung dieser Formel mit den früher erwähnten ein und funfzig Beobachtungen, die Eytelwein schon in den Anmerkungen zu Dubuat's Hydraulik benutzte, ergeben sich diese beiden constanten Zahlen, und es folgt die Endgleichung

$$c = \frac{-1 + \sqrt{(1^2 + 176017.1. d. h. + 12121336. d^2 h)}}{7,87 + 542. d}$$

wo c die Geschwindigkeit bedeutet,

l die Länge der Röhre,

d den Durchmesser,

h die Höhe des Wasserspiegels über dem untern Ende der Röhre, oder über dem Spiegel des Unterwassers, wenn der Ausfluß unter Wasser geschieht;

Alles in Rheinländischem Fuß-Maße ausgedrückt.

Diese Formel stellt die zum Grunde gelegten ein und funfzig Beobachtungen ziemlich genau dar, indem die Abweichung nur einmal ein Zehnthel, und im Mittel fünf Hunderttheile der Geschwindigkeit beträgt.

Endlich folgt eine Untersuchung über die Bewegung des Wassers in Flußbetten und überhaupt in offenen Gerinnen. Die

allgemeine Grundformel giebt nach den Reductionen, welche durch die Voraussetzung einer gleichförmigen Bewegung herbeigeführt werden, den bekannten einfachen Ausdruck für die beschleunigende Kraft der Schwere, die hier dem Widerstande gleich ist. Der Widerstand selbst wird aber wieder auf die oben beschriebene Art der ersten und zweiten Potenz der Geschwindigkeit proportional gesetzt, und die beiden Constanten werden hergeleitet durch Vergleichung der Formel mit ein und neunzig Beobachtungen, die unter den verschiedensten Umständen angestellt sind: es kommen darunter in der That Geschwindigkeiten von 2 Zoll bis $7\frac{1}{2}$ Fuß, und Querschnitte von 24 Quadratzoll bis 19000 Quadratfuß vor. Sechs und dreißig von diesen Beobachtungen sind die schon früher von Eytelwein benutzten und aus Dubuat's Werke entlehnten; sechzehn hat Brünings am Rhein, an der Waal und Yssel; vier Woltman an Entwässerungs-Canälen bei Ruxhaven und Rixebüttel, und fünf und dreißig Funk an der Weser angestellt. Es ergeben sich daraus die zwei eingeführten Constanten: und durch Substitution derselben in die Formel erhält man umgekehrt wieder die Geschwindigkeiten. Die Abweichung derselben von den Beobachtungen beträgt im Mittel ein Zehnthel ihres Werthes; mehrmals aber, und namentlich in den von Funk angestellten Beobachtungen, bis vier Zehnthelle. Am besten stimmen die zehn ersten Beobachtungen mit den berechneten Geschwindigkeiten überein, und dieß hat darin seinen Grund, daß sie vorzugsweise zur Bestimmung der Constanten benutzt wurden. Eytelwein stellte sich nämlich die beiden Bedingungen, daß die Summe aller Abweichungen (sämtlich positiv genommen) ein Minimum, und dann, daß die algebraische Summe derselben gleich Null sein sollte. Was nun aber die zweite Bedingung betraf, so hatte eine gleiche Abweichung bei verschiedenen Geschwindigkeiten auch einen sehr verschiedenen Werth, und es wurden daher, um diese heterogenen Größen nicht mit einander zu vermischen, diejenigen Beobachtungen ausgewählt, bei denen eine gleiche Abweichung einen möglichst großen Werth erhielt, d. h. wo die Geschwindigkeit sehr klein war. Es wurde demnach die Bedingung dahin abgeändert, daß die algebraische Summe der Abweichungen bei denjenigen zehn Beobachtungen, welche die kleinste

Geschwindigkeit ergaben, gleich Null seyn sollte. Eine natürliche Folge davon war, daß diese zehn Beobachtungen sich genauer darstellen mußten, als die übrigen; und es steht zu vermuthen, daß die Formel im Allgemeinen für kleine Geschwindigkeiten besonders brauchbar sein wird.

Unter diesen Untersuchungen verdient endlich noch diejenige eine vorzügliche Aufmerksamkeit, welche v. Krayenhoff in dem ersten Theile der „Verzameling van hydrographische en topographische Waarnemingen“ gegeben hat. Es wurden dabei ausschließlich Beobachtungen zum Grunde gelegt, die bei den größten Strömen angestellt waren; und da in diesem Falle auch die Geschwindigkeit nicht ganz geringe ist, so hat offenbar das erste Glied des Widerstandes, welches der einfachen Geschwindigkeit proportional, und dessen constanter Factor überdieß auch unbedeutend ist, einen unverhältnißmäßig kleinen Werth gegen das zweite, und konnte daher füglich ganz weggelassen werden. Krayenhoff setzte demnach den Widerstand nur dem Quadrate der Geschwindigkeit proportional: der constante Coefficient ergab sich aus ein und vierzig Beobachtungen im Pannerdenschen Canale, bei verschiedenen Wasserständen und an verschiedenen Stellen gemessen, im Mittel gleich 53,813; ferner aus vier und zwanzig Beobachtungen an der Yssel 53,847, und aus fünf und vierzig am Ober-Rhein, der Waal und dem Nieder-Rhein gleich 53,424. Die erste Zahl wird vom Verfasser unverändert beibehalten, und die folgenden dienen nur zur Bestätigung derselben: die Uebereinstimmung zwischen diesen Resultaten ist so auffallend, daß die Formel bei großen Flüssen und Strömen wol vorzugsweise angewandt zu werden verdiente.

Zur Vergleichung der verschiedenen Formeln, welche die Geschwindigkeit des Wassers in offenen Gerinnen, Canälen und Flüssen darstellen, will ich dieselben mit Einführung gleicher Bezeichnung und eines gleichen Maaßes hier aufführen.

I. nach Girard

$$u = - 1,5931 + \sqrt{(2,5380 + 25657 \cdot b \cdot r)}$$

II. nach Prony

$$u = - 0,2230 + \sqrt{(0,0508 + 10301 \cdot b \cdot r)}$$

III. nach Woltmann

$$u = 92,33 \sqrt{(r \cdot b)} = \sqrt{(8525 \cdot b \cdot r)}$$

IV. nach Eytelwein (im Handbuch der Hydraulik)

$$u = 90,9 \sqrt{(b \cdot r)} = \sqrt{(8263 \cdot b \cdot r)}$$

V. nach Eytelwein (in den Berliner Memoiren)

$$u = -0,1057 + \sqrt{(0,0112 + 8716 \cdot b \cdot r)}$$

VI. nach v. Krapenhoff

$$u = 96,042 \sqrt{(b \cdot r)} = \sqrt{(9224 \cdot b \cdot r)};$$

Alles in Brandenburgischem Fußmaaße ausgedrückt. b bezeichnet den Bruch, dessen Zähler das Gefälle, und dessen Nenner die dazu gehörige Länge des Flusses ist; r dagegen ist die Größe, welche Dubuat den mittleren Radius nennt, d. h. den Querschnitt, dividirt durch den Umfang des Flußbettes.

Man sieht aus dieser Zusammenstellung, daß die constanten Zahlen ganz merklich von einander abweichen, und namentlich zeigen sich große Unterschiede gegen die übrigen in der ersten Formel. Wenn man indessen diese ausschließt, indem sie aus einer gar zu kleinen Anzahl von Beobachtungen hergeleitet ist; so werden die andern für die gewöhnlichen Fälle ungefähr gleiche Resultate geben, und die Uebereinstimmung derselben ist ein neuer Beweis für die Zulässigkeit der Dubuatschen Theorie: wenn Formeln, die aus Beobachtungen an den verschiedensten Flüssen und Canälen hergeleitet sind, eine genügende Uebereinstimmung zeigen; so kann man in der That auch vermuthen, daß sie mit andern, ähnlichen Beobachtungen auch wieder übereinstimmen werden, und dieses sogar in dem Falle, wenn bei der Herleitung der Formel eine nicht genug begründete Voraussetzung gemacht wäre. Einen solchen Vorwurf stellt Langsdorf in seinem Lehrbuche der Hydraulik und eben so im Handbuche der Mechanik den sämtlichen bisher angeführten Untersuchungen über die Bewegung des Wassers in Flüssen und Canälen entgegen. „Man dürfe keine Theorie auf die Voraussetzung des Gleichgewichts zwischen der bewegenden Kraft und dem Widerstande gründen,“ weil nämlich dieses Gleichgewicht in den meisten Fällen nicht statt findet, und dann Verzögerung, oder Beschleunigung eintritt. Aber solche Fälle gehören natürlich nicht hierher. Wenn ein Bach in einem stark abhängigen Bette sich

herabstürzt; so wiederholt sich gewiß unaufhörlich die Erscheinung, daß die Geschwindigkeit des Wassers im Fallen zunimmt; und eben so in stark geneigten Mühlengerinnen erlangt es sichtbar eine weit größere Schnelligkeit, als es beim Eintritte hatte. Doch dieses kann nicht die Theorie Dubuat's widerlegen, die allein auf die gleichförmige Bewegung gegründet ist, und die man auch wol noch nie auf solche Fälle anzuwenden versucht hat. Dagegen ist es andrerseits auch nicht zu leugnen, daß die angeführten Formeln von einem sehr beschränkten Gebrauche sein würden, wenn sie nur da passend wären, wo in aller Strenge die Bedingung der erwähnten Gleichheit wirklich statt findet. Allein man muß die angewandte Mathematik nicht mit der reinen verwechseln: in dieser ist Alles bestimmt, die Gränzen sind mit voller Schärfe gezogen, und Abweichungen sind unmöglich; in jener verhält es sich dagegen ganz anders, nie stellen sich die Umstände mit Bestimmtheit dar, die Uebergänge sind unmerklich, und alle Messungen und Beobachtungen werden durch die verschiedensten Fehler entstellt. Wenn also eine Bedingung auch nicht ganz erfüllt ist, so darf deshalb die Beobachtung noch nicht verworfen werden: eine geringe Abweichung hat in der Regel auch nur einen geringen Fehler im Resultate zur Folge, und oft ergiebt es sich auch aus einem einfachen Râsonnement oder aus einer leichten Differenziation, daß dieser Fehler nicht bedeutend sein kann.

Für den vorliegenden Gegenstand, wobei die Wirkungen der verschiedenen Ursachen sich nicht deutlich übersehen lassen, möchte der Hauptbeweis für die Zulässigkeit derjenigen Fälle, in denen die Voraussetzung der gleichförmigen Bewegung nicht in aller Strenge Statt findet, wol in der Uebereinstimmung der Beobachtungen zu suchen sein, aus denen das Gesetz hergeleitet wurde, und von denen man doch auch nicht annehmen kann, daß jene Bedingung wirklich vollständig erfüllt war. Ueberdies ist es einleuchtend, daß in größeren Strömen, und eben so in Canälen, die Geschwindigkeit in kurzen Zwischenräumen nicht bedeutend zunehmen kann, ohne daß dieses sich sehr auffallend durch die Erweiterung oder Beengung des Bettes zu erkennen gäbe, und man dadurch gewarnt würde, die Formel auf einen ganz unpassenden Fall an-

zuwenden. Doch wenn man sich hierin auch irrte, und z. B. es nicht gewahr würde, daß das Flußbette auf 100 Ruthen Länge sich um den zehnten Theil seines Querschnittes verengte, und also um soviel die Geschwindigkeit sich wirklich vermehrte, während man sie in der Rechnung gleichförmig angenommen hat; so würde dennoch diese Abweichung bei weitem für die meisten Fälle der Anwendung von keiner großen Wichtigkeit sein. Hätte man aber durch eine genaue Ausführung des Nivellements das gefundene Gefälle in die Formel substituiert; so würde man für den gemessenen Querschnitt die Geschwindigkeit größer gefunden haben, als sie wirklich ist, und vielleicht ziemlich gleich der im verengten Querschnitte, dessen Größe aber unbekannt blieb. Andererseits ist es auch nicht zu leugnen, daß, wenn man zwei Querschnitte in einem Flusse aussucht, die einander an Fläche vollkommen gleich sind, und wo also unter der Voraussetzung, daß zwischen ihnen kein neuer Zufluß statt findet, die Bedingung des Gleichgewichts zwischen der Beschleunigung und den sämtlichen Widerständen aufs strengste erfüllt ist, hier dennoch ähnliche Abweichungen vorkommen können, wie in jenem Falle, wenn man auf die mittleren Querschnitte nicht Rücksicht nimmt.

Man wird also bei der Anwendung dieser Formel sich zuvor überzeugen müssen, daß jene Bedingung auch wirklich Statt findet, oder daß die Umstände wenigstens nicht sehr merklich davon abweichen; aber dann giebt es auch keinen Grund, weshalb man sie nicht benutzen sollte. Daß sie nicht mit absoluter Schärfe hergeleitet ist, und daher auch nicht ähnliche Resultate giebt, macht sie für die Praxis nicht unbrauchbar, eben so wenig, wie es mit ähnlichen Sätzen in andern Theilen der angewandten Mathematik der Fall ist. Es kommt in der That gemeinhin auch nicht darauf an, ob man die Geschwindigkeit, oder was sonst gesucht wird, sehr genau kennt: und überdies hat man nur die Wahl zwischen einer beiläufigen Kenntniß und gänzlicher Unkenntniß. Wer würde sich daher bei der Anlage eines Canales und in ähnlichen Fällen nicht gern dieser Formeln bedienen, wenn man gleich wüßte, daß, wenn die Geschwindigkeit durch die Rechnung sich z. B. gleich $2\frac{1}{2}$ Fuß ergibt, sie dann in der Wirklichkeit vielleicht nur 2 Fuß, oder

auch wol 3 Fuß betragen kann! Und größer möchte die Ungewißheit wol nie sein. Im entgegengesetzten Falle, wenn man die Formel nicht benutzt, und sich nur auf sein Augenmaaß verläßt, werden ja die wahrscheinlichen Abweichungen ohne allen Vergleich viel größer, und sie haben in der That gar keine Gränze mehr.

Nichts desto weniger wird dieser Satz häufig für ganz unbrauchbar gehalten, eben weil er kein scharfes Resultat giebt: unter Andern spricht diesen Tadel auch Lecreux aus gegen das Ende seiner angeführten Schrift, indem er gleichfalls die Beobachtung gemacht haben will, daß das Wasser sich nie gleichförmig bewege, und daher die ganze Lehre Dubuat's auch nie angewandt werden könne. — Lecreux findet überdies in den Beobachtungen, und namentlich in denen, welche bei künstlichen Gerinnen angestellt wurden, einen auffallenden Mangel an Uebereinstimmung. Indessen dieser Vorwurf ist so wenig begründet, daß er keiner Widerlegung bedarf: wenn die Resultate verschiedener Beobachtungen sich durch eine analytische Formel ziemlich genau darstellen lassen; so sind sie mit einander in Uebereinstimmung, welche Unregelmäßigkeiten sich darin auch immer durch eine bloße oberflächliche Vergleichung ergeben mögen.

Bevor ich diesen Gegenstand verlasse, glaube ich noch darauf aufmerksam machen zu müssen, daß zwischen den Beobachtungen an Röhrenleitungen und denen an offenen Canälen ein merklicher Unterschied Statt findet; worauf man, so viel ich weiß, bisher wenig geachtet hat. Er besteht darin, daß bei den offenen Canälen die gleichförmige Bewegung wirklich aus der Gleichheit der Kraft und des Widerstandes hervorgeht, in den Röhren dagegen kann sie auch eine Folge des Luftdruckes und des Mangels an Elasticität im Wasser sein, woher weder ein leerer Raum, noch ein Aufhäufen der Wassertheilchen Statt finden kann, und aus diesem Grunde in gleichweiten Röhren das Wasser sich jederzeit gleichförmig bewegen muß. Dubuat hat diesen Umstand nie unbeachtet gelassen, obgleich er seiner nicht ausdrücklich erwähnt: die Röhren mit gleichförmiger Bewegung münden sämmtlich auf der Gränze zwischen der Geschwindigkeits- und Widerstands-Höhe, und ihre Länge hat also keinen Einfluß auf die Geschwindigkeit. Auch

selbst bei den senkrechten Röhren mit starker Druckhöhe, wo h ein ächter Bruch ist, d. h. wo das Gefälle größer ist, als die Länge der Röhre, auch hier hat der Verfasser nie vergessen, daß, obgleich die Bewegung jedesmal gleichförmig ist, dennoch nur bei einer gewissen Druckhöhe die Länge der Röhre auf die Geschwindigkeit keinen Einfluß hat, wie er dieses im zweiten Theile bei Erklärung der Versuche deutlich ausspricht. Wie aber dennoch die andern Beobachtungen, bei denen die Druckhöhe größer oder kleiner war, und wo also die Beschleunigung nicht dem Widerstande gleich ist, wie diese dennoch zur Begründung der Theorie aufgestellt werden konnten, und sie in der That auch mit der Formel genügend übereinstimmten; dieses läßt sich wol nicht anders erklären, als durch die Annahme eines zufälligen Zusammentreffens.

Dieses sind die Bemerkungen, welche mir zur Vervollständigung des ersten und zugleich des wichtigsten Satzes in Dubuat's Werke nöthig schienen: die folgenden Lehren sind weniger wichtig, und meist auch weniger begründet, weshalb ich sie auch nicht mit gleicher Ausführlichkeit behandeln werde.

Im zweiten Abschnitte geht Dubuat über zu einer Theorie der Flüsse, und die erste, wichtige Aufgabe, die er hier behandelt, ist die Auffindung der Beziehung, welche zwischen der mittleren Geschwindigkeit eines Querschnittes, der Geschwindigkeit an der Oberfläche und der am Boden Statt findet. Im ersten Theile (§. 66.) wird nur das Gesetz angeführt, welches durch die zu diesem Zwecke angestellten Beobachtungen begründet sein soll; dagegen finden sich im zweiten Theile (§. 384 u. f.) diese Beobachtungen näher beschrieben. Es ergibt sich daraus, daß sie, acht und vierzig an der Zahl, sämmtlich in künstlichen kleinen Gerinnen angestellt wurden, worin die Wassertiefe 2 bis 10 Zoll, und die mittlere Geschwindigkeit 4 bis 41 Zoll betrug. Die Geschwindigkeit der Oberfläche wurde gemessen durch kleine Wachskügeln, die auf dem Wasser schwammen, so wie die am Boden durch ähnliche, die aber ein etwas größeres spezifisches Gewicht, als das Wasser hatten: endlich die mittlere Geschwindigkeit fand man aus der Wassermenge. — Durch Vergleichung dieser Beobachtungen ergab es sich, daß die Geschwindigkeit am Boden sich zu der an

der Oberfläche ungefähr verhielt, wie die Quadrate zweier Zahlen, die um Eins von einander verschieden sind, und daß die mittlere Geschwindigkeit zwischen beiden ziemlich genau das arithmetische Mittel bildete. Die Allgemeinheit dieser Regel läßt sich wol mit Gründen bezweifeln, und eben so die Anwendbarkeit derselben auf die gewöhnlichen Fälle, indem die Versuche sehr im Kleinen angestellt wurden, und daher nicht füglich daraus auf große Gerinne und natürliche Flußbetten geschlossen werden konnte. Indessen Dubuat stellt allgemein das Gesetz auf, daß man die Geschwindigkeit am Boden findet, wenn man aus der an der Oberfläche gemessnen, in Zollen ausgedrückt, die Quadratwurzel zieht, dann die so gefundene Zahl um Eins vermindert, und sie auf das Quadrat erhebt; und daß dagegen die mittlere Geschwindigkeit das arithmetische Mittel zwischen jenen beiden ist. Es folgt auch eine Tafel, welche für alle in der Praxis vorkommenden obern Geschwindigkeiten die untern und die mittlern enthält.

Prony tabelt in seiner angeführten Schrift diese Ausdrücke, indem sie offenbar nicht für kleine Geschwindigkeiten gelten können: es sei z. B. die Geschwindigkeit an der Oberfläche gleich 1 Zoll, dann ist die am Boden gleich Null; ist jene nur $\frac{1}{4}$, dann ist diese auch $\frac{1}{4}$, und ist jene endlich Null, so ist diese sogar Eins. Es kommt indessen auf die Geschwindigkeit am Boden in der Regel nicht an, und man braucht gewöhnlich nur die mittlere: diese setzt Prony gleich

$$v \cdot \frac{v + a}{v + b}$$

wo v die Geschwindigkeit an der Oberfläche, und a und b zwei Constanten bezeichnen. Durch Vergleichung mit den Dubuat'schen Beobachtungen folgt

$$a = 2,372$$

$$b = 3,153$$

Es bleibt indessen der Werth des Bruches, der mit v multiplicirt ist, für die gewöhnlichen Fälle beinahe constant, daher

wird der Ausdruck noch sehr abgekürzt, indem die mittlere Geschwindigkeit gleich gesetzt wird

$$\alpha = v$$

und es ergab sich im Mittel

$$\alpha = 0,816.$$

Auffallend ist es, daß jene acht und vierzig Beobachtungen sich durch diese Formel genauer darstellen, als durch jene, welche Dubuat giebt.

Woltman verwirft gleichfalls in dem mehrmals erwähnten Auszuge die Ansicht Dubuat's über die Abnahme der Geschwindigkeit in dem fließenden Wasser, und zwar aus dem Grunde, weil „diese Formeln nicht auf wissenschaftliche Gründe, sondern auf eine individuelle Anzahl Versuche erbauet sind;“ und er verweist dabei auf seine Untersuchungen über diesen Gegenstand, die in der interessanten kleinen Schrift „Theorie und Gebrauch des hydrometrischen Flügels, von R. Woltman“ enthalten sind. Der Verfasser beginnt damit, die Resultate einiger dahin gehörigen Messungen mitzutheilen, die von jenen, welche Dubuat zum Grunde legte, den wichtigen Vorzug haben, daß sie auf großen Strömen angestellt sind. Aus eilf Reihen Beobachtungen, die Brünings über die Geschwindigkeit in verschiedenen Tiefen gemacht hat, und die sämtlich ungefähr eine gleiche Geschwindigkeit an der Oberfläche haben, nimmt Woltman das Mittel, und trägt sie als Ordinaten, die zugehörigen Tiefen dagegen als Abscissen auf: dasselbe geschieht mit einer ähnlichen Reihe Beobachtungen, die Ximenes auf dem Arno anstellte. Verbindet man nun die Endpunkte der Ordinaten durch gebrochene Linien; so erhält man die Geschwindigkeits-Scalen, und Woltman meint, „daß sie fast mehr für gekrümmte, als für gerade Linien zu halten seien:“ und er fährt fort „daß man aus analogischen Gründen wol am natürlichsten darauf verfiere, daß die Quadrate der Geschwindigkeiten proportional wären den Höhen,“ gemessen über einem noch näher zu bestimmenden Punkte, in welchem nach dieser Hypothese die Geschwindigkeit gleich Null wird, oder, was dasselbe ist, diese Geschwindigkeits-Scale soll eine Parabel sein, deren Scheitel in

jenen Punkt fällt *). Die Messungen sollen dieses nun auch wirklich bestätigen; indessen ergeben sich aus den verschiedenen Beobachtungen, selbst wenn man die am meisten abweichenden schon fortläßt, dennoch sehr merkliche Verschiedenheiten im Werthe der Constante, und sie variirt noch zwischen 39 und 79. Es wird indessen das Gesetz daraus hergeleitet, daß die Geschwindigkeits-*Scale* jederzeit eine Parabel bildet, deren Parameter (wie sich aus manchen Folgerungen ergibt) für alle Fälle constant, und gleich 0,372 ist. Alles im Fußmaaße ausgedrückt.

Gegen diese Herleitung läßt sich Manches einwenden: die Geschwindigkeits-*Scale* ist an einen solchen Parabel-Bogen angeschlossen, dessen erste Ordinate noch gegen 130 Parameter vom Scheitel entfernt bleibt, und die letzte um 160. Eine natürliche Folge davon ist, daß sich der Bogen wenig von der geraden Linie entfernt, wie dieß auch aus der Figur sich ergibt; und man bemerkt leicht, daß, wenn die Beobachtungen sich auch wirklich durch eine Curve etwas besser darstellen lassen, dennoch Abweichungen bleiben, die ohne allen Vergleich größer sind, als die Differenzen zwischen der geraden Linie und der Curve. Weit besser hätte sich daher diese Hypothese in dem Falle prüfen lassen, wenn die Beobachtungen an einen Parabel-Bogen angeschlossen wären, der möglichst nahe am Scheitel liegt, und wo also die Krümmung am stärksten ist; oder wenn man die Messung bei kleinen Geschwindigkeiten angestellt hätte. Obgleich nun zwar an sich wenig Wahrscheinlichkeit vorhanden ist, daß in diesem Falle die Geschwindigkeiten in einem regelmäßigen Ströme sehr schnell abnehmen, und wenig Zolle unter der Oberfläche schon ganz aufhören sollten; so will ich dennoch einige Beobachtungen hier anführen, die ich vor mehreren Jahren in dieser Hinsicht am Pregel anstellte, und die keineswegs diese Hypothese bestätigen. Der Pregel hat

*) Diese Hypothese kommt mit der von Dubuat aufgestellten nahe überein, nur mit dem Unterschied, daß dort die Tiefe des Flusses zur Einheit angenommen, und der Parameter der Parabel gleich Eins gesetzt ist.

nämlich von Königsberg ab bis zu seiner Mündung in das Haff beinahe gar kein Gefälle, und er fließt daher mit einer überaus geringen Geschwindigkeit, die bei mäßigem Gegenwinde schon ganz aufgehoben wird, und bei jedem Sturme aus Westen entsteht sogar ein starker eingehender Strom. Im Sommer pflegt bei ruhigem Wetter die Geschwindigkeit nicht einen vollen Zoll zu betragen. Unter sehr günstigen Umständen maß ich sie im Herbst 1821 mit dem Woltmannschen Flügel in verschiedenen Tiefen, und fand sie an der Oberfläche 0,30 Zoll; in der Tiefe von 4 Fuß 0,34; bei 10 Fuß Tiefe 0,31, und bei 15 Fuß Tiefe 0,33. Diese Zahlen sind das Mittel aus mehreren Beobachtungen, und überdieß umfaßt jede einzelne Beobachtung die Dauer von 3 bis 4 Minuten. — Diese Messung widerspricht nun gänzlich der Annahme jener Parabel; denn darnach sollte eine Geschwindigkeit an der Oberfläche von 0,30 Zoll schon in der Tiefe von 0,07 Fuß einen gänzlichen Stillstand hervorbringen, und nichts desto weniger floß das Wasser bei 15 Fuß Tiefe noch ungefähr eben so schnell, als oben. Es läßt sich in der That auch nicht einsehn, weshalb eine geringe Geschwindigkeit sich nicht eben so gut bis auf den Boden fortpflanzen sollte, als eine größere es thut.

Die sämmtlichen Beobachtungen, die hierüber angestellt sind, zeigen unter sich wenig Uebereinstimmung; und welche Hypothese man auch immer annehmen mag, so weichen einzelne Beobachtungen so ungeheuer noch davon ab, daß die Differenzen, welche zwischen diesen verschiedenen Hypothesen Statt finden, dagegen wenig beachtet werden dürfen. Es verdient demnach die einfachste Hypothese unstreitig den Vorzug vor allen übrigen, wenn gleich bei einer andern die Fehler vielleicht um ein Geringes kleiner werden. Die Formel Eytelwein's zeichnet sich durch ihre Einfachheit ganz besonders aus, und sie schließt sich an verschiedene, und zwar an großen Strömen ausgeführte Messungen gut an: sie dürfte daher wohl vor allen übrigen unbedingt den Vorzug verdienen. Sie beruht auf der Annahme, daß die Geschwindigkeit sich auf jeden Fuß Tiefe um einen aliquoten Theil der obern Geschwindigkeit vermindert, und zwar ergiebt sich aus jenen, schon

von Woltmann benutzten Beobachtungen diese Verminderung auf einen Fuß Tiefe, gleich

$$0,008 \cdot c$$

wo c die Geschwindigkeit an der Oberfläche bedeutet, in Follen ausgedrückt. Die mittlere Geschwindigkeit ist demnach, wenn die Tiefe des Flusses h Fuß beträgt,

$$c - 0,334 \cdot c h$$

Der Umstand, daß die Geschwindigkeit in einer Tiefe von 125 Fuß gleich Null, und weiterhin negativ wird, möchte der Anwendbarkeit dieser Formel wenig Eintrag thun, indem die vorkommenden Fälle sich diesen Grenzen auch nicht entfernt nähern: überdies darf man von einem, aus Versuchen hergeleiteten Ausdrucke auch nicht verlangen, daß er unter gewissen Umständen, die sich weit von jenen entfernen, welche bei den zum Grunde gelegten Beobachtungen Statt fanden, nicht auf Widersprüche führen sollte.

Langsdorf betrachtet in seinem Lehrbuche der Hydraulik die Verzögerung des Wassers nach dem Boden zu unter der Voraussetzung, daß die Geschwindigkeit in einem jeden Punkte proportional ist dem mittleren Halbmesser des darunter befindlichen Querschnittes. Indem aber bei dieser Annahme das Wasser auf dem Boden sich gar nicht bewegen würde; so wird die Tiefe noch um den Werth von

$$\text{Log. nat. } (\beta + 1)$$

vermehrt, wo β die Breite des Flusses am Boden ausdrückt: und hieraus ergiebt sich die mittlere Geschwindigkeit in einem überaus complicirten Ausdrucke, der mit der Erfahrung sehr gut stimmen soll.

Endlich erwähne ich noch einer Hypothese, die in Funk's „Darstellung der wichtigsten Lehren der Hydrotechnik“ aufgestellt wird, und die um so mehr Aufmerksamkeit verdient, als auf ihr eine ziemlich vollständige und umfassende Theorie der Flüsse gegründet ist. Funk sagt in der Vorrede: „Aus vielen ^{Wahrheiten} ~~Ursachen~~ und allgemeinen Schlüssen, die sich aus diesen Untersuchungen und Erfahrungen ergeben, finde ich, daß die logarithmische Linie diejenige Curve ist, die jede Strom=Scale für die gleichförmige

und beschleunigte Bewegung beim freien Abfluß des Wassers begrenzt,“ und nach der Angabe dieses und einiger ähnlichen Gesetze fügt er hinzu: „Dieses sind die Resultate, die ich unmittelbar aus der Natur geschöpft, und ganz allgemein durch hydrometrische Messungen auf das vollkommenste bestätigt gefunden habe.“ — Der Name und Stand des Verfassers sowohl, als die Menge von Rechnungen und analytischen Ausdrücken, und die vielen Beobachtungen und Messungen, die größtentheils auf öffentliche Kosten ausgeführt wurden, und welche das Werk enthält, haben demselben eine allgemeine Aufmerksamkeit und ein großes Ansehen in Deutschland erweckt: dennoch sei es mir erlaubt, näher zu prüfen, ob die erwähnte Hypothese sich wirklich durch die Beobachtungen so vollkommen bestätigt, daß sie als allgemein gültig angesehen werden kann, oder ob sie im Gegentheil weder für die zum Grunde gelegten Beobachtungen paßt, noch auch durch andere Umstände wahrscheinlich gemacht wird. Der Lehrsatz ist dieser: man trage die an der Oberfläche gemessene Geschwindigkeit zweimal auf eine Linie auf, und mache diese Linie zur Grundlinie eines Rectangels: die Höhe desselben wird der Tiefe des Stromes gleich gemacht. Auf die gegenüberstehende Grundlinie trage man links die am Grunde des Flusses gemessene Geschwindigkeit auf: dann wird die Geschwindigkeits-Scale die beiden Theilungspunkte in den Grundlinien schneiden, und eine logarithmische Linie bilden, deren Abscissen-Linie die rechte Seite des Rectangels ist. — Der Beweis dafür beruht ausschließlich auf der Uebereinstimmung, die einige Messungen mit den nach diesem Gesetze berechneten Geschwindigkeiten haben sollen. Von diesen Messungen, zwölf an der Zahl, sind neun von Brünings am Rhein, der Waal und der Yssel, und drei von einem andern Beobachter an der Saale angestellt. Der Verfasser hat indessen die Geschwindigkeiten nur in den letzten vier Beobachtungsreihen wirklich berechnet, für die ersten acht dagegen es dem Leser überlassen, sie sich selbst zu entwickeln. Thut man dieses, und trägt man sie zugleich mit den Beobachtungen als Ordinaten auf, und zwar in einem Maßstabe, der noch groß genug ist, um die Abweichungen deutlich übersehn zu können; dann wird man mit der größten Verwunderung wahr-

nehmen, wie diese berechnete Strom=Scale in den meisten Fällen eine gerade Linie bildet, und die Beobachtungen sich auf eine ungläubliche Art rechts und links von ihr entfernen. Es beträgt in der That der Unterschied, der zwischen der logarithmischen und der geraden Linie Statt findet, kaum den funfzigsten Theil von jenen Abweichungen, welche die Beobachtungen noch zeigen; und es ist daher ganz unbegreiflich, wie der Verfasser auf die logarithmische Linie kommen, und überdieß noch glauben konnte, „daß die logarithmische Strom=Scale den Beobachtungen aufs befriedigendste entspricht.“

Die weitere Ausführung dieser Widerlegung, und namentlich die Mittheilung der Zeichnungen und der Resultate der Rechnung, scheinen mir um so überflüssiger, als sie bei der Aufstellung der Hypothese schon für entbehrlich angesehen wurden. Auf einen Umstand muß ich indessen noch aufmerksam machen, der zwar an sich von wenig Wichtigkeit ist, der aber hier, wo der geringe Unterschied zwischen dieser logarithmischen und der geraden Linie so wesentlich ist, doch keineswegs vernachlässigt werden darf. Er beruht darauf, daß man die Geschwindigkeit an der Oberfläche mit den gewöhnlichen Instrumenten nicht messen kann, und sie in der That auch in den sämtlichen, hier benutzten Beobachtungen fehlt. Nichts desto weniger wird sie in den Rechnungen gebraucht, und sie mußte daher auf irgend eine andere Art gefunden werden. Hätte man dagegen die Geschwindigkeit, wie sie bei 1 Fuß Tiefe beobachtet war, zum Grunde legen wollen, so wäre die rechte Seite jenes Rectangels, oder die Abscissen=Linie, näher an die Curve gefallen, und jene Geschwindigkeit an der Oberfläche sowohl, als alle übrigen, mit Ausschluß der letzten, hätten sich ganz anders ergeben, als in dem ersten Falle, wo die Geschwindigkeit an der Oberfläche zum Grunde gelegt wird. Der Verfasser übergeht diesen Umstand ganz mit Stillschweigen, und seine Meinung hierüber läßt sich daher nur aus seinen Rechnungen abnehmen. Hieraus ergibt sich folgendes:

1) Viermal (Beob. 54, 62 und 63 in der 4ten und 5ten Perpendiculäre) ist nicht die bei 1 Fuß Tiefe gemessene Geschwindigkeit zum Grunde gelegt, sondern eine etwas größere;

woraus hervorgeht, daß in diesen Fällen die Geschwindigkeit für die Oberfläche durch irgend eine Hypothese vorläufig ermittelt wurde.

2) Viermal (Beob. 55, 56, 58 und 61) konnte wegen der Unregelmäßigkeit im Fortschreiten der Geschwindigkeiten nicht füglich die für die Oberfläche interpolirt werden, und es wurde daher die bei 1 Fuß Tiefe gemessne zum Grunde gelegt.

3) Viermal (Beob. 57, 59, 60 und 63 in der 3ten Perpendiculäre) konnte die Interpolation eben so gut, wie in Nr. 1. ausgeführt werden; sie unterblieb aber, und es wurde, wie bei Nr. 2., die bei 1 Fuß Tiefe gemessne Geschwindigkeit zum Grunde gelegt.

Ich enthalte mich aller Bemerkungen über diesen sehr auffallenden Mangel an Consequenz, und beschließe hiermit die Aufzählung der verschiedenen Hypothesen über die Abnahme der Geschwindigkeit des fließenden Wassers bei zunehmender Tiefe. Es verdient indessen hierbei noch erwähnt zu werden die ziemlich bekannte Preisschrift von Brünings, betitelt: *Verhandeling over de Snelheid van stromend Water*, von der Woltman im dritten Bande seiner Beiträge einen sehr vollständigen Auszug geliefert hat. Man findet darin eine genaue Auseinandersetzung der früheren, ziemlich abweichenden Ansichten über die Abnahme der Geschwindigkeit, welcher besonders die Italiäner folgten, und die ich hier gar nicht erwähnt habe.

Dubuat verfolgt hierauf weiter die Untersuchung über die Natur der Flüsse, und namentlich beschäftigt er sich damit, die Bedingungen näher zu entwickeln, unter welchen ein Strom in dem Beharrungsstande sich befinden kann, d. h. in einem Zustande, wo weder die Ufer, noch das Bette selbst angegriffen werden, und auch keine Verflächungen und kein Verlanden Statt findet. Er geht dabei von mehreren Versuchen aus, die er über den Widerstand einiger Erdarten angestellt hat, und bestimmt darnach die größte Geschwindigkeit, welche ein Fluß bei diesem oder jenem Boden haben kann, ohne ihn anzugreifen. Sodann untersucht er die Bedingung, unter welcher in einer Serpentine Beharrungsstand eintritt, und findet, daß dieses geschieht, sobald die Mittel-

linie des Flusses nach einer oder mehreren Bricolen auf das concave Ufer wieder in die Mittellinie unterhalb der Serpentine fällt. Und hierauf wird eine einfache Regel gegründet, um bei Regulirung der Ströme die Serpentinaen so zu ziehen, daß sie weder die convexen, noch die concaven Ufer angreifen. Indessen diese sämtlichen Untersuchungen stimmen wenig mit der Erfahrung überein, und es fällt nicht schwer, durch eine Menge Beispiele sie zu widerlegen. Dieses ist von Vielen geschehn, und namentlich hat Lecreulx in seinem angeführten Werke es auch gethan, indem er mehrere Erscheinungen anführt, welche den von Dubuat vorausgesetzten Bewegungen gänzlich widersprechen: doch diese von ihm angeführten Thatsachen sind theils allgemein bekannt, theils aber auch nicht vollständig begründet, und nur oberflächlich untersucht, weshalb sie auch keine nähere Auseinandersetzung verdienen.

Im dritten Abschnitt geht Dubuat über zu der Anwendung seiner Theorie auf die Praxis. Interessant ist die Methode, die er bei dieser Gelegenheit giebt, um die Wassermenge eines Stromes zu finden, ohne Geschwindigkeits-Messungen anzustellen: sie besteht darin, daß man die Größe der Fläche Landes bestimmt, in welchem die Quellen des Flusses entspringen, und überdies annimmt, daß der jährliche Niederschlag im Durchschnitt die Höhe von 18 Zoll erreiche, und daß drei Viertel desselben durch Verdunstung und durch die außerordentlichen Anschwellungen des Flusses verschwinden, und dagegen ein Viertel die regelmäßige Speisung des Flusses abgebe. Lecreulx tadelt dieses Verfahren, als ganz unzulässig: es giebt auch in der That kein so genaues Resultat, als die gewöhnliche Methode; indessen es ist dafür um Vieles bequemer, und kann in manchen Fällen, wo jenes keine Anwendung findet, mit Vortheil benutzt werden. Namentlich ist dieß der Fall bei Bächen, welche Mühlen treiben, bei denen die Wassermenge und der Wasserstand sich stündlich zu verändern pflegt, und wo also das Resultat der gewöhnlichen Messung nicht sowol von der Reichhaltigkeit des Baches, als vielmehr von dem Umstande abhängt, ob die Mühle gerade geht, oder nicht.

Dubuat beschäftigt sich demnächst mit der Aufgabe, das Gefälle der Seine von ihrem Ursprunge bis zum Ausflusse in die

See zu bestimmen, indem er auf die sämmtlichen Zuflüsse Rücksicht nimmt, und ihre Reichhaltigkeit nach der eben erwähnten Methode berechnet. Dabei werden noch die beiden willkürlichen Bedingungen gemacht, daß die mittlere Geschwindigkeit überall 25 Zoll betragen soll, und daß überdieß das Bette gerade und so geführt ist, daß es dem kleinsten Abhange entspricht. Nachdem auf diese Art ein vorläufiges Resultat gefunden ist, nimmt der Verfasser noch auf die Krümmungen Rücksicht, und betrachtet sie als Verlängerungen des Flusses, die aber sonst keinen Aufstau erzeugen; und endlich vergleicht er dieß so gefundene Gefälle von der Strecke zwischen Paris und Rouen mit dem wirklich gemessenen, und in demselben Verhältniß, wie jenes gegen dieses zu klein war, wird das gefundene Totalgefälle noch vermehrt, um es möglichst an die Wahrheit anzuschließen. — Daß diese Anwendung ganz unpassend ist, braucht kaum erwähnt zu werden, da offenbar die zufälligen Umstände ohne allen Vergleich einen weit größeren Einfluß haben, als alle, welche man in Rechnung bringen konnte. Die Rechnung bleibt in der That ganz dieselbe für den Fall, wo die Quellen auf einem Gebirge, und wo sie in einem Sumpfe entspringen, und doch kann dieser Umstand leicht das Resultat um das Doppelte und mehr verändern. Es läßt sich daher über die Neigung eines Flusses nichts a priori festsetzen; aber eine andere Aufgabe, die hiermit nahe zusammenhängt, und welche die Hydrolecten mehrfach beschäftigt hat, scheint nicht so unbestimmt zu sein, als diese es ist, wenn sie gleich für die Praxis auch wenig Anwendung finden möchte. Es ist diese: das Gefälle, und überhaupt die ganze Gestalt im Längendurchschnitte eines Flusses zu finden, welche dieser annehmen würde unter der Voraussetzung, daß er vollkommen regelmäßig und gerade ist, und in einem durchaus gleichmäßigen und lockeren Boden fließt. Nimmt man an, daß der Querschnitt, und somit auch die Geschwindigkeit, sich nicht verändern soll, so wird offenbar auch die Neigung überall gleich bleiben müssen: denn da das Wasser in jeden Querschnitt ganz auf dieselbe Art eintritt, so werden auch, um eine gleiche Geschwindigkeit zu erhalten, überall Neigung und alle übrigen Umstände einander gleich bleiben müssen. Diese Bedingung der

gleichen Geschwindigkeit ist indessen nicht wesentlich: das Wasser kann anfangs schneller, als nachher, oder umgekehrt, fließen, und darnach bei dem nachgebenden Boden sich eine besondere Curve im Längendurchschnitte bilden. Man sieht indessen wol ein, daß diese Curve sehr verschieden angenommen werden kann, ohne daß eine unmögliche Bedingung eingeführt wird, und das Fließen des Wassers jedesmal wirklich erfolgt. Es scheint daher, daß die Aufgabe so lange unbestimmt bleiben wird, bis durch irgend eine dazu kommende neue Bedingung ein willkürlicher Umstand noch festgestellt wird, der die sämtlichen Auflösungen, bis auf eine, unzulässig macht. In der Wirklichkeit sind es nur Zufälligkeiten in der Beschaffenheit des Bodens, welche die Gestalt des Flusses bestimmen. Wenn ein Strom, oder Bach auf einer Ebene fließt, wird er, unter übrigens gleichen Umständen, sich das Bette nicht so stark vertiefen, als in einem unebnen Terrain, wo er bei den häufigen Hindernissen, die sich namentlich bei hohem Wasserstande ihm entgegen stellen, reißender fließt, und daher den Boden angreift, und zugleich Kraft genug hat, um die ausgerissene Erde weit fort zu treiben. Daß ferner die Flüsse gemeinhin unfern ihres Ursprunges ein stärkeres Gefälle haben, welches allmählig abnimmt, und gegen die Mündung in die See am geringsten wird, kann man nicht sowohl als eine Eigenthümlichkeit der Flüsse, sondern vielmehr der Erdoberfläche betrachten, von der sich der Wasserspiegel doch nie weit entfernt. Die Erscheinung ist übrigens auch keineswegs allgemein, und namentlich alle Bäche, welche in großen Sümpfen und natürlichen Seen ihren Ursprung haben, fließen anfangs mit sehr geringem Gefälle, so daß sich fast immer in ihrem weitem Laufe viele Stellen finden, wo das Gefälle bedeutend stärker wird. Ich könnte als Beispiele davon mehrere Flüsse in Preußen anführen; doch zweifle ich nicht, daß dergleichen Fälle überall vorkommen, und daher genugsam bekannt sind. — Nichts desto weniger hat jene Erscheinung Veranlassung gegeben, daß man versuchte, ganz allgemein die Curven zu bestimmen, welche die Längendurchschnitte eines Flusses bildeten. Ein Versuch in dieser Hinsicht befindet sich in dem erwähnten Memoire von Girard, betitelt: *Essai sur le mouvement des eaux courantes*,

wovon Schulz in den Beiträgen zur hydraulischen Architectur einen ausführlichen Auszug mitgetheilt hat. Girard entwickelt die Aehnlichkeit, welche Statt findet zwischen der Wassermasse, die sich gleichförmig in einem Canale bewegt, und einem System von Fäden, oder Ketten, die auf ähnliche Art herabgezogen werden, und dabei natürlich eben so, als wenn sie in Ruhe wären, die Gestalt einer Kettenlinie annehmen. Doch diese Aehnlichkeit allein scheint dem Verfasser nicht genügend; er untersucht die Bewegung des gleichförmig fließenden Wassers auf zwei ganz verschiedenen Wegen, und findet beide Male, daß eine solche gleichförmige Bewegung nur Statt finden kann, wenn ein vollkommen regelmäßiges Bette in einer Kettenlinie geneigt ist. — Der erste Beweis für diesen Satz ist folgender: man betrachte drei hinter einander liegende Wassertheilchen, die man sich als Glieder einer Kette, oder vielmehr als dünne Stäbchen vorstellen mag, und die ich mit a, b und c bezeichne, wobei a das oberste Theilchen ist. Bewegen diese Theilchen sich so, wie das gleichförmig fließende Wasser, d. h. so, daß die Querschnitte überall gleich sind, dann muß b, wenn es mit a und c verbunden gedacht wird, weder gepreßt, noch gezogen werden. Wäre der Druck, den a auf b übt, stärker, als der, den b auf c übt, so würde b gepreßt, im Gegentheile gezogen, und in dem ersten Falle würde eine Vergrößerung des Querschnittes, im zweiten eine Verminderung die Folge sein. Demnach muß der Druck in beiden Fällen gleich sein. Diesen Druck nun bestimmt der Verfasser, indem er die Kraft der Schwere des Theilchens a nach den Richtungen von a und b zerlegt, und eben so die von c, nach b und c. Werden nun die beiden Zerlegungen der Kräfte in der Richtung von b einander gleich gesetzt, so ist es offenbar, daß aus dieser Gleichheit die Kettenlinie hervorgehn muß, indem die Bedingungen ganz genau dieselben sind, welche bei jener gemacht werden. Gegen diese Herleitung läßt sich natürlich sehr Vieles einwenden; ich begnüge mich, nur dieses zu bemerken, daß bei der Zerlegung der Einwirkung der Schwere auf das Theilchen a ein Theil von dem Boden des Gerinnes, nicht aber von einer Spannung in der Richtung a aufgehoben wird, die hier in der That gar nicht Statt findet: man muß also den

Druck von a zerlegen in zwei Kräfte, deren eine normal auf das Gerinne gerichtet ist, und die andere parallel mit b; und eben so die von c in eine, die wieder normal auf das Gerinne, und eine andre, die parallel zu b gerichtet ist; durch Gleichsetzung der beiden mit b parallelen Kräfte folgt, daß auch das Bette am Anfang und am Ende des Theilchens b gleich geneigt sein, oder daß es eine gerade Linie bilden muß.

Gegen den zweiten, rein analytischen Beweis läßt sich gleichfalls Manches einwenden. Schulz hat ihn ausführlich in seinen Beiträgen mitgetheilt, und äußert selbst einige Zweifel dagegen, die ihn indessen, wie ich glaube, keineswegs entkräften. So bemerkt Schulz, daß die Gleichung

$$\left(\frac{du}{ds}\right) = 0$$

welche jede Veränderung der Breite und Tiefe ausschließt, schon die Bedingung einer Kette enthält. Dieses scheint freilich gegründet, allein Girard wollte untersuchen eine gleichförmige Bewegung, wo das Wasser in gleichen Profilen und mit gleicher Geschwindigkeit fließt; und diese Bedingung mußte er also in die Rechnung einführen, ganz unbekümmert darum, was sie sonst für Eigenschaften in sich einschließt. Mir scheint die Rechnung vorzüglich dadurch ungültig zu werden, daß der Druck des ersten und letzten Querschnittes, wegen der freien Oberfläche, gleich Null gesetzt ist. Denn offenbar wird hier das bewegte Wasser mit dem ruhenden verwechselt: im letzten findet diese Bedingung Statt, im ersten nicht. — Unter dieser Voraussetzung kommt der Verfasser auf die Gleichung

$$\int p \cdot ds = 0 \quad \int \rho ds = 0$$

welche die Bedingung der Kettenlinie enthält. Ohne allen Grund wird nun noch eine zweite Gleichung aufgestellt

$$\int ds = 0 \quad \int ds = 0$$

d. h. die Länge der Curve zwischen zwei bestimmten Punkten soll ein Minimum, oder die Curve eine gerade Linie sein. Aus der Vereinigung beider Gleichungen hätte nun natürlich die Bedingung

der geraden Linie folgen müssen, allein der Verfasser führt diese Verbindung auf eine ganz unstatthafte Art aus, und erhält dadurch wieder die Gleichung für die Kettenlinie.

Eine zweite Hypothese giebt über diesen Gegenstand Funk in seiner Darstellung der wichtigsten Lehren der Hydrotechnik; doch wird sie keineswegs, wie die erste, auf speculativem Wege darge-
than, sondern allein durch die Uebereinstimmung mit einigen Ver-
suchen bewiesen. Der Satz ist dieser: „Der Wasserspiegel besteht aus krummen Linien, deren Ape bald über, bald unter den Wasser-
spiegel fällt. In der Voraussetzung, daß das Gefälle sehr klein ist, welches der zugehörigen Länge entspricht, kann man die Curven der Längensection nach als halbe Parabeln, oder wenigstens als Bogentheile derselben ansehen.“ — Welches nun aber der Pa-
rameter und die Lage der Parabel ist, und wie weit sich jeder Pa-
rabel-Bogen erstreckt, dieses kann man nur durch wirkliche Messung erfahren. So sagt z. B. der Verfasser, um den Nutzen dieses Satzes zu zeigen, im 51sten Paragraph: „Die Untersuchung über die Gestalt des Wasserspiegels wird öfters dadurch sehr vereinfacht, daß (zwar nicht ganz allgemein, jedoch in den mehresten Fällen der Ausübung) zwischen zwei verengten Querschnitten der Wasser-
spiegel einen, höchstens zwei Parabel-Bögen, mit Hinweglassung kleiner Abweichungen, bildet, also nur ein Wendepunkt vorhanden ist.“ — In der zehnten Beobachtung (S. 17.) theilt der Verfasser ein Stromprofil mit, das eine sehr unregelmäßig ge-
krümmte Linie bildet, die aber, wenn man immer je drei Be-
obachtungen zusammen nimmt, aus lauter Parabel-Bögen besteht.

Es läßt sich nicht begreifen, wie ein solcher Lehrsatz irgend zu einem Resultate führen kann; die Messungen müssen offenbar so nahe neben einander gemacht werden, daß man die Krümmung deutlich erkennt, und dann ist es ganz gleichgültig, durch welche Curve man die Punkte mit einander verbinden will. Und dennoch hat der Verfasser hierauf und auf jenen früher erwähnten Satz, von der Abnahme der Geschwindigkeit in zunehmender Tiefe, seine ganze Theorie der Flüsse gegründet. — Daß die Profile wirklich Parabel-Bögen bilden, wird bewiesen durch fünf Reihen von Beobachtungen (Beob. 5. bis 9.), und der Verfasser theilt die be-

rechneten Ordinaten mit. Trägt man indessen Beides auf, dann findet man solche Abweichungen, daß man gegen den Lehrsatz sehr zweifelhaft wird, und überdieß sich leicht davon überzeugt, daß die Parabeln mit sehr wenig Sorgfalt gewählt sind, so daß die Abweichungen viel größer werden, als sie es sein durften. Man kann in der That Kreis-Bögen auffinden, welche sich an jede Reihe der Beobachtungen besser anschließen, als diese Parabeln; wodurch also mit viel größerer Schärfe der Beweis geführt wäre, daß alle Längen-Profile der Flüsse Kreise sind.

Ich beschließe hiermit die Anführung und Beurtheilung der Grundsätze, welche Dubuat aufgestellt hat, indem die folgenden auf eine nähere oder entferntere Art von diesen ersten abgeleitet sind, und zum Theil noch weniger in der Praxis ihre Anwendung finden. Ueberdieß wird das Gesagte, wie ich glaube, hinreichend darthun, daß nicht alle jene in mathematische Formeln eingekleidete Lehrsätze auch wirklich mathematische Wahrheiten sind; und daß man also, wenn man sich ihrer bedienen will, sie zuvor wohl prüfen muß, ob sie auch auf den vorhandenen Fall mit einiger Sicherheit angewandt werden können. Erscheinen sie in dieser Prüfung zulässig, so ist es sehr wahrscheinlich, daß sie ein Resultat geben werden, welches mit der wirklichen Erscheinung übereinstimmt: stimmt es nicht, so giebt dieser specielle Fall eine wichtige Correction der Theorie, und durch mehrere solche Correctionen kann diese bald eine größere Schärfe und Sicherheit erlangen, als sie gegenwärtig hat. Dieses ist der Weg, den man in andern Wissenschaften zur Begründung der Theorien eingeschlagen hat, und der auch nie seinen Zweck verfehlt.

Der große Nord-Holländische Canal.

In der Provinz Nord-Holland, welche vielleicht mehr, als jeder andere Theil der Niederlande, mit Canälen durchschnitten ist, zeichnet sich derjenige, dessen Beschreibung hier gegeben wird, so sehr durch seine Dimensionen und durch das Kolossale der ganzen Anlage aus, daß er unter diesem Namen, den die Ueberschrift nennt, und mit welchem ich ihn am häufigsten habe bezeichnen hören, wol nicht verkannt werden dürfte, falls er auch bei seiner Vollendung einen andern Namen erhalten sollte. Er durchschneidet der Länge nach, von Süden nach Norden, die Provinz Nord-Holland, und verbindet das Ye, Amsterdam gegenüber, mit dem Hafen Nieuwen Diep am Marsdiep, welches die Meerenge ist zwischen dem Texel und der nördlichen Spitze von Holland. Der Zweck dieses Canales ist die Hervorbringung einer bequemen Wasserstraße zwischen dem Hafen von Amsterdam und der Nord-See, da die bisherige Fahrt durch die Zuider-See für größere Schiffe mit so vielen Gefahren verbunden war.

Das Mars-Diep selbst, durch welches bei jeder Ebbe und Fluth ein großer Theil derjenigen Wassermenge strömt, welche das Steigen und Fallen in der Zuider-See bewirkt, hat eben wegen dieses heftigen Stromes eine Tiefe, die durchgängig 100 Fuß beträgt, und daher in dieser Hinsicht der Schiffahrt keine Hindernisse entgegenstellt. Doch muß dabei erwähnt werden, daß das Einsegeln von der See aus, wegen mehrerer davor liegender Sandbänke und wegen des starken Stromes, der fortwährend aus- oder eingeht, viele Aufmerksamkeit und Geschicklichkeit erfordert, und nicht ganz gefahrlos genannt werden kann.

Der gewöhnliche Weg, den bisher die Schiffe verfolgen mußten, um aus dem Mars-Diep nach dem Ye zu gelangen, lief zuerst nordöstlich längs der Küste des Texel bei einer Tiefe von 50 Fuß, wandte sich dann östlich um die große Sandbank, der Vogel-Band genannt, und ging nun zwischen dieser und dem

sogenannten Bree-Band südwärts, bei einer Tiefe von 40 Fuß, bis gegen die Insel Wieringen. Von hier ab wurde die Richtung südöstlich, zwischen Enkhuizen und Friesland vorbei, bei 30 Fuß Tiefe: ferner neben den Inseln Urk und Schoekland, wo die Tiefe sich auf 15 Fuß verminderte. Im Süden der letzten Insel war man gezwungen, noch weiter östlich sich zu wenden, um den weit vortretenden Haken der Sandbank zu umgehen, die sich von Enkhuizen ab beinahe quer durch die ganze Zuider-See erstreckt. An der Spitze dieses Hakens beträgt die größte Tiefe nur 13 Fuß. Von da ab hat das Fahrwasser bis zum Pampus eine bequeme Breite, doch ist die Tiefe nur 15 bis 16 Fuß. In dem Pampus selbst vermindert sich, bei einer sehr mäßigen Breite, die Tiefe immer mehr und mehr, bis sie endlich in der Mündung des Ye's neben dem Hoek van Holland nur noch $9\frac{1}{2}$ Fuß beträgt. Dieß ist die flachste Stelle, denn gleich dahinter wird die Tiefe wieder 20 Fuß, und nimmt bis zum Hafen von Amsterdam auf 40 Fuß zu.

Es ist klar, daß unter diesen Umständen das Einlaufen großer Schiffe in Amsterdam sehr erschwert und beinahe unmöglich gemacht wurde. Die vielen Lichterfahrzeuge, welche fortwährend von Amsterdam aus bis über den Pampus hinausfahren und die Ladung theilweise einbringen, kommen, wie nachtheilig ein solches Verfahren auch immer sein mag, dennoch dem Handel nothdürftig zu Hülfe; aber auf den bedeutenden Schiffswerften, und namentlich denen der Admiralität, und in den großen und trefflich ausgerüsteten Arsenalen, welche das Ein- und Auslaufen der Schiffe selbst nothwendig machten, war der Nachtheil des flachen Fahrwassers, das nicht mehr dem jetzigen Zustande der Schifffahrt entsprach, desto deutlicher wahrzunehmen. Die sinnreiche Vorrichtung, Kameele genannt, hilft jedoch, der geringen und unzureichenden Tiefe unerachtet, auch diese Schwierigkeit überwinden: freilich mit bedeutendem Kraftaufwande und großen Kosten, und überdieß auch oft zum großen Nachtheile der Schiffe. Diese Kameele bestehen aus zwei zusammengehörigen Fahrzeugen, deren jedes mondförmig gestaltet ist, und die, in der gehörigen Lage neben einander schwimmend, einen Raum zwischen sich lassen,

welcher mit der Form des zu hebenden Schiffes möglichst übereinkommt. Mehrere Klappen im Boden der Kameele dienen dazu, sie mit Wasser anzufüllen, und dadurch zu senken, so wie andrerseits durch eine Menge Pumpen das Wasser herausgeschafft, und sie dadurch nach dem Schließen jener Klappen wieder gehoben werden. Das Verfahren ist nun dieses, daß zwei zusammen gehörige Kameele an die Seite des zu hebenden Schiffes gestellt werden: indem man die Klappen öffnet, senken sie sich um mehrere Fuß; dann werden sie mittelst Ketten, die unter dem Kiele des Schiffes durchgezogen sind, fest mit einander verbunden, und wenn dann das eingelassene Wasser ausgepumpt wird, steigen sie, und heben zugleich das Schiff, welches auf diese Art schwebend über die Untiefen gebracht werden kann. Ein solches Verfahren mußte bei den großen Rauffahrtei-Schiffen oftmals angewandt werden, und die Schiffe der Marine konnte man überall nur auf diese Art aus Amsterdam bringen: der größte Theil der letzteren erhielt aber dennoch die vollständige Ausrüstung erst im Hafen Nieuwen Diep.

Um nun allen diesen Unbequemlichkeiten auszuweichen, wurde der große Nord-Holländische Canal angelegt. Sein Zweck ist demnach von dem sehr verschieden, den man gewöhnlich bei der Anlage von Canälen beabsichtigt, und der nur in der Erleichterung einer inländischen Communication besteht. Hier sollte keine Wasserstraße für kleine Fahrzeuge und Rähne, ja nicht einmal für kleinere Seeschiffe eingerichtet werden, (welche doch jederzeit, um die Schleusenzölle zu sparen, die für sie nicht so gefährliche und auch minder unbequeme Fahrt durch den Zuider-See wählen werden), sondern im Gegentheile mußte hier auf die größten Ost-Indienfahrer und auf die Schiffe der Marine Rücksicht genommen werden, und es wurde sogar festgesetzt, daß Fregatten von 32 Canonen, vollständig ausgerüstet, ihn sollten befahren können. Der Canal erhielt demnach eine solche Weite und Tiefe, und in solchen Dimensionen mußten die Schleusen angelegt werden, wie sie auf dem Continent, es sei denn auf ganz kurze Strecken, sonst nirgends vorkommen. Nur der Saledonische Canal kann mit diesem in Hinsicht der Dimensionen verglichen werden: was aber die Local-Umstände betrifft, die bei der Anlage beider zu berücksichtigen

waren, so findet eine große Verschiedenheit zwischen ihnen Statt. Jener übertrifft diesen zwar durch die größere Länge und durch die größere Anzahl von Schleusen: indessen kamen bei diesem Schwierigkeiten vor, und Sicherungs-Maßregeln wurden hier nothwendig, die ihn weit wichtiger und zu einem der wichtigsten Werke der Wasserbaukunst machen, welche je ausgeführt wurden.

Da bei der Ausführung des Canales hauptsächlich die eigenthümliche Beschaffenheit von Nord-Holland berücksichtigt werden mußte, so mag eine kurze Beschreibung der dortigen Local-Verhältnisse der des Canales vorangehn.

Die Provinz Nord-Holland besteht aus niedrigen Marschen, die im Westen durch eine breite Dünen-Reihe von der Nord-See getrennt sind, und auf den andern Seiten durch Deiche gegen den Zuider-See und das Ye geschützt werden. Die Höhe dieser Marschen gegen den Spiegel der See läßt sich im Allgemeinen nicht angeben, da sie aus zu verschiedenartigen Theilen bestehen: indessen liegen nur wenige mit den gewöhnlichen Fluthen der Zuider-See in gleicher Höhe, die meisten dagegen unter denselben, und einige sogar unter den niedrigsten Ebben. Der Unterschied zwischen Fluth und Ebbe beträgt nach v. Krayenhoff im Zuider-See im Mittel nur 7 Zolle, im Mars-Diep, oder im Hasen Nieuwen Diep beobachtete ich ihn selbst wenige Tage vor dem Neumonde, und fand ihn 18 Zolle. *)

*) Es ist eine auffallende Erscheinung, daß der Unterschied zwischen Fluth und Ebbe am Mars-Diep so geringe ist, da er doch, sowohl nördlich, als südlich, in nicht großen Entfernungen sehr bedeutend zunimmt: so beträgt er z. B. an der Mündung der Maas schon 5 Fuß, und andrerseits an der Mündung der Ems sogar 10 Fuß. Der Grund davon scheint mir darin zu liegen, daß die Fluth in die Nord-See auf zwei verschiedenen Wegen eintritt, einmal durch den Canal, und dann nördlich um Schottland. Der erste Strom ist bei weitem der schwächste, und er kann nur da Wirkungen zeigen, wo die Küste von England sich von der Holländischen noch nicht weit entfernt. Er könnte sich also an der Holländischen Küste etwa bis in die Gegend des Helder erstrecken. Nun trifft es sich gerade, daß, während dieser erste Strom hier

Provinz Nord-Holland keine natürliche Auswässerung haben kann, und um so weniger ist dieses möglich, als die Auswässerung nur nach dem Zuider-See geschieht. In der Nord-See, dem Ye gegenüber, beträgt der Unterschied zwischen Fluth und Ebbe zwar schon einige Fuß, indessen darf man hier den natürlichen Schutz der Dünen durch keine künstliche Durchstiche durchbrechen.

Die weit vorspringende Halbinsel im Zuider-See, worauf Medenblick, Enckhuizen und Hoorn liegen, und die früher einen Theil von Westfriesland bildete, hat die höchste Lage von allen Theilen Nord-Hollands; gegen Norden wurde sie geschützt durch den alten Friesischen Seedeich, der nun durch Eindeichung des Zypes und des Wieringer Waardes ein Binnendeich geworden ist. Im Süden von Westfriesland, bis zum Ye, besteht das Land theils aus den ältern Marschen, die noch von großen Wasserflächen durchschnitten sind, theils aus Poldern, die später in diesen besonders eingedeicht wurden. Letztere zeichnen sich aus durch ihre Fruchtbarkeit, durch die regelmäßige Anlage der sie durchschneidenden Canäle und durch eine vorzügliche Auswässerung. Indem diese Polder aber sämmtlich noch niedriger liegen, als die andern

Hochwasser hervorbringen müßte, wenn er allein wirkte, dann der zweite Strom, der von Schottland kommt, hier niedriges Wasser verursachen würde: durch das Zusammentreffen beider hebt aber einer die Wirkung des andern auf. Zur vollständigen Entscheidung, ob dieses die richtige Erklärung ist, wären Beobachtungen über die Strömungen in der Nord-See nothwendig: einigermaßen bestätigt sich indessen diese Vermuthung durch die Zeit, in welcher das hohe Wasser an verschiedenen Stellen eintritt. So ist z. B. in den Voll- und Neumonden, an der Mündung der Ems, neben Borkum, um 10 Uhr Hochwasser, weiter nördlich findet es früher Statt, aber weiter südlich ist es auch früher, nämlich im Bli-Ström neben Ter-Schelling um 9 Uhr, und im Mars-Diep schon um 7 Uhr: was offenbar beweist, daß, bevor noch die aus Norden kommende Fluth hier zur vollen Höhe auflaufen kann, sie schon durch einen anderweitigen Abfluß verläuft, und dieser Abfluß kann nicht füglich einen andern Grund haben, als eine Ebbe, die durch die Strömung im Canale hervorgebracht wird.

Marschen, so zeigt dieses schon, wie es auch die Geschichte lehrt, und worauf gleichfalls die Holländische Benennung „Meere“ hindeutet, daß sie vor ihrer Umdeichung Sümpfe, oder auch tiefere Wasserflächen bildeten. Um sie zu nutzbarem Lande umzuschaffen, mußten sie zuerst durch Deiche von den Marschen getrennt werden, damit nicht das Wasser von dort immer aufs neue sie anfüllte, und nun wurde das darin befindliche Wasser durch Windmühlen ausgepumpt. Von dergleichen Unternehmungen ist auch jetzt noch zuweilen die Rede, und namentlich beschäftigen sich schon seit langer Zeit die Niederländischen Hydrotekten mit dem Projecte über die Austrocknung des Harlemmer Meeres. Die Auswässerung solcher Meere bietet aber natürlich mehr Schwierigkeiten dar, als die der andern Marschen. Zuerst muß aus den in ihnen befindlichen Sammelgräben das Wasser in die umgebenden Sammelgräben, oder Ringsloote gehoben werden, und aus diesen, die mit den Sammelgräben der Marschen in Verbindung stehen, wird es durch eine zweite Hebung in die See getrieben.

Dieses ist die Beschaffenheit der Länder im Süden von West-Friesland: nördlich liegen dagegen die beiden schon erwähnten Polder, Zyp und Wieringer-Waard. Sie sind nicht den eben beschriebenen Meeren gleich zu stellen, sondern sie bilden wirkliche Marschen, die durch Eindeichung von Wattgründen entstanden sind. Sie liegen daher auch weniger tief unter der Zuider-See, und ihre Auswässerung ist minder schwierig. Sie bilden den fruchtbarsten Theil der ganzen Provinz, und im Wieringer-Waard wird sogar häufig Getreide gebaut, während der übrige Theil von Nord-Holland durchgängig nur als Weide und Wiese benutzt wird. Nördlich vom Zyp bis zum Helder und dem Hafen Nieuwen Diep erstreckt sich eine unfruchtbare Sandfläche, die man im Jahre 1805 auf der östlichen Seite mit einem Deiche umschloß. Dieser Deich geht vom Nieuwen Diep aus südwärts in ziemlich gerader Richtung längs der auf ältern Charten angedeuteten Insel-Reihe, bis zur vorspringenden Ecke im Zyp neben dem Dorfe Sand. Das auf diese Art gewonnene Land ist niedrig und unfruchtbar, und bildete noch im Jahre 1823 ein kahles Sandfeld. Der Zweck dieser Eindeichung war indessen auch nicht die

Gewinnung neuen Landes gewesen, sondern man beabsichtigte dadurch nur, die Canalverbindung, die sich durch ganz Holland erstreckt, bis nach dem Helder fortzusetzen. Dieses ist seitdem auch geschehen, und schon seit Jahren besteht eine Wasserstraße zwischen dem Helder und Amsterdam: sie ist aber nur für kleine Schiffe fahrbar, und wird überdies am Lande durch den Deich des Zyp unterbrochen, den man durch keine Schleuse schwächen wollte.

Dieses wäre im Allgemeinen die Beschaffenheit des Terrains, in welchem der große Nord-Holländische Canal angelegt wurde, und schon hieraus lassen sich die Schwierigkeiten absehn, die bei seiner Ausführung zu überwinden waren. Der Wasserstand im Canale mußte fürs erste mit dem der Sammelgräben und der andern Canäle, die er durchschneidet, übereinstimmen, theils um den Abzug des Wassers und die innere Communication nicht zu unterbrechen, und sodann auch, um der kostbaren Anlage von Deichen und Schleusen zu entgehen, die bei einem verschiedenen Wasserstande nothwendig gewesen wären. Aus diesem Grunde ist der Wasserstand nicht in der ganzen Länge derselbe, sondern er richtet sich jedesmal nach dem des Polders, den er gerade durchschneidet. Jedesmal, wo sich der Wasserstand ändert, war die Anlage einer Schleuse nothwendig, und natürlich mußte dahin gesehn werden, daß dieses nicht häufig der Fall war, und wo es nicht vermieden werden konnte, daß da die Aenderung möglichst klein blieb. Daher durften auch die tiefer liegenden Polder nirgends vom Canale durchschnitten werden, und daher war auch der Wasserstand im Canale niedriger, als der der See ist. Wegen des letzten Umstandes verschwindet hier ganz die sonst gewöhnliche Schwierigkeit des Wassermangels, aber dagegen wird sie durch die weit größere ersetzt, daß nämlich das Wasser, welches beim Durchschleusen von der See hineingekommen ist, nur durch Mühlen wieder hinausgeschafft werden kann. Zu diesem Ende sind an denjenigen Stellen, wo die Auswässerung der Marschen geschieht (z. B. für den südlichen Theil, bei Monnikendam), bei der Anlage des Canales auch neue Windmühlen mit Wurfrädern angelegt, um den verursachten größeren Wasserzufluß unabhängig von den schon vorhandenen Schöpfmühlen wieder aus dem Lande zu bringen.

Sodann mußte vorzüglich dahin gesehen werden, daß die Sicherheit der ganzen Provinz und jedes einzelnen Polders nicht durch die Anlage des Canales litt. Wo es nöthig war, die Deiche zu durchschneiden, mußten die Oberhäupter der Schleusen und die Fluth-Thore sich bis zur vollen Deichhöhe erheben, und so fest construirt sein, daß sie mindestens einem Wasserstande, wobei der Deich anfängt überzuläufen, noch vollkommen widerstehen können. Dieses war aber nicht allein bei den Seebeichen zu beachten, sondern es mußte auch bei allen Binnen-Deichen, die einen Polder von dem andern scheiden, berücksichtigt werden, und zwar an solchen Stellen mit einer um so größern Sorgfalt, wo es mehr wahrscheinlich wurde, daß auf der einen oder der andern Seite durch einen Deichbruch eine Marsch unter Wasser gesetzt werden konnte, und wo also die weitere Verbreitung der Ueberschwemmung zu verhindern war.

Dieser letzte Umstand ist von einer um so größeren Wichtigkeit, wenn man dabei noch den Zweck des Canales berücksichtigt; daß er nämlich für die größten Kauffahrtei-Schiffe mit voller Ladung, und selbst für Kriegs-Schiffe fahrbar sein soll, und also eine sehr bedeutende Breite und Tiefe sowohl selbst, als in den Schleusen haben muß. Eine gewöhnliche Canal-Schleuse kann leicht einen ansehnlichen Wasserdruck aushalten; aber wenn die Stemmthore, wie hier, einen Wasserlauf von 50 bis 54 Fuß Weite und von 22 bis 24 Fuß Höhe schließen, und überdieß noch einem Wasserdrucke von 10 Fuß widerstehn sollen, da werden gewiß alle Mittel, welche Ueberlegung und Erfahrung darbieten, erschöpft werden müssen, und um so mehr, wenn, wie hier, die ganze Anlage in einem unhaltbaren und sumpfigen Boden geschieht, und bei einem möglichen Unglücke nicht nur das kostbare Werk selbst beschädigt, sondern ein weiter Landstrich unter Wasser gesetzt wird, der durch Bevölkerung und Reichthum und Fruchtbarkeit sich auszeichnet. Ob einem solchen Unglücke genügend vorgebeugt sei und vorgebeugt werden könne, wird die Zukunft entscheiden: die Holländischen Hydrotekten denken keineswegs hierüber einstimmig.

Ich will jetzt die sämtlichen zum Canale gehörigen Anlagen in ihrem Zwecke und ihrer Einrichtung beschreiben, und zwar in

der Ordnung, wie man sie antrifft, wenn man den Canal vom Ye ab bis nach dem Hafen Nieuwen Diep verfolgt; und dann werde ich das nähere Detail der wichtigsten von diesen Arbeiten und Constructionen auseinandersetzen, indem ich die gleichartigen Anlagen zusammenfasse.

Die Ausführung geschieht nach dem Plane und unter der Leitung des General-Inspectors des Wasserstaates, J. Blanken Zansjoon; die specielle Aufsicht über die Bauten und Erdarbeiten hatten die Ingenieure van Asperen und Glimmerveen. Im Jahre 1819 wurde die Ausführung begonnen, und 1824 sollte sie vollendet sein. Ich besuchte diese Gegenden im Spätherbste des Jahres 1822 und im Frühjahr 1823.

Die Mündung des Canales befindet sich an der äußersten Spitze der langen Halbinsel, die sich südwärts von Buikslot bis dicht vor Amsterdam in das Ye erstreckt. Zwei Hafendämme, aus Sinkstücken aufgeführt, bilden eine Verlängerung des Canales, und sichern seiner Mündung die schiffbare Tiefe. Zwei andere ähnliche, doch minder lange Hafendämme, in geringer Entfernung westwärts, bilden einen zweiten, kurzen Canal, der mit dem ersten anfangs parallel läuft, aber bald, nachdem in jenem der Wasserstand bei der ersten Schleuse gesenkt ist, sich ihm nähert, und nur durch einen wasserdichten Damm von demselben geschieden wird. Der Zweck dieses zweiten Canales ist folgender: Es geht stündlich von Amsterdam ein Schiff, das Personen und Waaren nach mehreren Städten im nördlichen Holland befördert. Dieses würde aber, wenn es in die inneren Gewässer liefe, ein unaufhörliches Durchschleusen verursachen, und dadurch eine große Menge Wasser ins Land bringen; daher ist denn die Einrichtung getroffen, daß dieß Schiff nur in diesen zweiten Canal segelt, und daß in dem Binnenwasser, auf der andern Seite des erwähnten Dammes, bereits die Schuife wartet, welche nun auch augenblicklich Personen und Waaren aufnimmt, und damit die Reise fortsetzt. Den Raum zwischen den Mündungen beider Canäle, wie auch die östliche und westliche Küste der ganzen Halbinsel, hat man mit mehreren unzusammenhängenden Faschinen-Dämmen umgeben, damit zwischen denselben das Wasser leichter zur Ruhe kommen und den

Schlick absetzen, und so die Erhöhung des Bodens bewirken kann.

Die ganze Halbinsel wurde erst bei Gelegenheit der Canal-Anlage umdeicht, und zwar wurden die Deiche vorzüglich aus der ausgegrabenen und ausgebaggerten Erde aufgeführt; auch jetzt, nachdem die Krone und die innere Dossirung schon geebnet und zum Theil mit Rasen, oder mit Ziegelbrocken bedeckt war, wurde der ausgebagerte Modder noch in Handkarren hinübergeführt, und er bildete im Herabfließen die äußere, sehr flache Dossirung. Der Deich wurde angelegt auf 10 Fuß Höhe über dem mittleren Stande des Ye, und dieselbe Höhe haben auch die Fluth-Thore in der ersten Schleuse, an der Mündung des Canales.

