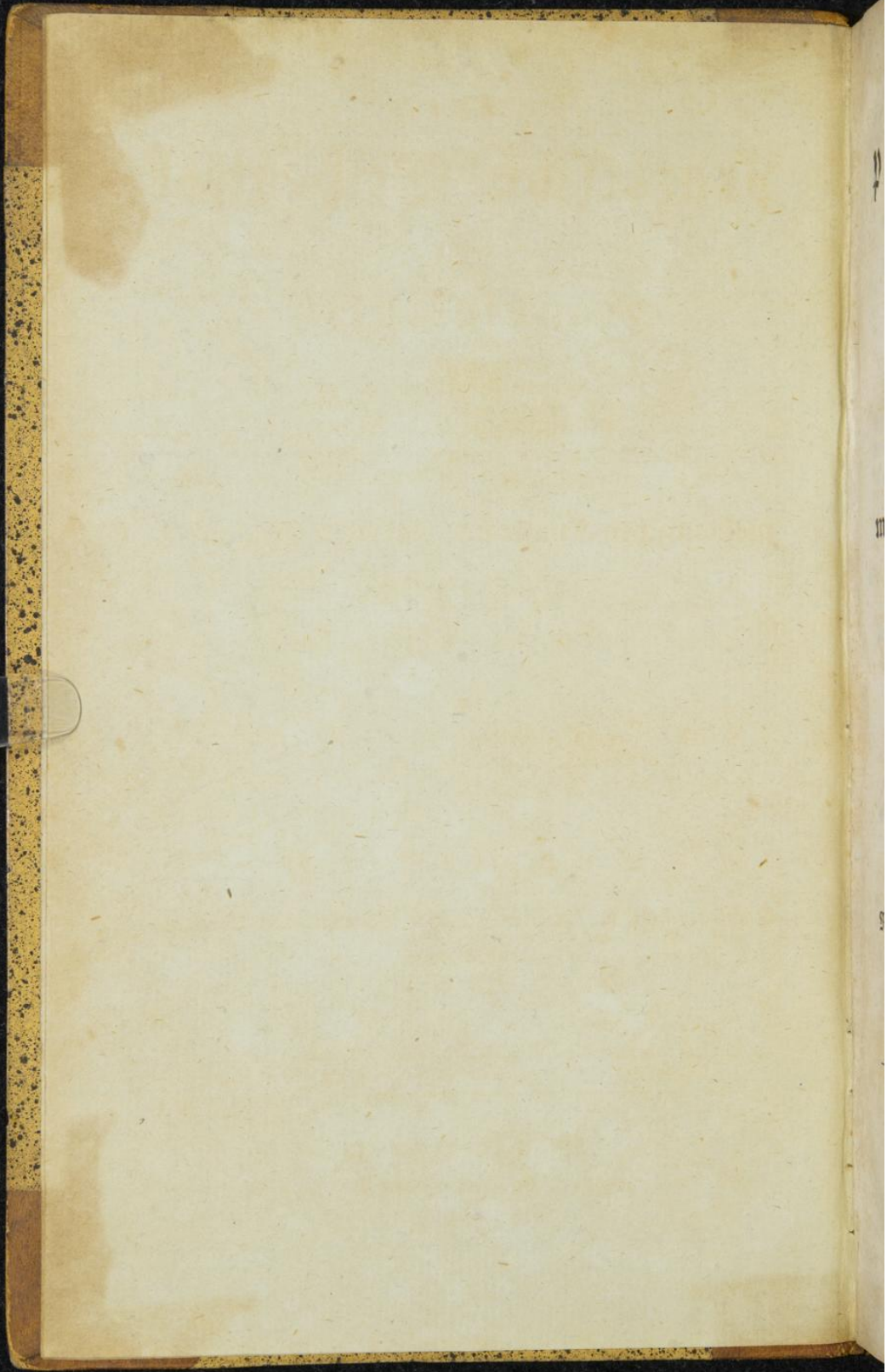


1185



1185
Der
practische Mechaniker

und

Manufacturist,

oder

gemeinnützige Erläuterung

der

mechanischen Künste und Fabriken England's,

von

John Nicholson, Esq.

Aus dem Englischen.

Supplement,

Nachträge aus der zweiten Ausgabe des englischen Originals
enthaltend.

Mit 21 Tafeln Abbildungen.

Weimar,

im Verlage des Landes-Industrie-Comptoirs.

1854.

Practische Arithmetik

Band 1185
Arithmetik

Sechsmündige Einrichtung

in sechs Theilen



von dem Verfasser

Beispiel

in sechs Theilen

in sechs Theilen

im Verlage des Verlegers

1851

I n h a l t.

	Seite
Geometrie	I
Definitionen oder Erklärungen von Ausdrücken	I
Geometrische Aufgaben	II
Messen von Oberflächen	19
Messung von Körpern	28
Einleitung zu der Beschreibung der englischen	
Brücken, Häfen, Docks u. s. w.	38
Der Leuchtturm von Bellrock	43
Brücken in alphabetischer Ordnung	53
Die Abrie-Brücke	53
Die Aultmore-Brücke	53
Die Bonar-Brücke in Sutherland	53
Die Bourbon'sche Hängebrücke	57
Allgemeine Bemerkungen über Hängebrücken	57
Schlußbemerkungen über Hängebrücken	64
Die eiserne Brücke von Bristol	65
Die eiserne Brücke von Buildwas	65
Die Brücke von Cartland Craigs	66
Die Brücke von Colebrook Dale in Shropshire	66
Die Brücke über den Conan in Northshire	66
Die Brücke von Craig-Clachie	67
Die Hängebrücke von Dryburgh über den Tweed	67
Die Brücke von Dunkeld in Perthshire	68
Die Brücke von Gaster Kearn	69
Die Brücke von Helmsdale in Sutherlandshire	69
Eiserne Hängebrücke von Kesso in Roxburghshire	69
Die Londoner Brücke	73
Brücke von Potarch, in Aberdeenshire	78
Die eiserne Brücke von Southwark	78
Die Strand-Brücke	82
Die eiserne Brücke von Sunderland über den Wear	85
Eiserne Brücke von Vauxhall	86
Die Westminster-Brücke	86

	Seite
Häven und Landungsdämme	88
Der Haven von Wood in Cromartyshire	88
Der Haven von Banff	88
Der Haven von Burgh-Head bei Elgin in Murrayshire	89
Der Haven von Corran ober der Havendamm der Fähre von Ardgowar in der Graffschaft Inverness	90
Der Haven von Cullen in Banffshire	90
Der Landungsdamm von Feoline auf der Insel Jura	90
Der Haven von Fort Rose in Cromartyshire	91
Der Haven von Frazerburgh in Aberdeenshire	91
Der Haven von Gourdon in Aberdeenshire	91
Der Jura- Small-Isle's- Kai	92
Die Havendämme der Fähre von Kyle-Athea	92
Der eiserne Hängekai von Leith	92
Der Haven von Peterhead in Aberdeenshire	95
Haven von Portmaholmach in Rossshire	96
Wasserleitungen und Canäle	96
Der caledonische Canal	96
Wasserleitung von Chirk Behufs des Ellesmere-Canals	111
Eiserne Wasserleitung von Langdon	112
Eiserner Aquäduct von Pont-Cy-Sylte	112
Der Regenten-Canal	114
Die westindischen Docks; Schoppen, die als Vorrathshäuser für Wein, Rum u. s. w. dienen; Keller; der Schoppen, unter welchem die Mahagoniblöcke aufgesetzt sind, und die Maschine, welche zum Aufsetzen und Bewegen derselben dient	115
Schoppen, von J. Rennie Esq. gebaut, und Keller zur Aufbewahrung von Wein, Rum u. s. w.	117
Der Schoppen, unter welchem die Mahagoniblöcke aufgesetzt werden, nebst der zum Bewegen und Aufsetzen derselben dienenden Maschine	118
Die trockene Docke von Dundee	119
Liverpooler Docks und Bassins	120
Die Londoner Docks, Einfahrtsschleusen, Schleusenthore, Zugbrücke u. s. w.	124
Krahn zu Liverpool und zu Hull	126
Eisernes Pflaster, womit in London ein Versuch gemacht worden	128
Eisenbahnen	128
Construction der einfachen und doppelten Eisenbahnen	128
Von den Mitteln, welche dazu dienen, die Wagenzüge von einer Eisenbahn auf die andere zu wenden.	129
Ueber die auf den Eisenbahnen fahrenden Wagen	131
Von den Bewegern	133

Geometrie.

Die Geometrie ist derjenige Zweig der Mathematik, welcher von der Beschreibung und den Eigenschaften der Größen im Allgemeinen handelt.

Definitionen oder Erklärungen von Ausdrücken.

1) Ein mathematischer Punct hat weder Länge, noch Breite, noch Dicke, daher kann er weder gesehen, noch gefühlt, sondern bloß gedacht werden; was man daher im gemeinen Leben einen Punct nennt, ist im mathematischen Sinne kein solcher, und erscheint unter dem Vergrößerungsglase als eine Stelle von sehr wahrnehmbarer Länge und Breite, so wie sich die Spitze der feinsten Nähnadel unter einem Vergrößerungsglase rundlich darstellt.

2) Eine Linie hat nur Länge, aber weder Breite noch Dicke, daher ist eine solche, welche mit Bleistift oder der Feder auf's Papier gezogen ist, keine Linie im mathematischen Sinne, die nur gedacht werden kann. Die beiden Enden jeder Linie bilden Puncte.

3) Die gerade Linie ist eine solche, deren Richtung sich nirgends ändert.

4) Eine krumme Linie oder Kurve ist eine solche, welche zwischen den Endpuncten beständig ihre Richtung ändert.

5) Parallele Linien sind solche, die sich stets in gleicher Entfernung von einander halten, und wenn sie auch noch so stark verlängert werden, einander nie schneiden (Taf. 95, Fig. 1).

6) Ein Winkel ist die Deffnung zwischen zwei in einen Punct zusammenstoßenden Linien (Fig. 2).

7) Die Linien AB und BC, welche den Winkel ABC bilden, heißen die Schenkel oder Seitenlinien, und der Punct B, wo sie zusammentreffen, der Scheitel des Winkels. Zuweilen bezeichnet man den Winkel durch den am Scheitel desselben stehenden Buchstaben, z. B. B Fig. 2, mehrentheils aber durch drei Buchstaben, unter denen derjenige, welcher am Scheitel steht, der mittlere ist, z. B. ABC, Fig. 2.

8) Wenn eine Linie so auf der andern steht, daß sie sich weder nach der einen noch nach der andern Seite neigt, so bildet sie zu beiden Seiten rechte Winkel, z. B. ABC und ABD Fig. 3. Alle rechte Winkel sind einander gleich und halten 90° . Von der Linie AB sagt man, sie stehe perpendicular oder senkrecht auf CD.

Anfänger verwechseln leicht die Ausdrücke senkrecht und scheidelrecht

oder lothrecht (perpendicular und vertikal). Scheitelrecht (lothrecht, vertikal) ist eine Linie, wenn sie mit der Ebene des Horizontes oder einem Wasserspiegel, der immer horizontal ist, rechte Winkel bildet. Die Wände eines Hauses stehen in der Regel lothrecht; allein eine Linie kann auf einer andern senkrecht stehen, und doch mit dem Horizonte einen beliebigen Winkel bilden, wenn nur die beiden Winkel, die sie mit der andern Linie macht, einander gleich sind. Wenn z. B. der Winkel ABC und ABD einander gleich sind, so steht die Linie AB auf CD senkrecht, was für eine Richtung sie auch sonst immer haben möge.

9) Wenn eine Linie BE mit einer andern CD Fig. 3 zwei ungleiche Winkel bildet, so heißt der, welcher größer ist, als ein rechter (ECB), ein stumpfer Winkel, und der, welcher kleiner ist, als ein rechter (EBD), ein spitzer Winkel.

10) Zwei Winkel, welche einen Schenkel gemeinschaftlich besitzen, z. B. ABC und ABE , heißen anstoßende Winkel, solche, welche durch Kreuzung zweier Linien entstehen, z. B. die durch die Kreuzung von CD und EF gebildeten Winkel; EBD und CBF , Scheitelwinkel. Haben zwei Winkel, ECB und EBD , Fig. 3, den Scheitel B und einen Schenkel BE , gemein, und bilden die beiden übrigen Schenkel, CB , DB , eine gerade Linie, so heißen sie Nebenwinkel.

11) Eine Figur ist ein begränzter Raum, der entweder bloß nach zwei oder drei Richtungen Ausdehnung hat.

12) Eine Fläche hat nur nach zwei Richtungen Ausdehnung, nämlich Länge und Breite; sie wird durch Linien begränzt.

13) Eine ebene Fläche oder Ebene ist eine solche, welche nach allen Richtungen geradlinig streicht. Eine polirte Marmorplatte, auf die man ein Lineal nach allen Richtungen so legen kann, daß nirgends Helligung zwischen dem Lineal und der Platte durchschimmert, ist zwar, streng genommen, nie eine mathematische Ebene; kömmt aber derselben doch sehr nahe.

14) Eine krumme Oberfläche ist eine solche, die nach keiner Richtung geradlinigt streicht *). Krumme Oberflächen sind entweder erhaben (convex) oder hohl (concav).

15) Eine convexe Oberfläche ist eine solche, welche sich über die Ebene ihres Umkreises erhebt, z. B. jeder äußere Abschnitt einer Kugel.

16) Eine concave Oberfläche ist eine solche, welche sich unter gedachte Ebene vertieft.

Eine Fläche kann entweder bloß durch gerade oder bloß durch Krumme, oder durch beide Arten von Linien begränzt seyn.

17) Jede bloß durch gerade Linien begränzte Oberfläche heißt ein Vieleck. Sind die Seitenlinien alle gleich, so ist das Vieleck ein regelmäßiges; sind sie einander nicht alle gleich, ein unregelmäßiges. Jedes Vieleck hat eben so viele Seitenlinien als Winkel, daher man sie

*) Diese Definition ist zu eng, indem z. B. ein cylindrische Fläche nach der Richtung der Ase des Cylinders geradlinigt streicht. Auch sind alle von der Peripherie der Basis eines Kegels nach dessen Spitze als gezogen gedachte Linien gerade. Der Uebersetzer.

nach den einen oder andern benennen kann. Eine von drei geraden Seitenlinien begränzte Figur nennt man gewöhnlich ein Dreieck, eine von 4 Seitenlinien begränzte, ein Viereck zc.

Ein von fünf Seitenlinien begränztes Vieleck (Polygon) nennt man ein Fünfeck, oder Pentagon.

Ein Sechseck, oder Hexagon, hat 6 Seitenlinien; ein Siebeneck, oder Heptagon, 7 Seitenlinien; ein Achteck, oder Octogen, 8 Seitenlinien; ein Neuneck, oder Nonagon, 9 Seitenlinien; ein Zehneck, oder Decagon, 10 Seitenlinien; ein Elfseck, oder Undecagon, 11 Seitenlinien; ein Zwölfeck, oder Duodecagon, 12 Seitenlinien, u. s. w.

Dreiecke haben, je nach der verhältnißmäßigen Länge ihrer Seitenlinien, verschiedene Benennungen.

18) Bei einem gleichseitigen Dreieck, wie ABC Fig. 4, sind die drei Seitenlinien und die drei Winkel einander gleich.

19) Bei einem gleichschenkligen Dreieck, DEF Fig. 5, sind zwei Seitenlinien einander gleich.

20) Bei einem ungleichseitigen Dreieck sind alle Seitenlinien von verschiedener Länge, z. B. GHI Fig. 6.

Auch nach den Winkeln führen die Dreiecke verschiedene Benennungen.

21) Ein rechtwinkeliges Dreieck ist ein solches, welches einen rechten Winkel enthält, s. ABC Fig. 7.

22) Kein Dreieck kann mehr als einen rechten Winkel besitzen. Diejenige Seitenlinie (AC), welche dem rechten Winkel gegenüberliegt, heißt die Hypotenuse, und ist immer die längste.

23) Ein stumpfwinkliges Dreieck, z. B. Fig. 8, enthält einen stumpfen Winkel.

24) Bei einem spitzwinkligen Dreieck, z. B. Fig. 4, sind alle Winkel spitz.

25) Ein gleichschenkeliges sowohl, als ein ungleichseitiges Dreieck kann rechtwinkelig, stumpfwinkelig oder spitzwinkelig seyn.

26) Wenn die Seitenlinie eines Dreiecks über die Figur hinausreicht, wie AD Fig. 8, so heißt der Winkel A oder CAB ein innerer, und sein Nebenwinkel CAD ein äußerer Winkel.

27) Vierecke oder vierseitige Figuren werden, je nachdem die Seitenlinien gleich oder ungleich, und die Winkel rechte sind oder nicht, verschieden benannt.

28) Jede vierseitige Figur, deren gegenüberliegende Seitenlinien mit einander parallel streichen, mögen nun die Winkel rechte seyn oder nicht, Fig. 9, 10, 11, 12, stellt ein Parallelogramm dar.

29) Wenn die Winkel eines Parallelogramms sämmtlich rechte Winkel sind, z. B. in Fig. 11 und 12, so heißt es ein rechtwinkeliges Parallelogramm oder Rechteck.

30) Bei einem Rechteck können alle oder nur die einander gegenüberliegenden Seitenlinien gleich seyn. Wenn sämmtliche Seitenlinien einander gleich sind, wie in Fig. 12, so heißt das Rechteck ein Quadrat.

31) Sind die gegenüberliegenden Seiten einander parallel, und sämtliche Seitenlinien einander gleich, die Winkel aber keine rechten, wie in Fig. 10, so heißt das Parallelogramm ein Rhombus, oder eine Raute.

32) Ein Parallelogramm, bei dem alle Winkel keine rechten, und nur die einander gegenüberliegenden Seitenlinien gleich sind, wie in Fig. 9, heißt ein Rhomboid.

33) Wenn bei einem Viereck keine Seitenlinie mit der andern parallel streicht, wie bei Fig. 13, so heißt es ein Trapezium.

34) Bei einem Trapezoid (Fig. 14) streichen nur zwei Seitenlinien mit einander parallel.

35) Eine Diagonale ist eine rechte Linie, welche von einem entgegengesetzten Winkel eines Vielecks nach dem andern streicht, z. B. IK Fig. 15. Bei Parallelogrammen nennt man die Diagonale zuweilen auch, obwohl unpassender Weise, den Durchmesser, weil sie durch den Mittelpunkt der Figur geht.

36) Wenn man in der Diagonale eines Parallelogramms irgend einen Punkt, z. B. F Fig. 15, annimmt, und durch denselben zwei Linien, AB und CD, parallel mit den Seitenlinien des Parallelogramms zieht, so wird dasselbe in vier Parallelogramme, DD, LL, FF, GG, getheilt. Die beiden Abtheilungen L, FF, durch welche die Diagonale nicht geht, heißen die Complementary.

37) Die Grundlinie, oder Basis einer Figur, ist diejenige Seitenlinie, auf welche man sich dieselbe stehend denkt, z. B. AB und CD Fig. 16.

38) Unter der Höhe einer Figur versteht man die Länge einer senkrechten Linie, die von der Grundlinie oder deren Verlängerung bis zum höchsten Punkte der Figur reicht, z. B. EF Fig. 16.

39) Der Flächenraum einer ebenen oder andern Fläche ist der in irgend einem Flächenmaasse ausgedrückte Betrag des innerhalb der Gränzlinien enthaltenen Raums.

40) Ähnliche Figuren sind solche, welche gleiche Winkel besitzen, und deren Seitenlinien dasselbe Verhältniß zu einander haben, z. B. Fig. 17.

41) Gleiche Figuren sind solche, welche denselben Flächenraum besitzen und einander in allen Theilen decken.

42) Ein Kreis ist eine ebene Figur, welche von einer krummen Linie begränzt wird, deren sämtliche Punkte von dem sogenannten Mittelpunkte (Centrum), E Fig. 18, gleich weit entfernt sind. Die krumme Linie ABCD heißt der Umkreis oder die Peripherie.

43) Der Radius oder Halbmesser eines Kreises ist eine gerade Linie, welche vom Mittelpunkte nach der Peripherie gezogen ist (EF Fig. 18). Der Abstand der Schenkelspitzen eines Circels, mit welchem man einen Kreis gezogen hat, ist dem Halbmesser gleich, und es ergibt sich schon hieraus, daß sämtliche Halbmesser einander gleich sind.

44) Der Durchmesser eines Kreises ist eine gerade Linie, welche von einem Punkte der Peripherie nach einem andern durch den Mit-

*) Den Definitionen Deutscher Lehrbücher zufolge, ist das Viereck, welches hier Trapezium genannt wird, ein Trapezoid, und umgekehrt. D. Ueb.

telpunct gezogen ist, z. B. CB Fig. 18. Jeder Durchmesser theilt den Kreis in zwei gleiche Theile.

45) Ein Segment eines Kreises ist ein Theil eines Kreises, welcher durch eine quer durch den Kreis gezogene gerade Linie abgeschnitten wird. Diese gerade Linie heißt die Sehne. Ein Segment, oder Kreisabschnitt, kann entweder größer oder kleiner seyn, als ein Halbkreis.

46) Die Tangente (Berührungslinie) ist eine gerade Linie, welche einen Kreis nur an einem Punkte berührt, z. B. GH Fig. 18. Der Punct A, wo sie den Kreis berührt, heißt der Tangentialpunct (Berührungspunct).

47) Der Sector (Kreisabschnitt) eines Kreises ist der zwischen zwei Halbmessern und einem Kreisbogen enthaltene Raum (s. BIK Fig. 19).

48) Den Umfang jedes Kreises, sey er groß oder klein, denkt man sich in 360 gleiche Theile, sogenannte Grade; jeden Grad in 60 gleiche Theile, sogenannte Minuten, und jede Minute in 60 gleiche Theile, sogenannte Secunden, getheilt. Um die Neigung der Linien gegeneinander, oder den Winkel zu messen, beschreibt man um den Scheitel des Winkels einen Kreisbogen IK Fig. 19, und mißt, wie viele Grade, Minuten oder Secunden der zwischen den Schenkeln des Winkels liegende Kreisbogen IK hält. Die Grade bezeichnet man durch $^{\circ}$, die Minuten durch $'$, und die Secunden durch $''$. Ein Winkel von 48 Graden, 15 Minuten und 7 Secunden wird daher folgendermaßen bezeichnet: $48^{\circ} 15' 7''$.

49) Ein Körper hat Länge, Breite und Dicke, und wird durch Flächen begränzt; so ist z. B. ein Bogen Papier keine bloße Fläche, denn er besitzt einige Dicke, obwohl diese sehr gering ist.

50) Aehnliche Körper sind solche, welche durch eine gleiche Anzahl von ähnlichen Flächen begränzt werden.

51) Das Prisma ist ein Körper, dessen Seitenwände Parallelogramme sind, und dessen Endflächen oder Grundflächen mit einander parallel streichen. Je nachdem die Grundfläche eine gewisse Anzahl Winkel hat, heißt das Prisma ein dreieckiges, viereckiges u. (s. Fig. 20, 21, 22, 23). Stehen die Seitenflächen senkrecht auf der Grundfläche, so heißt das Prisma gerade, wo nicht, so heißt es schief.

52) Ist die Grundfläche eines Prismas ein Parallelogramm, wie in Fig. 22 und 23, so heißt es ein Parallelepipedon. Demnach ist ein Parallelepipedon ein Körper, der von sechs Parallelogrammen begränzt wird.

53) Wenn sämtliche Seitenlinien eines Parallelepipedon Quadrate sind, so heißt der Körper ein Würfel (s. Fig. 23).

54) Ein rhomboidisches Prisma ist ein schräges Prisma, dessen Grundflächen Parallelogramme sind (s. Fig. 24).

55) Die Pyramide, AB Fig. 25 und 26, ist ein Körper, dessen Grundfläche irgend ein Vieleck, und dessen Seitenflächen Dreiecke sind, die in der Spitze der Pyramide sämtlich zusammenstoßen.

56) Die Pyramiden heißen, nach der Gestalt der Grundfläche, dreiseitige, vierseitige u.

57) Die Pyramiden sind, je nachdem die Grundfläche regelmä-
 ßig oder unregelmäßig ist, ebenfalls regelmäÙig oder unregelmäßig.

58) Die Pyramiden sind gerade oder schief; ersteres, wenn eine
 von der Spitze nach dem Mittelpunct der Grundfläche gezogene Li-
 nie, wie in Fig. 25, senkrecht auf der letztern steht; letzteres, wenn
 diese Linie, wie in Fig. 26, geneigt ist.

59) Ein Cylinder (Fig. 27 und 28) ist ein Körper, welcher ent-
 steht, wenn man sich ein Rechteck um eine seiner Seitenlinien, die
 man sich als ruhend vorstellt, gedreht denkt. Die ruhende Seitenlinie
 bildet die Aze des Cylinders; ein Cylinder würde ebenfalls entstehen,
 wenn man einen Kreis stets parallel mit sich selbst in die Höhe bewegte.

60) Ein Cylinder ist entweder gerade oder schief, je nachdem die
 Aze senkrecht oder schräg auf der Basis steht.

61) Jeder senkrecht zur Aze eines geraden Cylinders genommene
 Durchschnitt ist ein Kreis, und jeder schräg zur Aze gerichtete Durch-
 schnitt, eine Ellipse.

62) Da ein Kreis als ein Vieleck von unendlich vielen Seitenti-
 nien zu betrachten ist, so ergibt sich hieraus, daß man sich den Cy-
 linder als ein Prisma denken kann, der ein solches Vieleck zur Grund-
 fläche hat.

63) Der Kegel, Fig. 29 und 30, ist ein Körper, der einen Kreis
 zur Grundfläche hat und dessen convexe Seiten sich in einer Spitze A
 endigen. Man kann sich vorstellen, er entstehe dadurch, daß man ein
 rechtwinkliges Dreieck um eine seiner Katheten (so heißen die den rech-
 ten Winkel begrenzenden Seitenlinien) dreht.

64) Eine von der Spitze des Kegels nach dem Mittelpuncte der
 Grundfläche gezogene gerade Linie heißt die Aze des Kegels.

65) Wenn diese Linie senkrecht auf der Grundfläche steht, so heißt
 der Kegel ein gerader, ist sie geneigt, so heißt er ein schiefer oder schräger.

66) Wird der Kegel von der Spitze bis zur Basis in der Rich-
 tung der Aze geschnitten, so bildet der Durchschnitt ein Dreieck.

67) Wird ein gerader Kegel unter einem rechten Winkel zur Aze
 durch eine Ebene geschnitten, so bildet der Durchschnitt einen Kreis.

68) Wird er schräg zu der Aze durchschnitten, so ist der Durch-
 schnitt, wie in Fig. 31, eine Ellipse. Ein auf dieselbe Weise gemachter
 Durchschnitt eines Cylinders ist ebenfalls eine Ellipse, und beim Cy-
 linder läßt sich dieses leicht begreifen. Beim Kegel leuchtet es auf
 den ersten Blick nicht so deutlich ein. Vielen scheint es, als müßte
 ein solcher Durchschnitt oval, d. h. nach dem einen Ende breiter, als
 nach dem andern zu seyn. Jedermann kann sich aber davon überzeugen,
 daß diese Meinung irrig ist, wenn er einen Kegel anfertigt und
 ihn schräg durchsägt. Man wird dann finden, daß ein Durch-
 schnitt, der schräg zur Aze gerichtet ist, immer eine regelmäÙige Ellipse
 bildet, und dieß ist der Fall, sowohl bei einem geraden, als schiefen Ke-
 gel, und beim letztern nur in einer besondern Richtung nicht.

69) Wenn der Durchschnitt, wie in Fig. 32, parallel mit einer
 der Seiten des Kegels gemacht wird, so heißt die den Durchschnitt be-
 gränzende Kurve ABC eine Parabel.

70) Ist der Durchschnitt parallel mit der Aze gerichtet, wie in Fig. 33, so entsteht eine Hyperbel ABC.

Diese Kurven, welche aus den sogenannten Kegelschnitten entstehen, besitzen verschiedene Eigenschaften, welche im Bezug auf Astronomie Physik und viele angewandte Wissenschaften von großer Wichtigkeit sind.

71) Die Kugel ist ein Körper, der von einer convexen Oberfläche begränzt wird, die in allen ihren Puncten gleichweit von einem, innerhalb der Kugel befindlichen Puncte, dem sogenannten Mittelpuncte (Centrum), entfernt ist (s. Fig. 34).

72) Man kann sich vorstellen, sie sey durch die Drehung eines Halbkreises um seinen Durchmesser entstanden. So werden auch thönerne Kugeln auf der Töpferscheibe mittelst einer halbkreisförmigen Form oder Patrone gebildet. Der Durchmesser des Halbkreises, um welchen sich der letztere dreht, ist die Aze der Kugel.

73) Die Enden der Aze heißen die Pole.

74) Jede Linie, welche durch den Mittelpunct der Kugel geht, und durch die Peripherie derselben begränzt wird, ist ein Durchmesser der Kugel.

75) Jeder ebene Durchschnitt einer Kugel ist ein Kreis, und jeder durch die Mitte der Kugel gehende Durchschnitt ein größter Kreis, z. B. AB Fig. 34. Jeder andere Durchschnitt, z. B. CD, ist ein kleinerer Kreis.

76) Jede durch eine Ebene von einer Kugel abgeschnittene Portion heißt ein Kugelsegment (Kugelabschnitt), und wenn die Ebene durch den Mittelpunct geht, so theilt sie die Kugel in zwei gleiche Theile oder Halbkugeln (Hemisphären).

77) Ein Conoid ist ein körperlicher Raum, der durch die Umbrehung eines Kegelschnitts um seine Aze entsteht, und kann folglich ein elliptisches Conoid, ein parabolisches Conoid, oder ein hyperbolisches Conoid seyn. Ist es elliptisch, so nennt man es in der Regel ein Sphäroid. Diese körperlichen Räume nennt man auch Ellipsoide, Hyperboloide und Paraboloid.

78) Das Sphäroid (Fig. 35) ist ein körperlicher Raum, dessen Entstehung man sich so vorstellen kann, als ob eine Halbellipse um ihre große oder kleine Aze gedreht worden wäre, und der Mittelpunct der Ellipse ist zugleich der Mittelpunct des Sphäroids.

79) Die Linie, um welche sich die Halbellipse dreht, heißt die Aze des Sphäroids.

80) Entsteht das Sphäroid durch Drehung um die kleine oder Nebenaxe, so nennt man es ein flaches oder plattes.

81) Entsteht es durch die Drehung der Halbellipse um die große oder Hauptaxe, so heißt es ein längliches Sphäroid.

82) Jeder Durchschnitt eines Sphäroids, der senkrecht zu der Aze gerichtet ist, ist ein Kreis, jeder andere eine Ellipse.

83) Alle mit einander parallel streichende Durchschnitte eines Sphäroids sind ähnliche Figuren.

Ein abgestufter Kegel, eine abgestufte Pyramide sind solche, von

denen mittelst einer durchgelegten Ebene ein Stück abgeschnitten ist. Die Ebene läßt man mehrentheils parallel mit der Grundfläche streichen.

84) Ein regelmäßiger Körper ist ein solcher, dessen Seitenflächen sämmtlich einander decken.

85) Die Seitenlinien dieser Seitenflächen bilden die Kanten des Körpers.

86) Es giebt nur fünf regelmäßige Körper dieser Art: 1) das Tetraëdron, eine regelmäßige Pyramide, die durch 4 Dreiecke begränzt ist; 2) das Hexaëdron, oder der Würfel, der von 6 Quadraten eingeschlossen wird; 3) das Octaëdron, mit acht dreieckigen Seitenflächen; 4) das Dodecaëdron mit 12 fünfeckigen Seitenflächen; 5) das Icosaëdron mit 20 dreieckigen Seitenflächen.

Diese regelmäßigen Körper lassen sich leicht aus Pappe bilden, indem man die Figuren A, B, C, D, E ausschneidet, die angegebenen Fugen halb durchschneidet, die Seitenflächen gegeneinander schlägt, und an den neugebildeten Fugen zusammenleimt.

87) Das Verhältniß einer Größe zur andern ist die Beziehung der einen, B, als Zahl, auf die andere, A, als Einheit.

88) Das Maaß eines solchen Verhältnisses erfährt man also, indem man ermittelt, wie oft das zweite Glied im ersten enthalten ist, oder indem man mit dem zweiten in das erste dividirt.

89) Drei Größen oder Zahlen A B C nennt man proportional, wenn sich die erste zur zweiten verhält, wie die zweite zur dritten. Demnach sind die Zahlen 2, 4, 8 proportional, weil 4 in 8 eben so oft enthalten ist, wie 2 in 4.

90) Eine geometrische Proportion ist die Angabe von vier Größen, A, B, C, D, deren erste zur zweiten dasselbe Verhältniß hat, wie die dritte zur vierten. Man bezeichnet sie durch das Divisionszeichen zwischen den Größen des ersten und des zweiten Paares, und das Gleichheitszeichen zwischen den beiden Paaren. Die vier Größen, welche paarweise einerlei Verhältniß haben, nennt man proportionirte Größen, quanta proportionata, z. B. $A : B = C : D$, d. h., A verhält sich zu B, wie C zu D, oder der Quotient $\frac{B}{A} =$ dem Quotient $\frac{D}{C}$, oder B auf A als Einheit bezogen, giebt dieselbe unbenannte Zahl, welche D giebt, wenn man sie auf C bezieht.

91) Die Größen, welche eine Proportion bildet, nennt man ihre Glieder, termini, und zwar äußere, extremi, das erste und vierte, A und D; mittlere, medii, das zweite und dritte, B und C; ähnlich liegende, homologa, heißen das erste und dritte, A und C, als Vorderglieder, oder das zweite und vierte, B und D, als Hinterglieder.

92) Benannte Zahlen können nur dann ein Verhältniß zu einander haben, wenn sie von einerlei Art sind. Sollen also verschiedenartige Dinge in einer Proportion vorkommen, so kann dieß nur in verschiedenen Gliederpaaren stattfinden. Z. B. in $A : B = C : D$ müssen C und D, so wie A und B von einerlei Art seyn, wenn auch A und C von verschiedener Art wären.

93) Sind zwei Größen gleich, so haben sie zu einer und derselben dritten einerlei Verhältniß; und haben zwei Größen zu einer drit-

ten einerlei Verhältniß, so sind sie gleich, z. B., wenn $A = B$, so ist auch $A : C = B : C$, und wenn $A : C = B : C$, so ist $A = B$.

94) Wenn zwei Verhältnisse einem dritten gleich sind, so sind sie einander selbst gleich, z. B. wenn $A : B = C : D$ und $E : F = C : D$, so ist auch $A : B = E : F$.

95) So wie man aus einer Proportion unmittelbar zwei gleiche Quotienten ableiten kann, so kann man auch aus zwei gleichen Quotienten (vorausgesetzt, daß die Divisoren und Dividenten, woraus sie gebildet sind, darin angegeben seyen) auf eine Proportion schließen, z. B.

$$\frac{B}{A} = \frac{D}{C} \text{ giebt die Proportion } A : B = C : D.$$

96) Eine abgesonderte Proportion, discreta, heißt eine solche, deren mittlere Glieder verschieden sind, wie obige $A : B = C : D$; eine stätige, continua, aber, deren mittlere Glieder einerlei sind, als $4 : 8 = 8 : 16$, die man auch durch $\frac{4}{8} = \frac{8}{16}$ bezeichnet, wo das mittlere Glied 8 zugleich das Hinterglied des ersten, und das Vorderglied des zweiten Verhältnisses macht.

97) Aus jeden zwei gleichen Producten, $B \text{ mal } C = A \text{ mal } D$, läßt sich eine Proportion bilden, wenn man die Factoren des einen Productes zu äußern, die des andern zu mittlern Gliedern macht, $A : B = C : D$, oder $A : C = B : D$.

98) Verschiedenartige Größen sind einander proportional, quantitates, proportionales, oder in geradem Verhältniß zu einander, in ratione directa, wenn aus einer Vermehrung der einen nothwendig eine Vermehrung der andern in demselben Verhältnisse folgt, so daß mit derselben Zahl, womit jede beliebige Menge der einen Größe multiplicirt oder dividirt wird, die zugehörige Menge der zweiten Größe auch multiplicirt oder dividirt werden muß.

99) Verschiedenartige Größen sind einander umgekehrt proportional, inverse proportionales, oder in umgekehrtem Verhältniß zu einander, in ratione inversa, wenn aus einer Vermehrung der einen nothwendig eine Verminderung der andern in demselben Verhältnisse folgt: so daß mit derselben Zahl, womit jede beliebige Menge der einen Größe multiplicirt oder dividirt wird, die zugehörige Menge der zweiten Größe dividirt oder multiplicirt werden muß.

100) Eine fortlaufende Proportion nennt man eine solche, wo sich das erste Glied wie zum zweiten verhält, wie das zweite zum dritten, wie das dritte zum vierten, wie das vierte zum fünften ic.

101) Ein zusammengesetztes Verhältniß erhält man durch die Multiplication mehrerer Vorderglieder und Hinterglieder miteinander, z. B., wenn $A : B = 3 : 5$, $B : C = 5 : 8$, und $C : D = 8 : 6$, so ist $A : D = 3 \cdot 5 \cdot 8 : 5 \cdot 8 \cdot 6 = 120 : 240 = 1 : 2$ oder $A : D = 1 : 2$.

102) Ein Satz, der behauptet, daß Etwas so sey oder nicht, heißt ein Grundsatz, axioma, wenn seine Wahrheit nothwendig allgemein anerkannt wird; ein Lehrsatz, theorema, aber, wenn seine Wahrheit erst aus andern Wahrheiten hergeleitet werden muß.

103) Ein Satz, der Etwas zu bewerkstelligen verlangt, heißt eine

Forderung, postulatium, wenn die Art der Werkstellung und deren Richtigkeit nothwendig allgemein einleuchtet; eine Aufgabe, problema, aber, wenn die Art der Verrichtung gelehrt, und deren Richtigkeit dargegan werden muß.

104) Ein Satz, der in einem andern Satze enthalten ist, oder daraus unmittelbar gefolgert werden kann, heißt ein Zusatz, corollarium.

105) Das, was einer Erklärung, einem Lehrsätze, einer Aufgabe, oder einem Satze zur Erläuterung, Geschichte, Lehrvortrage oder Anwendung beigelegt wird, heißt eine Anmerkung, scholion.

106) Zuweilen wird ein Satz, der an sich in den Zusammenhang des Vortrags nicht gehört, in der Absicht eingeschoben, daß ein folgender Satz durch dessen Hülfe bewiesen werden könne, und heißt alsdann ein Lehrsatz, lemma.

107) Zu einem Lehrsätze gehört: 1) die Voraussetzung (hypothesis), welche das als wahr Angenommene angiebt; 2) die Behauptung (thesis probanda), welche das, vermöge der Voraussetzung, als wahr anzunehmende angiebt; 3) der Beweis (demonstratio), der die Behauptung aus der Voraussetzung mittelst bekannter Wahrheiten herleitet, zu welcher Herleitung oft noch eine Construction oder eine Verzeichnung von Hülfslinien erforderlich ist.

108) Zu einer Aufgabe gehört: 1) die Frage oder die Aufgabe selbst (in engern Sinne des Worts), die aus dem Gegebenen und dem Gesuchten besteht; 2) die Auflösung (solutio), die das Gesuchte aus dem Gegebenen finden lehrt; 3) der Beweis, der die Richtigkeit der Auflösung zeigt.

109) Der Beweis besteht in einer Darstellung der nothwendigen Verbindung des zu beweisenden Satzes mit unbezweifelten Gründen, welche entweder für sich einleuchtend sind, wie die Erklärungen, Grundsätze und Forderungen, oder im Vorhergehenden bereits bewiesen worden sind.

110) Der synthetische Beweis geht von den Gründen aus, und führt zur Conclusion fort.

111) Der analytische Beweis geht von der Conclusion aus, und führt zu den Gründen fort.

112) Der apagogische oder indirecte Beweis geht von dem (contradictorischen) Gegentheile der Behauptung als von einer neuen selbstständigen Voraussetzung aus, und führt bis zu einem Widerspruche mit der ursprünglichen Voraussetzung, oder mit andern bereits erkannten Gründen, woraus dann die Falschheit jenes Gegentheils, d. i. die Richtigkeit der Behauptung folgt.

113) Die Induction beweist den Satz für alle einzelne Fälle, und schließt daraus auf die Allgemeinheit des Satzes.

114) Die Umkehrung ist die Verwechslung der Voraussetzung und Behauptung bei einem Lehrsätze; oder des Gegebenen und des Gesuchten bei einer Aufgabe.

115) Nimmt man ohne Beweis an, daß Etwas so sey oder nicht so sey, so heißt ein solcher Satz, wofern dessen Richtigkeit nicht für sich einleuchtend ist, eine Hypothese. Mit diesem letzteren Worte be-

nannte man auch sonst wohl einen Satz, welcher von willkürlichen Einrichtungen, Bezeichnungen u. dergl. Rechenhaft geht; wofür aber der deutsche Ausdruck Wahlsatz oder willkürlicher Satz vorzüglicher scheint.

116) Hypothesen gebraucht man in der angewandten Mathematik und Physik zur Erklärung von Erfahrungen. Man hält sie für richtig, sobald sich alle vorhandenen Erfahrungen daraus ableiten lassen.

117) Zu den unzureichenden Beweisen, wenn ein Beweis aus Gründen a priori unmöglich ist, gehören die Erfahrungen, oder Beweise a posteriori. Diese werden in Beobachtungen und Versuche eingetheilt, und dienen den erwiesenen Sätzen zu Beispielen, den Hypothesen zur Prüfung. Allemal sind sie von großem Nutzen; in manchen Fällen aber unentbehrlich und ohne sie keine Erkenntniß möglich, da sie dann sogar zu den Grundsätzen mit gehören.

118) Das Zeichen = bedeutet, daß die Größen oder Werthe, zwischen welche es gesetzt ist, einander gleich sind.

119) Das Zeichen + giebt an, daß der gleich darauf folgende Werth zu dem dem Zeichen unmittelbar vorhergehenden addirt werden soll.