Diese Schleuse, deren Grundriß die 2te Figur Tab. I. zeigt, hält im Canale einen Wasserstand von 4 Fuß unter dem mittleren Stande des Ye, und diese Höhe kommt überein mit den sämtlichen Binnen-Gewässern zwischen Buikstoot und Purmerend. Die Schleuse ist in den Thoren 50 Fuß weit, und zwischen den obern und untern Thoren 200 Fuß lang; die Schlagschwellen liegen 22 Fuß unter dem Unterwasser. Damit indessen beim Durchgange kleinerer Schiffe nicht eine so große Wassermasse, als zum Fülle dieser Kammer erforderlich ist, ins Land komme, befindet sich nebenbei noch eine kleinere Schleuse von 19 Fuß Weite und 70 Fuß Länge. — Später soll das Detail der Construction beschrieben werden; hier ist nur zu bemerken, daß zuweilen die Ebben im Ye bis unter den Wasserstand des Canales fallen, und man aus diesem Grunde, um den Ausfluß des Wassers alsdann zu hindern, noch ein Paar Ebbe-Thore (Thore, die landwärts aufschlagen) am Unterhaupte anbringen mußte. — Bei großer Dürre ereignet es sich auch wol, daß der Wasserstand im Lande sich bedeutend senkt, und dadurch die Schiffahrt im Canale unterbrochen werden könnte. Das Einlassen des Seewassers durch die Schützen in den Schleusenthoren würde nicht genügend diesem Uebelstande begegnen, und die gewöhnlichen Stemmthore gegen den hohen Wasserstand zu öffnen, ist unmöglich: es wurden demnach in der kleinen Schleuse statt der unteren Thore ein Paar Waier-Thore oder Fächer-Thore angebracht, die man nicht nur mit

Leichtigkeit bei jedem Wasserstande öffnen und dadurch Wasser in das Land lassen kann, sondern die überdieß noch hier die Stelle der Ebbe-Thore vertreten.

In der ganzen Strecke zwischen dieser Schleuse und Buik-sloot, oder längs der neuumdeichten Halbinsel, hatte der Canal noch nicht die gehörige Tiefe erhalten, welche für die ganze Breite auf 20 Fuß, und für die Mittellinie auf 22 Fuß festgesetzt war. Die Sohlenbreite des Canales beträgt 35 Fuß, die obere Breite 120 Fuß, und die Böschung ist in der Regel 2füßig.

Man konnte in dieser ersten Strecke den Canal nicht trocken legen, indem theils wegen der Nähe der See und wegen des noch so sehr sumpfigen Grundes der Wasserzudrang in geringen Tiefe schon gar zu bedeutend wurde, und theils auch, weil man die lebhafteste Communication nicht zu lange unterbrechen durfte. Es mußte also hier die erforderliche Tiefe durch Ausbaggern hervorgebracht werden, wodurch die Kosten ungeheuer vermehrt wurden. Eine nähere Beschreibung der dabei angewandten Methode will ich im Folgenden, bei Gelegenheit der Erarbeiten geben. Den ausgebrachten Modder benutzte man theils, um dem westlichen Deiche, der sich immer neben dem Canale hinzieht, eine haltbare äußere Dossirung zu geben, und theils erhöhte man auch damit das Land zwischen dem Canale und dem östlichen Deiche. Man hatte zu diesem Ende kleine Canäle landwärts gezogen, worin die mit Modder gefüllten Prahme bis an die zu erhöhenden Stellen gebracht wurden.

Der Weg, welcher die neben der ersten Schleuse stehenden Häuser mit dem Dorfe Buik-sloot verbindet, und der auch zugleich als Treidelweg dient, befindet sich auf der westlichen Canalseite neben dem Deiche; das Dorf Buik-sloot liegt dagegen auf der östlichen Seite. Es war demnach hier die Anlage einer Brücke nothwendig, und man wählte dazu, wie überall, längs dem ganzen Canale, eine Flottbrücke. Sie unterscheidet sich von den andern Brücken dadurch, daß der mittlere Theil, welcher beim Durchfahren der Schiffe entfernt werden muß, hier weder gehoben, noch seitwärts gedreht wird, sondern daß er unmittelbar auf dem Wasser schwimmt, und sich mit Leichtigkeit unter den festen Theil der

Brücke spielen läßt. Fig. 17 und 21, Taf. I. zeigen dergleichen Flottbrücken.

Neben Buiksloot durchschneidet der Canal den alten Deich, und hier war die Anlage einer zweiten Schleuse nothwendig. Ihre Weite beträgt gleichfalls 50 Fuß. Sie unterscheidet sich wesentlich von der ersten dadurch, daß ihr Zweck keineswegs der einer gewöhnlichen Schiffschleuse ist, d. h. einen höheren Wasserpaß mit einem niedrigeren in schiffbare Verbindung zu setzen; sondern da hier beide anliegende Canalstrecken im Niveau stehen, und, falls dieses bei besonderen Ereignissen nicht Statt findet, auch die Schifffahrt unterbrochen wird, so dient sie nur zur Sicherung des Landes, das durch den Buikslooter Deich gedeckt wird. In jener neuumdeichten Halbinsel konnte nämlich, wegen der freien Lage der Deiche und wegen ihrer anfänglichen Schwäche, die Gefahr eines Durchbruches nicht gehörig entfernt werden, und man mußte also darauf Rücksicht nehmen, daß in diesem Falle nicht das angrenzende Land den Ueberschwemmungen ausgesetzt wurde. Um einem hohen Wasserstande gehörig widerstehn zu können, erhielt die Schleuse zwei Paar Thore, auf welche der Druck vertheilt wird: diese Thore sind aber nur so weit von einander entfernt, als die Länge der Thorkammer es nothwendig macht. Gewöhnlich sind die Thore geöffnet, und nur bei hohen Sturmfluthen, welche einen Durchbruch befürchten lassen, werden sie geschlossen.

Bei dieser Schleuse hatte sich im Jahre 1821, nachdem ihr Bau eben erst vollendet war, ein Unglück ereignet, welches bei Sachverständigen und Laien manche Besorgniß erregte. Man war nämlich noch mit dem Bau der ersten Schleuse beschäftigt, als bei einer hohen Fluth die noch niedrigen Deiche der Halbinsel überliefen, und diese Schleuse mit beiden Paar Stemmthoren geschlossen werden mußte. Sie leistete auch anfangs dem Wasser einen vollständigen Widerstand, und hielt, ohne die mindesten Anzeigen eines Bruches bemerken zu lassen, die höchste Fluth aus. Als indessen das Wasser zu fallen anfang, und wegen des guten Schlusses der Unterthore der Wasserstand in der Kammer mit dem Oberwasser gleich wurde, und jede anschlagende Welle die Ober-

thore öffnete und schloß, da brach plötzlich das Halsband des östlichen Oberthores. Das Thor schlug auf die Unterthore, die es sogleich zerschmetterte, und augenblicklich ergoß sich ein fürchterlicher Strom in die niedrigen Marschen. Glücklicherweise waren Hunderte von Arbeitern beim Schleusenbau in der Nähe beschäftigt, und an Materialien fehlte es auch nicht; so daß in Zeit von wenigen Stunden der Canal dicht oberhalb der Schleuse verdammt werden konnte. Zu mehrerer Sicherheit hat man darauf noch vor dem Oberthore mit verstreuten und fest verbundenen Damm balken einen wasserdichten Schluß in der Schleuse selbst hervorgebracht. Ueber die wahrscheinliche Veranlassung dieses Bruches werde ich späterhin bei Gelegenheit des Schleusenbaues im Allgemeinen Einiges anführen. — Eine Drehbrücke, 14 Fuß breit, und aus zwei Hälften bestehend, führt über diese Schleuse.

Von hier ab geht der Canal an der westlichen Seite des Buikslooter Meeres und neben einigen andern sehr tief liegenden Poldern vorbei, durch das Dorf Watergang und ohnweit des Dorfes Purmerland, bis nach Purmerend. Er verfolgt hier überall den schon früher bestehenden Canal, der theils zur Entwässerung, und theils zur Schuiten-Fahrt diente. Um die Entwässerung nicht zu unterbrechen, durfte man ihn nicht abdämmen und trocken legen, sondern er konnte nur durch Baggern die gehörige Breite und Tiefe erhalten, eine Arbeit, die hier wegen des torfartigen, durchwachsenen Bodens kaum glaubliche Schwierigkeiten machte, und zwar schon damals, als man erst etwa auf 14 Fuß Tiefe herabgekommen war.

Von Buiksloot ab geht der Treidelweg anfangs auf der östlichen Seite des Canales, und bildet zugleich den Deich gegen das Buikslooter Meer. Dieses ist ein trocken gelegter Polder, der 7 Fuß unter dem Spiegel des Canales liegt: der Treidelweg erhebt sich noch etwa 2 Fuß höher. Auf der westlichen Seite befindet sich eine niedrige Wiese, die durch keinen Deich geschieden ist, und großen Theils unter Wasser steht. — Gleich hinter dem Buikslooter Meere liegen zu beiden Seiten des Canales eben solche niedrige Wiesen.

Vor dem Canale, der nach Monnikendam abgeht, befindet

sich eine zweite Flottbrücke: dahinter liegt östlich ein sehr niedriger Polder, vielleicht 10 Fuß unter dem Canale. Neben dem Dorfe Watergang trifft man auf eine dritte, schmale Flottbrücke, die nur für Fußgänger bestimmt ist, und die sich von den übrigen auch dadurch unterscheidet, daß sie, statt zweier Flosse, nur eins hat. Von hier bis Purmerend giebt es noch drei Flottbrücken, von denen die letzte dicht neben Purmerend wieder etwas schmaler, als gewöhnlich ist, und nur für Fußgänger und zum Uebertreiben des Viehes, aber nicht zum Fahren dient.

In der bisher beschriebenen Strecke ist der Wasserstand des Canales tiefer, als sonst irgend wo; und eben so liegen die sämtlichen Binnengewässer der Provinz Waterland, wie schon bemerkt, vorzüglich tief. Das ganze Land ist sumpfig und mit vielen Wasserflächen durchschnitten, und der Boden hat hier so wenig Festigkeit, daß z. B. von den auf dem Dreidelwege gehenden Pferden bis auf weite Entfernungen das Terrain erschüttert wird, wovon ich Gelegenheit hatte, mich selbst zu überzeugen. Dennoch dienen diese Dreidelwege auch als Fahrwege; aber freilich ist hier der Landtransport unbedeutend, und große Lasten werden nicht leicht in Wagen verfahren.

Bei Purmerend steigt der Canal mittelst einer Schiffschleuse etwa 3 Fuß. Diese ist der ersten, am Ye, ziemlich gleich, und besteht, wie jene, aus zwei neben einander liegenden verschiedenen Schleusen, von denen die eine von den größten Schiffen, und die andere von kleineren benutzt wird. Es fehlen indessen hier die Ebbe- und die Waijer-Thore, und es führt über jede Schleuse eine Drehbrücke.

Der Canal, der jetzt den Wasserstand des Kennemer-Landes angenommen hat, wendet sich zuerst westlich, und folgt dem südlichen Ringsloote des Beemster-Polder, durchschneidet dann in der schon früher vorhandenen Fahrt den Stermer, und tritt in das Lange Meer. Er folgt dessen nördlicher Küste, bis er sich an der Ecke des Schermer im Ringsloote dieses Polders wieder nordwärts wendet. Er geht durch Alkmar und verfolgt die ehemalige Coebijker Fahrt bis Crabbendam, wo er in den Zyp tritt.

In dieser ganzen Strecke folgt der Canal fortwährend schon

früher bestandenen Wasserwegen, die zum Theil zur Auswässerung dienten, und daher nicht füglich abgedämmt werden konnten; er ist daher auch hier größtentheils nur durch Baggern vertieft, und hatte, als ich ihn sah, bis Alkmar die gehörige Tiefe noch nicht erhalten. Zu diesem Zwecke wurden nun an vielen Stellen, und besonders neben Purmerend, mehrere durch Pferde getriebene Moddermühlen und eine Menge Handbagger beschäftigt. Von der ausgebrachten Erde wurde auf der südlichen Seite, die eine niedrige, sumpfige Wiese war, ein flacher, breiter Deich gebildet. Auf der nördlichen Seite des Canales befindet sich der hohe, starke Deich, der den Beemster umgiebt. Dieser Polder liegt etwa 10 Fuß unter dem Spiegel des Canales, der Deich aber ist noch 7 Fuß über letzteren erhoben, und hat eine Kronenbreite von 20 Fuß und eine angemessene Dossirung: es scheint also dieser Polder vollkommen gesichert zu sein, wenn auch durch Deichbrüche ganz Nord-Holland unter Wasser gesetzt werden sollte. — Auf ähnliche Art ist der Schermer gegen Ueberschwemmungen gesichert. An der Südseite, wo derselbe an das Lange Meer stößt, ist der Deich mit einer Steindossirung gedeckt, oder wenigstens mit Ziegelbrocken beworfen, um dem Wellenschlage desto besser widerstehen zu können. Doch der Wellenschlag mußte auch vom Canale abgehalten werden, theils um die Fahrt gehörig zu sichern, und theils um Versandungen zu verhüten: zu diesem Zwecke war die Inselreihe, die sich längs der nördlichen Küste in einigem Abstände von derselben hinzieht, durch einen Faschinendamm verbunden, und so das Fahrwasser abgeschlossen, bis auf einige Oeffnungen, durch welche die Schiffe nach dem Langen Meere kommen können.

Von hier bis nach Alkmar wurde wieder sehr stark gebaggert: der Boden bestand aus grobem Sande, und dieß erschwerte die Arbeit so sehr, daß man sich, obgleich man schon auf eine Tiefe von etwa 12 Fuß gekommen war, noch zu einer Trockenlegung des Canales entschließen mußte. Es wurden zu dem Ende im Juni 1823 mehrere Fangdämme, etwa im Abstände einer Viertel Meile, durch den Canal geschüttet, und dadurch zum großen Nachtheile der Stadt Alkmar die Communication auf lange Zeit ganz unterbrochen. — Zu diesem Entschlusse hatte ein Vor-

fall beigetragen, der sich wenige Tage vor meiner Ankunft in jene Gegenden ereignet hatte, und welcher der Erwähnung wol werth ist. Ich will ihn erzählen, wie ich ihn dort mehrmals, und zum Theil von Augenzeugen gehört habe.

Die Vertiefung der Canal-Strecke zwischen Alkmar und dem Langen Meere war in Entreprise gegeben für einen Preis, der mit den Schwierigkeiten, die sich bei der Arbeit selbst vorfanden, in keinem Verhältnisse stand. Die Arbeiter bestanden größtentheils aus Matrosen, sowohl einheimischen, als fremden, die beim jetzigen Stocken des Handels in Amsterdam brodblos geworden waren. Da der Entrepreneur sah, wie schlecht das Unternehmen ausschlug, und er dennoch durch den Contract an die vollständige Ausführung gebunden war, so suchte er sich einigermaßen dadurch schadlos zu halten, daß er den Arbeitern den versprochenen Taglohn um den dritten Theil, oder um die Hälfte jedesmal kürzte, und zwar unter dem Vorwande, daß sie nicht fleißig gearbeitet, oder daß er ihnen Lebensmittel dafür verabsolgt hätte, oder dergleichen. Die Noth dieser Leute erreichte bei der großen Theuerung aller Gegenstände in Nord-Holland einen so hohen Grad, daß sie wirklich Hunger litten: dabei wuchs natürlich die Erbitterung gegen den Entrepreneur in demselben Grade, und mehrmals war ihm mit dem Tode gedroht worden, wenn er wieder einen Theil des Taglohns zurückbehalten würde. Als am Schlusse der Woche, in den ersten Tagen des Juni 1823, die Auszahlung wieder geschehen sollte, und der Entrepreneur ankündigte, daß auch diesmal, wegen des geringen Fortganges der Arbeit, ein Abzug gemacht werden müßte, da rotteten sich alle in der Gegend beschäftigten Arbeiter zusammen, und der ganze Haufe umgab die Wohnung des Entrepreneurs, und drohte, die Hütte anzuzünden und ihn selbst zu erschlagen, falls er ihnen nicht die volle Bezahlung geben würde. Dieser sandte schnell einen Boten nach Alkmar, um von dort militärische Hülfe zu rufen: bis zur Ankunft derselben glaubte er mit zwei Unterausssehern sich in seiner Hütte mit bewaffneter Hand der Menge erwehren zu können. Dieß geschah um neun Uhr Morgens. Die Entfernung bis Alkmar betrug weniger als eine halbe Meile, aber von dort mußte

erst nach Harlem geschickt werden, und es verging also eine geraume Zeit, bevor das Militär erscheinen konnte. — Unterdessen wurde der versammelte Haufe in seinen Forderungen immer dringender, und da der Entrepreneur den festesten Widerstand zeigte, so näherte sich Einer mit einer brennenden Faszine der Hütte, um dieselbe in Brand zu stecken. Ein Pistolenschuß tödtete ihn. Dieß war das Signal zu allen Gewaltthätigkeiten: während ein Hemde in das Blut des Getödteten getaucht und als Fahne auf eine Stange gesteckt wurde, forderte man sich mit wildem Zurufe zur blutigen Rache auf. Es wurden mehrere in der Nähe befindliche Hütten niedergebrannt, mehrere Haufen Faszinen, Karren, Wagen und anderes Geräthe, zwei Moddermühlen, und sogar einige vorüberfahrende Torsschuiten verbrannten gleichfalls; doch die Hütte, auf welche es vorzüglich abgesehn war, blieb noch immer unversehrt; und wie ein Tollkühner es wagte, sich mit Feuer derselben zu nahen, wurde er jedesmal getödtet oder verwundet. So waren bereits 2 Arbeiter getödtet, und mehrere schwer verwundet, als der Entrepreneur die volle Bezahlung bot; doch mit Hohn rief man ihm zu: um sein Leben zu sichern, müsse er die Todten wieder beleben. — Der Abend nähete schon, und noch dauerte der Tumult fort: der wüthende Haufe, immer mehr gereizt, war um so weniger zum Nachgeben geneigt, als noch immer das Militär nicht heranrückte, und dieses Zögern der Furcht zugeschrieben wurde. Indessen hatte sich eine Menge Personen aus der Umgegend herbeigesunden, die theils müßige Zuschauer waren, theils aber auch die Arbeiter zu besänftigen suchten. Unter letzteren befand sich auch der Ingenieur von Asperen, der durch begütigende Vorstellungen sie endlich so weit brachte, daß die lautesten Schreier und Nädelstähler das Versprechen gaben, sich vorläufig mit der vollen Bezahlung zu begnügen, und die Bestrafung des geschehenen Mordes den Gerichten anheim zu stellen. Diesem Versprechen trauend, trat der Entrepreneur heraus; in demselben Augenblicke wurde ihm aber mit einer Hacke der Kopf zerschmettert. Nun war vollends alle Ordnung aufgehoben, ein Jeder lief nach der Hütte, um sich selbst bezahlt zu machen; es wurde nicht nur geplündert, sondern das ganze Gebäude zerstört: allein das unter

dem Boden sorgfältig verwahrte Geld war noch nicht gefunden, als endlich gegen halb sechs Uhr Abends das Militär erschien. Der Haufe zerstreute sich ohne Widerstand: die Wenigen, die zu entfliehn versuchten, waren am folgenden Morgen schon eingebracht, da sie auf den weiten, kahlen Ebenen Nord-Hollands keinen Schlupfwinkel finden konnten, und überdieß wegen der Canäle noch immer genöthigt waren, den großen Straßen zu folgen. — So war denn der Aufstand sogleich wieder gedämpft, und als ich fünf Tage später diese Gegenden besuchte, wurde die Arbeit von denselben Arbeitern schon wieder fortgesetzt, und nur die Militär-Posten, die längs dem Canale vertheilt waren, und die Schutthaufen erinnerten noch an diese Gräuelszenen.

Es ereignet sich zuweilen bei Bauten, die in abgelegenen Orten ausgeführt werden, und namentlich wenn dabei eine große Anzahl Arbeiter beschäftigt wird (was also vorzüglich bei Wasserbauten der Fall ist), daß hier Meutereien entstehen, und der Grund davon ist jedesmal der, daß die Leute entweder wirklich übervortheilt werden, oder es wenigstens zu werden glauben. Bis zu einem solchen Grade, wie hier, mag der Frevel indessen wol selten gestiegen sein, und mir schien daher die umständliche Erzählung des Vorganges nicht unpassend. Jetzt kehre ich zur weitern Beschreibung des Canales zurück.

Vor Alkmar, und in Alkmar selbst, hat der Canal seine gehörige Tiefe durch Ausgraben bereits erhalten: der Boden bestand hier aus einem groben Sande, der mit vielen Muscheln vermischt ist. Es machte Schwierigkeit, demselben eine passende Stelle anzuweisen: anfangs hatte man ihn auf den Treidelweg gebracht, der aber dadurch in einen sehr schlechten Zustand versetzt war. In Alkmar waren hohe Berge von diesem Sande aufgeschüttet, die man mit Stroh bestecken mußte, damit der Wind sie nicht wieder in den Canal, oder auf die benachbarten Wiesen treiben konnte.

Da der Canal die Stadt Alkmar durchschneidet, und hier das Terrain einen sehr hohen Werth hat, kam es darauf an, ihm die möglichst kleinsten Dimensionen zu geben: die Tiefe durfte natürlich nicht verringert werden, und eben so mußte auch die Schlennbreite bleiben; dagegen konnte die Dossirung steiler gemacht,

und dadurch die obere Breite des Canales eingeschränkt werden. An einigen Stellen war daher der Canal mit Raimauern eingefast, noch häufiger aber war bis einige Fuß unter den Wasserstand ein Packwerk gelegt, das, wie alle Holländischen Fashinenbauten, beinahe senkrecht aufgeführt war, und daher die Böschung für den oberen Theil des Canales fast ganz verschwinden ließ.

Zwischen den Poldern: dem Beemster und dem Stermer, noch vor dem Langen Meere, befindet sich die siebente Flottbrücke über dem Canale, in Alkmar ist die achte. Diese letzte unterscheidet sich durch ihre Kürze von allen übrigen, so daß die beiden langen äußern Klappen schon die Auffahrt bilden, und die Flosse unter das Ufer selbst geschoben werden müssen. Dieß hatte einen nicht geringen Uebelstand erzeugt: es war nämlich an den Seiten kein Raum geblieben, durch welchen Böte passiren konnten; und indem jetzt noch an einigen Stellen in Alkmar der Canal vertieft, oder an seiner Einfassung gearbeitet wurde, und dieß eine lebhafte Passage der mit Erde und Fashinen und andern Materialien beladenen Rähne nothwendig machte, so war man gezwungen, die Brücke beständig geöffnet zu lassen, und um doch dabei den Verkehr in den Straßen nicht zu hemmen, war auf den Brustlehnen der Brückenflöße eine leichte Laufbrücke erbaut.

Dicht hinter Alkmar befindet sich noch eine Flottbrücke, die aber dem Publikum noch nicht eröffnet war.

Von Alkmar bis an den Westfriesischen Seedeich ist der Canal durch Trockenlegung und Ausgrabung in den erforderlichen Dimensionen bereits dargestellt, und die ausgebrachte Erde, die sehr sandig war, ist zu Deichen an beiden Ufern benutzt. An der westlichen Seite ist der Deich in so fern nöthig, als bei Petten und weiter südlich die Dünen-Reihe, die Nord-Holland gegen die Nord-See schützt, unterbrochen ist, und nur durch einen Sanddeich ersetzt wird, der, seiner beträchtlichen Dimensionen unerachtet, immer einige Besorgniß vor einem Einbruche der See begründet. *)

*) Dieser Deich ist aus Flugsand aufgeführt, und mit Stroh bestreut. Er liegt 20 Fuß über dem Maifelde, ist etwa eine Viertel Meile

An der östlichen Seite dagegen ist das Land und der Wasserstand im Lande etwas niedriger, und dieß macht hier die Eindeichung nothwendig. Dhnweit Crabbendam führt ein kleiner Canal bis dicht an den großen, und ist mit demselben, da er etwa 2 Fuß tiefer liegt, mittelst einer Rollbrücke verbunden, wie man dergleichen in Holland ziemlich häufig vorfindet. Diese Rollbrücke, welche für kleine Kähne die Stelle einer Schleuse vertritt, liegt mit dem Rücken $1\frac{3}{4}$ Fuß über dem großen, und 4 Fuß über dem kleinen Canale. Auf dem Abhange nach jenem hat sie 3 Walzen, hier 7, und auf dem Rücken selbst die eilfte. Der Abstand der Walzen von einander beträgt 3 Fuß. Eine jede ist 6 Fuß lang, 10 Zoll stark, und ist an den Enden mit eisernen Ringen und eisernen Axen versehen. Genau über dem Rücken befinden sich zwei Laufräder, 3 Fuß breit und 20 Fuß hoch, um deren gemeinschaftliche Ase sich dasjenige Tau aufwindet, mittelst dessen die Kähne aufgezogen werden.

Neben dem Dorfe Crabbendam tritt der Canal in den Zyp, der, wie schon erwähnt, einer der schönsten und fruchtbarsten Polder von ganz Nord-Holland ist. Der Deich, welcher bei dieser Gelegenheit durchschnitten werden mußte, ist der alte Westfriesische Seedeich, der in früheren Zeiten an der Nord-Seite vom Meere bespült wurde. Jetzt trägt er nur wenig zur Sicherung des Landes bei, indem hier die Inundationen von der einen, wie von der andern Seite, nicht leicht sich ereignen können. Nichts desto weniger war ein solcher Fall doch denkbar, und es mußte daher auch eine Vorkehrung getroffen werden, um dann die Verbreitung der Ueberschwemmung zu verhindern. Dieses geschah nun dadurch, daß, in 50 Fuß Abstand von einander, zwei 20 Fuß lange und 10 Fuß starke Mauern bis zur Höhe der Deiche aufgeführt wur-

lang, hat eine Kronenbreite von 100 Fuß, nach innen eine $2\frac{1}{2}$ füßige, und nach außen eine 5füßige Doffrung. Das Ufer wird davor noch durch 20 Bühnen geschützt, die 300 bis 400 Fuß lang, und 20 Fuß in der Krone breit sind; sie sind aus Sinkstücken erbaut und mit einer Steinlage aus großen, zum Theil behauenen Granitblöcken sehr regelmäßig bedeckt.

den, an welche sich die Deiche anschließen. Diese Mauern sind an der innern Seite jede mit zwei Dammsalzen versehen, worin besonders vorgerichtete Dammbalken eingelassen, und der Raum dazwischen mit Mist gedichtet werden kann. Der jetzige Weg für die Schuiten befindet sich etwas östlich von dieser Durchfahrt, und die Stelle, wo hier der Deich durchschnitten wird, kann durch große Schützen gleichfalls zwischen Futtermauern geschlossen werden.

Im Zyp selbst, wo die vorhandenen Canäle nur nach dem Bedürfnisse der Auswässerung angelegt waren, und keineswegs eine bequeme Wasserstraße darstellten, war man gezwungen, den Canal auf ebenem Wiesengrunde, ohne Benutzung eines schon bestehenden Canales, auszugraben. Dieses hatte nun zwar den Nachtheil, daß dadurch eine größere Fläche Landes verloren ging, die überdieß einen vorzüglichen Werth hatte; dagegen konnte aber diese Canalstrecke ohne Benachtheiligung der Schifffahrt auch trocken gelegt, und so die Ausgrabung leicht und bequem ausgeführt werden. Man hatte zu diesem Ende etwa alle Viertel Meilen einen Fangdamm stehen lassen, und zwischen zweien jedesmal eine Rosmühle angelegt, die mittelst eines geneigten Schaufelwerkes das Sammelwasser ausschöpfte. — Eine eigne Schwierigkeit verursachte hier wiederum die ausgegrabene Erde: der Boden ist in dieser Gegend zwar fester, als in vielen andern Theilen der Niederlande, aber nichts desto weniger fehlt es ihm an Consistenz, um dem bedeutenden Drucke, den die hoch aufgeschüttete Erde verursachen würde, widerstehen zu können, und dieß um so weniger, als in geringer Entfernung davon sich der Canal befindet. Man verbreitete daher die Erde in 10 Fuß Abstand vom Canale zu beiden Seiten desselben 100 Fuß weit und nur 8 Fuß hoch, und dennoch hatte sich bereits an mehreren Stellen ein bedeutendes Senken des Dammes und ein Ausbauchen und Einstürzen der Canalwand gezeigt. Dieser Umstand verursachte eine nicht geringe Besorgniß, daß der Canal in diesem losen Boden, der als eine dickflüssige Masse angesehen werden kann, keinen Bestand haben würde, indem dieser Boden jede größere Vertiefung, welche unter die etwas härtere Rinde reichte, immer schon von selbst wieder ausfüllen mußte. Bei diesem Raisonement hatte man indessen den Umstand nicht

berücksichtigt, daß es keineswegs gleichgültig ist, ob der Canal leer, oder mit Wasser angefüllt ist. Im letzten Falle werden die Canalwände auch von innen einen starken Druck erleiden, und es ist wahrscheinlich, daß sie dann in dieser Hinsicht keinen Beschädigungen mehr ausgesetzt sein werden, wenn dergleichen sich auch ereignet haben, so lange der Canal noch nicht mit Wasser angefüllt war.

In der Canal-Strecke im Zyp wurden noch 3 Flottbrücken erbaut.

Ohnweit des Dorfes Zand tritt der Canal aus dem Zyp in das neu umdeichte unfruchtbare Land, welches sich von hier bis zum Hasen Nieuwen Diep und bis zum Helder erstreckt. Da dieses Land, wie schon früher erwähnt ist, an sich keinen Werth hat, und nur zur Einrichtung einer Canal-Schiffahrt eingedeicht wurde, so sind hier die Seedeiche an Höhe und Stärke merklich hinter den übrigen Seedeichen zurückgeblieben, und um so mehr, als der Boden hier nicht aus Kleierde besteht, sondern wegen der Nähe der Dünen schon sehr sandig ist. Aus diesem Grunde sind hier Deichbrüche weit eher zu vermuthen, als an andern Theilen, und die Stelle, wo der Canal an dieser Seite den Deich des Polders Zyp durchschneidet, mußte daher ganz vorzüglich gesichert werden, damit bei vorkommenden Deichbrüchen die Ueberschwemmungen sich nicht weiter verbreiten konnten. Doch dieses war nicht der einzige Grund, welcher die Anlage einer Schleuse hier nothwendig machte. In diesen ganz unbebauten, und größtentheils ganz fahlen Sandflächen, welche die nördliche Spitze von Holland ausmachen, ist die Auswässerung sehr mangelhaft. Daher kommt es denn auch, daß nach anhaltendem Regen, oder bei häufigen hohen Fluthen, also namentlich im Spätherbste und Winter, das Binnenwasser bedeutend höher steigt, als im Sommer, wo auch die Fluthen nicht so hoch sich zu erheben pflegen. Bei diesem verschiedenen Wasserstande darf indessen der Canalspiegel im Polder Zyp nicht erhöht, und im Sommer eben so wenig erniedrigt werden, weil sonst die Viehtränken austrocknen möchten. Da nun aber in beiden Fällen die Schiffahrt bestehn muß, wurde die Anlage einer Schiffschleuse nothwendig, welche eben sowohl von der

einen, als von der andern Seite das Oberwasser zu halten vermochte. Eine große Erleichterung in der Construction derselben verursachte der Umstand, daß, die Deichbrüche abgerechnet, der Unterschied zwischen den beiden Wasserständen nur geringe bleibt, und man daher die gewöhnliche Sicherung des Schleusenbodens gegen Durchsickerung hier einigermaßen unterlassen durfte. Die Schleuse besteht aus zwei massiven Häuptern, deren eins die Figuren 7 und 8 im Grundrisse und in der vordern Ansicht zeigt. Jedes ist mit zwei Paar Stemm-Thoren versehen; das nördliche liegt in der Deichlinie, und dessen nördliches Thor-Paar, welches bei Deichbrüchen vorzüglich den Zyp sichern muß, ~~und~~ erhebt sich bis zur Höhe des Deiches. Ueber die Construction dieser Schleuse, die in mancher Hinsicht sehr von den gewöhnlichen abweicht, will ich später noch Einiges anführen.

Von hier bis zum Helder war der Canal, als ich diese Gegenden bereifte, noch gar nicht begonnen: er sollte durch Erweiterung und Vertiefung des schon vorhandenen Canales dargestellt werden; und zwar konnte dieses wegen der großen Nähe der See, und wegen des porösen, unhaltbaren Grundes, der keine Trockenlegung zuließ, nur mittelst Ausbaggern bewirkt werden, eine Arbeit, die hier mit weniger Schwierigkeiten verbunden zu sein schien, als sich an andern Stellen gefunden hatten. Aber dagegen ist es auch nicht zu leugnen, daß der Canal hier ganz vorzüglich Beschädigungen ausgesetzt ist, sowohl durch Deichbrüche, als auch, bei hohem Wasserstande der See, durch starkes Durchquellen des Wassers und Eintreiben des Sandes. Der gegenwärtige Deich, der durch die ausgegrabene Erde erhöht und verstärkt werden soll, hat gegen den mittleren Stand der Zuider-See eine Höhe von 7 Fuß, seine Kronenbreite beträgt 5 Fuß, und die äußere Dossirung ist dreifüßig, und unmittelbar an seinem innern Fuße befindet sich der Canal.

Von der äußersten Wichtigkeit sind noch die Werke, die man am nördlichen Ende des Canales antrifft, und die ihn mit dem Hafen Nieuwen Diep verbinden. Die 1ste Figur Taf. I. zeigt ungefähr die Lage dieser Werke. a a ist der Hafen: er wird auf der westlichen Seite vom Lande, und auf der östlichen

von einer Steinmole eingeschlossen, die ihn vom Watt-Grunde trennt; ein östlich ausgehender Arm derselben, der auch in der Figur angedeutet ist, bildet die berückigte Coupirung der Rinnen im Watte, wodurch zur Zeit der Ebbe ein heftiger Strom im Hafen selbst erzeugt, und dieser dadurch vertieft wird. Das Höft auf der westlichen Seite der Mündung des Hafens besteht aus einer Aufschüttung von Biergras, und daran schließen sich im Westen die gleichfalls in verschiedenen Schriften erwähnten Steindossirungen, deren Erhaltung mit so ungeheuern Kosten verknüpft ist. Ich hatte Gelegenheit, zu bemerken, wie gegen Ende des Monats October 1822 hier ganze Schiffsladungen gesprengter Steine, die man aus Norwegen hergebracht hatte, in regelmäßiger Abpflasterung sorgfältig gelegt wurden: aber im folgenden Frühjahr waren auf weite Strecken die sämtlichen Steine verrückt, und zwar nicht etwa durch Wellenschlag, sondern, wie man sehr deutlich wahrnehmen konnte, durch Versinken der untern Steinlagen; denn jeder einzelne Stein war um einige Zolle herabgerollt, und so war eine höchst unregelmäßige Oberfläche entstanden, worin nun auch der Wellenschlag manche neue Unordnungen hervorgebracht zu haben schien. Veranlassung zu diesen sich jährlich wiederholenden Beschädigungen ist die große Tiefe im Mars-Diep, welche sich dem Ufer so sehr genähert hat, daß alles Vorland fehlt, und eine regelmäßige Dossirung dem Ufer und dem Deiche nicht mehr gegeben werden kann. Die Bühnen, aus Sinkstücken aufgeführt, und mit starken Steinlagen gedeckt, geben auf der nordwestlichen Ecke, zwischen dem Helder und dem Dorfe Kyebuinen, einen hinlänglichen Schutz dem Ufer, und namentlich erhält die Steindecke daselbst eine große Festigkeit durch die Muscheln, welche sich in die Fugen einsetzen, und eine so harte Masse bilden, daß man durch Aufschlagen mit einem Steine wol die Muscheln zerschlagen, aber sie nicht leicht einzeln, oder in ganzen Klumpen davon ablösen kann. Diesen Zusammenhang erhalten sie durch Fäden, deren Anzahl mit der Größe der Muscheln zunimmt, und die aus dem Schlosse austreten, und auf die nahe liegenden Muschelschaalen, oder an die Steine anwachsen. Bei ausgewachsenen Thieren erreichen diese Fäden die Stärke und das Ansehn von ungebleichtem

groben Carne, bei kleineren dagegen sind sie weich, und haben nur geringe Festigkeit, und, was sehr auffallend ist, nachdem sie von dem Körper losgerissen sind, krümmen und biegen sie sich, daß sie fast scheinen Organe des Thieres zu sein.

Auf der östlichen Seite des Helder, neben dem Hafen Nieuwen Diep, ist besonders die Lage der Deiche in einer Bucht sehr gefährlich, welche sich als ein sehr flacher Bogen etwa 20 Ruthen in das Land hineinzieht. Eine heftige Bewegung des Wassers, die sich hier bei jeder Fluth und jeder Ebbe erzeugt, hat eine sehr bedeutende Tiefe an dieser Stelle hervorgebracht, und mehr, als sonst irgendwo, war die Steindecke hier den größten Beschädigungen ausgesetzt. Die Anlage von 6 Bühnen, aus Sinkstücken erbaut und mit Steinschüttungen bedeckt, und zum Theil regelmäßig mit Felsen abgeplastert, sichert nun zwar die Deiche, allein an Unterhaltungs-Kosten scheint dadurch wenig gespart zu werden, indem dieselben Beschädigungen sich nun an diesen Bühnen ereignen, deren Köpfe jährlich erhöht werden müssen. — Im Allgemeinen sind die Deiche an dieser Stelle 15 Fuß über dem mittleren Stande der See erhaben; sie haben eine Kronenbreite von 30 bis 40 Fuß, und die äußere 6füßige Dossirung ist bis zu zwei Dritttheilen der Höhe mit Steinen bedeckt. An der Stelle, wo das Ufer die Richtung von Osten nach Westen verläßt, und sich etwas südlich wendet, geht der Deich in die Dünen über, die hier wegen ihrer Breite und Höhe, und da sie überdies noch auf eine bedeutende Strecke durch die weit vortretenden Bühnen gesichert sind, einen hinlänglichen Schutz dem Lande gewähren.

In dem Hafen selbst hatte sich im Anfange des Jahres 1823 gleichfalls eine unangenehme Uferbeschädigung gezeigt. Die Hauptmündung des Canales bei h hatte man nämlich, wahrscheinlich um das Eintreiben von Schlick und Sand zu verhüten, mit zwei kleinen, nur wenige Ruthen langen Bühnen versehen; und unmittelbar neben dem südlichen derselben stürzte plötzlich, ohne daß irgend ein Umstand ein solches Ereigniß befürchten ließ, bei einer sehr niedrigen Ebbe, das Ufer auf 100 Fuß Länge und auf 40 Fuß Breite ein, und davor hatte sich, wie man nun be-

merkte, ein tiefer Kolk gebildet. Offenbar waren hierzu die vortretenden Bühnen die Veranlassung gewesen. Vorläufig hatte man das Ufer und die Dossirung des Deiches, der nun unmittelbar den Hafen berührte, mit Strauch bedeckt und mit Würsten benagelt; man beabsichtigte aber, schleunig den Kolk mit Sinkstücken auszufüllen, und das Ufer sorgfältig wieder herzustellen.

In der Nähe des Hafens theilt sich der Canal in drei Arme: einer geht mit 50 Fuß oberer Breite und 15 Fuß Tiefe rechts ab, und tritt durch die Schleuse bei h in den Hafen. Dieses ist die gewöhnliche Straße für die Kauffahrtei-Schiffe, und die Schleuse hat zwischen den Thoren die lichte Breite von 30 Fuß, und über den Dremeln den Wasserstand von 14 Fuß. Das Oberwasser ist gemeinhin das des Hafens, und die Dremel sind daher so gelegt, daß die Stemmung beider Thor-Paare dorthin gerichtet ist. Da indessen das Binnenwasser mit dem Wasserstande der mittleren Ebben übereinkommt, und die niedrigen Ebben noch tiefer sinken, so mußte dafür gesorgt werden, daß der Ausfluß des Canalwassers verhindert werden konnte; ja es war sogar nothwendig, eine Vorkehrung zu treffen, wodurch bei anhaltender Dürre, wo der Wasserstand im Lande sich sehr zu senken pflegt, und die Fahrbarkeit des Canales wegen mangelnder Tiefe unterbrochen würde, das Fluthwasser in den Canal eingelassen, und so der Wasserstand gehoben werden kann. Zu diesem Ende besteht das dem Hafen abgewandte Thor-Paar aus Waijer-Thoren, die aber anders, und, wie mich dünkt, zweckmäßiger gelegt sind, als jene in der kleinen Schleuse, neben dem Ye. Ueber diese Schleuse führt eine Drehbrücke, die mit der kleineren, neben Purmerend, sehr genau übereinkommt.

Ein zweiter Arm des Canales wendet sich links, und läuft um das Bassin, und neben der Dampfmaschine vorbei, und geht dann rechts ab, bis an den Deich neben dem Ende des Hafens, bei k. Die Breite dieses Armes stimmt mit der des ersten überein, doch ist seine Tiefe viel geringer; sein Zweck ist theils der, die Lebensmittel und sonstige Bedürfnisse der Schifffahrt bis dicht an die Lagerplätze der größten Schiffe neben der Mündung des Hafens zu bringen, ohne ein Durchschleusen der Böte nöthig

zu machen; sodann wird auf diesem Canale die Dampfmaschine mit Brennmaterial versehen, und das Wasser, welches sie aus der Docke pumpt, findet hier seinen Abfluß.

Der dritte und der Hauptarm des Canales geht endlich mit Beibehaltung der früheren Dimensionen in gerader Richtung fort nach dem großen Bassin c, worin die größten Kriegsschiffe zu stationiren pflegen. Von diesem Bassin scheidet ihn ein Schleusenhaupt mit einem Thor-Paare, welches so gelegt ist, daß es in dem Canale einen tieferen Wasserstand erhalten kann. Das Bassin ist etwa 900 Fuß lang und 400 Fuß breit. Es ist mit einem Packwerke eingefast, und hält durchgängig eine Wassertiefe von 25 Fuß. Auf der rechten Seite wird es wieder durch ein Schleusenhaupt und durch einen sehr weiten Canal, der selbst ein Bassin bildet, mit dem Hafen verbunden. Dieses ist nun der Weg, den die größeren Schiffe wählen müssen, um aus dem Canale in den Hafen zu gelangen. Die letzte Schleuse übertrifft sogar noch alle früheren durch ihre Dimensionen: die lichte Breite beträgt 54 Fuß, und der Wasserstand über den Dremeln 24 Fuß. Diese Aenderung ist deshalb gemacht, damit die größten Schiffe vollkommen ausgerüstet in das Bassin c, und, nöthigen Falls, auch in die anliegende Docke gelangen können; wogegen sie bei der Befahrung des Canales einigermaßen erleichtert werden dürfen. An dem Schleusenhaupte zwischen b und c befinden sich zwei Paar Thorflügel, die nach entgegengesetzten Seiten aufschlagen, und dadurch geschickt sind, im Bassin sowohl einen niedrigeren, als auch einen höheren Wasserstand, als im Hafen, zu erhalten. Durch Schützen, die in den äußeren Thoren angebracht sind, kann das Bassin mit dem Hafen in ein Niveau gestellt werden, und es ist überhaupt dieses Bassin nur als eine Schleusenkammer zu betrachten, welche die Verbindung zwischen dem Hafen und dem Canale darstellt, und ihr Oberhaupt östlich, ihr Unterhaupt dagegen südlich hat.

Ueber das erwähnte Bassin b bildete gegenwärtig ein in die Quere gestelltes Schiff die Brücke: man machte aber den Anfang mit dem Bau einer Pfahlbrücke mit Zugklappen. Große Lasten passiren dieselbe nicht, wol aber die Drehbrücke, welche die Ver-

bindung darstellt zwischen dem Fort an dem südlichen Ende des Hafens und dem Magazine g, und den andern bedeutenden Gebäuden, die man zur Aufbewahrung der Bedürfnisse des Hafens hier zu erbauen gedenkt.

An der linken Seite des Bassins c befindet sich die Schiffsdocke d, und an deren Ende bei e die Dampfmaschine, welche das Wasser aus derselben auspumpt. Figur 12. zeigt den Grundriß der Docke, Figur 11. den Längenschnitt, und Figur 13. den Querdurchschnitt durch dieselbe, die beiden letztern nach den in Figur 12. durch die punktirten Linien angedeuteten Richtungen. Ueber das Detail ihrer Construction sollen bei Gelegenheit der Beschreibung der Schleusen einige Bemerkungen folgen; ihre Einrichtung ist im Allgemeinen diese. Der hölzerne, auf einem Pfahlrost ruhende Boden bildet selbst den mittleren Theil der Docke; drei breite hölzerne Stufen umgeben ihn. Vorzüglich befestigt ist die Mittellinie, welche auf einer starken Schwelle die ganze Last des Schiffes trägt. Nach der Dampfmaschine zu ist der Raum halbkreisförmig abgerundet, und bei a hängt er mit dem unterirdischen Canale zusammen, durch welchen das Wasser zu den Pumpen fließt.

Auf diesem eben beschriebenen hölzernen Boden steht der Länge nach zu beiden Seiten, und zum Theil auch auf der schmalen Seite zunächst der Dampfmaschine, das massive Mauerwerk, welches stufenweise sich in 4 Absätzen von ungleicher Breite erhebt. Die Dimensionen und Lage der Treppen daselbst weist die Zeichnung nach. In den Mauern befinden sich zwei Canäle, welche in Figur 13. mit c bezeichnet sind, und zu welchen auf beiden Seiten Oeffnungen herabgehn, die mit hölzernen Klappen geschlossen sind. Diese Canäle können mit dem schiffbaren Canale hinter der Dampfmaschine in Verbindung gesetzt werden, und ihr Zweck besteht darin, daß man erforderlichen Falls, und namentlich bei etwa ausbrechenden Feuersbrünsten, in der Docke überall leicht Wasser haben kann.

Die Rampe, welche von dem Gebäude der Dampfmaschine bis zur Oberfläche des gemauerten Bodens sich herab erstreckt, besteht nur aus Holz.

Die Mündung der Docke neben dem Bassin hat gleichfalls einen hölzernen Boden, und ist seitwärts mit schrägen, massiven Wänden eingefaßt, in welchen sich, so wie auch im Boden, in gleichem Abstände von einander sechs Falze befinden. Die Schließung der Docke geschieht durch ein Ponton-Schiff, welches mit seinen zwei Kielen in zwei beliebige von diesen Falzen eingreift. Da nämlich die Wände nicht senkrecht, sondern schräg aufgeführt sind, und eben so die beiden Seitenflächen des Ponton-Schiffes, welche dessen Vorder- und Hintertheil ausmachen, nicht mit einander parallel sind, sondern nach oben divergiren; so geschieht es, daß, so lange das Ponton schwimmt, zwischen demselben und den Wänden auch noch ein hinlänglicher Spielraum bleibt, so daß es bequem in die erforderliche Lage gebracht werden kann. Wenn es aber durch das eintretende Wasser zum Sinken kommt, wird dieser Spielraum immer geringer, und er verschwindet ganz, sobald der Boden desselben den der Docke berührt.

In dem sumpfigen und unhaltbaren Terrain, worin dieser ganze Bau ausgeführt war, verursachte die Sicherung des Bodens eine ganz besondere Schwierigkeit. Aller Spundwände und aller übrigen Sicherungs-Maßregeln ungeachtet, die man hier anwandte, ließ sich dennoch die Communication zwischen dem Wasser im Bassin und dem Grundwasser unter dem Boden der Docke nicht ganz aufheben, und letzteres drückte also diesen Boden aufwärts mit einer Kraft, welche der Druckhöhe von 24 Fuß entsprach. Der doppelte Krost, den man zu diesem Ende schon angelegt hatte, und der unter die Seitenmauern untergriff, schien noch nicht genugsam alle Furcht in dieser Hinsicht entfernt zu haben, und man sah sich genöthigt, um ganz gesichert zu sein, noch den hölzernen Boden stark mit Eisen zu beschweren. Die Stücke Gußeisen, deren man sich zu diesem Zwecke bediente, waren etwa $4\frac{1}{2}$ Zoll hoch und breit, und $1\frac{1}{2}$ bis 2 Fuß lang. Sie lagen in mehreren Schichten, und oft 4 bis 5 Stücke übereinander, so daß man im Durchschnitte wol annehmen konnte, daß der ganze Boden 6 Zoll hoch mit Eisen beschwert war. Durch diese Vorsichtsmaßregel war nun freilich die Furcht vor dem Durchbrechen des Bodens entfernt, aber keineswegs konnte der Boden hinlänglich

gedichtet werden: im Gegentheile quoll das Wasser nicht nur zwischen allen Fugen sehr merklich hervor, sondern es sprühten sogar eine Menge Wasserstrahlen von der Dicke eines Federkieses zwischen den Steinen und den Bohlen hervor, und alle 2 Tage, und zuweilen alle 24 Stunden, mußte die Dampfmaschine angelassen werden, um das Sammelwasser auszupumpen, sobald es die Arbeit zu behindern anfing.

Das Ponton-Schiff, welches den Eingang der Docke schließt, ist zur möglichsten Dichtung der Fugen längs den beiden Kielen mit aufgelockerten und getheerten Tauen benagelt, welche von dem davor stehenden Wasser gegen die Seiten der erwähnten Falze sehr fest angebrückt werden, und dadurch einen guten Schluß bewirken. Der Boden und die Seiten dieses Schiffes sind mit Kupfer beschlagen. Der innere Raum desselben ist durch 2 wasserdichte Scheidewände, die ihn der Länge und der Breite nach durchschneiden, in vier Räume getheilt, deren jeder besonders durch eine Klappe am Boden mit Wasser gefüllt, und durch eine besondere Pumpe wieder geleert werden kann. Durch diese Einrichtung ist man in den Stand gesetzt, beim Heben und Senken des Pontons dasselbe beständig in einer geraden Lage zu erhalten. Ich hatte Gelegenheit, das Manöver des Deffnens, Schließens und Auspumpens der Docke, so wie auch die Befestigung eines Schiffes darin zu beobachten; denn gerade zur Zeit meiner Anwesenheit im Helder wurde das Linienschiff Holland von 74 Kanonen, welches sehr schadhast war, in die Docke gebracht. Es ereigneten sich dabei manche Vorfälle, die mir der Erwähnung nicht unwerth scheinen.

Mit dem Auspumpen der Docke wurde der Anfang gemacht, um die Lagerhölzer gehörig am Boden strecken und befestigen zu können, auf welchen das Schiff nachher ruhen sollte. Sodann wurde das Wasser wieder eingelassen, und nun das Ponton durch Auspumpen gehoben und in das Bassin geführt, so daß die Mündung der Docke frei wurde, und das Schiff eintreten konnte. Dieses Alles geschah mit ziemlicher Leichtigkeit, und ohne daß sich dabei etwas der Erwähnung Werthes ereignete. Aber als man jetzt, um die Docke wieder zu schließen, das Ponton an seinen

Platz geführt, und die 4 Klappen im Boden geöffnet hatte, da bemerkte man nach einiger Zeit, daß dasselbe nicht in gerader Lage herabsank, sondern an der einen Seite viel höher stand, als an der andern, und zugleich wurde man auch gewahr, daß es nicht mehr schwamm, sondern, obgleich es noch lange nicht den Boden erreicht hatte, dennoch schon feststand. Man brachte, um es wieder zu heben, einige Daumenkräfte an, die aber gänzlich ohne Erfolg blieben. Darauf schloß man die Klappen im Boden, und setzte die Pumpen an der niedrigsten Seite des Pontons in Bewegung: doch auch dieses ließ kein Heben des Schiffes bemerken. Da wurde denn jede der 4 Pumpen mit 6 Mann besetzt, und diese arbeiteten mit großer Anstrengung etwa eine Viertel Stunde hindurch, ohne daß auch hierdurch das Ponton flott werden konnte. Endlich entdeckte man die Veranlassung zu dieser Unordnung: um das Ponton in der gehörigen Lage zu erhalten, waren nämlich 4 Mann an die 4 Kiele gestellt worden, welche mit Brechstangen diese nach den Falzen richteten: sie waren aber unvorsichtig genug gewesen, die Brechstangen in die Falze selbst zu legen, wodurch natürlich beim Sinken des Pontons eine ungeheure Klemmung entstehen mußte, die dessen weitere Bewegung gänzlich verhinderte. Durch Anwendung der Daumenkräfte wurden nun die Stangen einzeln gelöst, und dadurch das Ponton sehr bald flott gemacht. Die weitere Versenkung geschah darauf ganz regelmäßig, indem alle Klappen nur wenig geöffnet waren, und man durch fortwährendes Messen sich von dem geraden Stande des Pontons überzeugte, und durch schleuniges Schließen oder Öffnen der einen oder der andern Klappe jede Unregelmäßigkeit sogleich hob.

Um nun das Schiff selbst an die gehörige Stelle zu bringen, wurde es zuerst, in Folge früherer Abmessungen durch Visiren, der Länge nach gehörig eingerichtet, und durch Tauen befestigt. Dann erhielt es die Richtung nach der Breite der Docke, und zugleich auch seine erste Haltung durch vier Bäume, von denen zwei gegen den Vorderstevan, und zwei gegen den Hinterstevan strebten. Diese Bäume wurden mit dem einen Ende ziemlich nahe am obern Rande der Mauer angebracht, und dann mit ihren andern Enden längs den Stevan so angetrieben, daß sie fast eine

horizontale Lage erhielten, und sich nur um wenige Zolle nach dem Schiffe erhoben. Eine solche Stellung war deshalb nöthig, damit beim Sinken des Schiffes die Strebung der Bäume nicht zu stark zunehmen möchte, wodurch sich wegen des großen Gewichtes des Schiffes eine Beschädigung der Docke befürchten ließ. — Nachdem dieses vorbereitet war, fing die Dampfmaschine an, das Wasser auszupumpen, und in Zeit von einer halben Stunde stand das Schiff mit dem Kiele auf der Schwelle auf. Sobald man dieß bemerkte, wurde sogleich die Dampfmaschine angehalten, und man brachte die übrigen horizontalen Verstrebungen an, an jeder Seite etwa 16. Dann wurde die Dampfmaschine aufs neue in Bewegung gesetzt, und als der zweite Absatz der Seitenmauern aus dem Wasser trat, fügte man noch eben so viele schräge Streben hinzu, deren Stellung Figur 13. nachweist.

Bei dem Anbringen dieser Streben zeigten wiederum die hiermit beschäftigten Arbeiter einen sehr merklichen Mangel an Uebung. Es wiederholte sich fortwährend die Aufgabe, diejenigen Punkte, in welchen die Taue an den Bäumen befestigt wurden, so zu wählen, daß letztere leicht in die erforderliche Lage gebracht werden konnten. Aber man machte hierin kaum glaubliche Mißgriffe, so daß man sich häufig gezwungen sah, die Taue mit enormer Kraft anzuspannen, und die Bäume noch anderweitig zu heben und zu halten, und oft ereignete es sich auch, daß sie sich lösten und herabstürzten zur großen Gefahr der Bote, die wegen verschiedener Hülfsleistungen um das Schiff beschäftigt waren.

Das Auspumpen der Docke geschieht, wie schon erwähnt, durch eine Dampfmaschine, welche sich in dem Gebäude befindet, das im Grundrisse Fig. I. mit e bezeichnet ist. Dieses Gebäude ruht auf einem Fundamente, das bis unter den Boden der Docke herabreicht: die Wände desselben sind massiv, und zwar 4 Fuß stark, wegen der heftigen Erschütterung. Auffallend ist bei diesem Gebäude noch der Dachverband, den Figur 6. darstellt. Dergleichen Dach-Bänder stehen 8 Fuß von einander ab, und über die nach der Länge des Gebäudes gehenden Dachsetten sind in 3 Fuß Abstand von einander Sparren von Kreuzholz genagelt, welche die Verschalung des Schieferdaches tragen. In dem Ge-

bäude befindet sich ein in Cement gemauertes Bassin, dessen Boden etwa einen Fuß unter dem Niveau des Canales liegt, und welches mit diesem durch eine unterirdische Leitung in Verbindung steht. Unter diesem ersten Bassin befindet sich ein zweites, das etwas tiefer liegt, als der Boden der Docke, und mit demselben durch einen Canal verbunden werden kann. In letzterem stehen die Pumpen, und sie ragen mit ihren oberen Oeffnungen, die zugleich die Ausgüßröhren bilden, einige Fulle über dem Boden des ersteren Bassins vor: so daß also mittelst derselben das Wasser aus dem untern Bassin in das obere, und dadurch aus der Docke in den Canal geschafft werden kann. Auch das Füllen der Docke geschieht andrerseits auf demselben Wege, nämlich durch einen Canal, der das obere Bassin mit dem untern unmittelbar verbindet. Das untere Bassin steht indessen nicht nur mit dem erwähnten Canale in Verbindung, der nach der Docke führt, sondern es führen noch zwei ähnliche Canäle rechts und links ab, die künftig in zwei andere Docken münden sollen, welche man neben der ersten, gleichfalls zur Seite des großen Bassins, zu erbauen gedenkt.

Die Dampfmaschine war in England zu diesem Zwecke angekauft: sie ist von doppelter Wirkung, und übt einen Druck, gleich dem sechsten Theile der Atmosphäre. Ihre Construction ist in keiner Hinsicht bemerkenswerth, und die zusammengesetzte Regulirung der Ventile, die durch ein weitläufiges System von Hebeln bewirkt wird, macht es nicht unwahrscheinlich, daß die Maschine schon vor langer Zeit erbaut ist. Ausgezeichnet ist indessen ihre Größe, und die Kraft wurde mir auf 50 bis 60 Pferdekräfte angegeben. Der Dampf-Cylinder hält im lichten Durchmesser 3 Fuß, und der Kolben hat einen Hub von 8 Fuß. Die Kolbenstange des Dampf-Cylinders setzt den Balancier in Bewegung, und dieser treibt an seinem andern Ende, mit Hülfe eines andern Balanciers, drei Pumpen, wie Fig. 10. zeigt: a ist eine sehr feste Mittelmauer, welche die Unterstüzung des doppelarmigen Balanciers bildet. Derselbe ist mittelst einer doppelten eisernen Schiene mit dem halben Balancier verbunden. Die drei Pumpenstangen, die in der Figur mit d bezeichnet sind, erhalten

ihre Befestigung in Einschnitten in der Mitte dieser Balanciers. Außerdem giebt es noch zwei andere Paare von dergleichen Balanciers zu beiden Seiten, welche mittelst Ketten und Rollen mit dem ersten verbunden sind, und durch ihn in Bewegung gesetzt werden. Von dem Ende des Haupt-Balanciers c geht nämlich eine eiserne Stange b ab, welche, wie Fig. 9. zeigt, oben mit einer Dese versehen ist. Hier sind zwei Ketten befestigt, die über zwei hölzerne Rollen von 4 Fuß Durchmesser zu den Enden der andern Balanciers herabgehn. Diese letzten, oder Seiten-Balanciers, erhalten durch die Kraft der Maschine nur die aufwärts gerichtete Bewegung, und sinken dagegen allein, vermöge ihres eignen Gewichtes und des der Pumpenstangen, herab. Sämmtliche Balanciers sind von Holz; der mittlere ist $2\frac{1}{2}$ Fuß hoch und 2 Fuß breit, die andern sind etwas schwächer. Die neuen Pumpen halten im lichten Durchmesser jede $2\frac{1}{2}$ Fuß; der Hub der drei mittleren beträgt 8 Fuß, der der Seiten-Pumpen nur 4 Fuß.

Damit das Wasser nicht gar zu schnell in der Docke sinken, und man beim Anbringen der Stützen nicht übereilt werden möchte, hatte man die drei Pumpen fortgenommen, welche zunächst der Mauer a sich befanden, und es wurden deren also nur noch 6 bewegt. Bei einem Wasserstande in der Docke von 4 Fuß unter dem des Canales, oder während die Höhe, zu welcher das Wasser gehoben wurde, 4 Fuß betrug, machte die Maschine einen Auf- und Niedergang sehr genau in 3 Secunden, oder die gehobene Wassermasse betrug 44 Cubikfuß, und es war also der Effect der Maschine nur dieser, daß in einer Secunde 58 Cubikfuß Wasser 1 Fuß hoch gehoben wurden. Dieses ist in der That unglaublich wenig, und es nahm die ganze Kraft der Maschine so wenig in Anspruch, daß diese mit der größten Hefigkeit und mit lautem Losen und Schlagen sich bewegte. Sie wurde überdies ziemlich unvorsichtig bedient, und namentlich unterhielt man ein so heftiges Feuer, daß der Dampf fortwährend in einer dunkeln Wolke aus dem Sicherungs-Ventile entwich. Die Pumpenstangen wurden dabei mit solcher Gewalt gehoben, daß es schien, als löste sich jedesmal die Wasser säule unter dem Stempel derselben, indem

sie nicht schnell genug in Bewegung gesetzt werden konnte: wenigstens war es augenscheinlich, daß jedesmal beim Herabgehn des Kolbens das Wasser wieder mit Hefigkeit von oben in das Rohr einströmte. Ueberdies sanken die beiden Seiten-Balanciers lange nicht so schnell, als der mittlere in die Höhe gerissen wurde, und es schlugen daher bei jedem Hube mit lautem Getöse die Verbindungs-Ketten schlaff zusammen, wie dieses Fig. 9. dargestellt ist. Dabei stehen aber die beiden hölzernen Rollen sehr nahe neben einander, so daß die Kette dazwischen nicht mehr durchgehn konnte, wenn auch nur ein Glied nicht in der gehörigen Lage war.

Ich war selbst Augenzeuge, wie dieser Umstand zu einem unangenehmen Zufalle Veranlassung gab. Es wurde nämlich plötzlich der Gang der Maschine viel wilder und unregelmäßiger, als zuvor, und statt des Schlagens der Ketten erscholl ein sehr schnelles und heftiges Klopfen, ähnlich dem eines Eisenhammers; zugleich flohen Arbeiter und Zuschauer aus dem Gebäude, und lange dauerte es, bis endlich die Maschine zum Stillstande gebracht wurde. Die Veranlassung zu dieser Unordnung waren in der That nur jene Ketten gewesen: beim Durchgehn durch die Rollen waren sie nicht gehörig ausgebreitet, wodurch ein Klemmen entstand, und sie beide brachen. Diese Ketten sind nach Art der Uhrketten construirt, und die Glieder, welche abwechselnd einfach und doppelt sind, haben die Gestalt, wie Fig. 9. b zeigt. Die eisernen Reifen, welche die Glieder bilden, sind 1 Zoll im Quadrate stark, und sie werden verbunden durch Bolzen, Fig. 9. a, welche $1\frac{1}{2}$ Zoll im Durchmesser halten. Mehrere solcher Glieder hatten sich gegenseitig zerbrochen, und ein Bolzen war in der Mitte so glatt, wie mit einem Messer durchschnitten. Auffallend war es dabei, daß die hölzernen Rollen, mit Ausnahme weniger, nicht sehr bedeutender Eindrücke, sonst keine Beschädigung erlitten hatten. Durch den Bruch dieser Ketten waren nun beide Seiten-Balanciers außer Bewegung gesetzt, und indem die Wirkung der Maschine sich dadurch auf den dritten Theil der früheren reducirte, mußte ihre Bewegung auch um so schneller und stärker werden. Der Balancier schlug daher mit der größten Hefigkeit auf die Kork-Unterfütterung auf, und comprimirte diese dermaßen, daß

sie nachher nicht mehr die Hälfte ihrer ursprünglichen Stärke hatte. Es dauerte geraume Zeit, bevor man in der allgemeinen Verwirrung ein Mittel fand, die Maschine zum Stillstande zu bringen, doch kaum öffnete man dem Dampfe einen freien Ausgang, so hörte auch sogleich, wegen des fehlenden Schwungrades, alle Bewegung auf. Die Reparatur des Schadens geschah sehr schnell, denn Glieder und Bolzen zur Ergänzung der Kette lagen in Bereitschaft, und in weniger als einer Stunde war die Maschine schon wieder in vollem Gange.

Sehr auffallend ist es, und kaum läßt sich ein genügender Grund dafür angeben, daß man eine so große Dampfmaschine hier anlegte, wodurch offenbar nicht nur die Kosten der ersten Anlage unnöthiger Weise vermehrt, sondern auch vorzüglich der Bedarf an Brennmaterial ungeheuer vergrößert wurde, und dieß namentlich bei dem so oft nöthigen Auspumpen des Sammelwassers. Hierbei kommt es natürlich auf Beschleunigung gar nicht an, aber um so mehr darauf, daß die zum Kochen gebrachte Wassermasse nicht bedeutend ist. Der vorhandene Dampfkessel ist 22 Fuß lang, und scheint mit 300 bis 400 Cubikfuß Wasser gefüllt zu sein: diese Wassermasse muß alle 2 Tage, mitunter auch wohl alle 24 Stunden, aufs neue bis zum Siedepunkte erhitzt werden, um dann 15 bis 20 Minuten lang die Maschine zu treiben. Eine kleinere Dampfmaschine, wie sie z. B. bei den Docks in Helvoetsluis vorkommt, ist in dieser Hinsicht viel vortheilhafter, und wenn dadurch das anfängliche Auspumpen auch etwas verzögert wird, so scheint dieser Zeitverlust bei der langen Dauer der Reparatur oder des Neubaus eines Schiffes nicht so bedeutend zu sein, daß er ausschließlich berücksichtigt werden mußte.

Dieses wären die wichtigsten Anlagen, die man bei dem großen Nordholländischen Canale antrifft: über die dabei gewählten Constructionen will ich jetzt noch das Wesentliche kurz anführen, insofern es nicht mit den gewöhnlichen Methoden übereinstimmt, und daher keiner Beschreibung bedarf.

Die Erdarbeit bei der Anlage und dem Vertiefen des Canales geschieht, sobald die Umstände die Trockenlegung der Canalstrecke gestatten, durch Graben. Allein wie schon erwähnt, konnte häufig dieses nicht geschehn, entweder weil das Quellwasser wegen der Nähe der See zu stark war, oder weil die vorhandene Communication nicht gesperrt werden durfte: dann mußte die Vertiefung durch Ausbaggern bewirkt werden.

Wenn die Trockenlegung zulässig ist, wird das Sammelwasser durch geneigte Schaufelwerke ausgeschöpft, die durch Pferde in Bewegung gesetzt werden. Sie heben jedesmal das Wasser auf 8 bis 10 Fuß senkrechter Höhe, und sind etwa 30 Grade gegen den Horizont geneigt. Das Gebäude, in welchem der Pferdewöpel angebracht ist, erhält seine vorzüglichste Haltung durch einen starken Bock, welcher mit der Richtung des Schaufelwerkes parallel steht, und den obern Zapfen des Tummelbaumes trägt. Unten reicht der Tummelbaum unter den leichten Dielenboden, auf dem die Pferde gehen, und er ist hier mit einem Drillinge versehen, in welchen ein Kammräder eingreift. Die horizontale Welle des letzteren trägt zugleich das obere Getriebe des Schaufelwerkes. Man hatte die Erfahrung gemacht, daß diese Maschine fast gar keine Wirkung hervorbrachte, wenn sie nicht mit großer Schnelligkeit bewegt wurde; daher pflegte man die Pferde im stärksten Trabe etwa 2 Minuten lang anzutreiben, worauf sie aber völlig erschöpft waren, so daß sie 3 bis 5 Minuten lang ruhen mußten, um dann aufs neue in gleicher Art die Maschine wieder bewegen zu können. Jede Maschine wird durch zwei Pferde getrieben, und gemeinhin führt eine das Wasser einer andern ähnlichen zu, die es dann weiter bis zur ganzen Höhe hebt. In einem sehr regelmäßigen, mit Dielen ausgelegten Canale zwischen zweien solchen Maschinen hatte ich Gelegenheit, die Menge des gehobenen Wassers zu messen, und fand dieselbe während der Zeit der stärksten Bewegung noch nicht voll einen Cubikfuß in einer Secunde. Nimmt man nun an, daß die Pferde nur den dritten Theil der Zeit hindurch arbeiten, und dagegen zwei Theile in kurzen Pausen ausruhen, so ist für die Zeit der Arbeitsstunden der Effect eines jeden Pferdes nur der, daß in einer Secunde $1\frac{1}{3}$ Cubikfuß Wasser 1

Fuß hoch gehoben wird, welches eine außerordentlich schwache Wirkung ist.

Die Deiche, welche gemeinhin zur Seite des Canals aufgeschüttet werden, haben oft nicht den Zweck, das Wasser von der einen, oder von der andern Seite abzuhalten, sondern sie sind nur gebildet, weil die ausgebrachte Erde doch irgendwo aufgeschüttet werden mußte. Man führte diese Deiche zuerst unregelmäßig und in größerer Höhe auf, als das Profil festsetzt, und nimmt ohne Auswahl auch Torfstücke und Sandmassen dazu, je nachdem sie sich in dem Boden vorfinden. Wenn aber diese locker aufgeschütteten Massen einige Zeit hindurch gelegen, und sich gesenkt haben, so wird zuerst die Böschung regelmäßig abgestochen und die überflüssige Erde auf die Krone gebracht, dann aber auch diese planirt. In der Höhe des Wasserspiegels wird aus Weidenzweigen sehr sorgfältig ein Zaun geflochten, etwa 9 Zoll hoch, und daran lehnen sich die Rasen, womit die innere Böschung bedeckt wird.

Auf denjenigen Stellen, wo die Vertiefung des Canales nur durch Baggern bewirkt wurde, indem die Strecke nicht trocken gelegt werden konnte, stieß man auf kaum glaubliche Schwierigkeiten. So lange indessen der Grund aus leichtem Modder besteht, der sich in der Regel einige Fuß tief unter dem Boden der Canäle vorfindet, konnte das Baggern noch füglich durch Moddermühlen geschehen, die mit Pferden bewegt werden. Eine solche Mühle besteht gleichfalls aus einem geneigten Schaufelwerke, dessen Rinne in einem Einschnitte im Schiffskörper herabgeht, und an einer schmalen Seite desselben sich erhebt, so daß hier der aufgebrachte Modder in den dazu bestimmten Prahm entladen werden kann.

Doch in der Regel ist in der Tiefe der Boden fest und torfartig mit Wurzeln durchwachsen, oder auch wol sandig, und in diesen Fällen verliert die erwähnte Maschine ihre Anwendung. Dann muß das Vertiefen durch Handbagger geschehen, und diese Arbeit ist besonders kostbar und mühsam. Die Prahme, deren man sich dabei bedient, haben die Gestalt, wie Fig. 14 im Grundrisse und in der Seitenansicht zeigt. Ihre Länge beträgt 25 Fuß, und ihre größte Breite 7 Fuß. Die mittleren Räume

a a sind zum Aufnehmen des Modders bestimmt, und haben, so lange der Prahm leer ist, etwa 10 Zoll Bord. Die beiden äußern Räume b haben sowohl im Umfange der Fahrzeuge, als auch gegen die mittleren Räume, einen Rand, der sich noch 6 Zoll höher erhebt. Darüber sind nach der Seite, wo gebaggert wird, zwei Bretter gelegt, und hier wird auch der Prahm durch vier schräge Stangen c c und d d in seiner Stellung erhalten. Auf die erwähnten Bretter treten zwei Arbeiter, jeder mit einem gewöhnlichen Handbagger versehen, deren Bügel scharfe Schneiden haben. So lange der Boden aus Kleierde besteht, wird etwa bei 14 Fuß Tiefe alle halbe Minuten von jedem Arbeiter ein Käscher voll herausgebracht, der mit Einschluß des beigemengten Wassers etwa $\frac{3}{4}$ Cubikfuß halten mag. Sobald aber der erwähnte durchwachsene und feste Boden sich vorfindet, wird die Arbeit noch um Vieles schwieriger. Dann reicht die Kraft der Arme allein nicht mehr hin, den mit dem Bagger gefaßten Klumpen loszureißen: und die Arbeiter benutzen noch in diesem Falle einen starken Riemen, den sie über die Hüften geschnallt haben, und von dem ein Ende etwa eine Elle lang vorn herabhängt. Dieses schlingen sie um den Stiel des Baggers, und indem sie nun abwechselnd sich von einer Seite zur andern neigen, und fortwährend durch Zurückbiegen des Körpers die Kraft der Arme verstärken, gelingt es endlich, nach Verlauf von 1 oder 2 Minuten, und nach mehrmaligen kurzen Pausen, das gefaßte Stück vom Boden zu trennen. Ich beobachtete, daß die Arbeiter im Durchschnitte 3 bis 4 Minuten Zeit gebrauchen, um einmal den Käscher zu füllen und herauszubringen, und zugleich zur Fortsetzung der Arbeit durch eine kurze Pause neue Kraft zu sammeln. Die jedesmal herausgebrachte Masse hielt etwa einen halben Cubikfuß.

Mit dem auf diese Art gehobenen Material wird der mittlere Raum des erwähnten Prahmes so weit angefüllt, daß er nur etwa noch einen Zoll Bord behält; dann notirt der Aufseher den Prahm als geladen, und er kann weggeführt werden. Sehr häufig ereignet es sich nun, daß durch schnell vorübersegelnde Schiffe Wellen erzeugt werden, die bis einen Fuß über den Bord des Prahmes rollen, und ihn dadurch noch zum Theil mit Wasser

füllen. Zuweilen sinken die Prahme auch so tief, daß sie nur noch vermöge der beiden Seitenräume h schwimmen. Dieß verursacht indessen keine große Unbequemlichkeit, denn sobald ein Theil des Materials ausgeladen, und dagegen das specifisch leichtere Wasser eingetreten ist, so hebt sich schon vermöge der beiden Seitenräume der Prahm wieder so weit, daß auch das Wasser wieder ausgeschöpft werden kann, ohne daß dafür neues einfließt.

Mit Faschinen sind die Ufer des Canales an denjenigen Stellen eingefast, wo das Terrain einen so großen Werth hatte, daß man den zur Anlage der Erdböschung erforderlichen Raum zu sparen wünschte, oder wo die Ufer dem Wellenschlage ausgefetzt waren. — Das erste ist der Fall in Alkmar und neben dem großen Bassin im Hafen Nieuwen = Diep. Im Allgemeinen unterscheiden sich die hier ausgeführten Packwerke sehr wesentlich von den in Deutschland üblichen dadurch, daß sie fast gar keine Böschung haben, und oft in ansehnlicher Höhe über dem Wasser hervorragen. Die Construction ist gemeinlich diese, daß die Faschinen mit dem Sturz-Ende nach dem Wasser in wenig geneigter Lage neben einander, und dann auch wohl in einer zweiten Schicht unmittelbar über einander gelegt werden. In 4 Zoll Entfernung vom Sturz-Ende, und wiederum einen Fuß weiter, werden in geringen Abständen kurze Pfähle eingeschlagen, und dazwischen 4 bis 6 Zoll hohe Weidenflechtungen angebracht, wodurch die bei uns üblichen Bürste oder Wippen ersetzt werden. Doch pflegt man gegen die Mitte des noch übrigen Theiles der Faschinen eine Wurst zu nageln. Der schmale Raum zwischen beiden Flechtzäunen zunächst dem Wasser wird nun mit kleinen Steinen und Ziegelgraus ausgefüllt, und über den andern Theil der Faschinen wird Kleierde verbreitet, so daß eine vollständige Abgleichung in der Höhe der Flechtzäune und Bürste hervorgebracht wird, worauf dann die folgende Lage Faschinen mit einer unbedeutenden Einziehung kommt. Die oberste Lage wird, wenn das Werk im Binnenlande sich befindet, auf die eben beschriebene Art auch beschwert; wenn dagegen der Wellenschlag darauf wirken kann, geschieht die Eindeckung durch größere und regelmäßig gelegte Steine, wozwischen etwas höhere und stärkere Flechtzäune die Caissons bilden.

In Alkmar sah ich ein solches Packwerk über einer Kai-Mauer anlegen. Man machte dabei den Anfang damit, daß man eine dünne Lage Rohr auf der Mauer ausbreitete, dann diese mit ausgebaggerter, flüssiger Kleierde einige Zolle hoch bedeckte, und hierüber die Faschinen auf die beschriebene Art aufbrachte und beschwerte.

An den beiden Mündungen des Canales, und namentlich an der südlichen neben dem Ye wurden bedeutende Bauten in Sinkstücken ausgeführt. Ihre Construction und Versenkung weicht von der bei uns üblichen Art einigermaßen ab, hauptsächlich insofern einige Vortheile aus den beiden Umständen gezogen werden konnten, daß einmal der Bau in ruhigem Wasser geschah, und sodann, daß eine geringe Veränderung des Wasserstandes durch Ebbe und Fluth hervorgebracht wurde. Die Sinkstücke, welche ich im Ye in der Mündung des Canales packen und versenken sah, waren etwa 70 Fuß lang, 50 Fuß breit, und $3\frac{1}{2}$ Fuß hoch. Die Würste, welche in dem untern Roste den Längenverband ausmachten, wurden zur Zeit der Ebbe in der gehörigen Lage auf eine flache Stelle des Ufers gelegt, so daß ihre Enden schon in das Wasser reichten. Zunächst der See breitete man hierüber nach der Quere des Stückes die zweite Lage Würste, und jede Durchkreuzung beider Lagen versah man mit einem Weiden-Bande. Der Abstand der Würste in beiden Richtungen betrug 4 Fuß. Um diesen Rost mit dem obern zu verbinden, und dadurch dem ganzen Stücke Haltung zu geben, wurden Weidenzweige auf einige Kreuze gesteckt, und Laue, die um den untern Rost gebunden waren, befestigte man an die obern Enden dieser Zweige. Dieß geschah am Umfange, jedesmal im zweiten Kreuze, und in der Mitte des Stückes in beiden Richtungen nur am fünften, also in Abständen von 20 Fuß. Die nun folgende Aufpackung geschieht so hoch, daß in der folgenden Fluth das Stück weiter herabgeschoben werden kann. Gleich nachdem ein Theil des Stückes bis zur gehörigen Höhe aufgepackt ist, wird auch die erste Lage Würste aufgebracht, welche nach der Quere des Stückes, oder parallel zum Ufer gerichtet ist: die zweite Lage Würste wird aber erst nach Vollendung des ganzen Stückes gelegt. Auf eine recht feste Verbindung des obern Rostes mit

dem untern nimmt man wenig Rücksicht, da überhaupt diese Verbindung nur bis zur Zeit der Versenkung einen Zweck hat, später aber ganz nutzlos wird. Die Versenkung selbst geschah zwischen vier Fahrzeugen und mittelst einiger Bäume, woran man das Stück herabgleiten ließ. Zum Beschwerungs-Material bediente man sich nur des so eben aus dem Me ausgebaggerten Schlickes, den man sehr sorgfältig zuerst auf den Rand des Stückes warf, und dadurch vor dem Sinken eine convere Biegung der Oberfläche hervorbrachte: man hatte dabei den Zweck, daß man später, nachdem das Stück schon gesunken war, nur noch die Mitte zu beschweren brauchte, und man dabei weniger Gefahr lief, das Beschwerungs-Material in den Canal zu werfen.