120) Das Zeichen — bedeutet, daß der ihm nachfolgende Werth von dem ihm vorhergehenden abgezogen werden soll.

121) Die Zeichen \times und \cdot geben an, daß Multiplication stattfinden soll.

122) Das Divisionszeichen ist $:$.

Geometrische Aufgaben.

Aufgabe 1. — Eine gegebene Linie AB in zwei gleiche Theile zu theilen.

Von den Punkten A und B, Fig. 1, Taf. 96, als Mittelpunkten, aus, und mit irgend einer Oeffnung des Circels, die größer als halb AB ist, beschreibe man Kreisbögen, die einander in cd schneiden. Hierauf ziehe man die Linie cd und der Punct E, wo dieselbe die Linie AB schneidet, ist die gesuchte Mitte der letztern.

Aufgabe 2. — Auf einen gegebenen Punct C, Fig. 2 und 3, einer geraden Linie AB einen Perpendikel zu fällen.

Erster Fall. — Wenn der gegebene Punct sich in der Nähe der Mitte der Linie befindet, so stecke man auf beiden Seiten des Punctes C zwei gleiche Entfernungen Cd, und Ce ab; von d und e beschreibe man dann mit irgend einer Oeffnung des Circels, die größer ist, als Cd und Ce, zwei Kreisbögen, die einander in f schneiden, und zuletzt ziehe man durch die Punkte fC eine gerade Linie, welche das gesuchte Perpendikel seyn wird.

Zweiter Fall. — Befindet sich der Punct, auf den das Perpendikel gefällt werden soll, am Ende oder in der Nähe des Endes der Linie AB, Fig. 2, so beschreibt man um irgend einen Punct über der Linie, z. B. d, mit dem Radius dC den Bogen eCf, der AB in e und C schneidet. Durch den Mittelpunct d und den Punct e ziehe man die Li-

nie $e d f$, welche den Bogen $e C f$ in f schneidet. Dann ziehe man durch die Punkte $f C$ die Linie $f C$, und diese wird das gesuchte Perpendikel seyn.

Aufgabe 3. — Von einem gegebenen Punkte f , Fig. 2 u. 3, ein Perpendikel auf eine gerade Linie $A B$ zu fällen. Von dem Punkte f beschreibe man mit irgend einem Halbmesser den Bogen $d e$, welcher $A B$ in d und e schneidet. Von den Punkten $e d$ aus beschreibe man zwei Kreisbögen, die einander in g schneiden, und ziehe durch die Punkte $f g$ eine gerade Linie, so steht diese auf $A B$ senkrecht.

Aufgabe 4. — Einen Winkel zu zeichnen, der einem andern gegebenen Winkel gleich ist.

Von dem Punkte B , Fig. 4, aus beschreibe man mit irgend einem Halbmesser den Bogen $a b$, welcher die Schenkel $B a B b$ in den Punkten $a b$ schneidet. Dann ziehe man die Linie $D e$, und von dem Punkte D aus, mit derselben Oeffnung des Circels, wie früher, den Bogen $e f$, welcher $D e$ in e schneidet. Man nehme die Entfernung $b a$, und stecke sie von e aus auf dem Bogen $e f$ ab; endlich ziehe man durch die Punkte $D f$ die Linie $D f$, und der Winkel $e D f$ wird, der Aufgabe gemäß, dem Winkel $b B a$ gleich seyn.

Aufgabe 5. — Einen gegebenen Winkel $A B C$ in zwei gleiche Winkel zu theilen.

Von dem Punkte B aus beschreibe man mit irgend einem Halbmesser den Bogen $A C$, hierauf ziehe man von A und C mit demselben oder irgend einem andern Halbmesser, Bögen, die sich einander in d schneiden; endlich ziehe man die Linie $B d$, und diese wird den Winkel $A B C$ halbiren.

Aufgabe 6. — Einen Winkel von irgend einer gegebenen Anzahl von Graden zu zeichnen.

Dies kann auf verschiedene Weise geschehen. Gewöhnlich bedient man sich eines sogenannten Transporteurs, nämlich eines Halbkreises von Messing, dessen Peripherie oder Limbus in Grade getheilt ist. $A B$, Fig. 6, sey eine gegebene Linie, und vom Punkte A aus soll eine Linie gezogen werden, welche mit $A B$ einen Winkel von, z. B., 20° bildet; alsdann legt man die gerade Seite des Transporteurs an die Linie $A B$, zählt vom Ende B des Limbus aus 20° und bezeichnet diese Stelle, etwa bei C , auf dem Papiere; hierauf nimmt man den Transporteur weg, und zieht die Linie $A C$, welche mit $A B$ den gewünschten Winkel bildet. Oder es kann mittelst einer sogenannten graduirten Sehnenlinie geschehen. Man öffnet den Circle bis auf 60° der Sehnenlinie, und beschreibt mit diesem Halbmesser den Bogen $a b$ Fig. 4 um den Punct B . Hierauf steckt man die gesuchte Anzahl von Graden von b nach a ab, und zieht die Linie $B a$, welche mit $B b$ den gewünschten Winkel bilden wird.

Aufgabe 7. — Durch einen gegebenen Punct C , Fig. 7, eine Linie parallel mit einer gegebenen Linie $A B$ zu ziehen.

Erster Fall. — Man nehme irgend einen Punct d in $A B$, beschreibe mit dem Abstand $C d$ zwei Bögen $e C$ und $d f$ um d und C , welche die Linie $A B$ in d und e schneiden, mache $d f = e C$, ziehe durch $C f$ die Linie $C f$, und dieß wird die gesuchte Parallellinie seyn.

Zweiter Fall. — Wenn die Parallellinie einen bestimmten Abstand von AB haben soll, so beschreibe man von irgend zwei Punkten c und d der Linie AB mit einem Halbmesser, der dem gegebenen Abstände gleich ist, Bögen an die Punkte e und f , und ziehe die Linie so, daß CB sie beide Bögen berührt, ohne dieselben zu schneiden; die Linie CB wird mit AB parallel steigen.

Aufgabe 8. — Eine gegebene Linie, AB , Fig. 8, in irgend eine gegebene Anzahl von gleichen Abschnitten zu theilen.

Von dem einen Ende A der Linie ziehe man unter einem beliebigen Neigungswinkel zu AB die Linie Ac , und vom andern Ende B die Linie Bd unter demselben Neigungswinkel. Auf jeder dieser beiden Linien Ac , Bd stecke man, von A und B aus, so viele gleiche Abschnitte ab, als die Zahl der Theile, in welche AB getheilt werden soll, ziehe die Linien c 5, 4, 6, 3, 7, und AB wird auf die erforderliche Weise getheilt werden.

Aufgabe 9. — Den Mittelpunkt eines gegebenen Kreises zu finden.

Man ziehe irgend eine Sehne AB , Fig. 9, halbire dieselbe mittelst des Perpendikels CD , halbire CD mittelst des Durchmessers EF , und der Durchschnittspunct O wird der gesuchte Mittelpunkt seyn.

Aufgabe 10. — Eine Tangente durch einen gegebenen Punct A , Fig. 10, eines Kreises zu ziehen.

Von dem Mittelpunkt O ziehe man den Halbmesser OA , ziehe die Linie DF durch den Punct A senkrecht zu OA , und die gewünschte Tangente ist gefunden.

Aufgabe 11. — Eine Tangente durch einen gegebenen Punct B , Fig. 11, eines Kreises oder Kreissegments ABC zu ziehen, ohne von dem Mittelpunkt des Kreises Gebrauch zu machen.

Man stecke von dem Puncte B aus, nach d und e zwei gleiche Abschnitte ab, und ziehe die Sehne eB , beschreibe um B , als Mittelpunkt, mit einer Oeffnung der Circelspitzen gleich Bd , den Bogen fdg , welcher die Sehne eB in f schneidet, mache $dg = df$, ziehe durch g die Linie gB , und diese wird die gewünschte Tangente seyn.

Aufgabe 12. — Es seyen drei Puncte, ABC , Fig. 12, gegeben, die nicht in einer geraden Linie liegen. Es soll ein Kreis durch dieselben gezogen werden.

Man halbire die Linien AB , BC durch die Perpendikel ab , ba , die in d zusammentreffen. Um diesen Punct beschreibe man mit dem Abstand dA , dB oder dC den gesuchten Kreis ABC .

Aufgabe 13. — Irgend ein beliebig langes (AB) und hohes (CD) Kreissegment zu zeichnen.

Man halbire AB , Fig. 13, mittelst des Perpendikels Dg , welches AB in c schneidet. Von c aus mache man cD auf dem Perpendikel $= CD$, ziehe AD und halbire es mittelst des Perpendikels ef , welches Dg in g schneidet. Um den Mittelpunkt g ziehe man ADB , das verlangte Segment.

Aufgabe 14. — Ein Segment eines Kreises von beliebiger

Länge, AB , und beliebiger Höhe, CD , zu beschreiben, ohne von dem Mittelpuncte Gebrauch zu machen.

Man bedient sich hierzu zweier Lineale, die man so legt, daß sie in C , Fig. 14. zusammentreffen, und ihre Ränder durch A und B streichen. Man befestigt sie bei C und giebt ihnen durch ein Riegelholz mehr Haltbarkeit. Bei A und B schlägt man Stifte ein und befestigt in C eine Bleistiftspitze; dreht man nun diese Art von Winkelhaken so, daß die Ränder der Lineale stets mit den Stiften bei A und B in Berührung bleiben, so beschreibt der Bleistift bei C das verlangte Segment.

Aufgabe 15. — In irgend ein gegebenes Dreieck einen Kreis zu zeichnen.

Man halbiere zwei beliebige Winkel, A und C , Fig. 15, mittelst der Linien AD und DB . Von dem Durchschnittspuncte D aus, falle man das Perpendikel DE , welches der Halbmesser des gewünschten Kreises seyn wird.

Aufgabe 16. — In ein gegebenes Quadrat ein regelmäßiges Achteck zu zeichnen.

Man ziehe die Diagonalen AC und BD , Fig. 16, die einander bei e schneiden; um die Puncte $ABCD$ beschreibe man mit dem Halbmesser eC , die Bögen hel, ken, meg, fei , ziehe die Linien fn, mh, ki, lg , und man wird das gewünschte Achteck erhalten.

Aufgabe 17. — In einem gegebenen Kreis irgend ein regelmäßiges Vieleck zu zeichnen.

Man theile die Peripherie in so viel gleiche Theile, als das zu zeichnende Vieleck Theile hat, und verbinde die Theilpuncte durch gerade Linien.

Aufgabe 18. — Auf einer gegebenen Linie AB ein gleichseitiges Dreieck zu errichten.

Man ziehe um die Puncte A und B , Fig. 18, mit dem Halbmesser AB , Bögen, die einander bei C schneiden, ziehe AC und BC , und ABC wird das verlangte Dreieck seyn.

Aufgabe 19. — Ein Dreieck zu machen, dessen Seitlinien drei gegebenen Linien D, E, F , Fig. 19, gleich sind, von denen keine so lang ist als die Summe der beiden andern.

Man ziehe $AB = D$, beschreibe um H , mit dem Halbmesser F , den Bogen CD , und um B , mit dem Radius E , einen zweiten Bogen, der den ersten bei C schneidet, ziehe AC und CB , und ABC wird das gewünschte Dreieck seyn.

Aufgabe 20. — Ein Trapezium zu zeichnen, welches einem andern gegebenen, $ABCD$, Fig. 20, gleich und ähnlich ist oder dasselbe deckt.

Man theile das gegebene Trapezium $ABCD$, mittelst der Diagonale DB , in zwei Dreiecke, mache EF gleich AB , construire auf EF das Dreieck EFH , dessen Seitlinien nach der vorigen Aufgabe denen des Dreiecks ABD bezüglich gleich seyn werden. Auf HF , welches DB gleich ist, construire man das Dreieck $HGF = DBC$, und $EFGH$ wird das gesuchte Trapezium seyn.

Auf ähnliche Weise kann jede geradlinigte Figur copirt werden, da sie sich, wenn sie auch noch so unregelmäßig wäre, in Dreiecke zerlegen läßt. Dieser Methode bedienen sich die Feldmesser bei Anfertigung von Rissen.

Aufgabe 21. — Ein Quadrat zu zeichnen, welches zwei gegebenen Quadraten gleich ist.

Man lasse die Seitenlinien DE und DF, Fig. 21, der beiden gegebenen Quadrate A und B, die beiden Katheten eines rechtwinkligen Dreiecks, FDE, bilden, ziehe die Hypotenuse FE, zeichne auf derselben ein Quadrat, und somit ist die Aufgabe erfüllt.

Aufgabe 22. — Es seyen zwei gerade Linien AB, CD, Fig. 22, gegeben; es soll die dritte Proportionallinie gefunden werden.

Man zeichne einen beliebigen Winkel, HEI, mache $EF = AB$ und $EG = CD$, ziehe FG, mache $EI = EF$, und ziehe HI parallel mit FG, so wird EH die gesuchte dritte Proportionallinie seyn, denn $EF : EG = EI : EH$, oder $AB : CD = CD : EI$.

Aufgabe 23. — Zu drei gegebenen Linien soll die vierte Proportionallinie gefunden werden.

Man zeichne den beliebigen Winkel HGI, Fig. 23, mache $GH = AB$, und $GI = CD$, ziehe HI, mache $GK = EF$, ziehe KL durch K parallel mit HI, so wird GL die gesuchte vierte Proportionallinie seyn, denn $GH : HI = GK : GL$ oder $AB : CD = EF : GL$.

Aufgabe 24. — Eine gegebene Linie, AB, nach demselben Verhältniß zu theilen, nach welchem eine andere, CD, getheilt ist.

Man zeichne irgend einen Winkel KHI, und mache $HI = AB$, trage hierauf von H nach K die verschiedenen Abschnitte von CD auf, und ziehe die Linie KI; hierauf ziehe man die Linien he, if, kg, parallel mit KI, und diese werden die Linie HI auf die gewünschte Weise theilen.

Aufgabe 25. — Zu zwei gegebenen Linien, AB und CD, die mittlere Proportionale zu finden.

Man ziehe EC, und mache $EF = AB$, und $FC = CD$, halbiere EC in H, und beschreibe mit dem Halbmesser HE oder CH den Halbkreis EIC, erreichte in F ein Perpendikel, und IF wird die gesuchte mittlere Proportionale seyn.

Aufgabe 26. — Eine Ellipse zu beschreiben.

Man befestige zwei Stifte an den Punkten E und F, Fig. 25, Taf 97, lege einen Faden ohne Ende locker um dieselben, ziehe ihn mittelst eines Bleistifts straff, und bewege den letztern in der Art, wie es der straffgezogene Faden gestattet, so wird die Spitze eine Ellipse zeichnen. Die Punkte E und F, wo sich die Stifte befinden, heißen die Brennpuncte oder foci. Die Linie AB, welche durch die Brennpuncte streicht, heißt die große Ase. Der Punct G, welcher sich bei der Mitte der großen Ase befindet, ist der Mittelpunct der Ellipse. Die Linie CD, welche diesen Mittelpunct rechtwinklich zu der großen Ase durchschneidet, heißt die kleine Ase der Ellipse. Der Parameter ist eine gerade Linie, welche durch einen der Brennpuncte im rechten Winkel zu der großen Ase gezogen ist, und von der Ellipse begränzt wird. Jede ge-

rade Linie, welche durch den Mittelpunct geht, und von der Ellipse begrenzt wird, heißt ein Diameter, oder Durchmesser. Die doppelte Ordinate ist eine Linie, welche durch irgend einen Durchmesser parallel mit einer Tangente der Ellipse gezogen ist, welche die Ellipse am Ende des Durchmessers berührt.

Aufgabe 26. — Es sey die große Axc AB, und die kleine Axc CD, Fig. 26, irgend einer Ellipse gegeben. Man sucht die beiden Brennpuncte, um von ihnen aus die Ellipse zu ziehen.

Man nehme die halbe große Axc AE oder EB, und beschreibe damit um C einen Bogen, der AB bei F und G schneidet, welche die beiden Brennpuncte sind. Man befestige an diese Puncte Stecknadeln, lege um diese einen Faden ohne Ende, der mehr als doppelt so lang ist, als FG, und verfähre auf die oben angegebene Weise.

Aufgabe 27. — Eine Ellipse, zu der beide Axen gegeben sind, mittelst einer besondern Vorrichtung zu beschreiben.

Dieses Instrument, Fig. 27, besteht aus zwei Linealen, die einander rechtwinklich kreuzen, und von denen jedes mit einer Rinne versehen ist. In diesen Rinnen spielt ein Stab mit zwei verschiebbaren Hälften und Stiften, und mittelst eines am Ende dieses Stabs befindlichen Stifts läßt sich die Kurve auf folgende Weise beschreiben. Man mache den Abstand des ersten Stifts B vom Bleistifte A der Hälfte der kleinen Axc, und den Abstand des zweiten Stifts C von A, der halben großen Axc gleich, senke die Stifte in die Rinnen, und bewege den Bleistift A, welcher die Ellipse beschreiben wird.

Aufgabe 28. — Die Figur einer Ellipse mit einem Cirkel so lang (AB) und breit (CD), als man wünscht, zu ziehen.

Man ziehe BP parallel mit und so lang als EC, und halbire diese Linie bei I; alsdann ziehe man IC und PD, die einander bei K schneiden, halbire KC durch eine Senkrechte, welche bei O mit der Verlängerung von CD zusammentrifft, und beschreibe um O, mit dem Halbmesser OC, den Quadranten CGQ. Durch Q und A ziehe man QG, welche den Quadranten bei G schneidet; dann ziehe man GO, welche Linie AB bei M schneidet, mache EL = EM, und EN = EO, ziehe durch N und L die Linien NH und NI; dann sind MLNO die vier Mittelpuncte, um welche die vier Quadranten der Ellipse beschrieben werden können.

Wir müssen bemerken, daß dieß keine wahre Ellipse ist, sondern daß die so erhaltene Figur sich derselben nur nähert; es ist unmöglich, eine vollkommene Ellipse mit einem Cirkel zu ziehen, indem die Kurve einer Ellipse durchgehends von der eines Kreises verschieden ist, und keine zusammengesetzten Kreisportionen je eine Ellipse bilden können. Indeß läßt sich auf diese Weise eine Figur construiren, welche sich einer Ellipse nähert, wenn man das zu diesem Zwecke eigends bestimmte Instrument nicht besitzt, oder sich desselben, wegen der Kleinheit der zu ziehenden Figur, nicht bedienen kann. Da, wo die Kreissegmente aneinanderstoßen, ist der Fehler einigermaßen bemerkbar, und man thut am besten, wenn man die Kreisbögen nicht ganz zusammenstoßen läßt, sondern die Kurve mit der Hand vollends auszieht.

Aufgabe 29. — Die große und kleine Ase einer gegebenen Ellipse $ACDB$ zu, Fig. 29, finden.

Man ziehe zwei parallele Linien AB, CD , welche die Ellipse in den Punkten A, B, C, D schneiden, halbire dieselben bei e, f , ziehe durch e, f GH eine gerade Linie, welche die Ellipse bei GH schneidet, halbire GH bei I , und man hat den Mittelpunkt gefunden. Man beschreibe um I , mit einem beliebigen Halbmesser, einen Kreis, der die Ellipse in den 4 Punkten k, l, m, n schneidet, ziehe die Linien kl und mn , halbire kl oder mn bei o oder p , ziehe durch die Punkte o, l , oder p, I die Linie QR , welche die Ellipse in Q und R schneidet, so ist QR die große Ase. Durch I ziehe man TS , parallel mit kl , welche die Ellipse bei T und S schneidet, und TS wird die kleine Ase seyn.

Aufgabe 30. — Eine Ellipse, die einer gegebenen, $ADBC$, Figur 30, ähnlich ist, von irgend einer gegebenen Länge, IK , und Breite, ML , zu beschreiben.

AB und CD seyen die beiden Axen der gegebenen Ellipse; durch die Berührungspunkte A, D, B, C vollende man das Rechteck $GEHF$, und ziehe die Diagonalen EF und GH , welche bei R durch den Mittelpunkt gehen werden. Durch I und K ziehe man PN und OQ parallel mit CD , welche die Diagonalen EF und GH bei P, N, Q, O schneiden. Man ziehe die Linien PO und NQ , welche CD bei L und M schneiden; dann ist IK die große und ML die kleine Ase der Ellipse, welche der gegebenen $ADBC$ ähnlich seyn wird.

Aufgabe 31. — Eine Parabel zu zeichnen.

Man befestige einen Faden, der so lang ist, wie BC bei C , Fig. 31, an dem Ende eines Winkelhakens ABC und das andere Ende bei F ; bewegt man nun die Seite AB des Winkelhakens längs der Linie AD , so daß der Punkt E immer dicht mit dem Rande BC in Berührung, und der Faden straff bleibt, so beschreibt der Punkt oder die Bleistiftspitze E eine Kurve $EGIH$, welche man eine Parabel nennt.

Der Punkt F , um welchen sich der Faden dreht, ist der Brennpunkt; die Linie IK , welche die Parabel in zwei Hälften schneidet, ist die Ase.

Der Punkt I , wo LK die Parabel schneidet, heißt deren Scheitel. Die Linie GH , welche, rechtwinklich zu der Ase IK , durch den Brennpunkt F streicht, und von der Parabel begränzt wird, heißt der Parameter. Jede Linie MN , die parallel mit der Ase IK streicht, ist ein Durchmesser. Eine doppelte Ordinate ist eine gerade Linie, RS , die parallel mit einer Tangente bei M streicht, in welchem Punkte sich der Durchmesser in der Kurve endigt. Eine Abscisse ist derjenige Theil eines Durchmessers, welcher zwischen der Kurve und der Ordinate liegt, z. B., MN .

Aufgabe 32. — Eine Parabel zu zeichnen, indem man Punkte der Kurve auffucht, wenn die Ase oder irgend ein Durchmesser und eine doppelte Ordinate, CD , Fig. 32, gegeben sind

Durch A ziehe man EF parallel mit CD , durch CD ziehe man DF und CE parallel mit AB , welche EF bei E und F schneiden. Man theile BC und BD in irgend eine Zahl gleicher Theile, z. B. 4;

ferner theile man CE und DF in dieselbe Anzahl gleicher Theile; durch die Punkte 1, 2, 3 in CD ziehe man die Linien 1 a, 2 b, 3 c u. s. w. parallel mit CD ; desgleichen durch die Punkte 1, 2, 3 in CE und DF die Linien 1 A, 2 A, 3 A, welche die Parallellinien in den Punkten a, b, c schneiden; diese Punkte befinden sich dann in der Krümmung der Parabel.

Aufgabe 33. — Eine Hyperbel zu zeichnen.

Wenn B und C, Fig. 33, zwei feste Punkte sind, und sich ein Lineal AB um den Punct B drehen läßt, welches an seinem andern Ende einen Faden, ADC , trägt, der sich auch an den Punct C anschließt, und der Punct A um den Mittelpunct B gegen G hin bewegt wird, so wird der Winkel D des Fadens ADC , wenn derselbe immer straff und dicht an der Kante des Lineals AB gehalten wird, eine krumme Linie, DHG , beschreiben, und diese eine Hyperbel seyn.

Bewegte man das Ende B des Lineals um den Punct C, während der Faden sich vom Ende A des Lineals nach B erstreckte, und zeichnete man nach derselben Weise eine Kurve, so würde man die entgegengesetzte Hyperbel erhalten.

Die Brennpuncte sind die beiden Punkte B und C, um welche sich das Lineal und der Faden drehen; die große Ape ist die Linie IH , welche von den beiden Kurven begränzt wird, und wenn man sie weiter fortführt, durch die Brennpuncte streicht. Der Mittelpunct ist der Punct M bei der Mitte der großen Ape HI . Die kleine, oder Nebenape NO geht durch den Mittelpunct M und wird bei N und O durch einen von H aus gezogenen Kreis begränzt, dessen Radius $= MC$ ist; ein Durchmesser ist jede Linie VW , die durch den Mittelpunct M gezogen, und von den gegenüberliegenden Kurven begränzt ist; der Nebendurchmesser eines andern ist eine Linie, welche durch den Mittelpunct parallel mit einer Tangente einer der beiden Kurven gezogen ist, und das Ende eines andern von den Kurven begränzten Durchmessers schneidet; eine Abscisse ist der innerhalb der Kurve liegende Theil eines nach innen fortgesetzten Durchmessers, welcher zwischen einer doppelten Ordinate und der Kurve liegt; eine doppelte Ordinate ist eine Linie, welche durch einen Durchmesser parallel mit dessen Nebendurchmesser gezogen ist, und an der Kurve ein Ende hat; der Parameter ist eine durch den Brennpunct gezogene Linie, die senkrecht auf der Hauptachse steht, und von der Kurve begränzt wird.

Aufgabe 34. — Eine Hyperbel zu zeichnen, indem man Punkte in deren Krümmung auffindet, wenn der Durchmesser oder die Ape AB , Fig. 34, deren Abscisse BC , und die doppelte Ordinate DC gegeben sind.

Durch G ziehe man EF parallel mit CD ; von CD ziehe man CE und DF parallel mit BG , so daß sie EF in E und F schneiden; man theile CB und BD in eine beliebige Anzahl gleicher Theile, z. B., 4, und ziehe durch die Theilpuncte 1, 2, 3, Linien nach A; ferner theile man EC und DF in dieselbe Anzahl von gleichen Theilen, also 4; von den Theilpuncten auf CE und DF ziehe

man Linien nach G; eine durch die Durchschnittspuncte G a b u. s. w. gezogene Linie wird die verlangte Hyperbel seyn.

B e m e r k u n g e n .

1) Bei einem Kreise ist die halbe Sehne DC, Fig. 35, die mittlere Proportionallinie zwischen den Abschnitten AD und DB des senkrecht auf ihr stehenden Durchmessers AB; es verhält sich also $AD : DC = DC : DB$.

2) Die Sehne AC ist eine mittlere Proportionale zwischen AD und dem Durchmesser AB; die Sehne BC ist eine solche zwischen DB und AB; demnach verhält sich $AD : AC = AC : AB$, und $BD : BC = BC : AB$.

3) Der Winkel ACB in einem Halbkreise ist immer ein rechter.

4) Das Quadrat der Hypotenuse eines rechtwinkligen Dreiecks ist der Summe der Quadrate der beiden Katheten gleich, also:

$$\begin{aligned} AC^2 &= AD^2 + DC^2 \\ \text{und } BC^2 &= BD^2 + DC^2 \\ \text{und } AB^2 &= AC^2 + BC^2. \end{aligned}$$

5) Zwei Dreiecke, die je gleiche Winkel haben, heißen gleichwinkelige Dreiecke und sind einander ähnlich.

6) In ähnlichen Dreiecken sind die entsprechenden Seitenlinien, d. h. diejenigen, welche gleichen Winkeln entgegen liegen, einander proportional.

7) Die Flächenräume ähnlicher Dreiecke verhalten sich wie die Quadrate der entsprechenden Seitenlinien.

M e s s e n v o n O b e r f l ä c h e n .

Aufgabe I. — Den Flächenraum eines Parallelogramms zu finden, sey es nun ein Quadrat, ein Rechteck, ein Rhombus oder ein Rhomboid.

Man multiplicire die Länge mit der senkrechten Höhe, und das Product wird den Flächenraum ausdrücken.

Erstes Beispiel. — Den Flächenraum eines Quadrats von 6 Zoll Seitenlinie (Taf. 98, Flächen, Fig. 1) zu finden.

$$\begin{array}{r} 6 \\ 6 \\ \hline 36 \end{array}$$

Antwort: 36 Quadrat Zoll.

Zweites Beispiel. — Der Flächenraum eines Rechtecks, dessen Länge 9 F., und dessen senkrechte Höhe 4 F. beträgt, wird gesucht (Fig. 1).

$$\begin{array}{r} 9 \\ 4 \\ \hline 36 \end{array}$$

Antwort: 36 Q. F.

Drittes Beispiel. — Den Flächenraum eines Rhombus oder einer Raute zu finden, die 6 Ruthen Länge und 5 Ruthen senkrechter Höhe besitzt (Fig. 2).

$$\begin{array}{r} 6 \\ \underline{5} \\ 30 \end{array}$$

Antwort: 30 Quadratruthen.

Aufgabe 2. — Den Flächenraum eines Dreiecks zu finden.

Erste Regel. — Man multiplicire die Grundlinie mit der senkrechten Höhe, und halbire das Product.

Zweite Regel. — Wenn nur die drei Seiten gegeben sind, so addire man sie zusammen, und halbire die Summe, ziehe von der halben Summe jede Seite einzeln ab, multiplicire die halbe Summe den drei Resten nach einander, und die Quadratwurzel des letzten Productes wird den Flächenraum des Dreiecks ausdrücken.

Beispiel — Es wird der Flächenraum eines Dreiecks gesucht, dessen Grundlinie 6 Fuß, und dessen senkrechte Höhe 5 F. ist (Fig. 2).

$$\begin{array}{r} 6 \\ \underline{5} \\ 2 \mid 30 \mid 15 \end{array}$$

Antwort: 15 Quadratfuß.

Aufgabe 3. — Eine Seitenlinie eines rechtwinkligen Dreiecks zu finden, wenn die andern beiden gegeben sind.

Das Quadrat der Hypotenuse ist der Summe der Quadrate der beiden andern Seitenlinien gleich; um also

1) Die Hypotenuse zu finden, addire man die Quadrate der beiden Katheten, und ziehe aus der Summe die Quadratwurzel.

2) Um eine der Katheten zu finden, subtrahire man das Quadrat der andern von dem Quadrat der Hypotenuse, und ziehe aus dem Reste die Quadratwurzel.

Erstes Beispiel. — Es wird die Hypotenuse eines rechtwinkligen Dreiecks gesucht, dessen Grundlinie, A B, 4 Zoll, und dessen senkrechte Kathete, B C, 3 Zoll mißt (Fig. 3).

$$\begin{array}{r} 4 \quad 3 \\ \underline{4} \quad \underline{3} \\ 16 \quad 9 \\ \underline{9} \\ 25 \end{array}$$

Das Quadrat der Hypotenuse mißt also 25 Q. Z., und die Hypotenuse A C selbst 5 Z., denn 5 ist die Quadratwurzel von 25.

Zweites Beispiel. — Wie lang ist die senkrechte Kathete eines rechtwinkligen Dreiecks, dessen Grundlinie, A B, 56 Fuß, dessen Hypotenuse, A C, 65 Fuß mißt.

$$\begin{array}{r}
 56 \\
 \hline
 336 \\
 280 \\
 \hline
 3136 \\
 \hline
 \end{array}
 \qquad
 \begin{array}{r}
 65 \\
 \hline
 325 \\
 390 \\
 \hline
 4225 \\
 3136 \\
 \hline
 1089
 \end{array}$$

Aus 1089 muß also die Quadratwurzel gezogen werden, und diese ist 33. Die senkrechte Kathete mißt also 33 Fuß.

Aufgabe 4. — Den Flächenraum eines Trapezoïds zu finden.

Man multiplicire die Summe der beiden parallelen Seitenlinien mit der senkrechten Höhe, und halbire das Product.

Beispiel. — Von den parallelen Seitenlinien eines Trapezoïds, Fig. 4, sey $AB = 7$ Zoll und $CD = 12$ Zoll, und die senkrechte Höhe AP oder $Cn = 9$ Zoll; es wird der Flächenraum gesucht.

$$\begin{array}{r}
 7 \\
 12 \\
 \hline
 19 \\
 9 \\
 \hline
 171
 \end{array}$$

$85\frac{1}{2}$ Quadratzoll der Flächenraum.

Aufgabe 5. — Den Flächenraum eines Trapeziums, Fig. 5, zu finden.

Man theile es durch eine Diagonale in zwei Dreiecke, suche die Flächenräume dieser Dreiecke, und addire sie zusammen.

Bemerkung. — Wenn man von den andern beiden gegenüberliegenden Winkeln zwei Perpendikel auf die Diagonale fällt, und die Summe dieser Perpendikel mit der Diagonale multiplicirt, so zeigt das halbe Product den Flächenraum des Trapeziums an.

Beispiel. — Es soll der Flächenraum des Trapeziums $ABCD$ gefunden werden; die Diagonale $AC = 42$ Fuß, das Perpendikel $BF = 18$ Fuß, und das Perpendikel $DE = 16$ Fuß.

$$\begin{array}{r}
 18 \\
 16 \\
 \hline
 34 \\
 42 \\
 \hline
 68 \\
 136 \\
 2) \hline
 1428 \\
 \hline
 714
 \end{array}$$

Antwort: 714 Quadratzuß.

Aufgabe 6. Den Flächenraum eines unregelmäßigen Vielecks zu finden.

Man ziehe Diagonalen, durch welche die Figur in Trapezen und Dreiecke getheilt wird. Hierauf suche man den Flächenraum aller dieser besonders, und die Summe wird den Flächenraum der ganzen unregelmäßigen Figur angeben.

Beispiel. — Der Flächengehalt der unregelmäßigen Figur 6, ABCDEF, wird gesucht. Die darin enthaltenen Diagonalen und Perpendikel haben folgende Werthe:

$$\begin{aligned} ca &= 10 \\ df &= 6 \\ ci &= 4 \\ ke &= 2 \\ mf &= 3 \\ nb &= 4 \end{aligned}$$

Für das Trapezium dcfe

$$\begin{array}{r} ci \quad 4 \\ ke \quad 2 \\ \hline 6 \\ df \quad 6 \\ \hline 2) \quad 36 \end{array}$$

18 Flächeninhalt

Für das Trapezium efab

$$\begin{array}{r} nb \quad 4 \\ mf \quad 3 \\ \hline 7 \\ ca \quad 10 \\ \hline 2) \quad 70 \end{array}$$

35 Flächeninhalt

18 Flächeninhalt dcfe

35 — efab

53 Flächeninhalt des unregelmäßigen Vielecks.

Aufgabe 7. — Den Flächenraum eines regelmäßigen Vielecks zu finden.

Man multiplicire den Umfang der Figur oder die Summe ihrer Seitenlinien mit dem Perpendikel, welches von ihrem Mittelpunkte auf eine der Seitenlinien gefällt ist, und halbire das Product.

Aufgabe 8. — Bei einem Kreisbogen, Fig. 8., sollen, wenn von den folgenden Linien, nämlich die Sehne AB, der Sinus versus DP, die Sehne des halben Bogens AD, der Durchmesser oder der Halbmesser AC oder CD, zwei gegeben sind, die übrigen gesucht werden.

Wenn irgend zwei von diesen Linien gegeben sind, so sind auch zwei Seiten eines der rechtwinkligen Dreiecke APC und APD bekannt, und vermittelst dieser lassen sich die dritte Seitenlinie und andere Linien des Kreisbogens nach Aufgabe 3. finden.

Angenommen, AB und PD seyen gegeben, so ist die Hälfte von AB oder AP die mittlere Proportionallinie von DP und PC + CD; denn PC + CD + PD ist der Durchmesser des Kreises, und dessen Hälfte der Halbmesser CA, und nach Aufgabe 3. ist $AC^2 - AP^2 = CP^2$ und $AP^2 + PD^2 = AD^2$.

Angenommen, CD u. AB seyen gegeben, dann ist halb AB = AP und CD = AC; also $\sqrt{CD^2 - AP^2} = CP$, und $CD - CP = PD \cdot \sqrt{PD^2 + AP^2} = AD$.

Aufgabe 9. — Den Durchmesser und die Peripherie eines Kreises, eins aus dem andern, zu finden.

Erste Regel. — 7 verhält sich zu 22, wie der Durchmesser zur Peripherie.

22 verhält sich zu 7, wie die Peripherie zum Durchmesser.

Zweite Regel. — 113 verhält sich zu 355, wie der Durchmesser zur Peripherie.

355 verhält sich zu 113, wie die Peripherie zum Durchmesser.

Dritte Regel. — 1 verhält sich zu 3, 1416, wie der Durchmesser zur Peripherie.

3, 1416 verhält sich zu 1, wie die Peripherie zum Durchmesser.

Erstes Beispiel. — Die Peripherie von einem Kreise zu finden, dessen Durchmesser gleich 10 ist.

Nach Regel 1.

$$7 : 22 = 10 : 31,42875$$

$$7) \frac{220}{31\frac{2}{7}}$$

$$\text{ob. } 31,42857.$$

Antwort: 31,42875.

Nach Regel 2.

$$113 : 355 = 10 : 31,41593$$

$$\begin{array}{r} 113 \overline{) 3550} \quad | \quad 31,41593 \\ \underline{160} \\ 470 \\ \underline{180} \\ 670 \\ \underline{1050} \\ 330 \end{array}$$

Antwort: 31,41593.

2) Den Durchmesser zu finden, wenn die Peripherie 100 ist.

Nach Regel 1.

$$22 : 7 = 50 : \frac{7 \times 25}{11} = \frac{175}{11} = 15\frac{10}{11} = 15,9090$$

Antwort: 15,9090.

Nach Regel 3.

$$1 : 3,1416 = 31,416 \text{ ungefähr;} \\ \text{die wahre Peripherie ist} \\ 31,4159265358979 \text{ u.}$$

Die zweite Regel giebt also das der Wahrheit am nächsten kommende Resultat.

Nach Regel 2.

$$355 : 113 = 50 : 15\frac{6}{11}$$

$$\begin{array}{r} 355 \overline{) 5650} \\ 71 \overline{) 1130} \mid 15.9155 \\ \underline{420} \\ 650 \\ \underline{110} \\ 390 \\ \underline{350} \end{array}$$

Antwort: 15 9155.

Nach Regel 3.

$$3,1416 : 100 = 50 : 15,9156$$

$$\begin{array}{r} 3,1416 \overline{) 50,000} \mid 15,9156 \\ \dots\dots) 18584 \\ \underline{2876} \\ 49 \\ \underline{18} \\ 2 \end{array}$$

Antwort: 15,9156.

Aufgabe 10. — Die Länge eines Kreisbogens zu finden.

Erste Regel. — Wie 180 sich zu der Zahl der Grade des Bogens verhält, so verhält sich $3,1416 \times$ der Radius zu der Länge des Kreisbogens;

oder wie sich 3 zu der Zahl der Grade des Bogens verhält, so verhält sich $0,05236 \times$ der Radius zu der Länge des Bogens.

Erstes Beispiel. — Die Länge des Bogens ADB (achte Aufgabe) von 30° zu finden, wenn der Radius = 9 Fuß ist.

$$\begin{array}{r} 3,1416 \\ \underline{9} \end{array}$$

Wie 180 : 30

$$\text{Oder } 6 : 1 = 282744 : 4,7124$$

$$\text{Oder } 3 : 30 = 0,05236 \times 9 : 4,7124$$

$$\begin{array}{r} 90 \\ \underline{4,7124} \end{array}$$

Antwort: 4,7124.

Zweite Regel. — Von dem Product der Sehne des halben Bogens mit 8 multiplicirt, ziehe man die Sehne des ganzen Bogens ab, und dividire in den Rest mit 3. Der Quotient wird die Länge des Bogens annähernd angeben.

Zweites Beispiel. — Die Sehne AB (achte Aufgabe, des ganzen Bogens sey 4,65874, und die Sehne AD des halben Bogens 2,34947; es wird die Länge des Bogens gesucht.

$$\begin{array}{r} 2,34947 \\ \underline{8} \\ 18,79576 \\ \underline{4,65874} \\ 3) 14,13702 \\ \underline{4,71234} \end{array}$$

Antwort: 4,71234.

Aufgabe II. — Den Flächenraum eines Kreises zu finden, wenn der Durchmesser oder die Peripherie gegeben ist.

Erste Regel. — Man multiplicire den halben Umkreis mit dem halben Durchmesser, oder dividire in das Product der Peripherie und des Durchm. mit 4.

Zweite Regel. — Man multiplicire das Quadrat des Durchm. mit 0,7854.

Dritte Regel. — Man multiplicire das Quadrat der Peripherie mit 0,07958.

Vierte Regel. — Wie sich 14 zu 11 verhält, so verhält sich das Quadrat des Durchm. zu dem Flächenraum des Kreises.

Fünfte Regel. — Wie sich 88 zu 7 verhält, so verhält sich das Quadrat der Peripherie zum Flächenraum des Kreises.

Beispiel. — Der Flächenraum eines Kreises wird gesucht, dessen Durchm. C, und dessen Peripherie 31,4159265 ist.

Nach Regel 1.

Nach Regel 2.

Nach Regel 3.

Quadr. der Peripherie

31,4159265
10

0,7854
100

986,96044
Multipl. umgef. : 85970

4) $\overline{314,159265}$

Flächenr. 78,54

6908723

Flächenr.: 78,539816

888264

49348

7896

Flächenr. 78,54231

Nach Regel 4

Nach Regel 5.

14 : 11 = 100

11 Flächenr.

Peripherie: 31,4159265

umgef. Multipl. : 56 295 14 13

14 | 1100 | 78,57

98

9424779

3141593

1256637

31416

15708

2827

63

100

19

98

2

2

88 : 7 = 986,96044

7

8 | 6908,72308

11 | 863,59038

78,50821

Aufgabe 12. — Den Flächenraum des Sectors, Fig. 12., eines Kreises zu finden.

Erste Regel. — Man multiplicire den Halbmesser oder halben Durchm. mit der Hälfte des Bogens des Sectors, oder multiplicire den Durchmesser mit dem Bogen des Sectors, und dividire mit 4 in das Product.

Bemerkung. — Der Bogen läßt sich nach der zehnten Aufgabe finden.

Zweite Regel. — Wie sich 360 zu den Graden des Bogens des Sectors verhält, so verhält sich der ganze Flächenraum des Kreises zu dem Flächenraum des Sectors.

Beispiel. — Welchen Flächenraum hat der Sector CAB, Fig. 13., wenn der Halbmesser = 10, und die Sehne AB = 16 ist?

$$\begin{array}{r}
 100 = AC^2 \\
 64 = AE^2 \\
 \hline
 36 \quad (6 = CE \\
 \quad \quad 10 = CD \\
 \hline
 4 = DE \\
 16 = DE^2 \\
 64 = AE^2 \\
 80 \quad (8,9442719 = AD \\
 \quad \quad 8 \\
 \hline
 71.554175^2 \\
 16
 \end{array}$$

$$\begin{array}{r}
 3) 55554175^2 \\
 \hline
 2) 18,5180584 = \text{dem Bogen ADB} \\
 \quad 9,2590297 = \text{dem halben Bogen} \\
 \quad \quad 10 = \text{dem Radius} \\
 \hline
 92,590297
 \end{array}$$

Antwort: 92,590297.