Die Bedeckung der Sinkstücke geschieht eben so wie die der andern Packwerke durch eine regelmäßige Steinpflasterung zwischen Caïssons von Flechtzäunen. Die Steindecke geht aber nicht bis unter den Wasserspiegel herab, sondern liegt oft noch mehrere Fuß über demselben. Die Kostbarkeit der Steine macht wol diese Anordnung nothwendig, wodurch aber offenbar die Haltbarkeit des Werkes um Vieles vermindert wird. Man nimmt indessen darauf Rücksicht, daß die Steinpflasterung nicht früher aufgebracht wird, als bis das Werk durch eine übermäßige Beschwerung, wo möglich einen Winter hindurch, belastet gewesen, und dadurch stark comprimirt worden.

Was die Schleusen betrifft, so sind dieselben sämmtlich auf Pfahlrosten gegründet. Der Abstand der Pfähle unter dem Boden sowohl, als unter den Wänden, beträgt in beiden Richtungen 3 Fuß von Mittel zu Mittel. Darüber sind zuerst die Querbalken, und dann die Längsbalken gelegt, beide wenig eingeschnitten, und so, daß die Kreuze jedesmal über Pfähle treffen. Die lang ausgearbeiteten Zapfen der letzteren reichen durch beide Balkenlagen durch, und sind oben verkeilt. Bis zu dieser Höhe ist die Baugrube fest mit Thon ausgefüllt, und in der Oberfläche geebnet, worauf ein 2 zölliger Bohlenbelag ruht. Auf diesem liegt wiederum, genau über der obern Balkenlage, eine zweite Lage von Längsbalken, und zwar von 18 Zoll Höhe. Sie sind an die

untern mittelst starker Schraubenbolzen befestigt, und der Zwischenraum zwischen ihnen ist durch sehr sorgfältiges Mauerwerk ausgefüllt. Der Zweck dieser Anordnung ist nicht sowohl die Verstärkung, als die möglichste Dichtung des Schleusenbodens. Ein Bohlenbelag von 4 zölligen Bohlen bedeckt endlich den ganzen Boden, sowohl in der Schleusenkammer, als auch unter den Wänden. Spundwände kommen, außer den zweien unter den beiden Drempein, bei den verschiedenen Schleusen noch verschiedene vor, die aber sämmtlich nach der Quere gerichtet sind: dagegen fehlen die Längenspundwände durchgehends bei den Schleusen, und sind nur an der Docke angebracht. Die Schlagschwellen bestehen aus Holz, und reichen 8 Zoll über den Boden vor, wovon 4 Zolle zum Anschlage der Thorflügel dienen, und dagegen 4 Zolle den Spielraum unter den Thoren bilden.

Das Mauerwerk ist aus gebrannten Steinen ausgeführt, und in den vorstehenden Ecken, besonders längs den Höhlungen der Thor-Nischen, mit Quadern eingefaßt, die aus einer sehr festen Grauwacke bestehen. Zum Mörtel bediente man sich eines künstlichen Cementes, über dessen Güte indessen sehr verschieden geurtheilt wurde. Es hatte nämlich Rasius in Gemeinschaft mit andern Männern, worunter sehr namhafte Personen genannt wurden, eine Cementfabrik neben Utrecht angelegt, in welcher der aus dem Ye gebaggerte Schlick ohne weiteren Zusatz gebrannt und gemahlen, und dadurch in Cement verwandelt wurde. Besonders erhoben sich Zweifel gegen die Güte dieses Fabrikates, als in der Schleuse bei Buikslot die Thore gebrochen, und dabei eine Menge Quadersteine aus ihren Lagern gerissen waren. Eine Commission erhielt um diese Zeit den Auftrag, den Mörtel genau zu prüfen. Das Resultat dieser Untersuchung konnte ich nicht mit Bestimmtheit erfahren; doch wurde, nach wie vor, derselbe Cement auf gleiche Art benutzt. Mehrere Stücke Mörtel, die ich an verschiedenen Stellen ausbrach, und die zum Theil schon Jahre lang gelegen hatten, zeigten einen auffallenden Mangel an Festigkeit, und ließen sich sämmtlich mit wenig Mühe zwischen den Fingern zerreiben. Zum Theil mochte dieses aber auch daher rühren, daß man auf die gehörige Vermengung des Kalkes mit dem Cemente wenig

Sorgfalt verwandt hatte, und gewöhnlich beide Bestandtheile in großen Klumpen von einander getrennt lagen.

Die Construction der Thorflügel weicht von der gewöhnlichen nicht bedeutend ab, dagegen verdient die Befestigungsart derselben erwähnt zu werden. Die Wendesäule ist unten mit einem halbkugelförmig abgerundeten Zapfen verbunden, und in der Pfanne, worin dieser läuft, erhebt sich der Boden wiederum halbkugelförmig. Der obere Zapfen wird von einem Halsbände umschlossen, wovon Fig. 3 den Grundriß und die Seitenansicht zeigt. Jedes Halsband besteht aus zwei Hälften, die durch 2 Bolzen mit einander verbunden sind. Die Stärke derselben beträgt 2 Zoll, und die Höhe des äußeren Stückes 4 Zoll. Die Arme sind jeder 8 Fuß lang, 2 Zoll breit und hoch; sie werden durch 4 Fuß hohe Splinte in der Mauer befestigt, und können gegen diese noch durch Keile angetrieben werden, falls ein Ueberweichen der Thore erfolgen sollte.

Die Höhlung der Thor-Nische ist, wie Fig. 4 zeigt, tiefer ausgearbeitet, als daß das Thor *m* mit dem Rücken der Wendesäule vollständig gegen die Mauer *n* sich lehnen könnte, und es bleibt dazwischen noch ein Zwischenraum von einigen Zollen. Man hat diese, von der gewöhnlichen Construction sehr abweichende Anordnung deshalb getroffen, um die Reibung beim Deffnen der Thore zu vermindern; allein offenbar leidet dabei die Haltbarkeit des ganzen Baues. Wären nämlich die Thore absolut steif; so würde der Druck des Oberwassers nur gegen den Drempeel und gegen die Vorsprünge der Mauer gerichtet sein, woran die Thore sich seitwärts lehnen. Allein ein schwaches Durchbiegen muß überall angenommen werden, und ganz besonders bei diesen Thoren, deren Höhe und Breite so bedeutend ist. Bei der geringsten Biegung werden nun aber beide Thore fest gegen einander gedrückt, und diese Kraft, womit sie gegen einander, und also auch in der Richtung ihrer Länge gegen die obern Halsbänder, oder die Mauer gepreßt werden, beträgt das Sechsfache bis Zehnfache desjenigen Druckes, der jene Durchbiegung verursacht. Dieser sehr bedeutenden Kraft widersteht nun bei der gewöhnlichen Construction das Thor dadurch, daß es sich mit der Wendesäule ^{füßt} fest gegen die Höhlung der Thor-Nische anlegt: bei der hier gewählten Anordnung muß der obere

Zapfen allein diesen Druck aushalten. Mir scheint dieses vorzüglich der Grund zu sein, weshalb die Thore bei Buiksloot gebrochen waren, und in der That war das Halsband zerschmettert, und nächstdem die Arme und Splinte zerbrochen, und die darüber befindlichen Steine ausgehoben. — Einen ganz ähnlichen Fall erzählt auch Schulz in seinen Beiträgen zur hydraulischen Architektur von den Schleusen im Canale von Briare, und erwähnt, wie dort die Halsbänder, die gleichfalls den ganzen Seitendruck aushalten mußten, gesprungen waren. Die Niederländischen Ingenieure richteten indessen auf diesen Umstand wenig Aufmerksamkeit, und es wurden auch die neuen Thore in Buiksloot in dieser Hinsicht ganz auf dieselbe Art wieder angelegt.

Um jedoch in Zukunft vor ähnlichen Unglücksfällen gesichert zu sein, hatte man fürs Erste dafür gesorgt, daß die Thore in dem Schlusse festgehalten werden konnten, und nicht mehr der Gefahr ausgesetzt blieben, bei gleichem Wasserstande von jeder Welle geöffnet und geschlossen zu werden; und sodann brachte man hier sowohl, als auch bei der ersten Schleuse am Ye eine starke schwimmende Holzverbindung an, welche Fig. 5 dargestellt ist, und welche ein zweites Paar Schlagschwellen auf der Oberfläche des Binnenwassers bildet. Es ist dieses ein starkes Floß Fig. 5 A, das in sich ein Sprengewerk enthält, und das mittelst zweier Streben b, und zweier großen Keile a, gegen die Schleusenmauern befestigt wird. An seinem vordern Ende, zunächst den Thoren, liegen sechs Paar Balken, durch Ueberwürfe an das Floß befestigt, und mit den Köpfen etwa 1 Fuß vorstehend, wie Fig. 5 B und C zeigen. Auf je zweien dieser vorspringenden Köpfe ruhet mittelst eines durchgesteckten eisernen Nagels jedesmal ein Baum e, der sich gegen die Riegel der Thore lehnt, und dieser Baum wird durch einen hölzernen Keil d (Fig. 5 C) vom Floße abwärts gegen die Riegel fest angetrieben, so daß dadurch die Thore auf sehr sichere Art gehalten werden. Es ist nicht zu leugnen, daß das Entfernen und Wiederanbringen dieser Flosse etwas umständlich ist, und das Durchschleusen bedeutend erschwert; allein die großen Schleusen, in denen diese Vorrichtung ausschließlich getroffen ist,

werden auch nicht häufig gebraucht, und gewiß erhalten sie dadurch, eben so wie auch das ganze Land, einen so kräftigen Schutz, daß jene Unbequemlichkeit dagegen wenig Beachtung verdient.

Die Einrichtung der Wayer- oder Fächer-Thore, deren mehrmals gedacht worden, ist in dem Grundrisse der kleinen Schleuse Fig. 2 dargestellt. Diese Thore bestehen nämlich jedes aus zwei mit einander unter einem rechten Winkel verbundenen Flügeln, die sich um eine gemeinschaftliche Ase drehen. Indem nun durch Oeffnen und Schließen verschiedener Canäle bald gegen das eine, bald gegen das andere Thor ein stärkerer Druck hervorgebracht wird, können sie willkürlich, auch selbst bei einem hohen Wasserstande, geöffnet und geschlossen werden, und dieses ist der Vorzug, den sie vor den gewöhnlichen Stemmthoren haben. Von den beiden erwähnten Flügeln eines solchen Thores ist derjenige, der das Schleusenthor bildet (also d), um den fünften Theil schmaler, als der andere Flügel e. Letzterer bewegt sich in einem passenden Raume in der Schleusenmauer, und bei der hier gezeichneten Lage lehnt er sich gegen einen Vorsprung in der Mauer, und bildet eben so, wie der andere Flügel, einen möglichst wasserdichten Schluß. Jedoch läßt sich dieses nur sehr unvollkommen erreichen, und es werden daher zum dauernden Halten des höheren Wasserstandes jedesmal die Stemm-Thore benutzt, und dagegen die Fächer-Thore nur während des Schließens selbst zum Schlusse gebracht. Soll das Fächer-Thor geschlossen werden, so öffnet man zu gleicher Zeit die beiden Schützen a und b in dem durch die punktirten Linien angedeuteten Canäle. In diesem Falle füllt sich der Raum hinter dem Flügel e bis zur Höhe des Oberwassers, und da dieses Thor breiter ist, als der Schleusenthorflügel d, so ist auch gegen ihn der Druck stärker, und die beiden Flügel d stemmen sich fest gegen einander. Soll dagegen das Thor geöffnet werden, so wird die Schütze a geschlossen, und die Schütze c geöffnet. Dann sinkt das Wasser hinter dem Flügel e bis zur Tiefe des Unterwassers, und der Druck auf diesen Flügel verschwindet, während der auf den Flügel d bleibt, wodurch die Drehung des Thores verursacht wird. Die Fächer-Thore haben übrigens in den Flügeln keine Schützen, und es kann daher bei geschlossenen Thoren auch nicht

die Kammer auf gewöhnliche Art geleert werden, sondern die Leerung erfolgt nur durch Deffnen der Thore selbst.

Eine besondere Beschreibung verdient noch die Schleuse in Zand, von deren Zweck schon im Vorhergehenden das Nöthige erwähnt ist. Da sie nur bei geringen Unterschieden zwischen dem Ober- und Unterwasser zum Durchlassen der Schiffe benutzt wird, so durfte auf eine besondere Sicherung des Schleusenbodens wenig Rücksicht genommen werden. Andererseits tritt aber das Oberwasser bald von der einen, bald von der andern Seite ein, und dieses war der zweite Grund zu ihrer ganz eigenthümlichen Construction. Sie besteht demnach aus zweien Häuptern, deren jedes auf einem Pfahlroste mit hölzernem Boden und massiven Wänden, und doppelten Thoren und Drempeln aufgeführt ist, wie Fig. 7 und 8 im Grundrisse und in der vordern Ansicht zeigen. Große Quadranten, halb aus Faschinen und halb massiv erbaut, verbinden die Häupter mit der Schleusenkammer und dem Canale, und die Kammer selbst ist in ihren Wänden nur mit Faschinen eingefast. Die Construction des Rostes, des Bodens und der Mauer in den Häuptern ist von dem früher beschriebenen Bau der übrigen Schleusen nicht verschieden. Ein jedes Haupt hat doppelte Thorkammern für beide Thorpaare, und der hölzerne Boden unter demselben, dessen Ausdehnung Fig. 7 zeigt, erstreckt sich bis über die Pfeiler c heraus. Merkwürdig sind diese Pfeiler c, indem sie nicht senkrecht herabgehn, sondern, wie Fig. 8 zeigt, sich nach unten in einem Bogen erweitern, und dadurch für die Mauern sehr kräftige Streben bilden. Die Deffnungen c in ihren Ecken (Fig. 8) haben den Zweck, beim Schließen und Deffnen das letzte Wasser aus der Thorkammer aus- und einzulassen.

Zwischen den erwähnten Quadranten, eben so wie zwischen den eigentlichen Schleusenwänden, befindet sich kein hölzerner Boden, sondern der natürliche Grund ist nur angestampft. — Die Quadranten bestehen, wie Fig. 8 zeigt, unten aus einer auf gewöhnliche Art aufgeführten Faschinenwand e. Durch diese sind zwei Reihen Pfähle, in 3 Fuß Abstand von einander, bis tief in den natürlichen Boden eingerammt; darauf sind Langschweller angebracht, und diese durch Bangen und einen Bohlenbelag mit einander verbunden,

worauf die massive Mauer d steht. Letztere reicht bis unter den niedrigsten Wasserstand im Canale herab, und wird allein von den Pfählen getragen. Die Faschinen haben dabei nur den Zweck, das Einbiegen der Pfähle zu verhüten, und die dahinter liegende Erde zu sichern.

Die Construction der Docke weicht von der Construction der Schleusen nicht wesentlich ab, und es wäre dabei nur zu bemerken, daß der freie Boden in derselben, wegen des starken Druckes, den er zu leiden hat, noch durch einen dritten Kost gesichert ist. Es sind nämlich die Pfähle unter der Kammer 2 Fuß tiefer abgeschnitten, als die unter den Wänden: darauf liegen die ersten Längen- und Querbalken und ein schwacher Bohlenbelag. Eine zweite Lage von Längen- und Querbalken hierüber erstreckt sich bis unter die Schleusenwände, und ist wieder durch einen Bohlenbelag bedeckt. Endlich folgen auch hier noch die 18 Zoll hohen Balken, deren Zwischenräume wieder ausgemauert sind, und worüber der starke Bohlenbelag liegt, welcher den eigentlichen Boden der Docke und der Wände ausmacht. Die hölzernen Stufen in der Docke bestehen aus starken Balken, deren jeder an den Boden oder an die darunter liegenden ähnlichen Balken gebolzt ist.

Die über den Canal führenden Brücken sind entweder Drehbrücken oder Flottbrücken: die ersten sind nur über Schleusen angebracht, und weichen von den bekannten Französischen Brücken dieser Art so wenig ab, daß sie hier ganz mit Stillschweigen übergangen werden können. Dagegen verdienen die Flottbrücken eine nähere Beschreibung. Das Eigenthümliche derselben besteht darin, daß derjenige Theil von ihnen, der beim Passiren der Schiffe entfernt werden muß, und der bei andern Brücken entweder gehoben, oder seitwärts gedreht wird, hier auf dem Wasser schwimmt, und unter die feste Brücke geschoben werden kann. Das Öffnen der Brücke wird dadurch so sehr erleichtert, daß es fast gar keine Anstrengung erfordert, und mit geringer Mühe von einem Manne sehr schnell bewirkt werden kann. Indessen ist eine solche Brücke offenbar zum Tragen großer Lasten nicht tauglich, und kann auch nur über stehendem Wasser angelegt werden. Die Figuren 17, 18 und 19 zeigen die Hälfte einer solchen Brücke. Der erste

Theil, vom Lande ab bis nach a, ist fest: ein zweiter Theil, von a bis b, hängt in Charnieren und Ketten, und endlich der dritte Theil ist das Floß, welches auf dem Wasser schwimmt. Um die Construction der Brücke genauer darzustellen, ist in dem Grundrisse Fig. 18, in der untern Hälfte der Figur, der Durchschnitt etwas tiefer gelegt, als in der oberen Hälfte; p, p, p sind drei Pfähle, welche in der Verlängerung der Seite des festen Theiles der Brücke eingerammt, und in der Höhe der Auffahrt verholmt sind. Jeder dieser Pfähle ist in der Oberfläche des Wassers mit einer Rolle versehen, die sich um eine senkrechte Achse dreht, und wozwischen sich das Floß hin und her bewegt. Auf den Holmen der erwähnten Pfähle sind zwei Stiele, b und h, befestigt, die mittelst vorstehender Haken und Winden die Ketten halten, woran die Klappen a b hängen. Diese Stiele verdienen eine nähere Beschreibung: Fig. 20, A, B, und C zeigt sie in einem größeren Maßstabe, und zwar A und B denjenigen Stiel, der in der Seitenansicht der Brücke mit h bezeichnet ist. Er besteht aus zwei mit einander verholzten Zangen, die den erwähnten Holm umfassen.

Eine Winde, die mit einem Sperr-Rade versehen ist, und die mittelst Durchsteckarmen gedreht werden kann, trägt eine von den Ketten, woran die Klappe hängt; so wie andrerseits bei dem ganz ähnlichen Stiele h an einem vorstehenden Riegel ein Haken befestigt ist, der gleichfalls durch eine zweite Kette die Klappe trägt, und wo mittelst eines Schraubengewindes eine Verlängerung und Verkürzung dieser Kette bewirkt werden kann. Gegen das Ueberweichen nach der Länge der Brücke sind beide Stiele noch durch Winkelbänder gesichert.

Bei a ist die Klappe mittelst zweier Charniere an den festen Theil der Brücke befestigt, und durch Charniere ist sie wiederum mit einer kleinen Klappe q (Fig. 18.) verbunden, welche auf dem Floß liegt. Beim Oeffnen der Brücke wird zuerst die letzte Klappe zurückgeschlagen, und dann durch Umdrehen des Haspelrades e (Fig. 17. und 18.) das Floß unter den festen Theil der Brücke geschoben. Dieß geschieht, indem um die Welle dieses Rades ein Tau geschlungen ist, dessen eines Ende unmittelbar am

Flosse befestigt worden, während das andere zuerst über eine Rolle unter *b* läuft, und dann an die Verlängerung des Flosses bei *k* (Fig. 17.) gebunden ist; so daß also, durch Umdrehen des Rades nach der einen oder der andern Seite, das Floß auch vor- oder zurückgeschoben werden kann. Endlich befindet sich noch bei *d* eine kleine versenkte Winde, mit Löchern zu Durchsteckarmen versehen, welche bei unruhigem Wetter zum Zusammenbringen beider Flosse gebraucht wird, da bei starkem Winde in der Richtung des Canales wegen des Wellenschlages die Flosse durch jene Haspelräder allein einander nicht genähert werden können.

Bei diesen Brücken ist es besonders auffallend, daß man die schweren Klappen, welche die Abfahrten bilden, zugleich mit dem Gewichte der darüber passirenden Lasten nur an jene Stiele zu hängen wagte, welche keine andere Befestigung haben, als daß sie auf die Holme aufgeklaut sind. Die Stiele tragen diese Last überdieß noch an kurzen Seitenarmen, und es ist also fortdauernd eine sehr bedeutende Kraft vorhanden, welche sie zu neigen strebt: und wenn sie auch auf den Holmen so stark befestigt wären, daß sie sich von denselben nicht lösen könnten, so hindert dagegen nichts, daß sich die Holme selbst auf den Pfählen zu drehen anfangen, und die Zapfen abbrechen. Ich bemerkte in der That mehr oder weniger bei allen Brücken ein Ueberweichen dieser Stiele, und namentlich an der Brücke bei Purmerland waren sie bereits einen halben Fuß weit aus dem lothrechten Stande gewichen, und hatten dabei die Holme sehr merklich gedreht. Bei einigen der zuletzt gebauten Brücken versuchte man diesem Uebelstande dadurch abzuhelfen, daß man die Stiele nur sehr kurz, und kaum einen Fuß hoch machte: indessen möchte diese Aenderung wol nicht von großem Vortheile sein.

Zur Befestigung der beiden Flosse an einander waren an den ~~Gebänden~~^{Enden} derselben Hebel angebracht, die mit den kurzen Armen eine Art von Ueberwürfen bildeten, und in Haken auf der andern Seite eingriffen. Allein diese Vorrichtungen, die man ziemlich fein ausgeführt hatte, waren beinahe schon sämtlich zerbrochen, so daß man sich jetzt zur Erreichung des erwähnten Zweckes anderer, weniger künstlichen Mittel bedienen mußte.

Von den schmalen Flottbrücken, welche nur ein Floß haben, verdient noch angeführt zu werden, daß dasselbe sich beim Oeffnen zum Theil in einem bedeckten Canale landwärts unter die verlängerte Brücke schieben läßt. Fig. 21. zeigt eine solche Brücke, und zwar die beim Dorfe Watergang.

Die Figuren 15. und 16. auf der ersten Tafel zeigen die wesentlichsten Stücke einer Ramme, wie man sie beim Nord-Holländischen Canale und auch sonst in den Niederlanden ziemlich allgemein gebraucht, und die sich von den bei uns üblichen durch ihre Einfachheit sehr merklich unterscheidet. Die beiden Vorderruthen sowohl, als die Hinterruthe, sind runde Bäume, welche ohne Schwellwerk auf leichte Flosse gestellt werden, und nur durch eiserne scharfe Spizen im Fuße ihren festen Stand erhalten. Die beiden Vorderruthen sind durch einen durchgesteckten Bolzen mit einander verbunden, und dieser geht rückwärts in ein Charnier aus, woran die Hinterruthe befestigt ist. In zwei eisernen Bügeln sind die Läufer eingezogen, die unten lose auf dem Boden aufstehen, und nur von dem Pfahlmeister gehalten werden. Die Scheibe von 18 Zoll im Durchmesser ist in ihrer Hülse mit einem Tau an die Vorderruthen gebunden.

Oft sind die Rammen indessen noch um Vieles einfacher, als diese. So z. B. sah ich bei Bienen eine, die nur aus zwei Vorderruthen bestand, welche oben durch ein Tau zusammen gebunden waren, und woran auch zugleich die Scheibe und die beiden Läufer hingen. Zwei andere Taue, die mit einem Ende eben daselbst befestigt, und unten um einen Schiffs-Anker und um einen Baum geschlungen waren, sicherten die Ramme, daß sie nicht vor-, noch rückwärts überfallen konnte.

Auf eine ähnliche Art wird man in Holland bei Beobachtung der Handgriffe und Constructionen und aller Vorkehrungen zu Wasserbauten eine außerordentliche Einfachheit, Leichtigkeit und Kühnheit, und zugleich eine kaum glaubliche Emsigkeit der dabei angestellten Personen wahrnehmen. Denn ausdauernde Thätigkeit und unermüdbliche Anstrengung, verbunden mit einer großen Sorgfalt und Genauigkeit in der Ausführung, scheint die Niederländischen Arbeiter vor den Deutschen und Französischen im Allge-

meinen sehr vortheilhaft auszuzeichnen. Außerdem ist aber auch gewiß das häufige Vorkommen von Wasserbauwerken ein Hauptgrund zu deren vorzüglicher Ausführung. In außerordentlichen Fällen geschieht es freilich zuweilen, wie auch die vorangehende Erzählung beweist, daß manche gewählte Mittel sich in der Anwendung nicht als zweckmäßig bewähren, und vielleicht kommt dieß sogar hier häufiger vor, als in manchen Theilen Deutschlands und Frankreichs; allein hieran ist nicht mehr der gemeine Arbeiter und der Handwerker schuld. Was dagegen die Niederländischen Ingenieure betrifft, so darf ich mir natürlich nicht erlauben, über sie ein Urtheil zu fällen; nur eine Bemerkung, die ich oft zu machen Gelegenheit hatte, mag hier ihren Platz finden. Es ist diese, daß die Mathematik, aber nicht gerade der höhere Theil derselben, von den Niederländischen Ingenieuren zur Begründung einer jeden Meinung, in schwierigen Fällen eben sowohl, als in leichten, eifrigst benutzt wird, und daß man auf alle durch Rechnung hergeleiteten Resultate hier ein weit größeres Vertrauen setzt, als sonst irgendwo.

Die Theilung des Rheines in den Niederlanden.

Bevor ich zur speciellen Auseinandersetzung der hierher gehörigen wichtigsten Anlagen und Projecte übergehe, will ich einige allgemeine Bemerkungen über die verschiedenen Verzweigungen des Rheines in den Niederlanden voranschicken. Sie boten sich mir theils dar, indem ich von Rotterdam aus die Maas, den Leck und den Rhein bis zum Bylandschen Durchstiche hinaufging, und auf der andern Seite wieder längs der Waal und Merwede zu den untern Flüssen zurückkehrte; theils wurden sie mir im Gespräche von Niederländischen Hydrotekten mitgetheilt; und endlich habe ich sie zum Theil, und namentlich die Angaben von Zahlen, aus verschiedenen authentischen Schriften geschöpft.

Die nördlichen Provinzen des Königreichs der Niederlande sind bekanntlich wegen ihrer niedrigen Lage beinahe sämmtlich der Gefahr von Ueberschwemmungen ausgesetzt: und mehr, als die hohen Fluthen der Nord-See, scheinen in dieser Hinsicht die von oben herabkommenden Ströme, namentlich der Rhein und die Maas, das Land zu bedrohen. Zur Sicherung desselben mußten die Ufer der Ströme und die Seeküsten mit Deichen umgeben werden, deren Anlage und Unterhaltung einen ungeheuern Kostenaufwand veranlaßt; und um so mehr, als die Flüsse hier so vielfach zerspalten sind. Die Waal, der Leck und die Yssel erfordern natürlich eine weit größere Deichstrecke, als ein einzelner Fluß sie bedurft hätte. Ueberdieß verliert durch die Vertheilung das Wasser bei niedrigem Stande das Vermögen, das Bette gehörig zu vertiefen: eine allgemeine Verflächung aller Ströme erfolgt, die wiederum eine Erhöhung des Wasserstandes, und somit der Deiche zur Folge hat, und dadurch die Gefahr bei hohem Wasser aufs neue vermehrt.

Die Geschichte lehrt, daß, wenn gleich der jetzige Zustand der Flüsse zum Theil durch künstliche Anlagen herbeigeführt wurde, er dennoch nie beabsichtigt, noch vorhergesehen war. Man erkennt

gegenwärtig überall die Gefahr, in welche dadurch das Land versetzt ist; indessen derselbe Umstand, der im Allgemeinen schädlich ist, wird von einzelnen Städten, auch wol von einzelnen Personen, auf eine vortheilhafte Art benutzt, und er kann also nicht ohne den heftigsten Widerspruch abgestellt werden. Zum Theil sind diese Privatvorthelle auch schon wieder verschwunden durch die fortwährenden natürlichen Veränderungen der Flüsse; aber die früheren Interessenten glauben ihr Recht darauf behalten zu haben, und die Anzahl der streitenden Partheien wird auf diese Art nur vergrößert. Einen großen Mißgriff scheinen die Holländischen Hydrotekten dadurch zu begehen, daß sie in ihren Projecten zu einer bessern Regulirung der Ströme (deren Nothwendigkeit nunmehr allgemein anerkannt wird) den Wünschen und Forderungen aller Partheien zu entsprechen suchen, und sich auf diese Art zu Inconsequenzen und ganz unwahrscheinlichen Voraussetzungen verleiten lassen, die den Gegnern die leichtesten Mittel liefern, um die Vorschläge zu vereiteln, wie nützlich sie im Allgemeinen auch sein mögen. Man sollte zeigen, daß allen diesen Forderungen zu gleicher Zeit nicht genügt werden kann, wie ihnen auch in der That nie auf einmal genügt ist. So ist z. B. unter den jetzigen Umständen ein starker Strom von Rotterdam, der die Neue Maas wieder schiffbar machen könnte, unvereinbar mit dem Interesse, und vielleicht sogar mit der Existenz, der Provinzen Utrecht und Süd-Holland, die eine möglichste Entlassung, wo nicht gar gänzliche Schließung, des Leck erfordern. Wenn dieser und ähnliche Sätze mit der gehörigen Deutlichkeit dargethan wären, dann könnte man hoffen, daß, wenn auch nicht die Partheien beschwichtigt, doch wenigstens das Gouvernement sich zur Wahl eines kräftigen Mittels entschließen würde, um den immer wiederkehrenden und stets wachsenden Unglücksfällen eine Grenze zu setzen, und die Gefahr zu vernichten, welche dem Haupttheile des Königreichs (wie die Niederländischen Hydrotekten schon seit zwanzig Jahren behaupten) den Untergang droht.

Als im Jahre 1745 die Provinzen Holland, Geldern, Westfriesland, Utrecht und Dverysseel sich über die Theilung der Wassermenge des Rheines verglichen, wurde festgesetzt, daß der

Pannerdensche Canal ein Drittheil des unvertheilten Rheines dem Leck und der Yffel zuführen sollte. Und dem zufolge wurde am Separationspunkte dem Pannerdenschen Canale die Hälfte von der Breite der Waal gegeben. Allein diese Anordnung konnte unmöglich den beabsichtigten Zweck wirklich erfüllen: bei dem niedrigen Sommer-Wasserstande zieht die Waal, die ein weit stärkeres Gefälle hat, und daher mit einer weit größeren Geschwindigkeit fließt (wie man an der Spitze des Separationswerkes auch deutlich wahrnehmen kann), eine unverhältnißmäßig große Wassermenge an sich, während der Leck nicht einmal den vierten Theil (nach Utenhove nur den sechsten Theil) des unvertheilten Rheines erhält. Die geringere Geschwindigkeit giebt Veranlassung zum Entstehen vieler Sandplatten, so daß der Leck gewöhnlich nur für 3 Fuß tief gehende Schiffe fahrbar ist. — Bei hohem Wasserstande ist dagegen die Wassermenge des Leck viel bedeutender, und sie kommt oft der der Waal gleich. Denn einerseits ergießt sich in diesem Falle das Wasser über die Packwerke, welche in Folge jener Convention den Pannerdenschen Canal bis zur gehörigen Breite beengen sollten, und sodann bildet der alte Rhein bei Lobith noch einen Ueberlaß, der, bei einem Wasserstande von 13 Fuß Pegel-Höhe*), in einer Breite von 90 Ruthen überläuft, und so dem Leck eine ungeheure Wassermasse zuführt. Aus den Versandungen, die sich während des Sommers erzeugen, und der Uebersfüllung des Stromes beim Eisgange, können natürlich nur die verheerendsten Folgen hervorgehn, die in Verbindung mit manchen Localumständen augenscheinlich die größte Gefahr nach sich ziehen. Dahin gehört namentlich, daß die Polder an der Nord- und Südseite des Leck sehr niedrig liegen, und daher bei Deichbrüchen längere Zeit hindurch unter Wasser bleiben, zumal da mehrere von ihnen keine natürliche Auswässerung haben. Sodann ist aber auch der nördliche Leckdeich von Breeswyk bis gegen Wyk by Duurstede auf einem unhaltbaren Grunde aufgeführt. Die weiten Sümpfe, die sich oft vom Deiche ab landwärts erstrecken, lassen in jeder Jahres-

*) Die Deiche in dieser Gegend liegen auf 24 Fuß Pegel-Höhe.

zeit die gefährliche Lage desselben vermuthen: und beim hohen Strome zeigt sich dieses viel merklicher noch, theils an dem starken Hervorquellen des Wassers unter dem Deiche, theils auch an manchen Senkungen und Bewegungen desselben, welche die Gefahr eines Bruches oft genug sehr deutlich anzeigen. Es möchte aber wol keine andre Gegend in den Niederlanden geben, wo ein Deichbruch solche verheerende Folgen haben kann, als gerade hier. Ueber die Provinzen Utrecht und Süd-Holland würde sich das Wasser ergießen, und auf der andern Seite durch das Harlemmer Meer in das Ye einen so leichten Abfluß finden, daß bald, wenn der hohe Wasserstand im Leck anhielte, dessen ganze Wassermenge diesen neuen Weg verfolgen müßte. Es beträgt nämlich beim mittleren Sommer-Wasserstande das Gefälle von dem Leck bei Wianen bis zu dem mittleren Stande der Zuider-See 8 Fuß, bei hohem Wasser, und namentlich beim Eisgange, nimmt es nicht selten zu bis auf 20 Fuß. Unter diesen Umständen könnte sich leicht ein reißender Strom mitten durch die blühendsten Provinzen des Königreichs eröffnen, und weite Strecken fruchtbaren und reichbebauten Landes in kurzer Zeit zerstören, wie dergleichen Ereignisse in der Niederländischen Geschichte nicht ohne Beispiel sind.

Wollte man solchen Ueberschwemmungen nur durch Erhöhung und Verstärkung der Deiche begegnen, so würde dieß Mittel hier wenig anwendbar sein, indem der Boden selbst dergleichen Anlagen durch wiederholtes Einsinken sehr erschweren, oder vielleicht, wie man in Holland behauptet, gar nicht gestatten würde, indem das Terrain zu locker ist, um schwere Deiche zu tragen. Ueberdieß liegen eine Menge Gebäude unmittelbar am Deichfuße, und zum Theil im Deiche selbst, so daß dadurch die innere Böschung schon jetzt oft geschwächt werden mußte. Aber von diesen Schwierigkeiten abgesehn, ist die Erhöhung der Flußdeiche keineswegs ein Sicherungsmittel, das man immer weiter treiben darf; im Gegentheile scheint es über eine gewisse Grenze hinaus sogar schädlich zu werden. Wenn sich im Strome eine Eisstopfung erzeugt hat, so muß das Wasser davor immer so lange höher und höher steigen, bis entweder die Eisstopfung durch irgend einen Zufall gehoben ist, oder das Wasser, nachdem es die Krone der Deiche erreicht hat,

sich über sie entlastet, wenn es nicht schon früher durch einen Deichbruch einen Ausweg fand. Je höher und stärker die Deiche sind, desto wahrscheinlicher ist es freilich, daß die Eiszstopfung gehoben sein wird, bevor der letzte Fall sich ereignet; aber die Verwüstungen des Wassers bei Deichbrüchen und beim Ueberlaufen sind ohne Vergleich viel größer, wenn man den Strom zuvor stark anschwellen ließ. Vergleicht man die Nachrichten von den in den Niederlanden vorgefallenen Ueberschwemmungen mit einander, so scheint es fast, daß die Deichbrüche in den letzten 50 Jahren nicht seltener geworden sind, als sie es früher waren, obgleich in dieser Zeit die Deiche fast durchgängig bedeutend erhöht wurden. Daraus scheint hervorzugehn, daß die Erhöhungen keinen so großen Nutzen gewährten, als man hätte vermuthen können: indessen mag eine zweite Ursache dieser Erscheinung auch wieder die früher erwähnte Verflächung der Flüsse sein.

Unter allen Mitteln zur Sicherung der Flüsse wäre gewiß das vorzüglichste, die Wegräumung aller Gegenstände, welche den Abfluß des freien Stromes hindern, und Eiszstopfungen veranlassen können. Ich will hierüber bei der speciellen Beschreibung der Strombauten Einiges anführen; jetzt erwähne ich nur zweier Vorschläge, die man schon seit langer Zeit gemacht hat, um bei Eiszstopfungen den Leck zu entlassen. Einmal wollte man einen Ueberlaß anbringen ohnweit Grebbe (zwischen Rhenen und Wageningen) nach der Zuider-See, und das andere Mal gleichfalls einen Ueberlaß oberhalb des Dief-Deiches (unter Kuilenburg) nach der Linge, und von da in die Waal. Indessen haben eine Menge neuerer Erfahrungen gezeigt, daß dergleichen Ueberlasse, indem man sie nicht zu niedrig legen will, meist erst zu wirken anfangen, wenn die daneben befindlichen Deiche schon stark angegriffen sind, so daß also oft in ihrer Nähe Deichbrüche erfolgen. Namentlich geschieht dieß, wenn die Krone des Ueberlasses sich noch mit Eiszschollen bedeckt, und dadurch aufhört, Ueberlaß zu sein. Man ist daher von diesen Vorschlägen zurückgekommen, und hat andere von viel größerer Ausdehnung gemacht, die ich näher auseinander setzen werde, nachdem ich zuvor von den übrigen Armen des Rheines Einiges angeführt haben werde.

Die Friesische Yffel nimmt von dem Wasser des Pannerdenschen Canales gewöhnlich nicht einmal den dritten Theil auf (drei Zehnthelle nach Krayenhoff), und sie trägt daher in ihrem jetzigen Zustande wenig zur Entlassung des Leck bei. Aber die beiden Umstände, daß sie theilweise durch hohes Land geht, wo also Deichbrüche weniger nachtheilig sind, und dann, daß sie einen regelmäßigen Abfluß in die Zuider-See hat, der durch keine große Abwechslung zwischen Fluth und Ebbe unterbrochen wird, wie dieses an der Mündung des Leck und der Waal der Fall ist, machen sie vorzüglich geschickt, eine große Wassermenge abzuführen.

Die Waal ist der Hauptarm des unvertheilten Rheines. Die Strom-Engen und die geringe Entfernung der gegenüber stehenden Deiche von einander, bei Nymegen und Bommel, verursachen in ihr zwar häufig starke Anschwellungen und Eisstopfungen, indessen sind die Gefahren hier viel geringer, als am Leck, und der von Krayenhoff vorgeschlagene Ueberlaß aus der Waal bei Nymegen durch die Maas nach dem Biesbosch würde gewiß hier alle Gefahr entfernen, so weit dieß durch allgemeine Anordnungen geschehen kann.

Die Maas ergoß sich in früherer Zeit dicht unterhalb Thiel in die Waal, allein dieser erste Ausfluß (Dphiemert gegenüber) ist gegenwärtig geschlossen, und nur neben dem Fort Nieuw St. Andries besteht eine Verbindung zwischen beiden Flüssen. Die eigentliche Vereinigung geschieht erst bei Woudrichem. — Die Maas ist, eben so wie der Rhein, großen Anschwellungen und heftigen Eisgängen ausgesetzt, die sich häufig mit denen in der Waal zu gleicher Zeit ereignen; daher hat man die wenig angebauten Sümpfe zwischen Grave und 's Hertogenbosch und weiter westlich bis gegen Gertruidenburg zu einem Ueberlasse in den Biesbosch benutzt. Bei Ruik tritt alsdann das Wasser aus der Maas, fließt bei Crevecoeur und s' Hertogenbosch vorbei, und ergießt sich bei Baardwyk in das ehemalige Bett der Maas, das dicht oberhalb Gertruidenburg in den Biesbosch mündet.

Die Linge, welche früher bei Gorinchem in die Waal floß, ist an sich ein unbedeutender Bach. Sie dient auch nur zur Entwässerung der Polder zwischen der Waal und dem Leck (mit Aus-

schluß des Ablasser-Waardes, der in die Noord entwässert), und erhält keinen Zufluß von der Geest. Werden indessen bei Deichbrüchen die Polder Over- und Neder-Betuwe oder der Thieler Waard überschwemmt, so schwillt die Linge zu einer großen Höhe an, und entlastet sich mit außerordentlicher Hefigkeit in die Merwede. Diese Entlastung geschah, wie schon bemerkt, vor kurzem noch durch einige Schleusen bei Gorinchem. Indessen die Stadt war dabei wegen des heftigen Stromes oft der größten Gefahr ausgesetzt, und die Mündung der Linge ist also seit einigen Jahren bis Steenenhoef (dicht hinter Giesendam) herausgeführt.

Nach der Vereinigung mit der Maas führt die Waal den Namen Merwede. Sie floß vor mehreren Jahrhunderten ungetheilt bis unterhalb Dortrecht. Hier trennte sie sich in zwei Arme, von denen der eine an der Südseite von Yffelmonde vorbeifloß, und den Namen Alte Maas führte, der andere, die Noord genannt, vereinigte sich bei Krimpen mit dem Leek, und floß nun als Neue Maas bei Rotterdam vorbei nach der Nord-See, vereinigte sich aber noch in seiner Mündung mit der Alten Maas. So strömte also in früherer Zeit beinahe die ganze Wassermasse des Rheines durch eine Mündung in die See, und sie konnte daher, trotz den nachtheiligen Wirkungen der Ebbe und Fluth, jede zufällige Erhöhung des Bettes hier leicht fortspülen. Aber, nachdem im Jahre 1421 der Süd-Holländische Waard sich in einen weiten Meerbusen verwandelt hatte, in welchen die Merwede beinahe ungetheilt sich ergoß, da mußte natürlich der Zustand aller unteren Flüsse eine wesentliche Veränderung erleiden. Die Mündung der Maas, welche früher von den größten Kauffahrteischiffen mit voller Ladung befahren wurde, verflächtete sich nun sehr schnell, und in dem ehemaligen Fahrwasser erhob sich bald die Halbinsel, das Hoef van Holland genannt, das von den gewöhnlichen Fluthen jetzt gar nicht mehr erreicht wird. Dagegen erweiterte und vertiefte sich um diese Zeit das Haringvliet, wegen des vielen durchströmenden Wassers. Es beträgt nämlich die Größe des Süd-Holländischen Waardes dreizehn und eine halbe Million Rheinländische Quadrat-Ruthen; der mittlere Unterschied zwischen Ebbe und Fluth ist 5 Fuß, daher mußte bei jeder Fluth,

oder jeder Ebbe, das ist jedesmal in 6 Stunden, eine Wassermasse von 10 Tausend Millionen Cubikfuß Wasser aus der See ein- oder ausströmen, oder in einer Secunde 450,000 Cubikfuß. Der unvertheilte Rhein an der Niederländischen Grenze führt beim mittleren Stande nur 90,000 Cubikfuß in jeder Secunde ab, und es ist demnach die Wassermasse, die durch das Hollandsch Diep oder das Haring = Bliet strömt, fünfmal größer, als die des ungetheilten Rheines. Daher kam es denn, daß dieser Strom sich so ungemein erweiterte, daß nunmehr vom Biesbosch bis zur Nord = See fast gar kein Gefälle mehr Statt fand, und daher die Merwebe oder Waal sich ganz in diesen binnenländischen Busen mit großer Hefigkeit ergoß, und daher auch am Separations = Punkte dem Rhein fast alles Wasser entziehen mußte. In dieser Zeit singen jene Versandungen in der untern Maas und in ihren verschiedenen Verzweigungen an. Aber auch in dem Biesbosche, wo täglich zweimal eine solche Wassermasse im heftigen Strome auslief, mußte das Land emporkachsen. Das große Dortsche Eiland, die lange Insel zwischen Dortrecht und Werkendam, und alle übrigen Inseln in der ganzen Ausdehnung des Biesbosches, von denen viele jetzt sogar schon wieder eingedeicht sind, singen an immer mehr und mehr den Abfluß der Merwebe zu verhindern, und die Schiffahrt zu erschweren, die nach der Versandung der alten Mündung der Maas auf diesen Weg allein beschränkt war. Gegenwärtig beträgt das Gefälle von Werkendam bis in den Amer beim mittleren Wasserstande in der Fluth 2 Fuß, und in der Ebbe 4 Fuß, und schon fließt wieder etwa der sechste Theil der Merwebe in dem ursprünglichen Flußbette nach Dortrecht, von wo er sich durch die Dortsche Kille in das Hollandsch Diep, oder in die Alte Maas, oder endlich durch die Noord in die Neue Maas entlastet. Letzteres geschieht aber nur zur Zeit der Fluth, denn in der Ebbe strömt die Noord im Gegentheile von Krimpen nach Dortrecht.

Was die schiffbare Tiefe dieser untern Flüsse betrifft, so hat das Hollandsch Diep für die größten Schiffe eine hinreichende Tiefe. Durch die Dortsche Kille und das Mallegat (deren westlichen Arm) können nach Dortrecht auch noch größere Schiffe

Kommen. Die Killen des Biesbosches sind nur bei voller Fluth für ganz kleine Schiffe fahrbar. Von der Merwebe behauptet Donker Curtius, daß sie von Dortrecht bis Hardinrveld noch beständig von Schiffen befahren werde, die 9 Fuß tief gehen: doch widerstreitet dem meine eigne Erfahrung. Ich befand mich nämlich auf einem Schiffe, das nur 5 Fuß tief ging, und dieses lief von ~~Hardrecht~~^{Hardrecht} auf den Sand bei einem Wasserstande, der über dem mittleren Sommerstande noch erhoben war, und überdieß beinahe zur Zeit der höchsten Fluth; daran waren aber die Schiffer gewiß nicht Schuld, da sie diese Fahrt fast täglich machten, und wegen der etwas größeren Ladung, die sie diesmal eingenommen hatten, schon an mehreren Stellen große Besorgniß gezeigt hatten. Die Noord ist für größere Fahrzeuge nicht fahrbar, und endlich die Mündung der Maas kann nicht mehr von den kleinsten Seeschiffen passirt werden.

Die nach Rotterdam bestimmten Schiffe müssen also den folgenden Weg nehmen: aus dem Haring-Bliet und dem Hollandsch Diep durch die Dortsche Kille und das Mallegat, ohnweit Dortrecht vorbei, die Alte Maas hinab und um die westliche Spitze von Yffelmonde nach der Neuen Maas, und diese aufwärts bis Rotterdam.

Die Versandungen in der Mündung der Maas haben in dem letzten Jahrhunderte so ungeheuer zugenommen, daß Welten sogar eine gänzliche Sperrung in kurzer Zeit vermuthete. Da die Menge des abfließenden Wassers von der Tiefe abhängt, und so die Versandung selbst wieder Ursache zu neuer Versandung wird, so scheint eine solche Vermuthung keineswegs ganz unwahrscheinlich zu sein, und um so weniger, als einige Meilen nordwärts bei Ratwyk, an der ursprünglichen Mündung des Rheines, sich schon derselbe Fall ereignet hat. Hieraus entstände für die Provinz Süd-Holland eine neue Gefahr; denn wenn vielleicht einst die Mündung der Maas durch eine fortlaufende Dünen-Reihe gesperrt sein sollte, so würde dennoch die Maas selbst vor Rotterdam bestehen, und sie müßte den Wasserstand der oberen Flüsse annehmen: diesen würden aber die Deiche kaum ertragen, welche jetzt schon einen übermäßigen Wasserstand auszuhalten haben; und

welche Verwüstungen müßten nicht nothwendig erfolgen, wenn hier einmal ein bedeutender Durchbruch sich ereignete! Die ganze Fläche zwischen Rotterdam, Gouda und Leyden umfaßt eine Menge Seen, die aus Torfstechereien entstanden sind, und die nur durch schmale Streifen Landes von einander getrennt werden. Man hat diese Streifen deshalb dazwischen stehen lassen, damit nicht auf einer zu großen Wasserfläche die Gewalt der Wellen übermäßig heftig werden, und das Land stark angreifen möchte. Aber natürlich müßte dieses bei einer Ueberschwemmung bald verschwinden, und ein Meer, dem Harlemer Meere gleich, würde im Süden von Leyden entstehen, und auch hier alle jene Gefahren und Nachtheile erzeugen, mit denen man dort zu kämpfen hat.

Nachdem ich bisher den gegenwärtigen Zustand der Niederländischen Flüsse, und namentlich des Rheines, geschildert habe, will ich mir jetzt noch in wenigen Worten ein Urtheil erlauben über einige Vorschläge, die in der neuesten Zeit von Holländischen Hydrotekten entworfen sind, um die Abwendung aller Gefahren und die Herbeiführung eines regelmäßigen Wasserlaufes zu veranlassen.

Schon seit dem Anfange dieses Jahrhunderts hat man den bedenklichen Zustand des Rheines mit dessen Verzweigungen eingesehen, und bemerkt, daß die sorgsamste Anwendung aller Mittel, welche einzelne Strecken des Stromes corrigiren, und die nebenliegenden Polder schützen können, hier nicht mehr ausreicht, und daß man zu einem umfassenderen Plane seine Zuflucht nehmen müßte, um das Uebel in seiner Wurzel zu vernichten. Der König Louis Napoleon setzte im Anfange des Jahres 1809 eine Central-Commission des Wasser-Staates nieder: sie bestand aus den ausgezeichnetesten Hydrotekten und Gelehrten der Niederlande, die sich ausschließlich mit diesem Gegenstande beschäftigen sollten, und gleich in ihrer Instruction waren sie darauf aufmerksam gemacht, den von Beyerinck schon früher angeregten Vorschlag zur gänzlichen Schließung des Leck und zur Erweiterung der Friesischen Vffel vorzüglich zu beachten. Indessen die Vereinigung der Niederlande mit dem Französischen Kaiserthume löste diese Commission auf, bevor noch etwas beschlossen, und viel weniger ausgeführt

war. Allein auch jetzt kam der Gegenstand bald wieder in Anregung, und aufgefördert vom Kaiser, entwarf der Baron von Krayenhoff in den Jahren 1812 und 1813 eine genaue Beschreibung aller auszuführenden Arbeiten, um das Wasser, das jetzt durch den Leck fließt, durch die Yffel abzuleiten. Doch die bald darauf erfolgten politischen Veränderungen hinderten eine weitere Verfolgung des Entwurfes, und deshalb wurden diese Untersuchungen und Anschläge Krayenhoffs erst im Jahre 1821 durch den Druck bekannt gemacht. Bei der jetzigen Regierung zog der General-Inspector Blanken wieder die allgemeine Aufmerksamkeit auf diesen Gegenstand, durch eine Vorlesung, die er im Jahre 1818 im Niederländischen Institute hielt. Er machte darin zuerst auf die Größe der Gefahr aufmerksam, und namentlich darauf, daß in den letzten Jahren, obgleich die Witterung beim Eisgange höchst günstig gewesen war, dennoch das Wasser auf eine unerhörte Art anzuschwellen pflegte, und daraus schloß er auf Unglücksfälle, welche nothwendig hätten erfolgen müssen, wenn der Frost einmal in den Niederlanden noch anhielte, während in den oberen Flüssen schon der Eisgang eingetreten wäre, ein Fall, der sich früher oft genug ereignet hat. Dabei giebt Blanken als den Hauptgrund, oder, wie es fast scheint, als den einzigen Grund dieses Zustandes, die zunehmende Erhöhung des Biesbosches an. Da sonst bei Hardinxveld der Wasserstand mit dem in der See, oder im Amer, beinahe gleich war, ist er jetzt bei mittleren Fluthen 3 Fuß darüber erhoben (nach Blanken). Durch die Killen des Biesbosches fließen noch fünf Sechstheile des Wassers der Merwede; aber diese Killen sind so seicht, daß sich hier häufig Eisstopfungen ereignen, und dann die Merwede bis 8 Fuß über den Amer anschwillt. Dadurch erhöht sich auch der Wasserstand in der Waal, und dieser Umstand verursacht wieder, daß mehr Wasser durch den Pannerdenschen Canal in den Leck fließt. Der Vorschlag Blankens geht nun dahin, eine neue Merwede, in geradem Laufe und von regelmäßiger Tiefe, durch den Biesbosch darzustellen, wodurch allen jenen Gefahren begegnet, und außerdem noch viele andere Vortheile erreicht werden sollen.

Es wird wol Niemand bestreiten, daß der ganze Vorschlag

Blankens mit den dazu gehörigen Râsonnements und Untersuchungen nicht so gründlich behandelt ist, als es die Wichtigkeit des Gegenstandes erforderte, und um so weniger ist dieses zu billigen, als die Vorlesung vom Verfasser sogleich dem Gouvernement mitgetheilt wurde. Es wurde auch bald darauf eine Commission niedergesetzt, um die Zweckmäßigkeit des gemachten Vorschlages zu untersuchen. Das Urtheil dieser Commission fiel sehr hart und tadelnd aus, gewiß mehr, als das Project es verdiente. Es scheint sogar, daß, wenn Ungründlichkeit und Ungenauigkeit dem Ruffage Blankens vorgeworfen werden konnte, die Beurtheilungen desselben eben diesen Vorwurf in weit höherem Maaße verdienen. Blanken setzt die Vortheile auseinander, die für die Niederländischen Ströme entstehen werden, wenn die Merwede in einem regelmäßigen und tiefen Bette durch das Biesbosch in den Amer abfließen wird. Daß dieses beim Beginnen der Arbeiten schon eintreten sollte, ist natürlich unmöglich: aber da die Alte Merwede zwischen Hardinxveld und Dortrecht nur ein Sechstheil des Wassers abführt, und überdieß das Biesbosch noch fortfährt, als Ueberlaß zu wirken, so läßt es sich nicht gut einsehen, wie die Abschließung der Merwede, womit die Arbeit beginnen soll, eine so große Gefahr bringen kann, wie Blankens Beurtheiler behaupten. Es ist eine bekannte Erfahrung, wovon sich der Grund auch leicht einsehen läßt, daß bei Vermehrung der Wassermasse in einem Strome der Wasserstand nur unverhältnißmäßig wenig erhöht wird. — In allen vier Beurtheilungen wiederholt sich dagegen unaufhörlich dieses Râsonnement, daß, wenn man in einem Strome, der durch viele Arme in die See mündet, einige Arme zuschließt, dadurch nicht der Wasserstand gesenkt werden kann, so lange alle Umstände dieselben bleiben. Aber Blanken will ja eben die Umstände verändern, und einen regelmäßigen Strom, statt jener vielen Aeste, herstellen.

Noch einen andern Grund führt Goudrian an für die Behauptung, daß, nach Ausführung des Blankenschen Projectes, die Merwede, statt ihren Wasserstand zu erniedrigen, ihn im Gegentheil erhöhen muß, und die folgenden Beurtheiler geben diesem Grunde ihren vollen Beifall. Goudrian sagt nämlich: nachdem

die Maas und die Waal sich bei Woudrichem vereinigt haben, wird die Wassermasse so groß, daß der Strom sie nicht mehr gehörig abführen kann. Dieß sieht man aus dem geringen Gefälle zwischen Gorinchem und Hardinxveld. Die Hemmung des Abflusses würde gewiß noch größer sein, und also müßte das Wasser noch mehr steigen, wenn nicht unterhalb Hardinxveld, sowohl in der Merwede, als im Duben Wiel (einem Arme des Biesbosches), ein starkes Gefälle folgte. Dasselbe starke Gefälle wird also auch in der Neuen Merwede Statt finden müssen, wenn alles Wasser abfließen soll, und um dieses große Gefälle auf die ganze Ausdehnung der Neuen Merwede hervorzubringen, ist wiederum eine Erhöhung des Wasserstandes bei Hardinxveld nothwendig, der Blanken eben entgegen wirken will.

Dieses Råsonnement scheint nicht ganz richtig zu sein: Goudrian selbst nimmt auch weiterhin auf diese Schlüsse wenig Rücksicht, und sein Vorschlag zur Correction des Flusses stimmt im Endresultate mit dem Blankenschen sehr nahe (wenigstens in diesem Punkte) überein. Nimmt man an, daß die Neue Merwede dasselbe Gefälle haben soll, wie die Alte zwischen Hardinxveld und Gorinchem, so wird sich offenbar der Wasserstand bei Hardinxveld erhöhen müssen. Da aber Blanken voraussetzt (und dieß ist auch keineswegs unwahrscheinlich), daß die Neue Merwede ein regelmäßiger, tiefer Strom werden wird, so darf man bei ihm (gewiß mit demselben Rechte, wie Goudrian in seiner Hypothese) das Gefälle auch nicht größer setzen, als es oberhalb Hardinxveld ist, und dann findet es sich, daß der Wasserstand bei Hardinxveld sich in der Ebbe um $2\frac{1}{2}$ Fuß senken wird, was ein höchst vortheilhaftes Resultat wäre.

Mir scheint es in der That, daß durch Befolgung des Blankenschen Projectes die Merwede und die untere Waal gewinnen müssen; daß aber der gute Erfolg sich weiter aufwärts, etwa bis oberhalb Bommel, und vollends bis an die Mündung des Pannerdenschen Canales, erstrecken und den Leck entlassen sollte, scheint nicht gerade wahrscheinlich zu sein, und noch weniger, daß die Städte Rotterdam und Dortrecht dabei gewinnen können.

Zur Prüfung des Blankenschen Projectes hatte das Gouver-

nement eine Commission aus mehreren Mitgliedern des Niederländischen Institutes erwählt, welche jedoch erst später in unmittelbare Berührung mit dem Gouvernement traten, und von der Zeit ab sich ausschließlich damit beschäftigten, wie die Niederländischen Flüsse zur Sicherung des Landes und zur Erleichterung des Handels corrigirt werden könnten.

Es schien, daß die Commission sich in dem mehrmals erwähnten Projecte zur gänzlichen Schließung des Leck vereinigen würde, so wie auch der Abhandlung des Baron von Krayenhoff, worin die Details dieses Projectes auseinander gesetzt sind, allgemein die gebührende Achtung bewiesen wurde. Krayenhoffs Vorschlag besteht im Wesentlichen darin, den untern Rhein ^{im Land} durch Anlegung von acht Schiffschleusen und durch Wegschaffung einiger Untiefen in einen schiffbaren Canal zu verwandeln, der aber nicht mehr zum Abführen des Oberwassers dienen, und daher vor der ersten Schleuse gehörig gegen Strom und Eisgang geschützt sein soll. Diese erste Schleuse liegt noch im Pannerdenschen Canale, die letzte dagegen bei Krimpen, dicht über der Einmündung der Noord in den Leck. Die Friesische Yssel soll dabei, wie es früher für den Pannerdenschen Canal festgesetzt war, den dritten Theil des unvertheilten Rheines abführen, und zwar bei allen Wasserständen. Da die Yssel in ihrem jetzigen Zustande aber ein viel zu unbedeutender Strom dazu ist, so soll sie eine größere Capacität erhalten. Diese erhält sie 1) durch Vermehrung des Gefälles, indem alle Serpentinien durchstochen werden, und überdieß der Separationspunkt auch am Rheine höher hinauf verlegt wird, nämlich an die untere Mündung des Bylandschen Durchstiches. 2) Wird die Breite, und 3) auch die Tiefe vermehrt.

Ich kann nicht umhin, auf diese Schrift Krayenhoffs *) aufmerksam zu machen, als auf eine der vorzüglichsten, die wir

*) Der vollständige Titel dieser Schrift ist: Proeve van een ontwerp tot sluiting van de rivier den Neder-Rhyn en Leck, en het storten van derzelve water op den Yssel, door den Luitenant Generaal Baron Krayenhoff. Nymegen 1821.

im ganzen Gebiete dieser Wissenschaft besitzen. Das Wenige, was man in der theoretischen Hydrotechnik als wahr ansehen kann, wird fast nie zu einem praktischen Zwecke benutzt: aber um so erfreulicher ist es, daß in der angeführten Schrift dieses geschieht. Ohne eine neue Theorie für die Bewegung des Wassers zu entwerfen, verändert der Verfasser nur den Dubuatschen Coefficienten auf die früher angegebene Art, und indem er von genauen und zweckmäßigen Messungen ausgeht, und die Lokal-Umstände mit Umsicht und Sorgfalt benutzt, bestimmt er mittelst der so veränderten Formel überall die Profile des neu zu gestaltenden Flusses. Ob der neue Strom in allen Theilen den durch die Rechnung gefundenen und darin eingeführten Wasserstand und die Geschwindigkeit haben wird, kann man wol bezweifeln, aber ich glaube nicht, daß sich nach unsern jetzigen Kenntnissen andere Werthe dafür geben lassen, die wahrscheinlicher sind, als diese.

Nach dieser generellen Darstellung des Rheines und seiner verschiedenen Verzweigungen in den Niederlanden mögen noch einige Bemerkungen folgen über einzelne Strom- und Uferbauten an demselben.

Die Deiche am Leck waren von dem schwachen Eisgange im Frühjahre 1823 wenig angegriffen, wenigstens nicht so stark, als fast durchgängig die an der Waal. Es zeigten indessen eine Menge Kolke und viele Krümmungen in der Deichlinie deutlich genug die Unglücksfälle vergangener Jahre an. Die Deiche in der Gegend von Breeswyk sind 12 Fuß über dem Binnenlande erhoben: ihre Kronenbreite beträgt 16 Fuß; sie haben nach außen eine 3füßige, und nach innen eine $1\frac{1}{2}$ füßige Dossirung.

Kuilenburg gegenüber sah ich auf dem Außendeiche die Anlage eines Sommerdeiches: er wurde 4 Fuß hoch aufgeführt, hatte eine Kronenbreite von 8 Fuß, und beide Dossirungen waren 2füßig. Man machte damit den Anfang, daß man unter dem Deiche den Rasen sorgfältig abstach, und in Haufen setzte. Jedoch geschah dieses Abstechen nicht ganz glatt, sondern flach sägeförmig. Die zum Deiche nöthige Erde nahm man von außen, stampfte und trat sie wenig an, und bedeckte die äußere Dossirung mit Rasen, während die innere und die Krone frei blieben.

Landwärts schließen sich hier an die nördlichen Leck-Deiche sehr häufig weite Sümpfe an, die nur zu Strauchpflanzungen benutzt werden. Der Außendeich ist dagegen meist hoch und breit; aber sehr oft befindet sich darin unmittelbar neben dem Deiche eine tiefe Rinne, die zwar jetzt stehendes Wasser enthielt, worin aber bei hohem Wasserstande ein starker Strom sich erzeugt. Diese Erscheinung habe ich in den Niederlanden ziemlich häufig wiederholt gefunden; aber nur selten hatte man diese Stromrinnen coupirt, obgleich ihr schädlicher Einfluß nicht zu verkennen war. So bemerkte ich z. B. mehrmals an der Waal, wie die starken Beschädigungen der äußern Dossirung augenblicklich verschwanden, sobald diese Rinnen vom Deiche sich entfernten. So enthalten auch die Deiche oberhalb Nymegen häufige Spuren von Deichbrüchen, und dieß ist in so fern auffallend, als ein sehr weiter Außendeich davor liegt; aber freilich läuft unmittelbar neben dem Deiche auch hier eine tiefe Rinne.

Bei Nymegen verschwindet das Vorland, und die Waal strömt in einer weiten Serpentine beinahe senkrecht gegen die Stadt. Schon oft war dieser Umstand als höchst gefährlich geschildert, und zum Theil auch durch die Erfahrung dafür erkannt; aber zu seiner Abstellung ist bisher noch nichts geschehn. Der Winter von 1822 auf 1823 hatte wieder sehr augenscheinlich das Gefährliche der Lage dargethan. Nachdem nämlich der schwache Eisgang bereits vorüber war, den überdieß kein sehr hoher Wasserstand begleitet hatte, und das Wasser wieder anfang, auf den gewöhnlichen Sommerstand herabzusinken, stürzte plötzlich am 3ten März ein großes Stück der Kaimauer am Ufer des Flusses vor der Stadt ein. Diese Mauer erhebt sich 12 Fuß über den Sommerwasserstand der Waal, und ist 6 Fuß breit, wovon die äußere Hälfte mit Deckplatten von 10 — 12 Fuß Länge bedeckt ist. Der Einsturz war etwa auf eine Länge von 100 Fuß erfolgt, und die Stücken der Mauer hatten sich in die Länge der Deckplatten getrennt, und waren ziemlich senkrecht, etwa 3 bis 4 Fuß tief, herabgestürzt. Die Veranlassung dieses Zufalles war die tiefe Stromrinne gewesen, die sich zu sehr dem Ufer genähert, und den Rost unterspült hatte.

Nymegen gegenüber befindet sich ein weites Vorland, die Deiche sind aber aus einer sehr sandschartigen Erde aufgeführt, und überdieß ziemlich steil profilirt; dennoch hatten sie beim letzten Eisgange wenig gelitten. Im Vertrauen auf ihre günstige Lage hatte man ihnen an den Dörfern Lent und Dosterhout, wo die Häuser sehr dicht an den Deichen stehen, sogar einige Fuß in der Höhe genommen, und dafür schwache Sandpfade, oder Kadeiche an dem innern Rande der Krone aufgeführt: aber auch diese hatte man gegenwärtig von den Häusern abgetragen, und sie werden nur beim Anfange jedes Winters wieder hergestellt.

Auf ähnliche Art sind auch am nördlichen Leck-Deiche, zwischen Wyk by Duurstede und Amerongen, wo ein hohes Ufer anfängt, Sandpfade an der innern Seite der Krone aufgeschüttet: sie sind 3 Fuß breit und 1 Fuß hoch, und dienen gewöhnlich zum Fußpfade.

Etwa eine Stunde unterhalb Nymegen, bei Snyk Geuroyk, hört auf der nördlichen Seite der Waal das Vorland auf, und, ungeachtet der Anlage mehrerer Bühnen, nähert sich der Strom sehr stark dem Deiche; letzterer hat auch bereits an mehreren Stellen die Böschung verloren. Um ihn wieder herzustellen, stach man einen niedrigen, davor liegenden Sommerdeich ab, und führte die so gewonnene Erde mit kleinen zweirädrigen, einspännigen Karren auf den Hauptdeich. Die Böschung machte man 3füßig, und durch das Ueberfahren der Karren wurde die Erde comprimirt. Auffallend war es dabei, wie wenig Sorgfalt man darauf verwandte, reine Erde aufzuführen: denn sehr häufig brachte man Stücke Rasen und Holz, und sogar Wurzeln von Weidenstrauch mit in den Deich.

Ich bemerkte hier eine Anlage zur Erhöhung des Vorlandes, die, ihrer Einfachheit ungeachtet, merklich vortheilhaft gewirkt hatte: auf einen niedrigen, 6 Zoll hohen Flechtzaun war aufgebundenes Strauch schräg angelehnt, das Sturz-Ende nach unten, und dem Strome entgegen gekehrt. Hierüber war ein zweiter Flechtzaun von derselben Höhe aufgeführt, der das Strauch in seiner Lage erhielt. Diese Anlagen waren auf dem niedrigen Boden, zum Theil im Wasser selbst, in einiger Entfernung von ein-

ander, senkrecht auf den Strom gelegt. Das Land zwischen ihnen erhöhte sich sichtbar, während es oberhalb und unterhalb noch stark abbrach.

Das nördliche Ufer der Waal wird hier überall vom Strome angegriffen: auf große Strecken hat man es durch Deckwerke schützen müssen, aber auch diese waren meist zerstört, oder sehr schadhast: zum Theil hatte der Strom sich sogar hinter ihnen und durch einige Bühnen einen Weg gebahnt.

Winsen gegenüber fehlt endlich alles Vorland: der Deich liegt unmittelbar am Strome, und hatte beim letzten schwachen Eisgange ungeheuer gelitten. Ich sah Stellen, an denen die ganze äußere Böschung und der größte Theil der Krone herabgestürzt war, und wo man den schwachen Rest des Deiches nur durch eine Spreutlage von Strauch und durch übergengelagte Würste gehalten hatte. Bei der Reparatur dieser Stellen sah man sich mehrmals genöthigt, diese Deckwerke nicht nur am Fuße des Deiches, sondern auf dessen ganzer Höhe beizubehalten, indem man die äußere Böschung wegen des fehlenden Vorlandes nicht flach genug machen konnte.

In dieser Gegend, wo der Deich überall einer so großen Gefahr ausgesetzt war, wurde eine vorspringende Ecke desselben durch einen darauf stehenden Ziegelofen vollkommen gesichert, und die Deckung erstreckte sich noch auf die nächsten Ufer. Dieselbe Erscheinung wiederholt sich mehrmals an der Waal: wenn der Fluß in dem weiten Thale zwischen seinen Deichen sein Bett sich bald hier, bald dort bildet, und zuweilen sogar durch einen gar zu heftigen Andrang die Rücklage der Deiche nothwendig macht, dann bilden diese Ziegeleien, mögen sie auf dem Deiche, oder auf dem Vorlande angelegt sein, so feste Punkte, daß die Gewalt des Wassers sie nicht zu zerstören vermag, indem die vielen herabfallenden Steinbrocken vollkommen der Gewalt des Stromes widerstehen.

Auch giebt es noch andere Punkte, die auf eine ähnliche Art, wie diese, dem Zurücklegen der Deiche eine Grenze setzen, die aber, weil der Schutz nur künstlich ist, ungeheure Aufopferungen und Kosten verursachen, und dennoch die größten Unregel-

mäßigkeiten im Laufe des Wassers, und Gefahren herbeiführen. Dieses sind die Dörfer, und in ihnen vorzüglich die Kirchen. Ich habe mehrere Kirchen gesehen, die nicht nur unmittelbar am Deiche lagen, sondern um welche der Deich sogar sich scharf umbog, und sie von zweien, zuweilen sogar von drei Seiten umgab. — Wenn nämlich der Andrang des Stromes die Rücklage des Deiches nothwendig machte, und man überall der dringenden Nothwendigkeit wich; so wagte man es dennoch, eine einzelne Stelle zu halten, obgleich daselbst die Umstände ganz dieselben waren. Wie kostbar und zugleich wie gefährlich ein solcher Kampf ist, davon kann man sich an allen diesen Punkten überzeugen. Die Bühnen, die vor dergleichen vorspringenden Ecken liegen, sind durchgängig stark beschädigt, und sie können wegen der Nähe der tiefen Stromrinne nur sehr kurz sein, der Deich selbst hat dabei selten eine gehörige Dossirung, und ist statt der Rasen gewöhnlich nur mit einer Spreutlage von aufgebundenen Faschinen, und oft sogar durch eine Schüttung von Ziegelbrocken bedeckt. Vorzüglich war dieses der Fall bei den Kirchen in Dodewaard, Barik, Dypnen und Helleuw.

Von Barik bis gegen das Fort Nieuw St. Andries bleibt der Strom immer unmittelbar neben dem nördlichen Deiche, und hat denselben fast durchgängig stark angegriffen. Die Gefahr wird dabei noch außerordentlich dadurch vermehrt, daß der Deich aus einer sehr sandschartigen Erde besteht, worauf ein fester Rasen sich nicht erzeugt. Daher hatte man auch fast durchgängig die äußere Dossirung mit aufgebundenen Faschinen bedeckt. An einzelnen Stellen wendete man zur Sicherung des Deiches auch ein eignes Mittel an, welches darin besteht, daß man an den äußern Rand der Krone eine Schicht sehr fetten Thon, etwa 4 Fuß breit und 6 Zoll hoch, aufschüttet. — Einen ganz vorzüglichen Schutz erhalten hier häufig die Deiche durch die davorstehenden Bäume, und man bemerkt leicht, daß die Beschädigungen der äußern Dossirung augenblicklich sehr merklich sind, sobald auf dem Außendeiche etwa auf einer Strecke von 20 bis 30 Fuß kein Baum befindlich ist. Besonders in der Gegend von Dypnen hat man Gelegenheit, diese Erscheinung oft wahrzunehmen.

Ueber die Zweckmäßigkeit in der Anlage der Bühnen wage

ich kein Urtheil zu fällen, und eben so wenig hatte ich Gelegenheit, an ihnen Beobachtungen zu machen, die über Bewegung und Wirkung des Wassers in der Nähe derselben einige Aufschlüsse gegeben hätten. Die Erscheinungen, die ich sowohl durch Lokaluntersuchungen, als auch durch Erkundigungen dabei wahrnahm, sind ungefähr dieselben, auf welche man fast in allen hydrotechnischen Schriften aufmerksam macht: ich übergehe sie daher ganz mit Stillschweigen, und bemerke hier nur, daß man am Rheine sowohl, als auch, und noch häufiger, an der Waal die abbrüchigen Ufer durch solche Systeme von Bühnen zu decken pflegt, von denen die erste sehr stark declinant ist, alle folgenden aber senkrecht auf dem Strom stehen.

Um die Menge von Faschinen zu gewinnen, welche zu den Bühnen und Uferdeckungen gebraucht werden, wendet man in den Niederlanden viele Sorgfalt auf den Anbau dieses Materials. Gewöhnlich zieht man es auf den Außendeichen, wo es dann meist auch noch den Zweck hat, die Stelle, auf der es steht, vor dem Angriffe des Stromes zu sichern. An dem südlichen Ufer der Waal, nicht weit unter ihrer Trennung vom Rhein, zwischen Millingen und Doy, erstreckt sich eine Weidenpflanzung, fast eine deutsche Meile weit, neben dem Strome, und der Außendeich dahinter hat so sehr an Höhe gewonnen, daß diese Stelle vorzüglich die Niederländischen Hydrotekten darauf aufmerksam gemacht hat, in welchem Zustande sich vielleicht das ganze Land befände, wenn man es nicht durch Anlegung von Deichen den natürlichen Alluvionen der Flüsse entzogen hätte.

Mit außerordentlicher Sorgfalt und Regelmäßigkeit wurde der Anbau des Strauches auch zuweilen im Binnenlande getrieben, und namentlich an der Nord-Seite des Leck, Bienen gegenüber. Der kleine Canal, der bei Jütphaas aus dem großen Schiffahrts-Canale zwischen Utrecht und Breeswyk ausgeht, und der westlich von Breeswyk am Leck-Deiche aufhört, ist an der östlichen Seite auf eine weite Strecke von einem niedrigen Sumpfe begrenzt, der mit ihm in gleichem Niveau steht. In diesem Sumpfe sind, ungefähr in 20 Fuß Abstand, Gräben von 6 Fuß Breite gezogen, in der ganzen Ausdehnung des Sumpfes und senkrecht auf die

Richtung des Canales. Die Gräben sind ganz mit Wasser angefüllt, dagegen sind die Rücken dazwischen durch die aufgeschüttete Erde etwas erhöht, und darauf wird das Strauch gezogen. Die ganze Pflanzung ist in gewisse Schläge getheilt, und alle drei Jahr wird jede Abtheilung vollständig abgeschnitten: im Durchschnitte haben dann die Reiser die Dicke von einem starken Finger erreicht.

Unter den verschiedenen Bau-Anlagen am Rhein und an der Waal verdient der Nymeger Hafen als einer der vorzüglichsten Flußhäfen erwähnt zu werden. Er ist, wie Fig. 11 Taf. II. zeigt, sehr regelmäßig erbaut: seine Länge beträgt 440, und seine Breite 140 Fuß. An der Landseite geht die Raimauer in derselben Höhe, wie in der Stadt, an ihm fort; aber stromwärts ist er mit einer gegen 10 Fuß höheren Mauer umschlossen. Dadurch bleiben selbst beim höchsten Wasserstande die Schiffe im Hafen vollkommen gesichert. Die Einfahrt, welche schräge, und zwar nach dem Strome abwärts gekehrt ist, hat eine Breite von 40 Fuß. Die in dem Plane bemerkten doppelten Linien bezeichnen die alte Stadtmauer, die sich über die neue Hafenummauer noch bedeutend erhebt. Fig. 10 zeigt ein Profil der Hafenummauer, nebst der daran geschütteten Erdböschung: *b* ist die äußere Einfassungsmauer, oben 2 Fuß stark und mit Deckplatten belegt. Unten lehnt sich die Erdschüttung bei *d* an ein hölzernes Bollwerk, das 4 Fuß über den mittleren Sommerwasserstand reicht; die Einfahrt des Hafens ist durch keine Schleuse geschlossen, nur führt eine Wippbrücke für Fußgänger hinüber: jede Hälfte derselben besteht nur aus einem starken Baume, mit Brustlehnen versehen, und durch Gegengewichte so abgewogen, daß nur ein kurzer Hebelarm landwärts das Gleichgewicht hält. Dieser Arm senkt sich beim Öffnen der Brücke in eine Mauernische, und das Öffnen geschieht durch eine Kurbel, die mit ihrem Getriebe in einen gezahnten Quadranten von 3 Fuß Halbmesser greift, der an der Klappe befestigt ist.