Aufgabe 13. — Den Flächenraum eines Kreissegments zu finden.

Regel. — Man suche, nach Angabe der vorigen Aufgabe, den Flächenraum des Sectors, welcher denselben Bogen besitzt, wie das Segment.

Man suche den Flächenraum des Dreiecks, welches durch die Sehne des Segments und die beiden Radien des Sectors gebildet wird.

Die Summe dieser beiden Werthe wird die Antwort geben, wenn das Segment mehr als einen Halbkreis umfaßt; begreift es weniger als einen Halbkreis, so ist der Flächenraum des Segments gleich dem Unterschiede dieser beiden Werthe.

Beispiel. — Es wird der Flächenraum des Segments ACBD, Fig. 13., gesucht, dessen Sehne AB = 12, und dessen Halbmesser EA oder CE = 10 ist.

$$\begin{array}{r}
 100 AE^2 \\
 36 AD^2 \\
 \hline
 \end{array}$$

	64 DE ²	
Quadratwurzel	8 DE	
von	10 CE	
	2 CD	
	4 CD ²	
	36 AD ²	
	40 Sehne AC ²	6 AD
deren Quadratwurzel	6,324555 Sehne AC	8 DE
	8	48 Flächenraum des
	50,596440	Dreiecks EAB.
	12,	
	3) 38,59644	
	2) 12,86548 Bogen ACB	
	6,43274 $\frac{1}{2}$ Bogen	
	10 Halbmesser	
	64,3274 Flächeninhalt des Sectors EACB	
	48,0000 Flächeninhalt des Dreiecks EAB	
	16,3274 Flächeninhalt des Segments ACBA	

Antwort: 16,3274.

Aufgabe 14. — Den Flächenraum einer Kreiszone ADCB, Fig. 14, zu finden.

Erste Regel. — Man suche den Flächenraum der beiden Segmente AEB und DCE, und der Unterschied derselben wird den Flächenraum des Gürtels ADCB angeben.

Zweite Regel. — Zu dem Flächenraum des Trapezoid ADQP addire man den des kleinen Segments ADR, und verdopple die Summe, so wird man den Flächenraum des Gürtels ADCB haben.

Aufgabe 15. — Den Flächengehalt eines kreisförmigen Rings oder des zwischen zwei concentrischen Kreisen liegenden Raums zu finden.

Der Unterschied zwischen dem Flächengehalt beider Kreise wird den des Ringes angeben, oder man multiplicire die Summe der Durchmesser mit deren Unterschied, und multiplicire das Product mit 0,7854.

Beispiel. — Wenn die Durchmesser der beiden concentrischen Kreise = 10 und 6 sind, soll der Flächengehalt des zwischen ihren Peripherien AFBA und DEGD befindlichen Ringes gesucht werden.

	10	0,7854
	6	64
	Summe 16	31416
	Unterschied 4	47124
	64	50,2656

Antwort: 50,2656.

Aufgabe 16. — Länge unregelmäßige Figuren zu messen.

Man nehme die Breite an verschiedenen Stellen in gleichen Abständen, addire sämtliche Breiten zusammen, und dividire die Summe durch die Zahl derselben, um die mittlere Breite zu finden. Diese multiplicire man mit der Länge, und so findet man den ungefähren Flächeninhalt.

Beispiel. — Die Breiten einer unregelmäßigen Figur, Fig. 16., seyen an fünf gleichweit von einander entfernten Punkten $AD = 8,1$, $mp = 7,4$, $nq = 9,2$, $or = 10,1$, $BC = 8,6$, und die Länge $AB = 39$. Der Flächengehalt wird gesucht.

$$\begin{array}{r}
 8,1 \\
 7,4 \\
 9,2 \\
 10,1 \\
 8,6 \\
 \hline
 5) 43,4 \\
 \hline
 8,68 \\
 39 \\
 \hline
 7812 \\
 2604 \\
 \hline
 338,52
 \end{array}$$

Antwort: 338,52

Messung von Körpern.

Aufgabe 1. — Den körperlichen Inhalt eines Würfels zu finden.

Man erhebe eine der Seiten auf die dritte Potenz, d. h. man multiplicire sie zweimal mit sich selber.

Beispiel. — Wenn die Seitenlinie eines Würfels 24 Zoll lang ist, welches ist dann dessen cubischer Inhalt?

$$\begin{array}{r}
 24 \\
 \hline
 24 \\
 \hline
 96 \\
 48 \\
 \hline
 576 \\
 24 \\
 \hline
 2304 \\
 1152 \\
 \hline
 13824
 \end{array}$$

Antwort: 13824 Zoll.

Aufgabe 2. — Den cubischen Inhalt eines Parallelepipeden zu finden.

Man multiplicire die Länge der Grundfläche mit deren Breite, und das Product mit der Höhe.

Beispiel. — Es wird der cubische Inhalt eines Parallepipeden (Taf. 98., Körper, Fig. 2.) gesucht, dessen Länge $AB = 6$, dessen Breite $AC = 2$, und dessen Höhe $BD = 3$ ist.

$$\begin{array}{r} 6 \\ \times 2 \\ \hline 12 \\ \times 3 \\ \hline 36 \end{array}$$

Antwort: 36.

Aufgabe 3. — Den körperlichen Inhalt eines Prismas zu finden. Man multiplicire den Flächenraum der Grundfläche mit der senkrechten Höhe.

Diese Regel gilt auch für den Cylinder, für einen Körper, dessen Grundfläche ein Fünfeck ist, u. s. w.

Beispiel. — Welches ist der cubische Inhalt eines dreieckigen Prismas, dessen Höhe 12, und dessen gleichseitige Grundfläche Seitenlinien von 8 hat?

Grundfläche = 28, multiplicirt mit 12 = 336, welche Zahl den cubischen Inhalt darstellt.

Aufgabe 4. — Die convexe Oberfläche eines Cylinders zu finden.

Man multiplicire die Peripherie mit der Höhe des Cylinders.

Aufgabe 5. — Die convexe Oberfläche eines geraden Kegels zu ermitteln.

Man multiplicire den Umkreis der Basis mit der schrägen Höhe und halbire das Product.

Beispiel. — Der Durchmesser der Basis sey 5 Fuß, die schräge Höhe oder die Seitenlinie des Kegels 18. Man sucht den Flächengehalt der convexen Oberfläche.

$$\begin{array}{r} 3,1416 \\ \times 5 \\ \hline 15,7080 \text{ Peripherie} \\ \times 18 \\ \hline 125664 \\ \times 15708 \\ \hline 2) 282744 \\ \hline 141,372 \end{array}$$

Antwort: 141,372.

Aufgabe 6. — Die convexe Oberfläche eines abgestuften geraden Kegels zu finden.

Man multiplicire die Summe der Peripherien beider Enden mit der schrägen Höhe oder Seitenlinie des abgestuften Kegels, und die Hälfte des Products wird die Oberfläche anzeigen.

Beispiel. — Die Peripherien der beiden Enden seyen 12,5 und 10,3; die schräge Höhe 24; man sucht die convexe Oberfläche des abgestuften Kegels.

$$\begin{array}{r}
 12,5 \\
 10,3 \\
 \hline
 22,8 \\
 14 \\
 \hline
 912 \\
 228 \\
 \hline
 2) 319,2 \\
 \hline
 159,6
 \end{array}$$

Antwort: 159,6.

Aufgabe 7. — Den körperlichen Inhalt eines Kegels oder einer Pyramide zu finden.

Man multiplicire den Flächengehalt der Grundfläche mit der senkrechten Höhe des Körpers, und dividire das Product mit 3.

Aufgabe 8. — Den körperlichen Inhalt eines abgestuften Kegels oder einer abgestuften Pyramide zu finden.

Man addire den Flächengehalt der beiden Endflächen zu der mittlern Proportionalzahl derselben, nehme $\frac{1}{3}$ dieser Summe, und multiplicire dasselbe mit der Höhe; bei einem abgestuften Kegel kann man die Quadrate der Durchm. beider Endkreise, und das Product dieser beiden Durchmesser zu einander addiren, und die Summe dieser drei Werthe mit 0,2618 multipliciren; das Product aber mit der Höhe multipliciren. Bedient man sich bei diesem Exempel der Peripherien statt der Halbmesser, so hat man den Multiplikator 0,2654 anzuwenden.

Beispiel. — Welches ist der körperliche Inhalt eines abgestuften Kegels, dessen Höhe 20 Z. beträgt, während die Durchmesser beider Endkreise resp. 28 und 20 Z. halten?

Flächengehalt d. Grundfläche	615,79	28	28	20
Flächengehalt d. obern Endfläche	314,16	28	20	20
Mittlere Proportionalzahl	439,84	224	560	400
3)	1369,79	56	784	
	456,59	784	400	
	20		1744	
	9131,80		2618	
			1395 ²	
			1744	
			10464	
			3488	
			456,579 ²	
			20	
			9131,584 ⁰	

Antwort: 9131,5840.

Aufgabe 9. — Den körperl. Inhalt eines Keils, Fig. 9., zu finden.

Man addire zu der Länge des Keils die doppelte Länge des Rückens oder der Grundfläche, und bemerke sich die Summe; man multiplicire die Höhe des Keils mit der Breite der Grundfläche; multiplicire dieses

Product mit der bemerkten Summe, und dividire in das letzte Product mit 6. Der Quotient wird den körperlichen Inhalt des Keils angeben.

Beispiel. — Welchen körperlichen Inhalt hat ein Keil, dessen Höhe $AP = 14$ Zoll, dessen Kante $AB = 21$ Zoll, und dessen Basis $CDE = 32$ Zoll lang und $4\frac{1}{2}$ Zoll breit ist?

$$\begin{array}{r}
 21 \\
 32 \\
 \hline
 32 \\
 \hline
 85 \\
 \hline
 \end{array}
 \qquad
 \begin{array}{r}
 14 \\
 \hline
 4\frac{1}{2} \\
 \hline
 56 \\
 7 \\
 \hline
 63 \\
 85 \\
 \hline
 315 \\
 504 \\
 \hline
 6 \overline{) 5355} \\
 \underline{892,5}
 \end{array}$$

Antwort: 892,5.

Aufgabe 10. — Den körperlichen Inhalt eines Prismoids zu finden.

Ein Prismoid unterscheidet sich von einer abgestuften Pyramide nur insofern, als dessen Endflächen keine ähnlichen Figuren sind.

Regel. — Man addire den Flächengehalt der beiden Endflächen und viermal den mit diesen Endflächen parallel streichenden und gleichweit von beiden abliegenden mittlern Durchschnitt, dividire in diese Summe mit 6, und multiplicire das Product mit der Höhe. Der Quotient giebt den körperlichen Inhalt des ganzen Körpers an.

Bemerkung. — Die Länge des mittlern Durchschnitts ist der Hälfte der Summe der Längen der beiden Endflächen, und dessen Breite der Hälfte der Summe der Breiten der beiden Endflächen gleich.

Beispiel. — Wie groß ist der körperliche Inhalt eines Prismoids, dessen Endflächen Rechtecke sind, und resp. 14 Zoll Länge und 12 Zoll Breite, und 6 Zoll Länge und 4 Zoll Breite haben, während die senkrechte Höhe $30\frac{1}{2}$ Zoll beträgt?

$$\begin{array}{r}
 14 \\
 12 \\
 \hline
 168 \\
 \hline
 \end{array}
 \qquad
 \begin{array}{r}
 10 \\
 8 \\
 \hline
 80 \\
 4 \\
 \hline
 320 \\
 168 \\
 24 \\
 \hline
 512
 \end{array}
 \qquad
 \begin{array}{r}
 6 \\
 4 \\
 \hline
 24 \\
 \hline
 \end{array}$$

$$\begin{array}{r}
 6) \ 512 \\
 \underline{85\frac{1}{2}} \text{ Mittlere Grundfläche} \\
 \underline{30\frac{1}{2}} \text{ Höhe} \\
 2560 \\
 \underline{42\frac{2}{3}} \\
 2602,6
 \end{array}$$

Antwort: 2602,6.

Aufgabe 11. — Die concave Oberfläche einer Kugel zu finden.

Man multiplicire deren Durchmesser mit der Peripherie.

Bemerkung. — Auf ähnliche Weise läßt sich die concave Oberfläche irgend eines Gürtels oder eines Kugelsegments finden, indem man deren Höhe mit der Peripherie der Kugel multiplicirt.

Beispiel. — Es wird die concave Oberfläche einer Kugel gesucht, deren Durchmesser 24 beträgt.

$$\begin{array}{r}
 3,1416 \\
 \hline
 24 \text{ Durchmesser.} \\
 12,5664 \\
 62,832 \\
 \hline
 75,3984 \text{ Peripherie.} \\
 24 \\
 \hline
 301,5936 \\
 1507,968 \\
 \hline
 1809,5616
 \end{array}$$

Antwort: 1809,5616.

Aufgabe 12. — Es wird der körperliche Inhalt einer Kugel gesucht.

Man multiplicire die dritte Potenz oder den Würfel des Durchmessers mit 0,5236.

Beispiel. — Was ist der körperliche Inhalt einer Kugel, deren Are oder Durchmesser = 12 ist?

$$\begin{array}{r}
 12 \\
 \hline
 12 \\
 144 \\
 \hline
 1728 \\
 0,5236 \\
 \hline
 10368 \\
 5184 \\
 3456 \\
 8640 \\
 \hline
 904,7808
 \end{array}$$

Antwort: 904,7808.

Aufgabe 13. — Den körperlichen Inhalt eines Kugelsegments zu finden.

Man erhebe den Halbmesser seiner Grundfläche auf des Quadrat multiplicire mit 3, addire das Quadrat der Höhe, und multiplicire die Summe mit der Höhe, und das Product nochmals mit 0,5236.

Beispiel. — Es wird der körperliche Inhalt eines Kugelsegments, Fig. 13, gesucht, dessen Höhe $AB = 4$, und deren Grundfläche = Radius $CD = 8$ ist.

$$\begin{array}{r}
 8 \\
 \hline
 64 \\
 3 \\
 \hline
 192 \\
 \hline
 \end{array}
 \qquad
 \begin{array}{r}
 4 \\
 4 \\
 \hline
 16 \\
 192 \\
 \hline
 208 \\
 4 \\
 \hline
 832 \\
 \hline
 \end{array}
 \qquad
 \begin{array}{r}
 0,5236 \\
 832 \\
 \hline
 1,0472 \\
 15,708 \\
 \hline
 418,88 \\
 \hline
 435,6352 \\
 \hline
 \end{array}$$

Antwort: 435 6352.

Aufgabe 14. — Den körperlichen Inhalt eines Kugelhüftels oder einer Zone zu finden.

Man addire das Quadrat des Halbmessers jedes Endkreises, und $\frac{1}{3}$ des Quadrats ihres Abstands oder der Höhe, und multiplicire die Summe mit besagter Höhe, und das Product nochmals mit 1,5706.

Beispiel. Welches ist der körperliche Inhalt eines Hüftels, dessen größere Endfläche 12 Zoll, dessen kleinere 8 Zoll Durchmesser hat, und dessen Höhe 10 Zoll beträgt?

$$\begin{array}{r}
 6 \\
 6 \\
 \hline
 36 \\
 \hline
 \end{array}
 \qquad
 \begin{array}{r}
 4 \\
 4 \\
 \hline
 16 \\
 36 \\
 33\frac{1}{3} \\
 \hline
 85\frac{1}{3} \\
 1,5708 \\
 \hline
 7,8540 \\
 125,664 \\
 5236 \\
 \hline
 134,0416 \\
 10 \\
 \hline
 134,0416 \\
 \hline
 \end{array}
 \qquad
 \begin{array}{r}
 10 \\
 10 \\
 \hline
 100 \\
 3) \quad 33\frac{1}{3} \\
 \hline
 \end{array}$$

Antwort: 1340,416 C. Zoll.

Aufgabe 15. — Die Oberfläche einer runden Spindel zu finden.

Man multiplicire die Länge AB, Fig. 15, der Spindel mit dem Halbmesser OC des Bogens ACB, durch dessen Drehung die Spindel entstanden ist. Ferner multiplicire man den Bogen ACB mit dem Werthe der Linie OE, oder dem Abstände des Mittelpuncts der Spindel vom Mittelpunct des gedrehten Bogens. Man subtrahire das letztere Product vom erstern und multiplicire den Rest mit 6,2832.

Bemerkung. — Dieselbe Regel gilt für jedes Segment oder jeden Hüftel, der senkrecht zu der Sehne des gedrehten Bogens abgeschnitten ist; nur wendet man, statt der ganzen Länge und des ganzen Bogens, die besondere Länge des Abschnitts und des Theils des Bogens an, durch dessen Drehung dieser Abschnitt entstehen würde.

Nicholson.

Beispiel. — Man suche die Oberfläche einer runden Spindel, deren Länge, AB, 40 Zoll, und deren Stärke, CD, 30 Zoll beträgt.

Nach den S. 19 beigebrachten Bemerkungen ist die Sehne $AC = \sqrt{AE^2 + CE^2} = \sqrt{20^2 + 15^2} = 25$ und $2 CE : AC = AC : CO = \frac{25}{30} = 20\frac{5}{6}$; ferner $OE = OC - CE = 20\frac{5}{6} - 15 = 5\frac{5}{6}$.

Folglich nach Aufgabe 10 Regel 2 Seite 24.

$$\begin{array}{r} 25 \text{ AC} \\ \hline 8 \\ \hline 200 \\ 40 \text{ AB} \\ \hline 3) \quad 160 \\ \quad 53\frac{1}{3} \text{ Bogen ACB} \end{array}$$

Nach unserer Regel:

$20\frac{5}{6}$	$53\frac{1}{3}$
40	$5\frac{5}{6}$
800	$266\frac{2}{3}$
$31\frac{1}{3}$	$44\frac{2}{3}$
$833\frac{1}{3}$	$311\frac{1}{3}$
$311\frac{1}{3}$	
$522\frac{2}{3}$	oder $522,2$ oder $\frac{4700}{9}$
6.2832	Ober:
10444	$6,2832$
156666	4700
4177777	439824
10444444	251328
313333333	9) $29531,04$
$3281,22666$	$3281,226$ ungefähr.

Antwort: 3281,226.

Aufgabe 16. — Den körperlichen Inhalt einer runden Spindel zu finden.

Man multiplicire den Abstand OE mit der Hälfte des Flächengehaltes des Kreissegments ACBEA, subtrahire das Product von $\frac{1}{3}$ des Cubus von EA, der halben Länge der Spindel, und multiplicire den Rest mit 12,5664, oder 4 mal 3,1416.

Beispiel. — Man suche den körperlichen Inhalt einer runden Spindel, deren Länge AB, Fig. 15, = 40, und deren Durchmesser bei der Mitte CD 30 beträgt.

Nach der letzten Aufgabe finden wir, daß

	$OE = 6\frac{5}{6}$	20 halbe Länge.
der Bogen	$AC = 26\frac{2}{3}$	20
der Halbmesser	$OC = 20\frac{5}{6}$	<hr style="width: 50%; margin-left: auto; margin-right: 0;"/>
	$335\frac{1}{3}$	400
	$22\frac{2}{9}$	20
Sector $OACB$	$555\frac{5}{9}$	3) <hr style="width: 50%; margin-left: auto; margin-right: 0;"/>
$AE \times OE = OAB$	$116\frac{2}{3}$	2666 $\frac{2}{3}$
2)	$438\frac{8}{9}$	<hr style="width: 50%; margin-left: auto; margin-right: 0;"/>
		1280 $\frac{2}{3}$
$\frac{1}{2}$ Segm. ACE	$219\frac{4}{9}$	1386 $\frac{4}{9}$
OE	$5\frac{5}{6}$	<hr style="width: 50%; margin-left: auto; margin-right: 0;"/>
	$1097\frac{2}{9}$	4665,21
	183, ziemlich.	<hr style="width: 50%; margin-left: auto; margin-right: 0;"/>
	$1280\frac{2}{3}$	138644
		27739
		6932
		832
		83
		<hr style="width: 50%; margin-left: auto; margin-right: 0;"/>
		5
		<hr style="width: 50%; margin-left: auto; margin-right: 0;"/>
		17423,5

Antwort: 17423,5.

Aufgabe 17. — Den körperlichen Inhalt der mittlern Zone einer runden Spindel zu finden.

Von dem Quadrat der Länge der ganzen Spindel ziehe man $\frac{1}{3}$ des Quadrats der halben Länge des mittlern Gürtels ab, und multiplicire den Rest mit der besagten halben Länge des Gürtels. Man multiplicire den Abstand vom Mittelpunct, OE , mit dem Flächenraume des Theils des Kreissegments, durch dessen Drehung der Gürtel entsteht, subtrahire dieses letzte Product von dem ersten, und der Rest, multiplicirt mit 6,2832, oder 2 mal 3,1416, giebt den cubischen Inhalt des mittlern Gürtels.

Beispiel. — Man sucht den cubischen Inhalt eines Mittlergürtels, dessen Länge, mn , 40 Zoll, und dessen größter Durchmesser, EF , 32 Z., und dessen kleinster Durchmesser, AD oder CB , 24 Z. beträgt.

Man ziehe Dg parallel mit mn , so ist:

$Dg = \frac{1}{2} mn = 20$	
und $Eg = \frac{1}{2} EF - \frac{1}{2} AD = 4$	
Sehne $DE^2 = Dg^2 + gE^2 = 416$	
und $DE^2 = Eg = \frac{416}{4} = 104$ Durchmesser des Erzeugungskreises,	
oder den Radius $OE = 52$	
daher $OI = 52 - 16 = 36$ Abstand vom Mittelpunct,	
und $HI^2 = OH^2 - OI^2 = 52^2 - 36^2 = 1408$	
$\frac{1}{3} Dg^2 = \frac{1}{3}$ von 400 =	133 $\frac{1}{3}$
	<hr style="width: 50%; margin-left: auto; margin-right: 0;"/>
	1274 $\frac{2}{3}$
Dg	20
	<hr style="width: 50%; margin-left: auto; margin-right: 0;"/>
	25493 $\frac{1}{3}$ Erstes Product.
	3 *

$g E + 2 O E = \frac{4}{104} = \frac{1}{26} = 0,03846$ Sinus versus
 Dessen Segment 0,00994
 Aber 104^2 ist 10816
 Flächene. d. Segments DE C g D 107,51104
 $m D \times m n = 12 \times 40$ 480,
 Erzeugungsfäche m D E C n 587,51104

36
 21150,39744 2tes Product.
 25493,33333 1tes Product.
 4342,93589
 2382,6
 260576 Umgekehrte Multipl.
 8686
 3474
 130
 9
 27287,5

Antwort: 27287,5.

Aufgabe 18. — Die Oberfläche oder den körperlichen Inhalt irgend eines regelmäßigen Körpers zu ermitteln.

1) Man multiplicire den durch die nachstehende Tabelle gefundenen Flächenraum mit dem Quadrat der Kantenlinie des Körpers, und man wird die Oberfläche haben.

2) Man multiplicire den in der Tabelle angegebenen körperlichen Inhalt mit dem Cubus der Kantenlinie, und das Product wird den körperlichen Inhalt anzeigen.

Flächenräume und körperliche Inhalte regelmäßiger Körper.

Zahl der Seitenflächen.	Namen der Körper.	Flächenräume.	Körperliche Inhalte.
4	Tetraeder	1,73205	0,11785
6	Hexaeder	6,00000	1,00000
8	Octaeder	3,46410	0,47140
12	Dodecaeder	20,64573	7,66312
20	Icosaeder	8,66025	2,18.69

Beispiel. — Wenn die Kantenlinie eines Tetraeders = 3 ist, wie groß ist dann dessen Flächenraum und körperlicher Inhalt.

Das Quadrat von 3 ist 9 und dessen Würfel 27.

Demnach 1,73205 0,11785
 9 27

Flächenraum 15 58845 82495
 23570

Cubischer Inhalt 3,18195

Aufgabe 19. — Die Oberfläche und den körperlichen Inhalt eines cylindrischen Rings zu finden.

Da diese Figur nur ein ringsförmig gebogener Cylinder ist, so kann man dessen Oberfläche und räumlichen Inhalt wie bei einem Cylinder finden, indem man nämlich die Arc oder Länge des Cylinders mit der Peripherie multiplicirt, um die Oberfläche, und mit dem Flächengehalte eines Durchschnitts multiplicirt, um den räumlichen Inhalt zu finden. Oder man bediene sich der folgenden Regeln:

Um die Oberfläche zu finden, addire man zur Stärke des Rings den innern Durchmesser, multiplicire diese Summe mit der Dicke, und das Product nochmals mit 9,8696, oder dem Quadrat von 3,1416.

Beispiel. — Man suche den Flächenraum eines Rings, dessen Stärke A B, Fig. 19, = 2 Zoll, und dessen innerer Durchmesser B C = 12 Zoll ist.

12	9,8696
2	28
14	789568
2	197392
28	276,3488

Antwort: 276,3488 Q. Zoll.

Aufgabe 20. — Den räumlichen Inhalt eines cylindrischen Rings zu finden.

Man addire zu der Stärke des Rings den innern Durchmesser, multiplicire dann die Summe mit dem Quadrat der Stärke, und das Product abermals mit 2,4674 oder $\frac{1}{4}$ des Quadrats von 3,1416, und so ist der räumliche Inhalt gefunden.

Beispiel. — Man suche den räumlichen Inhalt eines Rings dessen Stärke 2 Zoll und dessen innerer Durchmesser 12 Zoll beträgt.

12	2,4674
2	56
14	148044
4	123370
56	138,1744

Antwort: 138,1744 C. Zoll.

Einleitung zu der Beschreibung der englischen Brücken, Häfen, Docks u. s. w.

Da die nachfolgenden Beschreibungen größtentheils aus Dupin's Werken entlehnt sind, so wird es nicht unpassend seyn, wenn wir zuvörderst nach der Biographie nouvelle des contemporains, par M. M. Arnault, Jay, Jouy et Norvins Einiges über die Lebensumstände dieses merkwürdigen Mannes mittheilen.

„Baron Charles Dupin, Mitglied der Ehrenlegion und des Instituts und Oberofficier der Marine-Ingenieure, wurde im Jahr 1784 zu Vargy im Nièvre-Dep. geboren; sein älterer Bruder, André Marie Jean Jacques Dupin, ist einer der ersten Rechtsgelehrten Frankreich's, und so bieten uns denn die Dupins das seltene Schauspiel dar, daß von zwei Brüdern jeder in seinem Fache auf der höchsten Stufe steht. Wem verdanken sie die Erziehung, welche die Grundlage ihrer einstigen Größe bildete? Ihrer Mutter. Während der Stürme der französischen Revolution wurde ihr Vater gefänglich eingezogen, und schmachtete lange im Kerker. Während dieser Zeit der Trennung nahm sich die Mutter ihrer Kinder mit doppelter Sorgfalt an, und erweckte in ihnen die Liebe zur Wissenschaft und zum Ruhme, welche ihnen später in ihrer Laufbahn so förderlich war. Nach der Befreiung des Vaters setzte dieser das angefangene Werk beharrlich fort.

„Im Jahr 1801 war Charles Dupin der erste, welcher in die polytechnische Schule zu Paris aufgenommen wurde. Schon als Student schrieb er ein Werk über Geometrie, welches ihm die Achtung und Freundschaft des berühmten Monge erwarb. Er richtete sein Augenmerk vorzüglich auf praktische Anwendung der mathematischen Wissenschaft, und seine Arbeiten wurden von der ersten Classe des National-Instituts mit großer Auszeichnung aufgenommen. Seine Bemerkungen und Hypothesen, rücksichtlich der Dauer der Schiffe, der Richtung der Landstraßen u. s. w., waren originell und wichtig, und die Berechnungen, welche er auf seine zahlreichen Versuche über die Stärke und Dauer des Holzes gründete, höchst interessant.

„In seiner Eigenschaft als Ingenieur wird er schon durch die Aufzählung der von ihm geleisteten Dienste sehr hoch gestellt; während des Revolutionskriegs diente er 1803 und 1804 in der Marine. Im Jahre 1805 diente er in Holland und Antwerpen, im J. 1806 in Italien, im Jahre 1807 in der Provence. Im Winter 1808 befand er sich als Freiwilliger bei Admiral Ganteaume's Escadre, wo er sich ein außerordentliches Verdienst dadurch erwarb, daß er zu Corfu des Admirals Dreidecker, dessen sämmtliche Stengen durch einen heftigen Sturm vernichtet worden waren, binnen fünf Tagen reparirte. Er hielt sich dann auf den ionischen Inseln auf, woselbst er vorzüglich zur Bildung und Erhaltung der ionischen Academie beitrug, welcher er als Secretär diente. Er stiftete Belohnungen für aufge-

zeichnete Kenntnisse in der alten und neuen griechischen Literatur, unter dem Namen der olympischen Preise. Diese wurden bei der Wiederkehr jeder Olympiade vertheilt, und alle griechischen Schriftsteller konnten sich um dieselben bewerben.

„Mit diesen Arbeiten beschäftigte er sich bis zum Jahr 1811 eifrig, und ging hierauf nach Italien, wo ihn ein contagioses Fieber 13 Monate zurückhielt. Dennoch fand er während dieser Zeit in den Bädern von Pisa Muße, das Leben seines Freundes, des Majors Leopold Vacca, zu schreiben, und das posthumische Werk dieses Schriftstellers: „über die militärischen Arbeiten Cäsar's, bei der Belagerung von Aleria“ herauszugeben. Im Winter 1812 — 1813 erschien sein Versuch über die Geometrie, wodurch er seinen Ruf als Gelehrter noch mehr begründete. Später diente er zu Toulon, wo er das treffliche Schnitzwerk von Le Puget vor Vernachlässigung und Verderbniß schützte. Dieses Schnitzwerk hatte einst die Galerien Ludwig XIV. geziert, und bildet jetzt, nachdem es durch Dupin's Sorge wieder restaurirt worden ist, einen der interessantesten Zierrathe des von Dupin gegründeten Marine-Museums.

„Während seines Aufenthalts in dieser Hafenstadt, fing er an, an seinem Werke über das Schiffsbauwesen des 18ten und 19ten Jahrhunderts zu schreiben, woran er bis 1815 fortarbeitete; alsdann wurde er mit seinem Geniecorps nach Lyon geschickt, um diese damals von den Oesterreichern bedrohte Stadt in Vertheidigungszustand zu setzen. Nachdem dieß geschehen, führte er sein Corps zuerst in die Auvergne und zuletzt nach Rochefort, indem er selbst, nachdem Alles verloren war, eine Ehre darin setzte, das Corps, welches unter seinen Befehlen so viel zur Vertheidigung des Vaterlands beigetragen hatte, bis zum letzten Augenblicke zusammenzuhalten.

„Während er der Zeit entgegen sah, wo er vom Staatsdienste ganz entfernt werden würde, richtete er seine Aufmerksamkeit auf die neuen Maschinen und öffentlichen Werke jenes Havens, und schrieb den einzigen Bericht über dieselben, welcher je erschienen ist. Nachdem seine Dienstgeschäfte nun vollendet waren, bat er um Erlaubniß, die englischen Häven zu besuchen. Dieß wurde ihm zuerst abgeschlagen, und erst nach 10 Monaten konnte er eine günstige Entscheidung erhalten. Diese Zwischenzeit wandte er dazu an, für den Marineminister eine wissenschaftliche Beleuchtung des vom Engländer Sir Robert Seppings erfundenen neuen Systems des Schiffsbauens auszuarbeiten. Er schlug vor, man möge auch bei der französischen Marine einen Versuch damit machen; allein sein Vorschlag gieng nicht durch. Nachdem er endlich Erlaubniß erhalten hatte, England zu besuchen, machte er vier Reisen nach England, und blieb daselbst beinahe zwei Jahre, während deren er die öffentlichen Bauten des britischen Reichs gründlich besichtigte, und von den wissenschaftlichsten Männern dieses Landes überall mit der größten Bereitwilligkeit unterstützt wurde, wie es ein so ausgezeichnete Mann verdiente.

„Seine Absicht war, sämtliche Einrichtungen und öffentlichen Werke der britischen Nation, mochten sie sich nun auf das Kriegswe-

fen, Seewesen oder bürgerliche Leben beziehen, namentlich Häfen, Brücken, Straßen, Manufacturen und Handel, vollständig zu untersuchen und zu beschreiben. Zwei Monate mußte er, in Folge eines heftigen Sturzes, zu Dublin verweilen, und er verfaßte während dieser Zeit seinen Brief an Lady Morgan über Racine und Shakespeare, in welchem er eine höchst genaue Bekanntschaft mit den Schönheiten dieser großen Dichter an den Tag legte.

„Da er sich gerade zu London befand, als Lord Stanhope das längere Verweilen der Decupationsarmee in Frankreich zur Sprache brachte, so schrieb er auf der Stelle eine kräftige und treffende Widerlegung der von Lord Stanhope vorgelegten Gründe. Diese Flugschrift wurde zu Paris nachgedruckt, von der Polizei confiscirt, aber zuletzt wieder frei gegeben, obgleich sich der Verfasser, aller Vorstellungen ungeachtet, geweigert hatte, auch nur ein einziges Wort daran zu ändern. Uebrigens verfolgte er seinen Hauptgegenstand unablässig. Bald darauf gab er seine *Memoires sur la Marine et les ponts et chaussées de la France et de l'Angleterre* heraus. Diesem Werke verdankt er seine Aufnahme in die Academie der Wissenschaften im Jahre 1818. Er lebte nun zu Paris, und hielt der Academie mehrere interessante Vorträge, z. B., eine biographische Skizze über seinen Lehrer und Freund G. Monge, einen Versuch über den Einfluß der Wissenschaften auf die Civilisation der Völker, über den Zustand der französischen Marine seit dem Frieden, über die Vortheile der Manufacturen und Maschinen, und viele andere Abhandlungen über verwandte Gegenstände.

„Er erhielt auch den Auftrag, einen Cursus der Mechanik in ihrer Anwendung auf die Künste zu schreiben, und entledigte sich dieses Geschäfts auf eine ausgezeichnete Art. Seine größten Werke gab er jedoch vom Jahre 1820 an, unter dem Titel: *Reisen in Großbritannien*, heraus. Sie sind: 1) über die Landmacht; 2) über die Seemacht; 3) über die Handelsmacht, und 4) über die politische Macht Großbritanniens. Aus dem dritten dieser Werke ist unser Anhang größtentheils entlehnt. In allen seinen Schriften erkennt man das edle Bestreben, der Regierung ihre volle Macht, und den Personen die größtmögliche Freiheit und Sicherheit zu erhalten.“

Die erleuchteten philosophischen Ansichten, welche Baron Dupin in dem Berichte über seine großen und zeitspieligen Reisen durch Großbritannien dargelegt hat, die große Menge von officiellen Documenten, die ihm zugänglich war, und die er größtentheils erst in eine leicht übersichtliche Form brachte, und der Beistand, welchen ihm einige der berühmtesten Theoretiker England's leisteten, machen sein Werk über die Handelsmacht Großbritanniens zu einer höchst wichtigen Erscheinung, und aus ihm ist, wie gesagt, der folgende Anhang größtentheils entlehnt. Uebrigens sind da, wo es nöthig war, Zusätze gemacht worden, und diese haben vorzüglich die Berichte der Commission für die Straßen, Brücken, Häfen u. s. w. Hochschottland's geliefert; einige derselben sind auch aus andern authentischen Quellen

entlehnt; andere verbankt das Publicum dem freundschaftlichen Beistande der bei den Werken selbst angestellten Beamten.

In den Berichten der genannten Commission fiel dem Herausgeber eine prophetische Stelle auf, welche zum Theil schon in Erfüllung gegangen ist. Herr Telford bemerkt nämlich, im Anhang zum fünften Bericht, welche die Commission den Lords der Schatzkammer ablegte, im Bezug auf Aberdeen: „Diese Stadt hat sich lange durch die Industrie ihrer Bewohner ausgezeichnet, und die gute Einrichtung und Wohlfeilheit der dortigen Schule, so wie die Tüchtigkeit und der Eifer der Professoren haben unter der Bevölkerung der dortigen Gegend einen ungewöhnlich hohen Grad von Kenntnissen verbreitet, worin offenbar der Grund des Wohlstands und der Achtbarkeit der Einwohner größtentheils zu suchen ist. Die Manufacturarbeiter und andern Handwerker verdanken den höchst zweckmäßigen Vorlesungen des Herrn Copland, welcher dort seit vielen Jahren Professor der Naturgeschichte ist, ungemein viel. Er giebt alle zwei Jahre einen populären Course der Experimentalphysik, welcher jedem Handwerker verständlich ist. Diese Vorlesungen stiften unglaublich vielen Nutzen, denn jeder Professionist bringt etwas daraus mit, was er bei seinen Arbeiten brauchen kann, und die Handwerker werden dadurch zu einem edeln Wettstreit angeregt, der für das Ganze höchst ersprießlich wirkt. Wie wünschenswerth ist es nicht, daß überall ähnliche Einrichtungen getroffen werden.“ Dieß wurde im Jahr 1808 geschrieben.

In einem frühern Berichte an die Commissäre äußert Herr Telford: „Es läßt sich wohl kaum bestreiten, daß bei der Verbesserung des Zustands eines Landes die Mitwirkung der Regierung mehrertheils auf Beseitigung der den Bestrebungen von Gesellschaften oder Einzelnen im Wege stehenden Hindernisse als auf eigne Unternehmungen gerichtet seyn müsse.“ Als allgemeine Regel mag dieß gelten; allein es giebt doch viele öffentliche Anstalten, die, wenn sie nicht von der Regierung unternommen und ausgeführt würden, nicht zu Stande kommen könnten, weil sie als Gegenstände der Speculation nicht lohnen, und als Gegenstände der Wohlthätigkeit die Kräfte der Privataten übersteigen.

Wer, z. B., die verschiedenen Quartiere London's kennt, wird auf viele Punkte aufmerksam machen können, wo sich äußerst schätzbare und nützliche Verbesserungen anbringen ließen, über die sich jedoch die Individuen, welche daran Interesse haben, gewiß nie vereinigen werden. Diese elenden Stadtquartiere liegen vielleicht zwischen schön gebauten, so daß sich, wenn sie nach einem umfassenden Plane zweckmäßig umgebaut würden, für die jetzigen Besitzer ein großer Vortheil ergäbe. Daß die arbeitenden Classen der Gesellschaft weniger schöne Wohnungen haben müssen, als die höhern Stände, versteht sich von selbst; allein, daß sie mitten unter Schädlichkeiten und Unannehmlichkeiten existiren sollen, die nur durch die Selbstsucht und Bequemlichkeit der Behörden fortbestehen, ist höchst unbillig, und gewiß ist es die Pflicht der Regierung, sich um solche Verbesserungen, wo sie immer ausführbar sind, zu bekümmern.

Man kann unmöglich solchen nützlichen nationalen Unternehmungen Aufmerksamkeit schenken, ohne die Grundsätze der Staatswirtschaftslehre, auf denen sie beruhen, auch auf die schweren Zeiten anzuwenden, wo Handelsstöckungen eintreten. Vorausgesetzt, daß durch die Anlegung von Canälen, Brücken, Häven u. s. w., eine dem Anlagecapital angemessene Einnahme entspringt, kann es dem Publicum einerlei seyn, ob das zu diesen nützlichen Unternehmungen verwandte Capital 100 Millionen oder 1 Million beträgt; denn die Actien-Inhaber sind vollkommen gesichert, und die vielen Leute, die durch dergleichen Unternehmungen Beschäftigung erhalten, fallen der Armen-casse nicht mehr zur Last. Dagegen würde es unrecht seyn, wenn sich die Regierung irgend in solche Angelegenheiten der Privatspeculation mischte, bei welchen die Actien-Inhaber durch die unwiderstehliche Macht eines solchen Nebenbuhlers in ihren Interessen gefährdet würden; indeß könnten viele aus Mangel an Einfluß, Vertrauen oder Mitteln unterbrochene oder aufgegebenen Werke von der Regierung vollendet werden, während viele andere, durch welche das Publicum unendlich gewinnen würde, von Privatpersonen deshalb nicht unternommen werden, weil sie, als zu wenig lohnend, zu viel Selbstaufopferung in Anspruch nehmen. Wenn, z. B., ein Unternehmen dem Actien-Inhaber nur 3% sichert, so wird es keine Unterstützung finden. Der Staat aber würde nach dessen Ausführung im Laufe der Zeit hinreichend entschädigt werden.

Ueber die Vermehrung einer bereits existirenden Handelsstöckung durch Verminderung der im Lande circulirenden Geldmasse, sind die scharfsinnigsten Betrachtungen angestellt worden, allein es scheint, als ob die Abnahme des Geldes selbst in ihren Wirkungen von dessen langsamem Uebergang aus einer Hand in die andere durchaus nicht zu unterscheiden sey. Vergleichen wir die circulirende Geldmasse mit der einer gegebenen Quantität circulirenden Wassers, so kann, wenn der Caliber der Röhre vermindert wird, doch dieselbe Menge Wasser zu gleicher Zeit durch dieselbe strömen, wenn dessen Geschwindigkeit in demselben Grade vermehrt wird. Da nun bei einer Handelsstöckung jede neue Art von Beschäftigung, von Verbrauch und von Geldauslagen die Circulation des Geldes befördert, und da diese in Zeiten des allgemeinen Mißtrauens nur von Seiten der Regierung ausgehen kann, so erkennen wir hierin das schnellste und gerechteste Mittel, um dergleichen Leiden weniger fühlbar zu machen. Das Capital braucht nicht geschaffen, nicht vermehrt, sondern nur in nützliche Thätigkeit gesetzt zu werden; es ist schon vorhanden; allein, statt wie ein befruchtender Regen auf die Bevölkerung herabzurieseln, stöck es in großen Massen, und bringt weder dem Eigenthümer, noch dem Publicum Vortheil. Zu solchen Zeiten würde jedes lohnende öffentliche Werk ein Canal seyn, welcher dem verschmachtenden Lande neue Kraft und Fruchtbarkeit zuführte, und die Wirkungen, welche dadurch hervorgebracht werden, daß man einer arbeitslosen Bevölkerung Beschäftigung verschafft, sind ganz unberechenbar.

Der Leuchtturm von Bellrock.

(Hierzu Tafel 99 und 100).

Die Fluthbetten oder sogenannten Firths des Forth und Tay werden durch zweckmäßig angelegte Leuchttürme erhalten. Leith gegenüber, auf der kleinen Insel Inchkeith, ist ein kleiner Leuchtturm erbaut worden, und ein zweiter steht auf der Insel May bei der Einfahrt in den Forth. Auf dem Felsen Carr-Rock, bei dem Südcap, welches die Fluthbetten des Forth und Tay von einander scheidet, brennt ein Signalfener; auf dem Nordcap, welches die Mündung des Tay begränzt, steht ein dritter Leuchtturm; der vierte und vorzüglichste, welcher am weitesten in die See herausgebaut ist, ist der des Bell-Rock (Blockenfelsen); wir wollen dessen eigenthümliche Wichtigkeit darlegen.

Der Forth und der Tay befinden sich im Hintergrunde einer sehr großen Bay, deren Südostküste zu den Grafschaften Fife, Haddington und Berwick gehört, während die Nordostküste einen Theil der Grafschaft Forfar bildet. Die Schiffe, welche aus der Nordsee, von den nördlichen Theilen Schottland's, von Norwegen oder der Ostsee kommen, werden 12 engl. Meilen von der Küste, von einem gewaltigen Klippenriff bedroht, welches sich vor den Mündungen des Tay und des Forth hinzieht, und um so gefährlicher ist, da man es nur zur Zeit der Ebbe sieht. Während der Ebben im zweiten und letzten Viertel des Mondes, sind die Spitzen der Klippen kaum zu sehen. Zur Zeit der Springfluthen ist der zur Zeit der Ebbe sichtbare Theil 142 Yards lang, 200 Fuß breit, und etwa 4 Fuß hoch; dicht darneben zeigt sich dann ein noch niedrigeres Riff von $1\frac{2}{3}$ engl. Meilen Länge. Die Sage geht, daß, um Schiffe vor dieser großen Gruppe von Klippen zu warnen, die Mönche von Aberbrothock, Aberbrothwick oder Abroath im 14ten Jahrhunderte eine große Glocke, genannt Inch Cape Bell, auf der Hauptklippe haben errichten lassen, und daß diese Klippe daher den Namen Bellrock (Blockenfelsen) erhalten habe.

Im Jahre 1817 besichtigte ich diesen Leuchtturm mit der größten Genauigkeit, und bin dadurch in den Stand gesetzt, denselben in allen seinen Einzelheiten zu beschreiben. Ich kann diesen Bericht, vermöge einer Mittheilung, die mir der Erbauer des Leuchtturms, Herr Stevenson, gütigst zugehen ließ, und welche die ersten Bogen und ersten Tafeln seines Werks über dieß Gebäude enthält, vollständiger machen. Die Kosten dieses Werks werden zum Theil von der Commission für die nördlichen Leuchttürme getragen, deren nützliche Wirksamkeit über alles Lob erhaben ist.

Die Functionen dieser Commission sind höchst ehrenwerth; die Commissäre erhalten keine Befoldung, und verfahren überhaupt mit der größten Uneigennützigkeit. In Ansehung der Ausgaben wird die strengste Ersparniß beobachtet, was sich die Herren, welche für die Instandhaltung der Leuchttürme an den Küsten England's sorgen, zum Muster

nehmen sollten. Anstatt dessen fahren sie fort, das, was an ihrem Institute gut, und das, was daran schlecht ist, gleich gewissenhaft beizubehalten. Ueberhaupt kann man den Engländern Schuld geben, daß sie, bei ihrer slavischen Verehrung für alte Gebräuche, Alles für heilig halten, was alt ist, gleichviel ob es noch für unsere Zeiten paßt oder nicht.

Zu der Zeit, wo Schottland mit England vereinigt wurde, war der Seehandel Schottland's zu unbedeutend, um die Kosten der Einrichtung und Instandhaltung der Leuchttürme zu decken. Nach der Rebellion vom Jahre 1745, als die Regierung einsah, wie wichtig es sey, die Civilisation der Bewohner von Hochschottland und der dazu gehörigen Inseln zu befördern, schenkte man jenem einflußreichen Mittel der Begünstigung der Schifffahrt, für Fremde sowohl als für Einheimische, mehr Aufmerksamkeit. Der Convent der königlichen Burgflecken, welcher den Provinzial-Landtag Schottland's bildet, widmete dem Gegenstande Aufmerksamkeit, und empfahl ihn der Beachtung des Parlaments, wo er endlich durchging. Eine Acte vom Jahr 1786, dem 26sten Regierungsjahre Georg III., Capitel 101, bildet die Commission für die Leuchttürme im Norden von Großbritannien. Sie besteht aus dem Lord = Advocaten, dem General = Kronanwalt (Sollicitor - General) von Schottland, den beizühenden Scheriffs der an die See gränzenden Grafschaften, und den ersten Magistrats = Personen verschiedener königlicher Burgflecken.

Auf die Vorstellung der Commissäre erhielt man die Erlaubniß, behufs der Errichtung und Bedienung der Leuchttürme ein stufenweise zu ermäßigendes Tonnengeld zu erheben, und schon nach wenigen Jahren hatten sich auf den vorzüglichsten Vorgebirgen der östlichen und westlichen Küsten, mit Einschluß der Orkney = Inseln, unter der Leitung des damals von der Commission beschäftigten Baumeisters Smith, acht Leuchttürme erhoben. Alsdann legte man die eingehenden Gelder zu dem Bau eines Leuchtturms auf dem Bellrock zurück.

Im Winter 1799 riß ein durch seine Heftigkeit merkwürdiger Sturm sämmtliche auf der Rhede von Yarmouth befindlichen Schiffe von ihren Anker los, und die meisten derselben gingen an der nördlichen Küste zu Grunde. Viele darunter hätten gerettet werden können, wenn auf dem Bellrock ein Leuchtturm gewesen wäre, der ihnen die Einfahrt in die Bucht des Forth und Tay angezeigt hätte. Der Nutzen eines solchen Gebäudes wurde anerkannt, und man traf nun ernstliche Anstalten zu dessen Errichtung.

Im Jahre 1803 wurde zu diesem Ende bek'm Parlament ein Antrag gemacht, der aber erst im Jahre 1806 genehmigt ward. Diese Parlaments = Acte berechnete die Commission zur Erhebung eines Tonnengeldes von $1\frac{1}{2}$ Penny auf englische und von 3 Penny auf fremde Schiffe, welche an irgend einem Theil der Küste zwischen Berwick und Peterhead ankomen, oder von dort abgehen. 20,000 Pfd. St. waren bereits zurückgelegt, und eine Anleihe von demselben Betrage

wurde von der Regierung genehmigt. Mit diesem Fonds wurde das Riesenwerk begonnen, das im Ganzen 60.000 Pfd. Sterl. kostete. Mehrere Baumeister reichten Pläne ein, allein auf den Rath des Herrn Rennie, welcher mit großer Selbsterläugnung zugab, daß er nicht im Stande sey, einen bessern, als den des Hrn. Smeaton vorzuschlagen, entschied man sich für das Vorbild und die Größe des Leuchthurms von Eddystone, nebst solchen Verbesserungen in Ansehung der Beleuchtung, welche die neuern Fortschritte in der Optik anzubringen gestatteten.

Im Juli 1807 erhielt ein Schiff Befehl, dicht an dem Wellrock vor Anker zu gehen. Es diente einstweilen den Schiffen als Signal-Feuer und den Arbeitern als Herberge, wenn die See den Felsen bedeckte. Dieses Schiff war so gut befestigt, daß es sich auf seinem Posten 4 Jahre lang, ohne den geringsten Unfall, behauptete. Es hatte drei Masten von ungleicher Höhe, und jeder derselben war mit einer runden Laterne umgeben, die sechs mit kleinen Nerveren, welche mit Silber plattirt waren, versehene Lampen enthielt.

Im Frühling desselben Jahres wurden große Granitblöcke aus der Grafschaft Aberdeen gebracht, welche zur Anblendung der untern Steinlagen des Leuchthurms bis zur Höhe von $29\frac{1}{2}$ Fuß bestimmt waren. Aus der Nachbarschaft von Dundee erhielt man einen trefflichen Sandstein für das übrige Mauerwerk, mit Ausnahme des Karnieses, und der Brüstung der Laterne. Die zur Herstellung der zuletzt genannten Theile erforderlichen Steine wurden, völlig behauen, aus einem Steinbruche in der Nachbarschaft von Edinburgh herbeigeschafft. Ein zu Arbroath eingerichteter Bauhof diente theils zur Aufbewahrung der Materialien, theils zur Unterkunft für die Kotten der Arbeiter, welche, da Tag und Nacht gearbeitet wurde, einander auf der Klippe abzulösen hatten. Nachdem die nöthigen Vorbereitungen getroffen waren, begann die Arbeit den 10ten August 1807. Zuvörderst sorgte der Baumeister dafür, daß die Arbeiter einen Zufluchtsort fänden, wenn beim Eintreten eines Unfalls die Lichterschiffe vom Ufer nicht schnell genug herbeikommen könnten. Beim Legen des Grundes zu dem Gebäude, konnten die Arbeiter nur während der Ebbe der Springfluthen $2\frac{1}{2}$ bis höchstens 3 Stunden hintereinander thätig seyn. Sie mußten sich also stets in der Nähe aufhalten, um sowohl bei Tage, als bei Nacht diesen kurzen Zeitraum zu benutzen. Gegen Ende Octobers war die Plattform des Zufluchtsorts vollendet; allein das Haus selbst ward erst im J. 1808 fertig.

Tafel 100, Fig. A, zeigt das Gerüste des Zufluchthauses; das unterste Stockwerk B diente als Schmiede, und es war darin ein Raum zum Anmengen des für das Gebäude bestimmten Mörtels angebracht. Die Küche C nahm den unmittelbar darüber befindlichen Raum ein. Das darüber befindliche Stockwerk D war für den Baumeister und die Bauconducteure eingerichtet; darüber befanden sich die Schlafstätten der Arbeiter E, und die Hangmatten waren in Reihen von fünf Stücken nebeneinander geordnet. Bei ruhigem Wetter hatten die bewohn-

ten Theile dieses Ufylls nichts von den Wellen zu leiden; allein das niedrigste Stockwerk war häufig unter Wasser gesetzt, und die heftig stoßenden Wogen warfen bei stürmischem Wetter häufig die Kalkbutten und selbst die Ambose um. Zwischen dem Zufluchtehause und dem sich erhebenden Leuchtturme befand sich eine hölzerne Brücke, welche zugleich als Gerüste zur Aufnahme der für die untern Lagen bestimmten Blöcke diente.

Im Jahre 1808 wurde in der Nähe des Felsens ein Lichterschiff geankert, um die Arbeiter bequemer hin- und herzufahren. Bei den schon getroffenen Vorkehrungen konnten die Arbeiten im zweiten Jahre früher beginnen und länger fortgesetzt werden, als im ersten. Nachdem der Grund in den massiven Felsen gehauen war, wurde der Grundstein den 10. Juli 1808 gelegt. Hierauf besetzte man eine Eisenbahn auf dem Felsen, um die Materialien vom Landungsplatze aus leichter nach dem Thurme zu schaffen. Ehe die Arbeit dieses Jahr aufhörte, waren die ersten vier Lagen, die zusammen $5\frac{1}{2}$ Fuß Höhe hatten, vollendet, und die stürmischen Wogen fügten denselben während des Winters nicht den geringsten Schaden zu.

Im Jahre 1809 wurden die Befestigungsketten und Boyen, welche sich wegen der Schiffe, die die Baumaterialien herbeiführten, nöthig machten, geankert, auch ein Apparat zum Ausladen der Steine, und ein anderer, um dieselben auf das Gebäude in die Höhe zu ziehen, besetzt; endlich das Mauerwerk 30 Fuß hoch aufgeführt, und somit der durch und durch massive Theil des Thurms vollendet.

Im Jahre 1810 blieb, da die Steine bereits in dem Bauhofe zu Aebroath behauen, aneinander gepaßt, und gezählt worden waren, wenig mehr zu thun übrig, als daß man sie nach dem Leuchtturme transportirte, und in die richtige Lage brachte, in welchen Geschäften die Matrosen und Arbeiter durch Uebung eine bewundernswürdige Fertigkeit erlangt hatten, obgleich die Umstände höchst eigenthümlich waren, und die stürmische Witterung öfters hindernd in den Weg trat. In allen Theilen der Arbeit herrschte so viel Ordnung und Thätigkeit, daß im October der obere Theil des Mauerwerks vollendet war.

Die untersten beiden Steinlagen sind in den Felsen selbst eingesezt.

Tafel 99 Figur A, zeigt wie die Steine schwalbenschwänzig zugehauen sind, so daß sie eine compacte Masse bilden, deren sämtliche Theile von der Mitte nach dem Umkreise zu mit einander verbunden sind. Die folgenden Lagen sind ebenfalls durch in die Steine gehauene Versenkungen und Vorsprünge mit einander verbunden. Damit die Blöcke während des Fortschreitens der Arbeit nicht von den Wogen hin- und herbewegt werden konnten, waren in jeden derselben zwei Löcher eingehauen, welche zwei 6 Zoll tiefen Löchern in dem unmittelbar darunter befindlichen Blöcke entsprachen. In diese Löcher wurden nach der von Herrn Smeaton, beim Erbauen des Eddy-stone-Leuchtturms angenommenen Methode, Bolzen oder Döbel von etwa 2 Zoll Stärke eingetrieben; der angewendete Mörtel bestand,

wie bei dem eben angeführten Gebäude, aus einem Gemisch von gleichen Theilen Porzellanerde, Kalk und Sand.

Im Monat December 1810 wurde die zu Edinburgh angefertigte Laterne aufgesetzt. Sie ist achteckig, mit einem gußeisernen Gerippe versehen, und hat Scheiben von Spiegelglas. Ueber derselben wölbt sich eine kupferne Kuppel, und auf dieser ruht eine große vergoldete Kugel.

Das Gebäude ist rund, und aus Steinblöcken erbaut, welche 4,500 bis 5,500 Pfund wiegen. Die unterste Lage, Tafel 99, Fig. A, hat $42\frac{1}{2}$ Fuß Durchmesser. Der Durchmesser des Gebäudes nimmt nach oben zu allmähig ab, wie man aus Tafel 99, Figur 1 ersieht, so daß die Brüstung der Laterne nur 13 Fuß Durchmesser besitzt. Die Gesamthöhe beträgt über 115 Fuß. Die Eingangsthür befindet sich 30 Fuß über dem massiven Felsen (s. Fig. B); man gelangt zu ihr mittelst einer Leiter, deren Wangen von Seilen, und deren Sprossen von Holz sind; sie wird bei niedrigem Wasserstande niedergelassen, und wenn das Wasser den Felsen bedeckt, hinaufgezogen. Frauenzimmer und andere Personen, die den Thurm nicht auf diese Weise besteigen wollen, werden mittelst eines kleinen Krahns, der an der Eingangsthür vorragt, in einer Art Portchaise hinaufgezogen (siehe Figur C).

Von der Schwelle der Thür führt ein enger Gang (s. Fig. C) nach einer 13 Fuß hohen Treppe. An diesem Theile des Thurms, B, ist die Mauer 7 Fuß stark. Diese Dimensionen nehmen vom Obertheile der Treppe bis zur Mauer, welche die Laterne stützt, und nur 1 Fuß stark ist, allmählich ab. Die obere Hälfte des Gebäudes enthält sechs Zimmer, die den Thürmern als Wohnung, und zur Aufbewahrung der für die Anstalt nöthigen Vorräthe dienen. Das unterste dieser Gemächer C befindet sich am Obertheil der eben erwähnten Treppe. Dieses Gemach wird fast nur von Wasserkrüben, Brennholz und andern viel Raum erfordernden Gegenständen eingenommen; in dem nächsten Gemache D befinden sich die Delkrüge, Fensterscheiben, Lampen und andere für den Bedarf der Laterne bestimmten Artikel. Das dritte E dient als Küche, das vierte F als Schlafkammer; das fünfte G als Bibliothek und Gastzimmer, und endlich ist das sechste oder höchste Zimmer H dasjenige, wo sich die Lichter befinden.

Die Fußböden der verschiedenen Stockwerke sind mit Steinen gepflastert. Man gelangt aus dem einen in das andere auf hölzernen Leitertreppen, und nur im obersten Gemache, wo alles feuerfest seyn muß, ist auch die Treppe von Eisen. Jedes der beiden untern Gemächer hat nur zwei Fenster; von den obern besitzt aber jedes deren vier. Es sind durchgehends Doppelfenster mit Spiegelglas angebracht, die des Nachts und bei stürmischem Wetter von außen durch hölzerne Laden geschützt sind. Die Mauer, welche der Laterne als Brüstung dient, ist fast 6 Fuß hoch; sie besitzt eine Thür, durch welche man auf den Balkon tritt, der durch das sich um den ganzen Thurm herumziehende Mauerband, ober einen Karnis gestützt wird. Der Bal-

kon ist mit einem gußeisernen Geländer umgeben, dessen Füße aus Bronze bestehen.

In der Küche befindet sich eine Art Kofst oder Heerd von Gußeisen, und eine ebenfalls gußeiserne Haube zum Abziehen des Rauchs; der Schlot geht durch alle darüber befindlichen Stockwerke und heizt dieselben. Die Thüren, Treppen, Bettstellen und das ganze Möblement sind sehr nett gearbeitet.

Den 2. Februar 1811 wurden die Lampen zum erstenmale angebrannt. Die Laterne verbreitet einen sehr hellen Schein, der bei heiterem Wetter auf acht Seemeilen Entfernung sehr deutlich sichtbar ist. Das Licht ist abwechselnd roth und weiß. Es wird Del gebrannt, und die Lampen sind argantische. Die Reverberen sind, wie gewöhnlich, von Kupfer und mit Silber plattirt; sie haben 2 Fuß Durchmesser, und der Abstand vom Brennpuncte bis zum Gipfel der Paraboloides beträgt $4\frac{1}{2}$ Zoll. Der Abstand des Gipfels bis zur Ebene der Oeffnung, oder, mit andern Worten, die Tiefe der Reverbere beträgt etwa 1 Fuß; die runden Dochte haben $\frac{3}{4}$ Zoll Durchmesser.

Die Reverberen sind auf einem großen eisernen Gestelle befestigt, welches vier senkrechte Wände darbietet. (S. Tafel 99, Figur 1.) Die Reverberen des weißen Lichtes befinden sich auf zwei einander entgegengesetzten Seiten; es sind ihrer sieben, und sechs davon entsprechen den Winkeln eines regelmäßigen Sechsecks, während der siebente sich in der Mitte desselben befindet. An den beiden andern Wänden des Gestelles befinden sich je 5 Reverberen, die das Licht durch rothe Scheiben werfen. Sie liegen in den vier Winkeln eines Quadrats, und der fünfte in der Mitte.

Der Abstand von der Ebene der Höhlung der zuletzt erwähnten Reverberen, bis zu den gefärbten Scheiben, beträgt etwa 2 Zoll. Die Scheiben sind auf der äußern Seite etwas conver, damit sie nicht so leicht zerbrechen. Ihre Einfassung besteht aus zwei ebenen kupfernen Ringen, welche zusammengeschräubt sind.

Diese gefärbten Scheiben wurden zu London angefertigt. Sie bestehen aus gewöhnlichem Kronglas, und sind etwa $\frac{1}{8}$ Zoll stark; ihr Durchmesser ist der Oeffnung des Reverbere gleich; sie sollten aber eigentlich so weit seyn, wie der Durchschnitt der bis zu ihnen fortgesetzt gedachten Paraboloides des Reverbere, indem auf diese Art die kupferne Einfassung dem Lichte gar nicht im Wege seyn würde. Ein solches Glas kostet, sammt dem kupfernen Ringe, 9 Pfd. 14 Sch.

Als ich im Jahr 1817 Schottland besuchte, hielt man es in Frankreich für unmöglich, farbige Scheiben herzustellen, welche ihre Farbe dem Lichte auf große Entfernungen mittheilen könnten. Ich beschloß, in dieser Beziehung die Wirkung des Leuchtturms von Bellrock ganz besonders zu beobachten, und es bot sich mir hierzu sehr gute Gelegenheit dar, indem ich acht Tage durch widrige Winde an der Küste von Arbroath zurückgehalten wurde, ehe ich den Leuchtturm besuchen konnte. So beobachtete ich denn dessen Schein genau des Abends, Nachts und Morgens bei vollkommener Dunkelheit und hellem

Mondscheine, und immer ließ sich das weiße Licht sehr deutlich von dem rothen unterscheiden.

Das weiße Licht scheint länger als das rothe; es bleibt etwa zehn Secunden sichtbar. Sein anfangs schwacher Glanz, nimmt allmählig zu, leuchtet dann einen Augenblick äußerst blendend, und nimmt dann mit derselben Regelmäßigkeit ab. Dann tritt eine Pause ein, während deren gar kein Licht sichtbar ist. Hierauf fängt das rothe Licht an zu erscheinen; es nimmt zu, erreicht den höchsten Glanz, nimmt ab, und weicht nach einer kurzen Pause der Dunkelheit, welche wieder von dem weißen Lichte verdrängt wird. Das rothe Licht hält, wie gesagt, weniger lange an, als das weiße, was theils von der geringern Anzahl der rothen Lampen, theils von der größern Zerstreuung des rothen Lichtes herrührt. Ich habe bemerkt, daß das letztere, in der Entfernung von 12 Meilen von dem Leuchtturme, eine merklich andere Farbe hat, als die gefärbten Gläser, deren Noth in das Drangensfarbene zieht. In der Entfernung ist dagegen das Licht rein roth, oder selbst in's Purpurrothe ziehend. Dieser Unterschied ist vielleicht der bläulichen Färbung der Atmosphäre zuzuschreiben. Mondschein hat auf die Farbe der beiden Arten von Licht keinen, und auf deren Helligkeit beinahe keinen Einfluß. Während der Dämmerung schien mir das weiße Licht weniger rein, und das rothe glänzender. Bei Annäherung des Morgens nahm die Helligkeit stufenweise ab.

Ein äußerst sinnreicher und zweckdienlicher Mechanismus setzt das Gestelle, auf welchem sich die Lampen befinden, in drehende Bewegung. Dieß Gestelle ist, wie gesagt, von Eisen, und so leicht, als die nöthige Festigkeit es gestattet. Es dreht sich auf einer stehenden Welle, die durch Zahnräderwerk, welches sich beliebig in und außer Eingriff rücken läßt, indem man ein auf der Welle sitzendes Rad hin- und herschiebt, in Bewegung gesetzt wird. Das ganze viereckige Gestelle dreht sich binnen 6 Minuten einmal herum, so daß jeder Theil des Horizonts alle drei Minuten einmal von rothem und weißem Licht getroffen wird. Anfangs drehte sich das Gestelle geschwinder; allein die Abwechselungen von weißem und rothem Licht fanden zu schnell statt, und konnten daher auf der hohen See nicht deutlich genug unterschieden werden.

Um die Laterne mit frischer Luft zu versorgen, endigen sich in derselben an der seitlichen Oberfläche der Wände, senkrechte Rüge, die mit den untern Stockwerken communiciren. Die zur Ableitung des Rauchs jeder Lampe dienenden Röhren vereinigen sich zu einer stärkern, welche durch den Gipfel des sich drehenden Gestells streicht, und den Rauch über den Raum treibt, durch den die zurückgeworfenen Lichtstrahlen fallen. Er verbreitet sich hierauf unter der Kuppel, und entweicht zuletzt durch eine senkrechte Röhre, in der Mitte der Kuppel. Durch die Flamme und den Rauch wird die Laterne im Winter hinreichend geheizt, um das Del, bevor es die Dochte erreicht, am Gefrieren zu verhindern. Der aus den untern Stockwerken kommende und durch die Laterne geführte Schlot wirkt hierzu ebenfalls mit. Die Rahmen, in welchen die Scheiben der Laterne sitzen, sind, wie die Kup-

pel, von Kupfer, indem dieses Metall der Witterung besser troßt, als Eisen.

Um ferner die Seefahrer auch dann zu warnen, wenn eine wolfige oder nebelige Atmosphäre, oder Schneegestöber sie verhindert, den Leuchtturm oder die Lichte zur rechten Zeit zu sehen, werden zwei große Glocken, von denen jede 5 Centner wiegt, durch die Maschinerie, welche die Reverberen dreht, bei Tag und bei Nacht geläutet. Eine horizontale Welle welche durch denselben ersten Beweger gedreht wird, wie die stehende Welle des Reverberen-Gestells, ist mit einem Hebedäumen versehen, der nacheinander zwei Hämmer hebt, die beim Niederfallen an diese beiden Glocken schlagen, von denen sich die eine südlich, die andere nördlich von der Laterne befindet. (S. Taf. 99, Fig. H.) Jede halbe Minute ertönt eine dieser Glocken. Bei nebligem Wetter, wo die Atmosphäre den Schall vorzüglich gut fortpflanzt, hört man diese Glocken viel weiter, als die Klippen reichen, und so werden die Schiffe weit eher, als sie den Schein des Leuchtturms entdecken können, vor der Gefahr gewarnt.

Mit den zu Arbroath angestellten Wächtern finden vom Leuchtturme aus, durch besondere Signale Mittheilungen statt. Diese werden mittelst einer schwarz angestrichenen Kugel bewirkt, durch deren Mitte ein senkrechter Mast geht. Derselbe ist an der Kugel befestigt, über die er sich bedeutend erhebt. Je nachdem sich die Kugel am Fuße, in der Mitte oder an der Spitze des Mastes befindet, werden drei verschiedene Signale gebildet, welche anzeigen, ob die Thürmer irgend einen Artikel oder Beistand brauchen. Eine an der Spitze des Mastes aufgezogene Flagge zeigt an, daß die See hoch und rubia genug ist, um das Landen an dem Felsen zu gestatten. Vom Leuchtturme aus sieht man die Kugel, mit der am Ufer Signale gegeben werden, gegen die hinter Arbroath sich erhebenden Berge; dieselbe ist vergolbet, und deshalb nicht hinreichend sichtbar. Besser wäre es, man hätte sie weiß angestrichen. Ueber den Mast des Leuchtturms erhebt sich ein Blitzableiter.

Den Dienst auf dem Leuchtturme versehen ein Oberthürmer oder Obervoigt, dessen Stellvertreter und zwei Gehülfen. Diese erhalten resp. 60, 55 und 50 Guineen jährlich, und alle drei Jahre, wie alle Wächter auf den nördlichen Leuchttürmen, einen vollständigen Anzug. Während sie den Leuchtturm bewohnen, erhalten sie bestimmte Rationen an Brod, Butter, Rindfleisch, Gemüse, Hafermehl und Gerstenmehl. Außerdem erhalten sie Dünnbier und etwa 12 Kreuzer täglich, um Thee und andere Bedürfnisse einzukaufen. Zu Arbroath ist eine Reihe Häuser gebaut worden, wo jeder Wächter für sich und seine Familie drei Zimmer angewiesen erhält. Zu jedem Logis gehört ein Garten, und jede bei dem Leuchtturm angestellte Person hat in der Kirche einen Stuhl. Hart an diesen Häusern ist ein 50 Fuß hoher Signalthurm gebaut, der zum Communiciren mit dem Leuchtturme dient, und auf dem sich ein Observatorium mit einem trefflichen Fernrohr befindet. Drei von den Wächtern befinden sich beständig auf dem Bellrock. Der vierte hat den Signalthurm am Ufer zu besichtigen.

Wenn die Witterung den regelmäßigen Ablösungen nicht hinderlich ist, bleibt jeder Wächter abwechselnd 6 Wochen auf dem Leuchthurm und zwar am Ufer. Um den Bellrock und die Leuchttürme von Inchkeith und der Insel May mit Bedürfnissen zu versehen, hat man einen schönen Kutter von 50 Tonnen gebaut, welcher der Pharos heißt, und auf dem Vordertheile ein Modell des Gebäudes trägt. Der Obersteuermann und die Matrosen erhalten feste Bezahlung, und haben in den erwähnten Häusern zu Arbroath freie Wohnung.

Die Thürmer führen ein regelmäßiges Tagebuch, in welches deren Beobachtungen über den Barometer- und Thermometerstand, den Zustand der Atmosphäre, die Kraft und Richtung des Windes u. s. w. eingetragen werden. Dieß geschieht, so oft sie abgelöst werden; denn sie wachen so regelmäßig, wie die Steuermänner auf der See. Jede Wache dauert vier Stunden.

Sie besitzen eine kleine Bibliothek, in der sich gute belletristische, naturhistorische und religiöse Schriften befinden. Sie halten eines der monatlich erscheinenden wissenschaftlichen Journale. Auf diese Weise beschäftigen sich bloße Arbeitsteure in ihren einsamen Musestunden auf einem mitten im Ocean liegenden Felsen, um den Fortschritten des menschlichen Verstandes zu folgen. Viele ähnliche an Ort und Stelle gemachte Beobachtungen haben mich überzeugt, wie verbreitet wissenschaftliche Kenntnisse selbst unter den untersten Classen der Schotten sind.

Auf dem Bellrock werden auch junge Leute angelernt; sie haben eine ziemlich strenge Lehrzeit zu bestehen. Erst bleiben sie mehrere Monate auf dem Felsen; alsdann läßt man sie, wie die übrigen Wächter, abwechselnd an's Ufer gehen. Wenn sie die Lampen und Reverberen gehörig zu putzen, poliren und zu stellen verstehen, schickt man sie als Gehülfsen nach andern unter der Aufsicht der Commission stehenden Anstalten, und so wie eine Stelle aufgeht, so wird einer derselben Oberwächter.

Auf dem Bellrock existirt ein Fremdenbuch, in welchem ich jedoch, außer einigen Versen, die Walter Scott selbst eingeschrieben, nichts Bemerkenswerthes gefunden habe.

Erklärung von Tafel 99 und 100.

Tafel 99, Figur 1, allgemeiner Aufriß.

Fig 2, allgemeiner Durchschnitt.

Fig. A, ein Theil von der untersten Steinlage, die 42 Fuß im Durchmesser hat. Man sieht hier, wie der durch und durch massive Theil des Leuchtturms, der bis zur Eingangsthür reicht, von der Mitte nach dem Umkreise zu, aus schwalbenschwänzig zugehauenen Steinen erbaut ist.

Fig. B, die obere Ansicht der 27ten Steinlage, oder der ersten der Treppe. Diese Lage befindet sich $32\frac{2}{3}$ Fuß über dem Felsen, und der Eingang zu dem Gebäude befindet sich auf derselben.

Fig. C, die 39ste Steinlage und der Fußboden der Vorraths-

Kammer, welche sich 45 Fuß 11 Zoll über dem Grunde befindet. Man sieht in diesem Grundrisse die Maschinerie, die zum Hinaufziehen der Vorräthe dient.

Fig. D, der Fußboden der Kammer, in welcher sich die Vorräthe für die Laterne befinden. Er wird durch die 48ste Steinlage gebildet, welche sich 55 Fuß 10 Zoll über den Grund erhebt. Die in diesem Gemache befindlichen verzinneten kupfernen Gefäße enthalten etwa 1100 Gallonen Del, oder so viel, als in einem Jahre auf dem Leuchthurme verbrannt wird.

Fig. E, der Fußboden der Küche auf der 57sten Steinlage, die sich 65 Fuß 8 Zoll über den Grund erhebt; a ist der von der Mauer vollkommen abgebundene Kofst.

Fig. F, der Fußboden des Schlafgemachs, oder die 66ste Steinlage, die sich 75 Fuß 8 Zoll über den Grund erhebt. Die beiden in dieser Figur sichtbaren Bettstellen enthalten übereinander je drei Lager, und reichen vom Fußboden bis zur Decke.

Fig. G, das Fremdenzimmer und die Bibliothek auf der 78sten Steinlage, 85 Fuß 11 Zoll über dem Grunde.

Fig. H, der Fußboden der Laterne auf der 86sten Steinlage des Gebäudes, 97 Fuß 9 Zoll über dem Grunde. Die Trommel, auf welche das Seil gewickelt ist, welche das umgehende Werk in Bewegung setzt, welches sowohl das Lampengestelle dreht, als die Glocken anschlägt, ist in der Mitte sichtbar. Das Gewicht, welches die Bewegung hervorbringt, sieht man in der Durchschnittsfigur, Fig. 2, in der durch das ganze Grundgemäuer gehenden röhrenförmigen Lücke. Das Seil wird zwischen Rollen senkrecht durch das ganze Gebäude geleitet (siehe Fig. 2). In Fig. H sind die beiden Glocken abgebildet.

Fig. I, der Grundriß der Laterne. Man bemerkt die Reverberen, deren Gestell u. s. w. Die Höhe vom Grunde bis zur Sohlschwelle der Fenstereinfassung beträgt 102 Fuß 6 Zoll, und von da bis zur Kuppel 13 Fuß 4 Zoll. Die obere und untere (vordere und hintere?) Seite des Reverberengestelles, Fig. I, dienen für die weißen, und die rechte und linke Seite für die rothen Lichter.

Tafel 100, Fig. A, das Zufluchthaus, welches errichtet wurde, um während des Baues des Leuchthurms den Arbeitern Schutz zu gewähren.

Fig. B, der Fußboden der Gallerie, wo die Mörtelanmenger und die Schmitze arbeiteten. Man bemerkt daselbst die Mörteltröge, den Blasebalg, die Desse und den Ambos. Bei sehr nebligem Wetter war das Pochen der Schmiedehammer den Matrosen des Lichterschiffs sehr nützlich, indem dieß Schiff sonst gewiß am Felsen gescheitert seyn würde.

Fig. C, der Fußboden der Küche mit den Vorrathsfässern, dem Heerde und einem kleinen Rettungsboote, welches an von den Hauptbalken des Gebäudes vorstehenden Holzern hing.

Fig. D, der Fußboden der Kammern des Ingenieurs und seiner Gehülfn.

Fig. E, der obere Boden für die Feuerwerker. Man bemerkt daselbst den Grundriß der fünffach übereinanderstehenden Bettstellen.

Fig. F, Durchschnitt der Verankerung einer der großen eisernen Stützen, welche die Hauptbalken an der Basis mit dem Grunde verbunden.

Fig. G, vordere Ansicht eines der Hauptbalken mit der in den Felsen versenkten Stütze.

Fig. H, zwei der als Steifen dienenden Ketten mit der zum Straffziehen dienenden Vorrichtung. Beide Ketten stoßen in dem Ring zusammen, welcher an einen der Döbel befestigt ist, die etwa 20 Zoll in den Felsen eingelassen, und mit Holz und Eisen fest verkeilt waren.

Dieses Gebäude wurde während des Winters ganz verlassen, und als die Arbeiter im Frühjahr zurückkehrten, in gutem Stande gefunden. Die Thür der Küche wurde bloß zuaklinkt, so daß, wenn im Winter ein Schiff am Felsen gescheitert wäre, die Schiffbrüchigen dort eine Unterkunft gefunden haben würden. Es befanden sich dort auch beständig Lebensmittel. Zum Glück ereignete sich kein Unfall der Art. Das Zufluchtsbaus ist in einem weit weniger verjüngten Maasstabe gezeichnet, als der Leuchthurm, und die Figuren F, G und H sind verhältnißmäßig noch größer.

Brücken, in alphabetischer Ordnung.

Die Adrie = Brücke.

(Tafel 107 und 108. Nr. 7.)

Diese Brücke befindet sich auf der Straße von Epy = side, 8 englische Meilen von Grantown. Mittelst dieser Straße und der Militärstraße zwischen Pittmain und Grantown, ist eine Communicationslinie quer durch die ganze Insel, durch die Thäler des Spiers und Epy hergestellt. Spannung des Bogens 30 Fuß.

Die Aultmore = Brücke.

(Tafel 107 und 108. Nr. 10.)

Diese Brücke dient zum Uebergang über den Aultmore und Redburn auf der Straße von Luip. Spannung des Bogens 26 Fuß, Höhe 40 Fuß.

Die Bonar = Brücke in Sutherland.

(Tafel 107 und 108. Nr. 4.)

Von Dingwall zieht sich die Straße von Fearn nach den nördlichen Gränzen von Ross = shire hin, wo das Fluthbette des Dornoch den Weg nach Sutherland und Caithness unterbrach, und man auf einer unbequemen und gefährlichen Fähre übersehen mußte. Man nannte sie die Nickle = Fähre, und es waren schon verschiedene Vorschläge zur Verbesserung und Verlegung nach Griech u. s. w. gemacht worden. Allein ein kühner Entschluß der reichen Grundbesitzer der

Grasschaft Sutherland gab den Ausschlag. Es wurden Gelder zum Aufbau einer Brücke bei Bonar über das Fluthbette zusammengelagt, und das Werk im Jahre 1812 vollendet. Die Brücke besteht aus einem eisernen Bogen von 150 Fuß, und zwei steinernen Bogen von 60 und 50 Fuß Spannweite.

Im Jahre 1804 hielt der eiserne Bogen, ohne Beschädigung, einen gewaltigen Stoß aus. Dieser rührte von einer unregelmäßigen Masse her, die aus einer großen Anzahl von zusammengefrorenen Fichtenstämmen bestand. Diese Stämme, welche aufrecht standen, trafen den Bogen mit solcher Kraft, daß das Krachen des Holzes auf eine große Entfernung gehört wurde; allein die Brücke erlitt durch dieß heftige Zusammentreffen weder einen Riß, noch eine sonstige Beschädigung. Im Jahre 1818 hatte sie von der andern Seite eine ähnliche Probe zu bestehen; denn da sie sich an einer schmalen Stelle des Fluthbettes befindet, wo die Fluth mit großer Heftigkeit einströmt, so wurde ein Schooner unter die Brücke getrieben, und derselbe verlor seine Masten, während der eiserne Bogen unverseht blieb.

Da sich diese Brücke als so gut bewährt hat, so wird es nicht unpassend seyn, wenn wir über die Eigenthümlichkeiten ihrer Construction einige nähere Nachweisungen geben.

Die Brücke besteht aus aufgemauerten Widerlagern, Sohlplatten, welche in die Widerlager eingelassen sind, und an welche die Hauptrippen mit den Enden anstoßen, den Hauptrippen mit deren Verbindungsplatten und Ankern oder Zangen, roßförmigen Deckplatten, welche oben auf die Rippen befestigt sind, Tragstangen, die auf den Stützen liegen, Wegplatten, auf die der Kies u. s. w. kommt, Seitenplatten und einem Geländer.

Bei'm Aufbau der gemauerten Widerlager ist die Herstellung eines festen Grundes, und die Beschaffung von guten Materialien und Arbeitern höchst wichtig, damit das Werk dem Seitendruck der Bogens gehörig widerstehen könne. Von der Unzulänglichkeit des Widerlager in diesem Stücke rührt es her, daß bieber die eisernen Brücken häufig nicht den davon geheuten Erwartungen entsprachen, was man fälschlicherweise dem Eisenwerk Schuld gab. Bei der Brücke von Bonar ist das Mauerwerk des nördlichen Widerlagers an der Sohlplatte 15 Fuß dick, und außerdem leisten noch die tiefen Flügelmauern, von je 6 Fuß Stärke, Widerstand; das südliche Widerlager ist ebenfalls 15 Fuß stark, und wird von dem Gegendruck der einen Hälfte eines 60 Fuß weiten steinernen Bogens getroffen. Die beiden Widerlager unterscheiden sich von denen anderer eisernen Brücken dadurch, daß deren Vorderseiten nach dem Bogen zu, in der Richtung des Radius streichen, wie man an dem Aufriß der Brücke Figur 1 sieht.

Die in Figur 3 dargestellte Sohlplatte ist 16 Fuß lang, und da die Widerlager nur aus Brocken-Mauerwerk bestehen, 4 Zoll dick; sie besitzt drei Oeffnungen, jede von 4 Fuß Länge und 15 Zoll Breite. Diese Platten sind mit Ausladungen versehen, welche die zur Aufnahme der Enden der Rippen geeigneten Vertiefungen bilden.

Es sind vier Hauptrippen vorhanden, von denen jede nach der Richtung ihrer Länge aus fünf Stücken von 31 Fuß Länge, 3 Fuß Höhe, und $2\frac{1}{2}$ Zoll Stärke besteht, die, wie Fig. 1 zeigt, mit dreieckigen Deffnungen versehen sind, so daß alle massiven Theile 6 Zoll breit bleiben. Diese durchgängige Gleichheit der Dimensionen ist beim Eisenguß wichtig, damit Alles gleichförmig verkühle; sie ist hier zum erstenmal in Anwendung gebracht worden.

Die verschiedenen Stücke der Rippen werden mittelst Platten, oder sogenannter Janggen verbunden, welche sich nach der Breite des ganzen Bogens erstrecken. Dieselben sind so hoch wie die Rippen, also drei Fuß, und ihre Stärke beträgt ebenfalls $2\frac{1}{2}$ Zoll. Sie besitzen Deffnungen von 4 Fuß Länge und 15 Zoll Breite (s. Figur 4). Die Löcher dieser Querverplatten entsprechen denen in den Bundausschlüssen am Ende der Hauptrippenstücke, und wurden zuerst bei den Bögen der großen Wasserleitung von Pont-Cy-Sytle über den Fluß Dee in Denbighshire angewandt. Sie gewähren den Rippen eine außerordentliche Festigkeit.

Der eiserne Bogen besteht, wie gesagt, aus vier parallelen Hauptrippen, die je 5 Fuß weit von einander abstehen, und am Ende jedes Stückes von 30 Fuß befinden sich an den untern Rändern zwei Querverzangen. Diese Querverzangen bestehen aus dünnen aufeisernen Röhren, welche in die Zwischenräume der Hauptrippen eingesetzt sind, und dieselben vor dem seitlichen Ueberweichen schützen. Eine 15 Fuß lange eiserne Stange geht durch sämmtliche Rippen und Röhren, und da sie an den Enden gehörig fest gemacht ist, so zwingt sie den untern Theil sämmtlicher Rippen, gehörig Strich zu halten. Diese Querverzangen oder Riegelstangen sind in Fig. 5 abgebildet.