Die Deich- und Uferbauten an der Oldenburgischen Küste.

Die Länder an den Mündungen der Elbe, Weser und Saale verdienen in so hohem Grade, als kaum irgend ein anderer Punkt an der Küste der Nord-See, die Aufmerksamkeit des Hydrotekten. Die ganze Küste von Dänemark ab, bis an die Schelde, trägt unverkennbare Spuren eines durch Aufschwemmung entstandenen Landes; aber so weit unsere Nachrichten reichen, sehen wir eben dieses Land, weit entfernt, durch neue Anschwemmung zu wachsen, nur von dem Meere fortgerissen werden. Die Inselreihe, nördlich von der Zuider-See und dem Dollart, und die Wattgründe, die sich von hier bis an die Dänische Küste erstrecken, kann man kaum als eine vollständige Bezeichnung von der Größe dieses Landes ansehen, indem die Insel Helgoland doch als ursprünglich damit verbunden gedacht werden muß.

Die natürlichen Anschwemmungen, die sich auch jetzt noch hier ereignen, sind zu unbedeutend, um eine solche Veränderung nur durch ein Abbrechen an einem Orte, und ein Ansetzen am andern zu erklären. Der Strom der Fluthen, der nicht, wie andere Ströme, durch Erweiterung des Bettes geschwächt wird, sondern im Gegentheile dadurch an Stärke gewinnt, äußert sich im Allgemeinen nur zerstörend. Dieses ist die Erscheinung, die man überall wahrnimmt; und seitdem er durch den Canal zwischen Frankreich und England auf einem zweiten Wege in die Nord-See eintritt, scheint es, daß jene früheren natürlichen Anschwemmungen aufgehört haben, und dagegen die Küsten nur vom Meere verschlungen werden. Daß die Zuider-See, der Dollart und die Jade durch gewaltsame Einbrüche der Nord-See in das Land entstanden, wissen wir mit historischer Gewißheit: von der Jade hat sich sogar im Munde des Volkes die Tradition erhalten, daß über diesen Busen, der an den schmalsten Stellen jetzt eine Meile breit ist, in früherer Zeit ein einfacher Steg führte.

Um das vorhandene Land vor ähnlichen Zerstörungen zu sichern, sind an vielen Stellen die Ufer mit kaum glaublichem Kostenaufwande auf verschiedene Art geschützt: aber nirgends war wol die Anlage und Unterhaltung solcher Schutzwerke mit mehr Aufopferung verbunden, als im Hamburgischen Amte Rixbüttel, und der davor liegenden Insel Neuwerk. Einige Lokal-Umstände, und namentlich der, daß der Hauptstrom der Weser sich ganz von hier entfernt, und daß Rixbüttel meist ein höheres und sandiges Land ist, das durch keine Deiche gedeckt werden darf, kamen der Vertheidigung dieses Punktes freilich zu Hülfe; doch bleibt die Kühnheit, womit man es so lange gegen Fluth und Wellenschlag und den Strom zweier Flüsse gehalten hat, immer bewundernswerth, und von diesem Punkte hing wol die Erhaltung der ganzen Küste zwischen der Elbe und Weser ab.

Von den Deichen, welche mit wenigen Unterbrechungen sich längs dem ganzen Ufer erstrecken, kann man nicht annehmen, daß sie physisch zum Schutze des Landes beitragen; aber da sie das Leben und Eigenthum der Einwohner sichern, so veranlassen sie dieselben, diesen Rand ihres Grund und Bodens mit der peinlichsten Sorgfalt zu schützen, und auf diese Art sind sie für die Erhaltung des ganzen Landes von unberechenbarem Werthe: die meisten Uferbedeckungen und die meisten Anstalten zur Gewinnung von neuem Lande beziehen sich nur auf die Sicherstellung der Deiche.

Es entsteht hierbei die Frage, ob man beim gegenwärtigen Zustande der Hydrotechnik wol mit Bestimmtheit hoffen darf, daß das vorhandene Land erhalten, und vielleicht durch neuen Zuwachs noch erweitert werden wird. Ich gestehe, daß ich selbst unter der Voraussetzung einer ununterbrochenen Hinwirkung auf diesen Zweck, mit Benützung aller wirklich anwendbaren Mittel, kaum die Frage bejahend beantworten möchte, wenn nicht die Oldenburgischen Uferbauten mir die gute Wirkung von zweckmäßig entworfenen und mit Ausdauer verfolgten Plänen deutlich gezeigt hätten. Die Anlagen zur Sicherung des Ufers, die Deichbauten und die Vorkehrungen zum Auffangen des Schlickes werden hier so regelmäßig ausgeführt, wie ich es sonst nirgends gesehen habe, aber auch nirgends waren sie so erfolgreich. Der Mann, unter dessen Leitung

diese Bauten gegenwärtig stehn, und der durch Umsicht und Thätigkeit vorzüglich den guten Zustand der Küste hervorgebracht hat, ist der Kammerrath Burmester.

Eine ausführliche Beschreibung der Deich- und Uferbauten an der Oldenburgischen Küste wird, wie ich hoffe, auch dadurch an Interesse gewinnen, daß sie sich an diejenigen Bemerkungen anschließt, welche im dritten und vierten Bande der allgemein gekannten und allgemein geschätzten Beiträge zur hydraulischen Architektur von Woltman über eben diese Küste geliefert sind. Aus der Zusammenstellung beider wird sich ergeben, daß der Zustand der Dinge sich sehr merklich gebessert hat, indem jetzt nirgends mehr von Zurücklegung der Deiche die Rede ist, aber dagegen an sehr vielen Stellen ein starker Anwachs des Landes Statt findet.

Schon in der Weser, noch oberhalb Blexen, befindet sich ein interessanter Punkt, der vor wenigen Jahren der augenscheinlichsten Gefahr ausgesetzt war, und auch jetzt noch, wegen des gänzlichen Mangels an Vorland, keinesweges ganz gesichert ist. In früherer Zeit war die Stelle, worauf jetzt der Deich steht, ein Theil des Flußbettes. Die Einwohner erzählen noch, daß vor hundert Jahren die größten Schiffe dicht neben der Kirche in Atns vorbeifuhren. Sie liegt unmittelbar am Schlafdeiche, aber vom jetzigen Hauptdeiche wol eine halbe Meile entfernt. Im Jahre 1745 geschah die Vorlegung des Deiches. Als Woltman 1784 die Gegend bereiste, fand wahrscheinlich noch kein starker Abbruch des Vorlandes Statt, indem von dieser Strecke im Reiseberichte keine Erwähnung geschieht. Aber im Anfange dieses Jahrhunderts hatte der Strom sich so sehr dem Deiche genähert, daß er in Gefahr gerieth, und die Anlage von Buhnen, hier Schlengen genannt, befohlen werden mußte. Die Einwohner verzögerten indessen die Ausführung, und die Gefahr nahm sehr schnell dermaßen zu, daß die Erhöhung des Schlafdeiches und Abtragung des Hauptdeiches nunmehr geboten wurde, indem man das Land wieder dem Wasser Preis geben wollte. Doch die dringendsten Gegenvorstellungen und die Bereitwilligkeit zur Anlage von Schlengen bewirkten eine einstweilige Zurücknahme des Befehles. Man erbaute auch wirklich einige Schlengen, die bald vortheilhafte Wirkungen zeigten, und

indem nachher noch andere dazwischen gelegt wurden, ist nun die tiefe Stromrinne von dem Deiche bedeutend entfernt, und dadurch fast alle Gefahr gehoben. Ein begrüntes Vorland hat sich noch nicht erzeugt; aber das Watt erhöht sich von Jahr zu Jahr, und schon bedecken es überall sehr weit ausgedehnte Rohrfelder. Die Schlengen sind bis 700 Fuß lang, und in einem Abstände von 2000 bis 3000 Fuß von einander angelegt. Einige liegen senkrecht, die meisten etwas deklinant, oder auf die Ebbe. Sie sollten die tiefe Stromrinne neben dem Deiche coupiren, und zugleich auf die Erzeugung einer neuen, etwas entfernteren Stromrinne hinwirken. Das hohe Wasser, das über alle Schlengen, und in dem sehr erweiterten Bette fließt, wirkt wol gewiß weniger auf eine regelmäßige Vertiefung hin, als der niedrige Strom, und daß wiederum die Fluth weniger wirkt, als die Ebbe, ist wahrscheinlich, da letztere viel länger anhält. Ueberdies hängt die bei der Fluth eintretende Wassermenge allein von dem Profile und dem Wasserstande des Flusses ab: es giebt keine bestimmte Quantität, die nothwendig durchfließen muß. Aber wol ist dieses bei der Ebbe der Fall: wie sehr sich bei ihr auch der Wasserstand der See senken, und dadurch das Profil verkleinern mag, das eingelaufene Fluthwasser in Verbindung mit dem des Flusses muß abgeführt werden. Hieraus erklärt sich die längere Dauer der Ebbe, und die zweckmäßigkeit der Wahl, indem man vorzüglich auf die Benutzung dieses Stromes bedacht ist.

Bei den Schlengen neben Utens schien der Umstand, ob sie senkrecht, oder deklinant lagen, keinen merklichen Unterschied in ihren Wirkungen hervorzubringen: neben ihnen befanden sich jedesmal tiefe Rillen, und bis zu ihrem Kopfe reichte die Anschlammung nie. Vor ihnen erzeugte sich eine große Tiefe, zum Theil schon während des Baues, woher man oft genöthigt ist, sie 40 bis 50 Fuß hoch aufzupacken.

Die nördliche Küste des Butjahdinger Landes, von Blexen bis Utens, von deren gefährlichen Lage Woltman spricht, ist jetzt ganz sicher gestellt. Zum Theil rührt dieses freilich von einer natürlichen Veränderung im Laufe der Weser her, deren tiefe Stromrinne sich früher neben der Oldenburgischen Küste, südwest-

lich von Lang-Lütjen-Sand, hinzog. Dieser Arm ist jetzt aber so sehr verflacht, daß nur kleine Schiffe ihn passiren können: der Hauptstrom liegt im Wurster Fahrwasser auf der Hannöverschen Seite. Aber andern Theils haben die künstlichen Anlagen nicht wenig zur Deckung des Deiches beigetragen. Unter diesen verdienen vorzüglich die Begrüppungen der Wattgründe erwähnt zu werden, die so sehr zur schnellen Erhöhung des Bodens beitragen. Sie bestehen in Gräben von 10 Fuß Breite, 3 Fuß Tiefe, und deren Länge so groß ist, als es die Ausdehnung des Wattes erlaubt. Sie liegen senkrecht auf dem Ufer, und die Rücken zwischen zweien haben eine Breite von 20 bis 40 Fuß. Diese Gräben in dem wenig consistenten Boden werden im Sommer bei niedrigem Wasser gezogen; die Arbeiter haben meist Rähne bei sich, um bis zum Herannahen der Fluth ihr Geschäft fortsetzen zu können; sie müssen häufig auf Brettern stehen, indem der Boden zu schwach ist, um sie zu tragen. Das Graben geschieht mit Hülfe eines Instrumentes, welches Taf. II. Fig. 12. in zwei Ansichten darstellt.

Je nachdem die Küste mehr oder weniger zum Anschließen geneigt ist, müssen diese Gräben auch öfter oder seltener erneuert werden: wenigstens geschieht es alle Jahre einmal; am südlichen Ufer der Jahde bei Barel füllen sie sich wol drei bis viermal an, und um so stärker ist das Aufwachsen des Bodens. An der nördlichen Küste von Bleyen bis Fedderwarden geschieht dieß freilich viel langsamer; ein heftiger Strom geht auch jetzt noch nahe am Ufer vorbei, das Watt ist wenig ausgedehnt, und es muß durch Schlingen gesichert werden. Man hofft indessen, hier bald günstigere Umstände herbeizuführen. Schon im Jahre 1822 hatte man angefangen, den Wattgrund Lang-Lütjen-Sand durch Begrüppungen zu erhöhen; die wichtigen Arbeiten, die man aber darauf im Oldenburgischen ausführte, und namentlich der bedeutende Seelbau bei Fedderwarden und die Eindeichung des Wapeler Grodens, hinderten die Fortsetzung dieses Unternehmens. Doch ist es keineswegs aufgegeben. Man will, sobald es die Umstände erlauben, dasselbe wieder anfangen, und den Strom, der die erwähnte Sandbank von der Küste trennt, möglichst zu schwächen und zu

verengen suchen, bis man ihn ganz coupiren, und so einen ungeheuern Zuwachs an Land erhalten kann. Welchen Einfluß ein solches Unternehmen auf die Weser und die anliegenden Ufer haben muß, läßt sich wol nicht mit Bestimmtheit vorhersagen; doch scheint es, daß die Gefahr beim Eisgange nicht merklich vermehrt, und dagegen bei hohen Fluthen und Wellenschlag bedeutend vermindert werden dürfte.

Zwischen Burchave und Fedderwarden ist die Stelle, wo man zum letzten Male im Oldenburgischen den Deich zurückgelegt hat. Woltman fand den Andrang des Wassers zu stark, als daß man sich halten konnte, und in der spätern Nachricht erzählt er bereits, daß 1791 und 1792 die Zurücklage wirklich geschehn sei, auf eine Länge von 320 Ruthen. Das Vorland fehlt hier auch jetzt wieder fast ganz; aber durch die eben erwähnten Anstalten zur Sicherung des Deiches hat man dagegen hier so viel, wie an der übrigen Küste, wieder gewonnen, und man ist davon überzeugt, daß man mit Benutzung der jetzt üblichen Mittel den Deich auch damals hätte halten können.

Das Siel bei Fedderwarden, dessen Tief schon früher einen Hafen bildete, in welchem kleine Schiffe ziemlich sicher liegen konnten, mußte wegen seiner Bauart im Winter 1822 zugedämmt werden; man erbaute aber in demselben Jahre ein neues steinernes Siel, welches man mit Spülthoren versah, um das Tief desselben vor Verschlammung sichern, und es so zur Aufnahme größerer Schiffe geschickt machen zu können. Das nähere Detail dieses Hafens will ich nachher anführen, jetzt aber die Beschreibung der Küste weiter fortsetzen.

Bald hinter Fedderwarden bis Langwarden ist das Ufer stark anschlickend. Der davor liegende Grund, der hohe Weg genannt, schützt es bei starkem Wellenschlage, und das Vorland erhält von Jahr zu Jahr durch die Begrüppungen eine größere Ausdehnung. Doch gleich hinter Langwarden hören diese günstigen Umstände auf: der starke Strom, der bei jeder Fluth und jeder Ebbe in den weiten Busen der Sahde herein- und hinausgeht, greift das Ufer heftig an: das schmale Vorland hinter Langwarden ist schon vor langer Zeit mit Steinen bedeckt, und zum Theil konnte

es selbst dadurch nicht gehalten werden, und man mußte die Steindossirung unmittelbar am Deiche anbringen.

Von ^FHoffens bis auf die südwestliche Ecke des Landes bei Eckwarden ist der Deich 1787 und 1788 auf eine Länge von mehr als einer Meile zurückgelegt: man wollte anfangs die Steindossirung des alten Deiches liegen lassen, damit sie das Vorland decken möchte, wie Woltman erzählt; aber jetzt fehlt alles Vorland, und der neue Deich war wieder derselben Gefahr ausgesetzt, als es vorher der alte gewesen. Zu seiner Deckung und zur Erhöhung des Wattes waren, wegen der Heftigkeit des Stromes, Begrüppungen nicht anwendbar; dagegen hatte man eine Menge Schlingen, etwa in einem Abstände, gleich der dreimaligen Länge, erbaut, und zwischen diesen noch Flechtzäune von Strauch angelegt, alles senkrecht auf das Ufer. Die gute Wirkung dieser Anstalten zeigte sich schon deutlich in der Erhöhung des Wattes; aber dennoch war man genöthigt, den zurückgelegten und nicht mit Steinen dossirten Deich alle Jahre mit Strauch oder Stroh zu decken. Dieß geschieht, indem auf eine Unterlage von Haide, oder auf die alte Strohbefrickung das aufgelöste Strauch senkrecht auf den Deich ausgebreitet, und mit mehreren Würsten benagelt wird.

Man machte gegenwärtig noch einen andern Versuch zur Befestigung des Deiches, der, so viel ich weiß, sonst noch nirgends gemacht ist: man hatte bemerkt, daß die ersten Beschädigungen sich gewöhnlich in der Höhe der Springfluthen zeigten, und, sobald hier einmal eine Unregelmäßigkeit entstanden war, die Böschung sehr schnell ober- und unterhalb fortgerissen wurde. Es kam also vorzüglich darauf an, diese Stelle zu decken. Den Raje-Deich, vor dem neuen Haupt-Deiche im Wapeler Groden, hatte man, seiner steilen Dossirung unerachtet, einen ganzen Sommer hindurch fast ohne Beschädigung erhalten, während ihn nur eine einfache Reihe Rasen in der Höhe der Springfluthen schützte. Auf diese Beobachtung sich stützend, versuchte man den Eckwarder Deich gleichfalls nur in der Höhe der Springfluthen, und zwar mit Holz, zu decken. Zwei Dielen wurden in einem Abstände von wenig Zollen neben einander gelegt, hierüber breitete man sparsam Strauch aus, und über die Fuge der beiden ersten kam eine dritte Diele, welche

mit kurzen Pfählen am Boden befestigt wurde. Schon die Anlage der Deckung war wegen des Mangels an Strauch, und indem man sich der äußern Splint-Dielen zu diesem Zwecke bediente, etwas wohlfeiler, als die gewöhnliche Strauchdeckung, und man versprach sich von ihr auch eine viel längere Dauer; nur fürchtete man, daß bei dem gänzlichen Holzmangel in dieser Gegend die Dielen oft gestohlen werden möchten.

Zwischen den in der Sahde liegenden Inseln, genannt die Oberahnischen Felder, und dem zunächst befindlichen Ufer, südlich von Eckwarden, drängt sich der Strom der Fluth und Ebbe sehr stark durch, und macht also auch hier noch eine künstliche Deckung des Deiches nothwendig. Der Deich ist daher mit einer Steindossirung versehen, und mehrere alte Höster und eine lange Uferdeckung, aus hölzernen Pfahlwänden und Höstern bestehend, schützen ihn. Man wendet indessen auf die Erhaltung dieser Sicherungsmittel gar keine Sorgfalt, und läßt sie sogar ganz eingehen, indem man ihrer bald gar nicht mehr zu bedürfen hofft. Nämlich etwas weiter östlich von hier, bis dicht an das Eckwarder und Stollhammer Siele, die beide sehr nahe an einander liegen, findet eine starke Aufschlickung und ein weit ausgedehntes Vorland Statt: durch Begrippungen und Schlengen und Flechtzäune dazwischen kommt man der Erhöhung des Bodens noch stark zu Hülfe, und man glaubt in wenigen Jahren von hier aus die Oberahnischen Felder zu erreichen, und dadurch den Strom auf mehr, als auf eine halbe Meile vom Ufer zu entfernen.

Die beiden so eben erwähnten Siele führen gegenwärtig auch das Wasser des noch nicht vollendeten Fedderwarder Sieles ab: beide sind aber kaufällig, und man war sogar besorgt, daß sie nicht den Winter 1823 hindurch würden gehalten werden können. Nach Vollendung des Fedderwarder Sieles beabsichtigte man, sie ganz eingehen zu lassen, und ihr Wasser diesem Siele zuzuführen.

Etwa zwei Meilen weiter südlich befindet sich der interessante Moor-Deich, der kaum einen Fuß über den natürlichen Boden vorragt, dessen Anlage aber kostbarer und schwieriger war, als die irgend einer andern Deichstrecke. Es zieht sich nämlich vom Ufer der Sahde bis etwa eine halbe Meile landwärts ein hohes

Moor, das über die höchsten Fluthen erhaben ist, und also an sich genugsam das dahinter liegende Land schützen könnte. Allein an den Seiten, wo das Moor in den Klei, oder den Marschboden übergeht, ist es niedriger, und hier waren Deiche nöthig, die auf dem losen Boden immer versanken, und daher nie gehörig an das hohe Moor angeschlossen werden konnten. Ueberdieß erzeugten sich oft bei starkem Wellenschlage und hohen Fluthen tiefe Kolke in dem Moore, die bald eine ungeheure Ausdehnung erhielten, und für die umliegenden Gegenden gefährlich wurden. Das Terrain an sich war einer Bedeichung nicht werth, da es nur sparsam von Torfgräbern bewohnt wurde, und überdieß die Anlage eines Deiches unmöglich schien, weil jede Belastung im Boden versank. Doch das ganze Land war von dieser Seite einer zu großen Gefahr ausgesetzt, so daß man sich wol zu einer höchst kostbaren Anlage entschließen mußte. Ums Jahr 1770 wurde durch den Conducteur Sehestädt eine förmliche Bedeichung ausgeführt. Die Erde mußte sehr weit zu Wagen hergeholt werden, und sie wurde ohne alle Aufmerksamkeit auf eine bestimmte Böschung, nur in der Richtung des Deiches, auf das Moor hingeworfen. Es ereignete sich dabei die merkwürdige Erscheinung (wie mir oft, und zum Theil noch von Augenzeugen, erzählt wurde), daß, wenn man zuweilen Berge von Erde aufgeführt hatte, am folgenden Morgen Alles versunken war, und nur der geborstene und zur Seite aufgequollene Moor die Stelle der Versenkung bezeichnete. Nach der angewandten Erdmasse zu urtheilen, schätzte man die ganze Höhe dieses unterirdischen Deiches im Durchschnitte auf 25 Fuß. Seitdem er geschüttet ist, hat von dieser Seite alle Gefahr vor Einbrüchen der See aufgehört. Merkwürdig ist es, wie man noch jetzt auf der Landseite des Deiches sehr deutlich die Erhöhung vom Aufquellen des Moores wahrnehmen kann, die beim Aufführen des Deiches sich ereignete. Gegenwärtig führt über diesen Deich die Hauptstraße von Oldenburg nach dem Butjähdinge Lande, und dieser Umstand sowohl, als auch die Erweiterung des furchtbaren Außendeiches, gab Veranlassung zum Entstehen eines Dorfes, das, zum Andenken an jene wichtige Unternehmung, den Namen Sehestädt führt.

Ich habe schon mehrmals erwähnt, daß am ganzen Umfange des innern, erweiterten Busens der Fahde eine starke Anschwellung erfolgt, und die Außendeiche mit den davor liegenden Wattgründen fast unabschbar sind. Es scheint fast, daß die Fahde sich schon so sehr verflächt hat, daß sie, auch sich selbst überlassen, den Anwachs des Landes nicht mehr hindern kann. Aber dennoch thut man wohl, sie noch mit der peinlichsten Aufmerksamkeit zu beobachten, und alle Mittel der Kunst anzuwenden, um sie immer mehr und mehr einzuschränken. Ein Deichbruch, der nicht sogleich wieder hergestellt werden kann, in welchen mehrere Fluthen einlaufen, ist ja im Stande, die Frucht aller Anstrengung zu vernichten. — Man beschleunigt daher möglichst die Erhöhung und Erweiterung des Wattes durch die Begrippungen, und diese sind hier von der außerordentlichsten Wirksamkeit, so daß man sogar Beispiele hat, daß das Watt an einzelnen Stellen in einem Jahre sich um 6 Fuß erhöhte. Es geschehen daher hier auch häufig neue Eindeichungen, und der schnelle Anwachs des Landes hindert zum Theil selbst, daß sie nicht noch häufiger vorkommen, indem man mit Gewißheit hoffen kann, nach wenigen Jahren mit derselben Deichstrecke ein weit größeres Terrain zu umfassen.

Eine sehr interessante Erscheinung gewähren hier auf dem jungen emporschwendenden Boden die Kräuter, die ihn nach seiner verschiedenen Höhe überziehen. Sobald das Watt bei den gewöhnlichen Ebben vielleicht drei Stunden lang trocken bleibt, erscheinen darauf, als die ersten Pflanzen, einige Gattungen, die man dort mit dem Namen Quendel bezeichnet: vorzüglich ist dieß *Salicornia herbacea*, und nächst dem *Salsola Kali*. Sie wachsen so tief, daß sie von den Fluthen noch ganz bedeckt werden. Dann folgt die Sternblume, *Aster tripolium*, die etwa fünf Fuß hoch wird, und mit ihrer Blüthe bereits aus den mittleren Fluthen herausragt; endlich erscheint ein niedriges Gras, dort Unkel genannt, welches ein sehr kräftiges Futter für Pferde abgiebt. Letzteres findet sich nur auf dem reifen Groden, den die gewöhnlichen Fluthen nur noch einige Zolle bedecken, und der also nicht mehr merklich wächst. Es ist zur Zeit der Ebbe ein erfreulicher Anblick, diese natürlichen Abstufungen in der Vegetation

regelmäßig auf dem Watten verbreitet zu sehen, welche zugleich das Zurücktreten des Meeres so sicher bekräftigen. Mit den Begrüppungen hört man gewöhnlich auf, sobald der Quendel das Watt zu beziehen anfängt; denn diese Pflanzen tragen mehr zu der Erhöhung des Bodens bei, als alle künstlichen Anlagen es vermögen.

In der Gegend von Barel war man gerade mit der Eindeichung des Wapeler Grodens beschäftigt; die neu umdeichte Fläche betrug über eine halbe Quadratmeile, und der neue Deich war um tausend Fuß kürzer, als der alte. Man würde ein noch weit vortheilhafteres Verhältniß herausgebracht haben, wenn nicht anderweitige Verhältnisse die Verlängerung des neuen Deiches bis über Christiansburg hinaus verhindert hätten. — Die ganze Eindeichung konnte in einem Jahre nicht vollendet werden, daher führte man sie im Jahre 1822 bis zu dem Tiesse der vereinigten Jahde und Wapel. Um den neuen Deich vor seiner Vollendung vor den Fluthen zu schützen, mußte auch er noch umdeicht werden. Zu diesem Zwecke fing man damit an, auf das Watt einen Kaje-Deich zu legen, in der Richtung von Schweiburg bis an das erwähnte Sieltief, in einer Entfernung von 200 Fuß von dem Fuße des anzulegenden Haupt-Deiches. Der Zweck des ersteren ist nur der, während des Sommers die Arbeiten dahinter zu schützen, und er konnte daher ziemlich schwach profilirt sein: er ist 7 Fuß über die gewöhnlichen Fluthen, oder das Maifeld, erhaben; er hat keine Krone; seine äußere Böschung ist zweifüßig, die innere einfüßig; zu seiner Deckung dient, wie schon erwähnt, eine einfache Rasenreihe in der Höhe der Springsfluthen, und er war auf diese Art ohne Beschädigung geblieben. — Von seinem östlichen Ende erstreckt sich ein zweiter Hülfis-Deich, längs dem Sieltief bis an den alten Haupt-Deich: dieß ist der sogenannte Kaje-Obdeich; er mußte stärker profilirt sein, indem er auch den Winter hindurch die schon umdeichte Hälfte des Grodens decken sollte. Er war zwölf Fuß über den Groden gelegt, hatte eine 3 Fuß breite Krone, die innere Böschung war einfüßig, die äußere dreifüßig, und letztere ganz mit Rasen gedeckt.

Der Haupt-Deich endlich, dessen Besteck sich alle neuern

Deiche im Oldenburgischen ziemlich nähern, hat folgende Dimensionen. Die Berme ist 40 Fuß breit, und liegt in der Höhe des Maisfeldes, oder der gewöhnlichen Fluthen; die Anlage des Deichkörpers 90 Fuß, davon kommen auf die äußere Dossirung 56 Fuß, auf die Krone 10 Fuß, auf die innere Dossirung 32 Fuß. Der Weg hinter dem Deiche ist 20 Fuß, der Graben in der Oberfläche 16 Fuß breit. Beide Dossirungen, von denen die innere zweifüßig und die äußere drei und einhalbfüßig ist, erheben sich 16 Fuß über das Maisfeld; die Krone ist in der Mitte noch etwas gewölbt, und hebt sich um einen Fuß höher. Der Graben ist 2 Fuß tief bei zweifüßiger Dossirung auf jeder Seite. — Da die Erde sehr naß war, konnte sie nur durch Menschen in Karren aufgeführt werden, und es war daher eine starke Senkung zu vermuthen, die man nach einigen vorläufigen Versuchen auf 3 Fuß für die ganze Höhe des Deiches voraussetzte. Man führte aus diesem Grunde beide Böschungen steiler auf, als sie später werden sollten, und die ganze Höhe des Deiches wurde, ohne auf die Wölbung der Krone Rücksicht zu nehmen, gleich 19 Fuß gesetzt, damit nach der erfolgten Senkung das gehörige Profil entstehen konnte.

In diesem Jahre wurde wegen Mangel an Zeit der Deich nur 12 Fuß hoch aufgeführt, die fehlenden 7 Fuß sollte er im künftigen Jahre bekommen. Dagegen wurde er vollständig mit Rasen belegt: er schloß sich an den Raje-Obdeich an, mit dem er gleiche Höhe hatte. Die Deich-Erde wurde aus dem Groden vom Raje-Deiche bis zu 60 Fuß Abstand vom Deiche genommen; man ließ zwischen den Erdgruben, oder Pütten, in der ganzen Entfernung einzelne Streifen stehen, die als Dickeldämme die Zuschlammung befördern sollten. Von den 60 Fuß zunächst dem Deiche blieben 40 Fuß als Berme, und 20 sparte man auf zur Erhöhung des Deiches im künftigen Jahre.

Der Haupt-Deich hatte an einer Stelle, wo er eine frühere Kille, oder Balje durchschnitt, eine sehr auffallende Bewegung gemacht. Seine Krone war nämlich stark gesunken, und dadurch wurde die innere Böschung, welche den geringeren Widerstand leistete, zugleich mit dem Wege auf eine lange Strecke, etwa zwei

Fuß weit, seitwärts gedrängt, so daß der Graben hier um so viel schmaler geworden war. — Der Raje-Obdeich war auf eine ähnliche Art mehrmals durch einige Serpentinaen des sehr unregelmäßigen Sieltiefes geführt, und hier sank er noch fortwährend ein, indem er dabei den ihn umgebenden Boden sehr merklich aufdrängte.

Die beiden Siele, welche die Jahde und Wapel abführen, befanden sich in höchst baufälligem Zustande, so daß man sogar fürchtete, sie noch im nächsten Winter zudämmen zu müssen. Im folgenden Frühjahre sollten beide in der neuen Deichlinie erbaut werden. Man hatte auch beabsichtigt, sie beide in ein einziges Siele zu verbinden; doch mußte dieß unterbleiben, da man nicht Balken fand, die stark genug waren, um auf die nöthige Breite den darüber liegenden Deich zu tragen. Die Wapel und Jahde fließen im Lande selbst schon über eine halbe Meile in einem gemeinschaftlichen Bette, und die Sieltiefe vereinigen sich auch wieder dicht hinter dem Deiche. Jedes Siele bekommt eine lichte Breite von 17 Fuß. In ihrer Construction weicht man bedeutend von derjenigen ab, die man bisher im Oldenburgischen befolgte, und die Hunrichs in seiner „praktischen Anleitung zum Deich-, Siele- und Schlengenbau“ beschrieben hat. Man unterscheidet hier nämlich unter den hölzernen Sielelen vorzüglich zwei Arten: die Balken- und die Ständersele. Bei den ersten bestehen die Seitenwände aus über einander gelegten Balken, die auswärts an einige Zangen gebolzt sind, um das Einbauchen zu verhüten; die Ständersele dagegen haben, statt der Balken, Ständerwände, von außen mit Bohlen bekleidet. Die ersteren sind an sich etwas dauerhafter, indem das beständig im Wasser liegende Holz nicht schadhast wird, und man bei Reparaturen nur die oberen Balken frisch einziehen darf: aber eben dieses Einziehen ist mit großen Schwierigkeiten verbunden, und läßt sich nicht bewerkstelligen, ohne den ganzen obern Theil des Sieles aufzunehmen. Bei den Ständerselelen müssen dagegen immer sogleich die ganzen Wände erneuert werden. Gegenwärtig hat man durch Vereinigung beider Constructionsarten einen Mittelweg eingeschlagen, der vortheilhaft zu sein scheint. Der beständig im Wasser liegende Theil des Sieles ist

nämlich aus Balken aufgeführt, darauf aber sind Ständer, gleich wie in einem Ständeriele, gestellt, die, sobald sie schadhaft werden, sich leichter durch neue ersetzen lassen. Diese Siele sollen nur ein Paar Thore erhalten, indem eins, so lange es in gutem Stande erhalten wird, vollkommene Sicherheit gewährt, und das zweite Thor-Paar im Innern des Sieles sogar zu vielen Unregelmäßigkeiten Veranlassung giebt, wie die Erfahrung lehrt.

Die ältern steinernen Siele an der Weser sind meist noch von Hunrichs erbaut, und sie stimmen in ihrer Construction so sehr mit den von ihm gegebenen Zeichnungen überein, daß über sie nichts zu erinnern ist. Dagegen verdient das Fedderwarder Siegel näher beschrieben zu werden. Es liegt an der Stelle, wo im Jahre 1791 und 1792 die Zurücklegung des Deiches an der nördlichen Küste erfolgte, und dieser Umstand gab Veranlassung, im Lande selbst, außerhalb des Sieles, einen geräumigen Hafen anzulegen, der auf der östlichen Seite durch den Anschlußdeich des zurückgelegten Deiches an den früheren Deich, und auf der westlichen und südlichen Seite durch einen neu aufzuführenden Deich umgeben ist. In der Mitte des südlichen Deiches befindet sich das Siegel. Der erwähnte Hafen ist etwa 400 Fuß lang und 300 Fuß breit. Er soll selbst zur Aufnahme größerer Schiffe dienen, und vorzüglich die Ausfuhr des inländischen Getreides befördern. Zu diesem Zwecke ist seine Lage sehr passend, da das innere Sieltief mit den übrigen nahe bei gelegenen verbunden ist, und es besteht sogar eine schiffbare Communication bis nach Varel. Neben dem Siele geht dieser Canal oder das Tief in ein erweitertes Bassin aus, theils, damit sich darin das Wasser zur Zeit der Fluthen gehörig sammeln kann, und theils auch, um hier eine Art von innerem Hafen zu bilden, woselbst die beladenen Kähne stationiren können.

Das Siegel ist aus Sandstein erbaut und überwölbt: es hat eine lichte Weite von 18 Fuß. Die Länge der Kammer beträgt 84 Fuß, so daß es auch zum Durchlassen von Bötten und Kähnen benutzt werden kann. Es hat doppelte Thore, von denen die äußeren sich seewärts, und die inneren landwärts öffnen: beide aber unten an Schlagschwellen, und oben an die Stirnflächen des

Gewölbes mit geringer Stemmung anschlagen. Die innern Thore verhüten den Abfluß des Binnenwassers zur Zeit der Ebbe, und tragen die Spülthore. Der Boden des Siels liegt 3 Fuß unter den mittleren Ebben. Da nun der mittlere Unterschied zwischen Fluth und Ebbe 12 Fuß beträgt, und das Maifeld 8 Zoll unter den mittleren Fluthen liegt, so sinken die mittleren Ebben noch 11 Fuß 4 Zoll unter das Maifeld, und man wird so in den Stand gesetzt, das Wasser um mehrere Fuß im Lande, ohne den mindesten Nachtheil, aufstauen zu dürfen, wodurch dem Hafen mittelst einer förmlichen Spülung die Tiefe erhalten werden kann. Das Watt hat hier noch keine große Ausdehnung, und ein starker Strom geht ziemlich nahe am Deiche vorüber, so daß man nicht zweifeln darf, daß die Wirkung des Spülstromes sich bis zur tiefen See erstrecken, und dadurch dem Hafen die bequeme Einfahrt sichern wird. Von großer Wichtigkeit möchte indessen dieser Hafen wol nie werden, theils, weil seine Lage zu entfernt von der Mündung der Weser ist, und theils, weil das dahinter liegende Land eine zu geringe Ausdehnung hat, als daß durch die Ausfuhr der dort erzielten Producte sich schon ein bedeutender Handel bilden könnte. Viel wichtiger ist dagegen gleichfalls im Oldenburgischen der Hafen Braake, an der Weser, der bei der zunehmenden Versandung dieses Stromes vielleicht bald den einzigen sichern und bequemen Hafen für größere Schiffe bilden wird, und dadurch für Oldenburg eine neue Quelle des Reichthumes und der Industrie zu eröffnen scheint, wenn gleich die Erhaltung der schiffbaren Tiefe in diesem Hafen nicht ohne bedeutende Schwierigkeiten und Kosten möglich wäre.

Die Wasserleitungen in Paris.

Der Boden, auf welchem Paris gebaut ist, besteht aus festem Kalk, der vom auffallenden Regenwasser nicht durchdrungen wird, und in welchem daher die gänzliche Abwesenheit aller Quellen und Wasseradern die Anlage von gewöhnlichen Brunnen unmöglich macht. Das Wasser der Seine ist zu unrein, als daß es frisch geschöpft genossen werden könnte. Ueberdieß liegt der Fluß so tief, und bei der großen Ausdehnung der Stadt ist er von manchen Vierteln auch so weit entfernt, daß selbst die Benutzung dieses Wassers nicht ohne bedeutende Anlagen möglich wurde. Schon frühe war man daher darauf bedacht gewesen, aus den umliegenden höhern Gegenden Wasser nach Paris zu leiten. Der verfallene Aqueduct zu Arcueil, von dem noch einige Arkaden stehen, soll schon unter dem Kaiser Julian angelegt sein, und gewiß weiß man, daß im sechsten Jahrhunderte bereits die Fontaine St. Lazare durch das Wasser von Pre-Saint-Gervais gespeist wurde. Girard hat in einem *Mémoire pour servir d'introduction au devis général des ouvrages à exécuter pour la distribution des eaux du Canal de l'Ourcq dans l'intérieur de Paris. Paris 1812.* eine sehr specielle historische Nachweisung von allen Anlagen und Reparaturen, und sogar von Projecten zu Wasserleitungen in Paris gesammelt. Ich begnüge mich, die jetzt bestehenden anzuführen, und bemerke zuvor, daß man die Menge des zugeführten Wassers in Frankreich nach einem alten Herkommen nach Zollen (pouces) bestimmt, d. h. man legt diejenige Wassermenge als Einheit zum Grunde, die durch eine kreisförmige, einen Zoll weite Oeffnung in einer dünnen, senkrechten Wand in irgend einer Zeiteinheit durchfließt, wobei aber angenommen wird, daß die Druckhöhe über der Oeffnung möglichst klein sei, oder daß der obere Rand der Oeffnung nur etwa eine Linie unter dem Wasserspiegel stehe. Man sieht gegenwärtig das Unbestimmte dieses Maßes ein, und wünscht es we-

nigstens aus den öffentlichen Angaben ganz fortzuschaffen. Die sicherste Bestimmung dieses Maßes befindet sich wol in einem Mémoire, betitelt: Rapport d'une commission spéciale d'Ingenieurs sur la situation des travaux du Canal de l'Ourcq. Paris 1819. Nach demselben giebt 1 Pouce in 24 Stunden 19,1953 Cubik-Meter, oder 620 Rheinländische Cubik-Fuß.

Nach dem früher erwähnten und nach einigen andern Mémoires von Girard sind die Wassermengen, welche die verschiedenen Wasserleitungen liefern, folgende:

1) die Wasserleitungen von Pre-Saint-Gervais, Belleville und Menilmontant	15 Ponces
2) die Leitung von Arcueil	50 —
3) die Dampfmaschine Chaillot	280 —
4) die Dampfmaschine Gros-Cailrou	70 —
5) die Pumpe an der Brücke Notre Dame	48 —
6) die kleinen Pumpen und Schöpfwerke	17 —

in Allem 480 Ponces

oder in 24 Stunden 9000 Cubik-Meter.

Die Erfahrung zeigte indessen, daß diese Wassermenge viel zu geringe war für das Bedürfniß der Stadt. Ein Mensch braucht sowohl zum Genuße, als auch zur Reinlichkeit, täglich 20 Litres, oder $\frac{1}{50}$ Cubik-Meter; demnach wären für die Bevölkerung von Paris, von 715,000 Einwohnern, etwa 15,000 Cubik-Meter Wasser täglich erforderlich, oder beinahe noch einmal so viel, als alle genannten Wasserleitungen und sonstigen Anstalten zusammen herbeischaffen.

Um diesem dringenden Bedürfnisse abzuhelfen, wurde der Canal de l'Ourcq angelegt. Seine nähere Beschreibung soll den Gegenstand des folgenden Aufsatzes ausmachen; hier bemerke ich nur, daß er im Mittel 13,500 Ponces liefert, in der Dürre freilich sehr viel weniger, aber dennoch hinreichend, um in Verbindung mit den übrigen Anstalten ganz Paris genugsam zu versorgen. Die unterirdischen Leitungen, wodurch sein Wasser in der ganzen Stadt vertheilt wird, gehören zu den merkwürdigsten

Gegenständen von Paris. Girard hat alle hierher gehörigen Werke sehr ausführlich beschrieben, in einem besondern Memoire, dessen vollständiger Titel folgender ist: *Description générale des différens ouvrages à exécuter pour la distribution des eaux du canal de l'Ourcq dans l'intérieur de Paris, et devis détaillé de ces ouvrages.* Paris 1810. — Ich enthalte mich, aus diesem interessanten Werkchen einen speciellen Auszug zu geben, und will nur mit wenig Worten daraus im Allgemeinen das Wichtigste anführen, in so weit es wirklich ausgeführt ist.

Der Ourcq-Canal ergießt sich dicht neben Paris, zwischen den Thoren Pantin und Billeterie, in ein großes Bassin, von 600 Toisen Länge und 60 Toisen Breite, genannt das Bassin la Billeterie. In der Mitte der schmalen Seite desselben, zunächst der Stadt, liegt in diesem Bassin ein rundes, überwölbtes, steinernes Gebäude, von 4 Meter innerm Durchmesser, und 1 Meter starken Wänden. Der Raum in diesem Gebäude kann durch einige Ventile mit dem Bassin in Verbindung gesetzt, und dadurch mit Wasser angefüllt werden. Von diesem Gebäude geht ein überwölbter Canal aus, genannt der Aqueduc du ceintre, der sich längs der Anhöhe auf der Nordseite von Paris hinzieht. Die 3te Figur, Taf. II., zeigt seinen Durchschnitt. Er ist 1,5 Meter breit, beinahe eben so tief, indem sein Boden mit dem des Bassin la Billeterie in gleicher Höhe liegt: neben ihm befindet sich ein schmales Trottoir, $\frac{1}{2}$ Meter breit, und die Höhe von hier bis zum Schlußsteine des Gewölbes beträgt noch 2,5 Meter. Die Seitenmauern sind etwa 1 Meter stark, und der Schlußstein hat die Länge von 0,4 Meter.

Dieser Canal, der aber in seiner ganzen Ausdehnung noch nicht vollendet ist, soll über 4000 Meter lang werden, und sich bis zur Barrière de Mousseaux erstrecken. Er geht unter Häusern und Gärten und Straßen fort, und kann mit einem kleinen Rahne befahren werden. Das Wasser steht in ihm überall beinahe mit dem Wasser des Bassin la Billeterie im Niveau.

Von hier aus gehen südlich in die niedrigeren Gegenden der Stadt die Gallerien aus, in denen das Wasser, des starken Falles

wegen, nicht mehr offen fließen konnte, und daher in Röhren von Gußeisen geleitet wird. Die erste, und bis jetzt die einzige Gallerie, ist die von St. Laurent, die sich längs der Straße St. Denis hinzieht. Fig. 4. Taf. II. zeigt den Durchschnitt derselben. Sie ist im Lichten 3 Meter breit, 2,5 Meter hoch; in ihr liegen auf hölzernen Böcken vier Leitungen von gußeisernen Röhren, jede im Lichten $\frac{1}{4}$ Meter weit. Außerdem hatte man jetzt in diese Gallerie die Kupfernen Röhren gelegt, worin das brennbare Gas, das man auf dem Mont-Martre bereitete, nach dem Palais Royal und der Straße St. Honoré geführt wurde.

Nach dem ursprünglichen Plane sollte es vier solcher Gallerien geben, und zwar 1) die Gallerie St. Antoine sollte unmittelbar aus dem Bassin la Villette entspringen, und sich neben dem Canal St. Martin bis zur Bastille hinziehen, dann aber auf dem Pont du Jardin du Roi (ehemals: des Plantes) über die Seine gehn, und den botanischen Garten mit Wasser versorgen. 2) Die erwähnte Gallerie St. Laurent, die, wie die beiden folgenden, aus dem Aqueduc du Ceintre entspringt, durchschneidet die Boulevards neben der Porte St. Denis, geht auf den Brücken au Change und St. Michel über die Seine, und versorgt noch die Ecole de Médecine mit Wasser. 3) Die Gallerie des Martyrs beginnt neben der Barrière des Martyrs, und speist die in dem Louvre und in den Tuileries projectirten Fontainen. 4) Die Gallerie de Mousseau beginnt sehr nahe an der Barrière de Mousseau. Ein Arm derselben versorgt eine Fontaine in den Elysäischen Feldern, ein anderer geht auf der Brücke des Tuileries über die Seine, und speist die Fontaine hinter dem Hôtel des Invalides und hinter der Ecole militaire.

Die Gallerien selbst haben indessen nicht die ganze angegebene Ausdehnung; sie zerspalten sich vielmehr, wie es das Locale mit sich bringt, und jede einzelne Röhre wird zuletzt in eine schmale Gallerie geführt, worin jedoch immer noch ein Mensch bequem gehn kann, um jeden Schaden leicht zu entdecken und auszubessern. Diese schmalen Gallerien sind zum Theil die schon früher vorhandenen Abzugsrinnen, oder égouts, worin das Regenwasser und der Schmutz unter der Straße nach der Seine geführt wird.

Das Wasser des Canales kann dabei aber natürlich nicht leiden, indem es in eisernen verschlossenen Röhren fließt. Die letzten kleineren Leitungen geschehen endlich in Röhren, die frei in der Erde liegen. — Zu den Gallerien führen, außer den Haupt-Eingängen, noch Oeffnungen von der Straße aus, die mit durchbrochenen Platten von Gußeisen geschlossen sind, und so die Gallerien mit Luft und Licht versehen. Außerdem befindet sich jedesmal unter einer solchen Oeffnung in der Röhre eine kurze Ansehröhre, mit einem Hahne geschlossen und mit einem Schraubengewinde versehen. Auf dieß Gewinde passen die Ringe, welche an den Zuleitungs-Schläuchen der Feuersprizen befestigt sind; und so kann man in den meisten Theilen der Stadt, bei ausbrechenden Feuersbrünsten, die Herbeischaffung des Wassers ganz entbehren, indem die Spritze unmittelbar mit den Zuleitungs-röhren verbunden wird, und sich selber das Wasser aufpumpt.

Bei der Anordnung dieser Wasserleitungen wünschte Girard mit der höchsten Regelmäßigkeit zu verfahren, doch fast nie genügte das Terrain seinen Forderungen. Er beabsichtigte nämlich, auf dem Markte eines jeden Stadt-Viertels eine Fontaine anzulegen, die durch eine von jenen Haupt-Röhren gespeist würde, die unmittelbar aus dem Aqueduc du Ceintre ausgehn. Unter der Fontaine sollte in einem steinernen Bassin, woraus bequem geschöpft werden konnte, das Wasser sich wieder sammeln, und aufs neue durch kleine Leitungs-Röhren zu allen Theilen und zu allen vorzüglichen Gebäuden des Viertels geführt werden. Zu einer solchen Einrichtung war es indessen erforderlich, daß der Markt ungefähr in der Mitte, und höher lag, als jeder andre Theil des Viertels, und nur einmal hatte Girard Gelegenheit, diese sehr gefällige Idee auszuführen. Dieses war der Fall bei der Fontaine auf der Esplanade des Boulevards von Bondy, und unstreitig ist dieses die schönste Fontaine in Paris.

Ich will jetzt noch die übrigen Wasserleitungen und Wasserhebungs-Maschinen beschreiben, die freilich, nach der gegebenen Uebersicht, nicht so bedeutend in Betreff der Wassermassen sind, die aber dennoch in anderer Hinsicht nicht unerwähnt bleiben dürfen.

Die Wasserleitung von Arcueil entspringt 2 Lieues südöstlich

vom Château d'Arcueil, und hat ihren Namen von demselben erhalten, weil sie hier in einem riesenmäßigen Aquaduct das Thal des Flusses Bièvre durchschneidet. Die Ruinen eines verfallenen Aquaducts dicht daneben, zeigen an, daß man schon viel früher hier eine ähnliche Anlage gemacht hatte; letztere besteht in einer Bogenstellung von etwa 40 Fuß Höhe, worüber eine massive Mauer, mit Ionischen Pilastern geziert, aufgeführt ist. — Der neue Aquaduct wurde im Jahre 1613 von der Königin Catharina von Medicis erbaut, und zwar vorzüglich um das Palais de Luxembourg mit Wasser zu versorgen. Gegenwärtig wird beinahe die ganze Vorstadt St. Germain dadurch gespeist, und die Leitungen erstrecken sich von dem Pont Neuf bis hinter den Jardin des Plantes.

Die Wasserleitung außerhalb der Stadt besteht in ihrer ganzen Länge aus einem gemauerten, überwölbten Gange, von 4 Fuß Breite und 7 Fuß Höhe, in welchem sich ein kleiner Canal, $1\frac{1}{2}$ Fuß breit und 1 Fuß hoch, befindet, worin das Wasser frei fließt. Gewöhnlich beträgt die Wassertiefe in diesem Canale nur einen halben Fuß. Fig. 5. Taf. II. zeigt den Durchschnitt dieser Gallerie. Sie geht überall wenigstens einige Fuß unter dem Boden fort, so daß darüber die Aecker gepflügt werden können. Nur bei dem Flusse Bièvre wird sie frei. Sie zieht sich etwa eine halbe Lieue längs dem östlichen Ufer dieses Flusses hin, und durchschneidet dann senkrecht das Thal auf dem imposanten Aquaduct an der schmalsten Stelle des Thales. Gauthey hat in seinem *Traité sur la construction des ponts* eine Abbildung dieses Werkes gegeben. Es ist 1850 Fuß lang, in der Mitte 74 Fuß hoch, und enthält 20 Arcaden. Von dem andern Ufer geht die Wasserleitung in gerader Richtung, und gleichfalls in einem Canale unter der Erde fort, bis nach Paris.

Die Wasserleitungen von Romainville und Belleville sind in jeder Hinsicht unbedeutend: sie speisen einige Fontainen in der Gegend des Hôpital St. Louis, und erstrecken sich nicht über die Boulevards.

Die Wasserhebungs-Maschine am Pont Notre Dame hat noch dieselbe Einrichtung, wie sie von Bélidor beschrieben ist;

ihre Leitungen erstrecken sich im Norden der Seine nach allen Richtungen bis an die Boulevards, und im Süden bis zum Jardin des Plantes und bis zum Hôtel des Invalides. Sie hat indessen, nach Girards Angabe, einen sehr unregelmäßigen Gang, und leistet oft, ohne besondere Veranlassung, nur den dritten, oder den vierten Theil von dem, was die obere Angabe besagt.

Die Dampfmaschine Chaillet besteht aus zwei von einander getrennten Dampfmaschinen, die in einen gemeinschaftlichen Windkessel das Wasser stoßen, und es von da aus in die Höhe treiben. Es ist jedesmal nur eine von beiden Maschinen im Gange; eine jede soll die Kraft von achtzig Pferden haben. Sie sind von einer alten, höchst mangelhaften Einrichtung, und überdieß haben sie durch den langen Gebrauch, und namentlich, da ihr Gang lärmend und erschütternd ist, viel gelitten. Es sind nur Maschinen von einfacher Wirkung, und der Druck des Dampfes beträgt kaum ein Drittheil Atmosphäre. Die Kolbenstange des Dampf-Cylinders hängt mit drei starken Ketten auf einem Kreisbogen am Ende des Balancier, an dessen anderem Ende auf dieselbe Art die Kolbenstange der Pumpe hängt. Der Druck des Dampfes in Verbindung mit der Condensation, drücken nur die Kolbenstange des Dampf-Cylinders herab, und heben dadurch die Pumpenstange: nachdem die Kraft des Dampfes zu wirken aufgehört hat, bringen aber schwere Gewichte, die an die Pumpenstange befestigt sind, den Balancier wieder in seine ursprüngliche Lage. Der Balancier, so wie beide Bögen, bestehen nur aus Holz: ersterer ist 6 Fuß hoch, $2\frac{1}{2}$ Fuß breit, und ist aus sechs sehr starken eichenen Balken zusammengesetzt. Die Pumpe ist zugleich Saug- und Druckpumpe, und es wird beim Aufgehen des Kolbens zugleich Wasser aus der Seine aufgesogen, und das darüber befindliche in den Windkessel getrieben. Die Pumpe hat 2 Fuß im lichten Durchmesser; die Höhe des Hubes beträgt 7 Fuß, und alle 6 Secunden geschieht etwa ein Hub. — Vor dem Gebäude der Dampfmaschine befindet sich ein Reservoir, das unter der Straße durch eine Leitung mit der Seine in Verbindung steht, und aus welchem das Wasser gehoben wird. Aus der Pumpe fließt es in den cylindrischen Windkessel, der etwa 6 Fuß weit und 20 Fuß hoch

ist: er besteht aus mehreren niedrigen Cylindern aus Gußeisen, und ist oben mit einer Halbkugel geschlossen. Jedesmal, wenn die Kolbenstange durch die Wirkung des Dampfes und der Condensation gesenkt, und die Pumpenstange gehoben wurde, geschah dieses mit einer zunehmenden starken Geschwindigkeit, und wenn dann plötzlich die ganze bewegte Masse angehalten wurde, erfolgte ein überaus heftiger Stoß. Auf der Pumpenstange hingen zehn cylindrische Gewichte aus Gußeisen, jedes 18 Zoll breit und 6 Zoll hoch: diese erhielten bei der Bewegung eine solche Schnelligkeit, daß sie jetzt, als die Pumpenstange plötzlich stille stand, etwa einen halben Zoll hoch in die Höhe sprangen, und beim Herabfallen einen zweiten, beinahe eben so heftigen Stoß verursachten. Der Windkessel machte dabei sehr merkliche Schwankungen, die ich am obern Ende auf einen halben Zoll schätzte. Zu gleicher Zeit spritzte beim Aufgehn des Kolbens, während das Wasser in den Windkessel getrieben wurde, dasselbe durch die Fugen der Röhren und des Windkessels in feinen, aber heftigen Strahlen aus.

Hinter dem Gebäude der Dampfmaschine hebt sich das Terrain ziemlich steil, und in demselben liegen die eisernen Leitungs-Röhren, worin das Wasser auf die Anhöhe gehoben wird. Die Höhe, bis zu welcher es über den mittleren Spiegel der Seine steigt, beträgt 32 Meter. Es fällt oben aus einem einfachen steinernen Monumente in zwei Reservoirs, und aus diesen kann es wieder in zwei andere, wenig tiefer liegende abgelassen werden. Jedes Reservoir hält 9000 Muids, oder 80,000 Rheinländische Cubikfuß. Die beiden ersten Reservoirs dienen vorzüglich nur dazu, dem Wasser Gelegenheit zu geben, daß es die erdartigen Theile fallen lassen kann, und so zum Genuße brauchbarer wird. Die Leitungen von hier gehn unter den Glysäischen Feldern in nördlicher Richtung fort, wenden sich aber bald östlich, und ein Arm verfolgt die Boulevards in ihrer ganzen Ausdehnung bis zur Place de la Bastille, während der andre zwischen dem Palais Royal und den Tuilerien mit der Seine parallel läuft, und auf dem Plage St. Jean endigt.

Bei der Dampfmaschine Chaillot und der damit verbundenen Wasserleitung verdient noch erwähnt zu werden, wie man das ge-

gehobene Wasser bei seinem Ausfluß in die Reservoirs noch als bewegende Kraft zu benutzen versucht hatte: es war hier nämlich eine Art von unterschlächtigem Wasserrade angelegt, das 4 Fuß hoch und 12 Fuß lang war, und das ein Hammerwerk treiben sollte. Man fand indessen, daß der Effect dieser Maschine ganz unbedeutend war, und man hatte sie deshalb bereits wieder entfernt. Von wirklichem Nutzen konnte diese Anordnung offenbar auch nicht sein, da der Effect der obern Wassermühle allein davon herrührte, daß das Wasser durch die Dampfmaschine höher gehoben wurde, als es das Bedürfniß der Wasserleitung erforderte. Aber die Kraft, welche nöthig war, um das Wasser zwei Fuß höher zu treiben, übersteigt natürlich diejenige Kraft, die das Wasser beim Herabfallen von eben dieser Höhe einem Mühlenrade ertheilt; und wenn das Hammerwerk nicht entbehrt werden konnte, so war es ohne Zweifel viel vortheilhafter, es unmittelbar durch die Dampfmaschine treiben zu lassen, und dagegen die Steigeröhre zu verkürzen.

Die Dampfmaschine Gros Caillou auf der andern Seite der Seine, der Chaillotschen gegenüber, ist viel kleiner, und hat nur die Kraft von 24 Pferden. Sie ist im Wesentlichen jener gleich, nur daß die Regulirung der Ventile auf eine etwas abweichende Art geschieht, und daß das Wasser durch eine Zuleitungsröhre in der Mitte der Seine selbst geschöpft wird. Das Wichtigste bei dieser Anlage ist der Umstand, daß die Umgebungen dieser Maschine überall so flach sind, daß die Anlage von hoch gelegenen Reservoirs auf die gewöhnliche Art nicht möglich war. Man hat diesem Mangel dadurch abgeholfen, daß man über dem Gebäude, in welchem die Maschine befindlich ist, einen Thurm aufgeführt hat, in welchem das Wasser etwa 100 Fuß über den natürlichen Boden steigt. Oben befindet sich das mit Blei ausgelegte Reservoir, 12 Fuß breit, 15 Fuß lang und 4 Fuß tief. Von demselben fließt das Wasser durch mehrere Siebe in ein kleineres Bassin, das mit der eisernen Fallröhre und mit den weiteren Leitungen in Verbindung steht. Von hier wird vorzüglich die Ecole militaire, das Hôtel des Invalides und einige Fontainen in dem Faubourg St. Germain gespeist.

Die bisher erwähnten Anlagen stehen mit wirklichen Wasserleitungen in Verbindung: außerdem giebt es aber noch einige Pumpen und andere Schöpfmaschinen, durch welche das Wasser der Seine gehoben, aber nicht in Röhren geleitet, sondern nur durch Menschen fortgetragen, und durch Wagen verfahren wird. Am interessantesten unter diesen ist das Etablissement des eaux clarifiées et dépurées de la Seine auf dem Quai des Célestins. Eine kleine Dampfmaschine hebt das Wasser aus der Seine, und gießt es in den Filtrir-Apparat, wo es vollkommen klar und von ziemlich reinem Geschmacke wieder herausläuft, und dann eimerweise verkauft wird.

Endlich wird das Wasser noch häufig unmittelbar aus der Seine geschöpft und in der Stadt herumgetragen. Dieses giebt einen auffallenden Beweis, daß die Leitungen noch lange nicht die Ausdehnung erhalten haben, die man ihnen zu geben beabsichtigte. Vorzüglich möchte die Ursache davon wol darin zu suchen sein, daß der Durcq-Canal nicht vollendet ist, und daß das Wasser desselben vorzüglich zur Speisung des Canales St. Denis benutzt wird. Es steht überdieß zu fürchten, daß nach Vollendung des Canales St. Martin das schöne Wasser des Durcq-Flusses gar nicht mehr zum häuslichen Bedürfnisse der Einwohner wird benutzt werden können: und es scheint auch, daß aus diesem Grunde die Vollendung der angefangenen Gallerien und sonstigen Leitungen unterbleibt.

Der Durcq = Canal.

Der Durcq = Canal gehört in gewisser Hinsicht zu den interessantesten Werken der Wasserbaukunst, die je ausgeführt wurden. Da man in ihm eine bestimmte Geschwindigkeit hervorbringen wollte, so war eine tiefe Einsicht in die Geseze nothwendig, nach denen sich das Wasser bewegt. Girard stellte zu diesem Zwecke mehrere rein speculative Untersuchungen an, und kam zu auffallenden Resultaten, die er auch wirklich bei der Anlage des Canales benutzte. Nach vielfältigen Unterbrechungen, und nachdem jetzt endlich der frühere Zweck durch einen andern beinahe gänzlich verdrängt ist, ist der Canal auch noch immer nicht vollendet, zeigt überdies in dem ausgeführten Theile manche sehr bedeutende Unregelmäßigkeiten, und gewährt daher keinen besonders erfreulichen Anblick. Man bezweckt durch ihn vorzugsweise die Leitung von trinkbarem Wasser nach Paris, und die Füllung des geräumigen Bassins la Villette, vor den Barrièren la Villette und Pantin; die Schifffahrt sollte dabei zwar auch berücksichtigt, und namentlich der Canal durch den Durcq = Fluß bis nach Soissons an der Aisne geleitet werden, um auf diese Art mit dem Canale von St. Quentin in Verbindung zu stehen: es wurden indessen die sämmtlichen Anordnungen nur nach Maßgabe des ersten Umstandes getroffen. Gegenwärtig wird bei weitem der größte Theil des herbeigeführten Wassers zur Speisung des Canales St. Denis benutzt, und es scheint, daß nach Vollendung des Canales St. Martin, dessen Consumption wol ohne Vergleich noch viel größer ausfallen dürfte, zur Versorgung der Fontainen in Paris gar kein Wasser mehr übrig bleiben möchte.

Die Wassermenge des Durcq = Flusses nahm Girard zur Zeit der größten Dürre gleich 13,500 Pouce an, und in der Voraussetzung, daß eine Geschwindigkeit von 0,35 Meter in einer Secunde nöthig sei, um theils das Wasser frisch zu erhalten, und

theils die Ufer vor Ausschälungen zu sichern, wurde das Profil so bestimmt, daß die obere Breite des Wasserspiegels 8 Meter, die untere $3\frac{1}{2}$ Meter, und die Höhe $1\frac{1}{2}$ Meter betragen sollte. Die Schwierigkeit war nun diese, Vorkehrungen zu treffen, daß das Wasser überall die festgesetzte Höhe, und demnach die angegebene Geschwindigkeit wirklich erreichte, ohne sie zu übersteigen. Girard glaubte das Mittel dazu in der Vertheilung des Gefälles gefunden zu haben. Dieses Gefälle betrug im Allgemeinen ein Zehntausendtheil der Länge, und es wurde nach der (im ersten Aufsatze erwähnten) Theorie der Kettenlinie so vertheilt, daß es am oberen Theile des Canales zwanzig mal größer war, als neben Paris*). Als ich den Canal sah (im April 1823), wurde er allein durch die Beuvrone neben Claye gespeist: oberhalb war er durchdämmt, indem an seiner Aufräumung sehr stark gearbeitet wurde. Dieser unbedeutende Zufluß brachte eine Geschwindigkeit von nur $1\frac{1}{2}$ Zoll hervor. Dabei stellte sich natürlich der Wasserspiegel beinahe horizontal, und, um eine gar zu tiefe Senkung desselben im oberen Theile zu verhüten, wodurch die schiffbare Tiefe gänzlich verschwunden wäre, sah man sich genöthigt, den Canal in viele kurze Strecken abzutheilen, die durch Dammbalken von einander getrennt sind.

Anfangs ist der Durcq-Canal zwischen Deichen eingeschlossen und über dem natürlichen Terrain erhoben; er verursacht dadurch sehr bedeutende Versumpfungen in den neben liegenden Ländereien, wobei er auch einen merklichen Theil seiner Wassermenge zu verlieren scheint. — Indem er fortwährend in langen, geraden Linien fortläuft, tritt er hinter Bondy in eine bedeutende Anhöhe, die im Bois de Bondy sich sogar bis 40 Fuß über seinen Wasserspiegel erhebt. Die Wahl dieser Stelle wurde von den übrigen

*) Eine Commission, bestehend aus mehreren namhaften Mitgliedern, sollte das Project prüfen, und sie meinte: der Abhang mußte im Gegentheile unten stärker sein, als oben, indem das Wasser vom langen Laufe ermüdet würde. Vergl. Rapport d'une Commission spéciale d'Ingénieurs sur la situation des travaux du Canal de l'Ourcq. Paris. 1819.

Jungenieuren sehr hart getabelt, und sie behaupteten, daß durch einen unbedeutenden Umweg nordwärts gegen 700,000 Francs an Gräber = Lohn erspart werden könnten. Dieser Umstand war freilich wichtig genug, um berücksichtigt zu werden, und eine Abänderung des Projectes zu veranlassen; allein um das Unpassende des gewählten Zuges ganz einzusehen, fand sich erst späterhin eine Gelegenheit. Es besteht hier nämlich der Boden aus einem sehr weichen Kalkmergel, der beständig vom Wasser durchzogen ist, und daher eine breiartige Masse bildet, die jede große Vertiefung ausfüllt. Anfangs ging man in diesem Boden mit einer einfüßigen Böschung bis in die Tiefe von 40 Fuß herab; allein schon Girard verwandelte sie nach kurzer Zeit in eine $1\frac{1}{2}$ füßige, und so wird sie auch in dem *Devis général du Canal de l'Ouroq* angegeben. Die im Jahre 1816 ernannte Commission bestimmte darauf eine dreifüßige Böschung, und außerdem die Anlage von mehreren Banketen, in dem senkrechten Abstände von 3 Meter. Doch auch dieses verminderte noch nicht hinreichend den Druck der hohen Ufer: sehr häufig hatten sie sich oben gesenkt, und unten sehr starke Ausbauchungen erzeugt, und dabei sogar die hölzernen Einfassungen des Canales (die aus demselben Grunde hier nöthig wurden) so dicht zusammen geschoben, daß kein Schiff mehr hindurch kommen konnte. Gegenwärtig legte man in einem senkrechten Abstände von 2 Meter übereinander Bankete von 2 Meter Breite an, und der Abhang dazwischen erhielt überdieß noch eine 4füßige Böschung, und wurde außerdem, um ihm eine möglichst große Festigkeit zu geben, sorgfältig mit Strauch bepflanzt.

Etwa eine halbe Meile vor dem Eintritte der Bewirone senkt sich das Terrain wieder, und geht in Torfboden über, der sich etwa 5 Fuß über den Wasserstand des Canales erhebt. Die Böschung ist hier nur 1füßig: eine hohe Grasnarbe bedeckt sie, aber es befinden sich darin tiefe Rinnen und Löcher, welche das Wiesen = Wasser ausgespült hat. Die Dreidelwege hören ganz auf, wenigstens sind sie für Pferde durchaus unhaltbar, und selbst Menschen können an einigen Stellen kaum von diesem nachgebenden Boden getragen werden. Man hatte versucht, in dieser Hinsicht,

Steine aufzubringen, allein sie waren in Kurzem versunken; dagegen fing man jetzt an, durch ein anderes, sehr sinnreiches Mittel bequeme Wege für Menschen neben dem Canale darzustellen. Dieses ist Folgendes: die Ufer der Beuvrone, längs denen sich der Canal auf eine große Strecke hinzieht, bestehen aus einem festen Kalksteine, und sind meist sehr steil. In und auf ihnen, unmittelbar neben dem Flusse, sind Kalköfen angelegt, die wegen ihrer günstigen Lage einen bedeutenden Betrieb haben: der Canal giebt dabei nicht nur Gelegenheit, den gebrannten Kalk zu verführen, sondern auf ihm kann auch mit Leichtigkeit das Brennmaterial, der Torf, von eben jenen Wiesen herbeigeschafft werden. Beim Brennen des Kalkes entsteht nun, außer dem eigentlichen lebendigen Kalk, noch ein anderes Product, welches einige Ähnlichkeit hat mit dem unter dem Namen Cendre de Tournay bekannten Cemente: es springen nämlich während des Brandes kleine Kalkbrocken von den Steinen ab, die sich in der Torfasche unter dem Koste sammeln. Diese Asche ist nun das Material, welches man in ganzen Schiffsladungen nach dem Torfbruche verführt, und zwar auf denselben Fahrzeugen die wieder den Torf nach dem Ofen bringen.

Man beschüttete zuerst die Treidelwege mit einer dünnen Lage sehr kleiner Steine, und darüber kommt diese Asche: der feine Kalk hat zum Theil schon aus der Luft Feuchtigkeit angezogen, zum Theil saugt er sie jetzt aus dem Torfe ein, oder erhält sie durch Regen, und so entsteht zwischen jenen Steinen ein sehr bindender Wassermörtel, der eine feste und dabei überaus leichte Decke auf den Treidelwegen erzeugt. Man geht mit dieser Anlage immer weiter, doch nur so weit, als es der Betrieb jener Ofen gerade erlaubt. Große Kosten darauf zu verwenden, wäre auch in der That überflüssig, da die einzigen Schiffe, die hier fahren, eben jene Kalk- und Torfschiffe sind. Eine regelmäßige Schifffahrt besteht überhaupt nicht auf dem Canale; ich begegnete in Allem nur fünf Schiffen: drei derselben gehörten zu diesen Kalköfen, und zwei zu der Poudrettefabrik im Bois de Bondy.

Diese Poudrettefabrik verdient mit wenigen Worten einer Erwähnung, um so mehr, da in Paris selbst ihre Existenz beinahe

ganz unbekannt ist. Es war mir höchst überraschend, eine Anlage dieser Art neben demjenigen Canale zu finden, der Paris mit trinkbarem Wasser versorgen soll. Schon der Transport, sowohl des rohen Materials, als des fertigen Fabrikats von und nach Paris, auf diesem Wasser, scheint unpassend: aber noch unpassender ist es gewiß, daß man einen Arm des Canales zwischen die Kothgruben der Fabrik geführt hat. Sie sind von ihm nur getrennt durch etwa 10 Fuß starke Mauern von geschnittenen Kalksteinen: auf diesen Mauern stehen leichte Krähne, mit denen man die Fässer aus dem Schiffe heben, und sie auf der andern Seite leeren kann.

Die Wasserleitungen und Brücken des Durcq = Canales zeichnen sich durch eine sehr saubere und tüchtige Ausführung ganz vorzüglich aus. Die kleinen Bäche werden in Röhren von Gußeisen, oder in überwölbten Canälen unter dem Boden durchgeführt. Durch eine solche 5 Fuß breite überwölbte Oeffnung wird auch bei hohem Wasser die Beuvrone unter dem Canale abgeleitet. Durch ein steinernes Wehr wird sie bis zur Höhe des Wasserstandes im Canale aufgestaut. In diesem Wehr befinden sich zwei gegenüberstehende Dammsalzen, in denen Dammbalken die Sperrung bewirken. Letztere schließen so dicht, daß bei dem Drucke von 8 Fuß doch nur äußerst wenig Wasser durchdrang, welches das mit Steinen regelmäßig ausgelegte Bett gar nicht einmal benetzte.

Der Canal St. Denis.

Dicht unterhalb Paris bildet die Seine eine starke Serpentine, welche nicht nur den Weg, den die Schiffe zurücklegen müssen, sehr bedeutend verlängert, sondern überdieß auch durch heftige Strömungen und Untiefen die Schifffahrt außerordentlich erschwert. Auf dem höchsten Rücken der Anhöhe, um welche die Seine hier fließt, ist der Durcq = Canal angelegt, und sobald man sich überzeugt hatte, daß seine Wassermenge bedeutend genug sei, um zwei Canäle zu speisen, so war es leicht, einen kurzen und gefahrlosen Weg einzurichten, auf welchem man diese Serpentine ganz umgehen konnte. Schon bei der Anlage des Durcq = Canales hatte man daran gedacht, denselben durch einen Canal im Innern von Paris, nämlich den Canal St. Martin, mit der Seine in Verbindung zu setzen; allein noch früher, als dieses zur Ausführung kam, wurde die andere Verbindung zwischen dem Durcq = Canale und der Seine unterhalb jener Serpentine, unweit St. Denis, bewirkt. Dieses ist der Canal St. Denis, der nach Vollendung des Canales St. Martin einen schiffbaren Durchstich jener Serpentine bilden wird.

Daß eine solche Anlage von großem Vortheile für die Stadt sein mußte, war nicht zu bezweifeln. Der Weg, den die Schiffe von St. Denis bis nach Paris zurücklegen müssen, hat die Ausdehnung von $8\frac{1}{2}$ Lieues, wogegen die beiden Canäle zusammen nur 2 Lieues lang sind. Der Weg auf der Seine wird beim Auffahren von den gewöhnlichen Schiffen in 3 Tagen, und mit Kosten von 380 Francs zurückgelegt, wovon der größte Theil auf die Pferde kommt, die beim Treideln gebraucht werden. Die Herabfahrt geschieht in $1\frac{1}{2}$ Tagen, und für 88 Francs. Auf den Canälen kann man dagegen, sowohl auf als ab, jedesmal, in einem Tage die Reise zurücklegen, und zwar für 111 bis 62 Francs, je nachdem das Schiff beladen, oder leer ist, und demnach mehr oder weniger Menschen es ziehen müssen. Die

Erspahrung bei jedem einzelnen Schiffe, das auf- und abfährt, beträgt also 205 Francs, und $2\frac{1}{2}$ Tage an Zeit. Bei der Annahme, daß 1200 Schiffe jährlich die Fahrt machen, geht eine Ersparung von 350,000 Francs hervor, die auf den Preis der Lebensmittel in Paris schon einigen Einfluß haben muß.

In Hinsicht auf die zweckmäßige Anlage der Canäle St. Denis und St. Martin kann man wol die Bemerkung machen, daß der Theilungspunkt höher liegt, als die Beschaffenheit des Terrains es erforderte: wäre man etwas weiter östlich gegangen, so hätte man auf jeder Seite eine Schleuse erspart, und dadurch auch eine größere Wassermasse dem Canale zuwenden können. In- dessen will ich dieß keineswegs als einen Tadel anführen: bei so verschiedenartigen Zwecken, an die man beim Beginne der Arbeiten zum Theil noch gar nicht dachte, kann unmöglich ein jeder derselben auf das Vollkommenste erreicht werden.

Die Arbeiten des Canales St. Denis wurden im Jahre 1818, unter der Oberaufsicht des Ingenieurs de Billiers, in Entreprise gegeben: sie sind gegenwärtig ganz vollendet, und der Canal wird von sehr vielen Schiffen befahren, obgleich noch die obere Verbindung zwischen der Seine und dem Bassin la Villette fehlt, die gewiß noch ohne Vergleich viel mehrere Fahrzeuge ihm zuführen wird.

Das Profil des Canales mußte weit größer, als das des Durcq-Canales sein, damit die großen Seine-Schiffe bequem darauf fahren konnten. Die Breite am Boden ward festgesetzt auf 12,2 Meter, der Wasserstand 2 Meter, die Böschung $1\frac{1}{2}$ füßig, also die Breite in der Oberfläche 18,2 Meter, und die Treidelwege sollten sich noch 0,6 Meter erheben. Doch hat man oft auf einzelnen Strecken eine geringere Breite gewählt, wo sich dann zwei größere Schiffe nicht vorbeifahren können. Die Weite der Schleusen und Brücken beträgt überall 7,8 Meter, und die Länge der Schleusenammern 38 Meter: dieß sind dieselben Dimensionen, welche auch die Schleusen in der Aube und der oberen Seine haben.

Der ganze Fall des Canales aus dem Bassin la Villette bis zum mittleren Stande der Seine bei St. Denis beträgt

28, 4 Meter: er ist auf 12 Schleusen vertheilt, die 2, 3 bis 2, 5 Meter Fall haben.

Der Canal geht nicht unmittelbar aus dem Bassin la Villette neben Paris aus, sondern er folgt auf eine kurze Strecke dem Canal de l'Ourcq aufwärts, der deshalb noch erweitert werden mußte, und wendet sich dann erst nördlich nach St. Denis. Der Grund davon lag wol hauptsächlich in der Beschaffenheit des Terrains, worin die Flandrische Straße angelegt ist. Damit nämlich diese höchst lebhafteste Straße nie gesperrt werden durfte, war die Anlage einer gewölbten Brücke erforderlich, die jedoch so hoch sein mußte, daß noch beladene Schiffe bequem darunter wegfahren konnten. Wollte man nun tiefe und lange Ausgrabungen des Canales, und zugleich bedeutende Ausfüllungen der Straße vermeiden, so mußte die Brücke an eine Stelle kommen, wo an ihrer westlichen Seite sich ein starker Abhang befindet. In diesem Falle werden an der östlichen Seite eine oder zwei Schleusen angelegt, worin der Canal sich senkt, und das Unterwasser beginnt unmittelbar vor der Brücke. Auf eine ähnliche Art ist auch wieder der Canal durch die steinerne Brücke auf der Straße nach St. Denis, und durch die zwischen St. Denis und St. Duen durchgeführt.