Quer über den obern Theil der auf diese Weise verbundenen Hauptrippen, sind durchbrochene Deckplatten, welche mit den Rippen selbst einige Ähnlichkeit haben, mittelst kleiner an den Rippen angegoßner Zapfen befestigt, welche durch entsprechende Löcher in den Deckplatten CC, Fig. 6, gehen. Diese Platten sind an ihren Bundlappen durch kleine Schraubenbolzen zusammengeschlossen, und halten auf diese Weise das Obertheil der Rippen unbeweglich, was für die Festigkeit der Brücke ungemein wichtig ist, früher aber nicht in gleichem Grade erreicht wurde.

Mitteltst der an den Fugen querüberstreichenden Platten, der Querverzangen und dieser gegitterten Deckplatten, welche bei der Brücke von Bonar zum erstenmal angewandt wurden, könnten Hauptrippen von weit größerer Tiefe als 3 Fuß in ihren senkrechten Ebenen erhalten, und zu einem in allen seinen Theilen unbeweglichen Gestelle vereinigt werden; auf dieses Gestelle kommen die Stützen des Brückenpfeades und statt, wie bei andern Brücken, die Gestalt von Kreisen oder senkrechten Säulen zu haben, sind sie hier, wie man in Figur 1 sieht, rhomboidisch oder dreieckig, so daß sie gerade Linien bilden, deren Richtung so beschaffen ist, daß sie sich nicht leicht verschieben lassen, und den Druck in der Richtung des Radius des Bogens fort-

pflanzen. Diese Stützen sind mit den untern Enden in Löcher eingesezt, die sich in den Köpfen der Zapfen CC, Fig. 6, befinden, während die oberen Enden in ähnlichen Löchern der auf diese Weise gestützten Tragstangen liegen. Die Kreuzstellen der Stützen sind durch Querzangen, d. h., Röhren und schweißeiserne Stangen, befestigt, die denen an den untern Enden der Hauptrippen ähnlich sind. Der Querdurchschnitt jeder Stütze zeigt zwei Flächen, die einander unter einem rechten Winkel kreuzen, und zusammen 2 Zoll Quadrat Flächenraum darbieten. Diese Form wurde zuerst bei den Stützen einer gußeisernen Wasserleitung angewandt, die im Jahr 1796 unter Hrn. Telford's Direction über den Shrewsbury-Canal geführt wurde.

Auf das Obertheil der Tragstangen sind die Seitenplatten gelegt, die, wie gewöhnlich, mit gußeisernen Bundlappen versehen, und mit Schraubenbolzen befestigt sind. Die Brückenbahn, deren Seitenplatten, und das Geländer bieten nichts Besonderes dar, und brauchen daher nicht beschrieben zu werden.

Da die Stützen breit und so große Bogen bedeutend hoch seyn müssen, so sind in der durch Figur 7, welche einen Durchschnitt des Bogens am rechten Ende der Figur 1, vorstellt, erklärten Lage diagonale Streifen oder Kreuzbänder angebracht, welche früher bei eisernen Brücken noch nicht angewandt worden, aber eine höchst zweckmäßige Zugabe sind.

Oben auf den steinernen Widerlagern sind die Enden der Tragstangen in eine gußeiserne Platte schwalbenschwänzig eingesezt. Diese Platte ist nach der ganzen Breite der Widerlager in das Mauerwerk eingelassen. Von dieser Platte aus sind Zangen, die zur Sicherung der Stangen dienen, durch das Mauerwerk geführt, und an ein in den Flügelmauern in beträchtlicher Entfernung von deren First eingelassenes Balkengerüste befestigt, und da auf diese Weise der ganze eiserne Bogen sammt den darüber befindlichen Theilen der Brücke zu einem dauerhaft verbundenen Ganzen vereinigt ist, so kann in der Mitte keine Senkung stattfinden, ohne daß ein beträchtlicher Theil des Mauerwerks der Widerlager mit fortgezogen wird. Diese Sicherheitsmaßregel ist hier zum erstenmal angebracht worden.

Die Ausführung dieses wahrhaft gemeinnützigen Unternehmens, kostete 14000 Pfd. Sterl. Die großen Grundeigenthümer von Sutherland haben sich dadurch ein bleibendes Denkmal ihrer Vaterlandsliebe gesetzt, und der Baumeister damit viel Ehre eingelegt. Durch den unermüdblichen Eifer der Herren Simpson und Gargill, welche den Bau vertragsmäßig übernommen hatten, wurde dieß große Werk ein ganzes Jahr früher vollendet, als die im Contract festgesetzte Zeit abgelaufen war.

Erklärung der Figuren. — Tafel 107 und 108, Figur 1. Aufsicht. Figur 2. Grundriß. Figur 3, Sohlplatte. Figur 4, Verbindungsplatte. Figur 5, Bindschiene oder Zange. Figur 6, geiterte Deckplatte. Figur 7, Querdurchschnitt, genommen am rechten Ende des eisernen Bogens Figur 1, um die Art und Weise zu zeigen,

wie die Kreuzbänder angebracht sind. Die Figuren 3 bis 7 sind, der Deutlichkeit wegen, in einem bedeutend größern Maassstabe gezeichnet, als die übrigen.

Die Bourbon'sche Hängebrücke.

(Tafel II.)

Eine eiserne Hängebrücke, welche von Herrn Brunel in England für die Insel Bourbon hergestellt worden ist.

Allgemeine Bemerkungen über Hängebrücken.

Früher als in Europa, wurden schon in Asien Hängebrücken gebraucht, bei denen man entweder Seile oder eiserne Ketten anwandte. In China und Tibet haben europäische Reisende jene kühnen Bauwerke bewundert, und durch Abbildung derselben ihre Reisebeschreibungen verschönert. Wir erfahren durch sie, daß eines der größten Werke dieser Art, die über den Jampoo führende Brücke von Chuka seit unvordenklichen Zeiten existirt habe. Allein die morgenländischen Nationen sind, in Ansehung dieser Bauwerke, so wie anderer Zweige des menschlichen Kunstfleißes, in denen sie vor Alters gewaltige Fortschritte gemacht hatten, vollkommen zum Stillstand gelangt. So errichteten, z. B., die Einwohner von Tibet und China Hängebrücken, auf denen man Lastthiere über die breitesten Ströme treiben konnte. Allein sie dachten nie an Errichtung einer Brücke, über welche Wagen mit Sicherheit fahren konnten. Dieser große Fortschritt war den abendländischen Nationen vorbehalten. Derselbe Mangel an dem Bedürfnis eines weitern Fortschreitens läßt sich bei den Nationen des amerikanischen Festlandes bemerken. Nach Robertson's Bericht bildeten die Peruaner aus geflochtenen Weidenzweigen sehr starke Seile, spannten mehrere derselben über Flüsse, und bildeten zwischen ihnen mit kurzen Seilen u. s. w. ein dichtes Gewebe, welches ihnen als Pfad diente; allein diese Brücken waren, wegen der Biegsamkeit des Materials, nach unten gebogen, und deshalb höchst unbequem.

In einem Lande, wo die ganze Natur durch die Grobartigkeit ihrer Formen mit der gewaltigen Ausdehnung desselben zu harmoniren scheint, in Nordamerika, sahen sich die Einwohner genöthigt über die breitesten Ströme und über gewaltige Abgründe Brücken zu schlagen. Um dies zu ermöglichen, mußten sie auf ein leichtes und wenig kostspieliges Verfahren bedacht seyn. Hängebrücken schienen ihnen diesen doppelten Vortheil darzubieten; sie suchten also eine dergleichen zu errichten, welche stark genug wäre, um Pferde und Wagen zu tragen, und dies kühne Unternehmen hatte einen vollständigen Erfola. Man erblickt jetzt über dem Wasserfall des Shuykiss eine Hängebrücke, welche über 300 Fuß lang ist, und nur von drei Punkten aus gestützt wird. Eine andere ist an vier Punkten gestützt, und dabei 470 Fuß lang, und eine dritte führt über den Merrimack, im Staate Massachusetts. Bei dieser sind der Stützpunkte nur zwei, und dieselben 243 Fuß von

einander entfernt. Die Spannweite steinerner Brücken kann sich hiermit durchaus nicht messen.

Von Nordamerika aus wanderte diese höchst schätzbare Anwendung der menschlichen Kunst bald nach Europa über, und wurde daselbst heimisch. Uebrigens muß man zugeben, daß die Idee, Hängebrücken auszuführen, schon längst auf europäischem Boden hervorgekeimt war, wie denn, z. B., Faustus Verentius in einem Anno 1625 herausgegebenen Werke dergleichen beschreibt. Es ließ sich erwarten, daß die praktische Ausführung dieser Brücken in Europa von derjenigen Nation ausgehen werde, welche sich durch die Benutzung des Gußeisens zur Ausführung großartigerer Werke vor allen übrigen Nationen hervorgethan hat.

Vor 80 Jahren schlug man in England über den Lees bei Winch, unfern Durham, eine Brücke von Eisendraht, welche für Fußgänger bestimmt war. Im laufenden Jahrhunderte wurden mittelst nebeneinander hinreichender Ketten, welche Querbalken und der Länge nach gelegte Breter trugen, Hängebrücken hergestellt, über die man mit Schubkarren fahren konnte. Hierher gehören z. B. die Brücken, welche man von einer Anhöhe zur andern schlug, um die Erde fortzuschaffen, die beseitigt werden mußte, um die hierauf mit Pulver loszusprengenden Marmorblöcke bloßzulegen, die zum Bau des großen Wellenbrechers bei Plymouth verwendet wurden. Diese Werke, welche ich zuerst auf dem Continente bekannt machte, und die Versuche des Capitän Brown wurden schon vor dem Jahre 1816 im südlichen England ausgeführt. Gegen das Ende des genannten Jahres hingen die Schotten an, Hängebrücken zu bauen, ohne dieselben jedoch anfangs für Pferde und Wagen einzurichten. Bei allen schottischen Hängebrücken sind keine eiserne Ketten, sondern eiserne Stäbe angewandt; in Ansehung des Hängewerks der Bahnen, bieten sie jedoch große Verschiedenheiten dar.

Zur Vereinfachung der Beschreibungen, werden wir diese zum Aufhängen dienenden eisernen Stangen Hängestäbe nennen. Es giebt Brücken, deren Hängestäbe von jedem Aufhangspuncte schräg nach der Plattform der Bahn gehen. Dieses vor mehr als 30 Jahren von Herrn Poyet in Frankreich in Vorschlag gebrachte System hat sich nicht als gut bewährt, und kann bei großen Brücken keine Anwendung finden. Die von den Ketten senkrecht nach der Bahn gehenden Hängestäbe sind erfahrungsmäßig in jeder Beziehung vorzuziehen.

Herr Stevenson, ein ausgezeichnete schottischer Baumeister, hat eine Art von Hängebrücken erfunden, die sich durch Originalität und Zweckmäßigkeit in vielen Stücken auszeichnet.

Bei diesem Systeme befinden sich die Hängketten, die in diesem Falle eigentlich Stützketten heißen sollten, unter der Bahn, und stützen dieselbe mittelst senkrechter gußeiserner Stangen, die durch kleine, in einer horizontalen Linie unter der Bahn befindliche eiserne Bögen in der gehörigen Entfernung von einander gehalten werden. Diese Bahn besteht aus einer Plattform von Gußeisen, auf der sich klein geklopfte Steine befinden, indem eine hölzerne Plattform durch ihr

Schwanken Schaden thut. Die Ketten streichen über beide Widerlager, sind hinter denselben niedergezogen, und endigen sich in dem Mauerwerk an einer Stelle, welche mittelst eines unterirdischen Ganges zu allen Zeiten zugänglich ist. An dem untern Ende der Kette befindet sich ein Kopf, welcher sich an der Basis einer conischen Röhre von Gußeisen stützt, durch welche die Kette geht. Diese fest von Mauerwerk umschlossene Röhre hält die Kette vollkommen fest. Herrn Stevenson's Ansicht zufolge, kann dieses System nur bei Brücken von nicht mehr als 200 Fuß Spannweite Anwendung finden.

Derselbe Baumeister führt in seinem höchst gediegenen Bericht von den Hängebrücken in Schottland diejenigen an, welche seit 1816 gebaut worden sind. In jenem Jahre errichtete man die von Galashiels, welche, obgleich sie 112 Fuß lang ist, nur 40 Pf. St. kostete. Die Eisendrähte, an denen sie hängt, haben einen sehr geringen Durchmesser. Die im Jahre 1816 errichtete Kings-Meadow-Brücke, welche in der Nähe von Peebles über den Tweed führt, kostete 160 Pf. Steel. Sie ist 110 Fuß lang und 4 Fuß breit. Die Hängebrähte von etwa $\frac{3}{10}$ Zoll Durchm. werden durch gußeiserne Röhren gestützt, die um die Breite der Brücke von einander entfernt und in den Boden eingegraben sind. Die Hängebrähte der Bahn, welche nicht senkrecht, sondern schräg, und deren fünf sind, hat man an eine eiserne Stange befestigt, die senkrecht in jede Röhre eingefügt ist. Die Bahn besteht aus schweißeisernen Rahmen, welche mit 6 Zoll breiten und $1\frac{1}{2}$ Zoll starken tannenen Brettern belegt sind. Zu jeder Seite der Brücke sind Ketten, welche als Stützen dienen, mit dem einen Ende in unterirdisches Mauerwerk und mit dem andern an die in die Röhren eingefügten Stangen befestigt. Endlich dienen zahlreiche Schraubenbolzen zum Anziehen und Nichten der Hängebrähte der Bahn und der Stützen.

Die Nordamerikaner fingen gegen das Ende des verfloffenen Jahrhunderts an, Kettenbrücken zu errichten. In England schlug Herr Telford schon im Jahr 1813 vor, an der Stelle, wo des Herzogs von Bridgewater Canal in den Mersey geht, eine Hängebrücke über diesen Fluß zu schlagen, indem dort ein äußerst lebhafter Handelsverkehr herrscht. Diese Brücke sollte nur vier Stützpunkte besitzen und aus drei Bögen von 500, 1000 und 500 Fuß Spannweite bestehen, also im Ganzen 2000 Fuß lang seyn. Die Größe und Kühnheit dieses Project's schreckte die Capitalisten, denen es vorgeschlagen war, ab; indeß erwährte es doch den Vortheil, daß das Publicum auf diese Art von Brücken aufmerksam gemacht wurde, und es wurden demzufolge viele Versuche über die Stärke des Eisens, und dessen Brauchbarkeit zu Hängebrücken angestellt. Das Resultat dieser Versuche findet man in Hrn. Barlow's, Professors der Mathematik an der Militärschule zu Woolwich, Werke über die Stärke von Holz und Eisen.

Im Jahre 1818 legte Herr Telford, der von Seiten einer Parlaments Commission mit Einrichtung einer neuen Communications-Linie zwischen London und Ireland durch Wales beauftragt worden

war. den Plan zu einer Hängebrücke vor, welche über den Seearm geführt werden sollte, welcher England von der Insel Anglesea trennt, und die Menai-Strasse heißt. Diesemal wurde der Vorschlag angenommen. Die Ausführung desselben ist bereits weit vorgerückt *), und scheint allen davon gehegten Erwartungen vollkommen zu entsprechen.

Capitän Brown hat die Ehre, die erste Hängebrücke für schwere Fuhrwerke in Großbritannien errichtet zu haben. Nach zehnjährigen eifrigen Versuchen, welche zum Zweck hatten, bei'm stehenden Tafelwerk der Schiffe Eisen statt Seilwerk anzuwenden, und statt der hanfenen Tawe eiserne Ketten einzuführen, hatte Capitän Brown nothwendig über die Stärke dieser Ketten viele Erfahrungen gesammelt. Da er eben so erfindungsreich als ausdauernd war, so paßte er ganz für ein solches Unternehmen. Er erbaute erst in seiner Manufactur von eisernen Ketten auf der Dogs Insel bei London das Modell eines Bogens von 100 Fuß Spannweite. Ich bin selbst mit Capitän Brown in einem Wagen darüber gefahren, ehe er diese Erfindung zur Herstellung kühnerer Werke benutzte. Da dieser erste Versuch befriedigend ausgefallen war, so konnte er darnach die Verhältnisse des Eisenwerks der Brücke einrichten, welche er bei Kelso über den Tweed schlug. Er führte dieses Werk mit dem vollständigsten Erfolg binnen weniger als 1 Jahr, nämlich vom August 1819 bis zum Juli 1820, aus. Die Kelso-Brücke ist auf Tafel 107 und 108 abgebildet.

Construction der Bourbon'schen eisernen Hängebrücke.

Nach Capitän Brown und Herrn Telford beschäftigte sich Herr Brunel mit der Construction von Hängebrücken. Er ordnete deren Theile so sinnreich und vollkommen, wie es sich von diesem genialen Baumeister erwarten ließ. Im Jahr 1823 war zu Sheffield das Gußeisenwerk zu zwei für die Insel Bourbon bestimmten Brücken vollendet. Beide mußten hinreichend stark seyn, um den Orkanen zu widerstehen, welche dort mit fürchterlicher Wuth nicht nur in horizontaler, sondern auch in senkrechter Richtung und binnen ungläublich kurzer Zeit aus allen Himmelsgegenden wehen. Herr Brunel bewirkte den nöthigen Widerstand, indem er ein doppeltes System von Ketten anwandte, nämlich: 1) die gewöhnlichen obern Hängeketten, und 2) die untern umgekehrten Ketten, welche mit der Brückenbahn durch senkrechte eiserne Stäbe zusammenhängen, welche eigentlich die Hängestäbe der umgekehrten Ketten sind. Um der Brückenbahn nach der parallel mit dem Strome streichenden Richtung Festigkeit zu verleihen, divergiren die untern Ketten, statt mit den obern in einer parallelen Ebene zu liegen, in der Nähe der Stützpunkte von denselben, wie man in dem Grundriß Tafel 109, Figur 2 deutlich sieht.

Die Brücke, von welcher wir sowohl den Aufriß Fig. 1, als den Grundriß Fig. 2 mittheilen, besitzt zwei Bögen. Die andere Brücke hat nur einen Bogen, dessen Spannweite so groß ist, als die der beiden hier abgebildeten Bögen zusammengenommen. Sie bietet übr-

*) Und bereits lange vollendet.

gens in ihrer Construction nichts Eigenthümliches dar, weshalb wir uns deren Abbildung ersparen können.

Was die Construction der hier abgebildeten Brücke betrifft, so wollen wir zuvörderst bemerken, daß der Abstand jedes der beiden Widerlager von dem Mittelpfeiler 132 Fuß, die Spannweite der Bögen im Lichten aber 122 Fuß beträgt.

Erstens. Von dem Pfeiler, und der auf demselben errichteten Säule. — Fig. c zeigt den Grundriß der Hälfte des Pfeilers, und die Basis der darauf errichteten Säule. Der Aufriß derselben wird durch Fig. d hinreichend erläutert. Der Längsaufriß und der Queraufriß der Säule werden durch Fig. a und b deutlich gemacht. Dieselbe (siehe Fig. a) besteht in der Mitte und auf jeder Seite der Brücke aus zwei schrägen Stücken, die nach oben zu gegeneinander lehnen. Die Seitenstücke sind mit denen in der Mitte verbunden; 1) oben durch ein einfaches Riegelstück; 2) etwa bei der Mitte durch zwei Querstücke, über welche sich St. Andreas-Kreuze erheben, welche durch schweißeiserne Kreuzbänder gebildet werden (s. Fig. b). Diese Kreuze verleihen dem obern Theil des Gestelles Festigkeit, ohne den unten befindlichen doppelten Weg für Fußgänger und Wagen im Geringsten zu versperren. Bei der Construction dieser Säule oder dieses Thürmchens sind schweißeiserne Bänder und gußeiserne Ständer auf eine höchst zweckmäßige Weise mit einander vereinigt, so daß Kostenersparniß, Leichtigkeit und Dauerhaftigkeit sämmtlich berücksichtigt sind.

Zweitens. Von den Widerlagern und deren Docks. — Das Mauerwerk jedes der Widerlager enthält einen unterirdischen Gang, durch welchen die umgekehrten Ketten streichen, und einen engen Bogen, durch den die Aufhängekette geht, und an dessen Fuß sich deren Stützpunkt befindet (s. Fig. 1). Ueber dem Pfeiler beider Widerlager befindet sich eine gußeiserne Docke, die aus zwei senkrechten Ständern, zwei schrägen Stützen, einem auf dem Pfeiler ruhenden offenen Rahmen, und einem horizontalen Riegelstück besteht, welches die Obertheile der beiden Ständer verbindet (s. Fig. a, f, g). Die Wangen dieses Gestelles sind durch starke Bolzen mit dem Mauerwerk verbunden, in welches sie tief eindringen.

Drittens. Ueber die Form und Befestigungsart der Hängeketten und umgekehrten Ketten. — Die Stützpunkte der Hängeketten befinden sich 24 Fuß 8 Zoll über dem Mauerwerk des Mittelpfeilers und 5 Fuß über dem der Widerlager. Die Ketten streichen rechts und links von den Hängestäben in der Mitte und an den Seiten der Brücke; es sind also 6 Paar Hänacketten vorhanden; diese bestehen 1) aus einer Reihe von langen Gelenken, deren mit einander parallel streichende breite Seiten senkrecht stehen, und die an beiden Enden abgerundet sind. Diese Gelenke sind beinahe mit einander in Berührung; 2) aus kurzen Gelenken von ähnlicher Gestalt, welche sich an jedem Ende der langen Gelenke rechts und links befinden, so daß derselbe Bolzen zugleich durch das halbkreisförmige Ende eines großen und zweier kleinen Gelenke geht (s. Fig. h) und

auf diese Weise jeder Bolzen für die beiden Hängeketten jedes Paares dient. Das Eisen zu den langen Gelenken ist rund; der Durchmesser desselben beträgt $1\frac{1}{2}$ Zoll. Die Gelenke sind 4 Fuß 6 Zoll lang. Das Eisen der kurzen Gelenke ist vierseitig und $1\frac{1}{2}$ Zoll ins Gevierte stark. Die Bolzen haben 2 Zoll Durchmesser.

Einer dieser Bolzen geht gleichfalls durch das Dehr eines Hängestabs und bildet auf diese Weise dessen obere Stütze. Zu jedem langen Gelenke gehört ein solcher Stab. Die Entfernung zwischen den Punkten, wo die Hängestäbe befestigt sind, beträgt, an den Ketten hin gemessen, 5 Fuß; gegen die Ständer hin, und bei jedem dritten Gelenke bestehen die Bolzen aus zwei halbkreisförmigen und einem kreisförmigen Stücke. Vermöge dieses Keils, welcher sich durch einen stärkern oder schwächern ersetzen läßt, kann man die Hängekette nach Bedürfniß verlängern oder verkürzen.

Im Aufriß, Fig. 1, sieht man eine horizontale Linie, und Gelenke in der Mitte der Hängestäbe; es geht nämlich eine eiserne Stange durch die vier ersten Stäbe jedes Bogens, welche durch Ringe streicht, die durch Dehre jedes der beiden Theile gehen, aus welchen diese Stäbe zusammengesetzt sind.

Die Construction der umgekehrten Ketten ist nicht so, wie bei den Hängeketten. Diese letztern bestehen aus langen Gelenken, welche eigentlich zwei Reihen eiserner Stäbe darbieten; die andern bilden nur eine einfache Reihe von Stäben, die an jedem Ende ein rundes Dehr besitzen, und zwischen Platten, von denen jede mit 3 Löchern durchbrochen ist, zusammengesügt sind. Der Durchmesser dieser Stangen beträgt $1\frac{1}{4}$ Zoll.

Figur k erläutert die Art und Weise, auf welche zwei Stangen der umgekehrten Ketten und einer der untern Hängestäbe zusammengesügt sind. Aus diesen Figuren ersieht man, daß zwei mit drei Löchern durchbohrte platte Gelenke zu zwei Gelenkstäben der umgekehrten Kette und dem zwischen ihnen stehenden Hängestab gehören, und daß diese Theile durch drei Bolzen verbunden werden. Diese untern Hängestäbe haben $1\frac{1}{2}$ Zoll Durchmesser; der obere Theil derselben geht dicht neben einem der obern Stäbe durch die entsprechenden Balken, und ist an seinem Kopfe mittelst einer Schraube befestigt. Der letzte Stab der umgekehrten Kette nach der Mitte des Flusses zu, ist doppel, durchsetzt das Mauerwerk des Pfeilers nach dessen ganzer Dicke, und ist da, wo er heraustritt, in eine große aufeiserne Platte eingesügt. Auf diese Weise muß ein großer Theil des Pfeilers die gewaltige Spannung tragen, welche die umgekehrten Ketten bei Stürmen, und wenn der Wind nach oben bläst, auszuhalten haben. Das andere Ende der umgekehrten Ketten ist auf dieselbe Weise an die Widerlager befestigt.

Eine der sinnreichsten Einrichtungen hierbei ist, meiner Ansicht nach, das Aufhängen der Ketten am Obertheil des auf dem Mittelpfeiler der Brücke stehenden Thürmchens. In Fig. b sieht man kleine bewegliche eiserne Rahmen, welche die Gestalt eines Rechtecks haben,

von welchem zwei Seiten senkrecht, und zwei waagrecht sind. Zu jeder Kette gehört ein solcher Rahmen; die obere horizontale Seite, welche den Zapfen bildet, auf der sich der Rahmen dreht, ruht an beiden Enden in einer Pfanne am Gipfel des Thürmchens in der Ebene der einen Hängekette, und die untere horizontale Seite dient den beiden obersten Gelenken der Hängekette, und der Verwahrungskette zugleich als Stütze und als Drehungsbolzen. Der Durchmesser der beiden horizontalen Seiten beträgt $2\frac{1}{2}$ Zoll.

Vermöge dieser Einrichtung werden, wenn Lasten über den einen Theil der Brücke fahren, und die Hängeketten entweder nach dem Mittelpfeiler oder nach den Widerlagern zu ziehen, die rechteckigen Rahmen, an welchen die Ketten hängen, sich ein wenig drehen, und durch dieses gelinde Nachgeben dem Reißen irgend eines Theils entgegenwirken, welches durch die von Seiten schwerer Lasten ausgeübten Stöße stattfinden könnte, wenn das ganze System einen starren Widerstand darböte.

Viertens. Von der Brückenbahn und den Hängestäben. — Figur c stellt nach der halben Breite der Brücke zur Linken des Pfeilers den Grundriß eines Theils der Brückenbahn in seiner Vollständigkeit, und von oben gesehen, zur Rechten aber den Grundriß des Gerüsts dar, welches die Plattform der Bahn stützt. Dieselbe ist mit Platten und eisernen Radgleisen versehen, welche für die darüber fahrenden Wagen eine eben so bequeme als dauerhafte Bahn bilden; die auf der Insel Bourbon üblichen Wagen sind klein, schmal, und wiegen nicht leicht mehr als 1 Tonne. Die Platten sind $\frac{1}{3}$, die Radgleise $\frac{2}{3}$ Zoll stark. Letztere stehen rechtwinklig in die Höhe (siehe Figur d).

Eiserne Schienen von $\frac{1}{4}$ Zoll Stärke erstrecken sich nach der Quere und dienen, da sie nahe aneinanderliegen, dazu, den Pferdehufen einen festeren Angriff zu geben.

Fig. e, f, g, Grundriß und Aufsriß der Widerlagerdocks.

Fig. d zeigt das Pflaster der Fußpfade, und die beiden Wagenbahnen. Die erstern sind von den letztern durch eine Reihe von Hängestäben, und durch zwei Hängeketten getrennt. Diese Figur zeigt auch im Längsaufsriß die Querbalken, welche die langen Planken stützen, die den Fußboden bilden. Diese Balken sind von Gußeisen und liegen auf der hohen Kante; sie steigen nach der Mitte zu an, und sind nach der ganzen Länge ihrer Basis durch einen vorspringenden Rand verstärkt.

Die Querbalken oder Träger erstrecken sich bloß bis zur halben Breite der Brücke, und sind mit zwei Schraubenbolzen zusammengefügt. Die an den Enden dieser Balken befindlichen Gelenke werden von einem der mittlern Hängestäbe durchsetzt, dessen unteres Ende auch durch einen starken runden Knopf geht, welcher die beiden benachbarten Enden zweier Balken stützt, und mittelst einer am Ende des Hängestabs befindlichen Schraubenmutter fest gemacht ist. Diese Aneinanderfügung ist einfach und dauerhaft. Das äußere Ende der Balken bietet ein rundes senkrechtcs Loch dar, durch welches einer der äußern Stäbe geht,

welcher ebenfalls unter dem Balken mittelst einer Schraubenmutter befestigt ist.

Nach der ganzen Länge der Brücke sind drei Reihen acht Zoll in's Gevierte haltender Balken auf die Enden der eisernen Querbalken gelegt; eine davon befindet sich in der Mitte, eine andere auf jeder Seite der Bahn. Diese Längsbalken werden von den durch dieselben gehenden Hängestäben, und durch Schraubenbolzen an Ort und Stelle gehalten. Die Kappen dieser Bolzen ruhen auf einer eisernen Platte, welche nur an dieser Stelle den obern Theil dieser Längsbalken bedeckt.

Auf den eisernen Querbalken liegt eine Dielung von Teakbrettern, die unter dem Fußpfade $1\frac{1}{2}$ Zoll, unter dem Pferdepfade 2 Zoll, und unter den aus langen gußeisernen Platten bestehenden Radbahnen 4 Zoll stark sind. Das Teakholz ist bekanntlich äußerst stark und dauerhaft. Das Geländer besteht aus eisernen Stangen, die senkrecht und in kleinen Abständen dicht an den Hängestäben in die Höhe steigen, und $\frac{3}{4}$ Zoll Durchmesser haben. Sie sind unten in einem Loche in den gußeisernen Platten befestigt, mit denen die Längsbalken an den Stellen bedeckt sind, wo die Hängestäbe durchgehen. Das Obertheil der Geländerstäbe ist durch doppelte Hülsen mit den Hängestäben verbunden. Wir reden hier nur von den Hauptgeländerstäben, die man als Pfosten bezeichnen kann. Oben zieht sich an den sämtlichen Stäben eine horizontale eiserne Stange hin. Die Bahn der Brücke steigt von den Widerlagern nach den Mittelpfeilern hin um 4 Fuß 3 Zoll.

Erklärung der Figuren auf Tafel 109.

- Fig. 1. Allgemeiner Aufriß der Brücke.
 Fig. 2. Allgemeiner Grundriß derselben, in welchem man die treffliche Anordnung der untern oder verkehrten Ketten zum Aushalten der seitlichen Spannung erkennt.
 Fig. a. Aufriß des Thürmchens über dem Mittelpfeiler.
 Fig. b. Querschnitt desselben.
 Fig. c. Halber Grundriß des Mittelpfeilers.
 Fig. d. Querschnitt der Bahn.
 Fig. e, f, g. Durchschnitt und Ansicht der Thürmchen oder Docken auf den Widerlagern.
 Fig. h. Art und Weise, wie die Hängketten befestigt sind.
 Fig. k. Art und Weise, wie die umgekehrten Ketten befestigt sind.

Schlußbemerkungen über Hängebrücken.

Die Hängebrücken von Ketten müssen sich vorzüglich in bergigen Ländern vortheilhaft zeigen, wo die durch die Errichtung steinerne Brücken veranlaßten Kosten, die von denselben zu erwartenden Vortheile bei Weitem übersteigen würden. In denjenigen Departements Frankreich's, wo die Berge und Hügel steile Wände besitzen, und durch

enge Thäler getrennt sind, kann man auf Hängebrücken über diese Thäler oder Schluchten gelangen. Sie sind leicht, dauerhaft und wenig kostspielig. Alsdann brauchen die Landleute, Jäger, das Vieh, die Lastthiere und Wagen viele oft gefährliche Umwege nicht mehr zu machen, und es werden eine Menge Hindernisse aus dem Wege geräumt seyn, welche gegenwärtig den Handel und den Ackerbau in jenen Gegenden lähmen.

In Fällen, wo eine Brücke über einen reisenden Strom mit hohen Ufern geschlagen werden soll, leuchten die Vortheile, die eine Hängebrücke vor einer steinernen besitzt, auf den ersten Blick ein. Bei der Hängebrücke brauchen nicht erst im Bette des Flusses Pfeiler errichtet zu werden, deren Aufbau nicht nur wegen der Schwierigkeit, einen Kost zu legen, äußerst kostspielig ist, sondern die auch später immer den Schiffen mehr oder weniger im Wege sind. Wenn z. B., über einen 400 Fuß breiten Strom eine steinerne Brücke geschlagen werden sollte, so müßten wir wenigstens 6 bis 8 Pfeiler errichten, während beim Schlagen einer Hängebrücke nur die eisernen Ketten, die einen einzigen Bogen bilden, an den beiden einander gegenüber liegenden Ufern befestigt zu werden brauchen, ohne daß der Strom im Geringsten gehemmt wird.

Die eiserne Brücke von Bristol.

(Tafel 102, Figur 7.)

Die Herrn Jessops errichteten zu Bristol zwei eiserne Brücken, von denen eine auf Tafel 102 dargestellt ist. Sie hatten beide 100 Fuß Spannweite bei 15 Fuß Steigung. Jede derselben enthält etwa 150 Tonnen Eisen, und kostete etwa 4000 Pfd. St. Die Construction derselben ist ungemein einsichtsvoll, indem sie Stärke mit Einfachheit vereinigt.

Die eiserne Brücke von Buildwas.

(Tafel 102, Figur 8.)

Zu Buildwas, in der Nähe von Colebrook-Dale, hat Hr. Telford eine Brücke von 130 Fuß Spannweite aufgeführt, deren Bahn nur 17 Fuß Steigung besitzt; allein der Leser wird bei dieser Brücke eine Eigenthümlichkeit in der Bauart bemerken; daß sich nämlich an den äußern Wänden der Brücke ein starker Seitenbogen befindet, der fast noch einmal so hoch ansteigt, so daß dessen höchster Punct mit der Firße des Geländers bündig liegt. Auf diese Weise dienen diese Seitenbögen mittelst eines Hängewerks zum Stützen der zwischen ihnen liegenden Bahn. Da die letztere nur 18 Fuß Breite hat, so ist diese Art von Construction zulässig. Bei einer breitem Brücke würde der Zug so stark seyn, daß sich in der Mitte ein ähnlicher Bogen befinden müßte.

Nicholson.

5

Die Brücke von Cartland Craigs.

(Tafel 107 und 108, Nr. 8.)

Diese hohe Brücke ist über die Schlucht von Cartland-Craigs in der Nähe der Stadt Lanark gebaut. Sie enthält drei Bögen, von denen der mittlere 122 Fuß hoch ist. Die Spannweite der Bögen beträgt 50 F. Sie befindet sich auf der Straße von Lanarkshire, auf der Nordseite des Clyde-Thals.

Die Brücke von Colebrook Dale in Shropshire.

(Tafel 102, Nr. 4.)

Dieses ist die erste eiserne Brücke von irgend beträchtlicher Größe, welche je errichtet wurde. Sie ward im Jahr 1779 von Hrn. Abiah Darby zu Colebrook-Dale, einem am Severn liegenden Dörfchen, gebaut, woselbst sich eines der bedeutendsten Eisenwerke England's befindet. Die Spannweite des Bogens beträgt 100 Fuß 6 Zoll, und es wurden zu der Brücke etwa 180 Tonnen Eisen verwandt. Dieses kühne und originelle Unternehmen bietet ein eigenthümliches Interesse dar, weil dabei zum erstenmal im Großen von dem Material Gebrauch gemacht wurde, welches später zu Brücken in so ausgedehntem Maßstabe verwandt worden ist, und durch das die Ueberwindung von sonst unübersteiglichen Hindernissen möglich ward. Diesem ersten gelungenen Versuche folgten bald viele andere.

Nachweisungen wegen der Colebrook-Dale-Brücke, Taf. 102.

Figur 4. Allgemeiner Aufriß.

Figur 5 und 6. Details, in Bezug auf die Construction des Bogens.

Die Brücke über den Conan in Rosshire.

(Tafel 107 und 108, Nr. 5.)

Die Brücke über den Fluß Conan in Rosshire machte die Fährre von Scuddell entbehrlich, die auf der nördlichen Hauptstraße einen großen Uebelstand bildete. Man schätzte die Ausgabe für die Brücke und den Werth der Fährre auf 6733 Pfd. St. Der Contract wurde auf 6200 Pfd. St. abgeschlossen, und das Fährrecht, mit Einschluß der Gerichtskosten, da es zu einem Majorat gehörte, für 493 Pfd. St. abgelöst. Einige Nebenwerke kosteten 161 Pfd. St., so daß die Ausgaben die Schätzung um 121 Pfd. St. überstiegen.

Die Brücke besteht aus fünf Bogen von 65, 55 und 45 Fuß Spannweite. Diese treffliche Brücke lag zwischen zwei Stellen schlechten Wegs, die neuerdings bedeutend verbessert worden sind, und man kann sich jetzt der Stadt Dingwall von der Südseite aus ohne Schwierigkeit nähern.

Diese Brücke ist eine von den fünf, welche an die Stelle von eben so viel unbequemen und lästigen Fährren traten, und wenn man

bedenkt, daß Rindvieh und Schaaf zu den bedeutendsten Ausfuhrartikeln von Hochschottland gehören, so ist der Vorzug, den ein fester Weg vor einer gefährlichen und häufig unbenutzbaren Fährde darbietet, ganz unberechenbar. Diese fünf Brücken sind die von Bonar, Conan, Dunkeld, Fleet und Lovat. Die Brücke von Dunkeld ist weiter unten beschrieben.

Die absolute Unmöglichkeit, diese verschiedenen weitauseinanderliegenden Brücken, von denen keine fehlen durfte, ohne der Möglichkeit der übrigen außerordentlich zu schaden, auf eine andere Weise, ohne einen allgemeinen Plan auszuführen, beweist deutlich, wie nothwendig die oberste Leitung solcher Werke von Seiten der Regierung ist, deren Commissäre in diesem Falle außerordentlich viel Mühe hatten, um entgegengesetzte Interessen zu vereinbaren, kurzfristige Ansichten zu widerlegen, und auf Eigennuß gegründete Vorurtheile zu beseitigen, aber auch nun dafür durch das Gelingen ihres höchst nützlichen Werkes belohnt sind.

Die Brücke von Craig-Elachie.

(Tafel 107 und 108. Nr. 6.)

Diese Brücke befindet sich an der Stelle, wo das Bette des reisenden Flusses Spey plötzlich durch das Vorspringen eines felsigen Berges verengt wird. Dort ist eine eiserne Brücke von 150 Fuß Spannweite errichtet, welche mit der von Bonar Ähnlichkeit hat. Der Bogen stützt sich auf der einen Seite gegen einen Felsen, und auf der andern gegen ein hinreichend festes steinernes Widerlager, hinter welchem ein erhöhter Weg mit einer Brücke von drei 15 Fußigen steinernen Bögen angebaut ist, um einen Theil des Wassers vom Hauptstrome abzuleiten, wenn der Spey, wie dieß häufig vorkommt, schnell anschwillt.

Dieser Bogen nimmt sich um so schöner aus, weil er nicht unmittelbar an steinerne Brückenbögen stößt. Die an den Wänden der barneben ansteigenden Berge wachsenden Birken und Fichten, die schönen Wiesen des Spenthales, und die auf der Westseite der Brücke, tief in den Felsen gehauene Straße, vereinigen sich mit dem zierlichen Ansehn dieses eisernen Bogens, um diesen Ort zu einem der interessantesten von Schottland zu machen, während sich noch dazu an ihn die Sage knüpft, daß hier in frühern Zeiten die Grants ihren Alarmposten gehabt haben, wo durch Anzündung eines Feuers das Signal zur Ergreifung der Waffen gegeben wurde.

Der Bau der Brücke wurde für 8,200 Pfd. St. verbungen; allein die Baumeister verloren daran 500 Pfd. St. Diese Brücke scheint einen lebhaften Verkehr nach der Gegend ziehen zu wollen.

Die Hängebrücke von Dryburgh über den Tweed.

(Tafel III und 112.)

Diese Brücke hängt 18 Fuß über dem niedrigsten Wasserpiegel des Tweed, zwischen zwei Stützen, welche 260 Fuß von einander ent-

fernt sind. Ungeachtet dieser großen Ausdehnung war die im J. 1817 errichtete erste Brücke durch schräge oder diagonale Hängeketten gestützt. Wenn aber Leute darüber gingen, so brachte schon die bloße Bewegung des Gehens ein bedeutendes Schwanken hervor. Im J. 1818 wurde sie durch einen sehr heftigen Wind, welcher die Hängeketten erst zerriß, zerstört.

Nun baute man die neue auf Taf. III und II2 abgebildete Brücke, der man senkrechte Hängestäbe von $\frac{1}{2}$ Zoll Durchmesser, so wie untere Ketten von fast 1 Zoll Durchmesser hinzufügte, welche unter den Bahnen der Bahn von einem Widerlager zum andern reichte. Zu beiden Seiten windet sich ein Geländer mit schrägen Stäben, so daß sich die Brücke nicht mehr, wie sonst, wellenförmig bewegen kann, welcher Umstand zur Zerstörung der ersten Brücke so viel beitrug. Dieser verschiedenen Zugaben wegen kostete die Brücke 720 Pfd. St., während die erstere nur 500 Pfd. St. gekostet hat.