In dieser ganzen Strecke war der Canal (so viel es sich ohne wirkliche Messungen beurtheilen ließ) in einem sehr passenden Zuge geleitet, und dabei noch immer ziemlich hoch erhalten worden. Hinter der letzten Brücke erfolgt dagegen eine sehr starke Senkung, und er fällt in einer gekuppelten Schleuse 5 Meter tief auf eine Wiese neben der Seine. Von hier ab fehlte auf der westlichen Seite das hohe Ufer, und um dasselbe zu ersetzen, mußte ein Deich aufgeschüttet werden. Auch auf der östlichen Seite war eine ähnliche Anlage nöthig, um das Eintreten des Baches Trou zu verhüten. — Die letzte Schleuse, durch welche der Canal endlich in die Seine tritt, ist wieder eine gekuppelte, doch betrug bei dem hohen Wasserstande der Fall nur etwa 3 Meter. Die Einfassung des Canales geht noch weiterhin zu beiden Seiten fort, und sie ist an der östlichen Seite wol 20 Fuß über den Stand der Seine erhoben, um das Eintreten des unreinen Wassers des Trou bei dessen An-

schwellungen zu verhüten. An der westlichen Seite dagegen, ist es nur ein niedriger Damm, der den Canal in die Seine leitet, und zwar so, daß seine Verlängerung in der unmittelbar darauf folgenden schwachen Serpentine die Mitte des Stromes trifft. Bei hohem Wasser tritt die Seine in den unteren Theil des Canales ein, und zwar durch die letzte Schleuse hindurch bis an die vorletzte gekuppelte Schleuse.

Unter den bei diesem Canale ausgeführten Werken und gewählten Constructions, bemerke ich zuerst eine Art von Steinbedeckung, die man in Frankreich ziemlich häufig anzuwenden pflegt. Wo nämlich die Erd-Böschung sich gegen Brücken oder Schleusenmauern anschließen soll, und es zweckmäßig wird, sie möglichst steil aufzuführen, da läßt man sie in eine geneigte Steinfütterung (*perré incliné*) übergehen, d. h. man legt breite Steine, in möglichst gutem Verbande, jedoch ohne Mörtel, flach über einander, so daß sie rückwärts auf der angestampften Erde aufliegen. Die Böschung einer solchen Steinfütterung ist $1\frac{1}{2}$ füßig bis 1 füßig; soll sie noch steiler werden, so werden behauene Steine angewandt, die mit weit vortretenden Verzahnungen in die eben beschriebenen rohen Steine eingreifen, die aber gleichfalls nur auf der sehr sorgfältig angestampften Erde aufliegen. Eine Hintermauerung erhalten sie, sobald sie sich dem lothrechten Stande nähern. — Sehr häufig geht die senkrechte Schleusenmauer durch eine solche schräge Steinfütterung in die Erdböschung über, ohne einen plötzlichen Uebergang zu zeigen. Dieß bietet einen angenehmen Anblick dar, und ist, wie mich dünkt, bei dem festen Boden keineswegs nachtheilig, auch wol nicht viel kostbarer, als wenn man die Flügelwände der Schleuse bis an die Erdböschung hätte fortführen müssen.

Die Schleusen in diesem Canale sind, wie gewöhnlich in Frankreich, sehr leicht construirt: bei dem festen Boden konnte man den Krost süglich entbehren; ein umgekehrtes flaches Gewölbe aus roh behauenen Kalksteinen, wo einige Gurte regelmäßig geschnittener Steine durchgehn, bildet den Boden der Kammer; die Wände sind gleichfalls nur aus roh behauenen Steinen aufgeführt, mit 2 bis 3 Reihen Werkstücken, in welchen sich die Schiffsringe befinden, und nur die Häupter sind

ganz aus geschnittenen Steinen erbaut. Der Fallboden bildet ein horizontales Gewölbe, das sich gegen die beiden Kammerwände lehnt: der Abfall ist senkrecht. Die Schlagschwellen sind hölzerne Balken, die man gegen die steinernen Drempe gebozt hat. Das Füllen und Leeren der Kammern geschieht nur durch die Schützen in den Thoren. — Die Thore haben in ihrer Construction manches Eigenthümliche: die Strebe, vom unteren Zapfen nach der gegenüberstehenden Ecke ausgehend, ist doppelt, und auf beiden Seiten in die Riegel eingelassen, so daß die Thore an beiden Flächen bündig sind. Beide Streben sind mit einander vielfach verbolzt, was wegen des keilartigen Zuschnittes eine sehr feste Verbindung mit den Riegeln hervorbringt. Außerdem geht von dem oberen Zapfen nach der gegenüberstehenden Ecke ein eisernes Band herab; das gewiß für die niedrigen Oberthore sehr zweckmäßig ist. — Der Drehpfosten ruht mit einer Pfanne auf einem Zapfen: oben ist ein eiserner Blattzapfen in ihn eingelassen, der über dem Halsbande noch durch ein starkes eisernes Band mit dem Rahmen des Thores verbunden ist. Das Halsband wird durch zwei Anker gehalten, die in die obere Lage der Steinplatten sehr tief eingelassen sind: der Raum darüber ist mit Holz ausgefüllert. Das Oeffnen der Schützen geschieht durch ein Getriebe, das in eine gezahnte Stange greift. Zum Oeffnen der Thore ist ein eiserner Cylinder in der Mauer befestigt; auf ihn ist ein zweiter hohler Cylinder aufgesteckt, der gleichfalls aus Gußeisen besteht: um den letzteren windet sich das Tau, und er wird durch zwei durchgesteckte Kreuzarme auf dem ersten gedreht. Die Stange zum Schließen des Thores liegt nur auf einem losen hölzernen Klotze, der hin und her rollt, und oft in die gehörige Lage geschoben werden muß. Es verdienen bei den Schleusen auch noch erwähnt zu werden, die sehr saubern schmalen Brückchen auf den Thoren, die ganz aus Schmiedeeisen bestehen, und mit einigen Bohlen bedeckt sind.

Unter den Brücken erwähne ich zuerst die drei gemauerten; sie sind von sehr verschiedener Breite: die in der Flandrischen Straße ist 65 Fuß, die zweite in der Straße nach St. Denis nur 40, und die dritte nur 24 Fuß breit. Die Breite des Canales unter den Brücken beträgt 7, 8 Meter; die Fundamente

der Brückenpfeiler bilden zu beiden Seiten die $1\frac{1}{2}$ Meter breiten Treidelwege, die ohne Böschung aufgeführt sind. Das Gewölbe ist halbkreisförmig; der Mittelpunkt liegt in der Höhe der Treidelwege, und der Radius der inneren Oeffnung mißt 5,4 Meter: die Länge des Schlußsteines beträgt 1 Meter. Das Gewölbe ist aus roh behauenen Kalksteinen aufgeführt, nur gehen in der Länge der Brücken einige Bögen behauener Steine durch, die mit den Verzahnungen in das andere unregelmäßige Mauerwerk eingreifen: in der ersten Brücke giebt es sieben solcher Bögen, in der zweiten sechs und in der dritten vier.

Die Zugbrücken, welche über den Schleusen erbaut sind, werden auf die gewöhnliche Art mittelst zweier Zug-Gatter geöffnet, und überdieß ruht die eine Klappe, um nicht zu tief herabsinken zu können, auf zweien Streben, die sich beim Oeffnen der Brücke aufrecht stellen. Das Wichtigste dabei wäre die vorzüglich schöne und sorgfältige Ausführung aller eisernen Zapfen und Ketten und Beschlüge, welche man an diesen Brücken angebracht hat. — Eine kleine Drehbrücke ohnweit des Bassins la Billette, und noch auf dem Durq-Canale befindlich, (vor dem Austritte des Canales St. Denis) zeichnet sich gleichfalls durch eine vorzüglich schöne Ausführung aus: das Oeffnen derselben geschieht, indem an der Klappe ein großer gezahnter Quadrant befestigt ist, in welchen ein Getriebe eingreift, das man mittelst einer kleinen Erdwinde bewegen kann.

Unter den übrigen, zum Canale gehörigen Anlagen, verdient noch ein sehr bequemer Krahn erwähnt zu werden, der auf der Einfassung des Bassins la Billette erbaut ist, und den die 1te Figur, Taf. II. darstellt. Ein starker, nicht ganz gerader Eichenstamm, etwa 22 Fuß lang, bildet den Drehpfosten a; er steht mit einer Pfanne an doppeltem Blattzapfen auf einem Zapfen auf, der 10 Fuß unter der Kaimauer befestigt ist. Da, wo der Pfosten die Oberfläche des Kais erreicht, ist er mit einem breiten eisernen Ringe umgeben, und ein ähnlicher größerer Ring ist in die Deckplatten der Mauer eingelassen: zwischen beiden liegt ein Ring, der zwölf massive Frictionsrollen von 2 Zoll Durchmesser und 1 Zoll Höhe trägt, und der ein sehr leichtes Drehen oder Schwingen des

Krahnes erlaubt (vergleiche Figur *C*). Der Ausleger wird gebildet indem zwei verholzte Zangen *b* jenen Pfahl umfassen, und überdieß durch eine Strebe *c* gehalten werden: oben sind sie mit einem Ansätze *d* versehen, der die äußere Rolle trägt. — An dem ersten Pfahle sind zwei starke massive, gleichseitige Triangel von Gußeisen angeschroben, in deren drei Ecken sich die Axen der Getriebe und Räder befinden; *h* ist das Rad, um dessen Welle sich das Tau windet, diese Welle besteht aus Gußeisen, ist 18 Zoll lang, und hält 11 Zoll im Durchmesser: sie ist mit einer schraubenförmigen Nille versehen, in welcher sich das Tau ganz regelmäßig aufwindet (vergl. Figur *B*). — Das Rad selbst hält 3 Fuß im Durchmesser: es greift in zwei Getriebe, *e* und *g*, ein; an *e* sind zwei Kurbeln befestigt, mittelst derer man die Waare hebt. Das Getriebe *g* ist dagegen an der entgegengesetzten Seite mit einem Bremsrade verbunden, gleichfalls von Gußeisen, und auch etwa von 3 Fuß im Durchmesser: Fig. *A* zeigt es in einem etwas größeren Maßstabe. Man sieht daraus, wie durch Niederdrücken des Hebels *a* die beiden hölzernen Futter durch die eisernen Schienen an das Rad angeedrückt werden. Soll also die gehobene Waare herabgelassen werden, so ergreift der Arbeiter diesen Hebel, und durch ein stärkeres oder schwächeres Herabdrücken desselben ist er im Stande, die Bewegung beliebig aufzuhalten.

An der Spitze des Auslegers (etwa 15 Fuß im horizontalen Abstände vom Drehpfosten, und eben so weit über dem Kai erhoben) befindet sich die Hauptrolle von Gußeisen, 2 Fuß im Durchmesser und 2 Zoll in ihren Axen stark; mehrere kleinere, hölzerne Rollen verhüten, daß das Tau nicht auf der Strebe schleifen kann. — Endlich ist der Krahne noch mit einem leichten Wetterdache von getheerter Leinwand vor dem Regen geschützt, und mit einer niedrigen Barrière umgeben.

Der Canal St. Martin.

Es ist dieses derjenige Canal, welcher die obere Verbindung zwischen dem Bassin la Villette und der Seine darstellt, und welcher seinen Namen von der Vorstadt, im östlichen Theile von Paris, erhalten hat, die er von Norden nach Süden durchschneidet. Die ~~Best~~^{Best}setzung seines Zuges war weit mehr, als dieses bei ähnlichen Anlagen der Fall ist, mit großen Schwierigkeiten verbunden; denn um den Ankauf des nöthigen Grundes nicht zu sehr zu vertheuern, mußte der Canal möglichst so geführt werden, daß nicht viele und nicht ansehnliche Häuser abgebrochen werden durften, und große öffentliche Gebäude, wie das Hospital St. Louis, mußten ganz verschont bleiben. Der Canal mußte ferner möglichst mit den anliegenden und ihn durchschneidenden Straßen in Uebereinstimmung gebracht werden. Alle Brücken mußten gewölbt sein, denn bewegliche Brücken, auf denen zuweilen die Passage gehemmt wird, dürfen nach Girards Meinung in großen Städten gar nicht vorkommen. Daher mußte natürlich vor ihnen der Canal sich bedeutend senken, und damit diese tiefen Ausgrabungen nicht eine zu weite Ausdehnung erhielten, war die Lage der Brücken schwierig genug zu bestimmen, einmal nach den Straßen, und sodann nach dem Abfalle des Terrains. — Eine andere Schwierigkeit war die, daß die Seine bei hohem Frühlingwasser nicht gar zu weit in den Canal hineintreten durfte, um nicht die daneben stehenden Magazine mit Wasser anzufüllen. Dazu kam noch, daß man die Lage der Wasserleitungen, die vom Canale ausgehen, und die Abzugsgräben oder Egouts berücksichtigen mußte, von denen die letzteren natürlich nicht in den Canal hineingeleitet, noch auch leicht unter ihm fortgeführt werden durften.

Die Entwerfung und Bearbeitung des Projectes wurde dem schon früher erwähnten Ingenieur Girard übertragen, und von demselben mit vieler Umsicht und großem Scharfsinne ausgeführt.

Man wollte den Canal anfangs nur für die Schiffe des Canales Saint Quentin einrichten, mit dem er durch den Durcq-Canal verbunden werden sollte, und daher den hier zu erbauenden Schleusen nur die Dimensionen von den dortigen geben, d. h. eine Breite von 5,2 Meter. Allein im Jahre 1811 gab man dem Canale eine andere Bestimmung: er sollte nicht nur die Schiffe des Canales St. Quentin aus dem Durcq-Canale nach der Seine führen, sondern, da er in Verbindung mit dem Canale St. Denis dazu bestimmt wurde, die Schifffahrt auf der Seine zu erleichtern, so mußte er auch die größten Schiffe der oberen Seine und der Aube aufnehmen können. Die Breite der Schleusen wurde demnach, wie im Canale St. Denis, auf 7,8 Meter, und ihre Länge auf 38 Meter festgesetzt. Im Jahre 1813 fing man unter Girards unmittelbarer Leitung einige zum Canale gehörige Arbeiten an, und namentlich die lange überwölbte Canalstrecke unter der Place de la Bastille. Indessen die politischen Ereignisse hinderten die Fortsetzung dieser Arbeiten, so daß man sie erst im Jahre 1822 wieder aufnahm. Girard hatte im Jahre 1820 die Beschreibung des Canales bekannt gemacht, (*Devis général du Canal St. Martin, par P. S. Girard. Paris 1820*) und im folgenden Jahre fügte er noch eine andere Schrift als Fortsetzung hinzu, (*Nouvelles observations sur le Canal St. Martin, au Devis général qui en a été publié. Par P. S. Girard. Paris 1821*), die sich vorzüglich mit der Betrachtung eines andern Vorschlages für den Zug des Canales beschäftigt, worin aber dem ersten Projecte der Vorzug gegeben wird. Der *Devis général* zeichnet sich, so wie alle ähnliche Schriften Girards, durch Ordnung, Klarheit und Bestimmtheit sehr vortheilhaft aus: mit großer Kürze und fast ohne Zeichnungen sind darin die verschiedenen vorkommenden Anlagen so genau beschrieben, daß nicht der geringste Zweifel über sie bleiben kann.

Das Project hat später einige unbedeutende Veränderungen erlitten, die ich in der Auseinandersetzung des ganzen Canalzuges zugleich mit anführen will.

Das Bassin la Villette ist 25,24 Meter erhoben über dem

mittleren Stande der Seine unter dem Pont du Jardin du Roi, wo der Canal in sie mündet. Dieser Abfall ist auf 11 Schleusen vertheilt, die 2,5 bis 2,2 Meter Fall haben. Nur die letzte Schleuse hat beim mittleren Stande der Seine ein Gefälle von nur einem Meter: sie verbindet den ehemaligen Graben der Bastille, als die letzte Canalstrecke, mit der Seine. Bei hohem Wasserstande steigt das Flußwasser jedesmal in diesen Graben; doch selbst bei dem höchsten bekannten Frühlingswasser (im Jahre 1740) würde dasselbe nicht in die vorletzte Canalstrecke eindringen. Um das Eintreten von geringeren Aufstauungen zu verhüten, wollte Girard der letzten Schleuse Fluththore geben, wofür man jetzt aber Dammbalken gewählt hat.

Die Höhe des Wasserstandes im Canale beträgt 2 Meter, die Breite wurde anfangs auf 20 Meter festgesetzt, während man für die Breite der Schiffe nur 5 Meter annahm. Unter dieser Voraussetzung konnte an jeder Seite eine Reihe Schiffe liegen, und dennoch fanden in der Mitte zwei Schiffe Raum genug, um sich begegnen zu können. Seitdem man aber auf größere Schiffe Rücksicht genommen hat, von 7,5 Meter Breite, mußte nothwendig auch die Breite des Canales vergrößert werden. Indessen das Terrain war bereits angekauft, und um die Schwierigkeiten eines neuen Kaufes zu vermeiden, setzte man die Breite der Kais, die früher gleichfalls auf 20 Meter bestimmt war, auf 18 fest. Dadurch erweiterte sich der Canal auf 24 Meter, und wenn man auf jeder Seite eine Reihe Schiffe anlegt, so bleibt wenigstens noch Platz genug, daß ein Schiff in der Mitte vorüberfahren kann. Es ist aber sehr wahrscheinlich, daß die Schiffe hier beständig anlegen werden, indem sie hier einen bequemen Landungsplatz finden, wo sie sich mit allen Bedürfnissen leicht versorgen können, und überdieß ist auch zu vermuthen, daß hier Magazine erbaut werden möchten, die es an der Seine, theils wegen des theuern Baugrundes, und theils wegen der Schwierigkeit des Ausladens, nicht giebt. Es scheint indessen auch keine große Unbequemlichkeit daraus hervorzugehen, wenn man die Anordnung trifft, daß zu gewissen Stunden des Tages die Schiffe nur herauf-, und zu andern nur herabfahren dürfen, zumal da sie in dem Bassin la

Billette und in den beiden unteren Canalstrecken ohne Nachtheil für die Schifffahrt warten können. Die vorletzte Canalstrecke, zunächst über der Place de la Bastille, erhält eine Breite von 36 Meter, und zwar eines Theils, weil hier keine Gebäude stehen, und also der Grund weniger theuer ist, dann aber auch geschieht dieses, damit beim Gebrauch der gekuppelten dreifachen Schleuse, (die oberhalb der Gallerie unter der Place de la Bastille angelegt ist, und die in den Graben der Bastille führt) sich der Wasserspiegel nicht zu schnell senken möchte. Der letzte Zweck dürfte indessen wol nur sehr unvollkommen zu erreichen sein, indem hier bei jedem aufsteigenden Schiffe drei Kammern Wasser verbraucht werden, während die oberen Schleusen nur eine geben, und es also gewiß nöthig sein wird, fortwährend frisches Wasser aus dem Bassin la Billette herabfließen zu lassen, von dem die oberen Schleusen keinen Nutzen ziehen.

Nach dem ersten Projecte sollten die Ufer des Canales nur in einer $1\frac{1}{2}$ füßigen Erdböschung bestehen, die mit Rasen bedeckt ist: doch die Unmöglichkeit, dieselbe in Paris zu erhalten, und zugleich der Wunsch, allen Theilen des Canales den Charakter eines öffentlichen Monumentes zu geben, bewogen Girard, die Erdböschungen zu verwerfen, und statt ihrer Raimauern aufzuführen. Zugleich wurde auch die Anlage von Futtermauern festgesetzt, woran die Auffahrten der Brücken sich lehnen sollten, und nur wenn neben dem Kai, und zwar bedeutend höher als dasselbe, sich eine Straße hinzieht, hat man beide durch eine geneigte Steinfütterung (*perré incliné*), von $1\frac{1}{2}$ füßiger Böschung, mit einander verbunden, wenn anders der Mangel an Raum nicht eine senkrechte Futtermauer auch hier verlangte. Unter den Brücken verwandeln sich die Kais in schmale Treidelwege von 1,5 Meter Breite, und dasselbe geschieht auch in der Gallerie unter der Place de la Bastille.

Von großem Einflusse auf den Zug des Canales ist noch ein Abzugsgraben, der sich in früherer Zeit in den Graben der Bastille ergoß, und der jetzt neben dem Canale unter dem Treidelwege nach der Seine geführt wird. — Nach einem anderen Projecte sollte der Canal an der westlichen Seite vom Hospital

St. Louis gezogen werden, und dieser Vorschlag hatte in mancher Hinsicht vor jenem einige Vorzüge; allein eben dieser Abzugsgraben verhinderte es, daß man sich für ihn entscheiden konnte. Der Graben wäre nämlich in diesem Falle auf der östlichen Seite des Canales geblieben, hätte sich über ihm in die Seine ergossen, und konnte dadurch leicht die Mündung des Canales verflachen.

Die Verbindung der Seine mit der letzten sehr erweiterten Canalstrecke, oder dem ehemaligen Graben der Bastille, sollte nach Girards Project in der Mittellinie desselben Statt finden. Man hat jetzt aber die Schleuse in der südwestlichen Ecke angelegt, und auf der entsprechenden südöstlichen einen schmalen Bogen geschlagen, der zur Brücke für Fußgänger dient, und zugleich den Eingang zu einer Gale (einem Gebäude, worin Schiffe gebaut werden) bildet.

Mit der Ausführung des Canales war, nach einer langen Unterbrechung, erst im Sommer 1822 der Anfang gemacht worden, und es waren daher zur Zeit meiner Anwesenheit in Paris nur wenige von den dahin gehörigen Anlagen im Entstehen, und noch keine vollendet. Desto mehr hatte ich Gelegenheit, mich mit den gewählten Constructionsmethoden bekannt zu machen, von denen ich hier einige der wichtigsten beschreiben will.

Am oberen Theile des Canales neben der Barrière de Pantin hatte man die Erdarbeiten angefangen. Das Terrain besteht daselbst theils aus kohlensaurem, festen Kalk, theils aus aufgeschütteter Erde, vorzüglich aber aus Gyps. Den Kalk sprengte man mit Keilen, und bearbeitete ihn roh, in Stücken von etwa $\frac{1}{2}$ Cubikfuß, die man zum Aufführen der Kai-Mauern aufbewahrte. Der Gyps dagegen bricht in Schichten von etwa 1 Fuß Mächtigkeit. Beim Lösen desselben entdeckte man hier, zur allgemeinen Verwunderung, daß darunter sich ansehnliche Höhlungen und Gallerien befanden. Es leidet nämlich keinen Zweifel, daß vor mehreren Jahrhunderten, bevor diese Gegenden noch von den Ringmauern von Paris umschlossen waren, schon hier Gypsbrüche bearbeitet sind, und deshalb weite Gänge darin angelegt wurden *). Dieser Umstand war längs

*) Man fand sogar mehrere hölzerne Streben darin, die indessen bei der geringsten Berührung in Staub zerfielen.

vergeffen, niemand ahnete das Dasein desselben, und auch bei den Nachgrabungen und den Erdbohrungen die man zur Untersuchung des Terrains anstellte, hatte man sie nicht entdeckt. Desto überraschender war es, als bei dem Abheben einer Gypsschicht, dieselbe plötzlich in eine große Tiefe herabfiel. Bald wiederholte sich mehrmals dieselbe Erscheinung, so daß die Arbeiter jetzt mit der größten Mengstlichkeit und Vorsicht dabei verfahren, um nicht mit hinabzufürzen. Man hatte beim Anfange der Arbeit den gebrochenen Gyps verkauft, jetzt wurde er aber zum Ausfüllen der Gallerien benutzt, und man fürchtete sehr, daß man noch Erde oder Steine mit großen Kosten würde herbeischaffen müssen, um nur nicht in geringer Tiefe unter dem Canale die leeren Räume zu behalten.

Wo der Boden aus Kalk oder Gyps bestand, wurden die Fundamente zu der Kaimauer, $\frac{1}{2}$ Meter unter dem Boden des Canals gelegt; bei der aufgeschütteten Erde zog man dagegen Gräben 2 Meter tief, stampfte den Boden derselben fest an, schüttete sie 1 Meter hoch mit Sand aus, um den Druck möglichst gleichmäßig zu vertheilen, und hierauf legte man das Fundament, das also noch 1 Meter unter dem Boden des Canales zu liegen kam. — Es kam indessen nicht nur darauf an, die Seiten, sondern auch den Boden des Canales gegen den Durchfluß des Wassers zu sichern; die Spalten im Kalksteine, die lockere Erde und vor Allem die Gallerien im Gyps, hätten eine ungeheure Consumption an Wasser verursacht, und überdieß auch noch die unterirdischen Ueberschwemmungen befördert, an denen der nördliche Theil von Paris, wegen des fehlenden Abflusses, von Zeit zu Zeit sehr leidet. Die künstliche Dichtung des Canalbodens soll in der ganzen Ausdehnung desselben, mit Ausnahme der letzten Strecke, durch eine Béton-Bettung von 16 Zoll Höhe geschehen. Wo der Boden Erde ist, wird er zuvor gestampft: bei festem Grunde unterbleibt dagegen diese Arbeit. Darauf schüttet man in vier Schichten den Béton (Wassermörtel mit kleinen Kieselsteinen bis zur Größe einer Wallnuß) und stampft jede Schicht besonders an, wodurch man einen vollkommen wasserdichten Schluß zu erlangen hofft. —

In der ganzen Gegend von Paris findet sich gewöhnlich, nicht weit unter der Oberfläche und oft noch über dem Kalksteine,

eine etwa 6 Zoll dicke Stein-Lage, die aus einem porösen, aber überaus harten und fast ganz reinen Kiesel besteht: er ist im Bruche glänzend und von grauer Farbe, aber oben und unten mit Eisenoryd bedeckt. Man nennt ihn Meulière, und gebraucht ihn vorzüglich zu den Fundamenten der Gebäude. Bei den Canalarbeiten wurde diese Lage sehr sorgfältig abgehoben, in schickliche Stücke zerschlagen, und besonders aufbewahrt. Man benutzte diesen Stein zu den Kaimauern, so weit sie unter dem Wasserspiegel sich befinden, und nicht minder zu den Bögen der Brücken und der Gallerie, indem er eine weit größere Tragkraft besitzt, als der Kalkstein und vorzüglich gut mit dem Mörtel bindet.

Eine zweite Arbeit, die man gleichfalls begonnen und bereits bis zur Hälfte vollendet hatte, war die Gallerie unter dem Plage der Bastille. Sie ist in einem vollen Halbkreise von 5, 4 Meter im Radius überwölbt, und hat an jeder Seite einen Treidelweg von $1\frac{1}{2}$ Meter Breite: der mittlere Raum, 7, 8 Meter breit, bildet den eigentlichen Canal. Die 6ste Fig. Tafel II. stellt einen Durchschnitt dieser Gallerie vor. Sie liegt so tief, daß das Straßenpflaster darüber ohne Unterbrechung und ohne Erhebung fortgeführt ist. Um den Canal in diese Tiefe herabzuführen, ist, wie schon erwähnt, unmittelbar vor seinem Eintritte in die Gallerie eine dreifach gekuppelte Schleuse angelegt. Die Länge der Gallerie beträgt 180 Meter; in der Mitte wird sie durch einfallendes Licht von oben erleuchtet. Zu dem Zwecke ist ein höheres parabolisches Gewölbe daselbst aufgeführt, das sich über den Platz erhebt, und mit einigen Oeffnungen versehen ist. Es soll zugleich die Basis zu dem colossalen Elephanten bilden, den man hier zu errichten gedenkt; die südliche Hälfte der Gallerie, bis zu diesem Gewölbe, war bereits im Frühjahre 1823 vollendet. — Die Widerlager nebst den Treidelwegen sind nur auf den festen Boden gegründet, und bis zur Höhe des Wasserstandes im Canale aus den erwähnten Meulières aufgeführt, und in Wassermörtel gemauert. Dagegen besteht der obere Theil der Treidelwege und die Hintermauerung der Gewölbe aus Kalksteinen, und der Mörtel dazu ist aus gewöhnlichem fetten Kalke bereitet. Die Lehrbogen waren in einer Entfernung von etwa 6 Fuß von einander aufgeführt, und

mit einer unregelmäßigen Verschaalung von 4 Zoll starkem Holze bedeckt. Darüber hatte man aber eine starke Lage Gyps aufgetragen, und ihr sehr sorgfältig die Form des Bogens gegeben. Diese Fläche hatte vor den gewöhnlichen Holzverschaalungen den Vortheil, einer weit größeren Regelmäßigkeit und Härte, und überdies war sie für Paris auch wohlfeiler. Das Gewölbe selbst ist aus Meulieres aufgeführt, die beinahe eine gleiche Dicke haben, und daher einen guten Verband erlauben; um jedoch dem Ganzen noch mehr Stärke zu geben, geht in Abständen von 10 Metern jedesmal ein Bogen von behauenen Kalksteinen hindurch, der in das oben beschriebene Mauerwerk zu beiden Seiten noch weit eingreift. Beim Abnehmen der Lehrbogen betrug die Setzung nur 35 Millimeter. Man strich darauf von innen noch die Fugen mit Wassermörtel aus: zu dem Ende hatte man ein leichtes Gerüste erbaut, das wieder zeigt, wie man in Frankreich die bindende Kraft des Gypses überall zu nutzen weiß. Auf den hinübergelegten Balken standen die ^FÄnder ohne Zapfen und Klammern auf: es waren nur Klumpen Gyps in die Fugen gestrichen: eben so trugen diese ^FÄnder wiederum die Rahmen, auf denen die Kistbohlen lagen; und die Rahmen waren statt aller Seitenverstrebenungen nur auf dieselbe Art wieder gegen das Gewölbe befestigt. — Um das Eindringen des Regenwassers zu verhüten, hatte man im Herbst 1822 die vier äußeren Flächen des Gewölbes a und b mit einer 7 Centimeter hohen Lage Béton bedeckt; im folgenden Frühjahr überzog man die beiden oberen wenig geneigten Flächen a noch mit einer halb so dicken Lage Wassermörtel mit grobem Sande (bis zur Größe einer Erbse). Diese Lage wurde geebnet, und darauf schüttete man noch einen Zoll hoch reinen und groben Sand, damit das durchdringende Wasser in ihm leicht abfließen konnte, ohne auf dem Gewölbe stehen zu bleiben.

Die Abzugsrinne neben der letzten Canalstrecke, die ich schon früher angeführt habe, verdient wegen ihrer Construction noch eine ganz besondere Erwähnung. — Da man sie nicht mehr in den Graben der Bastille wollte einmünden lassen, mußte sie bis in die Seine verlängert werden. Doch in dem hohen Ufer wäre eine solche Anlage zu kostbar gewesen, und es schien für sie der passendste

Platz dicht neben dem Canale zu sein, und zwar unter dem Treidelwege, welcher hier schon aufgeführt werden mußte. Sie erhielt sogar daselbst die überflüssige Weite von 8 Fuß, indem daraus noch einige Ersparung hervorging. — Gewöhnlich steht das Wasser im Canale höher, als in der Rinne. Bei einer geringen Anschwellung der Seine füllt sie sich aber in ihrer ganzen Höhe schon an, während in dem Canale, noch vermöge der Dammbalken, an der Schleuse, der niedrige Stand erhalten wird. Und zuweilen wird sogar der Treidelweg von dem hohen Wasser bedeckt. Es war demnach eine sorgfältige Ausführung nothwendig, damit der Druck, der bald von der einen, und bald von der anderen Seite entstand, den gehörigen Widerstand finden konnte, und die Mauern überdies nicht etwa von dem durchbringenden Wasser leiden möchten.

Im Westen lehnt sich die Rinne gegen die alte Mauer der Bastille, von der nur zwei vorspringende Bastionen abgebrochen, und durch neue Mauern ersetzt sind. Die letzteren wurden, so weit es nöthig war, schon in Wassermörtel aufgeführt: in den alten Mauern öffnete man dagegen die Fugen und verstrich sie aufs Neue, um sie für das Wasser undurchdringlich zu machen. Die 8te Fig. Tafel II. zeigt den Querschnitt der Rinne. Nachdem die Mauer, die sie vom Canale scheidet, aufgeführt war, wurde der Boden gestampft, und 1 Fuß hoch mit fettem Thon beschüttet, der gleichfalls angestampft wurde; dieses ist die in der Figur durch a bezeichnete Lage. Darauf kam eine 2 Zoll hohe Lage Béton, c, und hierüber das verkehrte Gewölbe aus Meulieres, d. Das obere Gewölbe ist gleichfalls aus Meulieres erbaut, ohne jedoch durchgehende Bögen von geschnittenen Steinen zu haben. Darüber ist Erde geschüttet, und das Steinpflaster ist aus roh quadratisch behauenen Steinen wieder in Wassermörtel gelegt, so daß bei dem ganzen Baue gar kein gewöhnlicher Mörtel angewandt wurde. — Die Lehrbogen, die man zum oberen Gewölbe benutzte, sind überaus einfach, die 8te Figur b zeigt einen solchen: einige Steine sind wieder mit Gyps auf das Holz geklebt, damit ohngefähr die Bogengestalt entstehe: darüber hat man Bohlen gelegt, und dieselben nochmals mit Gyps überzogen. — Die Art, wie man in Paris gewöhnlich das Steinpflaster an die Deckplatten an-

schließt, und wie dieses auch hier über der Rinne geschehen ist, zeigt Figur 7, im Grundrisse B und in der Seitenansicht A: die Deckplatten, 2 bis 3 Fuß breit und bis 4 Fuß lang, sind mit 6 Zoll hohen Rändern versehen, wogegen das Steinpflaster sich lehnt.

Die letzte Schleuse, welche den Canal mit der Seine verbindet, sahe ich beinahe vollendet. Ihre Gründung war wegen der Nähe des Flusses, und bei dem fumpfigen Boden mit vielen Schwierigkeiten verbunden; doch viel wichtiger als diese natürlichen Umstände, ist das auffallende Mittel, welches man deshalb anwandte, und von dem nur die Erfahrung lehren kann, ob man dabei nicht zu viel gewagt hat. Der Grund bestand nämlich aus einem sehr lockeren, aufgeschwemmten Thonboden, der 3 bis 4 Meter tief herabreichte, und einen festen Kalkstein unter sich hatte. Man schloß die Baugrube anfangs durch einen Fangdamm von der Seine ab, und fing an, den Thon herauszuschöpfen, um die Gründung auf dem festen Boden bewirken zu können. Indessen der Fangdamm selbst ruhte auf diesem weichen Thone, und derselbe drang also sehr heftig aufs Neue von unten in die Grube ein, und füllte sie zugleich so stark mit Wasser an, daß die Arbeit gar keinen Fortgang hatte. Man sahe sich daher genöthigt, zu einer anderen Methode überzugehen, und man entschloß sich, auch hier die Sandschüttung anzuwenden, die in Frankreich in sehr vielen Fällen mit großem Vortheile statt des liegenden Kofes benutzt wird. Man schüttete also hinter dem Fangdamme die ganze Baugrube 1 Meter hoch mit Sand aus, und suchte überdieß demselben die Gestalt eines verkehrten Gewölbes zu geben. Diese Arbeit geschah unter dem Wasser, und der Thonboden wurde dadurch stark comprimirt. Ueber den Sand trug man zwei Béton-Lagen, jede etwa 3 Zoll hoch auf, und stampfte sie möglichst sorgfältig an. Nun erst konnte man die Grube trocken legen, und auf dem so vorbereiteten Boden wurden die Häupter sogleich mit geschnittenen Steinen aufgeführt, der Schleusenboden dagegen bis zur gehörigen Höhe mit mehreren verkehrten flachen Bögen aus Meulièren bedeckt. — Diese Arbeit war im Herbst 1822 ausgeführt, und im darauf folgenden Frühjahr bemerkte man, daß ein geringes

Gegen freilich erfolgt war, daß es aber ganz gleichförmig über alle Theile des Baues sich verbreitet hatte, und daher nicht nachtheilig sein konnte.

Es ist bei der Beschreibung des Canales St. Martin mehrmals von Wassermörtel die Rede gewesen, und dieser Gegenstand ist so wichtig, daß er eine ganz besondere Erwähnung verdient. Unter Wassermörtel versteht man bekanntlich einen solchen Mörtel, der die Eigenschaft besitzt, im Wasser schnell zu erhärten, und eine große Festigkeit zu erlangen, die er auch nicht verliert, wenn er abwechselnd dem Wasser und der Luft ausgesetzt ist. Diese Eigenschaft erhält der Mörtel theils durch den Zusatz von Traß und Puzzolane und anderen Cementen, theils aber auch, indem er mit besonderen Kalkarten bereitet wird, welche letztere man gemeinhin unter dem Namen der mageren Kalken von den gewöhnlichen fetten Kalken unterscheidet. Man hatte sich seit geraumer Zeit bemüht, den Grund von diesen so vortheilhaften Eigenschaften des Wassermörtels auszumitteln, um ihn künstlich, vielleicht auf eine wohlfeilere und vorzüglichere Art darstellen zu können. Man glaubte ziemlich allgemein, daß dabei eine Beimischung von Eisen- oder von Mangan-Dryd wirksam wäre, welche man im Traß und in der Puzzolane entdeckt hatte. Wenn man es indessen versuchte, künstliche Cemente durch dergleichen Zusätze darzustellen, so fielen die Resultate mindestens nicht so günstig aus, daß man wirklichen Nutzen davon gezogen hätte. — Der Ingenieur Vicat, der im Departement du Lot angestellt war, beschäftigte sich mit ähnlichen Untersuchungen, und er bemerkte, daß keineswegs jene Metall-Dryde sich in den verschiedenen Wassermörteln vorfänden, daß dagegen ein starker Zusatz von Thon und Kieselersde ganz allgemein darin vorkäme. Doch der Versuch zur Darstellung eines künstlichen mageren Kalkes, in Folge dieser Entdeckung, fiel wieder keineswegs günstig aus. Durch fortgesetzte Beschäftigung mit diesem Gegenstande glückte es ihm indessen, bei einer besonderen Zubereitung, wodurch jene Verbindung recht innig dargestellt wurde, auf ein erfreuliches Resultat zu kommen, das die Erfindung sehr vortheilhaft zu machen schien. Das Corps des Ponts et Chaussées, und eben so die Akademie der Wissenschaften, denen Vicat seine

Entdeckung nun vorlegte, sprachen sich sehr günstig darüber aus: Eine kleine Schrift, betitelt: *Recherches expérimentales sur les chaux de construction, les bétons et les mortiers ordinaires*, par L. I. Vicat. Paris 1818 — enthält eine genaue Darstellung der ganzen Sache, zugleich mit der Beschreibung sehr vieler dahin gehörigen Beobachtungen. Mehrere Aufsätze in den Annalen der Chemie und Physik von Gay-Lussac und Arago enthalten sehr wichtige dahin gehörige Nachträge und Berichtigungen *).

Giraut versuchte zuerst den mageren Kalk nach Vicat's Methode in bedeutender Quantität darzustellen, doch fanden sich dabei Schwierigkeiten, die das Unternehmen ziemlich kostbar machten, und Veranlassung waren, daß es bald eingestellt werden mußte. Glücklicher war dagegen St. Leger, der auch bald eine große Fabrik davon in Paris selbst neben dem Pont de l'École Militaire anlegte, die sich in fortwährender Thätigkeit befindet, und überdies, bei der zunehmenden Nachfrage, eine ansehnliche Vergrößerung verspricht. Die Methode welche hier befolgt wird, ist diese: gewöhnlicher Kalk wird gebrannt, und man läßt ihn in der Luft zerfallen. Dann mengt man ihn mit einem fetten Thone, der ohnweit des Bois de Boulogne gestochen wird, und der einen bedeutenden Zusatz von Kieselerde enthält. Zur genauen Verbindung des Thones mit dem Kalle, werden beide in einer eignen Mühle zusammen gerieben, und dann geschlämmt. Die zähe Masse, die man dadurch als den feinsten Niederschlag erhält, wird in Klumpen geformt und wie Kalk gebrannt. Die Verhältnisse der Mischung richten sich natürlich nach der Beschaffenheit des Kalkes und Thones: Vicats Schrift giebt eine vollständige Anweisung, um jedesmal das rechte Verhältniß zu wählen. Der so gewonnene magere Kalk kostet, der Cubikmeter, 60 Franks, während der natürliche magere

*) In einem dieser Aufsätze giebt der Ingenieur Treuffart unbedingt einer andern Methode den Vorzug, die sich dadurch von jener unterscheidet, daß nicht magerer Kalk, sondern ein künstlicher Trapp bereitet, und mit dem gewöhnlichen Kalle gemengt wird.

Kalk von Senonches, der in Paris noch am wohlfeilsten ist, 85 Franks kostet, und dabei sehr viel schlechter ist.

Da die Erfindung noch neu ist, so ist die Anwendung auch noch ziemlich beschränkt, und der Canal St. Martin ist die erste größere Bau-Ausführung, wobei dieser Kalk die Stelle aller Cemente und natürlichen magern Kalke vertritt. — Beim Löschen schwillt dieser magere Kalk eben so wenig als die übrigen, bedeutend auf, und er verträgt auch keinen starken Zusatz an Sand. — Die Bereitung des Mörtels ist folgende: auf einem ebenen Plage werden, in gewissen Abständen, Haufen von grobem Sande aufgeschüttet, von denen jeder aus drei Karren besteht. Ein Arbeiter breitet diese Haufen auseinander und bildet daraus Kreise, die in der Mitte einen freien Raum von etwa 5 Fuß Durchmesser lassen. In diese Räume werden nun zwei eben solche Karren gelöschten mageren Kalkes gebracht. Letzteren beschüttet man mit einigen Spaten Sand, die man aus dem Kreise nimmt, und begießt sie mit einem mäßigen Eimer Wasser. Dann treten drei andere Arbeiter hinzu, mit der in Paris allgemein üblichen Kalkschaufel, (die Rondelet auch abgebildet hat) und arbeiten die Haufen, ohne noch aufs Neue Wasser hinzu zu gießen, etwa eine halbe Stunde lang tüchtig durch, worauf denn der Mörtel sogleich verarbeitet wird. — Beim Versetzen der Werkstücke verdient noch erwähnt zu werden, daß man dieselben auf Keile legt, ohne jedoch die Fuge zu vergießen; man bringt vielmehr mit einer langen gezahnten Kelle (Figur 9. Tafel II.) den Mörtel in die Fugen ein.

Der Canal St. Maur.

Zwei Lieues östlich von Paris, ohnfern des Dorfes St. Maur, bildet die Marne eine sehr starke Serpentine, deren Ausdehnung $3\frac{1}{2}$ Lieues beträgt, während die Entfernung in gerader Richtung zwischen dem oberen und unteren Arme derselben kaum $\frac{1}{4}$ Lieve mißt. Für die Schifffahrt war diese Stelle, nicht nur wegen der Verlängerung des Weges unbequem, sondern außerdem befanden sich darin auch noch manche Untiefen, die namentlich im Sommer sehr hinderlich wurden. Man durfte aus diesem Grunde bei einem künstlichen Durchstiche der Serpentine, nicht nur auf eine starke Benützung desselben rechnen, sondern überdieß gewann man dabei ein Gefälle von 7 Fuß für eine beliebig große Wassermenge, wodurch also noch sehr bedeutende Mühlenanlagen möglich wurden. Andererseits stellte sich aber diesem Durchstiche die Schwierigkeit entgegen, daß die zu durchschneidende Anhöhe sich etwa 80 Fuß über den mittleren Stand der Marne erhebt, und dabei aus einem lockeren Kalksteine besteht, der nicht genug Festigkeit hat, um die Anlage eines unterirdischen Canales zu erlauben, und der überdieß viel mühsamer als Erde zu brechen ist. Außerdem führt über diese Anhöhe eine besuchte Straße, die besonders wegen der Nähe einiger Häuser nicht gesenkt werden durfte, und daher einen tiefen Einschnitt im Berge nicht zuließ.

Es wurde demnach beschlossen, einen überwölbten Canal durch die Anhöhe zu führen: derselbe hat an der nördlichen Seite einen Dreidelweg, 7 Fuß breit und 8 Fuß über dem Boden erhoben: der Canal selbst hat eine Breite von 24 Fuß. Ueber Beide ist ein halbkreisförmiges Gewölbe geschlagen, welches sich noch $15\frac{1}{2}$ Fuß über den Dreidelweg erhebt. Die Länge der unterirdischen Strecke ist beinahe 2000 Fuß. Bei der Anlage dieses Werkes wurde eine vollständige Durchgrabung des Berges nöthig erachtet:

daß Canalbette, so wie auch der Treidelweg, und zu beiden Seiten der Anfang des Bogens, bis auf eine Höhe von 5 Fuß wurde im natürlichen Gestein ausgearbeitet, den oberen Theil des Bogens dagegen führte man aus vorzüglich festem Kalk auf, den man beim Aufgraben ziemlich häufig vorfand. In der Richtung der früher erwähnten Straße wurde hierauf die Ausfüllung bis zu der ursprünglichen Höhe wieder bewirkt, von da ab wurden jedoch nach beiden Seiten die Ausfüllungen immer niedriger, so daß sie an den Eingängen ganz aufhörten. Endlich wurde Alles geebnet und bepflanzt, und mit vielen größeren und kleineren Wegen durchschnitten.

Die unterirdische Canalstrecke ist von der oberen Marne 100 Fuß entfernt, und so lang ist daher auch der obere offene Canal. In demselben befindet sich ein Schleusenhaupt mit einem Paar Thore, und mit Dammsalzen versehen. Die Thore erheben sich 10 Fuß über den mittleren Stand der Marne und 16 Fuß über den Boden des Canales; in dieser Höhe gehen zu beiden Seiten vom Schleusenhaupte zwei Deiche aus, die sich an die Anhöhe anschließen, und das Eintreten des hohen Frühlingswassers in den Canal verhindern. — Dicht neben dem unteren Austritte aus der unterirdischen Strecke befindet sich ein Bassin von 800 Fuß Länge und 100 Fuß Breite. Aus diesem Bassin gehn nordwärts und südwärts überwölbte Canäle aus, wodurch die Mühlenwerke (die jedoch noch nicht angelegt sind) mit Wasser versorgt werden sollen. — Ein zweites Bassin von 220 Fuß Länge und gleichfalls von 100 Fuß Breite, bildet eine große Schleusenkammer zwischen jenem ersten Bassin und der unteren Marne.

Beide Bassins mußten wegen der niedrigen Lage der Wiese, worauf sie angelegt sind, mit Deichen umgeben werden, und diese sind in der Höhe des Treidelweges im unterirdischen Canale aufgeführt. Ihre äußere Böschung ist 2 füßig und mit Rasen bedeckt, die innere dagegen $1\frac{1}{2}$ füßig und mit einer 3 Fuß starken gemauerten Steinfütterung versehen, worauf eine Reihe Deckplatten liegt.

Die Häupter der Schleusen haben sämmtlich eine Weite von 24 Fuß im Lichten, ihre Länge beträgt 40 Fuß. Da sie sehr

weit zwischen die Bassins vortreten, so ist jede Hälfte eines Hauptes mit einer 6 Fuß starken Mauer aus Werkstücken umgeben, und diese Mauern sind mittelst durchgehender starker eiserner Anker mit einander verbunden: der Raum dazwischen ist späterhin mit Bruchsteinen ausgemauert. — Die Thore zeigen gleichfalls eine, von der gewöhnlichen sehr abweichende Construction: die schräge Strebe, welche sonst jedesmal von dem unteren Theile des Drehpfosten nach der gegenüberstehenden Ecke zu gehen pflegt, fehlt hier ganz: dagegen sind, wie Figur 2. Tafel II. B und C nachweist, hölzerne Dreiecke b mit einfacher Versakung in die sämtlichen Ecken eingeschoben, und ein starkes eisernes Band geht überdieß quer über die Fläche des Thores. Außerdem sind zur Hervorbringung einer möglichst festen Verbindung, längs den beiden Ständern und den sämtlichen Riegeln, auf beiden Seiten eiserne Schienen gezogen, die vielfach mit einander verbolzt sind. Diese Schienen und jenes schräge Band sind überdieß an die beiden eisernen Matten a gebolzt, welche den oberen Theil des Drehpfosten einschließen, und von denen der obere Thor-Zapfen in einem Einschnitte in den Pfosten herabreicht. Durch diese ziemlich künstliche Einrichtung erlangt man wenigstens den Vortheil, daß die Halsbänder etwas tief herabkommen, und dadurch eine um so festere Lage erhalten. Uebrigens bestehen die Halsbänder, wie Fig. 2. A zeigt, aus mehreren Theilen, und sie hängen nicht, wie gewöhnlich, unmittelbar mit den Armen zusammen, welche durch die Splinte gehalten werden. Diese Trennung bezweckt nun wieder, daß durch Eintreiben von vier Keilen in den Zwischenräumen zwischen den Armen des Halsbandes und den Zangen der langen Arme (in der Figur sind diese Zwischenräume genau unter c befindlich) das Halsband der Mauer wieder genähert werden kann, falls es etwa durch das Gewicht des Thores herübergezogen sein sollte.

Der Hafen zu Cherbourg.

Wenige Werke der Wasserbaukunst haben eine so allgemeine Aufmerksamkeit erregt, als das Unternehmen des Ingenieurs de Cessart, die Rhyde zu Cherbourg durch die hölzernen mit Steinen gefüllten Konen gegen den Wellenschlag der See zu sichern. Sowohl in Frankreich, als im Auslande wurde die Kühnheit und Zweckmäßigkeit dieser Erfindung mit lautem Beifalle anerkannt, wie eine Menge Schriften aus jener Zeit dieses noch beweisen: allein der Erfolg entsprach keineswegs den ersten Erwartungen; denn kaum hatte man einige Konen versenkt, als sie schon von den Wellen zerschlagen wurden, und da war es leicht, die Unhaltbarkeit dieser Constructionsart, nachdem sie durch die Erfahrung dargethan war, auch aus Gründen nachzuweisen. Es mußte der Plan zur Sicherung der Rhyde nunmehr ganz abgeändert werden, und dennoch ist er nur theilweise wirklich ausgeführt. Aber zu gleicher Zeit sind andere Anlagen damit in Verbindung gesetzt, die weit mehr, als jener Damm, die höchste Aufmerksamkeit verdienen. Neben der Rhyde wurde die Einrichtung eines Kriegshafens beschlossen, von dem die Französischen Ingenieure sich schmeicheln, daß er an Geräumigkeit, und noch mehr an Bequemlichkeit, sogar die Englischen übertreffen soll; aber auch schon der ausgeführte Theil desselben ist im Stande, einen großen Theil der Französischen Seemacht zu bergen, und an seiner Vollendung, und am Bau der dazu gehörigen Magazine, Werfte, Docks, und der Festungswerke, die ihn einschließen, an allem diesen wird mit dem größten Eifer gearbeitet, so daß man mit Wahrscheinlichkeit hoffen kann, in wenigen Jahren einen Hafen entstehen zu sehen, der sowohl an sich, als noch vielmehr in Beziehung auf die Schwierigkeiten, die seiner Anlage entgegen standen, zu den bewunderungswürdigsten Werken der Wasserbaukunst gehören wird.

Jener von Cessart angefangene Damm, welcher die Rhyde im Norden einschließt, erhebt sich gegenwärtig bis zu den mittleren

Ebben, indessen eben dieser mittlere Theil war bei der Anlage der schwierigste: die großen Felsblöcke, aus denen er besteht, sind zwanzig Jahre hindurch dem Stöße der Wellen ausgesetzt gewesen, und wenn sie gleich anfangs lose und unhaltbar da lagen, so haben sie doch durch diese Bewegungen und Stöße eine solche Böschung und Lage gegen einander erhalten, daß sie nunmehr den Wellen widerstehen, ohne noch ferner bewegt zu werden, und man kann daher mit Sicherheit annehmen, daß sie auch im Stande sein werden, den fehlenden oberen Theil, den man zur Zeit der Ebben viel regelmäßiger und fester aufführen kann, mit voller Sicherheit zu tragen. Ueber den Bau dieses Dammes ist vom Ingenieur Cachin ein sehr interessantes Memoire erschienen, dessen nähere Veranlassung die allgemeine Berühmtheit war, die in neuerer Zeit der Breakwater zu Plymouth erhielt, während der Cherbourger Damm ganz in Vergessenheit gerieth, und zugleich der Ruhm, den sich die Engländer anmaßten, jenen Damm unter weit schwierigeren Umständen in größerer Ausdehnung und mit geringeren Kosten ausgeführt zu haben, als der zu Cherbourg es ist. Cachin zeigt dagegen, daß der Damm zu Plymouth weniger nothwendig war, wegen der Seltenheit der Südstürme, und eben daher auch seine Anlage in dem mehr ruhigen Wasser leichter war. Seine Länge beträgt ferner nur 1300 Meter, während die des Dammes zu Cherbourg 3700 Meter ist. Sein Querschnitt hält 1000 Quadrat-Meter, der des Dammes zu Cherbourg dagegen 1350; bei jenem kostet ein Cubikmeter 166 Franks, bei diesem nur 65 Fr., also verdient in jeder Beziehung die Anlage des Cherbourger Dammes als die vorzüglichere angesehen zu werden. Der vollständige Titel dieses Memoires ist: *Mémoire sur la digue de Cherbourg comparée au Breakwater ou jetée de Plymouth*, par I. M. L. Cachin, inspecteur général des ponts et chaussées. Paris 1820. — Die ausgezeichnet schönen Charten und die sauberen Zeichnungen von den Profilen der Dämme geben der kleinen Schrift ein noch größeres Interesse: ihr Verfasser, Herr Cachin, ist selbst zwanzig Jahre hindurch bei allen hierher gehörigen Arbeiten beschäftigt gewesen, und auch jetzt ist ihm die obere Leitung derselben anvertraut.

Ich will zuerst einige historische Notizen über den Hafen von Cherbourg anführen, und dann eine Beschreibung von dem Damme, dem Kriegshafen und dem Commerzhafen mittheilen.

In den häufigen Kriegen mit England hatte Frankreich oftmals Gelegenheit gehabt, den gänzlichen Mangel eines Kriegshafens am Canale schmerzlich zu fühlen. Wenn die Englischen Schiffe in vielen Häfen, die größtentheils schon durch die natürliche Beschaffenheit der Küste gebildet waren, bei unglücklichen Treffen und im Stürme Schutz finden, und wiederum zu jeder Zeit auf der offenen See erscheinen, und die Französischen Schiffe im Canal beunruhigen konnten, so waren diese dagegen gezwungen, sich jedesmal nach weit entfernten Häfen, und namentlich nach Brest, zurückzuziehen, wo sie aber oft nicht früh genug hinkommen konnten, um der Gefahr zu entgehen, und eben so oft wurde durch die weite Entfernung von hier bis zum Kampfsplatze wieder manche günstige Gelegenheit versäumt. Als die Französische Marine im Amerikanischen Kriege sehr verstärkt wurde, fühlte man besonders dringend dieses Bedürfniß eines geräumigen und bequem gelegenen Kriegshafens, und vorzüglich schien Cherbourg sich dazu zu eignen. Die weit vorspringende Halbinsel, an deren Spitze die Rhede liegt, giebt Gelegenheit, den Sammelplatz der Französischen Flotte dem Feinde überaus nahe zu bringen, und die vortretenden Felsen und Inseln, welche sie in einem Halbkreise umgeben, sichern sie gegen die meisten Stürme. Nur gegen Norden bedurfte die Rhede eines künstlichen Schutzes, worauf man auch schon frühzeitig Rücksicht nahm. Der erste Vorschlag dazu rührt von Decaux her, dem Director der Cherbourger Festungswerke, der auf eine Aufforderung des Gouvernements im Jahre 1778 ein Project einreichte zur Anlage eines Dammes, in der Richtung genau zwischen der Insel Pelée und dem nachherigen Fort Artois oder Fort du Homet. Die Einfahrten zu beiden Seiten sollten gesichert werden durch zwei noch zu erbauende Forts, das Fort Artois und das Fort Pelée, auf der Insel gleichen Namens. — Mit dem Bau dieser Forts wurde auch sogleich der Anfang gemacht, glücklicher Weise unterblieb aber noch die Ausführung des Dammes, bis das Project vom Gouvernement endlich verworfen

wurde. Veranlassung dazu waren die wiederholten Vorstellungen des Marine-Officiers Bretonnière, daß die so geschützte Rhede ganz unbrauchbar sein würde, indem sie nicht Tiefe genug hätte, um ein ausgerüstetes Kriegsschiff aufnehmen zu können.

Im Jahre 1781 trat der Ingenieur de Cessart mit seinem Project auf: Neunzig Regel sollten in der später auch wirklich gewählten Richtung neben einander versenkt, und durch Ketten mit einander verbunden werden: 1784 wurde mit dem Versenken der Anfang gemacht, doch änderte man noch in diesem Jahre das Project in so weit ab, daß man den Abstand der Regal viel bedeutender annahm, und ihn mit Steinschüttungen bis zu einer gewissen Höhe auszufüllen beschloß. Trotz mancher Unglücksfälle wurden auch wirklich in einigen Jahren achtzehn solcher Regal versenkt. Aber im Jahre 1789 sah man die Unhaltbarkeit dieser Bauart ein, und sägte alle Regal bis auf die niedrigsten Ebben ab; nur dem äußersten an der östlichen Seite ließ man die ganze Höhe, damit er als Seezeichen die Einfahrt bezeichnen könne; aber 1799 stürzte auch er zusammen. — Man entschloß sich bald, die Bauart mit den Regeln durch eine lose Steinschüttung zu ersetzen, und man war hiermit so thätig, daß 1790 schon 360,000 Kubiktoisen Steine versenkt waren, denen man nach der Rhede zu eine einfüßige, und an der See-Seite eine dreifüßige Böschung zu geben suchte.

Bei diesem ganzen Bau hatte man sich die größten Ueber-eilungen zu Schulden kommen lassen. Die Fehler der Construction gaben sich bald durch den Erfolg zu erkennen, und sind allgemein bekannt. Indessen waren diese nicht von so großer Bedeutung, als andere, die man erst später erkannte: sie verursachten nur ungeheure Mehrausgaben, äußern aber jetzt keinen nachtheiligen Einfluß mehr. Dagegen sind die Fehler, die man bei der Bestimmung der Lage des Dammes beging, unverbesserlich, und sind ein nie zu überwindendes Hinderniß, um der Rhede die Vollkommenheit zu geben, deren sie in ihrer natürlichen Beschaffenheit fähig gewesen wäre. Das Fort Quercueville und das Fort Pelée sollten die beiden Eingänge decken, und zwischen beiden, ungefähr in gerader Richtung, wurde der Damm angelegt. Die Rhede er-

hielt auf diese Art freilich eine hinreichende Weite, um eine Menge Schiffe erster Größe zu fassen; indessen mit unbedeutenden Mehrausgaben hätte man den Damm ein wenig schweifen, und mehr nördlich legen können, und dadurch würde man eine ungleich größere Rhede erhalten haben, die jeden Vortheil der jetzigen gewährte, und überdies Raum genug darbot, daß die ganze Französische Seemacht selbst im Sturme darin vor Anker liegen konnte. Dieser Umstand ist ohne Zweifel von großer Wichtigkeit, doch ist es nicht der einzige und auch nicht der größte Vorwurf, den man mit Recht der Anlage machen kann. Die genannten beiden Forts sollten nämlich die Eingänge in den Hafen beschützen: 500 bis 600 Toisen ist die größte Entfernung, in welcher man mit grobem Geschuß noch mit einiger Sicherheit schießen kann. Daher wurde der östlichste Regel in einem Abstände von 500 Toisen vom Fort auf der Insel Pelée versenkt, und so wollte man auch der Einfahrt auf der gegenüber stehenden ~~Seite~~^{Inseln} nur die Weite von 500 Toisen geben. Das war das Project, und wahrscheinlich würde man es auch ausgeführt haben, wenn nicht der Eifer eines Marine-Officiers, Namens Chavagnac, die Rhede zum zweitenmale gerettet hätte. — Derselbe stellte, nachdem man bereits so vieles projectirt und gebaut hatte, jetzt zum erstenmale, und zwar aus eigenem Antriebe, eine Peilung an, und fand, daß bei niedrigem Wasser die östliche Einfahrt nur auf eine Breite von 5 Toisen 25 Fuß Wasser hielt, und daß man den westlichsten Regel sogar schon auf 15 Fuß Tiefe zu legen beabsichtigte: daß also bei den gewöhnlichen Ebben für Linien-Schiffe beide Einfahrten geschlossen wären, und daß sogar Springsluthen abgewartet werden müßten, wenn sie die westliche passiren sollten. — Herr Chavagnac eilte, seine Entdeckung dem Gouvernement mitzutheilen. Sie blieb auch nicht unberücksichtigt, und die Vollendung des westlichen Theiles wurde sogleich untersagt. Im Jahre 1789 wurde endlich zum erstenmale der Befehl ertheilt, die Rhede auszupeilen: eine Arbeit, womit man billiger Weise den Anfang hätte machen sollen. Es wurde indessen für einige Zeit die Aufmerksamkeit von dieser Unternehmung gänzlich abgelenkt.

Im Jahre 1792 verlangte die Assemblée législative Nach-

richten über den Zustand der Rhede: es wurde zu diesem Zwecke eine Commission ernannt, sowohl von Land- als Marine-Officieren, und Ingenieuren aus dem Corps des Ponts et Chaussées; unter letztern befand sich auch Cacin. — Einen ausführlichen Auszug aus ihrem Berichte enthält das angeführte Memoire. Sie machten den Anfang mit einer genauen Peilung: die östliche Einfahrt war nun einmal verdorben, dagegen sollte die westliche geschont bleiben, und man gab ihr daher eine Breite von 1200 Toisen. Es wurde vorgeschlagen, vom Fort Querqueville aus 600 Toisen weit in die See, in der Richtung nach dem Damme, einen zweiten Damm mit bedecktem Gange zu führen, an dessen Ende sich eine Batterie befände, die also im Stande wäre, die Einfahrt vollkommen zu schützen. Doch wurde dieser Vorschlag als überflüssig verworfen, indem offenbar das Fort Artois und die übrigen Batterien jedes feindliche Schiff, falls ihm das Einlaufen auch wirklich glücken sollte, in die augenscheinlichste Gefahr versetzen. — Eine andere Frage war die, was dem Damme noch an seiner Vollendung fehle. Man hatte ihn zur Höhe der niedrigsten Ebben aufgeführt: aus dem Schutze, den er schon jetzt bei verschiedenem Wasserstande leistete, konnte man darauf schließen, wie weit er noch erhöht werden mußte, um volle Sicherheit den Schiffen auf der Rhede zu gewähren. Es wurden Nachrichten bei den Schiffen eingezogen, und daraus ergab sich, daß er im jetzigen Zustande bei den hohen Fluthen gar keinen Vortheil brächte, indem dann die Schiffe im Sturme noch denselben Bewegungen ausgesetzt wären, wie vormals auf der offenen Rhede. Sollte die Gefahr bedeutend vermindert werden, so mußte der Damm wenigstens bis 14 Fuß unter den höchsten Wasserstand aufgeführt, oder noch um 8 Fuß erhöht werden. Berücksichtigt man dagegen, welcher große Vortheil aus einer ganz gesicherten Rhede entspringt, wo beim heftigsten Sturme kleine Chaloupen fahren können, so ist es vortheilhaft, den Damm bis über die höchsten Fluthen zu erheben. Dies war der Vorschlag der Commission. Ueberdies bemerkte sie, daß die kleinen Steine, die man bisher zur Steinschüttung angewandt hatte, nie eine feste Lage erhielten, und rieth also, in Zukunft sich größerer zu bedienen.

Die Unruhen der Revolution verhinderten für einige Zeit wieder die weitere Fortsetzung der Arbeiten. — Im Jahre 1809 faßte man den Entschluß, auf dem Damme selbst eine Batterie anzulegen, und die Vorarbeiten dazu wurden auch wirklich zwei Jahre darauf ausgeführt. Auf eine Länge von 100 Toisen wurde der mittlere Theil 9 Fuß über die höchsten Fluthen herausgeführt: das Material waren sehr große Steine, die man anfangs nur auf einander warf, dann regelmäßig in Verband legte, und endlich in Mörtel vermauerte. Die Arbeit wurde sehr übereilt, da sie 1803 schon vollendet sein sollte, und diesem Umstande ist wol das nachher erfolgte Unglück zuzuschreiben. Der ganze übrige Theil des Dammes war indessen vom Wasser stark angegriffen: die Steine, welche die Krone gebildet hatten, waren herabgeworfen, und während die Basis des Dammes sich vergrößert hatte, war die Höhe um 12 bis 15 Fuß vermindert. Im Jahre 1803 war die Mitte bis zur gehörigen Höhe aufgeführt, und sogar eine leichte Batterie (Batterie provisoire) darauf angelegt, die aber im December dieses Jahres noch sehr stark von einem Sturme beschädigt wurde. Man stellte den Schaden wieder her, baute die Batterie viel stärker, erhöhte den ganzen Damm bis über die mittlern Ebben, und im Jahre 1805 wurde die Batterie mit zwanzig Kanonen und der dazu gehörigen Mannschaft besetzt. Die Anlage schien den Wellen trocken zu können, und schon hatte sie mehrere Stürme glücklich überstanden, als sie bei einem heftigen Sturme am 12ten Mai 1808 ganz zerstört wurde, und der größte Theil der Besatzung, da alle fremde Hülfe unmöglich war, in den Wellen den Tod fand, und nur die wenigen, die sich in die mit Wasser angefüllten Kasematten geflüchtet, wurden gerettet.

Der Bau an sich hatte indessen bei diesem Unglück nur unbedeutend gelitten, und war überdies nur kurze Zeit hindurch von den Wellen überströmt worden; aber während dieser Zeit waren die zwei hölzernen Gebäude, und zugleich alle übrigen Gegenstände, die sich auf dem Werke befanden, fortgespült. — Der Vorfall konnte demnach keineswegs die Aufgabe und Entsetzung des Postens verursachen, vielmehr begnügte man sich damit, die äußere Dossirung noch 2 Meter höher hinaufzuführen, als sie früher war,

und sie gegen eine Mauer zu lehnen, die eine Brustwehr nach der See zu bildete, in deren Schutz man die beiden Gebäude wieder aufführte, und die Batterie anlegte. Es wurde auch wieder eine Besatzung, aus sechszig Mann bestehend und zwanzig Kanonen, dahin gestellt, und während des ganzen Krieges mit England blieb nunmehr der Posten besetzt, ohne daß weitere Unfälle weder die Mannschaft, noch das Werk selbst betrafen. Indessen schien bald diese schwache Besatzung keineswegs der Wichtigkeit des Platzes angemessen zu sein, vielmehr wurde durch ein Decret vom 7ten Juli 1811 festgesetzt, daß in der Mitte des Dammes, und zwar an der südlichen Seite desselben, ein elliptischer Thurm aufgeführt werden sollte, 35 Toisen lang und 19 Toisen breit, in welchem eine Besatzung von hundert und funfzig Mann beständig bleiben sollte. Zu diesem Thurme sollte eine neue Steinschüttung zur Seite des Dammes das Fundament bilden; in dem Thurme wurde die Anlage von überwölbten Kasematten beschlossen, und darüber sollte eine Plattform zur Aufstellung der Batterie dienen. Uebrigens wurde die Beibehaltung und sorgfältige Unterhaltung aller früheren Werke angeordnet.

Mit der Auführung des Fundaments zu diesem neuen Fort wurde sogleich vorgegangen. Es bestand aus einer losen Steinschüttung, und man gab ihm eine Ausdehnung, welche die des Thurmes bei weitem übertraf, und erhob es bis zur Höhe der niedrigsten Ebben. Hierüber wurden zwei Lagen aus großen und starken Schieferstücken, ohne weiteres Bindungsmittel, sehr sorgfältig gelegt, und mit einem Kranze großer Granitblöcke umgeben. Ein sorgfältig aufgeführtes Mauerwerk aus rohen, aber größtentheils schieferartigen Steinen, und mit Granit-Quadern eingefast, bilden das eigentliche Fundament des Thurmes, und dies reicht bis 2 Meter über die höchsten Fluthen. Bevor nun aber der Bau weiter fortgeführt werden konnte, war es nöthig, daß der ausgeführte Theil desselben, bei dem man keineswegs eine absolute Festigkeit voraussetzen konnte, Zeit und Gelegenheit erhielt, sich gehörig zu comprimiren. Das glaubte man dadurch zu erreichen, daß man auf dem so zugerichteten Fundamente einen cylindrischen Körper aus diesen Steinen sehr regelmäßig aufführte, der mit dem

späterhin zu errichtenden Thurme sehr genau übereinstimmte, und nur wegen der fehlenden inneren Räume ihn an Gewicht noch übertraf. Die Höhe dieses Körpers beträgt 12 Meter, und sein Gewicht ist 23 Millionen Kilogramme.

Hiermit wurden im Jahre 1813 die Arbeiten zur Sicherung der Rhede beschlossen, und sind noch nicht wieder aufgenommen. Der zuletzt erwähnte Körper, aus losen Steinen bestehend, hat sich anfangs merklich gesenkt, doch sehr regelmäßig, und er scheint seinen Zweck jetzt vollkommen erreicht zu haben. — Der mittlere Theil des Dammes ist auf eine Ausdehnung von 205 Toisen und auf eine Breite von 29 Toisen, 3 Meter über die höchsten Fluthen erhoben, worüber die Brustlehne sich noch 2 Meter erhebt; doch hat man bemerkt, daß bei Stürmen, zur Zeit der hohen Fluthen, die Wellen noch bis gegen 18 Fuß über den Damm fortlaufen, wodurch die Besatzung immer einiger Gefahr, wenigstens einer großen Unbequemlichkeit, ausgesetzt bleibt. Dem übrigen Theil des Dammes, dessen Länge zu beiden Seiten des Forts im Ganzen noch 1800 Toisen beträgt, fehlt überall die gehörige Höhe. Ursprünglich wurde er bis zu den niedrigsten Ebben aufgeführt, doch durch die Wirkung des Wellenschlages hat er sehr an Höhe verloren, und ist im Durchschnitte 6 Fuß, häufig aber bis 15 Fuß erniedrigt.

Dieses wäre das Geschichtliche des so berühmten Dammes bei Cherbourg: in Beziehung auf das Technische seiner Ausführung will ich noch einige Bemerkungen mittheilen, welche ich aus dem erwähnten Memoire von Cadin entnommen habe, bevor ich zur Beschreibung der übrigen dortigen Hafenwerke übergehe.

Als am 15ten October des Jahres 1802 die Erhöhung des mittleren Theiles des Dammes vom Gouvernement beschlossen, und eine solche Beschleunigung der Arbeit befohlen war, daß unfehlbar das Werk innerhalb zweier Jahre beendigt sein sollte, da verursachte die Herbeischaffung von passenden Fahrzeugen, die zum Transporte der Steine benutzt werden konnten, besonders große Schwierigkeiten. Die Gewinnung der Steine selbst war dagegen in den felsigen Umgebungen von Cherbourg leicht, und da überall in sehr kurzer Zeit Steinbrüche eröffnet wurden, so gewann man

schon im Frühjahr des folgenden Jahres eine solche Menge Material, daß alle Ladungsplätze in der Nähe, und namentlich die Kais in Cherbourg selbst, damit überfüllt waren, und die Ausführung dadurch noch mehr erschwert wurde. Tene Fahrzeuge, worin man zu Cessarts Zeiten die Steine bis zu dem Damme geführt hatte, waren längst verschwunden und unbrauchbar geworden. Dagegen befanden sich in den Französischen Häfen längs dem Canale gegen hundert Canonenböte, die vor einiger Zeit zu einem militärischen Unternehmen erbaut waren, und die man zu dem vorhandenen Zwecke für passend hielt. Sie wurden sämmtlich zu den Arbeiten in Cherbourg bestimmt, und sechszehn derselben, die gerade in Cherbourg lagen, auch wirklich dazu angewandt, obgleich sie wegen ihrer unpassenden Bauart und schlechten Beschaffenheit wenig leisteten. Die übrigen, welche in andern Häfen lagen, erhielten sehr bald eine andere Bestimmung; dagegen ließ aber das Gouvernement in den benachbarten Häfen alle Kauffahrtei-Schiffe aufkaufen, die nur einigermaßen hierzu brauchbar waren. Auf solche Art brachte man im Verlaufe des Jahres 1803 nach und nach in allem acht und dreißig Fahrzeuge zusammen, die aber sämmtlich zum Transport von Steinen wenig taugten. Es entschloß sich daher endlich das Gouvernement, sechszehn neue Schiffe eigens zu diesem Zwecke erbauen zu lassen, die denn im folgenden Herbst auch wirklich benutzt werden konnten, und die zur Förderung der Arbeit außerordentlich viel beitrugen.

So lange hatte man beständig nur kleine Steine angewandt, deren Gewinnung eben sowohl, als ihr Transport, auf den Schiffen um vieles leichter war, als der von großen Steinblöcken. Indessen zeigte es sich deutlich, daß diese kleinen Massen nie eine feste Lage erhielten, sondern fortwährend bei jedem Sturme von den Wellen ausgehoben, und gewöhnlich über die Krone des Dammes von der See-Seite nach der Rhede geschleudert wurden. Dieser Umstand zeigte deutlich die Nothwendigkeit, das ganze Werk mit großen Steinblöcken zu bekleiden. Es wurde indessen diese ursprünglich sehr unangenehme Erfahrung auf eine höchst sinnreiche Art benutzt, um dem Werke eine vorzügliche Festigkeit zu geben. Man hatte nämlich schon im Jahre 1802 bemerkt, daß die kleinen

Steine, in Folge ihrer Beweglichkeit, eine sehr regelmässige Lage annahmen, und demnachst nicht mehr von den Wellen so stark afficirt wurden, sondern einen weit größern Widerstand leisteten. Es war demnach nicht zu bezweifeln, daß auch die Decke von großen Steinen um vieles kräftiger wirken würde, wenn man sie in derselben Art legte, wie die kleinen Steine sich von selbst lagerten. Man beschloß daher, zuerst mit Schüttung von kleinen Steinen fortzufahren, und nachdem diese von den Wellen gehörig geordnet wären, dann erst ihre Bedeckung mit großen Blöcken zu unternehmen. Um indessen das Fortschleudern der ersteren über den Damm selbst zu verhüten, errichtete man an der inneren Seite desselben eine Mauer von großen Steinblöcken, wogegen auch in sehr kurzer Zeit die kleinen Steine geworfen wurden, und eine ziemlich feste Lage erhielten, und zugleich eine Fläche bildeten, die mit bewunderungswürdiger Regelmässigkeit in verschiedener Dossirung zum Grunde des Meeres hinabreichte. Mit der Zeit stellten sich die verschiedenen Dossirungen noch viel merklicher dar; ich will sie späterhin anführen, wie die letzten Messungen sie ergeben haben.

Ein zweiter Umstand, der bei der natürlichen Bewegung der Steinschüttungen bemerkt wurde, war nicht weniger überraschend, als jener, und auch eben so erwünscht. Die Winde standen nämlich nicht immer senkrecht auf die Richtung des Dammes, sondern häufig trafen sie ihn von der einen, oder von der andern Seite mehr oder weniger schräg, und sie bewirkten dann bei heftigem Wellenschlage eine Bewegung der Steine in der Richtung nach der Länge des Dammes. Diese Steine wurden in diesem Falle vorzüglich an den beiden Enden des Dammes um die beiden Köpfe herum nach der Rhede getrieben, und lagerten sich hier in regelmässigen konischen Haufen. Diese traten bedeutend vor der innern Seite des Dammes vor, und bildeten dagegen äußerlich, zugleich mit dem Rande des Dammes, eine gleichförmig gekrümmte Curve. Dieses war nun aber, wie Herr Cacin sagt, sehr genau die Gestalt, welche man dem ganzen Werke zu geben beabsichtigte. Es sollten nämlich in der Mitte die Haupt-Batterie, und zu beiden Seiten auf zwei Bastionen andere Batterien aufgestellt werden, welche besonders die Einfahrt decken konnten, und dazu hatte

sich auf diese Art ohne Mitwirkung ein sehr passendes Fundament gebildet.

Nachdem man nun beim Schütten der kleinen Steine schon bemüht gewesen war, ihnen diejenige Lage zu geben, welche man durch die Erfahrung als die passendste erkannt hatte, und überdieß die Wirkung der Wellen dieses noch vollkommener hervorgebracht hatte, so wurden die sämmtlichen Dossirungen mit größeren Steinen bedeckt. Die Aufbringung derselben auf den unteren Theil der Böschung, der beständig unter Wasser steht, war mit keinen großen Schwierigkeiten verbunden, indem hier die Bewegung nicht so groß ist, und die Steine selbst in unregelmäßiger Lage noch genügend widerstehn zu können schienen. Desto mehr Sorgfalt wurde dagegen auf den oberen Theil verwandt, der in den Ebben trocken liegt, und der vorzüglich von der Gewalt der Wellen zur Zeit der Fluthen zu leiden hat. Die Errichtung von Krähen und anderen größeren Maschinen, mit denen das Legen der Steine bequem und genau hätte bewirkt werden können, war hier nicht anwendbar, indem zur Zeit der Fluthen die Wellen mit Heftigkeit über den Damm schlugen, und alles mit sich forttrissen. Ueberdieß wurde die Arbeit auch dadurch erschwert, daß die Schiffe nicht nahe genug kommen konnten, um die Steine sogleich an ihre Stelle auszuladen. Das Mittel, welches man nun erwählte, um diese Schwierigkeit zu umgehen, war dieses, daß man längs dem Damme, in Abständen von 10 Toisen, auf sehr festen und stark beschwerten Kreuzschwelen Mastbäume von 30 bis 40 Fuß Höhe errichtete, sie durch Laue seitwärts an niedrigen Pföcken befestigte, und sie oben mit Drehköpfen versah, woran Flaschenzüge befestigt waren. Durch diese einfache Vorrichtung, welche auch dem Wellenschlage vollkommen widerstand, konnten funfzehn Mann sehr bequem, mit Hülfe einer Erdwinde, mehrere Steine von 20 Cubikfuß, während der Dauer der Ebbe, von dem niedrigsten Stande bis auf die Krone des Dammes bringen, und durch Verbindung zweier solcher neben einander stehender Maschinen wurden Steine von 60 bis 80 Cubikfuß längs der Dossirung aufgewunden. In den Sommermonaten pflegte man auch oftmals bei ruhigem Wetter die mit Steinen beladenen Fahrzeuge zur Zeit der Fluthen möglichst

hoch an der Dossirung hinaufzuziehen, und sie auf eigens dazu vorbereiteten Banquets beim Sinken des Wassers aufsetzen lassen, wodurch es dann möglich war, die Steine unmittelbar in ihre Lager herabzulassen.

Nachdem diese größeren und kleineren Steine dreizehn Jahre hindurch der Gewalt der Wellen ausgesetzt gewesen waren, und während dieser Zeit die heftigsten Stürme ausgehalten hatten, wurden im September 1816 in drei verschiedenen Querschnitten die äußeren Böschungen des Dammes gemessen. Die Resultate waren folgende:

I) über den höchsten Aequinoctialfluthen

Beob. I.	das Gefälle	0,569	<i>on auf, on Linder.</i>
Beob. II.	= =	0,463	---
Beob. III.	= =	0,605	---
im Mittel		0,545	---
oder die Böschung		1,82	<i>füßig</i>



II) zwischen dem höchsten und niedrigsten Wasserstande

Beob. I.	das Gefälle	0,181
Beob. II.	= =	0,193
Beob. III.	= =	0,181
im Mittel		0,185
oder die Böschung		5,41

III) von den niedrigsten Aequinoctial-Ebben bis 5 Meter darunter

Beob. I.	das Gefälle	0,344
Beob. II.	= =	0,340
Beob. III.	= =	0,310
im Mittel		0,331

oder die Böschung 3,02 *füßig*

IV) zwischen der Tiefe von 5 Meter unter den Aequinoctial-Ebben und dem natürlichen Boden

Beob. I.	das Gefälle	0,780
Beob. II.	= =	0,666
Beob. III.	= =	1,000
im Mittel		0,815

oder die Böschung 1,25 *füßig*.

Die Uebereinstimmung zwischen diesen Beobachtungen ist gewiß in hohem Grade überraschend, und es verdient wohl erwähnt zu werden, daß schon im Jahre 1802 in dieser Beziehung Messungen am Cherbourger Damme angestellt waren, die ziemlich genau dieselben Resultate gaben. Es scheint demnach, daß eine solche Böschung in der Natur der Sache wirklich begründet ist, und dem Werke eine vorzügliche Dauerhaftigkeit verspricht: auf jeden Fall möchte dieß aber wohl die interessanteste Beobachtung sein, die über die Wirkung der Wellen jemals gemacht wurde.

Der Kriegshafen von Cherbourg befindet sich an der westlichen Seite der Rhede, in einer geringen Entfernung von der Stadt. Die 13te Figur, Tafel II. zeigt seine Anlage, und durch Vergleichung derselben mit dem von Woltman im dritten Bande der Beiträge gegebenen Plane der Rhede wird man sich leicht von der Lage des Hafens einen deutlichen Begriff machen können: m ist das Fort Artois, sonst Fort du Homet genannt, und die vorspringende Ecke unterhalb k ist das Fort Galet. Diese beiden Forts bilden gegenwärtig die äußersten Punkte der Festungswerke, welche den Hafen an der Landseite rings umschließen. — Nach dem Plane, den man in der Ausführung befolgt, wird die Einfahrt in den Vorhafen durch zwei Leuchttürme k bezeichnet. An der südlichen Seite des Vorhafens befindet sich eine Docks i und vier Calen (Schiffswerfte) h, letztere mit vollständiger Bedachung. Der Vorhafen ist so tief ausgearbeitet, daß darin die größten Schiffe, welche freilich ausgerüstet nur zur Zeit der Fluth einlaufen konnten, dennoch selbst in den niedrigsten Ebben noch flott bleiben.

Der innere Hafen besteht aus den beiden Bassins b und c, welche unter sich und mit dem Vorhafen durch Schleusen verbunden sind. In ihnen wird gewöhnlich der Wasserstand der Fluthen erhalten, und die Schleusen in ihren Eingängen sind daher mit Stemmthoren versehen, die nach innen aufschlagen. Zwischen a und b befindet sich ein einfaches Schleusenhaupt, worüber zugleich eine Brücke führt; zwischen a und c dagegen eine vollständige

Schiffs-Schleuse, und endlich zwischen b und c ein einfaches Haupt, welches aber zu beiden Seiten mit Stemmthoren versehen ist, und daher auf der einen, oder der anderen Seite einen höheren Wasserstand halten kann. Im Umfange des Bassins c sollen endlich noch funfzehn Docks e angelegt werden, die durch eine Dampfmaschine in g ausgepumpt werden, und in welchen ein großer Theil der Französischen Marine in Friedenszeiten aufbewahrt werden kann. Bei diesen Bassins b und c war es zweifelhaft, welche Tiefe sie erhalten sollten: es würde für die gewöhnlichen Fälle hingereicht haben, sie so weit auszuhöhlen, daß die Schiffe bei dem Wasserstande der niedrigen Fluthen noch nicht den Boden erreicht hätten; allein eines Theils der Vortheil, der daraus hervorgeht, den Wasserstand willkürlich senken zu können, ohne daß die Schiffe deshalb entfernt werden dürfen, und andern Theils auch der Umstand, daß man zum Erhöhen des Dammes von der Rhede noch eine Menge Steine gebrauchte, die hier mit derselben Bequemlichkeit gebrochen werden konnten, als in einem andern Steinbruche, dieses bewog die Ingenieure, auch die letzten Bassins eben so tief als den Vorhafen zu legen.

Die Dimensionen dieser Anlage sind folgende: der Vorhafen a ist 300 Meter lang und 250 Meter breit, das Bassin b hat bei derselben Länge eine etwas geringere Breite, und endlich das halbkreisförmige Bassin c hält 180 Meter im Halbmesser. Die Weite der Einfahrt in den Vorhafen zwischen den beiden Leuchthürmen beträgt 66 Meter, und die sämtlichen Schleusen sind 18 Meter weit. Die Kais unmittelbar an der See erheben sich 10 Fuß über die höchsten Fluthen, dagegen die neben dem Hafen und den Bassins nur 4 Fuß; der Unterschied zwischen Fluth und Ebbe beträgt im Mittel etwa 12 Fuß, in den Springfluthen 18 Fuß, und zur Zeit der Aequinoctial-Springfluthen 22 Fuß. Die Bassins halten bei den niedrigsten Ebben noch einen Wasserstand von 30 Fuß, so daß also die Kais sich 56 Rhnl. Fuß über den Grund des Bassins erheben.

Der Boden, in welchem diese Anlagen auszuführen waren, ist durchweg felsig, und nur selten ein bis zwei Fuß hoch mit vegetabilischer Erde bedeckt: grob- und feinkörniger Granit, der

häufig in reinen Quarz übergeht, wechselt mit Gneus, und oft finden sich dazwischen mächtige Lagen von sehr feinem und harten dunkelgrünen Thonschiefer. Als Klippen erhoben sich ähnliche Felsen in der See, und bildeten ein ganz unregelmäßiges Ufer, welches ein wildes und unebenes Terrain einschloß, worauf der Hafen angelegt werden sollte. Aus den früheren Plänen von der Cherbourger Rhede, und namentlich aus denen, die in dem Werke von de Cessart (*Travaux maritimes*) enthalten sind, wird man sich von der ursprünglichen Beschaffenheit der Küste, und sonach von den Schwierigkeiten einen Begriff machen können, auf die man hier stieß.

Auch in den Umgebungen des Hafens, und namentlich ohnweit des Forts le Galet, an der südlichen Seite desselben, ist ein sehr bedeutender Raum, 18 Fuß hoch, mit den gebrochenen Steinen ausgefüllt, und dadurch so weit erhöht, daß große Magazine und noch zwei Calen darauf angelegt werden konnten. Und selbst der Weg vom Hafen nach der Stadt, obgleich fast durchgängig auf dem natürlichen Felsengrunde angelegt, mußte durch eine weite Steinschüttung vor dem Angriffe der See gesichert werden, welche an einem andern Orte, als hier, schon von großer Wichtigkeit zu sein scheinen würde. Im Anfange des Jahres 1823 waren die Kais an der See vollendet, auch die Fundamente zu den beiden Leuchttürmen gelegt; da sie aber nur auf Steinschüttungen ruheten, und also ein unregelmäßiges Senken beim Bau wol möglich war, so hatte man sie mit Steinmassen, in Gestalt von abgestuften Kegeln, beschwert, die bei einer Höhe von 40 Fuß einen untern Durchmesser von 50 Fuß haben. Außerdem war der Vorhafen mit seinen Kais ganz vollendet, wie auch die Docke daneben und drei von den Calen; an der vierten wurde noch gearbeitet. Von den Schleusen, welche die Verbindung mit den andern beiden Bassins darstellen sollten, hatte man die Flügelmauern bis zu den Dammspalzen angelegt, damit man späterhin bei der Ausführung derselben keinen Fangdamm besonders zu schütten brauchte, sondern mittelst der Dammbalken schon die Dichtung hervorbringen konnte. An dem Bassin b wurde sehr stark gearbeitet, und man hatte an vielen Stellen schon die beach-

sichtigte Tiefe erreicht. Für die weitere Ausführung der Schleusen war noch nichts geschehen, und eben so hatte man mit der Anlage des dritten Bassins c auch noch nicht Anfang gemacht, außer daß der Boden einigermaßen geebnet war. Die Festungswerke, welche den Hafen einschließen, schienen beinahe vollendet zu sein, doch fehlten noch die sämmtlichen Magazine und Arsenale, und anderen Anstalten, die für einen Kriegshafen unentbehrlich sind. Die früher erwähnte Ausfüllung des Places außerhalb der Festungswerke, zur Anlage einiger Magazine, war bereits bewirkt, und darauf auch schon ein großes Holzmagazin erbaut. Die beiden Galen daneben waren vollständig ausgeführt; sie erhalten keine Bedachung wie die übrigen innerhalb des Hafens.

Dieses wäre die Anordnung im Allgemeinen; ich will jetzt zur Beschreibung der Arbeiten und der Constructionen übergehn. Der schwierigste Theil von der ganzen Anlage, war offenbar die Ausführung der Kaimauer, welche die beiden Bassins a und b vom Meere trennt. Man mußte diese Mauer so weit in das Meer legen, daß die Einfahrt in den Vorhafen, welche man unmöglich noch abdämmen und dann vertiefen konnte, an eine solche Stelle kam, die schon an sich die erforderliche Tiefe hatte. Anderen Theils aber mußten auch diese Dämme wasserdicht aufgeführt werden, damit man die Vertiefung der Bassins im Trocknen bewirken konnte. Diese Umstände waren Veranlassung, daß man die Einfahrt in den Vorhafen bis zu einem Punkte hinauslegte, wo der Wasserstand bei den niedrigsten Ebben noch 18 Fuß beträgt: eben so tief war der Felsgrund an den Stellen, wo die Leuchttürme k erbaut werden sollten, und beide Dämme neben dem Vorhafen, und zum Theil auch der neben dem Bassin b, mußten im Durchschnitte 10 und an einigen Stellen sogar 20 Fuß tief unter den niedrigsten Ebben angelegt werden. Man machte damit den Anfang, daß man die außerhalb den Kais liegenden Klippen bis zum Wasserstande der niedrigsten Ebben entfernte, und mit dem so gewonnenen Gestein die Kais selbst erbaute. Es war indessen, wie schon erwähnt, nothwendig, daß letztere wasserdicht wurden. Man schüttete daher an ihrer innern Seite zwischen jeder Lage Steine, die man herabfallen ließ, eine Zwischenlage von flüssigem Wassermörtel hinab,

und bildete auf diese Art ein wasserdichtes Mauerwerk zum Theil in großer Tiefe unter dem Wasser. Der andere Theil der Kais, und selbst das Fundament zu den Leuchttürmen wurde nur durch lose Steinschüttungen gebildet, denen man eine passende Böschung gab. Dieses waren die Constructionen die man in einer Tiefe, welche nicht die niedrigste Ebbe erreicht, wählen mußte. Sobald man indessen auch nur wenige Stunden im Trocknen arbeiten konnte, wurden die Kais an beiden Seiten mit sehr regelmäßig bearbeiteten großen Quadrern eingefast, von denen häufig Binder in den inneren Theil des Werkes reichten; und überdieß führte man an der Hafenseite unmittelbar neben dieser Futtermauer, aus rohen Steinen in möglichst gutem Verbande, ein wasserdichtes Mauerwerk von etwa 8 Fuß Stärke mit Wassermörtel auf. Auf gleiche Art waren auch die Fundamente für die Leuchttürme, von der Höhe der niedrigsten Ebben an, erbaut. An der See-Seite dagegen und in der Mitte begnügte man sich, die Steine nur lose, jedoch in gutem Verbande aufzupacken. Der Mörtel, den man hiebei benutzt, wird aus natürlichem magern Kalk bereitet, den man längs der Küste, in der Gegend von Cherbourg, ziemlich häufig findet. Zur festeren Verbindung der Werkstücke untereinander sind die Stoßfugen in der Mitte unter einem sehr stumpfen Winkel gebrochen, und überdieß hat jedes Werkstück an der untern Seite einen oder zwei, 1 Zoll hoch vorstehende Zapfen, mit denen es in die entsprechenden Vertiefungen der vorhergehenden Schicht eingreift. Eiserne Klammern sind nur zur Verbindung der Deckplatten angewandt, welche die Oberfläche des Kais bilden, und eine vollkommen wagerechte Ebene ausmachen.

Nach der Vollendung dieser Anlage bemerkte man an der äußeren Seite der Kaimauer neben dem Bassin b eine Senkung von etwa $\frac{1}{2}$ Zoll, und zwar an der Stelle, wo die künstliche Mauer in den natürlichen Felsen übergeht. Man beabsichtigte, späterhin diese Ausweichung durch stärkere Deckplatten oder durch Erhöhung derselben, wieder zu verbessern. Dagegen hatte die starke Beschwerung der sämmtlichen Kais, auf denen man das aus dem Bassin ausgebrachte Gestein bis 30 Fuß hoch, mit geringer Böschung aufgeschüttet hatte, und eben so die Regel zur Compri-

mirung des Fundamentes zu den Leuchtthürmen, durchaus keine Unordnung verursacht, welche man bei der höchst regelmäßigen Lage der Deckplatten sogleich bemerkt haben würde.

Nachdem auf diese Art eine wasserdichte Scheidewand zwischen der Rhyde und den Bassins dargestellt war, welche zugleich eine hinreichende Höhe und Stärke hatte, um die höchsten Fluthen und den Wellenschlag abzuhalten, kam es darauf an, die Einfahrt zwischen den beiden Leuchtthürmen gleichfalls zu durchdämmen: dieses geschah mittelst zweier sehr künstlichen hölzernen Wände, die man mit einander und mit den Seiten der Einfahrt aufs festeste verband, und dann den bleibenden Zwischenraum mit fettem Thon ausfüllte. Man brachte auf diese Art eine so gute Dichtung hervor, und überdieß ließ der natürliche Boden so wenig Wasser ein, daß eine Dampfmaschine von zehn Pferdekraften in wenigen Stunden das Wasser herauschaffen konnte, welches im Zeitraum von einem Tage eingedrungen war: und bei der Vertiefung des Bassins durfte sie nur alle drei bis vier Tage einmal angelassen werden.

Das Lösen des Gesteins konnte überall nur durch Sprengen mit Pulver geschehen. Man bedient sich dabei der Methode, daß man statt des gewöhnlichen Pfropfens nur trocknen Sand lose auf den Schuß schüttet; und überdieß wird das Pulver zur Hälfte mit trocknen Sägespänen von hartem Holze versetzt. Ob diese letzte Methode wirklich vortheilhaft war, oder nicht, ließ sich, bei der Unmöglichkeit ganz gleiche Umstände zu verschiedenen Malen anzutreffen, nicht so leicht entscheiden. Die ersten Versuche schienen die Anwendung der Sägespäne sehr zu empfehlen, indessen die Sprenger erklärten sich durchaus dagegen und behaupteten, daß die Arbeit merklich dadurch verzögert würde. Um hierüber zur Gewißheit zu kommen, stellten sich die Ingenieure, als gäben sie nach; sie ließen aber heimlich (indem das Laden der Schüsse durch besondere Leute geschieht) der Hälfte von den Arbeitern Pulver mit Sägespänen, gemischt reichen, und dagegen der anderen Hälfte reines Pulver. Dieß wurde eine geraume Zeit hindurch fortgesetzt, und der Unterschied in der Wirkung war so geringe, daß er von den Sprengern selbst nicht bemerkt wurde. Indessen nahmen die Ingenieure zwischen beiden Ladungsarten folgende Verschiedenheiten

wahr: fünf Pfund Pulver mit fünf Pfund trocknen Sägespänen von hartem Holze gemischt, bringen nur dieselbe Wirkung hervor, als neun Pfunde reines Pulver; auch ist die Explosion bei jener Sprengung merklich schwächer, und die losgerissenen Stücke werden nicht in so kleine Massen zertheilt, und auch nicht so weit herumgeworfen. Es eignet sich daher die neue Methode ganz vorzüglich für solche Steinbrüche, wo man große Blöcke zu gewinnen wünscht.

Das gelöste Gestein wird in zweirädrigen Wagen durch Pferde herausgeschafft, und auf den Kais und noch sonst in der Nähe des Hafens aufbewahrt, um es späterhin zur Erhöhung des Dammes vor der Rhede verwenden zu können. Die Kais um die Bassins sind beinahe senkrecht ausgearbeitet, und oben durchweg, und selbst da, wo das natürliche Gestein die nöthige Höhe hatte, dennoch mit einer Reihe Werkstücken umgeben. Fig. 17 Tafel II. zeigt einen Schifferring, wie sie in diesen Wänden häufig angebracht sind: ihre Länge beträgt gegen 12 Fuß, und die Stärke und Höhe 4 Zoll. Sie bestehen aus Schmiedeeisen. — Außerdem sind zur Bequemlichkeit mehrere Leitern in den Kais der Bassins angebracht, auf denen man bis zum jedesmaligen Wasserstande herabgehen kann. Sie bestehen in Vertiefungen von 2 Fuß Breite und 1 Fuß Tiefe, die senkrecht in den Wänden ausgearbeitet sind, und deren Durchschnitt Fig. 16 zeigt. Sie reichen bis zur Höhe der niedrigsten Ebben herab, und sind in Abständen $1\frac{1}{2}$ Fuß mit kupfernen Sprossen von 2 Zoll Stärke versehen.

Ohnweit des Vorhafens, an dessen südwestlicher Seite, befindet sich ein Wassermarqueur, der wegen der bewundernswürdigen Pracht und Kostbarkeit erwähnt zu werden verdient. Frei im Vorhafen konnte nämlich der Wasserstand nicht genau beobachtet werden, indem bei Nordostwinden die Wellen darin eine heftige Bewegung verursachen. Man arbeitete daher an der erwähnten Stelle eine brunnenförmige Vertiefung aus, die bis unter die niedrigsten Ebben herabreicht, und unten mit dem Vorhafen durch einen Canal in Verbindung steht. In der Mitte dieses Brunnens erhebt sich eine Granitsäule von 2 Fuß Durchmesser, welche an zwei gegenüberstehenden Seiten zwei übereinstimmende Marqueure trägt:

sie sind aus Kupfer gearbeitet, 3 Zoll breit und $\frac{1}{2}$ Zoll stark, und in Meter eingetheilt. Rings um die erwähnte Säule ist in ihrer ganzen Länge ein freier Zwischenraum von 1 Fuß Weite gelassen, durch welchen das Licht herabfällt, und den Raum vollkommen erleuchtet. Um diese Säule windet sich endlich eine sehr sorgfältig ausgeführte Treppe, deren Stufen von Granit sich selber tragen, und bei einer Breite von 2 Fuß sich bis auf 1 Fuß jener Säule nähern. An der inneren Seite sind sie mit einem einfachen Geländer von Kupfer versehen, und man steigt auf ihnen mit großer Bequemlichkeit herab, um nach der einen, oder der anderen Skale, je nachdem der Wasserstand es gerade zuläßt, denselben zu beobachten. Ueber dem Brunnen ist ein rundes Gebäude mit einer Kuppel aus Granit ausgeführt. Eine eiserne Thüre verschließt den Eingang, und durch deren Oeffnung fällt bei Tage genug Licht herab, um selbst in großer Tiefe den Wasserstand beobachten zu können.

Die Docke an der südlichen Seite des Vorhafens ist, wie die Bassins, in dem Felsen ausgearbeitet, und liegt 34 Fuß unter den Raimauern; sie ist nur an den Falzen, wozwischen das Ponton-Schiff herabsinkt, mit Quadern eingefast, und zugleich bestehen die Stufen der herabführenden Treppen aus Granit-Platten; im Uebrigen bildet dagegen das natürliche Gestein den Boden und die Wände. Die Schließung geschieht durch ein Ponton-Schiff mit doppelten Kielen, die unten und zur Seite in passende Falze eingreifen, und überdieß noch mit aufgelockerten Lauen beschlagen sind. Zum Einbringen und Entfernen desselben bedient man sich ganz derselben Methode, wie es ausführlich bei Gelegenheit der Docke im Helder beschrieben ist; und die Ingenieure versicherten mich, daß hier jedesmal in einer Fluth das eine Schiff herausgelassen, und das andere hineingebracht würde. Das Auspumpen geschieht nur durch Handpumpen, es wird aber auch sehr erleichtert durch den großen Unterschied, der zwischen den Fluthen und Ebben Statt findet, und der großen Theils schon die Leerung der Docke hervorbringt. Nachdem das Wasser einmal herausgeschafft ist, braucht man kaum alle Woche etwa einen halben Tag die Pumpe bewegen zu lassen, um das wenige Sammelwasser wieder

zu entfernen. Zum Einlassen des Wassers sind Canäle angebracht die in der Höhe der mittleren Fluthen die Docke rings umgeben, und welche man gemeinhin mit Wasser gefüllt erhält, um bei einem etwa vorkommenden Brande es benutzen zu können. Sehr merkwürdig ist ein Quell süßen Wassers, den man bei der Anlage abging, und in eine Röhre leitete, die mit einem Hahn verschlossen, wenige Fuß über dem Boden der Docke, an deren hinteren Wand austritt. — Man war in der Docke gerade mit der Reparatur einer Fregatte von 80 Kanonen beschäftigt, über welche man eine leichte Dachung von Brettern angebracht hatte.

Die vier Calen oder Kielplätze zur Seite der Docke bestehen aus geneigten Flächen, worüber eine vollständige Bedachung ausgeführt ist, jedoch in solcher Höhe, daß noch die größten Linienschiffe mit allen Verdeckten darunter gebaut werden können. Die Länge der Calen mißt 300 Fuß, und die Breite derselben 95 Fuß; die Breite der geneigten Fläche dagegen nur 75 Fuß, indem die Wände, welche die Bedachung tragen, dabei in Abzug kommen. Die Neigung der Fläche beträgt auf ihre ganze Länge 20 Fuß. Anfangs hatte man alle vier in gleicher Höhe angelegt, und zwar so, daß die mittleren Fluthen ihr unteres Ende eben erreichten. Indessen späterhin wurde der Plan dahin abgeändert, daß die östlichste von ihnen um 7 Fuß tiefer gelegt werden sollte, damit hier auch noch große Schiffe mit Bequemlichkeit zur Reparatur aufgewunden werden könnten. Man fand in dieser Tiefe das Gestein überall so fest und hart, daß die Bedeckung desselben mit Granitplatten, wie sie bereits früher in allen vier Calen ausgeführt war, überflüssig erschien, und man sich im Gegentheil nunmehr damit begnügte, den natürlichen Boden möglichst zu ebenen. — Diese Aenderung hatte indessen einige Verzögerung bewirkt, so daß hier der Bau noch nicht ganz vollendet war.

Die Figuren 14 und 15 zeigen die wesentlichsten Theile von den Wänden und der Bedachung der Calen: an jeder Längenseite derselben sind neun quadratische Pfeiler errichtet, von denen die äußern 15, die inneren dagegen nur 10 Fuß lang und breit sind. Die Höhe der Pfeiler beträgt 40 Fuß, und sie bilden eine Art von Frontwänden: wogegen die Giebelwände gänzlich fehlen.

Oben sind sie durch Bögen von 25 Fuß Spannung, $3\frac{1}{2}$ Fuß Höhe und 10 Fuß Breite mit einander verbunden; und auf diesen und deren Hintermauerung ruht eine Reihe von Würfeln, von denen jedesmal 2 über eine Bogenweite und einer über jeden Pfeiler treffen, und welche die Dachgebinde tragen.

Das Material, woraus die Mauer aufgeführt ist, besteht nur aus dem hier gebrochenen Gestein; die Einfassung der Pfeiler, die Wölbsteine und die sämtlichen in Figur 14 angedeuteten Werkstücke, sind der erwähnte dunkelgrüne Thonschiefer, der in sehr regelmäßige Flächen spaltet, und der auch in den Quersflächen roh bearbeitet ist. Die Ausfüllung dagegen ist mit unregelmäßigen Bruchsteinen geschehn. Zur Vereitung des Mörtels bedient man sich des gewöhnlichen fetten Kalkes, der mit Ziegelmehl und wenig Sand mit süßem Wasser bereitet ist.

Die 15te Figur zeigt den Dachverband, und es braucht zu dessen Erklärung nur erwähnt zu werden, daß die nach der Mitte des Gebäudes gerichteten Stücke sämtlich doppelte Zangen sind, welche durch Bolzen mit einander verbunden werden. Am Forst befindet sich eine vollständige Strebe-Wand a, welche den Längensverband bildet; außerdem aber reichen eine Menge Sturmbänder schräge über die Dachfläche, und sind verbolzt mit den sämtlichen Gebinden, die sie berühren. Die äußeren Pfeiler, welche, wie durch die punktirten Linien angedeutet ist, bis b vortreten, haben sogar eine dreifache Mauerlatte, worauf ein ähnliches Gebinde ruht, wie Figur 15 zeigt. Die Gebinde sind nach der, in Frankreich ganz allgemein üblichen Art, mit starken Dachsetten versehen, worüber die schwachen Sparren in geringem Zwischenraume genagelt sind. Hierauf ruht eine leichte Verschalung, und die Eindeckung selbst besteht aus eichenen Spänen, die mit Oelfarbe angestrichen sind. Man wählte sie, um das Dach möglichst wenig zu beschweren, indem der hier vorkommende Schiefer größtentheils ziemlich grob ist, und daher nur in dicken Tafeln verarbeitet werden kann.

Um in diesen Gebäuden, selbst bei ungünstiger Jahreszeit, die Arbeiten bequem fortsetzen zu können, beabsichtigt man die Pfeilerweiten und die Giebelseiten durch grobe Decken zu verhängen, und die Oeffnungen der Bögen mit Fensterrahmen zu versehen, die

theils Glasfenster, theils aber nur hölzerne Luken enthalten. Dagegen sollen die Oeffnungen zwischen den Würfeln, unmittelbar unter dem Dache, wegen des nöthigen Luftzuges offen bleiben.

Drei von diesen Galen waren ganz fertig, und sie wurden auch schon zum Schiffsbau benutzt; in einer war sogar eines der größten Linienschiffe der Französischen Marine, der Duc de Bordeaux von 120 Kanonen, beinahe vollendet, und sollte in wenig Monaten vom Stapel gelassen werden.

Das früher erwähnte Holzmagazin außerhalb der Festung stimmt in seiner Construction einigermaßen mit diesen Galen überein, nur übertrifft es dieselben sehr bedeutend durch seine Dimensionen. Es ist 100 Fuß breit und 600 Fuß lang, und besteht in der That nur aus einem Dache, welches von isolirten dünnen Pfeilern getragen wird. Diese Pfeiler stehen in vier Reihen, von denen die äußern 25 und die innern 50 Fuß von einander entfernt sind: nach der Länge des Gebäudes stehen sie 10 Meter von einander ab, und ihre Stärke in beiden Dimensionen beträgt 1 Meter. Sie sind aus regelmäßig bearbeiteten Werkstücken von Granit aufgeführt, auf Fundamente die gleich bei der Aufschüttung des Bodens angelegt wurden. Der Dachverband war wegen der geringeren Spannung viel leichter auszuführen, als bei den Galen, und die Eindeckung konnte deshalb auch mit Schiefer geschehen. Merkwürdig war die Anlage eines Bodens in diesem Gebäude, den man vorläufig zum Zuschneiden und Bearbeiten der verschiedenen zum Schiffsbau nöthigen Hölzer, nach den daselbst aufgetragenen Rissen, zu benutzen beabsichtigte. Späterhin sollte ein dazu geeigneter Raum unmittelbar neben dem Kriegshafen eingerichtet werden, und das Holzmagazin durfte also durch diese Anlage keineswegs in seiner Construction leiden. Es wurde daher dieser Boden auf eigene hölzerne Träger gestellt, und nur seitwärts gegen die massiven Pfeiler geteilt. Um diesen Trägern eine möglichst feste Gründung zu verschaffen, ebnete man einigermaßen die Bruchsteine, welche den Boden bildeten, schüttete darüber, in Quadraten von 5 Fuß Länge und Breite, eine Mischung von Hammerschlag und Kohlenstaub, und legte hierüber neben einander einige Bohlenstücke, welche auf drei Unterlagen die Schwelle des

Ständers trugen. Ueber die sonstige Construction dieses Bodens und des ganzen Gebäudes will ich nichts weiter anführen, als daß ich die Zimmerarbeiten nie mit solcher Sorgfalt und Genauigkeit, wie hier, ausführen sah.

Der Commerz-Hafen von Cherbourg wird von dem Städtchen selbst umgeben; er besteht aus einem Vorhafen mit einer Einfahrt, die durch zwei Hafendämme eingeschlossen ist, einem Bassin, welches eine große Schiffschleuse mit dem Vorhafen verbindet, und endlich aus einem Spülbassin an der östlichen Seite des letzteren, welches durch eine Spülschleuse in den Vorhafen mündet. Woltmann giebt Zeichnungen von der Situation dieser sämmtlichen Anlagen, die, wenn sie auch keineswegs ganz genau sind, doch wenigstens hinreichen werden, um einen anschaulichen Begriff hiervon zu machen.

Als im Jahre 1803 der mittlere Theil des Damms vor der Rhede erhöht, und eine Batterie dasebst angelegt wurde, sollte auch der Hafen in der Stadt Cherbourg selbst in einen Kriegshafen verwandelt werden. Man machte den Anfang mit der Erweiterung und Vertiefung des inneren Bassins, worin der Wasserstand der Fluth erhalten werden sollte, so daß eine bedeutende Anzahl der größten Schiffe darin beständig flott bleiben könnte. Dieß Bassin wurde daher in einer Länge von 360 Meter und einer Breite von 130 Meter zum Theil ausgegraben, und zugleich auf der Nord- und Westseite und zur Hälfte auch auf der Ostseite mit steinernen Kais umgeben. Merkwürdig ist es, daß dieselben ohne Kost auf den losen Kies, der hier den natürlichen Boden bildet, gegründet wurden, und sich auch vollkommen gut erhalten haben, ohne die mindeste Senkung zu zeigen. Man gebrauchte dabei nur die Vorsicht, daß man mit ihrem Fundamente, $\frac{1}{2}$ Meter tief unter den Boden des Bassins herabging, damit nicht etwa der Kies fortgespült werden konnte. — Sodann wurde in der Mündung dieses Bassins eine Schiffschleuse von 10 Meter Deffnung angelegt, und darüber eine Drehbrücke geführt, welche sehr genau übereinstimmt

mit der im Havre befindlichen, (zwischen dem Vorhafen und dem Bassin de la Barre) wovon Schulz eine specielle Zeichnung mitgetheilt hat.

Auch das Spühlbassin wurde sehr ansehnlich erweitert: es erhielt eine Länge von 410 Meter, und eine Breite von 50 Meter, und wurde parallel zu jenem ersten gelegt. Es steht durch einen unterirdischen Canal neben der erwähnten Schiffs-Schleuse mit dem Vorhafen in Verbindung: und die Einrichtung der Drehtore ist im Wesentlichen diese: zwei Tore schlagen gegeneinander auf, und lehnen sich, wenn sie den hohen Wasserstand im Bassin halten sollen, gegen einen mittleren Drehpfosten von elliptischer Gestalt. Derselbe ragt mit dem oberen Ende durch die überwölbte Decke des Canales hervor, und wird hier, sobald die Spülung erfolgen soll, um einen Viertel-Kreis gedreht, so daß seine schmalen Seiten nach den Thoren gewandt werden: diese verlieren dadurch ihre Stützung und öffnen sich mit großer Hefigkeit. Außerdem ragen auch noch die beiden Drehpfosten der Tore selbst vor, damit sie nach jeder Spülung wieder in die gehörige Lage gebracht werden können.

In das Spühlbassin tritt von der entgegengesetzten Seite das Flüsschen Divette ein, welches in den Gebirgen hinter Cherbourg entspringt. Es hat auf die sämtlichen Hafenanlagen einen sehr bedeutenden Einfluß, insofern es eine Menge Kies und Sand mit sich führt, die fortwährend nicht nur den Hafen verflächen, sondern sogar auf der Rhede die Untiefen zunächst dem Ufer erzeugen, und offenbar die ganze Ebene gebildet haben, worauf das Städtchen Cherbourg liegt. Jene Kiesmassen, die man weiterhin an der Französischen Küste längs dem Canale antrifft, und die, wie der Ingenieur Lamblardie nachgewiesen hat, mit dem Fluthstrome von Westen nach Osten getrieben, und dabei fortwährend in kleinere Stücke zertheilt werden, bis sie zuletzt als fliegender Dünen sand sich an der Niederländischen Küste verbreiten: ein solches bewegliches Material findet sich in der Gegend von Cherbourg noch nicht; und eben so wenig ist hier das Fluthwasser mit feinen, schwebenden Erdtheilchen angefüllt, die, sobald das Wasser den höchsten Stand erreicht hat, und daher einigermaßen ruhig wird,

sich sogleich senken, und eine merkbare Erhöhung des Bodens verursachen, wie dieses an den meisten Bufen der Nordsee Statt findet. Man darf also in dieser Gegend nicht befürchten, daß durch die eine, oder die andere Ursache jemals die Rhede oder die Häfen verflücht werden möchten; allein wol könnte dieses in einer langen Reihe von Jahren durch das erwähnte Flüschen geschehen. Dasselbe ist in seiner ganzen Länge kaum 3 deutsche Meilen lang, hat aber sowol selbst, als auch in den verschiedenen Zuflüssen ein so großes Gefälle, daß es eine Menge Material mit sich führt, und in sehr geringer Entfernung von Cherbourg noch alle 500 bis 800 Schritte eine Mühle treibt. Die Ebene, worauf das Städtchen liegt, und von der früher gesagt wurde, daß sie dem Flusse ihren Ursprung verdankt, besteht in einiger Tiefe aus kleinen Steinen und Kies, an der Oberfläche aber größtentheils aus grobem Sand, worüber durch die Industrie der Einwohner eine Wiese entstanden ist. Die hohen Fluthen erheben sich indessen um einige Fuß über die Wiese, und es mußte daher dafür gesorgt werden, daß sie nicht jedesmal überschwemmt würde; dieß war zum Theil schon durch die Kais in Cherbourg selbst, und durch eine natürliche Dünenreihe längs dem Ufer geschehen, so daß das Wasser nur durch die Bassins und den Fluß Divette zu ihr gelangen konnte. Diesen Weg sperrte man durch eine Schleuse, aus einem Paar Stemmthoren bestehend, die man in der Mündung des Flusses, in das Spühlbassin, anlegte, und welche dem Wasser den Abfluß nach der See gestattet, aber sich sogleich schließt, wie das Seewasser in den Fluß einzutreten anfängt.

Als man den Commerzhafen in einen Kriegshafen zu verwandeln beabsichtigte, wurde auch eine Ableitung dieses Flusses in östlicher Richtung bis zu den Rochers de Flamande, der Insel Pélée gegenüber, beschloffen; allein die losen Sandmassen, welche bereits in der Rhede liegen, und die von jeder Fluth bewegt und immer in den Hafen hineingetrieben werden, waren Veranlassung, daß man den Kriegshafen an eine andere Stelle verlegte, wo dergleichen nachtheilige Umstände nicht Statt finden. Es ist seitdem durch das Bassin, welches den eigentlichen Hafen bildet, der Breite nach ein Erddamm geschüttet, welcher den vordern Theil, so

weit als an der östlichen Seite die Kaimauer reicht, abschneidet, und den gegenwärtigen Hafen begränzt. Obgleich dieser Theil nicht die Hälfte des ganzen Bassins einnimmt, so scheint er doch vollkommen groß genug zu sein, um die einkommenden Kauffahrtsschiffe zu fassen, deren Anzahl bei der isolirten Lage von Cherbourg keineswegs sehr bedeutend ist. Aus diesem Grunde ist auch wenig Hoffnung vorhanden, daß das Bassin sobald vollendet werden möchte, vielmehr ist diese Arbeit den sämmtlichen übrigen Anlagen nachgestellt.

Man war dagegen damit beschäftigt, die Einfahrt in den Vorhafen wieder herzustellen, und ihr eine bequeme Tiefe zu geben. In früherer Zeit wurde diese Einfahrt gebildet durch zwei Hafendämme die sich gegen 600 Meter weit, und in einem Abstände von etwa 40 Meter vom Hafen aus nach der See erstreckten, und von denen der östliche noch 20 Meter vor dem westlichen vorstand; allein der westliche Damm, der weniger stark construiert war, ist beinahe ganz zerstört, und der östliche erreicht auch lange nicht die Grenze der niedrigsten Ebben, so daß also, bei einer Spülung, die Wirkung des Stromes auf das äußerste Ende der Einfahrt, wegen der gar zu starken Verbreitung, unmerklich wird. Ueberdies treibt bei Nordostwinden jedesmal um die Spitze des östlichen Hafendamms eine Menge Sand hinein, und die Spülung muß also sehr häufig wiederholt werden, um nur mittelmäßigen Schiffen eine bequeme Einfahrt zu verschaffen. — Der östliche Hafendamm bildet im Durchschnitte eine halbe Ellipse, und durch einen ähnlichen Bogen ist er auch nach der See-Seite in seinem Kopfe abgeschnitten, die Breite beträgt 25 Fuß, die Höhe etwa 20 Fuß über dem Wattgrunde. Bei den niedrigsten Ebben erreicht er, wie erwähnt, nicht das Meer, und dagegen bedecken die höchsten Fluthen den äußersten Theil von ihm, so daß eine Marke die Einfahrt bezeichnen muß, damit nicht etwa die Schiffe beim Einlaufen auf ihm scheitern. Er ist aus regelmäßig behauenen Werkstücken aufgeführt, die ursprünglich in eine Mörtelbestung gesetzt zu sein scheinen, die aber jetzt nur lose aufeinander liegen, und sehr weite Fugen zwischen sich lassen, die oft bis 6 Zoll geöffnet sind. — Der westliche Damm dagegen besteht nur aus einer losen

Steinschüttung, die kaum den mittleren Stand der See erreicht, und von dem Wellenschlage sehr stark beschädigt ist.

Gegenwärtig führte man den östlichen Hafendamm weiter in die See hinaus, und zwar verlängerte man ihn so weit, daß sein äußerstes Ende noch gegen 2 Meter unter den niedrigsten Ebben zu liegen kam. In dieser Tiefe geschah die Gründung durch eine lose Steinschüttung und dazwischen geworfenen Wassermörtel. Sobald man aber auf solche Art bis zur Höhe der niedrigsten Ebben gekommen war, fing man eine andere Constructionsart an, die auch weiterhin befolgt wurde. Man gab nämlich hier dem Damme eine Grundfläche von 30 Fuß Breite, und legte zu beiden Seiten Reihen von großen Kopfstücken, die auf 5 Seiten regelmäßig behauen waren, und mit der sechsten in das Werk hineinreichten. Zunächst derselben wurden unregelmäßige Bruchsteine in Wassermörtel zu einer sehr soliden Mauer verbunden. Der mittlere Raum dagegen, etwa 15 Fuß breit, bestand nur aus sorgfältig gepackten Bruchsteinen, die aber kein Bindungsmaterial zwischen sich hatten. Die beiden Seiten hatten eine Böschung, die etwa dem achten Theil der Höhe gleich kam: sie sollten im Niveau der höchsten Fluthen durch eine cylindrische Fläche mit einander verbunden werden. — Durch diesen Damm hoffte man schon das Versanden des Hafens, insofern es durch den Wellenschlag gegenwärtig bewirkt wird, gänzlich zu verhindern, und man schmeichelte sich auch, daß längs demselben durch den Spühl-Strom ein hinreichend tiefes und breites Fahrwasser hervorgebracht werden könnte.

Der Vorhafen besteht aus einem Bassin von etwa 80 Meter Breite und 120 Meter Länge, welches aber nur hinten und zu beiden Seiten mit Kais umgeben ist, vorn dagegen nur durch vortretendes hohes Ufer und durch eine unregelmäßige Steinschüttung von der See getrennt wird. Die Tiefe darin ist so geringe, daß zur Zeit der Ebben nur auf der östlichen Seite die Schiffe flott bleiben, an der westlichen erheben sich dagegen die Sandmassen so hoch, daß sie sogar um mehrere Fuß über die niedrigste Ebbe vorragen. Dieser Umstand wird, wie ich selber davon Augenzeuge gewesen bin, von den Schiffen auf eine sinnreiche Art benutzt, um die Schiffe zu reinigen. Eine Amerikanische Brigg, die nach

einem Niederländischen Hafen bestimmt war, und bei der man fürchtete, daß sie von den Seewürmern stark beschädigt würde, lief in den Hafen ein, und da es gerade die Zeit der Springfluthen war, legte sie über der höchsten Sandbank an. Sobald das Wasser zu fallen anfing, saß sie fest, und ehe noch die niedrigsten Ebben eintraten, konnte man schon rings um sie herumgehn. Obgleich völlig beladen und ausgerüstet, schien sie doch kaum 1 Fuß tief eingesunken zu sein, und man hatte also Gelegenheit, sie bis auf einen geringen Theil des Bodens ganz zu untersuchen. Alles war zu dieser Arbeit vorher vorbereitet, und daher wurde schon während das Wasser zu sinken anfing, von Böten aus, das Schiff mit Theer bestrichen, so weit das nasse Holz das Haften desselben zuließ. Kaum konnte man rings um das Schiff gehen, so verbreitete man eine Menge trockenes Reis und Stroh um dasselbe, und da dieß angezündet wurde, stand in wenig Minuten der ganze Rumpf des Schiffes in Flammen, indem der darüber verbreitete Theer an allen Seiten zu brennen anfing. Durch dieses Manöver war in Zeit von einer halben Stunde die Bekleidung getrocknet, so daß sie nun sehr schnell mit scharfen Eisen gereinigt, und, noch ehe die Fluth sie erreichte, auch schon wieder frisch getheert werden konnte.

Flüsse und Seen in Gebirgsgegenden.

Die bisher beschriebenen hydrotechnischen Anlagen, so wie dasjenige, was über die natürliche Beschaffenheit der Ströme und Meeresküsten erwähnt ist, bezieht sich größtentheils auf die niedrigen Marschen, zum Theil aber auch auf höher liegende Ländereien; von eigentlichen Gebirgsgegenden ist indessen in dem Vorhergehenden noch nicht die Rede gewesen. In diesen nehmen die Flüsse und Bäche eine ganz eigenthümliche und von jener sehr verschiedene Gestalt an: das ungeheure Gefälle, wie man es auf den Ebenen nie findet, zeichnet sie hier vorzüglich aus; nächstdem das viele und meist sehr grobe Material, welches sie mit sich führen. Sie reißen es theils aus ihrem Bette los, theils fällt es aber seitwärts von hohen Felsen herab, indem der Frost oder die Lawinen, oder kleine Bäche das Gestein lösen, und es dann gemeinhin in dem Flußbette selbst, als in den niedrigsten Theilen des Thales liegen bleibt. Auf diese Art erhöhen sich fortwährend die sämtlichen Gebirgsflüsse, und erzeugen dadurch häufig Versumpfungen in den oberen Gegenden. Aber solche zufällige und zum Theil auch ursprüngliche Hemmungen des Wasserabflusses, welche den Bergseen ihre Entstehung geben, werden wieder durch besondere Umstände, und oft nur durch die langsame, jedoch dauernde Wirkung des fließenden Wassers zerstört, und der See senkt sich, oder verschwindet ganz, und eine fruchtbare Wiese entsteht an seiner Stelle. — Noch wichtiger sind die Veränderungen, welche zuweilen durch die Gletscher hervorgebracht werden, unter denen viele von Jahr zu Jahr immer weiter in die Thäler vordringen, und theils selbst fruchtbare Ebenen bedecken, theils aber auch die engen Pässe gänzlich sperren, so daß die Bäche dahinter in kurzer Zeit

zu ungeheuern Seen anschwellen und meilenweite Strecken der Benutzung entziehn. — Alle diese Erscheinungen sind die Folge von weit kräftigeren und weniger vorher zu sehenden Ursachen, als diejenigen es sind, welche der Hydrotekt in niedrigen Gegenden antrifft. Wenige warme Sommertage, an denen die Schneefelder auf den hohen Bergen zu schmelzen anfangen, oder gar Eismassen sich lösen und dem zurückgehaltenen Wasser einen Ausgang öffnen, reichen hin, um einen schon versiegten Bach in den stärksten Strom umzuschaffen, und dasselbe verursacht oft ein heftiger Regen. — Die Wassermenge, welche in Gebirgsgegenden niederfällt, ist ohne Vergleich viel beträchtlicher, als diejenige, die in der Ebene sich niederschlägt; sie kann überdies in den festen Boden nicht eindringen, und findet auch sonst keinen Aufenthalt, sondern sogleich sammelt sie sich in den Rinnen der Bäche, und stürzt sich bei dem starken Gefälle mit großer Schnelligkeit in die Flüsse, die auf diese Art oft in der Zeit von einer Stunde zu einer ungeheuern Höhe anschwellen. Der durch solche Ereignisse verursachte Schaden ist für einzelne Dörfer und Thäler zuweilen unermesslich, indem es sich ereignet, daß nicht nur die Aecker und Wiesen verdorben werden, sondern sogar die Dorfstelle selbst zerstört, und vielleicht in einen Sumpf verwandelt wird, so daß die Einwohner gezwungen sind, in anderen Gegenden sich nieder zu lassen. Allein berechnet man den Geldwerth des Schadens, so ist er gewöhnlich nicht sehr bedeutend, wegen der großen Armuth, die gemeinhin unter Bergbewohnern herrscht. Dieses ist der Grund, weshalb die Anlagen zur Abwendung solcher Verwüstungen auch immer keine großen Kosten verursachen dürfen. Sehr vortheilhaft ist dabei der Umstand, daß das gewöhnliche Baumaterial, Holz und Steine, in der Regel wenig Werth haben, und daher in den meisten Fällen deren Anschaffung auch nur geringe Kosten verursacht.

Die künstlichen Leitungen zur Bewässerung der Wiesen und Aecker, und sogar die sinnreichen Vorrichtungen zur Erschaffung neuer Wiesen, sind gleichfalls Eigenthümlichkeiten der Hydrotechnik in Gebirgsgegenden, und vor Allem ist die Anlage der Straßen und der Fußpfade als der wichtigste Theil der Baukunst in diesen

Gegenden zu betrachten, indem hiervon nicht nur die Umwohner Vortheil ziehen, sondern in höherem Maße noch die reicheren Nachbarn; sie sind daher zum Theil mit mehr Sorgfalt und mit mehr Kosten ausgeführt, als die übrigen Anlagen. Bei ihnen ist nicht sowol die Constructionsart und die Beschaffung des Materials wichtig, welche bei der Anlage anderer Straßen besonders die Aufmerksamkeit auf sich zieht, sondern hier verdienen vielmehr vorzugsweise erwähnt zu werden die Ausführung und Sicherung der Futtermauern, wogegen das Planum der Straße sich lehnt, die Ableitung der Bergwasser und die Construction der Brücken, und dieß sind sämmtlich Gegenstände, die man überall zur Wasserbaukunst rechnet.

Diese allgemeine Uebersicht wird, wie ich glaube, es nicht zweifelhaft lassen, daß die Wasserbaukunst, die in Gebirgsgegenden ihre Anwendung findet, sich wesentlich von derjenigen unterscheidet, die man in niedrigen Gegenden ausübt; sie ist aber auch, wenn gleich die Anlagen einfacher sind, und in Hinsicht ihrer Kostbarkeit und des Umfanges vielleicht jener nachstehen, dennoch in vielen Stücken sehr wichtig, und mir scheint die Mittheilung einiger dahin gehörigen Bemerkungen um so passender, als in den meisten hydrotechnischen Schriften dieser Gegenstand ganz unberührt bleibt. Ich will zuerst Einiges anführen in Beziehung auf die Entstehung und Beschaffenheit der Bäche und Flüsse und Seen in den Gebirgen, dann drei der wichtigsten dahin gehörende Anlagen beschreiben, die ich zu sehen Gelegenheit hatte: nämlich die Ableitung des Wallenstädter Sees durch die Linth, die Schiffbarmachung der Traun und die Soolen-Leitung bei Berchtesgaden, und endlich werde ich über die Einrichtung der Straßen und Fußpfade in den Gebirgen, und namentlich über die Simplon-Straße, das Wichtigste erwähnen.

Wenn man dem Laufe der Flüsse und Bäche in hohen Gebirgsgegenden nachgeht, wird eine der auffallendsten Erscheinungen der Wasserreichthum sein, der oft in beschränkten Thälern sich sammelt. Besonders wird er überraschend groß scheinen, wenn die Quellen aus einem Gletscher entspringen: ist dieses nicht der Fall, und werden sie überdieß von keinem Sumpfe oder See ge-

speist, dann pflegen sie nach einem oder zwei trockenen Sommermonaten auch wol auf kurze Zeit ganz zu versiegen, wie das bei dem festen Boden, der wenig Feuchtigkeit in sich aufnehmen kann, auch nicht anders zu erwarten ist. Indessen diese letzte Erscheinung widerspricht keineswegs der bekannten Erfahrung, daß der jährliche Niederschlag des Regens und Schnees viel bedeutender auf Bergen ist, als in der Ebene, und daß also von zwei Flüssen, die beide aus einer gleich großen Fläche ihre Quellen ziehn, derjenige um so viel reichhaltiger sein muß, der in einem Gebirge entspringt. Die unmittelbaren Messungen der jährlich niederfallenden Wassermenge geben hiervon einen deutlichen Beweis. Gauthey führt im dritten Bande seines Werkes (*Traité sur la construction des ponts*) mehrere Beobachtungen über die mittlere Höhe des jährlichen Niederschlages an, die, auf Rheinländisches Fußmaß reducirt, die folgenden sind:

in der Umgegend von Paris	=	=	=	1,3
im niedrigen Theile von England	=	=		1,6
in Burgund	=	=	=	2,2
in Lancaster	=	=	=	3,5
im nördlichen Italien	=	=	=	3,8

Doch wie viel dieser Unterschied zwischen den hohen und niedrigen Gegenden auch immer betragen mag, so scheint er dennoch viel zu geringe, um die Reichhaltigkeit der aus den Gletschern und Schneefeldern entspringenden Quellen genügend zu erklären. So mißt z. B. die Ausdehnung des Rhone-Gletschers zwischen der Furca und dem Grimsel, nach der Kellerschen Charte kaum $\frac{3}{4}$ deutsche Quadratmeilen, und dennoch beträgt die daselbst hervorbrechende Wassermasse nach meiner Schätzung mindestens 500 Cubikfuß in jeder Secunde. Es ist freilich nicht anzunehmen, daß die Ergiebigkeit der Quelle das ganze Jahr hindurch so groß sein möchte, indem ich jene Gegenden gerade in der heißesten Jahreszeit, im Anfange des Monats August, besuchte; allein die Sache bleibt beinahe eben so auffallend, wenn man auch nur die Hälfte dieser Angabe für den Durchschnitts-Werth gelten läßt. Dieses scheint in der That nicht zu viel zu sein, wenn man nur nach dem Abflusse den Niederschlag berechnet, ohne auf die Verdunstung

besonders Rücksicht zu nehmen, die bei der reinen und merklich verdünnten Luft und dem beständigen Winde überaus wirksam sein muß, und die namentlich im Sommer auffallend groß wird. Nach dieser Voraussetzung beträgt die Höhe des jährlichen Niederschlags über 18 Fuß, und dieses ist so viel, daß es sich ohne die Annahme einer ganz besondern Veranlassung wol nicht erklären läßt. Eine solche scheint nun in der That in der bekannten Erscheinung zu liegen, daß die Gipfel der höchsten Kuppen, z. B. der Jungfrau, des Finster-Narhorn, des Monte-Rosa, des Mont-blanc und Anderer, selten sichtbar sind, sondern fast beständig von Wolken umgeben bleiben, wenn auch der ganze übrige Himmel heiter und frei von jedem Gewölke ist. Dieß ist eine allgemein bekannte Erfahrung: indessen eine andere Erscheinung, die ich wahrzunehmen Gelegenheit hatte, möchte wol seltener bemerkt sein, und sie erklärt auf eine augenscheinliche Art das unverhältnißmäßige Anwachsen der Gletscher, und die Reichhaltigkeit der daraus entspringenden Quellen. An der südwestlichen Seite des Thales, in welchem das Dorf Simplon liegt, erheben sich zwei Gletscher, die zum Fletschhorn gehören; der nördlichste von beiden (der Roßboden-Gletscher) scheint dem Dorfe Simplon der nächste und zugleich der höchste zu sein: er bildet in seiner Spitze eine isolirte Eis- oder Schnee-Kuppe, welche über die übrigen nahe gelegenen Berge so weit vorragt, daß ihre Seiten größtentheils den Himmel selbst zum Hintergrunde haben, und man also sehr deutlich die Erscheinungen daran wahrnehmen kann. Die wenigen dünnen Wölkchen, welche ein schwacher Nordostwind auftrieb, sammelten sich um diese Kuppe, und mir schien es, als könnte ich deutlich die Ablenkung von ihrer früheren Richtung wahrnehmen, so bald sie in deren Nähe kamen: dieses mußte offenbar auch Statt finden, indem es sonst unerklärbar wird, wie fast alles Gewölke, das über den Horizont trat, sich hier sammeln konnte. Das Auffallendste dabei war indessen, daß, wenn etwa in 5 bis 10 Minuten keine Wolken dazu gekommen waren, dann der Gipfel des Gletschers wieder ganz frei erschien, ohne daß auch nur eine Wolke ihn verlassen hatte. Bei vermehrter Aufmerksamkeit gelang es mir auch, vollkommen deutlich einige Bewegungen in

dem Gewölke wahrzunehmen, welche die Zersekung desselben sehr klar anzeigten. Es lösten sich nämlich an der Seite des Gletschers einzelne Massen von der Wolke los, in Gestalt von unregelmäßigen und dicken Fäden, womit häufig auch größere Klumpen herabgezogen wurden. Sie senkten sich zur Seite der Eismassen langsam nieder, und augenscheinlich verringerten sie sich dabei so sehr, daß sie gemeinhin schon verschwanden, bevor sie noch durch die dahinter liegenden dunkleren Gegenstände weniger bemerkbar werden konnten. Und wenn auf diese Art die ganze Wolke sehr vermindert war, bewegte sie sich zuletzt auch selbst herab, und verschwand im Sinken. Diese letzte Erscheinung läßt sich durch die Kälte der Eismassen leicht erklären; dagegen möchte es schwieriger sein, einen Grund anzugeben, weshalb die Wolken so stark nach dem Eise hingezogen wurden.

Nächst dem entspringen viele Quellen auch in hoch gelegenen Sümpfen, und diese bieten gleichfalls eine interessante Erscheinung dar. Wenn man z. B. den wenig besuchten Fußpfad über den Pragel einschlägt, um von Glarus nach Schwyz zu gelangen, wird man nicht wenig überrascht sein, nachdem man in dem unteren Theile des Klönthales überall einen harten Boden angetroffen hat, dann kurz vor dem Gipfel des Berges eine überaus sumpfige Wiese zu finden, die man nicht ohne große Mühe durchwaten kann. Etwas Aehnliches findet sich auch an andern Orten sehr häufig vor, und selbst auf der Gotthards-Strasse wird man oftmals, wenn man sich rechts oder links von dem Wege entfernt, dergleichen sumpfige Stellen vorfinden. Sie bilden jedesmal eine Ebene, die wenig nach der Seite geneigt ist, wo der Abfluß Statt findet, und es leidet also keinen Zweifel, daß sie durch Anschwemmung entstanden sind. Es scheint indessen, daß das Wasser, welches sie bildete, jederzeit schon Gelegenheit hatte, das gröbere Gerölle früher fallen zu lassen, und hier nur noch die feineren Erdtheilchen niederschlug, indem sein freier Abfluß gehemmt wurde, und es dadurch einigermaßen zur Ruhe kam. Der üppige Graswuchs, der auf solchen sumpfigen Wiesenflächen sich jederzeit vorfindet, scheint nicht wenig zur Auflockerung des Bodens beigetragen zu haben, so wie auch wahrscheinlich zuweilen unterirdische

Quellen und Sprünge dabei wirksam sein mögen. Dergleichen Stellen saugen sehr begierig das auffallende Regenwasser ein, und lassen es langsam wieder ausfließen, wodurch eine zweite Art von Bächen entsteht, die, wie die ersten, auch nach anhaltender Dürre nicht zu fließen aufhören; doch ist ihre Reichhaltigkeit ohne Vergleich viel geringer, als jene es war.

Vorzüglich sind es indessen die Seen, welche das Regenwasser, das sich sogleich in den Bächen und Flüssen ansammelt, zurückhalten, und seinen schleunigen Abfluß in die niedrigen Gegenden verhindern. Gebildet werden sie größtentheils durch die ursprüngliche Gestaltung der Gebirge, denn wo eine Vertiefung rings von Bergen und Hügeln umschlossen ist, da muß das Wasser sich ansammeln, und so lange steigen, bis es an irgend einer Stelle die Höhe der natürlichen Umdämmung erreicht, und sich hier einen Abfluß bahnt. Bestand diese Umdämmung aus loser Erde oder Sand, so wird sie bald (vorausgesetzt, daß die Wassermasse bedeutend war) fortgespült werden, und der Ausfluß wird sich genugsam erweitern und vertiefen, um den ganzen See leeren zu können. Allein wo ein festes Gestein den freien Abfluß des Wassers hindert, da kann es wol übersteigen, aber nicht so leicht fortgerissen werden: und hierin liegt ohne Zweifel der Grund, weshalb in Gebirgsgegenden die Seen viel häufiger sind, als in der Ebene*).

Indem solche Seen durch ihre weite Oberfläche dem Wasser Gelegenheit geben, sich zu verbreiten, und der Abfluß keineswegs dem Zustosse immer gleich ist, sondern im Gegentheile jener nach heftigem Regen geringer ist, als dieser, und nach anhaltender Dürre ihn übertrifft, so zeichnen sich die Flüsse, die in Seen ihren Ursprung haben, vor den übrigen Bergströmen sehr merklich durch ihre Gleichförmigkeit aus. Außerdem unterscheiden sie sich auch durch eine auffallende Klarheit und Reinheit und eine etwas

*) Einzelne Seen, z. B. der auf dem Grimfel, erreichen auch an keiner Seite die Höhe des Ufers, und haben also unterirdische Abflüsse.

grünliche Farbe *): so der Rhein, nachdem er aus dem Bodensee getreten ist, behält noch bis zu dem Wasserfalle bei Lauffen die vollkommene Durchsichtigkeit, und eben so die Linth, wenn sie aus dem Wallenstädter See tritt, u. A. Auch in den Seen selbst erlangt das Wasser im Sommer eine große Durchsichtigkeit, so daß es fast Schwindel erregt, wenn man beim Fahren im Kahn die ganze Tiefe unter sich deutlich übersehen kann. Nirgend ist diese Erscheinung mir auffallender gewesen, als auf dem Königs-See, ohnweit Berchtesgaden, und besonders überraschend ist sie, wenn man am östlichen Ufer desselben, längs dem Fußsteige, nach der Schneidemühle geht, und an der Stelle sich befindet, wo das Ufer beinahe senkrecht aus dem See sich erhebt, und ein hölzerner Steg etwa 100 Fuß weit den Weg vertritt. Hier bemerkt man, wie die Felswand eben so steil, und mit eben solchen Unebenheiten und vortretenden Zacken unter dem Wasser sich fortsetzt, als sie sich über demselben erhebt, und mir schien es, als könnte ich mehrere hundert Fuß tief sie abwärts verfolgen **).

*) Dagegen behalten die Bäche, die in den Gletschern entstehen, noch in meilenweiter Entfernung eine weiße Farbe und eine sehr auffallende Kälte. Das Wasser, welches sich beim Regen ansammelt, erscheint trübe und von dunkelbrauner Farbe.

***) Die meisten Berg-Seen, und namentlich die Schweizerischen, sind berüchtigt wegen der vielen Gefahren, mit denen ihre Besichtigung verbunden sein soll. Es ist nun freilich nicht zu leugnen, daß bei hohen und schroffen Ufern der Wind häufig, zum großen Nachtheil der Schifffahrt, in kurzen Entfernungen sehr verschieden wehen mag, und daß überdies wegen der felsigen Ufer die Gefahr des Strandens größer ist, als bei andern Seen, und endlich, daß die von dem Ufer oft herabfallenden Steine noch eine eigene Gefahr hervorbringen; allein ohne Zweifel tragen die Fahrzeuge und die Schiffer einen großen Theil der Schuld, wenn hier Unglücksfälle sich ereignen. Die Rähne sind in Gestalt von geschweiften Oblongen, gleichsam mit doppeltem Riele gebaut. Sie gleichen entfernt den Prahmen, deren man sich zum Fortschaffen der ausgebagerten Erde zu bedienen pflegt, nur sind die Längen-Seiten etwas ausgebaucht, und das ganze Gefäß ist so lose construirt, daß ein schwacher Wellenschlag schon ein starkes Durchbiegen und

Indem das trübe Bergwasser auf diese Art sich reinigt, verbreiten die feinen Erdtheilchen sich über den ganzen Boden des Sees, und die größeren Steine und das Geschiebe, welches die Flüsse mit sich führen, lagern sich unmittelbar an der Mündung, wo die Geschwindigkeit des Wassers aufhört. Diese Umstände verursachen natürlich eine allmälige Erhöhung des Bodens; doch ist sie bei der großen Tiefe der meisten Seen unmerklich, und sie giebt sich nur da zu erkennen, wo das gröbere Material und mitunter große Steinmassen sich aufhäufen, und daher die Mündung des Flusses, der den See bildet, immer weiter hinausführen. Andererseits wirkt jedesmal das ausfließende Wasser auch auf die Entfernung des Hindernisses hin, welches den Fluß hemmte und sein Aufschwellen verursachte: und wie fest dieses auch immer sein mag, so wird es doch endlich zerstört, die Ausflußöffnung erweitert und vertieft sich, und der See sinkt oder hört vielleicht ganz auf. Doch kann dieses natürlich dann nicht Statt finden, und es ereignet sich sogar das Gegentheil, wenn seitwärts durch andere Bäche noch eine Menge Material in die untere Mündung geworfen, und dadurch der Ausfluß immer mehr gehemmt wird, wie sich dieses bei den Berg-Seen häufig ereignet. Ein sehr interessantes Beispiel für jenen ersten Fall giebt das Urfern-Thal auf der St. Gotthards-Straße, über dessen Ursprung wol kein Zweifel Statt finden kann. Die weit ausgedehnte, rings von hohen Bergen umschlossene und wenig geneigte Ebene dieses Thales, die aus feinen im Wasser niedergeschlagenen Erdtheilchen besteht, giebt sich sehr deutlich als der Boden eines früheren Sees zu erkennen.

ein Knarren und Prasseln hervorbringt, als wollten alle Theile sich lösen. Daß diese Gestalt zu einer leichten Bewegung durchaus unpassend ist, leuchtet ein, und eben so schlecht ist die Anstalt, welche man bei günstigem Winde zum Segeln aufrichtet. Die Schiffer und Fährleute, obgleich sie eine eigene Zunft ausmachen, zeigen dennoch bei jeder Gelegenheit eine auffallende Ungeschicklichkeit, und überdies ist es bei ihnen Gewohnheit, wie mich mehrmals versichert wurde, bei entstehender Gefahr zuerst die Ruder wegzulegen, und zum Gebete die Zuflucht zu nehmen.

Die Reuß, welche unterhalb zwischen den hohen Felswänden in den Schöllenen ein ungeheures Gefälle hat, und bei ihrem Austritte aus dem Ursern-Thale sich noch jetzt durch eine kaum 15 Fuß breite Spalte drängt, mußte in früherer Zeit sich über einen hohen Felsendamm stürzen, und bildete davor einen See, der sich über das ganze Thal verbreitete, und demselben seine gegenwärtige Oberfläche und Fruchtbarkeit gab: so wie aber die Deffnung sich vertiefte, sank der See, und der Wiesenboden trat hervor.

Auf ähnliche Art scheinen eine Menge größerer und kleinerer Wiesen, und namentlich die überaus kräuterreichen, fast horizontalen Flächen, sich gebildet zu haben, die man unter steilen Felswänden so häufig in den Schluchten antrifft. Die Quelle, oder der Bach, der ihnen die Entstehung gab, und der die Erdtheilchen hier hinführte, die anfangs in dem kleinen Wasserbehälter sich niederschlugen, und späterhin über das Wasser vortraten, bewässert und befruchtet noch fortwährend die so erzeugte Fläche, und bewirkt dadurch einen kräftigeren und nahrhafteren Grasswuchs, als man ihn sonst vorfindet. Die Benutzung dieser Wiesen wird häufig durch die höchst beschwerlichen Zugänge einigermassen beschränkt, und ich habe gesehen, daß man mit Mühe zu ihnen hinaufkletterte, und das gewonnene Heu nicht anders herabbringen konnte, als daß man es in Körben an Tauen herabließ, oder es auch wohl ohne Weiteres in die darunter befindlichen Seen warf, von wo man es sorgfältig in Rähnen einsammelte. Das in der Schweizer-Geschichte berühmte Rütli bildet eine solche Wiese, wozu aber freilich der Zugang sehr bequem ist.

Außerdem setzt sich auch zuweilen, ohne daß stehendes Wasser Statt findet, über geneigten Flächen von losem Gestein eine Erdrinde an, worauf bald eine feste Grasnarbe sich erzeugt; doch scheint dieses eine besondere Lage und Beschaffenheit der Quellen vorauszusetzen, die sich nicht häufig vorfindet, denn das Wasser muß sich über die ganze Fläche verbreiten, und darf nicht so heftig strömen, daß es die Steine wieder mit sich reißt. Im Schwarzwalde hatte ich Gelegenheit, zu sehen, daß man auf diese Art künstliche Wiesen erzeugte: auf einer ziemlich steilen Fläche, die

vielleicht 30 Grade gegen den Horizont geneigt sein mochte, und mit losem Gestein bedeckt war, hatte man dasselbe möglichst gleichmäßig ausgebreitet, und mit Strauch bedeckt, und darüber größere Bäume gelegt, die sich gegen kurze Pfähle lehnten. Der Zweck von dieser Bedeckung war, das Gestein, so lange es noch keine andere Haltung hatte, gegen das Auspülen bei starkem Regen und beim Schmelzen des Schnees zu sichern. Nun leitete man einige Quellen hinauf, die man in möglichst viele Aeste zertheilte, und die auf dem oberen Theile der Ebene in der That auch schon so viel Erde angelegt hatten, daß die ersten Spuren der Vegetation sich zeigen konnten. Vor dem Ausfaulen des Holzes soll gewöhnlich eine solche Fläche hinreichend mit Erde bedeckt sein, daß sie nachher keiner weiteren Haltung bedarf, nur muß man Sorge tragen, daß nicht größere Bäche über sie strömen.

Es hängt diese Anlage sehr genau zusammen mit den Wiesenwässerungen, die man im südlichen Deutschlande häufig vorfindet, und die ich späterhin beschreiben werde. Hier will ich zuvor noch derjenigen Ströme und Bäche erwähnen, welche nicht auf die bisher angeführte Art aus größeren Wasser- oder Eisbehältern entstehen, sondern unmittelbar aus dem zusammenlaufenden Regenwasser gebildet werden. Sie sind es vorzüglich, welche die größten Veränderungen in den Gebirgen hervorbringen, indem sie eines Theils zur Zeit ihrer Anschwellung an Stärke und Hefigkeit die anderen Flüsse übertreffen, und dann sammelt sich in ihnen alles lose Material, welches auf der Oberfläche und besonders auf dem Abhange der Berge zerstreut liegt: sie führen es theils als gröberes Gerölle, und theils schwebend als feine Erdtheilchen in die größeren Flußbetten und Seen, und erzeugen dadurch deren allmälige Erhöhung. Diese Bäche zeichnen sich im Allgemeinen durch ein starkes Gefälle aus, welches von der hohen Lage ihrer Quelle herrühren mag, und Wasserfälle und tiefe Schlünde bilden sich in ihrem Laufe häufiger als in anderen, bei denen die Wassermenge in den verschiedenen Jahreszeiten nicht so ungeheuer sich verändert. Hierher gehören auch die kleinen Bäche, welche sich seitwärts von den Felsenwänden in die Thäler hinabstürzen, und die besonders vieles grobe Material und oft große

Felsblöcke herabwerfen, und dadurch nicht selten das ganze Flußbette durchdämmen, so daß dessen freier Abfluß gehemmt wird und ein See entsteht. Das wichtigste hierhin gehörige Beispiel giebt das Linth-Thal, zwischen dem Wallenstädter- und Züricher-See, wovon ich weiterhin ausführlicher handeln werde. Indessen ähnliche Fälle trifft man nicht selten an, und namentlich in dem Albnthale war der See aus derselben Ursache bedeutend angeschwollen. Eine Menge Felsblöcke hatten seinen Abfluß gesperrt, und daß er wirklich in früherer Zeit niedriger sein mußte, zeigte sich besonders deutlich an dem Wege, der auf mehreren Stellen 2 Fuß hoch von dem Wasser bedeckt war, während er, wenn dieser Wasserstand schon sonst vorgekommen wäre, eben so bequem in etwas größerer Höhe hätte angelegt werden können.

Indessen nicht allein das Wasser, welches sich über die Oberfläche der Berge stürzt, reißt davon größere und kleinere Massen ab, sondern noch mehr thun dieses die Lawinen, und vor Allem die unterirdischen Quellen, welche wahrscheinlich die fürchterlichen Bergfälle verursachen, die sich zuweilen ereignen *). Auch

*) Einer der größten Bergfälle, von denen sich in der Schweiz das Andenken erhalten hat, (wodurch aber kein Flußthal verschüttet wurde) ist der Einsturz des Ruffi oder Roßberges, ohnweit des Zuger-Sees. Er ereignete sich am 2ten Sept. 1806, und es wurden dabei die Dörfer Golbau, Busingen und Röthen ganz verschüttet, und gegen 500 Menschen verloren ihr Leben. Die Straße, welche von Lowenz nach Art führt, schlängelt sich jetzt zwischen den ungeheuern Felstrümmern durch, die damals herabstürzten. Sie bestehen aus einer Nagelstuh, und haben häufig eine Länge von 20 bis 30 Fuß. Der Ruffiberg zeigt gegenwärtig eine sehr ebene Oberfläche, welche etwa 30 Grade gegen den Horizont geneigt ist, seine Entfernung von der erwähnten Straße beträgt eine halbe Deutsche Meile, und in gleicher Breite hat sich auch ungefähr die Verwüstung längs der Straße erstreckt: doch reicht sie noch viel weiter westlich, und selbst auf dem Fuße des Rigi liegen die äußersten Felsen. Dem Ackerbau scheint diese Fläche wol für immer entzogen zu sein; als Weide und Wiese wird sie an wenigen Stellen benutzt, doch mehr als die Hälfte des ganzen Raumes war (nach 17 Jahren) noch nicht einmal mit Moos bezogen, sondern wurde nur von unregelmäßigen Steinhäufen bedeckt.

die Gletscher müssen in dieser Hinsicht erwähnt werden, indem sie theils von den Wänden, worauf sie sich herabsenken, die vorragenden Felsen abbrechen und in das Thal führen, theils aber auch selbst bis über die Flußbetten vorrücken, und dieselben zuweilen gänzlich sperren. Die erste Erscheinung wiederholt sich sehr häufig, und wiewohl über die Entstehung und Bewegung der Gletscher manche Zweifel nicht völlig gehoben sind, so ist doch dieses klar, daß sie sich nicht im Thale erzeugen, sondern daß sie vielmehr längs dem Bergabhange herabgleiten, und jenseits der Schneelinie entstanden sind. Daß aber eine Eismasse, welche auf einer geneigten harten Fläche ruht, herabsinken, und dabei, wegen der Unregelmäßigkeit der Fläche, in allen Richtungen brechen und bersten muß, ist leicht einzusehen. Den sichersten Beweis für das Vorrücken der Gletscher geben die unmittelbaren Messungen, die man im Chamouny-Thale zu verschiedenen Zeiten angestellt hat; außerdem spricht dafür auch sehr deutlich eine Erscheinung, die ich mehrmals, und namentlich am Fuße des Rhone-Gletschers, wahrgenommen habe. Dieses sind die bis 10 Fuß hohen Haufen der fein zertheilten und lockeren Erde, die sich jedesmal da finden, wo das Eis in den Boden eingedrungen ist. — Daß ferner diese ungeheuern Eismassen (die oft über eine Stunde lang sind, und von denen man es zum Theil weiß, daß sie mindestens eine Dicke von mehreren hundert Fuß haben) die einzelnen vorragenden Bergspitzen, die sich ihrer Bewegung entgegensetzen, abbrechen können, leidet auch keinen Zweifel, und man sieht wohl ein, daß durch eine solche Begräumung der vorzüglichsten Hindernisse die Bewegung des Eises mit der Zeit leichter werden muß, und also die Gletscher sich immer tiefer in die Thäler herabsenken werden, bevor sie schmelzen, wie man dieses in der That auch fast überall bemerkt. Das am schwersten zu erklärende Phänomen bliebe demnach nur jenes, daß solche abgerissene Felsblöcke durch die Eisdecke dringen, und auf der Oberfläche erscheinen. Die Erklärung, die man dafür gegeben hat, scheint auch nichts Unmögliches zu enthalten: es gehört indessen die weitere Ausführung dieses Gegenstandes nicht mehr hieher.