Zu beiden Seiten der Brücke befinden sich zwei parallele Hängeketten, die bei der Mitte das Geländer berühren, und am Obertheile der senkrechten hölzernen Säulen befestigt sind. Sie haben $1\frac{5}{8}$ Zoll im Durchmesser. Die Stangen, aus denen sie bestehen, sind 10 Fuß lang, und haben an jedem Ende ein Dehr. Ein 9 Zoll langer ovaler Ring geht durch die Dehre jeder zwei aneinanderstoßenden Stangen. Die sich 28 Fuß über die Bahn erhebenden beiden hölzernen Pfeiler, welche sich an jedem Ende der Brücke befinden, sind durch Kreuzbänder und Rieael- oder Stegbalken mit einander verbunden, auf welchen lagern die Hängeketten ruhen. Die Kettenpaare sind da, wo sie über die Säulen streichen, 12 Fuß und gegen die Mitte der Brücke hin, nur $4\frac{1}{2}$ Fuß von einander entfernt. Sie üben also mittelst der Hängestäbe, sowohl in waagrechter, als senkrechter Richtung einen schrägen Zug aus, so daß die Brücke nicht horizontal schwingen kann.

Die Construction der Bahn ist einfach. Zwei Längsbalken sind durch in dieselben eingezapfte Querbalken mit einander verbunden, und über diese sind Breter gelegt, die das Regenwasser durch kleine Lücken ablaufen lassen.

Die Brücke von Dunkeld in Perthshire.

(Tafel 107 und 108. Nr. 2.)

Diese prächtige Brücke, welche an die Stelle der alten gefährlichen, oft außer Thätigkeit gesetzten Fährre über den Fluß Tay bei Dunkeld getreten ist, besitzt 5 Bögen von 90, 84 und 74 F. Spannweite, die zusammen einen 446 Fuß breiten Raum für das Wasser lassen. Außerdem sind zwei Landbögen von je 20 Fuß Weite vorhanden, und das ganze Werk stimmt zu der Großartigkeit der höchst malerischen Gegend.

Die Kosten dieser Brücke betragen, mit Einschluß der auf Herstellung der Zugänge verwendeten Auslagen, über 30 000 Pfd. Sterling. Den größten Theil dieses Geldes schloß der Herzog von Athol vor, indem er von dem Brückenzoll eine theilweise Wiedererlangung seiner

Auslagen zu erhalten hoffte. Die übrigen Gelder (14,000 Pfd. St.) wurden halb von den Commissären für die hochschottischen Brücken, halb abermals von dem Herzog getragen, der hier mit 7000 Pfd. St. an den durch das hochschottische Weg- und Brückengesetz festgesetzten Privilegien Theil hat. Durch diese Brücke wurde einem großen Bedürfniß entsprochen, indem Dunkeld sozusagen das Thor des innern Hochschottland bildet.

Diese Brücke war die erste derjenigen, durch welche die schon bei Gelegenheit der Conanbrücke erwähnten fünf unbequemen Fahren ab geschafft wurden, so daß man jetzt von Perth bis Thurso durch Hochschottland reist, ohne eine einzige Fährre passieren zu müssen. Dieser große Vortheil für Reisende, Viehhändler u. s. w. ist durch den verhältnißmäßig geringen Kostenaufwand von 78,100 Pfd. Sterl. gewonnen worden.

Folgendes sind die Kosten der einzelnen Brücken:

1) Brücke von Dunkeld	36,000
2) Brücke von Lovat	8,800
3) Brücke von Conan	6,800
4) Brücke von Bonar	14,000
5) Erhöhter Weg und Brücke von Fleet . . .	12,500

Summa: 78,100

Bei Gelegenheit der Conan-Brücke haben wir über diese Angelegenheit schon einige Bemerkungen beigebracht, um deren Ausführung sich vorzüglich der Herzog von Athol und der Marquis von Stafford verdient gemacht haben.

Die Brücke von Easter Fearn.

(Tafel 107 und 108. Nr. 9.)

Ein wichtiger Straßenzug von Dingwall nach Wester Fearn, von mehr als 24 Meilen Länge, wurde unter den Auspicien der Parla-
men's-Commissäre ausgeführt. Die fragliche Brücke ist über das Fluthbette des Dornoch geschlagen, und die Spannweite ihres Bogens beträgt 40 Fuß.

Die Brücke von Helmsdale in Sutherlandshire.

(Tafel 107 und 108. Nr. 1.)

Helmsdale ist ein kleines Dorf, welches am nördlichen Ufer des reisenden Flusses Helmsdale, bei dessen Mündung in das deutsche Meer liegt. Die Straße von Dunrobin erstreckt sich von den Strath-Fleet-Straßen bis zur nördlichen Gränze der Küste von Sutherland. Sie wurde im Jahr 1811 vollendet, und auf ihr findet sich die Brücke von Helmsdale, die zwei Bögen, jeden von 70 Fuß Spannweite, besitzt, und nicht viel über 2000 Pfd. St. kostete.

Eiserne Hängebrücke von Kelfo in Roxburghshire.

(Tafel 107, 108 und 110. Nr. 11.)

Rücksichtlich der allgemeinen Bemerkungen Dupin's über die Hängebrücken, verweisen wir auf die für die Insel Bourbon herge-

stellte Hängebrücke, woselbst schon der Kelsobrücke, als der ersten dieser Art, über welche Wagen fahren konnten, gedacht wurde.

Die Kelsobrücke wurde vom Capitän Brown binnen weniger als 1 Jahre erbaut, indem er dieselbe im August 1819 aufing, und im folgenden Juli vollendete. Sie vereinigt Leichtigkeit mit Festigkeit. Mehrere Wagen können über dieselbe zugleich fahren, ohne ihr Schaden zuzufügen. Auch findet auf derselben nur sehr wenig Schwanken statt. Sie besitzt 300 Fuß Länge und 18 Fuß Breite, der Fahrweg liegt in der Mitte.

Das Mauerwerk der beiden hohen Pfeiler, welche zum Stützen der Hängeketten dienen, und das sämmtliche Eisen- und Holzwerk, kosten nur 5000 Pfd. Sterling. Allein seit der Vollendung dieses gemeinnützigen Werks hat die Gesellschaft, der es gehört, dem Capitän Brown ein Geschenk von 1000 Guineen gemacht, was er vollkommen verdiente. Denn dieser uneigennützig und hochsinnige Mann beabsichtigte bei der Ausführung des Unternehmens nichts weiter, als die Herstellung eines großen Werks von seiner eianen Erfindung, und hatte sich nur seine eignen Auslagen wieder erstatten lassen. Wir wollen nun die Construction dieser Hängebrücke im Detail beschreiben. Die Bahn befindet sich 27 Fuß über dem niedrigsten Wasserpiegel, und steigt nach der Mitte zu gelinde an, so daß diese 2 Fuß höher liegt, als die Enden. Wenn also durch die über die Brücke fahrenden schweren Lasten die Ketten und Hängestäbe ein wenig niedergedrückt werden, so nähert sich dadurch die Bahn nur mehr und mehr der Horizontale. Es sind 12 paarweise geordnete Hängeketten vorhanden, die man auf Tafel 107 und 108 bei Nr. II sieht. Diese Ketten und alles übrige Eisenwerk wurden in Wales in der Manufactur von Samuel Brown und Comp. gegossen, oder gearbeitet, wo man aus sehr weichem und zähem Eisen, wie es zu Hängebrücken gehört, Kettenzweue anfertigt.

Das Eisen zu den Ketten hat 2 Zoll Durchmesser; die Gelenke bestehen aus Stangen von 15 Fuß Länge, welche an beiden Enden Dehre haben (s. Taf. 110, Fig. ABC). Zu beiden Seiten der aneinanderstoßenden Stangen befinden sich zwei kurze platte Gelenke, und gut vernietete Bolzen durchsetzen sowohl die beiden Gelenke als das Dehr einer Stange.

In Fig. A sieht man einen der senkrechten Hängestäbe; derselbe hat 1 Zoll Durchmesser, und geht durch eine Art von Büchse, welche Capit. Brown ein Sattelstück nennt. Die Bolzen sind cylindrisch, und an ihrer Basis elliptisch. Die Axen der Ellipse sind 2 Zoll und $2\frac{1}{2}$ Zoll lang.

Die Anwendung der drei Ketten, welche beinahe parallel mit einander streichen, ist von der Art, daß die gleichweit von einander entfernten Hängestäbe in folgender Ordnung an die Ketten befestigt sind: 1) an die obere; 2) an die mittlere; 3) an die untere. An den einander entsprechenden Ketten zur Rechten und Linken der Brücke haben die Gelenke eine solche Lage, daß die Hängestäbe einander ebenfalls

genau entsprechen. Bei einer Seitenansicht der Brücke, wie Nr. 11, sind also die vierfachen Hängestäbe nur durch eine senkrechte Linie dargestellt. Hieraus folgt, daß vier Hängestäbe zum Aufhängen jedes der Tragbalken der Bahn dienen. Der Abstand der aufeinander folgenden Stäbe, die zu den drei verschiedenen Ketten gehören, beträgt nach der Länge der Brücke nur 5 Fuß, der der Hängestäbe aber, welche von derselben Kette ausgehen, 15 Fuß. Die hier beschriebene Anordnung bietet große Vortheile dar. Wenn eine oder mehrere bedeutende Lasten über die Brücke gehen, so ändert die Bahn, bei ihrer Biegsamkeit, ihre Gestalt nach der Lage der Last; sie muß sich unter derselben mehr oder weniger senken, und nach dem nächsten Widerlager zu heben. Diese leichten Bewegungen schaden aber der Dauerhaftigkeit des ganzen Gebäudes nicht, indem die Brücke ihre Form nur in den Winkeln des Vierecks ändert, das durch die Stangen gebildet wird, aus denen jede der Hängeketten zusammengesetzt ist. Sämmtliche Theile geben, nach Maßgabe der auf sie einwirkenden Kraft, nach, ohne jedoch eine Verdrehung auszuhalten, die fähig wäre, das ganze System zu gefährden.

Das untere Ende der Hängestäbe geht durch ein, nach der Länge der Brücke gerichtetes Stück Eisen, auf dessen Ende die Tragbalken der Bahn ruhen, und unter welchem der Stab mittelst eines sehr starken Bolzens vernietet ist. Diese Balken sind 15 Zoll hoch und 7 3/4 breit, und sind mit zusammengespundeten Brettern von 1 Fuß Breite und 3 1/2 Zoll Dicke belegt.

Das Geländer ist von Eisen, und die Stäbe desselben sind 6 Zoll von einander entfernt. Dasselbe ist der Sicherheit der Reiter wegen 5 Fuß hoch.

Wir wenden uns nun wieder zu den Ketten. Die Länge derselben zwischen den Stützpunkten beträgt natürlich mehr, als die Spannweite der Brücke zwischen den Widerlagern. Der Abstand zwischen den Stützpunkten ist 437 Fuß, der zwischen den Widerlagern nur 360 Fuß, der durch die Ketten mit der senkrechten Linie an dem Stützpunkte gebildete Winkel mißt 78 Grad; jede Kette wiegt mit den Hängestäben, Bolzen, Gelenken u. s. w. etwa 900 Pfd. Die 12 Ketten wiegen, mit Einschluß des sämmtlichen Eisenwerks der Brücke, 13000 Pfd.

Eine der vortheilhaftesten Einrichtungen bei Capit. Brown's Methode ist, daß sämmtliche Theile der Hängeketten und der Bahn nöthigenfalls ohne ein Gerüste und ohne die Passage für Fußgänger, Reiter und Wagen zu hemmen, einzeln ausgelöst, und neu eingesetzt werden können. Der zum Austauschen eines Hängekettengelenks angewandte Apparat ist rechts, einige Einzelheiten rücksichtlich der Zusammenfügung der Theile sind links auf Tafel 107 u. 108 abgebildet.

Wir haben nun das die Brücke stützende Mauerwerk zu beschreiben. Der Baumeister desselben ist Herr J. Rennie. Auf der englischen Seite lehnt sich der Pfeiler, welcher die Ketten stützt, gegen den steilen Felsen, der das Ufer des Flusses bildet. Er ist nicht mehr als 20 Fuß hoch. Uebrigens sind seine Dimensionen dieselben, wie

die des 60 Fuß hohen isolirten Pfeilers. Die Gestalt ist die einer abgestuften Pyramide. Nach der Richtung der Länge der Brücke gemessen, ist er $17\frac{1}{2}$ Fuß stark, bei seiner halben Höhe 36 Fuß breit. Die Basis ist etwa 10 Fuß hoch quadratisch, und über derselben verzüngt sich der Pfeiler etwa um $\frac{1}{2}$. Auf der gegenüberliegenden Seite geht die Straße durch die Pfeiler, auf der englischen aber schlägt sie sich vor denselben seitwärts und läuft parallel mit dem Flusse weiter. Der gewölbte Thorweg unter den Pfeilern ist 12 F. breit, und 17 F. hoch.

Die Kettenpaare dringen in das Mauerwerk der Pfeiler durch Oeffnungen ein, welche 2 Fuß übereinander liegen. Sie laufen auf Rollen, deren Aren auf eisernen Blöcken ruhen, die in das Mauerwerk eingesezt sind. An dieser Stelle bestehen sämtliche Ketten nicht mehr aus 15 F. langen Stäben, sondern aus kurzen Gelenken, die sich wie die der Uhrketten ausnehmen. Auf diese Weise können sie sanft und ohne Verdrehung über die Rollen gleiten. Bei dem Pfeiler auf der englischen Seite sind, statt der Rollen, Platten von Gußeisen in das Mauerwerk eingesezt. Einer der schwierigsten Punkte bei dem Bau von Hängebrücken, ist das Befestigen der Kettenenden, was bei dem auf die Ketten einwirkenden sehr bedeutenden Zuge ungemein dauerhaft geschehen muß. Jede Kette geht, nachdem sie das Mauerwerk des Pfeilers durchsezt, niederwärts, und 20 Fuß unter den Boden, woselbst sie durch eine gewaltige viereckige gußeiserne Masse geführt, und unter derselben mittelst starker ovalen eisernen Bolzen angegeschlossen ist. Diese Eisenblöcke sind 20 Fuß hoch mit Steinen und Erde beschwert; sie sind 6 F. lang und 5 F. breit, in der Mitte 5 und an den Rändern nur $2\frac{1}{2}$ Zoll stark. Wenn also die Hängeketten nachgeben sollten, so müßte die ungeheure Masse von Steinen und Erde in die Höhe gezogen werden, was unter diesen Umständen geradezu unmöglich ist. In dem letzten niederwärts gerichteten Theile bestehen die Ketten wieder aus Stangen.

Auf der englischen Seite sind die großen Eisenmassen, welche zur Befestigung der Kettenenden dienen, nicht, wie auf der schottischen, in den Boden eingegraben, sondern sie befinden sich dort über dem Grunde des Pfeilers in einer fast senkrechten Stellung, welche der Richtung des an den Ketten ausgeübten Zuges entspricht. Ein horizontaler Bogen, dessen Steine in den Felsen eingemauert sind, dient zur Sicherung der Lage der eisernen Platten.

Nachweisungen zu den die Kessobrücke betreffenden Figuren auf Taf. 107, 108 u. 110.

Tafel 107 und 108 Aufsicht der Hängebrücke von Kesso. — Ansicht der beiden Anfahrten am Ende der Brücke. — Grundriß der Hängebrücke von Kesso.

Tafel 110, Fig. ABC. Ansicht der Verbindungsgelenke der Hängeketten, welche Capit. Brown Sattelstücke nennt, in verschiedenen Lagen.

Figur D. Querschnitt der Brückenbahn.

Figur E und F. Grundriß und seitlicher Aufsicht der Brückenbahn.

Die Londoner Brücke.

(Tafel 110.)

Die Londoner Brücke bildet die Trennungslinie zwischen der Fluß-Schiffahrt und See-Schiffahrt der Themse; unmittelbar darunter beginnt der Londoner Haven, und der unüberschbare Wald von Masten bezeugt den gewaltigen Handelsverkehr, der zwischen London und allen Theilen des Erdballs stattfindet.

Die Zeit, zu welcher die erste Brücke zu London über die Themse geschlagen wurde, ist nicht genau bekannt. Die erste Bemerkung darüber befindet sich in den Gesetzen von Etheldred, welcher im Jahr 978 zur Regierung gelangte, und von den Schiffen, die bis zur Brücke herauffuhren, einen Zoll erheben ließ. Wilhelm von Malmesbury gedenkt dieser Brücke ebenfalls in seinem Bericht von den verschiedenen Belagerungen, welche London von Seiten der Dänen, unter Swen und Knut, auszuhalten hatte. Der letztere wurde bei seinem im Jahr 1016 unternommenen Angriff auf London, durch die stark besetzte und mutzig vertheidigte Themsebrücke aufgehalten; er ließ also von der Seite von Surrey einen Canal graben, und brachte auf diese Weise seine Schiffe über die Brücke, so daß sie ihm bei der Belagerung Dienste leisten konnten.

Die erste Brücke war ganz aus Holz gebaut und befand sich dem Botolph's Werfte gegenüber. Sie litt im Jahr 1136 durch einen Brand, wurde reparirt, gerieth aber so schnell wieder in Verfall, daß man sie im Jahr 1163 abbrechen und neu bauen mußte. Diese hölzerne Brücke veranlaßte so bedeutende Unterhaltungskosten, daß man im Jahr 1176 eine neue Brücke an der Stelle zu bauen begann, wo die Londoner Brücke sich jetzt befindet. Der thätigste Beförderer des Werks, unter dessen Leitung dasselbe auch ausgeführt wurde, war Peter von Colechurch, ein Priester und geschickter Baumeister, welcher auf diese Weise sich den Ruf erworben hat, daß er deren Gründer sey. Allein König Heinrich II., der Erzbischof von Canterbury und mehrere Londoner Kaufleute steuerten reichlich bei. Auch wurde zu diesem Ende eine Abgabe von der Wolle erhoben, und so entstand die figürliche Sage, daß die Londoner Brücke auf Wollballen gebaut sey. Die Pfeiler stehen auf Pfählen, die meist von Ulmenholz, und bis auf unsere Zeit gesund geblieben sind. Auf diese Pfähle wurde ein Ross von langen, beinahe 1 Fuß starken Balken gelegt, die man stark verankerte, und die untern Steinlagen wurden in Pech eingelegt, und auf diese Weise haben sich die Balken bis jetzt vollkommen gut erhalten. Im Jahr 1202 ließ König Johann, da Peter von Colechurch mittlerweile gestorben war, die Brücke durch Isenbert von Rainetes fertig bauen, und wies zu diesem Ende verschiedene Grundzinsen und Pachtgelder an. Sie wurde im Jahr 1209, dem zehnten Regierungsjahre König Johann's, vollendet. Der Baumeister ließ auf eigene Kosten über dem mittlern Bogen eine dem Thomas a Becket geweihte Capelle auführen. Zu welcher Zeit die Brücke ganz mit Häusern besetzt wurde, so

daß nur ein 12 Fuß breiter Weg frei blieb, läßt sich nicht genau angeben. Das Brückenhaus scheint gleich bei'm Bau der Brücke errichtet worden zu seyn, und diente als Vorrathshaus für die zur Reparatur nöthigen Steine, Balken und anderen Materialien, auch zu Zeiten, wo Theuerung eintrat, als Kornhaus und Backhaus für die Armen, ferner als Stadtbrauhaus. *Stow* hat die Vermuthung ausgesprochen, daß man während des Baues der Brücke die Themse mittelst eines Canals von Rotherhithe nach Battersea in ein anderes Bett geleitet habe; allein diese Meinung läßt sich nicht gehörig begründen.

Im Jahr 1212 wurden viele Bewohner London's durch eine Feuersbrunst, durch welche eine ungeheure Menge Menschen um's Leben kam, und die in Southwark an der Brücke ausbrach, in die traurigste Lage versetzt. *Stow* erzählt dieses Unglück in folgenden Worten: „Im Jahr 1212, am 10. Juli, wurde die Stadt Southwark, am südlichen Ufer der Themse, durch ein fürchterliches Unglück heimgesucht. Sie gerieth nämlich des Nachts in Brand, und eine gewaltige Menschenmasse strömte über die Brücke, theils um zu löschen, theils um zuzusehen, als plötzlich auch die Häuser auf der Nordseite der Brücke, da gerade Südwind wehete, in Brand geriethen, und die Leute auf der Brücke also im eigentlichen Sinne zwischen zwei Feuer geriethen. Es kamen ihnen viele Schiffe zu Hülfe, in welche sich aber die Menschen so drängten, daß sie untergingen. Durch das Feuer und das Versinken der Schiffe sollen ungefähr 3000 Menschen, deren Leichen man auffand, umgekommen seyn. Außerdem mögen aber viele ertrunken und verbrannt seyn, deren Körper kein menschliches Auge wieder sah.“

Bei einem Angriffe von der Südseite bildete die Brücke offenbar ein mächtiges Bollwerk. Der Aufstand von *Jack Cade* im Jahr 1450 wurde zuerst durch die Anstrengungen der Londoner Bürger bei Vertheidigung der Brücke gehemmt. In der Nacht auf den 5. Juli, wo sich *Cade* mit seinen Anhängern in Southwark befand, besetzten die Stadthauptleute, der Bürgermeister, die Rathsherrn und die Bierknechte von London die Brücke. „Die Rebellen,“ sagt *Hall* in seiner Chronik, „welche stets auf ihrer Hut waren, kamen, als sie erfuhr, daß die Brücke besetzt werde, in aller Hast herbei gerannt, um die Sperrung der Communication zu verhindern, und es entspann sich zwischen beiden Partheien ein blutiges Gefecht. *Matthew Gough*, der mehr Kriegserfahrung hatte, als die übrigen Stadthauptleute, und der nicht geglaubt hatte, daß die Leute von Kent sich so gut schlagen würden, rieth seinen Gefährten, vor Tagesanbruch nicht weiter gegen Southwark vorzubringen, damit die freundlich gesinnten Bürger ihnen zu Hülfe kommen könnten; allein dieß half wenig, denn die Rebellenmassen vertrieben die Bürger von den Pallisaden am Brückenkopfe bis an die Zugbrücke, und fingen an, verschiedene Häuser in Brand zu stecken. Es war ein großer Jammer, denn viele, die löschen wollten, fielen durch Feindes Hand; Frauen spran-

gen mit Kindern in den Armen in den Fluß, andere versteckten sich aus Furcht vor Feuer, Wasser und Schwert und erstickten; allein die Hauptleute fochten die ganze Nacht tapfer auf der Zugbrücke; zuletzt aber wurde diese von den Rebellen genommen, wobei viele Bürger ertranken, und unter andern der Rathsherr John Sutton, der tapferere Bürger Robert Heylande und Mathew Gough, ein äußerst kluger Mann, der dem König in vielen Schlachten treu gedient, und mit seinem Vater in überseeischen Ländern für sein Vaterland gefochten hatte, niedergemacht wurden. Allein es kommt öfters vor, daß Leute, die im Auslande Siege davongetragen haben, zuletzt in ihrem eigenen Vaterlande schändlich beschimpft und ermordet werden. Dieser hartnäckige Kampf auf der Brücke währte bis 9 Uhr Morgens, ohne daß eine der beiden Partheien einen entschiedenen Sieg daventrug. Einmal wurden die Londoner bis an den nördlichen Brückenkopf gedrängt, und dann wurden die Rebellen wieder bis an den südlichen zurückgeschlagen. Endlich wurde bis auf den folgenden Tag ein Waffenstillstand geschlossen, und ausgemacht, daß keiner von beiden Partheien über die Brücke gehen solle."

Im Jahr 1282 riß der Eisgang fünf Brückenbögen fort, und obwohl diese wieder hergestellt wurden, so befand sich doch im Jahr 1289 die Brücke so im Verfall, daß die Leute sich davor fürchteten, dieselbe zu passiren. Es wurde nun eine Collecte im ganzen Königreiche veranstaltet, und da diese, wie eine ähnliche im Jahr 1281 unternommene, wenig einbrachte, so sah man sich im Jahr 1298 abermals genöthigt, eine Abgabe auf Güter und Passagiere zu legen.

Auf mehreren alten Abbildungen der Londoner Brücke sieht man die Köpfe von Landesverräthern auf den Thürmen über den Thoren der Brücke. Der deutsche Reisende Henzner führt an, er habe im J. 1598 über 30 Köpfe dieser Art gezählt.

Im Jahr 1471, als Falconbridge's Angriff auf die Stadt zurückgeschlagen ward, wurden mehrere Häuser auf der Brücke während des Gefechts in Brand gesteckt.

Im Jahr 1632 verbrannten 40 Häuser, und bei Gelegenheit des großen Feuers im J. 1666 blieben auch die Häuser auf der Brücke nicht verschont. Bei deren Wiederaufbau gab man der Straße 20 F. Breite. Der Bogen zunächst dem nördlichen Ufer wurde zum Aufziehen eingerichtet, damit Schiffe durchfahren könnten, und im Jahr 1722 baute man eine ganz neue Brücke auf Kosten der Stadt, zum Theil aus dem Grunde, um einen feindlichen Angriff besser abweisen zu können. „Die Häuser auf beiden Seiten, sagt Pennant, hingen auf eine gräßliche Weise über; an den meisten Stellen sah man von den Bögen gar nichts, so daß man nur die Brückenpfeiler erblickte. In der engen düstern Straße drängten sich oft so viele Fuhrwerke zusammen, daß Fußgänger in Gefahr geriethen. An vielen Stellen gingen in den obren Stocken Balken queer durch die Straße, um die Häuser zusammenzuhalten, damit sie nicht hinten überwichen und in den Fluß stürzten. Nur durch die Macht der Gewohnheit

ließ sich die Gemüthsruhe der Bewohner erklären, auf deren Ohr das Rauschen des Wassers, das Rufen der Schiffer, und das Hülffeschrei der Ertrinkenden bald keinen Eindruck mehr machte."

Die alte Brücke ist 950 Fuß lang und 45 Fuß breit; sie hat 19 Bögen, von denen keiner dem andern gleicht; der Mittelbogen, welcher 72 Fuß Spannweite hat, wurde im Jahr 1756 dadurch gebildet, daß man zwei Bögen in einen verwandelte. Die übrigen haben verschiedene Formen, und eine Spannweite von 8 bis 20 Fuß. Die Gegenpfeiler an den Brückenjochen, welche die Bestimmung hatten, den Grund der Pfeiler zu schützen, verengten den Fluß so, daß derselbe eine gefährliche Geschwindigkeit annahm. Die größte Breite des Wassers unter der Londoner Brücke betrug, wenn die Gegenpfeiler durch die Fluth unter Wasser gesetzt waren, nur 450 Fuß (nicht die halbe Breite des Flusses), wovon der größte Theil natürlich sehr seicht war; wenn aber die Gegenpfeiler über das Wasser hervorragten, so war dieß bis auf 194 Fuß verengt. Den Fahrzeugen drohte, in Folge dieses Umstandes, so große Gefahr, daß Herr Nicholl, ein Kaimesser zu Dowgate, Güter, die unter der Brücke wegfuhren, nicht unter einer Prämie von 5% versicherte. Er verlor nur im April 1820 durch Schiffbrüche unter der Brücke über 1000 Pfd. St., und hierdurch scheint das alte Sprüchwort gerechtfertigt: „Kluge Leute gehen über die Londoner Brücke, Narren unter ihr weg."

Im J. 1756 wurde eine Parlamentsacte wegen Verbesserung der Brücke erlassen, und auf die Zeit dieser Reparaturen eine einseitige hölzerne Brücke errichtet, welche aber im April 1759 abbrannte. Die beiden Mittelbögen wurden in einen gezogen, die Häuser beseitigt, und die Brücke in den Stand gesetzt, in welchem sie bis zu der Zeit blieb, wo die neue Londoner Brücke, welche den Hauptgegenstand dieses Abschnitts bildet, angefangen ward.

Die Behörden von London und das Parlament hatten der Erbauung einer neuen Brücke schon seit Jahren Aufmerksamkeit geschenkt, und nach langer Berathung beschloß man endlich, westlich von, und dicht an der frühern eine neue Brücke zu errichten. Der Magistrat setzte Preise von 250, 150 und 100 Pfd. St. für die besten einzuschickenden Pläne aus, welche Preise von den Hrn. Fowler, Borer und Busby gewonnen wurden, wiewohl man sich zuletzt für die Annahme eines der Pläne des seligen John Rennie Esq. entschied.

Den 25. Juni 1825 wurde der Grundstein der neuen Londoner Brücke von John Garratt Esq., Alderman des innern Brückenquartiers, und damals Lordmajor von London, in Gegenwart des verstorbenen Herzogs Friedrich von York und vieler andern Leute von Stande, gelegt. Nach dem auf Taf. 110 gegebenen Aufriß und Grundriß kann man sich von der allgemeinen Ansicht der Brücke einen Begriff machen. Sie besteht aus fünf aus Granit gebauten Bögen und geht jetzt unter der Leitung der Hrn. George und John Rennie, der Söhne des verstorbenen berühmten John Rennie Esq., schnell

ihrer Vollenbung entgegen. Der erste Contract wurde mit dem Herrn William Folliffe und Sir Edward Banks auf 426,000 Pfd. Sterl. abgeschlossen, wozu noch 30,000 Pfd. St. Behufs der zu bewirkenden Veränderungen, z. B., der Erweiterung der Wasserstraße durch Beseitigung zweier nördlich und südlich vom Mittelbogen befindlichen Pfeiler, so daß man jetzt durch drei weite Bögen fahren kann, hinzugefügt werden sollten. Zu den obigen Summen kamen noch 8000 Pfd. St. für eine neue Rüstung zum vierten Bogen, Behufs der schnellern Beförderung des Baues und 42,000 Pfd. St., die im Jahr 1825 von der Schatzkammer bewilligt wurden, um die Brücke 6 Fuß breiter, als nach dem ursprünglichen Plane, zu machen, wovon zwei auf den Fahr-, und zwei auf jeden Fußweg kamen. Die Gesamtkosten der Brücke belaufen sich daher auf 506,000 Pfd. Sterl. Wie hoch sich die Auslagen belaufen, die der Ankauf von Grundstücken, um passende Zugänge zu der Brücke zu bilden, nöthig machte, läßt sich noch nicht genau bestimmen; allein man schätzt dieselben auf 1 Million Pfd. Sterl. Der Grund der Brücke besteht aus einem Pfahlwerk, die Pfähle sind mit Eisen beschlagen, und 4 Fuß von einander, 20 Fuß tief in den blauen Thon des Themsebettes getrieben; die Pfeiler zeigen äußerlich Wasserbrecher, Säulenplatten und einfache rechtwinkliche Strebepfeiler. Die Brücke soll an beiden Enden zwei 20 Fuß breite Treppen erhalten, und nach dem Contracte hätte sie den 2. März 1830 vollendet seyn müssen.

Die Londoner Brücke ist die lebhafteste Straße über die Themse. Man hat ermittelt, daß an einem Tage des Juli 1811, 89640 Fußgänger, 769 Frachtwagen, 2924 Karren und Schleifen, 1240 Kut-schen, 485 Gigs und 764 Reiter dieselbe passirten. Diese Zählung fand auf Veranlassung der Directoren der Southwark-Brücke statt, um die Größe des zwischen beiden Ufern stattfindenden Verkehrs zu ermitteln.

Maasse der neuen Londoner Brücke.

	Fuß.
Länge der Brücke mit Einschluß der Widerlager	928
Länge innerhalb der Widerlager	782
Breite von einer äußern Seite der Brustwehr zur andern	56
Breite des Fahrwegs	36
Breite jedes Fußwegs	9
Spannweite des Mittelbogens	150
Höhe des Mittelbogens über dem niedrigsten Wasserspiegel	60
Pfeiler des Mittelbogens	24
Spannweite der Bögen zu beiden Seiten des Mittelbogens	140
Pfeiler dieser beiden Bögen	22
Spannweite der Widerlagerbögen	130
Breite des Wassers unter den fünf Bögen	690
Widerlager an jedem Ende der Brücke	74

Brücke von Potarch in Aberdeenshire.

(Tafel 107 und 108. Nr. 3.)

Zu Potarch, etwa 17 Meilen unterhalb Ballater (woselbst bereits eine große Brücke von fünf Bögen, zusammen 238 Fuß im Lichten haltend, erbaut worden war), fand man die Errichtung einer zweiten Brücke über den Dee nothwendig, und obgleich dieselbe weiter stromabwärts liegt, so ist dieselbe doch nicht so lang, wie die zu Ballater, denn der Fluß hat sich bei Potarch sein Bett durch festen Felsen gewühlt, während in der Mitte desselben ein einzelner Block stehen geblieben ist, und auf diesem wurde der Hauptpfeiler der Brücke mit mäßigen Kosten errichtet. Die Brücke hat drei Bögen, von denen der mittlere 70 Fuß, und von den seitlichen jeder 65 Fuß Spannweite besitzt.

Der Baumeister erlitt einen großen Verlust dadurch, daß sein Gerüste mit einem Theil der noch unvollendeten Bögen durch Flossholz weggerissen wurde, und dieser Verlust war um so drückender, da er eben keinen vortheilhaften Contract abgeschlossen hatte. Er stellte jedoch die beschädigten Theile so geschwind als möglich wieder her, und vollendete die Brücke im Sommer 1814. Die Schädlichkeit der Holzflöße zu Zeiten wo der Fluß ungewöhnlich stark angeschwollen war, veranlaßte die Commissäre, um eine Parlamentsacte nachzusuchen, durch welche derjenige, welcher Holz flößt, für jeden an Brücken angerichteten Schaden verantwortlich gemacht wird.

Die eiserne Brücke von Southwark.

(Tafel 103, Figur 3, 4 und 5.)

Eiserne Brücken giebt es jetzt in Großbritannien sehr viele. Die erste große Brücke dieser Art wurde im J. 1779 zu Colebrook-Dale über den Severn geschlagen. Im Jahr 1796 wurde die Sunderlands-Brücke gebaut, die in Ansehung der Größe und Form weit kühner ist, und wie die eben erwähnte aus einem Bogen besteht. Die Tafeln und Beschreibungen reichen hin, dem Leser eine richtige Ansicht von ihrer Construction zu geben. Wir werden auch von der eisernen Brücke von Baurhall, im westlichen Theile der Hauptstadt, handeln, welche vor der Errichtung derjenigen, die wir jetzt beschreiben wollen, eine der merkwürdigsten war. Die Brücke von Southwark bezeichnet, in Ansehung dieser Art von Bauten, den Anfang eines neuen Zeitabschnitts, und gehört zu den rühmlichsten Werken des Baumeisters Rennie. Ein Umstand, der uns wegen seiner Neuheit vorzüglich interessiren kann, ist die Anwendung großer gußeiserner Platten, welche die gewöhnliche Gestalt wie die zu den Bögen steinerne Brücken angewandten Steine haben, und auf die für die Beschaffenheit des Gußeisens vortheilhafteste Weise dem Drucke widerstehen. Bei der Construction aller übrigen eisernen Brücken, hatte man offene Rippen angewandt, welche allerdings den Vortheil großer Leichtigkeit darboten, aber keineswegs denselben Grad von Stärke und Dauer besitzen konnten. Die

Brücke besitzt nur drei Bögen. Die Spannweite des mittlern beträgt 240 Fuß, die der beiden seitlichen 213 Fuß; die Pfeiler sind 24 Fuß breit, die ganze Brücke ist 236 Yards lang, und der für das Wasser gelassene Raum beträgt 222 Yards.

Wiewohl die Southwark-Brücke nicht viel mehr als halb so lang ist, als die Strand-Brücke, so bot deren Bau dennoch größere Schwierigkeiten dar. Zuvörderst ist schon aus demselben Grunde, aus welchem sie kürzer ist, als die Strand-Brücke, die Strömung unter ihren Bögen, sowohl bei der Fluth, als bei der Ebbe, weit reisender, als bei der Strand-Brücke, und die Tiefe des Wassers beträgt zur Zeit der Ebbe 13 Fuß, während sie bei der Strand-Brücke zu derselben Zeit nur 8 beträgt. Die Anlegung der Dämme hatte also mehr Schwierigkeit. Da ferner die Bögen niedriger und weiter sind (denn der mittlere Bogen ist gerade noch einmal so weit als die der Strand-Brücke), so ist deren Druck gegen die Widerlager weit bedeutender, und wirkt weit mehr darauf hin, sie auseinander zu treiben. Doch sind alle diese Schwierigkeiten mit ungemeinem Geschick überwunden worden.

Mit bewunderungswürdiger Umsicht nahm Hr. Rennie schon im Voraus den Fall an, daß zur Erleichterung der Schiffahrt auf der Themse das Bett dieses Flusses unter der Southwark-Brücke vertieft werden dürfte, und ordnete also an, daß die erste Lage der Pfeiler 10 Fuß unter die Sohle des damaligen Bettes gebracht werde. Der Grund der Pfeiler erhebt sich pyramidenartig, und ist an der Basis 36 Fuß, an der Stelle aber, wo der senkrechte Strebpfeiler beginnt, 24 F. breit. Er ruht auf 10 Reihen von Pfählen.

Bei hohen Fluthen befand sich der unterste Theil des Grundes 36 Fuß unter der Oberfläche des Wassers; hieraus entstand ein ungeheurer Druck gegen den Damm, welcher den für den Pfeiler bestimmten Raum umgab, und obgleich derselbe mit großer Sorgfalt angelegt worden war, so ließ er doch Wasser durch. Er war aus drei Reihen Pfählen gebildet, welche in drei länglichen von einander umschlossenen Achtecken standen, von denen das innere 60 Fuß breit, und fast noch einmal so lang war. Die Stärke des Dammes betrug nicht über 6 Fuß.

Die Pfähle hatten 13 bis 14 Zoll in's Gevierte und 50 Fuß Länge; sie waren 15 Fuß tief in den Grund eingetrieben und erhoben sich zur Zeit der Fluth 6 bis 8 Fuß über den Wasserspiegel. Innerhalb des Dammes waren Spannriegelbalken eingezogen, die 60 F. Länge hatten, und an beiden Enden gegen Längsbalken drückten, die sich an den langen Wänden des Dammes hinstützten und auf diese Weise die Pfahlreihen gegen den Druck des Wassers stützten. Innerhalb des Dammes war um den für die Pfeiler freigelassenen Raum ein Verschlag von 6 bis 8 Zoll breiten Planken angebracht worden, die, jedoch ohne Nägel und ohne Spundung, dicht an einander gefügt waren, und die Bestimmung hatten, zu verhindern, daß das Wasser zwischen den Pfählen durchsickerte, und auf diese Weise die Erde wegsplügte, in welche dieselben eingetrieben waren. Bei den Widerlagern

am Ufer betrug der Abstand der Pfähle von einander 3 Fuß 4 Zoll. Man bedeckte dieselben mit starken Balken, die mit Planken belegt wurden. Ueber und unter den Dämmen wurden 16 bis 18 einzelne Pfähle eingerammt, damit während des Baues keine Fahrzeuge an die Dämme antreiben könnten. Auf dem linken Ufer der Themse stellte man eine Dampfmaschine von der Kraft von 14 Pferden auf, welche mehrere im innern Raum der Dämme angebrachte Pumpen in Bewegung setzte. Die Fortpflanzung der Bewegung der letztern von dem Ufer aus, fand durch Wänder ohne Ende statt,

Um die Widerlager am Ufer zu bauen, wurden vor denselben ebenfalls Dämme aufgeführt, und Abbrüche angelegt, worauf man den Boden in der Richtung nach der Mitte des Flusses zu abbschte (die Neigung betrug 2 Fuß auf 15), und die Pfähle der Widerlager so eintrieb, daß sie zu dieser Böschung senkrecht gerichtet waren (siehe Tafel 104, Figur 6). Auf dem durch die Pfähle gestützten hölzernen Grundwerk, welches von derselben Beschaffenheit ist, wie das der Pfeiler, wurden erst einige Lagen von Portlandstein gebracht, von denen jede eine stärkere Böschung hatte. Die Steine waren aneinander befestigt, so daß sie vermöge ihrer Schwere nicht nach dem Flusse zu rutschen konnten. Auf diese Weise war die Ebene der letzten oder obersten Lage gegen den Anfang des Bogens genau senkrecht gerichtet, und daher besser im Stande, dem Drucke der ersten Rippe zu widerstehen. Die ganze Breite jedes Widerlagers beträgt 80 Fuß. Es führt durch dieselben ein halbcylindrischer gewölbter Weg.

Construction der Bögen. — Jeder Bogen besteht aus acht Rippen, die einander in allen Stücken gleich, mehr hoch als stark, und gegen den Fluß senkrecht gerichtet sind (s. Taf. 103, Fig. 5). Jede Rippe besteht aus zwei Theilen; der erste ist massiv, und bildet den untern Umkreis; der zweite erstreckt sich von diesem Umkreis nach der Plattform der Brücke, und ist durchbrochen (s. Taf. 104, Fig. 1).

Die eisernen Bögen sind $2\frac{3}{4}$ ($1\frac{3}{4}$?) Zoll dick, und auf diese Art sind die acht Rippen einem massiven Bogen von 14 Zoll Stärke gleich, was, wenn man bedenkt, daß die Brücke $50\frac{1}{2}$ Fuß Breite, und der Bogen eine so gewaltige Spannweite hat, nicht zu viel ist.

Diese Rippen erhalten durch einen fast 4 Zoll hohen Rand eine größere Stärke; sie bieten auf diese Weise eine größere Oberfläche dar, auf die der Druck der Fugen einwirkt, und können in'sbesondere einem von der Seite kommenden Stoße weit besser widerstehen; endlich kann die Veränderung, welche diese Bögen durch Temperaturwechsel erleiden, keine andere Wirkung äußern, als daß der Bogen ein wenig gewölbter oder flacher wird; allein unmöglich können dadurch so starke und zweckmäßig geordnete Eisenmassen durchbrochen werden. Es darf nicht übersehen werden, daß die Seitenfugen dieser Platten an der Sohle des Bogens weit stärker sind, als am Gipfel derselben. Die unterste, auf welche alle übrigen drücken, ist 8 Fuß, und die oberste, welche gleichsam den Schlussstein bildet, nur 6 Fuß hoch. Die Platten, aus welchen die Rippe besteht, befinden sich nicht in unmittelbarer Berührung; in diesem Punkte ist Herr Rennie auf

eine sehr bemerkenswerthe Weise von dem gewöhnlichen Verfahren abgewichen; alle Rippen sind nämlich von eisernen Quereplatten von derselben Breite und Höhe wie die Bogenplatten, welche auf diese Weise von einander abgefordert werden, senkrecht durchsetzt. Dieser Platten sind so viele, als Fugen zwischen den Platten jeder Rippe vorhanden sind. Außerdem befinden sich zwei dieser Platten zwischen den untersten Bogenplatten und den Pfeilern oder den Widerlagern (siehe Tafel 104^b, Fig. 1).