Zuweilen geschieht es auch, daß die Eismasse eines Gletschers

dem Flusse den Ausweg sperrt; es scheint indessen zur Veranlassung eines solchen Ereignisses das langsame Vorrücken der Gletscher nicht zu genügen, denn sobald das Eis den Fluß erreicht, wird es von dessen Wasser zerstört, und wenn endlich die Eiswand, die sich auf diese Art auf dem einen Ufer gebildet hatte, sich auch über den Fluß legt, so behält derselbe dennoch seinen Abfluß darunter, und er erweitert sich denselben, so daß er bald wie in einem überwölbten Canale ohne Behinderung abfließt. Dies ist der Fall bei dem Arme der Rhone, der auf dem Furca entspringt, und späterhin von dem Rhone-Gletscher bedeckt wird; und auf ähnliche Art treten auch jedesmal die Bäche aus den Gletschern. Am Fuße des Wazmann, in der Gegend von Berchtesgaden, kann man sogar zu gewissen Jahreszeiten auf eine weite Strecke in einem solchen Eisgewölbe hinaufsteigen. — Dagegen geschieht es auch wol, daß bei einer stärkeren Neigung der Fläche größere Eismassen sich mit Hefigkeit herabstürzen, und den ganzen Thalgrund mit einem undurchdringlichen Eisdamme bedecken. Hierher gehört vorzüglich die Begebenheit, die sich im Jahre 1818 im Baniener- oder Bagne-Thale (es grenzt östlich an das Thal, worin die St. Bernhards-Straße von der Schweiz aus ansteigt) ereignete. Dieses Thal zeichnet sich besonders durch mehrere enge Pässe aus, die an vielen Stellen von der Dranse, die hier fließt, beinahe ganz eingenommen werden. Den Ursprung hat die Dranse in dem Clermontane-Gletscher, auf dem Monte Combino, dessen Höhe 13,252 Par. Fuß über dem Meere ist: weiter unten, etwa drei Viertel Stunden oberhalb des Dorfes Lourtier, (des höchsten Dorfes in diesem Thale) fließt sie durch einen solchen engen Paß, dessen nordöstliche Seite den Getroz-Gletscher bildet, und dieser bedeckt sie gewöhnlich so, daß sie unter ihm wie in einer Gallerie zu fließen pflegt. In den Jahren 1816 und 1817 vergrößerte sich die Eisdecke sehr bedeutend, und da noch im Frühjahr 1818 große Theile des Gletschers darüber stürzten, wurde das Thal gänzlich gesperrt durch einen Eisdamme, der gegen 300 Fuß hoch, und in der Oberfläche etwa 500 Fuß breit war: er hatte nach beiden Seiten eine starke Dossirung, so daß man seine untere Breite auf 3000 Fuß schätzte. Die Dranse verschwand um diese

Zeit hinter dem Eisdamme ganz, und man bemerkte, daß sich auf dessen oberer Seite ein See bildete, der überaus schnell anwuchs, und mitunter sogar an einem Tage (namentlich am 12ten Mai) um 3 Fuß stieg. Dies Ereigniß erregte allgemeine Besorgniß, denn man sah wol ein, daß die Verheerungen des Wassers ungeheuer sein mußten, wenn der Damm einst durchbrechen würde. Um diesem Zufall vorzubeugen, und einen regelmäßigen Abfluß zu schaffen, wurde, unter Leitung des Wegebau-Inspectors Benetsch, durch den Eisdamm ein horizontaler Stollen getrieben, dessen Mündung man noch 54 Fuß über die damalige Oberfläche des Sees legte. Die Arbeit wurde am 11ten Mai begonnen, und am 4ten Juni trafen die beiden Stollen in der Mitte des Dammes schon zusammen. Der See war in der letzten Zeit weniger gestiegen, und man konnte also den Canal noch gehörig ebnen, und ihm ein gleichmäßiges Gefälle geben. Er war 4 Fuß breit, 6 Fuß hoch und 608 Par. Fuß lang. Am 13ten Juni Abends erreichte das Wasser die Mündung und fing an abzufließen, und wenn es gleich anfangs noch wenig stieg, so senkte es sich doch schon am folgenden Tage sehr merklich. — Nach der Angabe des Staatsraths Escher war der See um diese Zeit 10,000 bis 12,000 Fuß lang, an der Oberfläche 700 Fuß breit, und im Mittel 200 Fuß tief: er hielt also 800 Millionen Cubikfuß Wasser. Der Abfluß geschah bis zum 16ten sehr regelmäßig, und der See senkte sich dabei 45 Fuß, indem der Stollen vom fließenden Wasser fortwährend erweitert und vertieft wurde. Es flossen in diesen drei Tagen 270 Millionen Cubikfuß ab. Allein das herabstürzende Wasser zerstörte auch den Eisdamm, und spülte den aufgeschwemmten Boden darunter fort, so daß mehrmals, unter dem heftigsten Krachen, Bewegungen in dem Eisdamme bemerkt wurden, und sein naher Durchbruch endlich unvermeidlich schien. Dies geschah am 16ten Juni um 5 Uhr Abends auch wirklich, und der ganze See, der nach Escher noch 530 Millionen Cubikfuß Wasser enthielt, leerte sich in Zeit von wenigen Minuten; das abfließende Wasser richtete aber in dem Thale, welches es mit einer unglaublichen Geschwindigkeit (33 Fuß in einer Secunde) durchlief, die fürchterlichsten Ver-

wüstungen an*). — An manchen Stellen stieg es über 100 Fuß hoch, und nahm dabei Brücken, Häuser, Bäume und alles mit, was sich ihm entgegen stellte. Es wurden 353 Häuser zerstört, und 49 sehr stark beschädigt. Da aber auf die Gefahr schon vorläufig aufmerksam gemacht war, so verloren nur 34 Menschen dabei ihr Leben. Sehr merklich war indessen noch die Verwüstung, welche die Wiesen und Aecker erlitten: das Wasser spülte nämlich die dünne Schicht fruchtbarer Erde fort, und das ganze Thal zeigte nach diesem Ereignisse nur den kahlen, unfruchtbaren Felsengrund. — Der Eisdamm war auf diese Art durchbrochen, aber keineswegs zerstört, und hemmte sogar schon kurze Zeit darauf zum Theil wieder den Abfluß der Dranse, und zwang sie auch wieder, oberhalb einen See zu bilden. Doch durch fortwährende Aufmerksamkeit und theilweise Aufräumung beugte man einem neuen Unglücke vor, bis endlich in den Jahren 1822 und 1823 der Eisdamm gänzlich zerstört wurde, indem man wärmeres Wasser von den nahe gelegenen Bergen abfing, und dadurch das Eis zum Schmelzen brachte**).

Der gemeinschaftliche Erfolg aller dieser verschiedenen Erscheinungen ist fortwährend der, daß auf größeren und geringeren Höhen das Material gelöst, und in die Tiefe herabgeworfen wird, und während das Wasser die Oberfläche des Bodens und dann die Bäche und Flüsse durchläuft, ist es beständig thätig, um Erde und Sand und Steine mit sich herabzuziehen, und theils das Meer selbst, theils aber auch die Flußbetten in den niedrigen Ländern

*) Eine ausführliche Beschreibung dieses Ereignisses findet sich in Gilberts Annalen, Jahrgang 1818 und 1819.

***) Wesentlich verschieden ist hiervon das Unglück, welches sich im Bisp-Thale (ohnfern der Simplon-Straße) am 27sten Dec. 1819 ereignete. Hier stürzte ein Theil des Weißhorn-Gletschers neben dem Dorfe Randa herab, und obgleich die Eisstücke das Dorf nicht erreichten, so wurden dennoch nur von dem Luftdrucke 9 Häuser zerstört, und Steine, groß wie Mühlsteine, mehrere Klafter weit fortgeschleudert. — Auch hiervon befindet sich eine Beschreibung in Gilberts Annalen, Jahrgang 1820.

damit anzufüllen, und dadurch den freien Abfluß und zugleich die Schifffahrt auf den Flüssen zu erschweren. Von einem unberechenbaren Nutzen ist in dieser Hinsicht die Kette von Seen, welche die Alpenwelt umgiebt, und worin alles Material, welches von den Bergen so reichlich herabgeführt wird, sich niederschlagen kann. Es nehmen z. B. schon jetzt die Versandungen und die Erhöhungen des Bettes im Nieder-Rhein dermaßen zu, daß man sich kaum dagegen zu schützen vermag: doch unstreitig würden sie noch um Vieles stärker werden, wenn nicht der Boden-See und die Seen in den anderen Armen des Rheines das Wasser vollkommen gereinigt und möglichst regelmäßig ausströmen ließen. Es scheint aber, daß diese günstigen Umstände dereinst aufhören müssen, und zwar zu der Zeit, wo die Seen bis zur Oberfläche mit Erde und Steinen angefüllt sind, und das trübe Wasser sich unmittelbar in die Ebene ergießt. Für das specielle Beispiel des Rheines könnte vielleicht noch früher dieser Vortheil verschwinden, wenn nämlich an der linken Seite des Rhein-Thales der niedrige Bergrücken überströmt und durchbrochen würde, der dasselbe von dem viel tiefer liegenden Wallenstädter See trennt, und sich so durch diesen und den Züricher See und die Limmat ein viel kürzerer, und daher auch um so viel reißenderer Lauf für den Rhein öffnen sollte, der aber durch keinen so bedeutenden See als der Boden-See unterbrochen wird.

Besonders führen diejenigen Bäche und Flüsse vieles Material mit sich, welche auf den nach Süden geneigten Bergflächen entspringen, und es scheint der Grund davon nicht sowohl in der loseren Beschaffenheit des Bodens, als vielmehr in dem schnelleren Schmelzen des Schnees, und sonach in dem heftigeren Anschwellen der Flüsse zu liegen. Es sind daher die Verwüstungen, welche an der südlichen Seite der Alpen durch das Wasser entstehen, viel ausgebreiteter, als jene an der nördlichen, und selbst in manchen Thälern bemerkt man eine auffallende Verschiedenheit zwischen den Bächen, die von der nördlichen, und denen, die von der südlichen Seite herabkommen. So z. B. im oberen Theile des Rhone-Thales sind es die ersteren vorzüglich, welche eine Menge Gestein in das Thal führen, und merkwürdig ist die Art, wie man den

dadurch entstehenden Schaden möglichst zu beschränken sucht. Die Bäche würden nämlich, sobald sie ihr Bett mit Kieseln angefüllt hätten, sich ein anderes daneben bilden, bis auch dieses wieder gefüllt wäre, und so würden sie beständig einen großen Theil des Thalgrundes der Benutzung entziehen. Um dieß zu verhüten, hat man sie mit Deichen eingefast, oder vielmehr aus den Steinen zu beiden Seiten eine unregelmäßige und lose Mauer aufgeführt, welche das Austreten des Wassers, oder wenigstens das Absegen der Kiesel auf der Wiese verhindert. Allein dies künstliche Bett füllt sich bald mit neuem Material, und man ist daher gezwungen, dasselbe fortwährend auf die Erhöhung der Dämme zu verwenden. So kommt es denn, daß man in der Gegend von Obergesteln und Münster Anhöhen das Thal durchschneiden sieht, die oft 30 Fuß hoch sind, und auf deren Rücken man Bäche findet, die aber im Sommer gemeinhin versiegt sind, oder hin und wieder auch zum Betrieb der Sägemühlen abgefangen, und in hölzernen Rinnen bis an das Ufer der Rhone geleitet werden *).

*) Das Holz, welches hier geschnitten wird, ist Lerchenholz; es wächst in großen Wäldern auf beiden Thalwänden, und die Herabschaffung desselben ist weniger mühsam, indem man es nur fällen, und die Keste abhauen darf, worauf es bei dem starken Abhang schon von selbst herabstürzt. — Sehr interessant ist in dieser Gegend die Abwechslung der Vegetation in den verschiedenen Höhen, und nicht leicht kann man sie mit einem Blicke so deutlich übersehen, wie hier. Die höchsten Spitzen bilden einige nackte Felsen: sie werden umgeben von weiten Schneefeldern, und von diesen steigen in den Schluchten mehrere Gletscher bis zu den Wäldern herab. Am Rande der Schneefelder fängt sogleich eine Vegetation an, die bald in den schönsten Rasen übergeht, und wo das erste Gesträuch, oder vielmehr die noch kümmerlich wachsenden Bäume sich zeigen, bemerkt man auch schon die Sennhütten, worin die Hirten einige Wochen im Jahre sich aufhalten. Dieser bedeckt ein dichter Lerchenwald die Wände, und er reicht so weit herab, bis die steilen Abhänge aufhören, und der Boden eine sanftere Neigung annimmt. Doch die Wälder bilden keine zusammenhängende Flächen, sondern breite Zwischenräume, wie Wege, durchschneiden sie von oben nach unten: dieß sind die Züge der Ravinen. Oft stellen sich auch die Wälder wie gleichschenklige

Noch wichtiger sind die Vorkehrungen, die man zuweilen in Tyrol bei den Bächen getroffen hat, welche sich in die Etsch und die Brenta ergießen, wobei man aber nicht nur die Wiesen und Gärten, sondern ganz vorzüglich die Chaussée gegen eine starke Bedeckung mit Steinen zu sichern hatte. Die Thäler sind meist so schmal, und die Wiesenfläche ist zugleich so niedrig, daß die Straße (und namentlich die zwischen Trient und Bogen) unmittelbar neben der Etsch angelegt werden mußte, und sie sogar zuweilen den Fluß merklich beengte, weshalb denn auch unaufhörlich Anlagen nöthig waren, die ihre Unterspülung verhindern sollten. Wegen der niedrigen Lage der Straße konnten die Bäche nicht darunter fortgeführt werden, und man begnügte sich also gemeinhin damit, daß man letztere im Gegentheile über sie leitete, und im Frühjahre die aufgeworfenen Steine in den Fluß schaffte. Doch zuweilen hatte man auch sehr auffallende Mittel zur Erreichung dieses Zweckes gewählt. So sah ich z. B., daß ein Bach in Mauern von losen Steinen eingefast war, welche aber da, wo sie die Straße durchschnitten, unterbrochen und mit großen steinernen Pfosten versehen waren, woran sich senkrechte Falzen befanden; in diese legte man zur Zeit der Anschwellung des Baches Damm Balken, und leitete auf solche Art das Wasser in einem fortlaufenden Gerinne quer über die Straße, wobei denn die Steine größtentheils in den Fluß geführt werden. — Ein andermal hatte man ähnliche Mauern ohne Unterbrechung über die Straße gezogen, und sie mit einer Brücke versehen, deren Auffahrten etwa 8 Fuß hoch aus den Steinen des Baches aufgeschüttet waren. Zugleich war der Bach unterhalb der Straße auf dieselbe Art durch einen

Dreiecke dar, deren aufwärts gerichtete Seiten wenig schräg und sehr scharf begrenzt sind, und gleichfalls von Lavinen gebildet wurden. In ihrem Schutze liegen gewöhnlich die Dörfer, wenn sie nicht in der Mitte des Thales sich befinden, wo sie schon durch die größere Entfernung vor den Lavinen gesichert sind. Endlich auf dem weniger geneigten Thallande sieht man Aecker, und sie gehn in Wiesen über, sobald der Boden seine Neigung ganz verliert.

Weingarten geführt, und um möglichst an Raum zu sparen, hatte man die Ranken von einer Mauer zur anderen gezogen, so daß von der Brücke aus die Leitung wenig zu bemerken war. — Ferner sah ich einen kleinen Bach, der auf einer 15 Fuß hohen, und vielleicht 6 Fuß breiten Mauer in einer sehr regelmäßigen Rinne über einen Weingarten geleitet wurde: die Steine, welche das Wasser mit sich führte, schob es in der sehr ebenen und festen Leitung fort, bis sie sich unter dem Ausfluß derselben in einen hohen Steinhaufen neben dem Flusse lagerten.

Ähnliche Anlagen wiederholen sich ziemlich häufig bei den Flüssen in Ober-Italien, von denen es bekannt ist, daß sie sämmtlich auf eine sehr merkliche Art ihre Betten fortwährend erhöhen. Das Material, welches sie von den Alpen herabführen, und welches auch durchgängig den Boden der Lombardischen Ebene bildet, ist theils Sand, theils aber sind es abgerundete Kiesel, die bis 2 Zoll im Durchmesser halten. Diese haben die Schläuche der Flüsse bereits so sehr angefüllt, daß deren Boden sich fast überall sehr merklich über die umgebenden Ländereien erhebt. Um aber dennoch ihr Austreten zu verhüten, hat man sie, und namentlich die kleinern Flüsse, welche zwischen der Etsch und der Brenta sich befinden, mit hohen Mauern eingefast, die sich bis 20 Fuß über die Ebene erheben, und auswärts durch eine angeschüttete Kies-Böschung verstärkt sind. Das Flußbette selbst liegt dagegen an manchen Stellen kaum 6 Fuß unter der Krone der Mauer, und einzelne Bänke von den erwähnten Steinen erreichen nicht selten deren ganze Höhe. Diese höchsten Bänke werden bei trockener Jahreszeit mit Wagen ausgefahren, und man benutz die Kiesel theils zur Verstärkung der Mauern, und theils zur Ausbesserung der Chaussee.

Eine sehr auffallende Erscheinung ist es hiebei, daß diese Flüsse, welche oft eine Breite von mehr als 100 Fuß zwischen den Mauern haben, im Sommer ganz versiegen, und überall einen trocknen Boden haben: ihr Wasser wird nämlich oberhalb abgefangen und in vielfacher Vertheilung zur Bestauung der Aecker benutzt. Diesen künstlichen Leitungen verdankt die Lombardei hauptsächlich ihre Fruchtbarkeit, denn der Boden an sich scheint

wenig dem Reichthum zu entsprechen, der hier an Feldfrüchten und Obst erzielt wird. Die Anstalten zur Bewässerung sind ziemlich einfach, und zeichnen sich nur durch eine zweckmäßige Anordnung und durch eine sehr sorgfältige Unterhaltung aus. Sie bestehen hauptsächlich in Folgendem: Die größeren Zuleitungs-Canäle sind oberhalb eines gewöhnlichen Wehres mit dem Flusse verbunden, und können durch Schützen davon getrennt werden. Sie ziehen sich gemeinhin in einer Richtung, welche gegen die des Flusses senkrecht gekehrt ist, mit wenig Gefälle längs dem oberen Theil der Ebene fort, und aus ihnen treten die kleineren Leitungen, welche in vielfachen Verzweigungen sich durch die ganze Gegend verbreiten. Letztere bilden häufig die Gräben zur Seite der Straße, und verschaffen dadurch für den Reisenden noch den Vortheil eines frischen, klaren und angenehmen Wassers: wo sie aber in mehrere Arme sich zertheilen, oder einen Acker bewässern sollen, münden sie in runde Bassins, welche durch 1 bis 2 Fuß hohe Erddämme umgeben sind. Besonders findet man dergleichen sehr häufig an der Seite der Straße, welche nach dem Abhange gekehrt ist, und sie werden gespeist durch überwölbte Canäle, worüber die Chaussée meist eine sehr merkliche Erhöhung bildet. Aus diesen Bassins gehen gewöhnlich 2 oder 3 kleine Gräben aus, von denen einer die Fortsetzung der Leitung ausmacht, und die übrigen unmittelbar zu den Aeckern führen. Jeder einzelne Abfluß ist durch eine kleine Schütze gesperrt, die sich in einem gemauerten Grieswerke auf- und abbewegt, und die fast beständig, mochte sie nun geöffnet sein oder nicht, angeschlossen war. Die einzelnen Felder haben eine sehr bedeutende Ausdehnung, und sind mit niedrigen Erddämmen umgeben, theils um das Wasser in den daneben befindlichen Leitungs-Gräben abzuhalten, und theils auch, um dem eingelassenen Wasser den Austritt zu sperren. Sobald nun ein Feld bewässert werden soll, werden in dem zugehörigen Bassin die sämtlichen Schützen geschlossen, mit Ausnahme derjenigen, welche hinein führt: durch diese tritt dann das Wasser ein, und bedeckt die ganze umdämmte Fläche, und zwar so stark, daß mehrmals die Ueberstauung sich wol 3 Zoll hoch über die niedrigen Theile des Feldes verbreitet hatte. Hin und wieder stach man auch wol

die unteren Dämme durch, um das Wasser wieder abzuleiten, wozu meist keine besondere Vorrichtungen getroffen zu sein schienen. Zur leichteren Verbreitung in dem Felde selbst bemerkte ich auch einige Gräben, die jedoch sehr flach, und nicht mit besonderer Aufmerksamkeit ausgeführt waren. — Das erste Getreide hatte man schon seit geraumer Zeit eingeerntet, als ich diese Gegenden besuchte, (Anfangs September) und die zweite Saat war theils eben erst aufgegangen, und theils so weit herangewachsen, daß die Aehren sich zu bilden anfangen; in jenem Falle erhielten die Felder die stärkste Bewässerung, in diesem wurde der Boden nur feucht erhalten: doch das meiste Wasser schien man auf den Türkischen Weizen zu verwenden, der überall wie in einem Moraste stand.

Die Leitungen zur Bewässerung der Wiesen, welche man im südlichen Deutschlande häufig vorfindet, sind im Allgemeinen viel einfacher, als die eben beschriebenen; man trifft jedoch nicht selten solche Fälle, wo die Unebenheit des Terrains, und die Bäche, die sie durchschneiden, die Anlage von hölzernen Gerinnen oder kleinen Brücken-Canälen nothwendig machen. Der Hauptgraben zieht sich bei dieser Leitung jedesmal mit wenig Gefälle längs dem oberen Rande der Wiese hin, und er hat, in Abständen von etwa 10 Fuß, an der Thalseite Ausflüsse, die sehr roh und nur wenig Zoll breit in den Rasen eingeschnitten sind, wodurch das Wasser auf die Wiese tritt. Die Oeffnungen werden mit Steinen oder Holzspänen verstopft, wenn sie sich zu sehr erweitern, oder wenn man vielleicht wegen der Heuernte die Wiese ganz trocken legen will. Im letzteren Falle wird aber gewöhnlich der Quell in sein natürliches Bette gelassen, und er tritt gar nicht in den oberen Canal.

Zu der Anlage von ähnlichen Leitungen hat man in dem nördlichen Deutschland, wegen des ebenen Bodens, weniger Gelegenheit, und vielleicht ist das Bedürfniß derselben auch geringer, indem der Sommer nicht so heiß und nicht so dürre ist: allein weder der eine noch der andere Grund möchte ihre gänzliche Verabsäumung entschuldigen. Es scheint sogar, daß, so vielfach wie

man das fließende Wasser auch benutzen kann, es dennoch auf keine andere Art so wichtige Vortheile bringt, und so sehr zur Erzeugung eines allgemeinen Wohlstandes hinwirkt, als wenn man es zur Vermehrung der Fruchtbarkeit des Bodens auf Aecker und Wiesen leitet.

Die Ableitung des Wallenstädter Sees durch die Linth.

Wenn der Werth, der einem Werke der Wasserbaukunst zukommt, nicht sowol von der auffallenden Pracht und Kühnheit der Anlagen und ihrer Kostbarkeit abhängt, sondern vielmehr von dem Nutzen, der dadurch hervorgebracht wird und von der Einfachheit und der Zweckmäßigkeit der angewandten Mittel, dann möchte kaum ein anderes Unternehmen wichtiger sein, als die Corrections-Arbeiten der Linth in den Cantonen Schwyz, Glarus und St. Gallen. Sie wurden angegeben und trotz der großen Schwierigkeiten die von Privat-Personen und ganzen Cantons entgegengestellt wurden, dennoch zur Ausführung gebracht, durch den unermüdblichen Eifer des als Geolog rühmlichst bekannten Erziehungs-Rathes Escher in Zürich, der eben seiner genauen Kenntniß der Natur der Bergflüsse die Wahl der Mittel verdankte, die hier zur Anwendung gebracht wurden, und welche auch den glänzendsten Erfolg herbeiführten, und noch beständig neue Vortheile gewähren.

Die 24 ste Figur, Tafel II. zeigt den gegenwärtigen Lauf des Flusses. In früherer Zeit trat die Linth nicht in den Wallenstädter See, sondern sie wandte sich bei ihrem Austritte aus dem Linth-Thale, ohnweit Näfels schon westlich nach dem Züricher-See, und vereinigte sich bei Urnen mit der Maag, die den Abfluß des Wallenstädter Sees bildete. Allein die Linth führte eine Menge Geschiebe und Sand mit sich, und indem sie die ersteren schon in der Gegend von Näfels, beim Eintritte in die Ebene, fallen ließ, lagerte sich der Sand erst weiter unterhalb, und füllte sogar das Bette der Maag an. Dazu kam, daß bei plöglichem Regen und beim Schmelzen des Schnees von den sämmtlichen Thalwänden größere und kleinere Steine herabfielen, und meistens bis in das Flußbette getrieben wurden. Das Gefälle der unteren Linth

und der Maag reichten lange nicht hin, um eine Stärke des Stromes zu erzeugen, die genügt hätte, diese Hindernisse zu entfernen: daher kam es, daß unaufhörliche Versandungen und Beengungen beider Flüsse sich ereigneten, und dadurch Theilungen und die Bildung neuer Flußbetten veranlaßt wurden. Aber jede solche Veränderung machte den Fluß immer unregelmäßiger und schwächer, und um so schneller füllte das neue Bette sich mit Materialien an, und verursachte wieder neue Unordnungen. So wurde zuletzt die in früherer Zeit reiche Wiese zwischen den beiden Seen, theils in einen Sumpf und theils in ein Sand- und Steinfeld verwandelt. Die Linth wurde dabei immer höher aufgestaut: und sie erreichte endlich bei ihrem Zusammentreten mit der Maag den Wasserstand des Wallenstädter Sees, dessen Abfluß nun gänzlich aufhörte. Zuweilen sah man sogar die Erscheinung, daß in dem oberen Theile der Maag das Wasser rückwärts aus der Linth in den Wallenstädter See floß. Dieser See stieg nun von Jahr zu Jahr, und, was sonst nie geschehen war, es wurden nach starkem Regen die Ufer desselben, und sogar die darauf liegenden Dörfer unter Wasser gesetzt, und kaum konnte im Sommer, bei anhaltender Dürre die Ueberschwemmung sich wieder einigermaßen verziehn. Doch auch diese periodischen Senkungen des Wasserstandes hörten in einigen Jahren auf, und im Anfange dieses Jahrhunderts verschwand das Wasser gar nicht mehr. In dem Dorfe Wesen fuhr man beständig mit Rähnen in den Straßen, und die unteren Stockwerke der Häuser konnten nicht mehr bewohnt werden. Noch jetzt sieht man, wie in allen Häusern damals ein Fenster im zweiten Stockwerke zu einer Thüre umgeschaffen war, und häufig sind die herabgehenden Treppen auch noch geblieben. Ähnliche Verwüstungen verbreiteten sich rings um den ganzen See, und nur die steilen Bergwände setzten den Ueberschwemmungen eine Grenze: namentlich an der östlichen Seite, wo unmittelbar am See eine reichbebaute Ebene liegt, wurden mehrere Dörfer und zum Theil selbst das Städtchen Wallenstadt auf ähnliche Art wie Wesen verheert. Alle niedrig liegenden Wiesen verwandelten sich dabei in Sümpfe, so daß die Thalweide sehr beschränkt, und viele Wege unpassirbar wurden. Von Wesen erstreckte sich eine halbe

Meile weit aufwärts, bis gegen Näfels, ein undurchbringlicher Sumpf, der zuletzt eine Fortsetzung des Wallenstädter Sees ausmachte, und dessen Wasserstand annahm. Auch abwärts nach dem Züricher See zogen sich meilenweit die Sümpfe zu beiden Seiten des Flusses herab, und erreichten auch hier die im Thale liegenden Dörfer. — Zu dem Verluste der Wohnung und Weiden gesellten sich endlich noch ansteckende Krankheiten, um jene unglücklichen Bewohner, die noch immer eine zufällige Besserung ihres Schicksals erwarteten, gänzlich zu Grunde zu richten.

Allein der natürliche Gang der Begebenheiten konnte wol die Verwüstungen vergrößern, und es war sogar höchst wahrscheinlich, daß er dieses thun würde, jedoch sie abzustellen und einen günstigeren Zustand herbeizuführen, dazu war ein außerordentliches Zusammentreffen von Zufälligkeiten nöthig, das beinahe unmöglich blieb. Und selbst die Hülfe, die man von künstlichen Mitteln sich versprechen konnte, mochte zwar die gegenwärtige Ueberschwemmung ableiten, aber nicht die Ursachen aufheben, die sie hervor gebracht hatten. Steine und Felsen rollten fortwährend von den Bergen, und die Flußbetten mußten sich also auch nach wie vor erhöhen, und über kurz oder lang ein ähnliches Unglück erzeugen. Im Jahre 1805 trat Escher zum erstenmale mit seinem Plane auf: 8000 Menschen wären in das äußerste Elend gebracht; das einzige Mittel, um das Uebel aufzuheben, und ihm auch für die Zukunft vorzubeugen, bestände darin, daß man einmal dem Wallenstädter See einen ganz regelmäßigen Abzug gäbe, der mit Dämmen von beiden Seiten eingeschlossen, und dadurch vor dem Eintritte des Bergwassers gesichert wäre, das ihn nur verflächen könnte: sodann aber sollte auch die obere Linth, in welcher nun einmal eine unglaubliche Masse von Geschiebe in jedem Jahre herabkommt, und die also auf jeden Fall eine Erhöhung erzeugen muß, dadurch unschädlich gemacht werden, daß sie in den Wallenstädter See träte, und bis an ihre Mündung reißend genug bliebe, um selbst große Felsen fortreiben zu können. In diesen See könnten sich ohne schädlichen Einfluß alle Geschiebe, und selbst Sand und erdige Theile lagern, und vollkommen rein würde das Wasser von hier wieder in den Züricher See strömen, und daher

die untere Linth der Gefahr der Verflüchtung ganz entziehen. — Doch diesem zweckmäßigen Projecte, das man späterhin in allen Theilen annahm, wurden anfangs nur Widersprüche entgegengestellt: theils schmeichelte man sich noch, daß ein trockener Sommer wieder den See auf den früheren Stand zurückführen könnte, theils war die Verwüstung so ungeheuer, daß menschliche Hülfe für die dortigen Einwohner zu geringe zu deren Abwendung schien, und am wenigsten glaubte man, dieß dadurch zu erreichen, daß der Wallenstädter See, der die Quelle alles Uebels schien, nun noch unmittelbar die Linth aufnehmen sollte. Dazu kam, daß das Wasser, wenn es eine Wiese eben erreichte, den Ertrag derselben außerordentlich vermehrte, und namentlich den Wachsthum der sauern Kräuter sehr beförderte, die vorzüglich eine kräftige Weide geben. Es wurde also durch das allgemeine Unglück der Vortheil Einzelner, wenigstens für eine kurze Zeit, befördert, und diese setzten dem Vorschlage zur Zurückleitung des Sees in seine alten Grenzen den heftigsten Widerstand entgegen. Auch die Eifersucht der verschiedenen Cantons, von denen jeder fürchtete, für das Wohl des anderen etwas beizutragen, hintertrieb die Ausführung, bis endlich der Französisch-Oesterreichische Krieg die ganze Sache vergessen ließ.

Doch kaum war die Ruhe wieder hergestellt, so brachte Escher das Project aufs Neue in Anregung, und nach langem mühevollen Kampfe mit allen Parteien gelang es ihm endlich, daß im Jahre 1807 die Eidgenössische Tagsatzung in Zürich in allen Stücken sein Project genehmigte, und die schleunige Ausführung desselben beschloß: er selbst wurde zum Präsidenten derjenigen Commission ernannt, die hiermit beschäftigt sein sollte. Es wurde zugleich bestimmt, daß die Kosten zu den sämtlichen Anlagen durch den Verkauf von Actien bestritten, und die Gesellschaft dafür die durch Senkung des Sees zu gewinnenden Ländereien ganz, oder zum Theil erhalten sollte, je nachdem sie vor einer bestimmten Reihe von Jahren schon benutzt waren, oder beständig vom See bedeckt wurden. Um möglichst viele Theilnehmer zu erwecken, bekamen die Actien den Preis von 100 Schweizer Franken, und überdieß darften die Anwohner durch Hand und Spanndienste und durch

Lieferung der nöthigen Materialien als Actionäre beitreten, jedoch wurden in diesem Falle ihnen die Leistungen nicht höher, als Fremden berechnet. — Um endlich einen jeden Interessenten genau von dem Fortgange und dem Erfolge der Arbeiten in Kenntniß zu setzen, beschloß man, die sämtlichen Verhandlungen sowol, als auch die technischen Anlagen, durch eine besondere Zeitschrift öffentlich bekannt zu machen, die den Titel führte: „Officielles Notizenblatt, die Linthunternehmung betreffend.“ Das erste Heft desselben erschien im Jahre 1807 in Zürich. Anfangs folgten sich die Hefte sehr schnell, jetzt dagegen erscheint kaum in mehreren Jahren eins (Hieraus habe ich die meisten hier angeführten Thatsachen entlehnt). — Die technische Leitung des Unternehmens übertrug man zugleich dem Großherzoglich Badenschen Hauptmann und Rheinwahr-Inspector Zulla.

Der Anfang der Arbeiten wurde gemacht mit einem speciellen Nivellement, welches der Schanzenherr Feer aus Zürich ausführte. Das Resultat desselben war, daß die Länge des Linth-Laufes von der Siegelbrücke am Wallenstädter See bis zum Züricher See 62,571 Züricher Fuß hielt, und das Gefälle auf dieser Strecke 63½ Fuß betrug. Dieses Gefälle war indessen nicht gleichmäßig, sondern es fand sich auf neun verschiedenen Strecken auch sehr verschieden vertheilt. Nämlich:

- 1) vom Züricher See bis zum Schloß Brynau: Länge 8930 Fuß, absolutes Gefälle 3 Fuß 8 Zoll, relatives Gefälle, oder auf 1000 Fuß, 4,93 Zoll;
- 2) bis zur Mündung des Nieselgiessen: 7450 Fuß Länge, absolutes Gefälle 2 Fuß 5 Zoll, relatives Gefälle 3,89 Zoll;
- 3) bis zur Mündung der Spettlinth: Länge 8122 Fuß, absolutes Gefälle 9 Fuß, relatives Gefälle 13,30 Zoll;
- 4) bis zum unteren Fährhause an der linken Seite der Linth: Länge 6419 Fuß, absolutes Gefälle 5 Fuß 5½ Zoll, relatives Gefälle 10,20 Zoll;
- 5) bis zum unteren Anfange des Hängelgiessen: Länge 7087 Fuß, absolutes Gefälle 8 Fuß, relatives Gefälle 13,55 Zoll;

- 6) bis zum oberen Anfange des Hängelgiessen: Länge 5154 Fuß, absolutes Gefälle 5 Fuß 4 Zoll, relatives Gefälle 12,42 Zoll;
- 7) bis zur Mündung des Biltnerbachs: Länge 5808 Fuß, absolutes Gefälle 7 Fuß 4 Zoll, relatives Gefälle 15,15 Zoll;
- 8) bis zur St. Sebastians-Capelle: Länge 5847 Fuß, absolutes Gefälle 9 Fuß 2 $\frac{1}{2}$ Zoll, relatives Gefälle 18,90 Zoll;
- 9) bis zur Ziegelbrücke oder bis zum Wallenstädter See: Länge 7754 Fuß, absolutes Gefälle 13 Fuß 1 Zoll, relatives Gefälle auf 1000 Fuß 20,25 Zoll.

Der obere Theil der Linth dagegen, südlich vom Wallenstädter See, hat überall ein ziemlich gleichmäßiges Gefälle, und dasselbe ist überdieß auch hinreichend, um in einem regelmäßigen Bette noch größere Steine fortzuschieben. — Nur in der unteren Strecke, auf eine Länge von 10,000 Fuß und unmittelbar am See, fehlte alles Gefälle, indem sich hier ein horizontaler Sumpf gebildet hatte.

Bei der Ausführung der Arbeiten wurden dieselben zu gleicher Zeit in der oberen und der unteren Linth begonnen, und das „officielle Notizenblatt“ weist die Reihenfolge der vorgenommenen Arbeiten nach; ich will indessen der Kürze wegen die beiden Anlagen besonders beschreiben, und zugleich diejenigen Bemerkungen hinzufügen, die ich über ihren gegenwärtigen Zustand zu machen Gelegenheit hatte.

Die Geradleitung der unteren Linth, oder die Darstellung eines regelmäßigen Abflusses aus dem Wallenstädter See in den Züricher See war wegen des ganz versumpften Bodens besonders schwierig darzustellen: und indem dieser Theil der Arbeit erst die Senkung des Wasserspiegels bewirken sollte, so konnte man eine gehörige Canalgrabung nicht unternehmen, sondern man mußte sich im Gegentheile damit begnügen, durch theilweise Aufräumung und Durchdämmung der Serpentinien einen möglichst regelmäßigen Strom darzustellen. Derselbe sollte in gerader Richtung, mit Aus-

nahme einiger größeren Krümmungen das Thal durchschneiden: seine Breite sollte 90 Fuß betragen, und zu beiden Seiten beabsichtigte man die Aufführung von 5 Fuß hohen Deichen, um theils an einigen niedrigen Stellen das Flußwasser vom Thale abzuhalten, theils aber auch umgekehrt dem wilden Bergwasser den Eintritt in den Fluß zu sperren. Die Grabungen, mit denen man den Anfang machte, schienen wenig Erfolg zu versprechen, indem selbst auf den höheren Stellen, schon bei 2 Fuß Tiefe, die Grube voll Wasser lief; nichts desto weniger fand man es möglich, sehr kurze Strecken, denen man auch nur die Breite von 58 Fuß gab, 4 bis 5 Fuß tief auszugraben, wenn nämlich eine große Menge Arbeiter theils zum Graben und theils zum Schöpfen dabei angestellt waren. Andererseits kam es darauf an, die verschiedenen eintretenden Bäche und Serpentinien abzuschließen, und man mußte dabei zugleich deren Anfüllung zu bewirken suchen, damit nicht etwa von ihnen tiefe Kolke zurückblieben, die nachher nicht benutzt werden konnten. Zu diesem Zwecke wurden sie mehrmals und namentlich unmittelbar bei dem Eintritte in den Fluß, und in der Richtung des neuen Ufers mit sogenannten Steinschwellen versehen, d. h. mit Dämmen von großen Steinen durchschnitten, die nicht die Höhe des Wiesengrundes erreichten, und also auch nicht den Bach hemmten, sondern vielmehr nur eine Aufstau erzeugten, wobei die erdigen und sandigen Theile, und namentlich die Steine sich lagern mußten. Die Wirkung dieser Steinschwellen ist fast unglaublich, denn sie haben die Schläuche der Bäche und Serpentinien so regelmäßig mit Steinen und Sand angefüllt, daß man sie jetzt nur an dem etwas schwächeren Graswuchs erkennen kann: aber auch dieser Mangel wird wahrscheinlich im Zeitraume von wenig Jahren verschwinden, indem das trübe Bergwasser sich hier vorzüglich noch anzusammeln pflegt, und die erdigen Theile darin fallen läßt. — Endlich wurden zu den Seiten des Flusses die beiden Deiche aufgeführt, um ihn ganz abzuschließen, und diese schüttete man, wo sie ein größeres Flußbette trafen, auf eine Faschinenunterlage.

So war denn ein neuer Fluß dargestellt, der zwar den Vorzug eines geraden Laufes vor dem älteren hatte, und worin auch

das Wasser aus dem Wallenstädter See mit Hefigkeit abströmte, der aber dennoch ein Bild der größten Unordnung wies, und unaufhörlich die ihm vorgezeichnete Bahn zu verlassen strebte. Die beabsichtigte Breite von 90 Fuß, welche seiner Wassermenge angemessen schien, hatte er nirgends erhalten; an einzelnen Stellen hatte man ihm auf 58 Fuß Breite, die Tiefe von 4 Fuß geben können: meist war nur ein schwacher Graben ihm vorgezeichnet, den er selbst erweitern mußte. So kam es denn, daß er bald das Bette und die Ufer und Deiche angriff, bald aber große Sandbänke ansehte, und sich dadurch aufs Neue verflächte und verengte. Sand und Kies wurden bei dem heftigen Strome leicht fortgetrieben, und auf diesen Umstand gründete sich die Methode, die man vorzüglich anwandte, um solche Bänke zu entfernen. Man rührte nämlich darin nur mit dem großen Bohrruder, und augenblicklich riß das Wasser die Sand- und Kiesmassen fort. Dieses Bohrruder ist wie ein Ruder gestaltet, 12 bis 15 Fuß lang und unten mit einem breiten verstärkten Eisen, auch wol an einer Seite mit einer vorragenden Stahlspitze versehen: seine Handhabe ist 3 Fuß lang, und es wird daran von zwei Menschen bewegt. Mit Hülfe dieses einfachen Instrumentes konnte der Fluß bei nachgebendem Boden leicht vertieft und erweitert werden. Allein zuweilen bildeten Steine, auch wol große Felsen das Hinderniß: erstere wurden mit einer Zange gehoben, letztere mußten aber gesprengt werden, bevor sie entfernt werden konnten. Das Sprengen unter Wasser geschah auf die bekannte Art durch Aufstreiben einer hölzernen Röhre, und es verdient dabei nur bemerkt zu werden, daß aufgeschütteter, loser Sand den Pfropfen ausmachte, der auf den Schluß im Bohrloche gesetzt wird: und diese Methode bewährte sich auch jedesmal als sehr vortheilhaft, nur mußte der Sand ganz trocken sein, denn sobald er etwas feucht war, flog er fort, ohne daß der Stein gesprengt wurde.

Indessen alle diese Mittel konnten nur dazu dienen, den Fluß zu erweitern, aber sie waren nicht geeignet, seine Angriffe auf die Ufer und Deiche zu hindern. Letzteres war bei der anfänglich noch nicht großen Tiefe besonders gefährlich, denn indem der Wasserstand an vielen Stellen die Höhe des Wiesengrundes

um mehrererer Fuß übertraf, so strömte bei vorfallenden Deichbrüchen der größte Theil des Wassers seitwärts mit solcher Heftigkeit ab, daß die Durchdämmung große Schwierigkeiten verursachte. So z. B. ergoß sich einst, bei dieser Gelegenheit, das Wasser so heftig auf die Wiese, daß keine Fashine mehr vorgelegt werden konnte, und als man den Strom durch drei Tannenbäume abzufangen meinte, wurden dieselben augenblicklich zerbrochen: und man sah sich endlich genöthigt, ein Fahrzeug im Kolke zu versenken. — Um solchen Unglücksfällen für die Zukunft vorzubeugen, und dem Flusse ein regelmäßiges Bett zwischen den beiden Deichen zu bilden, fing man an eine große Menge Bühnen zu erbauen: anfangs nur an den gefährlichsten Stellen, doch später legte man andere dazwischen, und jetzt liegen in der ganzen Länge vom Züricher bis zum Wallenstädter See alle 120 Fuß, 2 sich genau gegenüberstehende Bühnen: sie erstrecken sich von den Ufern, oder den Deichen, so weit in den Fluß, daß derselbe zwischen ihnen eine Breite von 80 Fuß behalten hat. Sie bestehen aus Fashinen, liegen senkrecht auf dem Strome, und sind stark mit großen Steinen beschwert. Ihre Köpfe haben sich, bei der späteren Vertiefung des Bettes, merklich gesenkt, doch eben dieses wurde bei ihrer Anlage beabsichtigt, und es scheint ein solches Senken auch vortheilhaft, so lange nur die Felsen nicht von ihnen herabfallen.

So war denn, im Zeitraume von acht Jahren, durch fortwährendes Hinwirken auf denselben Zweck ein regelmäßiger Strom entstanden, der sich selbst überlassen werden konnte, ohne noch bedeutende jährliche Reparaturen zu bedürfen. Seine Vertiefung und Erweiterung war größtentheils durch das Wasser selbst hervorgebracht, und auch noch jetzt soll man jährlich eine Zunahme seiner Tiefe bemerken. Die frühere Aufstauung des Wallenstädter Sees ist längst verschwunden, der Stand desselben ist jetzt sogar schon 4 Fuß tiefer, als er sonst jemals war, und die Senkung nimmt noch fortwährend zu. Aus diesem Grunde haben die Actionäre großen Vortheil bei dem Unternehmen, und namentlich diejenigen Landleute, welche Stücke des neu gewonnenen Landes zur Benutzung erhalten haben. Eine Verflachung des Flusses ist

nicht denkbar, indem das Wasser, das in ihn tritt, vollkommen klar ist.

Als ich diese Anlagen sahe, hatte es gerade stark geregnet, und das trübe, dunkelgelbe Bergwasser, stürzte sich in Strömen auf die Wiese herab, und überschwemmte dieselbe, so daß in der Gegend des Schlosses Grynaw von beiden Seiten dieses Wasser bis an die Deiche des Flusses trat. Einige Gräben auf der Wiese, die man zuweilen unmittelbar neben den Deichen angelegt hatte, führten es nach dem Züricher See. — An mehreren Stellen ist der Wasserstand des neuen Flusses augenscheinlich auch jetzt noch bedeutend über den Wiesengrund erhaben, allein für die Deiche scheint daraus keine Gefahr mehr hervorzugehen, indem zwischen den Bühnen sich einiges Vorland bereits gebildet hat, und daher das Wasser selbst selten an die Deiche tritt; überdieß ist die Aenderung des Wasserstandes hier nie sehr bedeutend. — Dhnweit des Wallenstädter Sees hat man einigemale eine Ausnahme von der Regel gemacht, und fremdes Wasser in die Linth eingelassen: doch war es hier zu schwierig, und würde offenbar Versumpfungen veranlaßt haben, wenn man dasselbe der Länge nach durch das Thal bis nach dem Züricher See geleitet hätte. Da man indessen bei diesen Bächen dafür sorgte, daß sich die größeren Steine schon früher lagern müssen, und der Sand und Kies, den sie mit sich führen, von dem heftigen Strom der Linth mit Leichtigkeit fortgetrieben wird, so scheint diese Anordnung auch nicht nachtheilig werden zu können: überdieß hat man durch die Anlage von steinernen Ufereinfassungen es zu verhüten gesucht, daß nicht etwa zur Seite ihrer Mündung, oder derselben gegenüber, Ausspühlungen erzeugt, und die Deiche beschädigt werden möchten.

Die Breite des Flusses zwischen den Köpfen der Bühnen beträgt, wie schon erwähnt 80 Fuß, die Tiefe soll etwa 8 Fuß messen, und die Geschwindigkeit beobachtete ich an einigen herabfahrenden Holzschiffen gleich 7 Fuß *); so daß also die Wasser-

*) Auch hierbei bemerkte ich wieder die auffallende Erscheinung, die ich schon oft zu machen Gelegenheit hatte, daß nämlich die herabfahrenden Schiffe, ohne daß sie gerudert, oder sonst auf eine an-

masse etwa 4000 Cubik-Fuß beträgt, doch ist sie gewiß zu anderer Jahreszeit, wenn der See steigt, bei Weitem größer. Die Mittellinien der Deiche sind von einander 200 Fuß entfernt. Nach dem Projecte sollten die Deiche 5 Fuß hoch, mit 5 Fuß Kronenbreite und 2 füßiger Dossirung zu beiden Seiten aufgeführt werden: doch fand ich die Kronenbreite durchgängig 12 Fuß, und die Böschung etwas steiler: überdieß war die Höhe nicht überall gleich, und mochte im Durchschnitt wol unter 5 Fuß gewesen sein. — Diese Deiche waren ziemlich schlecht unterhalten, und besonders fehlte es ihnen gänzlich an einer festen Grasnarbe; wogegen das Unkraut üppig auf ihnen wucherte.

Die Arbeiten an der oberen Linth stehen in Hinsicht ihrer Wichtigkeit den eben beschriebenen keineswegs nach, wenn sie sich gleich wesentlich von ihnen unterscheiden. Ihre Ausführung war insofern leichter, als sie größtentheils im Trocknen unternommen werden konnten, allein dafür mußten sie auch einem viel wilderen Flusse widerstehen, der nicht etwa der regelmäßige, sich gleich bleibende Abfluß eines Sees war, sondern der vielmehr plötzlich anzuschwellen pflegte, und dann Steine und selbst Felsen mit sich führte, und mit einer Geschwindigkeit dahin schoß, wie sie nur selten vorkommt. Es waren also die Ufer und die Deiche hier mit viel größerer Vorsicht zu befestigen, als es an der unteren Linth nöthig war, und dieses machte um so mehr Schwierigkeit, als der untere Theil des Flusses, zunächst dem See, wegen des fehlenden Gefälles, merklich über den Wiesengrund sich erheben mußte. Es fand nämlich, wie schon erwähnt, auf eine Länge von 10,000 Fuß, bis gegen

dere Art als nur vom Strome selbst getrieben werden, sich dennoch viel schneller bewegen, als die kleinen, auf der Oberfläche des Wassers schwimmenden Körperchen, und die Schiffe aus diesem Grunde sogar eine merkliche Steuerung behalten. Dubuat führt dieses auch an, doch erklärt er es auf eine gewiß unrichtige Art. Andere haben die Erscheinung ganz geleugnet, sie ist indessen augenscheinlich, und ihr Grund wäre wol nur die Verzögerung der Oberfläche des Wassers, die man auch allgemein in den Geschwindigkeitsmessungen wahrgenommen hat.

Näfels, gar kein Gefälle statt, und doch war es nöthig, daß bis zur Mündung eine große Geschwindigkeit blieb, wenn das Geschiebe sich nicht schon im Flusse lagern sollte; es wurde daher ein Gefälle von 3 Fuß 2 Zoll auf 1000 Fuß gewählt, und Ufer und Deiche mußten auf der Wiese dem gemäß aufgeführt werden, und zwar so weit hinaus, bis endlich bei dem starken natürlichen Gefälle, in der Gegend von Mollis, der neue Canal an dem alten Bette angeschlossen werden konnte. Doch einzelne Correctionen, und namentlich einige Eindeichungen, erstreckten sich bis nach Glarus. — Ein zweiter Umstand, der eine besondere Beobachtung verdiente, war dieser, daß der Canal sich nicht dem Wallenberge (zwischen Mollis und dem Wallenstädter See) zu sehr näherte, da von demselben häufig eine große Menge Felsen herabstürzen, welche leicht die Deiche und Ufer stark beschädigen konnten: eine Entfernung von 800 Fuß vom unteren Rande des Berges, schien indessen hinreichend, um den Canal vor jeder Gefahr sicher zu stellen, und es wurde demnach der Zug der Krümmung so gewählt, daß überall mindestens dieser Abstand blieb.

Zur Bestimmung der passenden Profile war es nöthig, die Wassermenge der Linth zu kennen: diese beobachtete man zu drei verschiedenen malen gleich 3256, 4752 und 2140 Cubikfuß in einer Secunde, und zwar die mittlere bei hohem, und die letztere bei niedrigem Wasserstande. Indem nun das angegebene Gefälle von 3 Fuß 2 Zoll auf 1000 Fuß zum Grunde gelegt wurde, wählte man das folgende Profile: Obere Breite des Flusses 72 Fuß, untere Breite 56 Fuß, Tiefe 8 Fuß und Böschung der Ufer 1 füßig. Nach den gewöhnlichen Principien, würde ein solches Profil, wenn es ganz gefüllt wäre, eine Geschwindigkeit von 13,1 Fuß annehmen, und 6700 Cubikfuß Wasser abführen. Es scheint indessen, daß man auf eine solche Geschwindigkeit nicht rechnete, sondern im Gegentheil fürchtete, daß selbst eine geringere Wassermenge schon aus den Ufern treten würde, und daher eine neue Hemmung erhalten mußte, die man durch die Anlage von Deichen ihm entgegenstellte. Diese Deiche waren 8 Fuß hoch, erhielten nach innen eine 2 füßige, und nach außen eine 1½ füßige Dossirung, und wurden auf beiden Seiten mit Rasen be-

deckt: die Bermen zwischen ihnen und dem Ufer waren 25 Fuß breit. — Auf diese Art hatte man ein Profil hervorgebracht, welches eine ungleich größere Wassermasse abführen konnte, als man je bei der Linth beobachtet hatte, und welches auch für den Fall eine hinreichende Weite zu haben schien, wenn vielleicht zufällig einzelne Felsen sich im Bette lagern sollten. In dem unteren Theile, wo ein starker Andrang gegen das westliche, oder das concave Ufer Statt finden mußte, vermehrte man überdieß die Sicherheit noch dadurch, daß man den Deich um einen Fuß erhöhte, und zugleich verhältnißmäßig verstärkte. Ferner wurden die Ufer durchgängig mit Steinböschung eingefast, welche gewöhnlich die Gestalt haben, wie Figur 25, B, nachweist; nur an dem eben erwähnten concaven Ufer, gab man ihnen die Gestalt Figur 25, A. Die Höhe dieser Böschungen oder Steintwuhre, (wie man sie hier nennt) beträgt 10 Fuß, und sie reichen noch 2 Fuß unter den Boden des Canales, um nicht leicht unterwaschen werden zu können. Auffallend ist es, daß man Sorge trug, die einzelnen Steine dabei nicht in Verband zu setzen, sondern sie vielmehr möglichst in senkrechten Reihen zu stellen, die sich also leicht einzeln senken konnten. Die Größe der dazu angewandten Steine betrug jedesmal mindestens 5 Cubikfuß, doch befanden sich viele darunter, die bis 30 Cubikfuß hielten.

Zur Anlage des Canales suchte man solche Stellen im Thale aus, die hoch genug waren, um wenigstens die Ufer zu bilden, so daß also das eigentliche Bette ausgegraben, und die gewonnene Erde zu den Deichen benutzt werden konnte. Da diese Grabenarbeit sich ziemlich regelmäßig ausführen ließ, indem sie ganz im Trockenen geschah, wurde sie auf Accord ausgegeben, und in Pfänder von 100 Fuß Länge vertheilt. Die Cubik-Klafter kam dabei auf 2 bis 3, und in sehr seltenen Fällen bis auf 6 Schweizer Franken zu stehen, wenn nämlich der Boden sehr steinig war. Indessen diese Theilung der Arbeit verursachte bald einen großen Uebelstand, denn es waren einige Pfänder mehr, andere minder tief ausgegraben, als plötzlich bei einem starken Regen das Wasser eintrat, und jene wieder verflächte, indem es diese vertiefte; und so die genaue Berechnung für jede Arbeit unmöglich machte.

Bevor man die Linth in das neue Bette leitete, nahm man noch alle mögliche Vorsicht, um jede zufällige Beschädigung zu verhüten. An den Stellen, wo sich wegen irgend einer Veranlassung ein Ausspühlen des Bodens befürchten ließ, wurde das Bette selbst mit großen Steinen bekleidet, die in einem Bogen sich von dem einen Wuhr bis zum andern, als ein sehr regelmäßiges Pflaster hinzogen. Die Länge dieser Steinschwellen betrug häufig über 50 Fuß. — Auch den Steinwuhren selbst traute man nicht die gehörige Festigkeit zu, um dem Andränge des Stromes zu widerstehen, und man versah sie also im Abstände von 200 Fuß mit kurzen gegenüberstehenden Bühnen, die man etwas declinant anlegte.

Nachdem auf diese Art der Canal vorbereitet war, wurde endlich am 8ten Mai 1811 die Linth hineingeleitet, und wenn gleich mancher Schaden seitdem noch daran ausgebessert werden mußte, und auch manche neue Bühne anzulegen war, so erfüllte dennoch das ganze Werk seinen Zweck auf das Vollkommenste. Die Geschwindigkeit des Wassers steigt (nach Escher) häufig bis auf 12 Fuß in einer Secunde, und dann werden die größten Felsen den Canal entlang bis in den See geführt. Im See selbst fallen sie sogleich zu Boden, und man mußte sich daher auf eine etwas beschwerliche Aufräumung und Hinausführung der Mündung gefaßt machen, die gegenwärtig schon nöthig geworden zu sein scheint. Ueberdieß bemerkte ich, daß in dem Canale auch größtentheils die Deiche auf der inneren Seite, und zum Theil sogar die Bermen mit einer Steindecke versehen sind: und eine andere Abweichung vom ursprünglichen Projecte ist auch dieses, daß jene Bühnen im Canale noch durch Anschlußbühnen, nach der von Wiebeking angegebenen Art, mit dem Ufer vereinigt waren, und oft hatte man sogar die dadurch entstandenen dreiseitigen Räume mit großen Steinen angefüllt. — Diese Steinmassen, die sich von der Krone des einen Deiches, bis zu der des andern hinziehen, und wozwischen schäumend und mit lautem Tosen der weite Fluß sich dahin stürzt, gewähren einen auffallenden Gegensatz, gegen die fruchtbare Wiese, welche oft in bedeutender Tiefe sich von der andern Seite an die Deiche anschließt. So wird also gegen-

wärtig dieser Fluß, der einst so verderblich für die ganze Gegend wurde, und der noch jetzt fortwährend Sand und Kies und Steine herabführt, gezwungen, seinen raschen Lauf bis in den See beizubehalten, und dort alles Material hinzuführen, das er sonst schon im Thale niederwarf. Die Tiefe des Sees beträgt fast durchgängig 400 bis 500 Fuß, und es möchten also wol Jahrtausende vergehen, bevor dieses geräumige Becken gefüllt wäre. — Die untere Linth scheint vor allen Verflächungen sicher gestellt zu sein, indem das durchströmende Wasser vollkommen rein ist: sie nimmt überdieß fortwährend noch eine größere Tiefe an, und senkt dadurch immer mehr den oberen Wasserstand. Schon im Jahre 1812 war der Wallenstädter See um 3 Fuß gesunken, und 1823 um 8 Fuß, gegen den Stand beim Beginnen der Arbeiten. Die Verwüstungen welche hier einst Statt fanden, sind bereits seit zehn Jahren verschwunden, und nur wenige Spuren erinnern noch an sie. — Dem Andenken des Mannes, der dieses Alles zur Ausführung brachte, und dessen Name jetzt in diesen Gegenden allgemein gefeiert wird, beabsichtigt man, auf der Wiese zwischen der oberen und der unteren Linth, ein würdiges Denkmal zu errichten.

Die Schiffbarmachung der Traun.

Die Schiffbarmachung der Flüsse gehört unstreitig zu den schwierigsten Aufgaben, welche von dem practischen Wasserbaumeister bearbeitet werden; denn indem die dabei vorkommenden Anlagen nicht selbst der Zweck, sondern vielmehr nur Mittel sind, wodurch das Wasser in den Stand gesetzt werden soll, die beabsichtigte Vertiefung oder Erweiterung des Flußbettes herbeizuführen, so ist natürlich zur gehörigen Anordnung solcher Werke die Kenntniß der Geseze von der Bewegung des Wassers, und überdieß Umsicht und Ueberlegung erforderlich. Die Construction der verschiedenen Arten von Packwerken, die hierbei fast ausschließlich ihre Anwendung finden, zeigt keine große Verschiedenheit, und ist überall bekannt genug, um keine Erwähnung zu verdienen. Desto mehr wäre eine Zusammenstellung von der Wirkung verschiedener Bühnen und sonstiger dahin gehöriger Anlagen sehr zu wünschen, und gerade dieses würde, wie mich dünkt, die bemerkbarste Lücke in der practischen Wasserbaukunst ausfüllen. Die Theorien, die über diesen Gegenstand in verschiedenen Schriften aufgestellt, und mehr oder weniger durch Thatsachen begründet sind, besitzen nicht die Evidenz und Sicherheit, welche bei der Wichtigkeit und Schwierigkeit dieser Untersuchungen, und bei der großen Leichtigkeit einer Täuschung in den dahin gehörigen Beobachtungen wol mit Recht verlangt werden könnten. Ueberdieß zeigt die Verschiedenheit der Ansichten, daß die Wahrheit entweder noch gar nicht gefunden, oder mindestens als solche noch nicht mit der nöthigen Klarheit dargestellt ist. Allein um alle jene Umstände, die bei einer solchen Untersuchung in Betracht kommen, und die überdieß nicht zu gleicher Zeit Statt finden, gehörig sammeln zu können, fehlt es dem Reisenden an Muße und Gelegenheit, und dies ist der Grund, weshalb ich derjenigen Anlagen gar

nicht erwähnt habe, die man zur Schiffbarmachung und Regulirung der Flüsse im nördlichen Deutschlande und in den Niederlanden so häufig ausgeführt hat, und auch in diesem Aufsatze sollen nicht die Wirkungen von inclinanten oder declinanten Bühnen nachgewiesen werden, sondern ich will vielmehr eine Beschreibung liefern, wie man durch ganz ungewöhnliche Mittel, und ohne eine einzige Schleuse zu erbauen, einen reisenden Bergstrom, in welchem sich sogar ein riesenmäßiger Wasserfall befindet, für größere Fahrzeuge schiffbar gemacht hat. Zu gleicher Zeit will ich der beiden berücksichtigten Stellen in der Donau erwähnen, des Donaustrudels und des Donauwirbels, und anführen, was dabei bisher zur Verringerung der Gefahr geschehen, und welche Gefahr noch geblieben ist.

Die Traun entspringt in der nördlichen Ecke des Erzherzogthums Oestreich, zwischen der Steyermark und dem Salzburgischen, in der Gegend, welche unter dem Namen des Salzkammergutes bekannt ist. Aus hohen Gebirgen und Gletschern sammeln sich ihre Quellen in dem Hallstädter See: der Abfluß desselben vereinigt sich bei dem Städtchen Ischel mit dem Abflusse des Ober-Sees, und von hier ab ist der Fluß schiffbar gemacht. Er fällt auf 3 bis 4 Meilen, von Ischel bis zum Traun-See, gegen 300 Fuß. Dieser letzte See erstreckt sich über 2 Meilen von dem Städtchen Ebensee bis Gemünden: hier tritt die Traun wieder heraus, bildet etwa eine Meile weiter den unter dem Namen des Traunfalles bekannten Wasserfall, fließt neben Wels vorbei, und ergießt sich eine Meile unterhalb Linz bei Ebersberg in die Donau. — Das Salzkammergut in der Umgegend des Hallstädter Sees erstreckt sich westlich bis an den Ober-See an der Salzburgischen Grenze, und nördlich bis zum Utter- und Traun-See. Die Ausdehnung desselben beträgt 15 Quadratmeilen, doch ist es so gebirgig, daß kaum der funfzigste Theil der Oberfläche als Wiese und zum Ackerbau benutzt werden kann, und die Bergwände erheben sich oft so steil, daß sie jede Communication hemmen; so z. B. führt von Ebensee nach Traunkirchen nicht einmal ein Fußweg, sondern man kann von dem einen Orte zum andern nur über den Traun-See gelangen. Die Bevölkerung ist, im Vergleich zu der Größe des cultivirbaren Bodens, ganz außerordentlich

stark, denn sie beträgt fast 15,000 Einwohner; allein der Erwerb derselben besteht beinahe ausschließlich in der Gewinnung des Salzes, welche in dieser Gegend eine sehr große Thätigkeit hervorbringt. Es ist in der That mehr als der dritte Theil der ganzen Bevölkerung in den Salinen beschäftigt, und fast in allen Ortschaften wird das Salz entweder aus Steinsalz, oder durch Gradirwerke aus Salzquellen gewonnen und gesotten. Die Hauptsiedereien befinden sich in Hallstädt, Ischel und Ebensee, und der jährliche Ertrag steigt bis 8 mal hundert tausend Centner, und wirft an die Krone einen reinen Gewinn ab von mehr als einer Million Gulden.

Unter diesen Umständen war es natürlich, daß man den Transport des Salzes möglichst zu erleichtern suchte, und dazu bot die Traun eine sehr passende Gelegenheit. Ungeachtet des starken Gefälles und der großen Menge von Kieseln, welche sie mit sich führt, und die allerdings ihrer Schiffbarmachung große Hindernisse in den Weg stellten, waren andererseits auch wieder manche Umstände sehr günstig, und erleichterten die Ausführung außerordentlich. Es entspringt nämlich die Traun aus mehreren sehr großen Seen, und nachdem sie die vorzüglichsten Quellen schon vereinigt hat, ergießt sie sich nochmals in den weit ausgedehnten Traun-See: daher kommt es, daß eines Theils eine Menge Geschiebe, die ihr Bette fortwährend erhöhen würden, sich hier lagern können, ohne weiter schädlich zu werden, und sodann ist auch der Unterschied zwischen dem höchsten und niedrigsten Wasserstande nicht sehr bedeutend, und bei den ununterbrochenen Zuflüssen aus den Gletschern in den Hallstädter See bleibt die Wassermasse auch bei durrer Jahreszeit bedeutend genug, um einen schiffbaren Fluß zu bilden. Außerdem sind beinahe fortwährend die Ufer der Traun mit Waldungen bedeckt, und man konnte also süglich einfache Holzconstructions zu den Anlagen wählen, und bei dem Ueberflusse des Materials brauchte man wenig darum bekümmert zu sein, ob sie vielleicht nach zehn Jahren wieder erneuert werden müßten. Dazu kam, daß die Menge von Geschieben im Flußbette, und namentlich die größeren Kiesel, ohne weit hergeholt werden zu dürfen, ein treffliches Beschwerungsmaterial abgaben.

Und selbst in dem Falle, wo regelmäßige Futtermauern aus Steinen aufgeführt werden sollten, und also Werkstücke erforderlich waren, lieferte der nicht besonders harte Felsenboden eine leicht zu bearbeitende und doch feste Masse. Für die ganze Anlage war endlich noch der Umstand höchst vortheilhaft, daß nur die herabfahrenden Schiffe beladen sind, die zurückkommenden dagegen größtentheils leer gehen, und also leicht auch gegen einen reißenden Strom bewegt werden können.

Man ging bei der Schiffbarmachung des Flusses von dem Grundsätze aus, daß selbst ein sehr großes Gefälle und die dadurch hervorgebrachte Geschwindigkeit den herabfahrenden Schiffen gar nicht nachtheilig ist, sobald nur dieses Gefälle in einem engen und regelmäßigen Canale Statt findet, wo das Fahrzeug nicht aufstoßen und sich nicht drehen kann; daß aber auch für die herauf-fahrenden leeren Schiffe dergleichen Stromschnellen nicht gerade sehr hinderlich sind, indem sie größtentheils, wenn sie nicht lang sind, nur durch eine etwas stärkere Anstrengung der Pferde überwunden werden, und bei dem Wasserfalle unterhalb Gemünden noch ein Zug Vorlege-Pferde beständig in Bereitschaft erhalten werden kann, der jedes heraufgehende Fahrzeug hinüberhilft. Es wurden also an sehr vielen Stellen des Flusses, und zwar hauptsächlich an solchen, wo bereits Mühlen bestanden, außerdem aber auch noch mehrmals, wenn das Gefälle zu stark wurde, dergleichen künstliche Stromschnellen erzeugt. Besonders geschah dieses zwischen Ischel und dem Traun-See, denn unterhalb desselben fließt der Fluß meist mit einem schwächeren Gefälle, und tritt endlich unter dem Traunfalle bald in eine Ebene, wo die große Wassermenge bei der verminderten Geschwindigkeit das Flußbette mehr anfüllt, und schon von selbst einen schiffbaren Fluß bildet. — Die ausgeführten Anlagen zerfallen also in zwei wesentlich verschiedene Classen: die erste umfaßt diejenigen, welche in und neben dem regelmäßigen und weiten Flusse erbaut wurden, und die zweite machen eben jene künstlichen Stromschnellen aus.

Die Salzschiffe, welche die Traun befahren, sind bis 100 Fuß lang, 20 Fuß breit, und sie gehen beladen 2 Fuß tief. Die Raufahrt, oder die Reise stromabwärts, machen sie, ohne

von Pferden oder Menschen gezogen, noch vom Winde getrieben zu werden, indem sie nur mit dem Flusse herabschwimmen. Die Steuerung hört dabei natürlich ganz, oder doch wenigstens größtentheils auf, und es mußte also auf ein anderes Mittel gedacht werden, um das Schiff willkürlich lenken zu können. Ein solches hat man darin aufgefunden, daß am Vordertheile sowohl als am Hintertheile zu beiden Seiten des Schiffes Bohlenstücke an die Bekleidung von außen genagelt sind, in welchen sich unten mehrere Ausschnitte befinden. Nun steht hinten, und eben so auch vorn, ein Steuermann, mit einem etwa 5 Fuß langen starken Baume, den er, je nachdem das Schiff rechts oder links gedreht werden soll, mit großer Schnelligkeit seitwärts in das Wasser steckt, und während er das untere Ende desselben fest gegen den Boden des Flusses drückt, hält er das obere so, daß es von dem fortbewegten Schiffe gefaßt wird, und sich in einen Ausschnitt jener Bohle einstellt. Der Baum hat in diesem Momente eine solche Lage, daß sein unteres Ende sich vor dem oberen und von der Mittel-Linie des Schiffes weiter entfernt befindet: wie also das Schiff seinen Lauf fortsetzt, wird es plötzlich gehemmt, hebt sich etwas, und fällt dann seitwärts in die beabsichtigte Richtung. Auf diese Art kann man das Fahrzeug beliebig lenken, und es sogar ziemlich rasch anhalten; allein es scheint, daß dasselbe dadurch sehr leiden muß, und vielleicht nicht minder, als wenn es fortwährend bei einer raschen Fahrt auf Felsen aufliefe. — Die Gegenfuhr, oder die Reise stromaufwärts, geschieht so, daß zwei Schiffe an einander befestigt sind, und von vier Pferden gezogen werden. Sobald sie aber an eine Stromschnelle kommen, werden sie getrennt, und jedes einzelne von den vier Pferden hinaufgezogen; nur bei dem Traunsalle wird noch vor jedem einzelnen Schiffe die Zahl der Pferde um vier bis acht vermehrt.

Die Werke zur Regulirung des Flusses sind theils Uferdeckungen, theils Bühnen, (letztere etwas declinant gegen den Stromstrich gekehrt) und theils Parallelwerke, die sich oft in großer Länge, vom Kopfe der Bühnen an stromabwärts, parallel zum Ufer hinziehen. Alle diese Werke sind aus Holz aufgeführt, und mit Steinen gefüllt. In dem oberen Theile der Traun erstrecken sie

sich mit so wenig Unterbrechung, daß man wol annehmen kann, daß zwischen Ischel und dem Traun-See der Fluß mindestens auf zwei Drittheile seiner Länge zwischen künstlichen Ufern fließt. Im Allgemeinen wurde dem Flusse dabei eine Breite von etwa 80 Fuß gegeben: er nahm dann eine Tiefe von beinahe 6 Fuß an, und die Geschwindigkeit betrug gleichfalls ungefähr 3 Fuß in einer Secunde.

Die eigentlichen Ufereinfassungen befinden sich hauptsächlich an solchen Stellen, wo die Straße unmittelbar den Fluß berührt, und die dabei gewählte Constructionsart ist diese, daß Stämme von Mittel-Bauholz ohne alle Bearbeitung mit einer geringen Böschung über einander gelegt sind, und landwärts von hölzernen Ankern gehalten werden, die mit einem schwalbenschwanzförmigen Zapfen zwischen zwei solchen Bäumen eingreifen. Auswärts sind die Anker sehr kurz abgeschnitten, so daß sie nur 1 bis 2 Zoll vor der Wand vorstehen, nach innen dagegen sind sie mit kurzen durchgesteckten Splinten versehen; und mit Steinen beschwert. Die Hinterfüllung bildet gemeinhin die Straße selbst, oder doch wenigstens der Treidelweg oder Ziehpfad, den man hier den Hufschlag nennt. Die Anker greifen abwechselnd zwischen die verschiedenen Bäume, so daß dadurch ein Verband entsteht; und der Abstand zweier Anker in einer und derselben Fuge beträgt 8 bis 10 Fuß.

Die Einbaue und die Parallel-Werke sind weniger hoch, als die Ufereinfassungen, aufgeführt, und erreichen nur eben die Höhe des mittleren Wasserstandes. In Hinsicht auf ihre Construction kommen sie sehr gleich den bekannten Steinkisten, wie man sie in früherer Zeit vorzugsweise in den Ost-See-Häfen anzuwenden pflegte, und wie sie noch häufig daselbst vorkommen. Sie unterscheiden sich von diesen hauptsächlich nur dadurch, daß das Holz durchgängig nicht behauen, auch nicht einmal von der Rinde befreit ist, und daß überdieß auch überall Fugen von mehreren Zollen zwischen den Bäumen geblieben sind. Aus diesem Grunde mußte die Ausfüllung auch mit etwas größeren Steinen geschehen. Im Allgemeinen schienen diese Anlagen sich recht gut zu halten, und wenn mitunter auch die Kiesbänke,

worauf sie gegründet waren, vom Wasser etwas ausgewaschen wurden, und sie also überzuweichen anfangen, so brachte dieses noch nicht sogleich ihren Einsturz hervor, und sie erfüllten noch fortwährend ihren Zweck. Es zeichnen sich überhaupt die sämtlichen hier befindlichen Werke durch einen merklichen Mangel an Sorgfalt in der ersten Anlage und der Unterhaltung aus, der ohne Zweifel ihre Dauer beschränkt; allein wenn diejenige die vortheilhafteste Constructionsart ist, bei welcher in einem gewissen, möglichst großen Zeitraume die Kosten der nach einander vorkommenden Neubauten und zugleich die der sämtlichen Reparaturen möglichst gering ausfallen, dann möchte, bei der großen Wohlfeilheit des Materials in diesen Gegenden, kaum eine größere Sorgfalt rathlich sein.

Der Hufschlag, oder der Treidelweg, konnte bei der natürlichen großen Ausdehnung des Flusses an manchen Stellen nicht immer längs dem Ufer geführt werden: es wurden also die Steinlisten der Parallel-Werke, und ebenso die Uferereinfassungen, mit starken Bohlen belegt, worauf die Pferde unmittelbar neben dem Fahrwasser gehn konnten. Die Auf- und Abfahrten bildeten dabei aufgeschüttete Steinböschungen, die aber größtentheils sehr unregelmäßig waren. Häufig führt auch der Hufschlag in bedeutender Länge über Kiesbänke, die überall unter dem niedrigsten Wasser liegen, so wie auch oft die Pferde durch den Fluß selbst geführt werden müssen, um auf das entgegengesetzte Ufer zu gelangen.

Was die zweite Classe der hier vorkommenden Anlagen, nämlich die künstlichen Stromschnellen, betrifft, so will ich mich darauf einschränken, die neben dem Traunfalle zu beschreiben, indem die andern im Wesentlichen damit übereinstimmen, und diese bei weitem die wichtigste ist. Der Fluß wird hier wieder, nachdem er die gebirgigen Gegenden schon ganz verlassen zu haben schien, aufs neue von hohen Felswänden eingeengt, und ungeheure Felsblöcke, die mitunter über 100 Fuß lang und bis 60 Fuß hoch sind, füllen das an sich schon beschränkte Bett aus. Diese natürliche Durchdämmung und der ungehinderte Abfluß des Unterwassers mochte schon einen Aufstau erzeugt haben, der vielleicht 30 Fuß betrug: durch eine künstliche Verbindung der Felsen ist

er aber noch bis auf 40 Fuß vermehrt, und dieß war in so fern vortheilhaft, als dadurch die oberhalb liegenden niedrigen Felsen, zwischen denen sich früher ein reißender Strom bildete, gänzlich mit Wasser bedeckt, und für die Schiffahrt unschädlich wurden, und überdieß der heftige Strom vor dem Wasserfalle aufhörte. Auf dem größten Felsen, dicht neben dem rechten Ufer, befindet sich eine sehr bedeutende oberflächliche Mühle, welche indessen bei weitem nur den kleinsten Theil des Wassers benutzen kann. Eine Kette von Felsen, die sich von hier nach dem linken Ufer hinzieht, ist durch mehrere Durchdämmungen in ein Wehr verwandelt, und wird nur an einer Stelle durch eine Oeffnung unterbrochen, welche durch eine breite Schütze geschlossen werden kann, und welche eine Art von Freisluth bildet. Rechts von der Mühle befindet sich der Schiffahrts-Canal. Die Länge desselben beträgt etwa 1300 Fuß, seine Breite 24 Fuß, und sein Gefälle 40 Fuß. In der Regel ist die obere Einfahrt des Canales durch eine Schütze gesperrt, welche man aus einem darüber stehenden Gebäude herablassen kann. In diesem Falle fließt das Wasser theils durch das Mühlengerinne, und theils durch jene Freisluth, aber außerdem stürzt es sich auch noch über die Felsen und über die Durchdämmungen zwischen ihnen, und bildet mehrere größere und kleinere Wasserfälle, die sich in ein gemeinschaftliches Bassin dicht oberhalb der Brücke ergießen, welches man aber wegen des aufsteigenden Nebels selbst nicht erblicken kann. Die Durchdämmungen sind sämmtlich nicht hoch, und überdieß auch meist von keiner großen Länge: sie bestehen eines Theils aus regelmäßigen Mauern aus Werkstücken, hauptsächlich aber aus den eben beschriebenen Steinkisten, die mit vorzüglich großen Steinen angefüllt sind. Eine vollständige Dichtung konnte dadurch natürlich nicht erreicht werden, und das Wasser fließt in starken Quellen längs diesen Wänden herab.

Mit etwas mehr Sorgfalt ist der Schiffahrts-Canal erbaut. Er befindet sich unmittelbar am rechten Flußufer, und zum Theil ist er sogar in demselben angelegt, damit er eine möglichst sichere Gründung erhalten möchte. An der linken Seite wird er durch einen 20 Fuß breiten Damm vom Flusse getrennt, der etwa 4 Fuß über die Sohle des Canales erhaben ist. Dieser Damm

ist gleichfalls über mehrere Felsen geführt, denen man aber zur Darstellung eines regelmäßigen Treidelweges die überflüssige Höhe genommen hatte. Die Verbindung der Felsen besteht größtentheils in einem sorgfältig ausgeführten und mit Werkstücken eingefassten Mauerwerke, und nur oben sind einige Steinkisten angebracht, die aber auch mit mehr Vorsicht zugerichtet sind, als die früheren, und die sich überdieß noch seitwärts durch stärkere Streben gegen passende Felsen lehnen. Der Raum zwischen dem Ufer und diesem künstlichen Damme wurde dann in einer gleichmäßigen Neigung mit Steinen ausgefüllt, darüber Querbalken gestreckt, welche zugleich in den Damm und in das Ufer eingriffen, und eine starke Bohlenbekleidung darüber genagelt: eine ähnliche Bekleidung erhebt sich noch an beiden Seiten etwa 4 Fuß hoch. — Allein aller Vorsicht ungeachtet bringt das Wasser dennoch in starken Strahlen zwischen den Holz- und Steinfugen des Dammes hindurch. Es scheint dieser Umstand indessen nicht sehr nachtheilig zu sein, wenigstens ist die dadurch verursachte Verringerung der Wassermasse ganz unbeträchtlich, und sie würde gewiß auch noch unschädlich bleiben, wenn sie um Vieles größer wäre: man hat fogar zur Seite des Canales mehrere Schützen angebracht, die beim Herabfahren der Schiffe geöffnet werden, und die eine Senkung des Wasserstandes im Canale, und sonach eine Verzögerung der herabfahrenden Schiffe bewirken sollen. Dieser Zweck wird aber nur in geringem Maße erreicht, da das mit einer übermäßigen Geschwindigkeit herabstürzende Wasser sich durch den Seitenabhang nicht bedeutend aus der früheren Richtung bringen läßt. — Die Schütze, welche die obere Mündung des Canales sperrt, hat gleichfalls eine Breite von 24 Fuß, und sie wird etwa 6 Fuß hoch über den Wasserspiegel gezogen, wobei denn die Schiffe bequem darunter fortfahren können.