Die Bögen, welche sowohl die Stützen, als die Brückenbahn tragen, haben auf diese Weise eine höchst zweckmäßige Construction. Die Stützen bestehen, wie bereits bemerkt, aus durchbrochenen Rippen, welche sich senkrecht über den eben beschriebenen massiven Rippen erheben, und sich, von der Seite aus gesehen, als ein Netz mit rautenförmigen Maschen darbieten, welche nach oben zu immer kleiner werden. Sie stoßen an den Enden ihrer kürzern Diagonalen zusammen, welche zusammen ein Vieleck bilden, das den zwischen dem untern Bogen und der Plattform liegenden Raum in zwei gleiche Theile theilt. Die Rauten nehmen, wie bereits bemerkt, nach dem Gipfel des Bogens zu, an Größe ab, und die Größe der ihre Seite bildenden Ränder vermindert sich in demselben Verhältniß. Die unteren Spitzen der Rauten ruhen auf dem äußern Bogen, und die obern stützen die Brückenbahn. Die beiden senkrechten Seiten sind mit Schraubenbolzen aneinandergefügt, welche durch die an der Außenseite vorspringenden Ränder gehen, die an diesen Stellen eine bedeutendere Stärke besitzen. Auf diese Weise enthält jedes einzelne Stück zwei ganze und vier halbe Rauten. Jedes dieser Stücke ist aus dem Ganzen gegossen. Die zwei den Pfeilern und den Widerlagern zunächst liegenden Stücke enthalten nur eine ganze und zwei halbe Rauten (s. Taf. 104^b, Fig. 1). Ohne diese Vorsicht würden sie, wegen ihrer Größe, zu schwer ausgefallen, und bei'm Einziehen der Beschädigung ausgesetzt gewesen seyn.

Die untern Spitzen der Rauten sind, wie man aus der Tafel ersieht, durch einen Bogen mit einander verbunden, welcher sich an der äußern Seite der untern Bogenplatten hinzieht. Ihre obern Spitzen stehen auf ähnliche Weise durch einen Bogen in Verbindung, der dem Umriß der Brückenbahn folgt. Auf diese Weise ist der zwischen der Brückenbahn und dem massiven untern Bogen liegenden Raum durch vier Reihen von Dreiecken ausgefüllt; die Basis der Dreiecke der ersten Reihe ruht auf dem untern Bogen, die der zweiten und dritten auf dem Mittelbogen, und die der vierten unter dem äußern Kranze der Brückenbahn.

Der Theil der Rippen, auf welchen die Grundlinien der ersten Reihe von Dreiecken ruhen, ist in eine Rinne eingesenkt, welche sich in der Kranzleiste der Platten des untern Bogens befindet. Durch die Grundlinien und Platten gehen Schraubenbolzen; überdem sind die obern Stücke mit schwalbenschwänzigen Zapfen versehen, die in ähnlich gestaltete Lücken der Platten passen (s. Tafel 104^b, Figur 1). Die Lücke ist größer als der Zapfen, aber der Zwischenraum ist durch

zwei eiserne Keile ausgefüllt, welche der ganzen Masse Festigkeit und Dauer verleihen.

Die obere Seite des durchbrochenen Theils der Rippen ist mittelst Schraubenbolzen und Schraubenmütern an die Balken gefügt, die sich nach der ganzen Länge der Brückenbahn erstrecken.

Diese Brücke ist bei den Herren Walker zu Rotherham in Yorkshire gegossen. Der Preis des Gießens, Transports und Zusammensetzens betrug 18 Pfd. St. auf die Tonne. Aus denselben Hüttenwerken stammen die Brücke von Sunderland über den Wear, von Yarmouth über den Tees, und von Staines über die Themse.

Nachweisungen über die eiserne Brücke von Southwark.
(Tafel 103 und 104^b.)

Tafel 103, Figur 3. Allgemeiner Aufsriß.

Figur 4. Grundriß zur Erläuterung der Anordnung oder Stellung der Diagonalen oder Kreuzbänder, von denen Fig. 4, Taf. 104^b eines im Grundriß, Durchschnitt und Aufsriß darstellt.

Figur 5. Der Mittelbogen in etwas größerm Maassstabe.

Tafel 104^b, Figur 1. Ein Theil des Bogens, welcher die Bogenplatten trägt, welche die Stützen oder Kreuzstreben tragen, und woselbst man auch die verbindenden Querplatten bemerkt, welche sich zwischen den gußeisernen Platten des massiven Bogens befinden.

Figur 2. a, b, c. Ein Theil von einer dieser nach der Quere streichenden Platten, im Aufsriß, Durchschnitt und Grundriß.

Figur 3^a und Figur 3^b. Die Befestigungstheile dieser Platten im größern Maassstabe.

Figur 4. Grundriß, Durchschnitt und Aufsriß der Diagonalen oder Kreuzbänder, deren allgemeine Anordnung in dem Grundriß Tafel 103, Figur 5 zu sehen ist.

Figur 5 a u b. Aufsriß und Durchschnitt des zur Zierde angebrachten Karnieses und des Geländers.

Figur 6. Die Hälfte eines der an's Land stoßenden Bögen. Man sieht daselbst die Richtung der Pfähle, die Art, wie die Steinlagen in einander gefügt sind, und das zum Stützen des Bogens während des Baues angewandte hölzerne Gerüste.

Die Strand-Brücke.

(Tafel 105 und 106.)

Diese Brücke, welche auch die Waterloo-Brücke heißt, wurde im Jahr 1811 angefangen, und liegt etwa auf dem halben Wege von der Blackfriars- nach der Westminster-Brücke. Seit dem Jahre 1816 erhielt sie den Namen die Waterloo-Brücke, indem die Engländer hierin den Franzosen nachsäßen.

Neun Bögen von je 120 Fuß Spannweite werden von Pfeilern gestützt, die am Wasserspiegel 20 Fuß, und an der Basis 30 Fuß breit sind. Diese ruht auf 320 Pfählen, von denen jeder etwa 1 Fuß

Durchmesser und 18 bis 21 Fuß Länge hat. Auf jede drei Quadratsfuß kommt ein Pfahl. Der Raum für das Wasser ist unter der Brücke 360 Yards breit. Die Breite der Brücke steht mit ihren übrigen Maaßen in richtigem Verhältniß. Der Fahrweg ist 28 Fuß breit, die Fußpfade haben 7 Fuß Breite, und sind mit Granitplatten belegt, deren Länge der Breite des Pfades gleich ist.

Die Brücke hat 413 Yards, oder 1239 Fuß Länge, ist also die größte von allen über die Themse führenden. Auf der Londoner Seite läuft die Straße gerade bis an den Strand fort, eine Straße, welche sich parallel mit dem Flusse erstreckt und von der die Brücke ursprünglich ihren Namen empfing. Diese Fortsetzung der Brücke auf dem Lande ist 132 Yards lang, und wird durch 16 hohe backsteinerne Bögen gestützt. Auf der Seite von Southwark setzt sich die Brückenbahn über 40 backsteinerne Bögen, in Gestalt eines erhöhten Weges, bis zur Stamford-Straße, 416 Yards weit fort, so daß also die Gesammtlänge der auf Bögen ruhenden und über die Themse führenden Straße 961 Yards, oder etwa $\frac{1}{4}$ Stunde Wegs beträgt. Die Brücke besitzt eine hohe Brustwehr. Ueber jedem Pfeiler bildet ein mit Bänken versehener viereckiger Erker einen Balkon. Von einem dieser Balkons aus muß man das prächtige Schauspiel betrachten, welches die Themseufer darbieten. Diese Brücke ist von einem Ende bis zum andern durchaus horizontal, und die Bögen haben durchgehend dieselbe Spannweite. Wenn wir entweder von der Westminster- oder Blackfriars-Brücke aus die Strandbrücke betrachten, so fällt uns deren Pracht und imposante Größe auf. Wir achten dann wenig auf jene Säulen, die der Baumeister an den Pfeilern angebracht hat, um das Karnies zu stützen, welches selbst nur da zu seyn scheint, um von den Pfeilern gestützt zu werden. Uebrigens halten diese Säulen die Balkone, und sind deshalb keineswegs bloß eine unnütze Ziende. Doch wäre es meiner Meinung nach passender gewesen, wenn man die Balkone durch einen Strebepfeiler gestützt hätte. Die Brücke von Louis XVI. hat, z. B., Säulen, die von Neuilly nicht; beide sind Werke desselben ausgezeichneten Baumeisters; allein die letztere wird der erstern bei weitem vorgezogen.

Der Bau der Brücke zeigt von außerordentlicher Geschicklichkeit und Erfahrung. Die Pfeiler, Bögen und Widerlager sind von cornischem Granit; die Balustraden und Brustwehren von schottischem Granit, aus der Gegend von Aberdeen, dessen Korn feiner und weißer ist, als die ebengenannten Sorten. Die Steinlagen der Pfeiler und Bögen bestehen aus sehr großen Blöcken, was dem ganzen Gebäude ein altäonisches Ansehn giebt. Um das auf die Pfeiler drückende Gewicht zu vermindern, hat man über jedem leere Räume gelassen, welche unter der Brückenbahn in einer geraden Linie enden. In diesen Kammern laufen nach der Länge der Brücke und in gleichen Abständen backsteinerne Mauern mit Steinplatten, auf denen die Erde und der Kies liegen, welche die Unterlage der Bahn bilden (s. Fig. 5). Um die Steine der Bögen mit den Steinlagen der Pfeiler fester zu verbinden, wurde beim Aufsetzen jedes Blocks derselbe gegen die bereits

im Lager befindlichen gedrückt, und dabei mit solcher Sorgfalt verfahren, daß, nach dem Wegnehmen des Baugerüsts, der mittlere Theil der 120 Fuß weiten Bögen sich in keinem Falle über 1 Zoll senkte.

Der Anblick alter Denkmäler der Baukunst gewährt ein besonderes Interesse durch die Größe der dazu verwandten Steinblöcke; es ist angenehm, sich Menschen zu denken, die, mit außerordentlicher Geduld und Kraft begabt, diese gewaltigen Massen mit der größten Genauigkeit formten, und aus der Tiefe der Steinbrüche bis auf den Gipfel des Gebäudes schafften. Wir sehen die Mythe der Titanen in den mit der Natur kämpfenden Menschen verwirklicht. Als ich die Werke der Römer in Languedoc besuchte, verglich ich die erst seit wenigen Jahren gebaute Brücke mit der alten Wasserleitung des Gard; das neue Werk hat die Frische und Glätte eines erst kürzlich vollendeten Gebäudes; allein gesehen, könnte es imposant und fast majestätisch erscheinen. Da es aber aus kleinen Steinen gebaut ist, so scheint es durch die ungeheuern Blöcke, welche die Römer vor 2000 Jahren übereinander thürmten, und welche die Zeit noch nicht aus ihrer Lage gerückt hat, gleichsam erdrückt zu werden. Das Innere der Pfeiler und der Bögen besteht aus Steinen, die weniger groß und dauerhaft sind, als die zur äußern Anblendung verwandten; allein da sie der störenden Wirkung der Luft nicht ausgesetzt sind, so kann deren Festigkeit nicht leiden. Dagegen sind die übrigen Brücken der Hauptstadt, die Westminster-, Blackfriars- und die alte Londoner Brücke aus einem leicht an der Luft verwitternden Steine gebaut, und der Zahn der Zeit hat schon stark an ihnen genagt.

Wenn nach den unberechenbaren Wechselln, denen die Reiche unterworfen sind, einst die Frage aufgestellt werden sollte: Wo stand früher das neue Phönizien, das abendländische Tyrus, welches den Ocean mit seinen Schiffen bedeckte? dann werden wenig Gebäude dem zerstörenden Einfluß der Elemente widerstanden haben. Allein die Strandbrücke wird noch den spätesten Geschlechtern bezeugen, daß hier eine mächtige, reiche und kunstfleißige Stadt gestanden habe. Der Wanderer wird, wenn er dieselbe erblickt, glauben, irgend ein großer Fürst habe durch despotische Maßregeln seine Unterthanen gezwungen, dieses gewaltige Bauwerk aufzuführen, um seinen Ruhm zu verherrlichen. Wenn ihm aber die Sage berichtet, daß eine bloße Gesellschaft von Kaufleuten diese eines Sesostris und Cäsar würdige Brücke binnen 6 Jahren hergestellt habe, so wird er um so mehr die Nation bewundern, wo dergleichen Unternehmungen das Resultat der Anstrengungen von Privatpersonen seyn konnten, und erwägt er dann die Ursachen des Glücks der Nationen, so wird er eingestehen, eine Nation, bei der dieß möglich gewesen, müsse weise Gesetze, so wie mächtige und freisinnige Institutionen besessen haben; denn diese sprechen sich in der Größe und Nützlichkeit der von ihren Bürgern ausgeführten Werke unverkennbar aus.

Nachweisungen rücksichtlich der Strandbrücke. (Tafel 105 u. 106.)

Figur 3. Allgemeiner Aufriß.

Figur 4. Grundriß, welcher die Pfeiler, Widerlager, Treppen, die Bahn u. s. w. zeigt.

Figur 5. Längsdurchschnitt eines Bogens, woselbst man die innern backsteinernen Scheidewände erblickt; man sieht daselbst auch, wie die Pfeiler aus Granit aufgeführt sind, und wie die Bögen auf denselben ruhen. Desgleichen geht aus dieser Abbildung die Beschaffenheit der Grundwerke oder der Pfähle und Koste hervor. Auch ist das Baugerüste abgebildet, welches, da alle Bögen einerlei Größe erhielten, zum Stützen mehrerer derselben während des Bauens dienen konnte.

Figur 6. Vollständiger Aufriß eines der Bögen.

Die eiserne Brücke von Sunderland über den Wear.

(Tafel 102, Figur 1.)

Auf dem rechten Ufer der Mündung der Wear steht Sunderland, und auf dem linken Wearmouth. Diese beiden Städte stehen mit einander durch eine eiserne Brücke von einem einzigen Bogen in Verbindung, welche im Jahr 1796 mehrentheils durch die Bemühung des Hrn. Burdon, der das Unternehmen nicht nur in Vorschlag brachte, sondern auch das meiste Geld dazu hergab, errichtet wurde. Der Bogen erhebt sich von den Widerlagern 30 Fuß, und da er bei einer Höhe von 70 Fuß über den niedrigsten Wasserspiegel entspringt, so bleiben in der Mitte 100 Fuß zum Durchfahren für Schiffe frei. Die Spannweite beträgt 240 Fuß, das Gewicht des dazu verwandten Eisens etwa 250 Tonnen, worunter 40 Hammereisen. Die Widerlager sind auf den natürlichen Felsen gegründet.

Der geschickte Baumeister Wilson, welcher diese Brücke baute, und sie in Stand zu erhalten hat, wohnt am rechten Ufer des Flusses in einem auf Kosten der Gesellschaft, welche diese Unternehmung machte, erbauten Hause. Vor demselben befindet sich die Zolleinnahme, woselbst jeder Fußgänger $\frac{1}{2}$ Penny, und Pferde, Karren und Kutschen ein verhältnismäßiges Brückengeld entrichten. Das Innere der Brücke bekommt man gegen Erlegung eines Douceurs zu sehen.

Die Brücke nimmt sich zwischen den beiden Städten höchst majestätisch aus. Sie schwebt gleichsam in der Luft, und Schiffe von sehr bedeutender Größe können unter ihren Bogen durchfahren, ohne die obersten Segel streichen zu müssen, während gewaltige Lastwagen darüber hinwegfahren. Zur Zeit der Ebbe kommen die Schiffe den Fluß herab, zur Zeit der Fluth herauf. Am Flusse hin wimmelt es von Fabrikgebäuden; bis an die Ausladeplätze führen Eisenbahnen, auf denen mit Steinkohlen oder Kalkstein beladene Wagen hinobrollen, und endlich krönn die beiden nettgebauten Städte dieß prächtige Amphitheater, dessen Gegenstände fast durchgehends von der Thätigkeit und dem Kunstfleiß des Menschen zeugen, so daß es mit einer malerisch-schönen Naturscene einen auffallenden Contrast bildet.

Nachweisungen wegen der Brücke von Sunderland.

Tafel 4, Figur 1. Aufriß.

Figur 2. Querschnitt der Brückenbahn.

Figur 3. Perspektivische Ansicht einer der Rippen.

Eiserne Brücke von Baurhall.

(Tafel 103, Figur 1 u. 2.)

Diese Brücke, welche aus steinernen Pfeilern und Widerlagern, und aus gußeisernen Bögen besteht, wurde im Mai 1813 nach dem Plane und unter der Aufsicht von James Walker Esq., zu Limehouse begonnen, und am 25. Juli 1816, gegen Entrichtung eines Brückengeldes, für das Publicum eröffnet. Der Grund der Pfeiler besteht aus Kästen, welches Verfahren zugleich wohlfeil, schnell und sicher ist. Die Brückenbahn wird von 10 eisernen Rippen gestützt, die von einem Pfeiler bis zum andern reichen und eine Reihe von gußeisernen Platten von je 2 Zoll Stärke stützen, auf denen die Materialien des Fahr- und der Fußwege ruhen.

Die Hauptdimensionen sind folgende:

Volle Länge, mit Einschluß der Widerlager	912 Fuß.
Breite des Wassers unter der Brücke	675 —
Spannweite jedes der neun Bögen	78 —
Breite der acht Pfeiler und der Stelle, wo die Bögen entspringen (am Anlaufe)	13 —
Breite der Pfeiler über dieser Stelle	10 —
Höhe des Mittelbogens im Lichten über der Fluthhöhe	26 —
Steigung der Bögen	11 —
Breite der Brückenbahn	36 —

Nachweisungen in Bezug auf die Baurhallbrücke.

Tafel 103, Figur 1. Allgemeiner Aufriß.

Figur 2. Der Mittelbogen im größern Maasstabe.

Die Westminster = Brücke.

(Tafel 105 und 106, Figur 1 und 2.)

Diese Brücke ist eine der schönsten in der Welt, und eben so grandios als einfach. Ihren Plan und die Leitung ihres Baues verdankt man dem Schweizer, Hrn. Labeyle. Sie wurde mit Kästen auf folgende Weise gebaut. Es wurde 5 Fuß tief in die Sohle des Flussbettes eingegraben. An manchen Stellen mußten die Kästen aber auch, um die Kiebschicht zu erreichen, auf welcher der Grund der Pfeiler ruht, 14 Fuß tief versenkt werden. Nachdem dieses Kiebslager gehörig vorgeichtet und gebenet, und durch eine angemessene Eindämmung mit starken Pfählen trocken gelegt war, wurde ein sehr starker eichener Kasten zur Aufnahme des Grundes jedes Pfeilers vorbereitet. Dieser Kasten war vollkommen wasserdicht, und wurde über die Stelle gelößt, wo der Pfeiler aufgeführt werden sollte, worauf man ihn zwischen die

bereits eingetriebenen Pfähle brachte. In diesen schwimmenden Kästen wurde der Grundstein dieser prächtigen Brücke den 24. Januar 1739 von Heinrich Grafen von Pembroke gelegt. Der Kasten hatte eine solche Höhe, daß, als dessen Boden in die Grube eingesenkt war, und auf der Sohle derselben aufsaß, der obere Rand über den höchsten Wasserstand hinausragte, so daß, als er durch die Last der gewaltigen Steinblöcke, aus denen der Pfeiler errichtet wurde, allmählig hinabsank, die Arbeiterleute vollkommen trocken unter der Oberfläche des Wassers arbeiten konnten. Die Pfeiler wurden auf diese Weise einer nach dem andern vollendet, und so wie sie fertig waren, nahm man die Wände des Kastens weg, so daß das auf dem Boden desselben ruhende Gemäuer sichtbar wurden. Die Steine wurden in holländischen Mörtel eingelegt, und sämmtlich durch eiserne in Blei eingegossene Klammern, die vor dem Verrosten vollkommen gesichert sind, untereinander befestigt, so daß man jeden Pfeiler als aus einem ungeheuren Steinblock bestehend betrachten kann. Die Brücke wurde im November 1747 vollendet, so daß ihr Bau 8 Jahre 9 Monate dauerte. Da jedoch einer der Pfeiler sich gesenkt hatte, so konnte die Brücke erst im Jahr 1750 eröffnet werden. Wegen dieser Unvollkommenheit am Grunde des Pfeilers sah sich der Baumeister genöthigt, von den beiden Nebenseitlern aus, einen Bogen über den fehlerhaften Pfeiler zu schlagen, so daß diesem die Last abgenommen wurde. Dieser hohle Pfeiler wird noch jetzt zu bestimmten Zeiten von dazu bestellten Sachverständigen untersucht, welche über dessen Zustand zu berichten haben. Die ganze Brücke besteht, mit Ausnahme der Gewölbsteine der Bögen, welche von Purbeck stammen, aus Portlandstein. Die Brücke ist 1223 Fuß lang, und 44 Fuß breit; sie besitzt 13 große und 2 kleine halbkreisförmige Bögen, von denen der mittlere 76 Fuß Spannweite hat. Die übrigen Bögen nehmen zu beiden Seiten um 4 Fuß ab. Die Pfeiler dieser Brücke endigen auf der Bahn in Nischen, woselbst Fußgänger Sitze und Schutz finden. Diese Nischen bilden halbe Achtecke. Der Baumeister behauptete, zu dieser Brücke beinahe doppelt so viel Steine verwandt zu haben, als die St. Paul's Kirche davon enthält. Die Gesamtkosten betragen 389,500 Pfd. St.

Diese Brücke muß zur Zeit ihrer Errichtung von außerordentlichem Nutzen gewesen seyn, indem damals außer der noch nicht verbesserten alten Londoner Brücke keine vorhanden war, und dennoch reichten die Londoner und Southwarker Bürger sammt den Flußschiffern u. s. w., eine Petition gegen dieses großartige Unternehmen bei'm Parlamente ein. Man erhob auch gegen den Bau einer steinernen Brücke viel Schwierigkeiten, und legte den Commissären den Plan einer hölzernen vor, welcher viel Beifall fand. Als man aber in den Baumeister drang, die Reparaturkosten für eine gewisse Anzahl von Jahren anzugeben, so wollte er auf diesen Vorschlag nicht eingehen. Demungeachtet behielt die hölzerne Brücke noch viele Freunde, und der Plan, eine steinerne zu bauen, ging im Oberhause nur mit einer geringen Stimmenmehrheit durch.

Tafel 105 und 106, Figur 1. Allgemeiner Aufriss, der die auf den Boden der Kästen stehenden und von den zur Seite eingetriebenen Pfählen geschützten Pfeiler zeigt.

Figur 2. Allgemeiner Grundriß, welcher die Fahrstraße, den Fußpfad, die Nischen, Treppen u. s. w. darstellt.

H ä v e n u n d L a n d u n g s d ä m m e .

Der Haven von Uvoch in Cromartyshire.

(Tafel 113 und 114. Nr. 8.)

Uvoch ist eine bekannte Fischerstation, zwei Meilen westlich von Fort Rose, und auf demselben Ufer. Sir Alexander Mackenzie, der Besizer derselben, kam bei den Commissären für die hochschottischen Straßen und Brücken, zu Gunsten der Bewohner, um die Anlegung einer Landungsfähre ein, und diese, oder vielmehr ein kleiner Haven, der sich von der Straße von Black Isle, welche an dieser Stelle längs dem Ufer hinläuft, 90 Fuß weit erstreckt, wurde gebaut. Mittelfst eines bei $\frac{2}{3}$ seiner Länge befindlichen Knies bildet der Havendamm gegen Südwesten eine vollkommen schützende Vormauer, und, mit Hilfe eines östlich liegenden Wellenbrechers, für Küstenfahrzeuge und Fischerboote einen sichern Haven. Dieses äußerst nützliche Werk wurde im April 1815 vollendet, und kostete keine tausend Pfd. St.

Der Haven von Banff.

(Tafel 113 und 114. Nr. 13.)

Banff treibt bedeutenden Handel, und liegt auf der westlichen Seite einer kleinen nach Norden offenen Bucht, an der Küste des Moray Frith. Der Haven war sehr eng, und schon vor der letzten Verbesserung beinahe ein künstlicher, indem er im Norden von einem Kay, und im Osten von einem Damme geschützt wurde, der auf einem vorspringenden Felsenriff aufgeführt war. Innerhalb desselben befand sich gegen Westen ein anderer Damm, mit zwei Ausläufern, die theils als Werfte, theils zur Beruhigung des Wassers im Haven dienten. Schon seit dem Jahre 1806 hegten die Einwohner von Banff den Plan, ihren Haven nach Norden zu zu vergrößern, woselbst eine andere Einfahrt, deren Wasser, selbst bei der niedrigsten Ebbe, nie weniger als 3 Fuß tief war, als ein Haven für Boote diente. Nach wiederholten Untersuchungen und einigen Abänderungen in den Details dieses Plans, wurde derselbe für nützlich und mit einem Kostenaufwande von 14000 Pfd. St. ausführbar erklärt. Von dieser Summe erboten sich die Commissäre für die hochschottischen Wege und Brücken die Hälfte zu tragen. Das Werk war bereits bedeutend vorgerückt, als derselbe Sturm, der den unvollendeten Havendamm bei Peterhead zerstörte, zu Banff nicht weniger große Verwüstungen anrichtete. Zu

Portfoy ging bei derselben Gelegenheit einer der ältesten Havendämme an der Küste von Moray zu Grunde.

Der zu Banff angerichtete Schaden wurde auf 2000 Pfd. angeschlagen, und man benutzte die bei diesem Unfall gemachte Erfahrung dazu, daß man die neue Einfahrt in den erweiterten Haven, der das Doppelte seiner frühern Größe erhielt, in manchen Stücken verbesserte. Derselbe hält jetzt zwei schottische Morgen Flächenraum. Das auf Küsten gebaute äußere Ende des Havendamms steht bei der niedrigsten Ebbe 9 Fuß, und zur Zeit der Fluth 20 Fuß im Wasser, und bildet einen geschützten Ankerplatz, woselbst die größten Kauffarthenschiffe, nachdem sie $\frac{3}{4}$ ihrer Ladung im Haven eingenommen, vollends befrachtet werden, und natürlich $\frac{1}{4}$ der eingeführten Fracht ausladen können.

Der Haven von Burgh = Head bei Elgin in Murrayshire.

(Tafel 15 und 16. Nr. 12.)

Dieser kleine Haven, an der Küste von Moray, ist gegen Osten durch das Vorgebirge Burgh = Head geschützt, welches man als eine alte Station der Römer kennt. Es standen dort das Ptoroton des Richard von Cirencester und die Alata Castra des Ptolomäus. Die Ueberreste dieses merkwürdigen Lagers sind noch ziemlich wohl erhalten, und über mehr als 11 engl. Meilen ausgebreitet. Neuerdings hat man durch Nachgrabungen ein römisches Bad und andere Alterthümer entdeckt.

Eine Gesellschaft von Grundeigenthümern hatte bereits 6000 Pfd. auf den Bau dieses Havens verwendet, als ihnen die Commission zur Vollendung desselben 2000 Pfd. bewilligte. Das neue Bassin ist 600 F. lang und 150 F. breit, und bildet einen kleinen Fluthhaven, der sich zum Küstenhandel eignet, und aus welchem viel Getraide ausgeführt wird. Auch fährt ein Paketboot regelmäßig zwischen Burgh = Head und der kleinen Fährte bei Dunrobin, wodurch der Verkehr zwischen den verschiedenen an das Moray = Frith gränzenden Grafschaften ungemein erleichtert wird. Auch finden dort kleine Fahrzeuge, welche das Frith beschießen, bei Stürmen eine sichere Zuflucht. Die Südküste desselben war früher ohne einen Schutz dieser Art, indem man von Peterhead bis Inverness, mit Ausnahme von Cromarty, keinen einzigen Haven fand, in welchem, selbst bei Springfluthen, Schiffe von 100 Tonnen hätten einlaufen können. Die im Moray = Frith herrschenden Winde sind der Westwind, Nordwestwind und Nordwind, und wenn diese heftig wehen, so ist es den Fahrzeugen unmöglich, die Cromarty = Bai zu erreichen. Viele wurden sonst häufig, zum großen Nachtheil des Handels, und mit Lebensgefahr für die Mannschaft, nachdem sie Fort George erreichten, das Frith hinabgetrieben. Auf diese Weise bot der Haven von Burgh = Head, welcher etwa 18 Meilen östlich von Cromarty an der Südküste des Frith liegt, und wenigstens 16 Fuß tiefes Wasser enthält, wenigstens 50 Schiffe faßt, und denselben das Einlaufen bei jedem

Winde gestattet, außerordentliche Vortheile dar, weshalb die Commission auch für zweckmäßig hielt, die Ausführung des Unternehmens zu begünstigen. Denn ohne diesen Haven würde ein wesentliches Glied in der Kette der Communication fehlen, da Fahrzeuge, die für den caledonischen Canal und die Friths von Cromarty und Tain bestimmt sind, während des Frühjahrs, Herbstes und Winters des Schutzes bedürfen, den sie zu Burgh-Head jetzt finden, während fremde Fahrzeuge, die diesen Strich besuchen, zu allen Jahreszeiten dort Lootsen an Bord nehmen können.

Der Haven von Corran oder der Havendamm der Fähre von Ardgower in der Graffschaft Inverness.

(Tafel 113 und 114. Nr. 2.)

Ardgower oder Ardgour ist ein District in Argyleshire. Diese ausgedehnte Baronie gehört Alexander Maclean Esq. Durch diesen District ist unter der Leitung der Commission eine treffliche Straße von Loch Moirdart nach dem Corran von Ardgower gebaut worden. Ueber Loch Gil auf der Militärstraße von Fort William nach Nieder-Schottland führt eine bequeme und sichere Fähre.

Der Haven von Cullen in Banffshire.

(Tafel 113 und 114. Nr. 11.)

Bierzig Meilen östlich von Nairn an der Moray-Küste befindet sich die gegen Norden nur unvollständig geschützte Bucht von Cullen. Obrist Grant auf Cullenhouse that den Vorschlag, er wolle die Hälfte der Kosten zum Bau eines 250 Fuß langen massiven Havendamms, und zur Beseitigung gewisser Klippen in der Nähe des Landungsplatzes, hergeben. Außerdem befindet sich in einiger Entfernung von dem Hauptdamme ein kleinerer, welcher die Bestimmung hat, die Anhäufung des Sandes im Haven zu verhindern. Das ganze Werk, welches 4,000 St. kostete, war im Jahr 1819 vollendet, und entsprach der Erwartung aller dabei Beteiligten. Die Fischerstation ist sehr besucht, und Obrist Grant beschäftigt sich jetzt mit Anlegung einer direct nach dem Haven führenden Straße. Es scheint sich an dem Havendamm ein Neu-Cullen bilden zu wollen.

Der Landungsdamm von Feoline auf der Insel Jura.

(Tafel 113 und 114. Nr. 3.)

Dieser Landungsdamm, oder Kai, wurde, sammt demjenigen bei Lagg, für nicht mehr als 773 Pfd. St. hergestellt. Sie liegen beide auf der Jura-Straße. Die Straße beginnt bei Lagg, und nachdem sie sich südlich um den bergigen Theil der Insel herumgezogen, endigt sie bei Feoline, einer Fährstation, welche Jura mit Islay verbindet. Sollte der Leser diese, wie manche andere hier erwähnte Anlagen, für kaum beachtungswerth halten, so möge er bedenken, daß deren Wichtigkeit und Nützlichkeit großentheils von begleitenden Umständen ab-

hängt. Wenn diese Kai's fehlten, so würde die Kette der Communication unterbrochen seyn, und auf diese Weise sind sie keineswegs unwichtig.

Der Haven von Fort Rose in Cromartyshire.

(Tafel 113 und 114. Nr. 7.)

Die Burg von Fort Rose liegt am östlichen Ende der Straße von Black Isle, an der Nordseite der Einfahrt in den Beauley Frith. Die Commission erbot sich gern, zur Anlegung eines sichern Havens an dieser Stelle beizusteuern, indem sich von diesem Bau bedeutender Nutzen erwarten ließ. Die Kosten wurden auf 3,500 Pfd. geschätzt, beliefen sich aber, weil der zweite Schenkel des Damms 40 Fuß länger gemacht wurde, um das Wasser in die Einfahrt und den Haven um 5 Fuß zu vertiefen, auf 4000 Pfd. Da die Springfluthen 14 Fuß hoch steigen, so können Schiffe von bedeutender Größe einlaufen. Der Haven hält im Innern etwa 90 F. in's Gevierte und drei Seiten desselben bilden einen ausgehnten Kai. Der Bau ward im December 1817 vollendet und hat den davon gehegten Erwartungen vollkommen entsprochen.

Der Haven von Frazerburgh in Aberdeenshire.

(Tafel 113 und 114. Nr. 1.)

Fünzig englische Meilen östlich von Burghhead befindet sich Kinairdhead, und dicht dabei die Stadt Frazerburgh, welche einen Haven besitzt, der durch feine Klippen und unvollkommene Wellenbrecher nur wenig Schutz erhielt. Man hatte mehrere Verbesserungen in Vorschlag, und eine derselben bereits theilweise in Ausführung gebracht, als die Commission 5,220 Pfd. bewilligte, während die Bewohner der Stadt und deren Schutzherr eine gleich starke Summe zusammenbrachten. Später wurden noch 400 Pfd. St. bewilligt, um den Damm 50 Fuß weiter fortzuführen, und das Resultat ist, daß derselbe sich von der Stelle, die das Wasser zur Zeit der Ebbe erreicht, 440 Fuß weit in die See erstreckt, während ein 150 Fuß langer Schenkel des Damms Schutz vor den Ostwinden gewährt. Die vortheilhaften Wirkungen dieser Verbesserungen haben den höchsten Erwartungen, die man sich davon gemacht, vollkommen entsprochen.

Der Haven von Gourdon in Aberdeenshire.

(Tafel 113 und 114. Nr. 6.)

Auf der Küste von Kincardineshire bei Bervie befindet sich eine Einfahrt, Namens Gourdon, welche durch die, unweit derselben befindlichen einzelnen Klippen nur wenigen Schutz erhält, aber sich zur Aufnahme von Küstenfahrern eignet, und zugleich eine starke Fischerei-station ist. Der Eigenthümer, Hr. Farquhar, hielt um Unterstützung an, um einen Damm zu bauen, und die Einfahrt in den Haven zu reinigen. Durch die Ausführung dieses Plans, ist ein zu allen Jahreszeiten bequemer und sicherer Haven entstanden, was der sehr frucht-

baren Umgegend außerordentlich viel Vortheil bringt, indem Gourdon nun eine Zwischenstation zwischen Stonehaven und Montrose geworden ist, welche mehr als 20 Meilen von einander entfernt sind. Die Gesammtkosten beliefen sich auf 2000 Pfd. Früher mußten die landwirthschaftlichen Producte während eines großen Theils des Jahres zu Lande entweder nach Stonehaven oder nach Montrose geschafft, und große Quantitäten Düngkalk auf dieselbe kostspielige Weise transportirt werden. Ueberhaupt lassen sich die Vortheile kaum berechnen, welche aus ähnlichen Verbesserungen, in Ansehung der Erhöhung des Werths der Ländereien, des Handelsverkehrs, und der Industrie erzielt werden.

Der Jura = Small = Isle's = Kai.

(Tafel 113 und 114. Nr. 4.)

Diesen Namen führt ein kleiner Havendamm oder Kai, welcher sich auf der Jurastraße mitten zwischen den Fähren von Lagg und Feoline vorfindet. An dieser Stelle bietet die östliche Küste der Insel Jura eine Bucht dar, welche, nach der See zu, von kleinen Inselchen gut geschützt, einen bequemen Haven und Ankerplatz bildet, der von Heringebuisen und kleinen Küstenschiffen stark besucht wird. Der Damm, welcher 746 Pfd. St. kostet, wurde im Jahr 1814 gebaut. Herr Campbell auf Jura gab die Hälfte dieser mäßigen Kosten her, und erzeugte dadurch den Bewohnern der Insel, von denen viele sich auf Fischerei legen, eine große Wohlthat.

Die Havendämme der Fähre von Kyle = Rhea

(Tafel 113 und 114. Nr. 5.)

Kyle-Rhea befindet sich auf der Insel Skye, die zur Grafschaft Inverness gehört. Es ist der gewöhnliche Landungsplatz von Schottland aus, und von da sind, unter der Leitung der Commission, treffliche Straßen durch die ganze Insel geführt worden. Zwischen Schottland und Kyle-Rhea fährt eine gute Fähre. Diese Dämme machten sich zur Vervollständigung der westlichen Straße nach der Insel Skye nöthig. Sie wurden auf Kosten des Havensfonds verbessert, und Lord Macdonald gab die Hälfte der dazu nöthigen 1,146 Pfd. St. her. Die alten Dämme waren so verfallen, daß der Baumeister durch dieselben fast gar nichts ersparte.

Der eiserne Hängekai von Leith.

(Tafel 107, 108 und 110.)

Demselben Capt. Brown, dessen in der Beschreibung der Hängebrücke von Kelfo so rühmende Erwähnung geschehen ist, verdankt man die Erfindung und Ausführung langer Kettendämme für Häven, wo Schiffe sich in bedeutender Entfernung von dem Ufer halten müssen. Die Marine, und überhaupt das Kriegswesen wird durch diese Dämme große Vortheile erlangen, indem mittelst derselben Truppen,

Proviand, Munition u. s. w. weit schneller als sonst eingeschifft werden können.

Im Sommer 1821 zeigte Capt. Brown zu Leith das erste Modell zu diesen neuen Bauten. Auf Tafel 107 und 108 sieht man den Längsaufriß, den Grundriß, so wie auch einen Queraufriß des Haupt-Endes, woselbst das Ein- und Ausschiffen stattfindet. Durch die Sicherheit, Bequemlichkeit und Schnelligkeit der Dampffahrzeuge hatten sich Ankunft und Abgang von Passagieren und Gütern im Haven von Leith außerordentlich vermehrt, und es war nöthig, diesen Verkehr auf alle mögliche Weise zu erleichtern. Deshalb gestellten sich die Eigenthümer der jene Bucht befahrenden Dampfschiffe andere Capitalisten zu, um, unter Begünstigung einer Parlamentsacte, den alsbald zu beschreibenden Hängedamm auszuführen.

Um die Stelle in der Bucht, wo Schiffe, sowohl zur Zeit der Ebbe, als zur Zeit der Fluth, und bei sehr ungünstiger Witterung, ohne Gefahr segeln konnten, vom Ufer aus zu erreichen, mußte der Damm von der Fluthmarke aus 233 Yards weit in die See geführt werden. Zu diesem Zwecke hatte man drei Bögen von Hängeketten, jeden von 209 Fuß Sehne oder Spannweite, zu errichten. Auf diese Weise wird der Kai nur von 4 Stützen gettrogen, von denen sich eine am Ufer, und drei auf Pfeilern in der See befinden.

Pfeiler und Widertager. — Der Hauptpfeiler ist derjenige, welcher sich unter der Plattform des Kai's befindet; er besteht aus 6 Reihen Pfählen, welche dieselbe Richtung wie die Hängeketten haben; es sind 46 Pfähle etwa 8 Fuß tief in den aus zähem Ton bestehenden Boden getrieben; Querbalken besfestigen den über dem Wasser befindlichen Theil, auf dessen Höhe sich eine hölzerne Plattform befindet. Diese ist 60 Fuß lang und 50 Fuß breit, und von ihr aus führt eine Treppe bis an den Wasserspiegel der Ebbe hinab. Von der untersten Stufe derselben wird ein Bret nach dem Dampfboote oder sonstigen Fahrzeuge, welches sich dem Kai genähert hat, übergelegt, und über dieses Bret gehen die Leute, welche landen, oder sich einschiffen wollen. Auf den beiden Pfeilern, welche sich zwischen den Hauptpfeilern und dem Ufer befinden, sind ebenfalls Plattformen (s. den Grundriß Tafel 107 und 108), auf denen das eiserne Gerüste ruht, welches die Hängeketten trägt. Die unter diesem Pfeiler eingerammten Pfähle sind rautenartig gestellt. Am Ufer ist ein 20 Fuß hoher steinerer Pfeiler auf einer quadratischen Basis von 6 Fuß Seitenlinie errichtet. Von der Spitze dieses Pfeilers gehen die Sicherheitsketten mit einer Neigung von etwa 45 Grad nach dem Boden hinab, in welchen sie etwa 10 Fuß tief eindringen. Dort sind sie, auf dieselbe Weise wie bei der Kelsobrücke, in Platten besfestigt.

Am andern Ende, da wo sich die Hauptplattform befindet, hat jede der Ketten ebenfalls eine Neigung von 45°, und ist an einen der, die Plattform stützenden Pfähle, besfestigt. Schräge Streben dienen dazu, um den von den Ketten auszuhaltenden starken Zug zu mindern.

Figur h und k, Tafel 110, zeigen die Böcke, welche zum Stützen der Ketten dienen; sie sind nach der Länge und Quere dargestellt,

von Eisen, durchbrochen, aber bei ihrer Leichtigkeit dennoch stark genug. In Fig. h sieht man oben die Art und Weise, wie zwei schräge Hängestäbe befestigt sind, welche sowohl den Landungs Pfeiler, als die Plattform stützen. Sie haben 1 Zoll Durchmesser.

Fig. f und g erläutern die Art und Weise, auf welche die Stangen zusammengefügt sind, die diese schrägen Hängestäbe bilden. Die Ständer oder Böcke, deren eine Hälfte Fig. k darstellt, sind mittelst Schraubenbolzen zusammengefügt. Oben sieht man rechter Hand eine Vertiefung, welche zur Aufnahme der Hängeketten bestimmt ist.

Diese Ketten gleichen, rücksichtlich ihrer Gestalt und des Zusammenfügens ihrer Theile, den beim Bau der Brücke über den Tweed angewandten; nur in einer Beziehung findet ein Unterschied statt indem die dicht an den Stützpunkten liegenden Gelenke, weil sie einen stärkern Zug auszuhalten haben, dicker gemacht sind, als die in der Mitte der Ketten befindlichen. Ihr Durchmesser beträgt $1\frac{2}{3}$ Zoll, der der kurzen Gelenke, welche die andern verbinden, 2 Zoll.