Oberhalb der Mündung des Canales ist die Geschwindigkeit des Wassers fast gänzlich zerstört, und die Einfahrt in den Canal kann also mit aller Vorsicht geschehen. Sobald das Schiff aber in der Mündung ist, wird es von dem heftigen Strome ergriffen, und mit der größten Gewalt herabgerissen. Ich beobachtete mehrmals, daß die Fahrzeuge nur etwa 50 Secunden in dem Canale

bleiben, und also mit einer Geschwindigkeit von 26 Fuß herabfahren; es ist indessen zu vermuthen, daß die Geschwindigkeit sich nicht an allen Stellen gleich bleibt, und mir schien sie gegen das Ende sogar 40 Fuß in einer Secunde zu betragen. Bei dieser reißenden Schnelligkeit gleitet das Schiff augenscheinlich auf dem Boden herab; denn wenn der Wasserstand auch oben über 2 Fuß beträgt, so ist er doch unten viel geringer, und dazu kommt noch, daß das Schiff dem Wasser bedeutend voreilt, und man unmittelbar hinter demselben den Boden des Canales erblickt, der aber sogleich von einer großen nachrollenden Welle bedeckt wird. Von der Hestigkeit, womit das Schiff herabfährt, giebt die Beobachtung einen auffallenden Beweis, daß in dieser Zeit die 20 Fuß starke Steinmasse, welche die linke Canalwand bildet, und die größtentheils aus ungeheuern Felsen besteht, in eine sehr merkliche Erschütterung versetzt wird. Die Schiffer selbst haben während des Herabfahrens keine Gefahr zu befürchten, indem der Canal sehr eben, und überdieß so schmal ist, daß das Fahrzeug darin nicht seine Stellung verändern kann; und wenn dabei auch einige Gefahr Statt fände, so würde es ihnen an jedem Mittel fehlen, derselben vorzubeugen: sie benutzen diese Zeit in der That auch meist zum Gebete, wozu ein Heiligen-Bild über dem Canale sie auffordert. Sobald aber das Schiff im Unterwasser anlangt, wird dasselbe links gegen die Felsen getrieben, und es ist große Vorsicht nöthig, um das Aufstoßen zu verhüten: dieses ist indessen auch nicht schwer, denn da das Wasser bei der heftigen Bewegung in viele kleine Wirbel übergeht, und das Schiff dagegen mit großer Geschwindigkeit dazwischen tritt, so behält es eine sehr starke Steuerung, und drei bis vier Bretter, die man an der Seite schräg in das Wasser hält, reichen hin, um das Schiff am rechten Ufer zu erhalten, und dadurch der Gefahr auszuweichen.

Für die heraufkommenden Schiffe befindet sich der Hufschlag anfangs an der rechten Fluß-Seite. Neben der unteren Mündung des Canales geht er in eine geräumige Höhle über, die im Felsen ausgesprengt ist, und worin bis acht Pferde zu stehen pflegen, womit das Schiff durch den Canal gezogen wird. Der Höhle gegenüber führt eine Brücke über den Canal, und der Hufschlag

befindet sich nun auf dem Canaldamme, indem das rechte Ufer sich ganz steil erhebt. Oberhalb des Canales führt eine zweite Brücke die Pferde wieder an das rechte Flußufer.

Die anderen Stromschnellen sind minder hoch und daher auch minder reißend; bei ihnen beträgt der Unterschied zwischen dem Ober- und Unterwasser nur bis gegen 6 Fuß. Ihre Einrichtung ist der eben beschriebenen ziemlich gleich, und es scheint daher überflüssig, über sie noch besonders zu sprechen.

Dagegen verdienen wol mit wenigen Worten die Leitungen neben Ebensee erwähnt zu werden, worin von den Bergen her das Holz herabgelassen wird, welches man theils zum Sieden des Salzes, und theils zu den vielen Kohlenbrennereien gebraucht. Diese Leitungen sind denen auf dem Pilatus-Berge in der Schweiz einigermaßen ähnlich; sie bilden muldenförmige Rinnen, etwa 4 Fuß breit und 2 Fuß tief, und bestehen aus geschälten Baumstämmen. Sie senken sich in gleichmäßigem, ziemlich starken Gefälle etwa eine Viertel Meile lang von dem Berge bis in die Wiese herab, und sind dabei mehrmals 30 bis 40 Fuß über den Boden erhoben. Sobald sie aber den Wiesengrund erreicht haben, nimmt das Gefälle so sehr ab, daß das Holz nicht mehr darin herabgleiten kann. Von hier ab sind daher reichhaltige Quellen in sie geleitet, welche einen starken Strom erzeugen, und dadurch das Holz theils in ganzen Baumstämmen, meist aber nur in Kloben bis zu dem Sudhause und zu den Meilern neben der Traun führen.

Sobald die Schiffe die Traun verlassen haben, und in die Donau gekommen sind, befinden sie sich in einem Flußbette, welches eine überflüssige Breite und Tiefe hat, und worin sie bei dem schnellen Strome leicht nach ihrem Bestimmungsorte, nach Wien, herabgeführt werden. Indessen auch auf dieser Fahrt haben sie noch eine Gefahr zu bestehen, welche größer ist als die früheren, und wobei die höchste Aufmerksamkeit und Kraftanstrengung zuweilen es doch nicht vermag, sie vor dem Untergange sicher zu stellen. Diese Gefahr veranlassen die beiden Stellen, welche unter

den Namen des Donau-Strudels und des Donau-Wirbels bekannt sind. Die Flussstrecke, worin sie sich befinden, zeichnet sich durch die felsigen Umgebungen und steilen Ufer, und eine starke Verengung des Bettes sehr merklich aus, daher ist auch hier die Geschwindigkeit und das Gefälle des Stromes ganz besonders groß. Diese Strecke beginnt bei dem Städtchen Grein, und geht bei Ybbs wieder über in einen mehr erweiterten Strom, der auch von minder hohen Ufern eingeschlossen wird. Etwa eine Stunde unterhalb Grein, dicht über dem Marktflecken St. Nicola, neben dem Dorfe Struden, liegt in der Donau die Insel Woerth, die etwa 2000 Fuß lang ist, und sich eben so steil und felsig wie die benachbarten Ufer erhebt. Der Arm, welcher die Insel vom südlichen Ufer trennt, ist gegen 300 Fuß breit, und dabei so flach, daß er nur bei hohem Wasser von mittelmäßigen Schiffen befahren werden kann. Der nördliche Arm dagegen, der ohne Vergleich die größere Wassermasse abführt, und in der Richtung des früheren Stromstriches liegt, heißt vorzugsweise der Strom oder der Strudel. Er ist anfangs gegen 500 Fuß breit, doch seine Tiefe ist meist nicht bedeutend, und das felsige Bett so ungleich, daß es mit vielen Zacken über den mittleren, und selbst über den höchsten Wasserstand vorragt, und andere Zacken, die beständig vom Wasser bedeckt bleiben, sind für die Schifffahrt nicht minder gefährlich. Außerdem verengt sich aber noch dieser Arm auf die Hälfte seiner Breite, und verändert dabei ganz seine Richtung, so daß er jetzt nach Süden gekehrt ist, während er es früher nach Westen war. Das Zusammentreffen aller dieser Umstände verursacht einen solchen Aufstau des Wassers, daß in einer Länge von etwa 1000 Fuß ein Gefälle von 3 Fuß entsteht. — Dieses vermehrt wieder die Geschwindigkeit und die Bewegung des Wassers, so daß es sich schäumend und mit lautem Tosen zwischen den vielen Klippen durchdrängt, und dabei einen Wellenschlag verursacht, der die Höhe von 4 Fuß erreicht. Für die Schifffahrt ist diese Stelle auch gegenwärtig noch gefährlich, doch war sie es in früherer Zeit in weit höherem Grade, und man konnte es sonst immer für einen Glücksfall ansehen, wenn ein Schiff, ohne aufzustossen, und ohne beschädigt zu werden, durchkam, wogegen es

jetzt nur der Nachlässigkeit des Schiffsführers zugeschrieben wird, wenn es auf die Felsen läuft. Diese Felsen nennt man, wenn sie große Massen bilden, „Gehäkelt“, und wenn sie dagegen einzelne Klippen ausmachen, „Kugeln“; sie sind sämmtlich natürliche Vorragungen des Felsenbodens, und keineswegs lose Blöcke, welche sich hier gelagert haben. Sie theilen die Donau nördlich von der Insel Woerth in drei verschiedene Fahrwasser: das südlichste, welches seit jeher vorzugsweise benutzt wurde, und jetzt beinahe ohne Gefahr beschifft werden kann, heißt wieder der Strudel, und es wird im Norden von dem Bomben-Gehäkelt und der Wolfskugel begrenzt. In früherer Zeit befanden sich hier eine Menge Kugeln, die selbst beim Mittelwasser 2 Fuß tief lagen, und worauf fast jedes Schiff aufstieß: überdies fand zwischen den beiden erwähnten Felsen ein starker Ausfall des Wassers nordwärts in das zweite, höchst gefährliche Fahrwasser Statt, und eine Menge Fahrzeuge wurden da hineingetrieben, oder auf die Wolfskugel geworfen, und in beiden Fällen konnten sie der Scheiterung nicht mehr entgehen. In den Jahren 1778 bis 1781 wurden indessen die gefährlichen Klippen, und zugleich ein vor der Insel Woerth vortretender Felsen weggesprengt, welcher besonders den Ausfall des Wassers verursachte, und so entstand eine Fahrbahn, die von den Klippen frei ist, und worin sich ein regelmäßiger Strom befindet: dieselbe hat aber dennoch nur die Breite von etwa zwei Schiffsbreiten, und eine Tiefe von nicht voll 4 Fuß, und es ist also bei ihrer Durchschiffung noch immer eine große Aufmerksamkeit erforderlich. Es wurden zu jener Zeit gegen 140 Cubikklafter Felsen aus dem Bette des Stromes gesprengt und gehoben, und zur Anlage eines regelmäßigen Hufschlages auf der Insel Woerth benutzt. Eine interessante Beschreibung dieser Arbeiten ist im Jahre 1781 zu Wien herausgekommen, unter dem Titel: „Nachrichten von den im Jahre 1778, 1779, 1780 und 1781 in dem Strudel der Donau zur Sicherheit der Schiffahrt vorgenommenen Arbeiten.“

Die zweite Fahrbahn, welche bei weitem die gefährlichste ist, ist der Wildriß: sie wird südlich von dem Bombengehäkelt und der Wolfskugel, und nördlich von der Waldkugel und dem Wald-

gehäkelt begrenzt. Sie ist deshalb so gefährlich, weil ihr Ausgang durch das Wildrißgehäkelt und außerdem durch zwei Kugeln fast gänzlich gesperrt wird. — Endlich das dritte Fahrwasser ist das Waldwasser, zwischen dem nördlichen Ufer der Donau und der Walbkugel und dem Waldgehäkelt; es ist auch keineswegs sicher, indem sein Ausgang gleichfalls durch eine Kugel gesperrt wird, und überdieß bei der großen Krümmung ein starker Andrang des Wassers gegen das nördliche Felsenufer Statt findet. Nichts desto weniger wird bei hohem Wasser diese Fahrt zuweilen der ersten vorgezogen, weil dann jene Kugel unschädlich ist, und man überdieß hier den Vortheil erlangt, sich unmittelbar am nördlichen Donauufer zu befinden, und also leichter in den Donauwirbel kommen kann, ohne auf den südwärts vortretenden Felsen getrieben zu werden.

Nach der Vereinigung dieser drei Arme fließt die Donau beinahe südlich, wendet sich aber sogleich wieder westlich, nachdem sie den Hößgang aufgenommen hat. In dieser Richtung fließt sie etwa 2000 Fuß fort, und stößt dann senkrecht auf eine steile Felswand, die vom südlichen Ufer bis in die Mitte des Stromes vortritt. Vor dieser Wand erhebt sich das mit Hefigkeit dagegen getriebene Wasser in kurzen Perioden bis gegen 4 Fuß hoch, und indem diese Wassermassen sich nun nordwärts in den Strom stürzen, bilden sie im Zusammentreffen mit dem stehenden Wasser hinter dem Felsen die berühmten Wirbel. Der Gewalt derselben konnte selbst der Felsenboden des Flusses nicht widerstehen, und es erzeugte sich nicht nur eine sehr große Tiefe, sondern es wurde auch das nördliche Ufer in einem weiten Bogen ausgerissen, und der ungeheure Widerstrom darin scheint es noch fortwährend anzugreifen. Die Gefahren, welchen die Schiffe an dieser Stelle ausgesetzt sind, bestehen einmal in der Möglichkeit einer Scheiterung, indem sie auf die vorstehende Wand geworfen werden, und dann in dem Wirbel selbst. Der ersten kann man dadurch entgehen, daß man durch Benutzung des Windes und der Ruder sich möglichst nahe am nördlichen Ufer hält. Dieses ist aber besonders bei hohem Wasser sehr schwierig, und daher die Vorsicht mancher Schiffer, schon durch das Waldwasser zu fahren. — Die letzte

Gefahr bildet sich nur selten, aber dann so plötzlich und unvorhergesehen, daß man ihr nicht vorbeugen kann, und überdies müssen die Schiffe auch jederzeit über diejenige Stelle ihren Weg nehmen, wo die Wirbel zu entstehen pflegen. Kämen sie dem südlichen Ufer näher, so würden sie unvermeidlich gegen die Felsen getrieben, und wie sie sich mehr nördlich halten, faßt sie der starke Widerstrom, und treibt sie stromaufwärts. Die Erscheinung dieses Wirbels ist ganz dieselbe, welche sich beim Ausfließen des Wassers aus einem Trichter zeigt, und welche sich auch beim Rudern, aus einer ähnlichen Ursache wie hier, häufig zu wiederholen pflegt. Bisweilen entsteht im Donauwirbel von der starken Bewegung im Wasser eine Höhlung, die 1 bis 2 Fuß weit ist, und die eine unabsehbare Tiefe haben soll. Wenn von einem solchen Wirbel das Vorder- oder Hintertheileines Schiffes gefaßt wird, so ist dieses ohne Rettung verloren, denn es wird sogleich gedreht und herabgezogen, daß es wenigstens voll Wasser läuft und sinkt: zuweilen wird es dabei aber auch umgeworfen, so daß der Boden oben liegt. Diese vollständig ausgebildeten Wirbel erzeugen sich indessen so selten, daß die Gefahr davor ganz aufhören möchte, wenn die Fahrzeuge in ihrem gewöhnlichen raschen Laufe darüber fortkommen könnten. Allein dieses ist nicht der Fall, denn in dem Augenblicke, wo eine Flöße, oder selbst eins von den früher beschriebenen Salzfchiffen mit der Geschwindigkeit von etwa 4 Fuß in einer Secunde in den Wirbel tritt, wird ihr Lauf plötzlich gehemmt, indem das so ungeheuer bewegte Wasser die frühere Geschwindigkeit gänzlich aufhebt. Ist nun der Wind günstig, oder können viele Ruder benutzt werden, so kommt man noch bald darüber fort, aber wenn dieses nicht der Fall ist, dann werden die Fahrzeuge, und vorzugsweise die Flöße, bald nach dieser und bald nach jener Seite getrieben, und dann auch wieder vom Widerstrom gefaßt und eine Strecke hinaufgeführt, um aufs neue ein Spiel des Wirbels zu werden. Bei einem kleinen Kahne ist verhältnißmäßig die bewegende Kraft am größten, daher eine Befahrung des Wirbels auf diese Art auch ganz gefahrlos. — Der Schiffahrts-Inspector in Struden, der mit großer Gefälligkeit mir diese Erscheinungen zeigte, wünschte, mich auch einen von den vollständig

ausgebildeten Wirbeln sehen zu lassen. Ich blieb daher etwa eine Stunde hindurch mit ihm auf einem kleinen Boote über der Stelle, wo die Wirbel sich fortwährend erzeugten, und welche das Boot bald rechts bald links stießen, bald es drehten und es unaufhörlich, wie bei einem mäßigen Wellenschlag, hoben und senkten: allein den beabsichtigten Zweck konnte ich nicht erreichen, es bildete sich gerade kein starker Wirbel, nur einmal senkte sich das Wasser in einem Kreise von etwa 5 Fuß Durchmesser wol einen vollen Fuß in der Mitte, und fing an, das Wasser sehr stark hineinzuziehen; doch ein zweiter Wirbel, der neben ihm entstand, zerstörte ihn. — Die einzigen Schiffe, welche mit voller Sicherheit über den Wirbel wegfahren, sind die großen Holzschiffe, die bei der Länge von 200 Fuß so viel Masse haben, daß sie einige Geschwindigkeit in der Richtung des Stromes behalten, und daher nur wenig aufgehalten werden, ohne zum Stillstande zu kommen. Die Felsenwand, welche den Wirbel bildet, hängt gegenwärtig nicht mehr mit dem südlichen Ufer zusammen, sondern sie ist davon durch einen flachen und schmalen Canal getrennt, der Behufs der Schifffahrt angelegt wurde, aber nicht benutzt werden kann. Im Jahre 1778 brachte man das Project zur Sprache, diesem Canale die nöthige Weite und Tiefe zu geben, und dadurch die Schiffe gefahrlos um den Wirbel zu führen; allein dieß wurde verworfen, indem man vernuthete, daß bei einer solchen Theilung des Stromes die Schiffe unfehlbar auf den dazwischen liegenden Felsen getrieben werden möchten.

Zum Besten der Schifffahrt sind in dem Flecken Struden ein Schifffahrts-Inspector und mehrere Steuerleute angestellt, welche theils für die gehörige Erhaltung des Fahrwassers und des Hufschlages Sorge tragen, theils aber auch die fremden Schiffe gegen eine bestimmte Vergütung über den Strudel und Wirbel führen müssen. Namentlich haben sie darauf zu sehen, daß das Wasser frei ist, wenn ein Schiff herabgeht, und nicht etwa ein anderes Fahrzeug auf einer Klippe im Strudel aufsitzt, oder im Wirbel noch gehalten wird, oder vielleicht gerade ein Gegenzug heraufkommt. In diesem Falle, und auch dann, wenn der Wind ganz ungünstig ist, wird auf der Spitze des Felsen auf der Insel

Woerth eine schwarze Fahne ausgesteckt, und bei einer namhaften Geldstrafe, wozu noch die Wiederherstellung des etwa verursachten Schadens kommt, ist es jedem Schiffer untersagt, zu solcher Zeit herab zu fahren.

Die Gegenfahren sind sowohl im Strudel als im Wirbel ziemlich gefahrlos, obgleich sie eine ungeheure Anstrengung des Zugviehs erfordern. Es ist dabei auch der Umstand höchst unbequem, daß der Treidelweg anfangs längs dem nördlichen Ufer geht, daß aber unterhalb des Wirbels die Pferde auf das linke Ufer in Rähnen übergeführt werden müssen. Sie bleiben hier nur bis zum Flecken Struden, daselbst kommen sie auf die Insel Woerth, und von dieser endlich wieder auf das rechte Donau-Ufer.

Die Soolenleitung zwischen Berchtesgaden und Rosenheim.

Die Soolenleitung zwischen Berchtesgaden und Rosenheim ist zwar keineswegs mehr unbekannt, indem die vorzüglichsten Zeitschriften sehr ausführliche Beschreibungen davon mitgetheilt haben, allein sie hat eine solche Wichtigkeit, daß auch die wenigen Zusätze, die ich hierüber noch zu liefern vermag, schon einiges Interesse haben möchten. Ueberdieß ist, wie ich glaube, in den bisherigen Beschreibungen mehr das Riesenmäßige der Anlage, als ihre Zweckmäßigkeit hervorgehoben, so daß man nach denselben das Werk wol bewundern, jedoch die Umsicht des Erbauers nicht gehörig würdigen kann. Mir scheint daher eine kurze Zusammenstellung der Hauptumstände, und eine Uebersicht der gewählten Mittel nicht unpassend zu sein.

Die Salinen, aus welchen Baiern seinen Bedarf an Salz bezieht, liegen sämmtlich in dem südöstlichen Theile des Königreichs, und die vorzüglichsten darunter unmittelbar an der Oesterreichischen Grenze: sie geben, bei ihrer gegenwärtigen Benutzung, eine Ausbeute die für das Bedürfniß des ganzen Staates hinreicht, allein noch vor nicht langer Zeit mußten jährlich 200,000 Centner Salz aus Oesterreich eingeführt werden, und in früheren Zeiten war die Einfuhr noch bedeutender. Der Grund von dieser geringen Production lag nicht sowohl im Mangel an Reichhaltigkeit der Quellen und der Steinsalzlager, als vielmehr theils in der Schwierigkeit der Reinigung und Gewinnung des Salzes in jenen Gegenden wo es vorkommt, theils aber auch in der Unzugänglichkeit dieser Orte, und in ihrer Entfernung von schiffbaren Flüssen und bequemen und ebenen Landstraßen. Die ältern Salinen Baierns sind die zu Traunstein und Reichenhall. An beiden Orten befanden sich Gradirwerke und Siedereien, und es wurde aus den daselbst be-

findlichen Quellen gleich an Ort und Stelle das Salz bereitet. Die Salzquelle in Reichenhall war sowol an Gehalt als auch an Ergiebigkeit bei weitem die wichtigste, aber das Brennmaterial, das man zum Sieden brauchte, war dagegen in Traunstein wohlfeiler, und überdieß gestattete hier das ebene Terrain einen viel leichteren Transport des Salzes. Aus diesem Grunde wurde bereits im Jahre 1806 eine Soolenleitung in bleiernen Röhren von 4 Zoll Durchmesser zwischen beiden Orten in einer Länge von 7 Stunden ausgeführt, worin die Hälfte der in Reichenhall gewonnenen Soole zur weiteren Benutzung nach Traunstein floß: auf dem Wege dahin befinden sich sieben ziemlich einfache Druckwerke, durch Wasserräder getrieben, welche die Soole 817 Fuß heben, und ihr dadurch theils das nöthige Gefälle geben, theils sie aber auch über die dazwischen liegenden Anhöhen schaffen.

Indessen auch in Traunstein war das Sieden des Salzes noch mit vielen Schwierigkeiten verbunden, und den Werken konnte daher nicht die Ausdehnung gegeben werden, welche zur vollständigen Benutzung der Reichenhaller Quelle nöthig war, vielmehr ließ man von dieser noch fortwährend mehr als die Hälfte fortfließen, ohne sie auf die Gradirwerke zu leiten. Es wurde daher bald eine ansehnliche Erweiterung der Anlage vorgenommen, und schon im Jahre 1809 ging die Reichenhaller Soole in fortwährenden Leitungen bis nach Rosenheim am Inn. Hier konnte die Gewinnung des Salzes mit jedem nur zu wünschenden Vortheile geschehen: auf dem Inn selbst, und einigen oberhalb in ihn tretenden Nebenflüssen wurde das zum Sieden erforderliche Holz mit großer Leichtigkeit herbeigeschafft, und eben so leicht war von hier aus der Transport des Salzes nach jedem Theile des Königreichs. Diese letzte Anlage wurde entworfen und ausgeführt von dem Salinen-Rath von Reichenbach, demselben der als Verfertiger von astronomischen Instrumenten sich allgemein berühmt gemacht hat. Die Leitung geschieht größtentheils in hölzernen Röhren und hat eine Länge von 14 Stunden: durch eine Menge Druckwerke wird die Soole im Ganzen über 2000 Fuß gehoben, und sie übersteigt mehrere nicht unbedeutende Anhöhen.

Nachdem diese wichtige Anlage vollendet war, konnten endlich

die Quellen von Reichenhall und Traunstein vollständig benutzt werden, und es wurden daraus jährlich etwa 600,000 Centner Salz gewonnen: doch der ganze Bedarf des Landes war dadurch noch keineswegs erzielt, und es mußten, wie schon erwähnt, jährlich noch 200,000 Centner angekauft werden. Zur Deckung dieses Mangels fand sich erst damals Gelegenheit, als Baiern durch den Wiener Tractat im Jahre 1815 in den vollständigen Besitz der ehemaligen Reichsabtei Berchtesgaden kam, woselbst in den nächsten Bergen unermessliche Lager von Steinsalz sich befinden. Allein auch hier gab es wieder Schwierigkeiten zu beseitigen: denn wenn die Gegend auch ziemlich waldig ist, und daher Mangel an Brennmaterial nicht zu befürchten war, so war dagegen die weitere Versendung des gewonnenen Salzes desto kostbarer: von schiffbaren Flüssen ist Berchtesgaden auf der Baierschen Seite sehr weit entfernt, und selbst die Landcommunication bestand nur in einer Chaussee die von Reichenhall aus, über mehrere bedeutende Anhöhen führt, und daher nicht ohne Schwierigkeit befahren werden kann, und überdieß noch etwa eine halbe Stunde lang das Oesterreichische Gebiet schneidet, wodurch jedes Verkehr auf derselben sehr merklich behindert werden mußte. Andernseits war bereits von Reichenhall bis Rosenheim die Soolenleitung auf eine Länge von 21 Stunden eingerichtet, und diese konnte mit einem weit größeren Vortheile, als es jetzt geschah, benutzt werden, wenn sie noch die wenigen Stunden bis nach Berchtesgaden fortgeführt wurde: in diesem Falle war es nämlich möglich, die durch Auflösung des Steinsalzes sehr leicht zu gewinnende gesättigte Soole, bis nach dem Inn zu leiten, und sie dort bequem zu verarbeiten, und das Salz weiter zu versenden. Das Terrain war aber zu einer solchen Anlage keinesweges geeignet; es fanden sich hier nicht nur mäßige Anhöhen, wie die zwischen Reichenhall und Rosenheim, sondern es waren wirkliche Gebirge zu übersteigen, und überdieß fehlten in der Höhe alle nachhaltigen Quellen, die auch in der trockenen Jahreszeit reichhaltig genug waren, um zum Betriebe der Druckwerke benutzt werden zu können. Diese Schwierigkeiten waren so groß, daß sie die Ausführung des ganzen Projectes zu behindern schienen, allein die außerordentlichen Mittel, welche von Reichenbach bei diesem

Unternehmen anwandte, beseitigten sie dennoch auf das vollkommenste: und durch die Anlage von Maschinen, welche in Hinsicht einer zweckmäßigen Einrichtung, und einer unglaublichen Sorgfalt in der Ausführung, wol nirgends ihres Gleichen haben, erhebt sich gegenwärtig die gesättigte Soole, von einem enormen Drucke bewegt, mit einemmale über die Gipfel der Gebirge, und fließt etwa 28 Stunden oder 14 deutsche Meilen weit, in hölzernen, bleiernen und eisernen Röhren bis an die Ufer des Inn, nach Rosenheim. Dort füllt sie unmittelbar die Siede-Pfannen, und bei der Wohlfeilheit des Holzes kann sie leicht in Salz verwandelt, und als solches eben so leicht weiter verführt werden. Ich will die bei dieser Leitung vorkommenden vorzüglichsten Werke etwas näher beschreiben, in der Ordnung wie man sie auf dem Wege von Berchtesgaden bis Traunstein vorfindet, und zuvor über die Gewinnung der Soole selbst Einiges anführen.

Etwa eine Viertel Stunde unterhalb Berchtesgaden, befindet sich an der östlichen Thalwand das Hauptlager des Steinsalzes: es wird hier zum Theil bergmännisch gewonnen, und zwar giebt es 23 von einander abge sonderte Werke, von denen jedoch die meisten jetzt unmittelbar auf Soolengewinnung benutzt werden. Beim Einfahren in die Schachte bemerkt man, wie die lose Erde, welche die äußere Umgebung des Gebirges ausmacht, bald viele Salztheile enthält, und endlich in krystallinisches Salz übergeht: In diesem Zustande wird es vorzüglich gebrochen, und zwar besonders in einer Grube, die trichterförmig herabgeht: eine einfache Erdwinde hebt daselbst die gefüllten Körbe, und dann werden die Stücke in Hunderten auf hölzernen Geleisen herausgeschoben, um in dem Sudhause dicht neben Berchtesgaden verarbeitet zu werden. Dieses ist indessen bei weitem der unwichtigste Theil von der Benutzung des Salzlagers, viel ergiebiger ist die unmittelbare Darstellung der Soole in dem Salzberge selbst. Zu diesem Zwecke füllt man der Reihe nach die verschiedenen Werke mit süßem Wasser an, nachdem man zuvor die Eingänge durch geschlagene Thonwände von etwa 5 Fuß Stärke sorgfältig geschlossen hat. Durch diese Wände reicht die Röhre hindurch, welche den Abfluß bilden soll, und aus derselben steigt ohnweit des Werkes eine Ansaugröhre empor, in welcher man

die L thigkeit der Soole untersuchen kann. Um die auflösende Kraft des Wassers zu vermehren giebt man demselben noch einige Fuß Druckhöhe. Bis die Soole die gehörige L thigkeit von 25 Procent erhalten hat, vergehen zwei bis drei Monate, und es können daher die einzelnen Werke nicht häufiger als dreimal in einem Jahre genutzt werden; dagegen ist aber auch der gr o te Theil derselben beständig angefüllt, und es ist die Anordnung getroffen, daß fortwährend gef ttigte Soole ausströmt, und die Sudh user ohne Unterbrechung versorgt. Indem nun das Wasser die Salzwerke f llt, zieht es sich leicht durch die erdigen Theile und durch die Spalten einige Rolle tief, in die Umfassungswände, und eben so in den Boden und die Decke ein: es löst dabei das Salz auf, und große Massen von erdigen Theilen fallen zu Boden. Daher kommt es, daß bei jeder Benutzung die zu f llenden Räume sich merklich vergr o ern, doch vorzüglich trägt dazu die Reinigung bei, die man nach dem jedesmaligen Gebrauch vornimmt; denn sobald die Soole abgelassen ist, wird die äußere Rinde der Wände und der Decke, deren Salzgehalt schon ausges u t ist, abgekragt und hinausgeschafft, damit das frisch einzulassende Wasser wieder unmittelbar mit Salztheilen in Berührung kommen kann. Diese Darstellung der Soole ist als der erste Theil der Raffinirung zu betrachten, den man auch bei der gewöhnlichen Bereitungsmethode nicht umgehen kann: aber diese Soole erleidet die folgenden Operationen erst, nachdem sie den angegebenen, sehr weiten Weg durchlaufen hat, und sie langt in dem Sudhause zu Rosenheim mit derselben L thigkeit an, welche sie hier unmittelbar bekommen hatte, und welche die gewöhnlichen Quellen erst durch die Gradirung erhalten können.

In jedem Schachte liegt zur Seite der erwähnten Geleise, worauf die Hunde geschoben werden, die hölzerne Röhrenleitung. Diese Röhren sind in einander gesteckt, und im Stoße mit Kitt gedichtet; in den Schachten selbst sind sie in gewissen Entfernungen mit 3 Fuß langen aufrechtstehenden Anfahr hren versehen, die dazu dienen, um beim Anfange des Fließens die Luft hinauszulassen: im Freien sind dafür kleine Oeffnungen angebracht, die durch Pflocke geschlossen sind. Das letzte ist insofern hinreichend, als bei der ganzen Leitung das Princip befolgt ist, den hölzernen Röhren

nirgends einigen Druck zu geben, und vielmehr überall das Fließen schon durch die Neigung hervorzubringen, so daß also aus diesen Oeffnungen keine Soole austreten kann, weil kein Druck Statt findet. Nachdem die Leitungen aus den verschiedenen Werken sich vereinigt haben, tritt die Haupttröhre auf einer hölzernen Brücke über das Königswasser an den Fuß der westlichen Thalwand, und wird hier bei der sogenannten Pfist-Leite durch die erste Wasser-Säulenmaschine gehoben. Die Beschreibung derselben will ich bei der zweiten, als der vorzüglichsten geben: hier bemerke ich nur, daß die Wirkung dieser Maschine die ist, daß sie die Soole in einer 930 Fuß langen eisernen Röhrenleitung 310 Fuß hoch hebt, auf den obersten Rand der sehr steilen Bergwand, welche das westliche Ufer des Königswassers bildet, und an welcher der Marktflecken Berchtesgaden liegt. Sobald die Soole jene Höhe erreicht hat, fängt sogleich wieder mit schwachem Gefälle die hölzerne Leitung an, die sich von hier aus bis anderthalb Stunden oberhalb Berchtesgaden in südlicher Richtung nach Illsang erstreckt: auf diese Länge beträgt das Gefälle 100 Fuß, das umgekehrte Gefälle des Königswassers verursacht aber, daß dort aufs Neue die Soole den Boden des Thales erreicht hat. Sehr merkwürdig ist in dieser Strecke ein Aquaduct, der sich von den gewöhnlichen durch seine Unscheinbarkeit und Zweckmäßigkeit auffallend unterscheidet. Es wird nämlich, etwa eine halbe Stunde oberhalb Berchtesgaden, die Thalwand an der sich die Leitung hinzieht, durch eine tiefe Schlucht unterbrochen, worin das Bischofs-Wieserwasser herabkommt, und sich mit dem Königswasser vereinigt. Die Röhre liegt hier noch mehr als 200 Fuß hoch über dem Thalgrunde, und es wäre daher nach der sonst üblichen Methode nöthig gewesen, einen Aquaduct von dieser Höhe durch die Schlucht zu führen: allein denselben Zweck erreichte man hier mit weit geringeren Kosten, indem man mit den Röhren an der einen Seite herabging, und sie auf der anderen Seite beinahe eben so hoch wieder steigen ließ. Die hölzernen Röhren gehen dabei wieder in eiserne über, und sie sind mit einem dichten hölzernen Kasten umgeben, der sehr fest mit Moos vollgestopft ist. Die Brücke, worauf die Leitung über das Bischofs-Wieser-

wasser tritt, ist aus Holz erbaut, und erhebt sich kaum 10 Fuß über den Thalgrund.

Bei Illfang erreicht die Röhrenleitung, wie schon erwähnt wurde, wieder den Thalgrund, und hier ist endlich die Stelle, wo die Soole mit Vortheil auf den Gipfel des zu übersteigenden Berges gehoben werden konnte. Es ist nämlich daselbst ein natürlicher Einschnitt in den Bergrücken, der also eine geringere Hebung gestattete, und der höchste Punkt dieses Einschnittes liegt unfern dem Dorfe Illfang, so daß die Soole, wenn sie bis zu demselben gehoben wird, schon von selbst auf dem westlichen Abhang des Berges nach Reichenhall fließen kann. Zugleich befindet sich hier ein ziemlich reichhaltiger Quell, der zum Betriebe der Maschine benutzt werden durfte. Er ist in einer Höhe von 400 Fuß abgefangen, und diese enorme Druckhöhe hat bei der gewählten Einrichtung ihre ganze Wirkung behalten, und es ist auf diese Art ein Effect hervorgebracht, der an sich kaum glaublich, und am wenigsten der unbedeutenden Menge des Aufschlagwassers angemessen erscheint. Es wird nämlich die Soole mit einemmale 1218 Fuß senkrecht emporgehoben, (die Länge der eisernen Steigeröhre beträgt 3500 Fuß), das ist auf eine Höhe, die bei weitem das Doppelte von der übersteigt, zu welcher die berühmte Maschine von Marly gegenwärtig das Wasser erhebt. Der Vergleich zwischen beiden Anlagen stellt das Riesenmäßige der ersteren noch um so deutlicher dar, wenn man sich erinnert, wie mehrere Jahre hindurch die Französischen Ingenieure nicht darüber zur Gewißheit kommen konnten, ob es möglich wäre, das Wasser durch einen einfachen Druck aus der Seine bis auf den Aquaduct auf dem Berge bei Marly zu heben. Indessen die Höhe, um welche es sich hier handelt, beträgt nur 502 Par. Fuß, oder 520 Rhnl. Fuß; dagegen hebt die Berchtesgader Maschine die Soole 1218 Fuß hoch, deren Druck einer Wasserhöhe von 1450 Fuß entspricht. Und der Künstler, der diese letzte Anlage ausgeführt hatte, war des Erfolges so sicher, daß er in Anwesenheit des Königs von Baiern zum erstenmale die Maschine anließ, und sie nahm sogleich einen regelmäßigen Gang an, und brachte die beabsichtigte Wirkung hervor.

Eine ausführliche Beschreibung nebst Zeichnung der Maschine befindet sich in Dingers Polytechnischem Journal, Jahrgang 1822. Es ist im Wesentlichen eine Wasserfäulenmaschine von einfacher Wirkung mit einer doppelten Kolbensteuerung. Der Cylinder, in welchen das Aufschlagwasser tritt, und dabei den Kolben herabdrückt, hält $25\frac{2}{3}$ Zoll im inneren Durchmesser, und dagegen der darunter befindliche Cylinder, in welchem die Soole den Druck erhält, $11\frac{1}{4}$ Zoll: der Kolben im letzteren befindet sich mit jenem ersteren an einer gemeinschaftlichen Kolbenstange. Ein Theil dieser Kolbenstange bewegt sich frei, so daß man sie sehen kann, aber nichts desto weniger kann man daran die Bewegung nicht wahrnehmen: sie ist nämlich so regelmäßig abgedreht, daß das Auge, selbst bei großer Aufmerksamkeit, keine Unebenheit daran entdeckt, sondern nur den Spiegel bemerkt, der auf der glatten Oberfläche sich vollkommen gleich bleibt, wiewohl die spiegelnde Oberfläche sich verändert. Durch Auflegen der Hand kann man sich allein von dem Steigen oder Fallen des Cylinders überzeugen. Eben so wenig ist der Gang der Maschine mit dem mindesten Geräusche verbunden; nur das Eintreten des Wassers in den Steuerungscylinder giebt sich durch ein leises Rischen zu erkennen, welches man daher jedesmal bei der Aenderung der Bewegung vernimmt.

Die Höhe, um welche der Kolben sich hebt, beträgt $3\frac{1}{2}$ Fuß, es werden daher bei jedem Niedergange desselben $2\frac{4}{10}$ Cubikfuß Soole gehoben, und da dieses nach meiner Beobachtung sich etwa alle 80 Secunden wiederholt, so ist die täglich gehobene Soolenmenge gleich 2600 Cubikfuß. Dieß stimmt keineswegs mit der Angabe, die sich in Gilberts Annalen, Jahrgang 1818 befindet: daselbst heißt es, daß die Maschine 10 bis 11 Köhrl Soole führe: dieses Maas ist ganz analog dem Pariser Pouce (vergl. die Abhandlung über die Wasserleitungen in Paris), und ein Köhrl soll nach Gilberts Angabe in 24 Stunden 660 Cubikfuß geben. Daraus folgt die täglich gehobene Soolenmenge mehr als dreimal so groß, wie sie sich aus meiner Wahrnehmung ergibt. Es leidet aber auch keinen Zweifel, daß der Duell, welcher das Aufschlagwasser hergiebt, nach der anhaltenden Dürre im Herbst 1823 (als ich mich in jenen Gegenden befand), sehr verringert,

und daher die Wirkung der Maschine ungewöhnlich schwach sein mußte.

Das Gebirge, auf welches sich die Soole neben Illsang erhebt, ist der Goldenköpfel: von dem Gipfel desselben erstreckt sich die Leitung mit ununterbrochenem schwachen Gefälle etwa 6 Stunden weit bis nach Reichenhall, und das Total-Gefälle beträgt auf diesen Zug 1600 Fuß. — Unmittelbar neben dieser Leitung ist zu gleicher Zeit eine Chaussée geführt, die zwar ziemlich steil und schwer zu passiren, und überdieß auch viel weiter, als jene erste ist, sie hat aber den Vorzug, daß sie beständig auf Baiarischem Boden bleibt.

Die Simplon = Straße.

Bei der Einrichtung einer jeden Straße ist die sorgfältige Wahl des Zuges ein Gegenstand, der sowohl in Bezug auf die Anlage- und Unterhaltungs-Kosten, als auch auf die bequeme Benutzung derselben von der äußersten Wichtigkeit ist. Die dabei zu berücksichtigenden Umstände sind ziemlich mannigfaltig, und es scheint, daß selbst in einem gewöhnlichen ebenen Terrain sie nur selten so wenig Einfluß haben, daß die gerade Linie jeder andern vorgezogen werden könnte, wie dieses fast ganz allgemein geschieht. In diesem Falle stellt man freilich in gewissem Sinne den kürzesten Weg dar, und eine Straße, die ganz gerade in dem Alignement von einem Kirchturme zum andern gezogen ist, zeigt ein Bild der Ordnung und Regelmäßigkeit, das man bei allen Bauwerken wieder zu finden gewohnt ist; allein der letzte Grund würde bei einer solchen Anlage, die doch ausschließlich zur Erreichung eines reellen Vortheils ausgeführt wird, keine große Berücksichtigung verdienen, und überdies ist die Einförmigkeit bei diesen ganz geraden Straßen einigermaßen ermüdend. Auch der erste Grund ist ziemlich unhaltbar: man will die Straße möglichst kurz machen, damit eines Theils die Versteinung und die sonstige Bearbeitung möglichst wohlfeil, und dann, damit auch die Anstrengung des Zugviehes, das hier geht, möglichst gering werde; beides wird indessen im Allgemeinen nicht durch den kürzesten Weg erreicht. Man beobachte mit einiger Aufmerksamkeit das Terrain neben solchen ganz geraden Straßen, und man wird fortwährend finden, wie durch unbedeutende Umwege ein Steigen oder Fallen entweder ganz vermieden, oder doch vermindert werden konnte: ich habe häufig bemerkt, daß durch einen Umweg von 2 bis 3 Ruthen eine Anhöhe ganz umgangen

werden konnte, welche einen bedeutenden und kostbaren Auf- und Abtrag nöthig machte, und überdieß noch eine Erhebung der Straße bis 20 Fuß, und eine dann folgende eben so große Senkung verursachte. In solchen Fällen ist es einleuchtend, daß bei der Erbauung der Straße durch die Befolgung der geraden Linie nichts erspart wird, und es für das Zugvieh auch bei weitem mehr ermüdend ist, wenn es die Last 20 Fuß hoch heben soll, als wenn es dieselbe einige Ruthen auf horizontalem festen Boden weiter zu ziehen hätte. Ähnliche Ueberlegungen wären fortwährend nöthig, wenn es darauf ankäme, die bequemste und wohlfeilste Straße darzustellen, und daß dieses nicht geschieht, und man vielmehr die gerade Linie wählt, scheint hauptsächlich darin begründet zu sein, daß die Vorarbeiten eines Straßenbaues auch schon große Kosten verursachen, und zwar um so größere, mit jemehr Sorgfalt sie ausgeführt werden, und überdieß dürfen die mit der Leitung derselben beauftragten Bau-Officianten gewöhnlich nur eine beschränkte Zeit darauf verwenden. Der verursachte Nachtheil ist auch nie so groß, daß er die Straße unbrauchbar machte, und überdieß pflegt er gemeinhin unbemerkt zu bleiben.

In Gebirgs-Gegenden hört aber natürlich eine solche Erleichterung beim Entwerfen des Straßenzuges gänzlich auf: die Steigung wird dann so sehr der wichtigste Umstand, daß es sich nicht mehr darum handelt, ob der Weg um ein Bedeutendes verlängert oder verkürzt werde, sondern man bemüht sich vielmehr hauptsächlich nur, den tiefsten Einschnitt in dem Gebirge auszumitteln, damit der höchste Punkt der Straße möglichst niedrig zu liegen kommt, und indem man von diesem ausgeht, sucht man auf beiden Seiten mit einem gleichmäßigen und sanften Abhänge in das Thal herabzusteigen. Sehr passend benützt man dabei die Einschnitte, welche das Wasser in den unregelmäßigen Gebirgsmassen hervorgebracht hat, und die, wenn sie auch noch so viele Schwierigkeiten der Anlage entgegenstellen, doch wenigstens einen Abhang bilden, der in fortwährender Steigung sich von der Ebene bis zu dem Gipfel des Gebirges erhebt, und der nicht etwa stellenweise durch ein verkehrtes Gefälle unterbrochen wird, wie man auf anderen, willkürlich gewählten Zügen jederzeit vorfinden möchte.

Es ereignet sich sogar, daß in den niedrigsten Gebirgseinschnitten eine bedeutende Wassermenge sich zu sammeln pflegt, die oft mit doppeltem Abhange sich nach beiden Seiten ergießt, und dadurch schon vollständig den Hauptzug der Straße andeutet. Allein wenn auf diese Art der Zug im Allgemeinen auch ausfindig gemacht ist, so bleibt noch die große Schwierigkeit, ihn im Speciellen anzugeben, und dieses ist bei der Unregelmäßigkeit der Ufer und dem so sehr verschiedenen Gefälle des Wasserlaufes keine leichte Aufgabe. Oft senkt sich das Thal so stark, daß der Fall der Straße, bei ihrer beschränkten Länge, gar zu bedeutend werden möchte: dann ist man gezwungen, sie in kurzen Krümmungen an der Felswand hin- und herzuziehen, um sie allmählig in die Tiefe herabzuführen. Dazu eignet sich aber eine Stelle besser als eine andere, und überhaupt ist eine sehr genaue Kenntniß der Oberfläche der beiden Ufer erforderlich, wenn man mit einiger Sicherheit den passendsten Zug auswählen will. Außerdem wirkt das Wasser, und zwar das von den Seiten herabkommende eben sowohl als jenes, welches das Thal füllt, fortwährend auf die Zerstörung der Straße und der Futtermauern, und es müssen kräftige Mittel erwählt werden, welche diesen schädlichen Einwirkungen begegnen, oder sie wo möglich ganz aufheben. Auch für die Sicherheit der Reisenden ist Sorge zu tragen, daß sie nach starkem Schneefalle nicht von der Straße abkommen können, und auch bei eintretendem Thauwetter vor den Lavinen und den herabfallenden Steinen entweder ganz gesichert sind, oder doch wenigstens in nicht großen Entfernungen sichere Zufluchtsörter finden.

Diese Bemerkungen schienen mir nöthig, um aufmerksam zu machen auf den Unterschied, welcher zwischen den Straßen in Gebirgsgegenden und denen in der Ebene Statt findet, und um zugleich zu zeigen, wie viel Ueberlegung und Umsicht bei der Anlage der ersteren erforderlich ist. Ich will jetzt übergehen zu der Beschreibung derjenigen Gebirgs=Strasse, die nach dem allgemeinen Urtheile zu den wichtigsten gehört, die je ausgeführt wurden, und die, ganz abgesehen von den Schwierigkeiten, die ihrer Entwerfung und ihrer Anlage entgegenstanden, eine von den regelmäsigsten und schönsten Chaussees bildet. Es ist dieses die berühmte Sim-

plon-Straße, welche in den Jahren 1801 bis 1806 unter Napoleon erbaut wurde. Sie führt über die unter dem Namen der Lepontinischen Alpen bekannte Bergkette, die Piemont von Wallis, und das Flußgebiet des Ticino von dem der Rhone trennt. Die 18te Figur, Taf. II. zeigt im Allgemeinen den Zug der Straße. In dem Rhone-Thale sängt sie bei dem Dorfe Glys, eine Viertelstunde unter dem Städtchen Bryg, zu steigen an, in einer Höhe von beinahe 2000 Par. Fuß über der Meeresfläche. Sie hat in der Fahrbahn eine Breite von 25 Fuß: an der Bergseite befindet sich gewöhnlich eine flache Rigole, und an der Thalseite sind Abweise-Steine oder hölzerne Geländer errichtet, die bis in die Futtermauer eingreifen. Die Versteinung bildet einen ziemlich flachen Bogen, und ist mit kleinen Steinstückchen und Steinbrocken beschüttet, welche sich genau an einander schließen, und eine vorzüglich feste und ebene Oberfläche bilden. Besonders auffallend ist der gute Zustand der Straße auf der nördlichen Seite, wo die Felsen mehr schieferartig sind, und die Steinbrocken sehr genau zusammenpassen. Ich habe hier, und eben so auf der Fortsetzung der Simplon-Straße, neben dem Lago Maggiore, mich mehrmals bemüht, auszumitteln, wie groß wol die stärkste Vertiefung wäre, die durch die Räder oder den Hufschlag hervor gebracht ist, und nur selten gelang es mir, einzelne kleine Stellen zu finden, die sich bis 4 Linien tief unter die übrige Fläche senkten. Dieser Umstand spricht nicht minder vortheilhaft für die Unterhaltung, als für die Anlage der Straße. Mir scheint indessen diese Festigkeit auch zum Theil von der schieferartigen Beschaffenheit des Materials herzurühren, das man zur Bildung der obersten Lage benutzte. Es ist nämlich auffallend, daß dergleichen feine Täfelchen, wenn sie stark bewegt werden, sich aufrecht stellen, und dann eine überaus feste Masse bilden. Einen sehr augenscheinlichen Beweis davon liefert die in Nordholland übliche Methode, die Wege mit Muscheln zu befahren; sie machen anfangs nur einen losen Haufen aus, worin das Gehen höchst beschwerlich ist, doch sobald sie in kleine Scherben zerbrochen sind, fangen sie an, eine feste Masse zu bilden, und es entsteht in Kurzem ein vollkommen harter Weg. Untersucht man aber seine Oberfläche, so

findet man, daß alle diese Scherben aufrecht stehen, und dabei so dicht an einander gepreßt sind, daß man Mühe hat, eine einzelne mit dem Messer herauszuziehn. Eine ähnliche Erscheinung glaubte ich auch auf der Simplon-Straße wieder zu entdecken, jedoch war sie nicht so deutlich als dort, indem die Täfelchen hier weniger regelmäßig ausfallen.

Eben so gut wie die Straße selbst haben sich auch die Futtermauern, die verschiedenen Brücken und die Durchlässe erhalten, und überdies bieten die sogenannten Refuges, die man jede Stunde antrifft, dem Reisenden viele Bequemlichkeit, und größtentheils auch einen sichern Zufluchtsort vor den zuweilen sehr stark herabfallenden Lawinen. Nur in den tiefen und engen Thälern auf der Italiänischen Seite ist es in diesem Falle vortheilhafter, in den geräumigen und weiten Gallerien eine minder gefährliche Zeit zur Fortsetzung der Reise abzuwarten: die Refuges, die man auch hier erbaut hat, sind zum Theil nicht bewohnt, und die herabstürzenden Steine haben häufig das Dach und die Balkenlage theilweise zerschmettert. — Vor Allem erlangt die Straße eine vorzügliche Bequemlichkeit durch die ganz gleichmäßige und sehr sanfte Steigung. Diese Steigung beginnt, wie schon erwähnt, bei Glys, und sie geht ohne Unterbrechung fort bis zu der Ebene, worauf das Spital liegt, und welche den höchsten Theil der Straße ausmacht. Die Steigung beträgt auf der einen Seite wie auf der anderen fortwährend den funfzehnten Theil der Länge, nur gegen den Scheitelpunkt wird sie geringer, und sie hört bei dem Neuen Spital ganz auf, indem die Straße hier wagerecht fortläuft. Ihre Erhebung beträgt hier 6174 Par. Fuß über dem Meere, und ihre Ausdehnung von Glys bis Neu-Spital mißt beinahe 3 deutsche Meilen, und andererseits von Neu-Spital bis Domo d'Issola (eine Meile unterhalb Crevola) $5\frac{1}{2}$ Meilen. Zwischen Davedro und Trasquera's hört der gleichmäßige Abhang für eine kurze Strecke auf, und der Straßenzug hebt und senkt sich mit dem Thalgrunde; doch bald beginnt wieder die frühere Steigung, die auch bis Crevola bleibt. Hier verläßt die Straße die Gebirgsgegend und tritt in die fruchtbare und reich bebaute Ebene des Toccia Tossa, von wo aus sie mit den übrigen

Chaussees der Lombardei in Verbindung steht. Ein Triumphbogen sollte in Mailand einen Eingang zur Simplon=Strasse bilden, der durch seine Pracht und Größe der Wichtigkeit und Kühnheit der Anlage entspräche: die politischen Veränderungen hinderten jedoch die Ausführung desselben.

Der Weg, welcher in früherer Zeit den Uebergang über den Simplon bildete, war, wie die meisten Bergwege, nur wenige Fuß breit, und dabei häufig so steil, daß Stufen in den Felsen eingehauen werden mußten. Er wurde nichts desto weniger nicht nur von Fußgängern benutzt, sondern diente auch zum Uebergange für Maulthiere und anderes Lastvieh. In dem Situationsplan Fig. 18. ist der Zug desselben durch die punktirte Linie angedeutet. Besonders zeichnete er sich durch einige sehr kühne Brücken aus, von denen man noch mehrere Spuren sieht; aber auch diese waren schmal und dabei so steil, daß man sie kaum ohne Schwindel betreten konnte. Die 23ste Figur, Taf. II. zeigt diejenige Brücke, welche unsern Gung über die Veriola führt, und auf dem Seitenwege nach dem Val Bugnanco liegt. Die Oeffnung derselben beträgt etwa 85 Rhnl. Fuß; der darüber gespannte Bogen ist aus ziemlich regelmäßigen schieferartigen Steinen aufgeführt; die Hintermauerung besteht dagegen nur aus Bruchsteinen, die man auf den beiden Enden treppenartig gelegt hat, um einen bequemeren Auftritt zu erhalten. In der Mitte fehlt jede Bedeckung des Bogens, und man geht unmittelbar auf den etwa 2 Fuß hohen Wölsteinen. Zu beiden Seiten hat die Brücke niedrige Geländer, die von der Seite das Ansehen eines zweiten Bogens haben. Da sie nur 18 Zoll hoch und 8 Zoll breit sind, so gewähren sie wenig Sicherung gegen das Herabstürzen. Der innere Abstand beider Geländer beträgt 8 Fuß. — Diese Brücke war vollkommen gut erhalten, und sie schien mit großer Sorgfalt, und namentlich mit vorzüglich gutem Mörtel aufgeführt zu sein, wie dieß auch bei den meisten älteren Brücken in der Schweiz der Fall ist.

Die Neue Simplon=Strasse beginnt, wie schon erwähnt, bei dem Dorfe Glys, neben der Rhone. Auf einer hölzernen Brücke tritt sie auf das rechte Ufer der Saltine, geht dicht neben Bryg vorbei, und verfolgt mit einer kurzen Unterbrechung den

Lauf der Saltine bis zu deren Ursprunge; dabei erreicht sie zugleich die Ebene, welche den höchsten Theil ihres Zuges ausmacht, und welche sich als der tiefste Einschnitt über das Gebirge erstreckt. Unverkennbar hat man sich gleich anfangs bemüht, der Straße eine möglichst weite Ausdehnung zu geben, damit sie mit der einmal bestimmten Steigung noch bequem den Gipfel erreichen konnte; sie macht daher dicht hinter Bryg den weiten Bogen um einen kleinen unbedeutenden Bach, wodurch sie sich schon merklich über die alte Straße erhebt; sie wendet sich aus demselben Grunde dann wieder sehr weit östlich, und läuft rings um das Ganter Thal, und um noch mehr an Höhe zu gewinnen, steigt sie an dem nicht sehr steilen, aber desto höheren linken Ufer des Ganter Baches, neben dem Dorfe Versal, in einem weiten Zickzack auf die Höhe, welche diesen Bach von der Saltine trennt. In fortwährendem Steigen hebt sie sich am Abhange derselben, und beschreibt dann aufs neue den weiten Bogen um den Kessel, worin sich die Saltine bildet. Am Ende dieses Bogens, wenn sie sich wieder südlich wendet, hat sie endlich die größte Höhe erreicht, und geht etwa eine halbe Meile weit beinahe horizontal fort.

Gleich oberhalb Bryg ist es auffallend, wie mehrere kleine Bäche in flachen Rinnen über die Straße geleitet sind, und sie etwas schräg durchschneiden, indem sie eine geringe Vertiefung darin bilden. Es entstehen auf diese Art einige Unterbrechungen des Gefälles, wie man bei sehr steilen Straßen anzubringen pflegt, um den auffahrenden Wagen einen Ruhepunkt zu verschaffen, worin sie ohne Haltung stehen, und die Pferde dabei ruhen können. Doch eine solche Vorsicht war hier, bei dem schmalen Abhange, ganz unnöthig: an jeder Stelle können die Wagen mit Leichtigkeit angehalten werden, und selbst dann, wenn sie in mäßigem Trabe (jedemal ohne Hemmschuh) herabgezogen werden. Es sind daher diese Rinnen keineswegs mit solchen Einschnitten zu verwechseln, sondern sie dienen vielmehr ausschließlich dazu, das Wasser aus den Rigolen an der Berg-Seite auf die Thal-Seite zu schaffen. Sie kommen indessen nur auf der ersten Stunde bei Bryg vor, weiterhin ist das Rigolenwasser, und eben so das von den Bergen herabkommende, jedesmal in gewölbten Canälen unter

der Straße durchgeleitet. Besonders merkwürdig ist die Art, wie man das Bergwasser aufgefangen hat. Da nämlich auf der einen Seite beinahe fortwährend eine steile Wand sich dicht neben der Straße erhebt, so bildet das hier herabstürzende Wasser auch jedesmal einen Wasserfall, der ohne weitere Vorkehrungen die Straße bald ausspülen würde. Man hat daher in der Wand eine Rinne eingehauen, um dem Bache einen bestimmten Lauf zu geben, dann aber auch die Straße noch möglichst weit vorzulegen gesucht, damit zwischen ihr und dem Berge noch ein Zwischenraum von einigen Fußes bleiben möchte. In diesem Zwischenraume ist ein rundes brunnenartiges Bassin erbaut, dessen Einfassung aus einer regelmäßigen Mauer besteht, und sich 3 Fuß über die Straße erhebt. Die Weite des Brunnens ist, selbst bei den kleinsten Wassermengen nicht unter 4 Fuß, bisweilen dagegen um Vieles größer, und seine Tiefe neben der Straße beträgt 4 bis 10 Fuß. In diesen Brunnen ergießt sich nun jedesmal der Wasserfall, und vom Boden desselben führt ein gemauerter überwölbter Canal mit starkem Gefälle nach der Thalseite. Ist die Wassermenge sehr bedeutend, so verwandelt sich die Uebertöpfung des Canales in eine gewöhnliche steinerne Brücke, und der Brunnenkranz wird ein Brücken-Geländer.

Auf der Schweizerischen Seite besteht das Gestein aus einem ziemlich feinen Gneus, der wegen seines schieferartigen Bruches und der geringen Härte manche Erleichterung beim Baue darbot. Die Einfassungsmauern sind häufig ohne Mörtel aufgeführt, indem die ebenen Platten schon an sich einen sehr festen Verband geben. Die Abweise-Steine, die jedoch zuweilen durch hölzerne Geländer ersetzt wurden, bestehen gleichfalls aus solchen Tafeln, die etwa 8 Zoll stark, unten 2 Fuß und oben $1\frac{1}{2}$ Fuß breit sind. Sie erheben sich 3 Fuß über die Straße, und sind im Abstände von einer Ruthe von einander unmittelbar in die Futtermauer eingestellt. Ihre Stellung ist so, daß sie der Straße die schmale Seite zukehren, und auswärts mit der Futtermauer bündig sind. — Auf der Italianischen Seite, dicht hinter dem Dorfe Simplon, geht der Stein in sehr harten und grobkörnigen Granit über: indem derselbe sehr unregelmäßig bricht, sind die daraus erbauten

Futtermauern mit Mörtel aufgeführt. Sie haben sich, eben so wie jene, vollkommen gut erhalten, und nur selten bemerkt man Stellen, die etwa von Lawinen oder Steinen eingerissen waren, die aber jedesmal auf eine solide Art wieder hergestellt sind *).

*) Diese sorgfältige Unterhaltung und der sehr gute Zustand fällt um so mehr auf, wenn man die St. Gotthards-Straße so eben gesehen hat. Napoleon wollte dieselbe gleichfalls in eine bequeme und fahrbare Straße verwandeln, allein dieses Unternehmen ist nur auf der Italiänischen Seite, und zwar nur bis Airolo, ausgeführt. Von da ab bis zu dem ehemaligen Hospital, und wieder auf der anderen Seite, bis gegen Amsteg, ist der Weg nur für Lastthiere eingerichtet, mitunter sehr steil, und an manchen Stellen sogar mit Stufen versehen. Oberhalb Amsteg hat man in früherer Zeit den Versuch gemacht, die fahrbare Straße fortzusetzen, und zu dem Zwecke einige breite Brücken über die Neuß geschlagen, und an manchen Stellen Futtermauern zu einem neuen Wege aufgeführt. Doch bei allen diesen Arbeiten ist man mit so wenig Sorgfalt zu Werke gegangen, daß sie, obgleich noch ganz neu, dennoch an mehreren Stellen bereits eingestürzt sind, und an vielen ein gleiches Schicksal drohen. Bei den Brücken merkte man gleich, daß sie keine Festigkeit hätten, und man war daher vorsichtig genug, die Lehrbögen nicht fortzunehmen, die sie bisher auch gehalten haben: allein das Holz, welches gegen die Einwirkungen der Feuchtigkeit nicht gesichert werden konnte, fing bereits an, nachzugeben, und sehr bedenkliche Risse zeigten sich dabei in der Mauer, und manche Wölbsteine sind sogar einige Zoll tief herabgesunken. Noch weniger hatten die Futtermauern die gehörige Stärke und Festigkeit erhalten: sie waren überall, theils an ihrem Fuße, von der Neuß, und theils oben von dem Bergwasser angegriffen, und dabel entweder theilweise ausgebrochen, oder im Ganzen übergewichen. Mehrmals, wenn die Füllerde stark ausgewaschen wurde, hatte man Bäume an den Abhang gelegt, Steine davor gestellt, und eine neue Hinterfüllung veranstaltet. Am auffallendsten waren zwei Stellen, (die eine über 100 Fuß lang) wo die Futtermauer gänzlich eingestürzt, und der Weg total verschwunden war. Man hatte sich dadurch geholfen, daß man ein starkes hölzernes Gerüste an die Felswand lehnte und mit Bohlen bedeckte, worauf nun, wie auf einer Brücke, die Passage geschah. Der Grund von der Unhaltbarkeit des Mauerwerkes scheint hauptsächlich in dem sehr schlechten Mörtel zu liegen, der beinahe aus reinem Lehm besteht.

Die Abweise-Steine bestehen hier aus Granitstücken, die roh prismatisch behauen, und ähnlich jenen früheren am Rande der Straße aufgestellt sind.

Die Refuges, die man etwa alle Stunde antrifft, sind theils zur Bequemlichkeit und Sicherung der Reisenden, theils auch zur Wohnung der Chaussee-Wärter erbaut. Auf dem Situationsplan, Fig. 18. sind sie durch die kurzen starken Linien angedeutet. Besonders merkwürdig sind unter ihnen einige auf der Italiänischen Seite, welche wegen ihrer gefährlichen Lage zwar nicht bewohnt werden, die aber dennoch jedem Reisenden geöffnet, und sogar mit Einfahrten versehen sind, um selbst Wagen und Pferde aufnehmen zu können. Die darauf herabstürzenden Steine haben einigermaßen die Bedachung zerstört, aber dennoch sollen sie zuweilen benützt werden, indem sie selbst in diesem Zustande noch eine große Sicherung gewähren.

Unterhalb Versal geht die Straße in einer vorzüglich schönen Brücke über den Ganter-Bach. Es ist dieses eine hölzerne Bogenbrücke, nach der in Frankreich allgemein üblichen Art construirt. Figur 19. zeigt eine Seitenansicht derselben. Die Spannung des Bogens beträgt 60 Fuß, doch mußten bei der Weite des Thales die Stirnpfeiler noch bedeutend ausgedehnt werden, und so erhielt die Brücke eine Länge von mehr als 200 Fuß. Die Breite mißt 20 Fuß, und es befinden sich darin fünf Bögen neben einander, von denen die Figur den einen äußeren zeigt. Sie sind sich alle vollkommen gleich, und bestehen theils aus zwei kreisförmig zugeschnittenen und mit einander verholzten (aber nicht verzahnten) Bögen, theils auch aus einigen geraden Verstrebungen, die sämmtlich durch die doppelten Zangen *b* zusammen gehalten werden. Diese Zangen sind wieder verholzt, und werden über den Bögen durch doppelte Niegel mit einander verbunden. Einige Kreuze, die namentlich über den Streben befindlich sind, sichern die Brücke, daß sie nicht seitwärts verschoben werden kann. Das Ganze hatte sich sehr wohl erhalten, und ließ kein auffallendes Senken, noch sonstige Beschädigung wahrnehmen: die überaus sorgfältige Bearbeitung und Verbindung des Holzes scheint indessen dazu nicht minder,

als die gewählte Constructions = Art, beigetragen zu haben *).

Dicht hinter der Brücke führt die StraÙe durch einen angenehmen Lärchenwald; doch allmählig verschwindet der Baumwuchs, und noch ehe die Saline überschritten ist, bemerkt man keine Bäume mehr. Ein weites Thal, mit einem grünen Rasen bedeckt, bildet die Ebene, worauf die StraÙe fortläuft; zu beiden Seiten erheben sich die höheren Kuppen des Gebirges, und wenn der südliche Abhang beginnt, zeigen sich in nicht großer Entfernung mehrere Gletscher. Das Neue Hospital, welches bei Erbauung der StraÙe zugleich angelegt wurde, ist lange nicht vollendet worden. Es besteht kaum das Fundament desselben mit den geräumigen Souterrains, und auch dieses geräth jetzt wieder in Verfall. Das Alte Hospital dagegen ist ein thurmähnliches Gebäude neben dem früheren Wege, worin auch jetzt noch den unbemittelten Reisenden Nahrung und Obdach, und sogar einige Kleidung unentgeltlich geboten wird. — In dieser Gegend sind zu beiden Seiten der StraÙe Stangen aufgerichtet, welche bei hohem Schnee die Richtung des Weges anzeigen.

Bevor man indessen noch die Höhe erreicht, ist man schon durch zwei Gallerien gekommen. Es trifft sich nämlich zuweilen, daß die Ufer so nahe am Flusse sind, und sich so steil erheben, daß es unmöglich wird, an ihrem Abhange die StraÙe fortzuführen: dann hat man es vorgezogen, den Weg durch den Felsen

*) In dem Rhone = Thale, oberhalb Bryg, sah ich mehrmals eine sehr auffallende Art von hölzernen Brücken, die sich besonders dadurch auszeichnen, daß sie, ihrer bedeutenden Spannung ungeachtet, ganz ohne alles Eisen erbaut sind. Fig. 21. zeigt eine derselben. Der Post, den man in bedeutender Höhe auf dem Ufer aufgerichtet hat, hat den Zweck, die Unterstüzungen der Brückentrahmen möglichst weit hinauszuführen, und ein Ueberkippen zu verhüten. Die Geländer = Pfosten, und eben so die Riegel, welche die Streben halten, reichen mit ihren langen Zapfen durch die verschiedenen Balken durch, und werden mittelst vorgeschlagener Pflöcke darin gehalten. Auch der Querschnitt, Fig. 22, ist wichtig wegen der Unterstüzung, die man dem mittleren Brückentrahme durch den gekrümmten Balken gegeben hat.

selbst zu eröffnen. Diese Gallerien, welche in der Charte durch die Unterbrechung des Straßenzuges angegeben sind, haben eine Breite und Höhe von 25 Fuß. Das Licht erhalten sie bei einer mäßigen Länge durch die beiden Einfahrten, sonst sind auch zur Seite noch Oeffnungen angebracht. Das Gestein ist, wie schon erwähnt, auf der Schweizerischen Seite ein feinkörniger, weicher Gneus: durch denselben zieht sich das Wasser hindurch, und so geschieht es, daß hier in den Gallerien fortwährend ein sehr starkes Herabträufeln Statt findet. Hierin liegt vielleicht der Grund, weshalb man an der äußern Seite der ersten Gallerie einen schmalen und ziemlich gefährlichen Weg angelegt hat, auf welchem man dieser Unannehmlichkeit ausweichen kann, wenn man die Reise nicht etwa zu Wagen macht.

Beim Herabsteigen auf der andern Seite bleibt die Straße anfangs in einer weiten Ebene, worin sich die Veriola bildet: neben dem Dorfe Simplon erlangt die Gegend sogar ein recht freundliches Ansehen, indem sich hier der Baumwuchs schon sehr stark wiederfindet. Allein beim Eintritte des Ausflusses aus den Gletschern des Fletschhornes nehmen die Umgebungen eine ganz veränderte Gestalt an. Es erzeugt sich zwischen den Felsen, die hier aus sehr hartem Granit bestehen, eine tiefe Spalte, worin die Veriola schäumend und in vielen Wasserfällen herabstürzt. Auf dem steilen Abhange dieser Felsen, bald auf der einen, und bald auf der andern Seite, läuft die Straße herab, und jede etwas weniger schroffe Wand ist sorgfältig benutzt, um sie daran hin- und her zu ziehen, damit sie möglichst tief herabgeführt werde. Dennoch folgt sie oft so wenig dem Abhange des Flusses, daß man ihn von manchen Brücken in den engen und dunklen Spalten nicht wahrnehmen kann. In diesem Thale befindet sich die Gallerie von Frissinone, welche unter allen die längste ist. Ihre Länge beträgt beinahe 700 Fuß. Zwei große Oeffnungen an der Seite verschaffen eine hinreichende Beleuchtung: die ziemliche Ebenung der Wände, die jedoch nur durch Sprengen hervorgebracht ist, und nicht minder die vollkommenste Trockenheit, geben ihr fast das Ansehen eines großen gewölbten Saales. Ihr östlicher Eingang ist zur Hälfte vermauert, und mit Schießscharten versehen, um in

Kriegszeiten hier die Straße sperren zu können. — Dicht dahinter stürzt sich der Bach Trissinone, der von dem Gletscher des Monte Leone herabkommt, in einem starken Wasserfalle in das Thal. Auf einer schönen gemauerten Brücke, von 30 Fuß Spannung, tritt die Straße über den Bach. Das Wasser desselben benezt sie fortwährend, und bringt sogar sehr merklich durch den Brückenbogen hindurch. Die einzelnen Ketten der behauenen Steine, welche der Länge nach als abgesonderte Bögen die Brücke durchziehen, erscheinen, von unten gesehen, ganz trocken, aber dagegen sind die Füllungen dazwischen, die nur aus unregelmäßigen Steinen aufgeführt sind, stark vom Wasser durchzogen. Mit der Zeit wird dieser Umstand wahrscheinlich den Einsturz der Brücke herbeiführen, allein noch schien sie in vollkommen gutem Zustande sich zu befinden, und es gelang mir nicht, irgend einen merklichen Riß, noch eine sonstige Unregelmäßigkeit daran zu entdecken.

Das Thal wird hierauf etwas weiter, und die Wassermenge breitet sich bei dem schwächeren Gefälle mehr in dem Flußbette aus. Auf dem Abhange über der Straße liegen viele große Felsblöcke, die man nicht leicht entfernen konnte, und von denen man doch befürchten mußte, daß sie durch andere auffallende Steine, oder durch Lawinen herabgestürzt werden möchten: um dieses zu vermeiden, hat man unter ihnen starke Mauern aufgeführt, die ihnen eine feste Lage sichern. — In diesem Thale befindet sich auch jene früher beschriebene, sehr kühn gewölbte Brücke, und auf einem großen Felsblocke in dem Flußbette, dicht unter derselben, sieht man noch die Anfänge zweier ähnlicher Bögen, die früherhin diese Brücke bildeten.

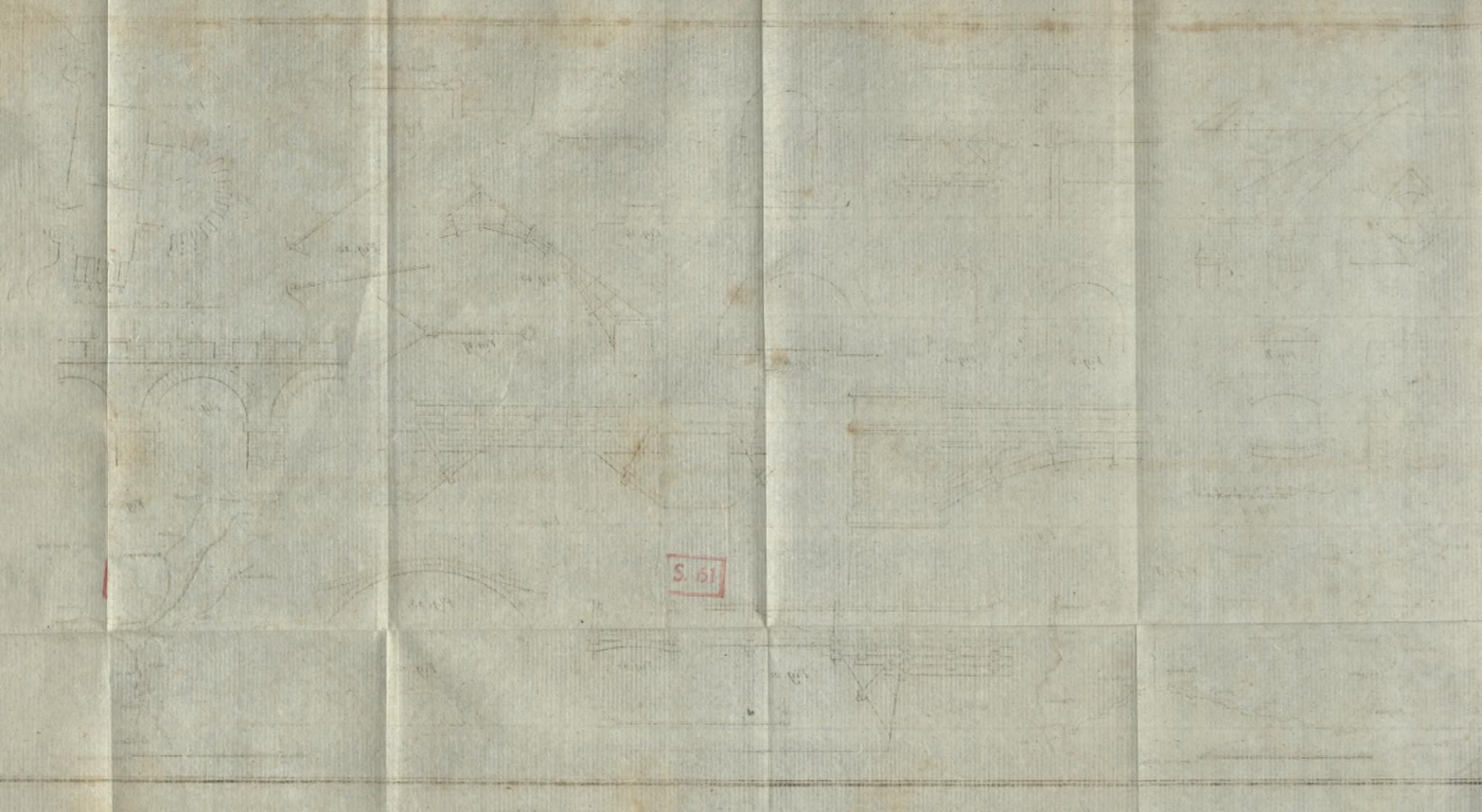
Bei Trasqueras tritt die Straße endlich wieder aus den engen Thälern in eine freundliche Ebene, und wenn sie gleich dieselbe nochmals verläßt, und sogar noch durch eine kurze Gallerie läuft, so haben doch hier die Schwierigkeiten der Anlage und die Gefahren der Bereisung bereits größtentheils aufgehört, und unweit Grevola steigt sie endlich in einem weiten Bogen in das Thal des Toccia Tossa herab, und hört auf, Gebirgsstraße zu sein. — Die Brücke, welche hier über die Veriola führt, ist in der 20sten Figur dargestellt, und sie stimmt sehr genau mit denjenigen Brücken

überein, welche man weiterhin auf dem Wege nach Mailand vorfindet. Ihre Construction ergiebt sich aus der Zeichnung, und es wäre nur zu bemerken, daß bei einer etwas größeren Spannung die Sattelhölzer, welche die Brückentrahmen unterstützen, länger sind, und dann jedesmal durch zwei Streben gehalten werden.



<p>1862</p>	<p>Jan 1st</p>	<p>to</p>	<p>Jan 1st</p>	<p>to</p>
<p>1862</p>	<p>Jan 1st</p>	<p>to</p>	<p>Jan 1st</p>	<p>to</p>
<p>1862</p>	<p>Jan 1st</p>	<p>to</p>	<p>Jan 1st</p>	<p>to</p>
<p>1862</p>	<p>Jan 1st</p>	<p>to</p>	<p>Jan 1st</p>	<p>to</p>
<p>1862</p>	<p>Jan 1st</p>	<p>to</p>	<p>Jan 1st</p>	<p>to</p>
<p>1862</p>	<p>Jan 1st</p>	<p>to</p>	<p>Jan 1st</p>	<p>to</p>
<p>1862</p>	<p>Jan 1st</p>	<p>to</p>	<p>Jan 1st</p>	<p>to</p>
<p>1862</p>	<p>Jan 1st</p>	<p>to</p>	<p>Jan 1st</p>	<p>to</p>
<p>1862</p>	<p>Jan 1st</p>	<p>to</p>	<p>Jan 1st</p>	<p>to</p>
<p>1862</p>	<p>Jan 1st</p>	<p>to</p>	<p>Jan 1st</p>	<p>to</p>
<p>1862</p>	<p>Jan 1st</p>	<p>to</p>	<p>Jan 1st</p>	<p>to</p>





51

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000298925