Die Hängestäbe sind, mit Ausnahme des untern Endes, rund; an der eben erwähnten Stelle aber gabelförmig, um das eiserne Band aufzunehmen, welches sich nach der ganzen Länge des Kettenkai's hinzieht, und auf welchem die Enden der Balken ruhen, die die Bahn des Kai's tragen. Die Breter, welche diese Bahn bilden, sind zweiförmig; zu beiden Seiten desselben befindet sich ein Karnies, welches die Enden oder Köpfe der Balken verbirgt. Das 4 Fuß hohe Geländers der ist von Eisen, und mit den Hängestäben fest verbunden. Um die Stärke dieses Kai's zu prüfen, ließ Capt. Brown denselben, nachdem er fertig war, mit 210 Tonnen beschweren, und diese ungeheure Last lange Zeit liegen, während welcher der Kai zu seiner gewöhnlichen Bestimmung benutzt, und folglich erschüttert wurde. Dennoch litt er nicht im Geringsten, und diese Thatsache muß zu der Festigkeit eines solchen Kai's großes Vertrauen erwecken.

Nachweisungen.

Tafel 107 und 108, Nr. 12. Aufriß und Grundriß des Hängekai's. Rechter Hand erblickt man darüber die vordere Ansicht des Hauptpfeilers.

Fig. a. Aufriß des eisernen Geländers.

Fig. b. Grundriß der Bahn.

Fig. c. Querschnitt der Bahn und des Geländers.

Fig. d, e. Befestigungsart der Gelenke der Hängeketten.

Fig. g, f. Verbindungsart der Hängestäbe.

Fig. h. Hälfte des seitlichen Aufrisses eines der stützenden Böcke.

Fig. k. Hälfte des Querschnitts eines der stützenden Böcke.

Derselbe Baumeister hat seitdem ein ähnliches Werk zu Brighton vollendet. Der dortige Hängekai ist aber weit größer, als der zu Leith, indem er aus drei Bögen besteht, von denen jeder 230 Fuß Spannweite hat.

Die einzige Brücke von derselben Construction, die sich in der Nähe der Hauptstadt England's befindet, ward in den Jahren 1824 bis

1827 bei Hammersmith über die Themse geschlagen. Der Baumeister derselben war William Tierney Clark Esq. Der Grundstein dazu wurde von dem Herzog von Suffer gelegt. Die Brücke hängt an zwei hohen steinernen Thürmen, die sich aus dem Themsebette erheben. Der Fahrweg ist 20 Fuß, und jeder der beiden Fußpfade 5 Fuß breit; die mittlere Oeffnung zwischen den Pfeilern beträgt 400 Fuß. Die beiden Oeffnungen zwischen den Pfeilern und den Widerlagern am Ufer halten zusammen 310 Fuß, Summe 710 Fuß.

Die eiserne Hängebrücke über die Menaisstraße, von der wir schon oben geredet haben, bietet folgende Maaße dar:

Spannweite der Kettenbrücke	570 Fuß.
Höhe der Brückenbahn über den Springsluthen, die um 21 Fuß steigen	100 —
Spannweite jedes der 7 steinernen Bögen	52 $\frac{1}{2}$ —
Totalbreite der einen Fahrweg und zwei Fußwege darbietenden Bahn	24 —

Der Haven von Peterhead in Aberdeenshire.

(Tafel 113 und 114. Nr. 10.)

Die blühende Stadt Peterhead liegt auf der Küste von Aberdeenshire östlicher, als irgend ein anderer Ort Schottland's. Eine felsige Insel, welche jetzt durch Kunst mit dem Festlande verbunden ist, und die grüne Insel, oder der grüne Berg (Green hill) heißt, bildet einen nördlichen und südlichen Haven. Dieser letztere war in Gebrauch, und um denselben zu vertiefen, und den westlichen Damm weiter zu führen, wurde eine Summe von fast 10,000 Pfd. zweckmäßig verwendet. Der Grund und Boden, auf welchem die Stadt steht, gehört einem Hospital zu Edinburgh. Hierauf wollte man den nördlichen Haven verbessern, indem man hoffte, tieferes Wasser zu erhalten, und das Einlaufen der Schiffe in einen der beiden Häven bei jedem Winde zu ermöglichen. Die Kosten dieser zweiten Verbesserung wurden auf 20,000 Pfd. St. geschätzt.

Der schützende Damm erstreckt sich 470 Fuß gerade nördlich von der Fluthmarke des grünen Bergs in die See. Von der Gränze der Ebbe reicht er nur halb so weit in's Meer hinaus. Die innere Mauer ist auf Kästen gegründet, und das gekrümmte Ende des Damms, welches ebenfalls auf Kästen steht, deren Grund sich 10 Fuß tief unter dem Wasserspiegel der Ebbe befindet, reicht 80 Fuß weit gegen Nordwesten. In diesen Haven können mit der gewöhnlichen Fluth die größten Grönlandsfahrer einlaufen. Dieser Damm wurde in Ansehung seiner Beschaffenheit und Festigkeit ganz so angelegt, wie es die Vertlichkeit zu erfordern schien; allein der heftige Sturm, der sich den 23. und 24. October 1819 ereignete, und auch den Werken von Wanff so viel Schaden zufügte, zerstörte einen so großen Theil von dem unvollendeten Mauerwerk, daß der Schade auf 3,400 Pfd. St. berechnet wurde. Die Basis des neuen Damms wurde nach diesem Vorfalle erweitert und verstärkt. Außerdem wurde eine Kalfaterdocke,

die mit in dem Contracte begriffen war, und auf unserer Tafel mit Becken bezeichnet ist, als eine zweckmäßige Zugabe gebaut.

Haven von Portmaholmach in Noßshire.

(Tafel 113 und 114. Nr. 9.)

Die Eingabe der Hrn. Macleod von Cabboll, und Macleod von Geanies, in welcher dargethan wurde, daß sich der Haven von Portmaholmach, dem südlichen Vorgebirge des Frith des Dornoch, bedeutend verbessern lasse, wurde im Jahr 1811 von der Commission gebilligt, und demzufolge ein Plan ausgearbeitet. Den Bittstellern wurde die Hälfte der Kosten angeboten, und die Ausführung des Werkes dem Hrn. Burn, welcher auf das Mauerwerk mehrerer Brücken Hochschottland's und des Dammes von Kirkwall Contracte abgeschlossen hatte, anvertraut.

Bei der Flachheit des Ufers muß der Damm eine bedeutende Länge haben, und diese wurde anfangs, vom Ufer aus, zu 270 Fuß bestimmt; allein es zeigte sich, daß der Vermesser mit großer Nachlässigkeit zu Werke gegangen war, und der Damm noch 80 Fuß weiter geführt werden mußte, um hinreichend tiefes Wasser zu erreichen. Er erstreckt sich also bis 350 Fuß vom Ufer, und sein Seitenschinkel, von 70 Fuß Länge, bildet einen bequemen Landungsplatz, und selbst Schutz für Fahrzeuge von beträchtlichem Tonnengehalt. Die Ausgabe beträgt 3000 Pfd. Der Marquis von Stafford gab einen Beitrag von 200 Pfd.

Wasserleitungen und Canäle.

Der caledonische Canal.

(Tafel 111 und 112.)

Der caledonische Canal verdient die Aufmerksamkeit des Bau- meisters und Staatswirths in gleichem Grade. Einestheils ist das Unternehmen äußerst großartig und schwierig, und auf der andern Seite hat dieser Canal auf den Kunstfleiß, den Handel und die Landwirthschaft der Umgegend einen bedeutenden Einfluß gehabt, und die Schiffahrt in eine ganz andere Bahn gelenkt, indem die Schiffe, welche aus der Ostsee in den atlantischen Ocean segeln, nicht mehr, wie sonst, die gefährliche Umschiffung der Orkney-Inseln zu bestehen brauchen, sondern auf einem sicherern und kürzern Wege dahin gelangen können. Zugleich wird durch diesen Canal der Verkehr zwischen der Ost- und Westküste der nördlichen Districte von Großbritannien befördert und gesichert, und die Industrie im Innern von Hochschottland auf eine ganz unberechenbare Weise gehoben. Wir werden daher diesen Gegenstand mit verhältnißmäßiger Weitläufigkeit behandeln.

Der berühmte James Watt, der seine Geschäfte zuerst zu Glasgow begann, zeichnete im Jahr 1773, nach der den Commissären

von wegen der nach der Empörung vom Jahr 1745 eingezogenen Güter ertheilten Instruction, einen Plan von dem Innern Hochschottland's. Unter den Mitteln, welche dieser Baumeister vorschlug, um die Bescheidung von Hochschottland zu verbessern, waren auch der caledonische Canal und der von Erinan.

Hochschottland zerfällt in 2 Theile von beinahe gleicher Größe. Zwischen beiden zieht sich, direct von Nordosten gegen Südwesten, eine Kette von Seen, welche die Lochs Ness, Doch, Lochi, Gil und Llynhe heißen. An der benachbarten Lage dieser Seen erkannte man auf den ersten Blick, daß sich mittelst derselben eine Verbindung zwischen den Meeren herstellen lasse, welche sich östlich und westlich von Schottland befinden. Zur Erreichung dieses wichtigen Zwecks war es hinreichend, zwischen den drei ersten Seen und den beiden Meeren eine Canalsstrecke von 21 M. Länge zu graben, wodurch man eine schiffbare Strecke von wenigstens 100 M. Länge erhielt.

Im Jahre 1802 bevollmächtigten die Lords der Schatzkammer, in der Absicht genau zu ermitteln, was sich zur Verminderung der Auswanderungslust der Hochschotten thun lasse, den Herrn Thomas Telford zu einer neuen Untersuchung der Küste und des Innern. Demzufolge reichte dieser ausgezeichnete Ingenieur einen weitläufigen Bericht über die Verbesserungen ein, welche zur Hebung des Wohlstands des Landes und insbesondere zur Beschäftigung brodloser Leute vorzunehmen seyen. Denn durch das schnelle Emporkommen großer Schäfereien waren eine große Menge Menschen ihres frühern Unterhalts verlustig gegangen, und die Anlegung von Canälen, Brücken, Straßen, Fischereistationen, Häven, Kai's, und andern auf Hebung der Landwirthschaft und des Handels berechneten Anstalten, schienen zur Verminderung des Uebels am zweckmäßigsten. Rückfichtlich der Auswanderung machte Hr. Telford den Commissären folgende Bemerkungen.

„Daß aus verschiedenen Theilen von Hochschottland bereits Auswanderungen stattgefunden haben, unterliegt nicht dem geringsten Zweifel. Nach den genauesten Erkundigungen, die ich einziehen konnte, wanderten im vorigen Jahre etwa 3000 Personen aus, und wenn man mich recht berichtet hat, so beabsichtigen dreimal so viel, im laufenden Jahre (1803) das Land zu verlassen.

„Ich werde mir nicht erlauben, Ew. Lordships auf alle entfernten oder unwichtigen Nebenursachen der Auswanderung aufmerksam zu machen, sondern mich sogleich zu derjenigen Veranlassungskursache wenden, welche meines Erachtens in der fraglichen Beziehung am kräftigsten wirkt, daß nämlich große Districte in bloße Schaafstricken verwandelt werden. Hierdurch werden nicht nur eine Menge Leute, die sonst in diesen Landstrichen zu arbeiten hatten, überflüssig, sondern die wenigen Leute, die man daselbst beschäftigt, werden noch dazu mehrtheils aus dem südlichen Schottland, wo sie als Schäfer gelernt haben, herbeigezogen.

„Der Ertrag, den die Grundbesitzer von Schaafen und Rindvieh beziehen, verhält sich, wie ich in Erfahrung gebracht, wenigstens wie 3 : 1,

und dennoch stehen sich die Pächter, wegen des hohen Preises der Schaafe und der Wolle, dabei so gut, daß sie in den letzten Jahren sehr an Wohlstand zugenommen haben. Da die Einführung von Schäfereien in Ländern, die früher mit Rindvieh besetzt waren, eine sehr lebhaftere Nachfrage nach jungem Schaafvieh hervorbringt, so dürften die hohen Preise so lange nachhalten, bis ein beträchtlicher Landestheil vollkommen besetzt ist. Alsdann dürften die Preise wieder bedeutend sinken, und die Güter wieder kleiner gemacht werden, so daß in den Thälern Rindviehzucht und Landbau betrieben, und die Schaafrift nur auf den Bergen ausgeübt werden würde. Dieß halte ich für die zweckmäßigste Art und Weise, in der Hochschottland bewirthschaftet werden kann, und es könnte bei derselben eine sehr bedeutende Volksmenge dort leben. Ein schönes Beispiel sieht man an dem nördlichen Ufer des Loch Tay. Allein zur Erreichung dieses Zwecks muß durchaus durch Anlegung von Straßen und Brücken für eine bessere Communication gesorgt werden, und aus diesem Grunde habe ich gesagt, daß, wenn diese bereits in Hochschottland vorhanden wären, die Auswanderung wenigstens in ihrer jetzigen Ausdehnung nicht stattgefunden haben würde. Der sehr hohe Preis des Rindviehs hat ebenfalls die Auswanderung begünstigt, indem die frühern Pächter dadurch in den Besitz hinlänglicher Geldmittel gelangt sind, um mit ihren Familien nach America hinüber zu schiffen.

„In einigen wenigen Fällen ist eine stärkere Bevölkerung, als das Land irgend ernähren kann, die Ursache der Auswanderung gewesen. Dieser Fall fand z. B. auf der Insel Tiree statt.

„Manche Auswanderer haben sich auch durch vortheilhafte Berichte von Seiten ihrer Vorgänger verlocken lassen, und Viele sind ein Opfer hinterlistiger Personen geworden, die sich kein Gewissen daraus machten, diese armen unwissenden Leute ihren eigennützigen Zwecken zu opfern. Ein Hauptgrund liegt offenbar darin, daß die Leute, die durch Anlegung von Schäferiegütern ihrer Rindviehgüter verlustig werden, in ihrem Vaterlande keine Gelegenheit mehr haben, sich das Leben zu fristen, und lieber ihr Heil in America, als in Nieder-Schottland oder in England versuchen.

„In dem so eben Angeführten scheint mir die unmittelbare Ursache der gegenwärtig stattfindenden Auswanderung aus dem nordwestlichen Schottland zu liegen. Doch kann ich über die Mittel, durch welche künftigen Auswanderungen vorgebeugt werden würde, nur mit Mißtrauen in mein eignes Urtheil reden. Da das Uebel mehrentheils in der von den Grundeigenthümern angenommenen Veränderung in der Bewirthschaftung ihrer Güter liegt, so fragt es sich, ob die Regierung überhaupt das Recht hat, sich hineinzumischen, und ob eine solche Einmischung Etwas helfen kann.

„Auf der einen Seite läßt sich behaupten, daß die britische Nation ein großes Interesse daran habe, daß Hochschottland als ein Theil des britischen Reichs auf eine so wenig als möglich kostspielige Weise

möglich viel Nahrungsstoffe erzeuge; daß dieses durch Ausdehnung des Schäfereisystems geschehe, daß es in dem Interesse der Nation liege, daß die so producirtten Nahrungsstoffe nicht von Leuten consumirt werden, die ganz unbeschäftigt im Gebirge leben, sondern von solchen, die sich in irgend einem andern Theile des Landes befinden, wo sie entweder als Landwirth, oder als Fischer, oder Fabrikarbeiter eine einträglichere Beschäftigung finden, und daß, wenn man Jedermann ungestört nach seinen eignen besten Ansichten gewähren läßt, wenn auch daraus manche vorübergehende Ungelegenheiten entstehen sollten, doch zuletzt Alles sich auf die für Ort und Zeit am besten schickliche Weise ordnen müsse.

„Auf der andern Seite läßt sich anführen, daß es hart, ja höchst unbillig sey, wenn die Bewohner eines großen Districts ohne Weiteres durch die Ausdehnung der Schaafhaltung aus ihrem Vaterlande vertrieben werden; daß dieses wahrscheinlich in einem höchst auffallenden und schädlichen Grade geschehen, und das Land entvölkert seyn werde, ehe man sich dessen versteht, so daß jener Menschenschlag, der für die Land- und Seemacht so tüchtige Leute lieferte, plötzlich nicht mehr vorhanden seyn dürfte; daß Umstände, durch welche eine so zahlreiche Classe von Bürgern in ihren wesentlichen Interessen benachtheiligt wird, die ganze Aufmerksamkeit der Regierung verdienen, und diese zu außerordentlichen Maaßregeln berechtigt; daß demnach Maaßregeln getroffen werden sollten, durch die die Grundeigenthümer verhindert werden würden, die Volksmenge auf ihren Gütern zu stark zu vermindern, und daß durch diese Maaßregeln den Grundeigenthümern selbst zuletzt eine Wohlthat erzeigt werden würde, indem Leute im Lande blieben, die sich zum bestmöglichen Bewirtschaftungssysteme von Hochschottland, wie es zu Breadalbane betrieben wird, und zur Anlegung von Fischerdörfern, wie solche bereits mit großem Glücke von Herrn Hugh Stevenson auf Dbar zu Arnisdale am Loch-Hourn angelegt worden sind, am besten eignen.

„Aus welchem Gesichtspuncte man das eben Angeführte auch betrachten möge, so kann doch, meines Erachtens, über einen andern Punct keine Meinungsverschiedenheit obwalten, daß nämlich, wenn überhaupt zur Verbesserung des Zustands des Landes Straßen angelegt werden sollen, dieß zu keinem günstigeren Zeitpuncte als jetzt geschehen könne. Dieß würde den arbeitssamen Bewohnern Hochschottland's in ihrem eignen Lande Beschäftigung gewähren; sie würden sich dadurch einige Geldmittel erwerben, und in den Besitz eines Anlagecapitals zu künftigen Unternehmungen gelangen. Wenn, wie mir glaubwürdige Personen berichtet haben, die Hochschotten große Vorliebe für ihr Vaterland besitzen, so würden sie gern diese Gelegenheit ergreifen, um mit der Aussicht auf Verbesserung ihres Zustandes in demselben bleiben zu können. Denn es liegt auf der Hand, daß sich die Umstände vor Vollendung jener Bauten sehr bedeutend ändern müssen.

„Zu diesen Unternehmungen gehören der caledonische Canal und die bereits bezeichneten Brücken und Straßen. Durch deren Ausfüh-

zung werden die Hochschotten nicht nur augenblicklich Beschäftigung erhalten, sondern die Verbesserung und künftige Blüthe des Landes, in Ansehung der Landwirthschaft, Fischereien und Manufacturen, scheint auch dadurch in der Hauptsache erreicht werden zu müssen.“

Hr. Telford erneuerte in seinem Berichte den schon von Watt gethanen Vorschlag, einen Canal von Inverness bis Fort William zu führen. Nach Watt's Vorschlage sollte derselbe aber nur 10 Fuß tief, also bloß 2 Fuß tiefer werden, als der Canal von dem Forth nach dem Clyde. Hr. Telford machte darauf aufmerksam, daß die obern Seen sehr viel Wasser übrig hätten, daß die gewöhnlichen Kaufarthenschiffe in einem solchen Canale nicht fahren könnten, und hielt es demnach für wünschenswerth, den Canal so groß zu machen, daß die größten mit dem Ostseehandel beschäftigten Schiffe, und selbst Fregatten von 28 Kanonen, durchfahren könnten. Deshalb schlug er vor, den Canal 20 Fuß tief zu machen; da jedoch die Commissäre dafür hielten, daß die Tiefe und sonstigen Maaße des Canals sich auch für Fregatten von 32 Kanonen eignen, und die Kosten nur um ein Geringes bedeutender werden würden, wenn man die Schleusen auf diesen Fall einrichtete, so wurde zuletzt festgesetzt, daß die Schleusen nicht 162, sondern 172 Fuß lang, der Canal nicht 38, sondern 40 F. breit, und nach Hrn. Telford's Vorschlage 20 Fuß tief werden sollte. Für diesen Plan bestimmte man sich aus dem Grunde, weil damals über 40 Fregatten von 32 Kanonen vorhanden waren, die, wenn man Hrn. Telford's Vorschlag nach seinem ganzen Umfange angenommen hätte, den Canal nicht hätten befahren können.

Eine Commission des Hauses der Gemeinen, die eingesetzt wurde, um den Zustand von Hochschottland zu untersuchen, und die wirksamsten Mittel zur Verbesserung des Zustandes des Landes zu ermitteln, prüfte Hrn. Telford's Plan. Um über die Möglichkeit der Ausführung und die wahrscheinlichen Kosten des Unternehmens noch mehr Auskunft einzuziehen, befragte die Commission die Hrn. Jessop und Rennie, die beiden berühmtesten Ingenieure jener Zeit, um deren Meinung. Marine-Officiere von bedeutender Erfahrung, z. B. Capt. Georg Duff von der königl. Marine, Capt. Hubbard, von Trinity-House, Lieut. Gwyn, Capt. der Galeere des Fort Augustus auf Loch-Ness und verschiedene andere, wurden ebenfalls, in Bezug auf die Schifffahrt und Ankerplätze in dem Canale und den Seen um Rath gefragt, und endlich wurde die Commission durch die Listen der zu Liverpool, Greenock, Leith und Aberdeen ankommenden und abgehenden Schiffe in den Stand gesetzt, die von der neuen Durchfahrt für die aus dem deutschen Meere in den atlantischen Ocean und umgekehrt seegelnden Schiffe zu erwartenden Vortheile genau zu ermitteln.

Nach langer und eifriger Prüfung berichtete die Commission dahin, daß die Anlegung des von Hrn. Telford vorgeschlagenen Canals und die dadurch erzielte Binnenschifffahrt, bei zweckmäßiger Verwendung der Gelder, nicht nur für Schottland, sondern für das ganze britische Reich überhaupt sehr bedeutende Vortheile mit sich bringen werde.

Auf diesen günstigen Bericht hin, ging im Juli 1803 eine Parlamentsacte durch, welche die zur Ausführung des Unternehmens nöthigen Gelder bewilligte. Eine zur Leitung desselben und zur Verwendung der Kosten eingesetzte Commission wählte Hrn. Telford zum Baumeister, und befahl demselben: 1) unverzüglich die Messung des Wegs von Inverness bis Fort William vorzunehmen; 2) die nöthigen Nachgrabungen machen zu lassen, um die Beschaffenheit des Bodens zu ermitteln. Der Auftrag der Vermessung und des Kostenanschlags erging auch an Hrn. Jessop, damit man auf diese Weise vor einem einseitigen Urtheile gesichert wäre. Zu gleicher Zeit sondirte der geschickte Hydrograph, Hr. Downie, die Seen, durch welche die Schiffe fahren mußten.

Während des ersten Jahres waren die Arbeiten natürlich nur vorbereitender Art, und die Zahl der Arbeiter betrug nicht über 150. Im folgenden Jahre wurden dieselben bis fast auf 1000 vermehrt, und es machte sich alsdann die Anstellung von mehreren Ingenieuren nöthig. Die obere Aufsicht über den östlichen Abschnitt wurde Herrn Matthew Davidson aufgetragen, welcher sich durch seine Arbeiten am Ellesmere-Canale, und zumal an der großen Wasserleitung von Pont-Cy-Sylte viel Erfahrung und Ruf erworben hatte, und Herr John Telford übernahm den westlichen Abschnitt.

Das Mauerwerk und ein großer Theil der Eindeichungen wurde contractmäßig verdungen, und die Arbeit rückte rasch vorwärts, so daß jener kaum noch verödete Landstrich den Anblick der größten Betriebsamkeit darbot. Der Hochschotte, der bisher gewohnt war, seine Tage in Trägheit zu verleben, fing bald an, dieser Art von Thätigkeit Geschmack abzugewinnen, und auf diese Weise wurde der caledonische Canal für ihn eine practische Schule des Fleißes, so daß auch in dieser Beziehung die Absichten und Hoffnungen der menschenfreundlichen und patriotischen Begünstiger jenes Werkes vollkommen gerechtfertigt wurden.

Die Länge des eigentlichen Canals beträgt $21\frac{1}{2}$ Meile, die der dazwischenliegenden Seen $37\frac{1}{4}$ Meile, und die Totalausdehnung der Binnenschiffahrt folglich $58\frac{3}{4}$ Meilen. Die Breite des Canals ist auf der Sohle 50 Fuß. Von beiden Seiten dieser ebenen Sohle gehen dosfirte Ufer aus, deren Höhe sich zu der horizontalen Breite wie 2 : 3 verhält. Diese Böschung setzt sich bis 2 Fuß unter dem Wasserpiegel fort. Hierauf ist das Ufer 6 Fuß weit horizontal, und hierauf wieder in demselben Grade von Neigung wie der untere Theil fortgesetzt (siehe den Durchschnitt des Canals auf Tafel III und 112). Der Zweck dieser Stufe in der Böschung des Ufers geht dahin, daß größere Schiffe sich den Wänden des Canals nicht so stark nähern können, daß dadurch der obere Theil desselben leidet. Es ist auch sehr vortheilhaft, wenn die Schiffe genöthigt werden, sich in einiger Entfernung von den Wänden zu halten, weil dadurch der zwischen beiden entstehende Strudel weit unbedeutender und also das Ufer weniger stark mitgenommen wird. Wenn zufällig Erde vom obern Theil

des Ufers herabfallen sollte, so bleibt sie auf dem Absatz liegen, und kann nicht bis auf die Sohle fallen, und diese erhöhen. Sie kann auch, da sie nicht hoch vom Wasser bedeckt ist, leicht wieder weggeräumt werden. Diese Bauart sollte bei allen großen Canälen stattfinden. Die Tiefe des Wassers beträgt, wie gesagt, 20 Fuß, und die Totalbreite des Grabens oben 122 Fuß; die Niveauverschiedenheiten werden durch 23 Schleusen ausgeglichen.

Die Einfahrt in den caldonischen Canal befindet sich an der Stelle, wo Loch-Beauley und die Bai von Inverness zusammenstoßen, nicht weit von der Mündung des Ness, eines großen und äußerst reißenden Flusses, der das überflüssige Wasser des Loch-Ness durch ein sandiges und feines Bett abführt. Man fand es unmöglich, diesen Strom schiffbar zu machen, und mußte daher einen mit demselben parallel fließenden Canal graben, der an dem so eben genannten Punkte begann, und am nördlichen Ende des Sees endigte.

Man beabsichtigte, das Ende des Canals gegen Osten nach derselben allgemeinen Richtung zu graben; allein um dieß auszuführen, hätte man ein sehr ausgedehntes Lager von Sand und geschobenen Steinen, welches das Wasser durchließ, durchstechen müssen; deshalb hielt man es für rathsam, den geraden Weg zu verlassen, und den Canal etwas nördlicher an einem Hügel hinzuführen, welcher zwischen Loch-Beauley und der Bucht von Inverness liegt, das Ende aber nach Clachnaharry zu verlegen. Damit der Canal hinreichend tief in den Beauley-See eintrete, mußten zwei Dämme, 337 Yards weit, in denselben hineingeführt werden. Das an dem Ende dieses künstlichen Ufers aufgeführte Mauerwerk liegt 30 Fuß tief unter der Fluthhöhe des Wassers.

Das angeschwemmte Ufer des Loch-Beauley besteht mehr als 16 Yards weit unter dem Wasser aus einem bläulichen Thone, der so weich wie Schlamm ist, und ein Lager von weißlichen, festem Thon bedeckt, welcher demjenigen gleicht, der die Basis des benachbarten Berges bildet, an welchem sich der Canal hinzieht. Ohne irgend zu graben, schüttete man auf das weiche Bett des Sees nach der Richtung der künstlichen Ufer des Canals eine Mischung von Thon, geklopften Steinen und Spähnen auf. Diese Masse sank, vermöge ihrer Schwere, binnen kurzer Zeit 11 Fuß tief. Dasselbe Verfahren wurde befolgt, um den Boden fest zu machen, auf welchen die Seeschleuse kommen sollte, was wohlfeiler und mehr Dauer zu versprechen schien, als wenn man dieselbe auf Pfähle gebaut hätte. Nachdem dieser künstliche Grund höher aufgeführt war, als er bleiben sollte, fing man an, in denselben einzugraben, um den Grund der Einfahrtsschleuse zu legen. Die Masse hatte sich so fest zusammengesetzt, daß man sehr tief graben konnte, ehe man die Pumpen anzuwenden brauchte. In dieß-n künstlichen Boden ließen sich die Pfähle leicht einrammen; allein derselbe war so zäh, daß bald, nachdem dieselb geschehen, dieselben sich weder herausziehen, noch tiefer rammen ließen.

Nachdem der Grund auf diese Weise hergestellt war, brachte man nach der Richtung der Längsaxe der Schleuse eine 2 Fuß starke Lage

behauener Steine, um den Schlussstein des verkehrten Bogens zu stützen, der sich von einer Seite der Schleuse bis zur andern erstrecken sollte. Das Mauerwerk wird, je nachdem es sich von der Mitte entfernt, dicker, und hat da, wo die Seitenmauern anfangen, 9 F. 10 Z. senkrechte Stärke. Diese Mauern wurden in der größtmöglichen Geschwindigkeit in 18 Fuß langen Abschnitten aufgeführt, welche etwa 8 Fuß hoch wurden. Alsdann erst ward der umgekehrte Bogen gebaut. Sowohl dieser Bogen, als die äußere Oberfläche der Seitenmauer wurde durch eine starke Anblendung von Quadersteinen geschützt. Herr Davidson bewies bei der Ueberwindung der Schwierigkeiten, die dieser Theil darbot, viel Ausdauer und Geschick (s. C D).

Eine zweite Schleuse, die sich unfern der ersten befindet, hält das Wasser im obern Theile des Canals $8\frac{1}{2}$ Fuß höher, als im untern liegenden Theile, woselbst der Wasserstand durch die Eingangsschleuse $7\frac{1}{2}$ Fuß über der mittlern Seehöhe gehalten wird. Zwischen der zweiten und dritten Schleuse finden wir ein geräumiges Becken, welches ungefähr die Gestalt eines Kreisabschnitts hat, und für die aus der See ankommenden, und aus dem Canal abfahrenden Schiffe eine Art von Ruhepunct bildet. Dieses Becken ist von Inverness nicht ganz 1 Meile entfernt.

Wenn wir den Canal verfolgen, so führt uns derselbe unter einer Zugbrücke weg, über welche die Straße von Inverness nach Beaulley geht. Diese Brücken sind leicht und nett gebaut. Fünf dünne aber breite und durchbrochene gußeiserne Rippen sind durch Bolzen und Stützen mit einander verbunden, und tragen eine hölzerne Plattform, über deren mittlern Theil die Kutschen, und über deren seitlichen Theil Fußreisende gehen. Ein großer gußeiserner Kreisbogen mit Zahnung ist auf eine solche Art, daß sich der Mittelpunct über der Axt des beweglichen Theils der Brücke befindet, haltbar in das Mauerwerk befestigt. Auf der einen Seite dieses beweglichen Theils befindet sich ein senkrechter Zapfen, der am untern Ende ein Zahnrad trägt, welches in den großen Zahnbogen eingreift, während der Obertheil des Zapfens eine hohle Büchse trägt, in der sich ein Näderwerk befindet, welches die Drehung einer Kurbel auf den senkrechten Zapfen fortpflanzt, der seinerseits die Oeffnung und Schließung der Brücke mittelst des in den großen unbeweglichen Bogen eingreifenden Zahnrads bewirkt. Dieses Geschäft wird durch Leute besorgt, die auf der Brücke, und nicht wie gewöhnlich auf dem Ufer stehen.

Gleich hinter dieser Brücke gelangen wir an vier Schleusen, von denen jede das Wasser 8 Fuß höher hält. Diese Schleusen stoßen aneinander und auf diese Weise bildet dasselbe Mauerwerk das Ober- und Unterhaupt zweier benachbarten, und man reicht mit 5 Thoren aus. Das erste und fünfte sind von englischem Eichenholz, wie bei denen der Londoner Docks. Die drei andern sind heftigen Stößen weniger ausgesetzt, und sie sind daher aus einem Gestelle von Gußeisen, das mit Brietern beschlagen ist, gebildet.



Ursprünglich beabsichtigte man, sämmtliche Schleusenthore des caledonischen Canals aus Holz anzufertigen; allein die Zeit, zu welcher

man die Arbeit beginnen wollte, traf mit dem Culminationspunct des letzten Kriegs zusammen, und man konnte daher, wegen der zu erbauenden Kriegsschiffe, so viel starkes Eichenholz nicht erübrigen, als zu den Schleusen nöthig war. Schottland besaß längst keine Eichen mehr, und die Continentsperre erlaubte keine Zufuhr vom Festlande. So wurde wieder die Noth die Lehrerin in den Künsten, und man wendete statt des Holzes Eisen an.

Der Versuch, Eisen statt des Holzes anzuwenden, war schon früher bei den Thoren einer kleinen Docks gemacht worden, die am Ufer des Flusses Carron, Behufs der Reparaturen an dem im Dienste der berühmten gleichnamigen Eisengießerei stehenden Schiffe, gebaut worden war. Hier hatte man aber mit weit größern Schwierigkeiten zu kämpfen, denn die Thore sollten einen Druck von 225 Tonnen aushalten.

Auf Tafel III und II2 sind diese Thore abgebildet.

Die Hängepfosten bestehen aus hohlen eisernen gussefsten Cylindern von 26 Fuß Höhe und etwa 1 F. 8 Z. Durchmesser. Die Basis derselben hat die Gestalt eines D, oder vielmehr eines Halbkreises, dessen beide Hörner, um ihnen eine größere Oberfläche zu geben, in der Richtung einer Tangente noch ein Stück parallel zu einander sich fortsetzen. Ein massiver halbkugelförmiger gußeiserner Zapfen, der fest an dem untern Ende des Pfostens eingesetzt ist, dreht sich in einer fest in das Mauerwerk der Thorschwelle eingesetzten metallinen Spur.

Auf das obere Ende des Pfostens ist ein cylindrischer Kopf gesetzt, der von einer flachen eisernen Pfarne umfaßt wird, die sich durch Schraubenbolzen fester oder weniger fest anziehen läßt, und deren Enden sich in ein paar Lappen fortsetzen, die in den obern Theil des Mauerwerks des Schleusenthors fest eingesetzt sind. Die horizontalen Balken der Thore sind durch eiserne Stücke ersetzt, deren Profil die Gestalt eines  hat. Gegen den horizontalen Schenkel dieses  sind dicht aneinander senkrechte Planken mittelst Schraubenbolzen angeschlossen. Alle Querbalken sind an dem einen Ende gegen den flachen Theil des Hängepfostens, an dem andern gegen das senkrechte gußeiserne Stück, welches die vordere Kante des Thors bildet, und den metallenen Rahmen begränzt, angeschraubt. An der ganzen äußern Oberfläche dieses letztern Stückes hin, ist ein keilförmig zugeschnittenes Bret befestigt. Wenn nun die beiden Flügel des Thores geschlossen werden, so drücken die beiden Flächen der Breter gegeneinander. Diese hölzerne Bekleidung machte sich nöthig, damit nicht Eisen gegen Eisen anschlüge. Uebrigens gelang es erst nach und nach, diesen Schleusenthoren die nöthige Vollkommenheit zu geben. Die ersten, welche man machte, waren sehr massiv, und wogen beinahe 28 Tonnen, während die jetzt gebräuchlichen nicht über 22 Tonnen wiegen. Um diese bedeutende Verringerung des Gewichts und der Kosten zu erzielen, machte man die Hängepfosten nicht auf allen Seiten ganz, sondern an der platten Seite, an welcher die horizontalen Balken angeschraubt wurden, durchbrochen, so daß diese Seite gegenwärtig so

viele rechteckige Lücken darbietet, als Zwischenräume zwischen den Niegelbalken vorhanden sind. Auf diese Weise hält es nicht schwer, die Querbalken vom Innern der Pfosten aus festzuschrauben, während man früher einen Lehrjungen, wie einen Schornsteinfeger in einen Schlot, in den Pfosten einkriechen lassen mußte, um die Schrauben der Querbalken in ihre Löcher (siehe Figur 3) zu befestigen. Die Kosten jeder Schleuse betragen im Durchschnitt 8000 Pf.

Von den vier Schleusen bei Muirton bis zum Eintritt des Canals in den Loch-Neß beträgt die Entfernung etwa 5 Meilen. Auf dieser Strecke besteht der Boden fast durchgängig aus Sand und Kies. Es machte sich daher nöthig, die Wände und die Sohle des Canals mit einer dicken Schicht von geschlagenem Thon zu bedecken, damit kein Wasser durchsickern könne. An drei Stellen bespält der Neß zwei sehr steile Berge; statt durch diese einen Durchstich zu machen, und mit großen Kosten ein Bett für den Canal zu eröffnen, fand man es für zweckdienlicher, dem Flusse selbst einen andern Lauf anzuweisen, und den Canal durch dessen altes Bett zu führen.

Nach dem Loch-Neß zu ist der Canal durch zwei etwa 875 Yards von einander entfernte Schleusen geschlossen; diejenige, welche unmittelbar auf den See stößt, und dem Wasser im Canal als Regulator dient, hat ihren Grund auf einem sehr ungünstigen Boden, und hart an der Stelle, wo der Neß beginnt, welcher Umstand deren Bau außerordentlich erschwert. Diese Schleuse hat einen Fall von 6 Fuß 6 Zoll. Der Loch-Neß wird an seinem östlichen Theile, an den wir nun gelangt sind, verschmälert, und gleicht bei dem Ueberfahrtsort von Bona dem Halse einer Flasche. Ehe wir in denselben gelangen, finden wir Loch-Doughfour, der 1 Meile lang und 280—350 Yards breit ist. Dieser See bildet eine Art von Becken, das einen sichern Ankerplatz darbietet, wenn die Schiffe wegen stürmischer Winde nicht durch Loch-Neß fahren können, und in demselben setzt sich ein großer Theil des vom Schnee- und Regenwasser herabgeführten Schlammes ab. Aus diesem Grunde ist der Loch-Doughfour seicht, so daß er in der Richtung des Canals um etwa 10 F. vertieft werden mußte. Es geschah durch ein Ballastboot. Der Apparat desselben, der vollkommenste, den ich je sah, ist von Hrn. Hughes erfunden. Binnen 12 Monaten zog es 90.000 Tonnen Kies herauf. Das Fahrzeug besitzt zwei Reihen von starken Baggerkästen und eine kräftige Dampfmaschine, und kann nöthigenfalls binnen 24 Stunden die ungeheure Quantität von 800 Tonnen heraufziehen. Dieses eigends zu dem angegebenen Zwecke gebaute Fahrzeug kann 216 Tonnen tragen. Wenn man in dem See auf in den Schlamm oder Kies eingelagerte Bäume oder Steinblöcke stieß, so ersetzte man die Baggerkästen durch Picken und eiserne Haken.

Um das Bett des Sees um 10 Fuß zu vertiefen, mußte beim Eintritt des Flusses Neß ein Wehr gebaut werden, durch welches der Wasserspiegel von Loch-Doughfour so hoch gehalten wird, wie der

von Loch-Nes. Zugleich strömt nun das Wasser aus dem großen See nicht mehr so reißend in den kleinen, was der Fahrt von Bona zu Gute kommt. Von Natur ist die Strömung so heftig, daß es Schiffen beinahe unmöglich seyn würde, gegen dieselbe zu seegeln.

Der Loch-Nes ist 22 Meilen lang, und $\frac{3}{4}$ bis $\frac{5}{8}$ Meilen breit. Seine Tiefe beträgt 130 Faden. Seine Ufer fallen so steil unter das Wasser, daß das letztere gar nicht weit von dem erstern 65 bis 82 Faden tief ist. Hiervon machen jedoch die Buchten von Urquhart, Invermorison, Cherry Island und das östliche Ende des Loch-Nes eine Ausnahme. An diesen Stellen wechselt die Tiefe des Wassers von 12 bis 26 Faden. Da man dicht am Ufer das Wasser so tief fand, so machte es sich nöthig, Bojen zu ankern, an denen die Schiffe fest gemacht werden konnten, ohne genöthigt zu seyn, vor Anker zu gehen, indem das Lichten der Anker, wegen der außerordentlichen Zähigkeit des Bodens, sehr viel Schwierigkeit gehabt haben würde. Außer diesem Uebelstande würden, wenn der Wind gegen das Ufer geweht hätte, die Schiffe nicht Raum genug gefunden haben, um beim Auswerfen des Ankers eine feste Stellung zu erlangen.

Als man über die Vortheile und Nachtheile des Canals berathschlugte, war eine der Hauptschwierigkeiten zu ermitteln, ob der zwischen hohe Berge eingeengte Loch-Nes bei seiner großen Länge mit Sicherheit beschißt werden könne. Die Gegner des Canals wandten ein, daß die Winde, woher sie auch immer wehen möchten, sobald sie in das tiefe Seethal gelangten, der Axt desselben folgen würden, so daß die nach der einen Richtung fahrenden Schiffe den Wind immer gerade von vorne, und die nach der andern fahrenden ihn gerade von hinten haben würden. Auch hielten es die Gegner für ungemein gefährlich, wenn ein großes Schiff in einer Art von Canal, dessen Grund in der Nähe der Ufer mit Baumstämmen und Felsenblöcken belegt ist, umlegen, oder auch nur mit einem Seitenwinde seegeln würde, während die Seitenthäler plötzliche Stoßwinde herabsenden müßten, durch welche die Schiffe mit Heftigkeit gegen das entgegengesetzte Ufer getrieben werden würden.

Diese Einwürfe hatten allerdings scheinbar viel für sich, waren aber übertrieben. Die Behauptung, daß man von einem Ende des Loch-Nes bis zum andern keinen sichern Ankerplatz finde, war unrichtig. Auf der Ostseite, etwa bei einem Drittel der Fahrt, befindet sich bei Urquhart ein solcher, und auf der Westseite sind deren mehrere.

Um die Falschheit der Angabe, daß die Winde immer nur nach der Richtung der Länge des Sees wehen, darzuthun, hat man an den beiden Enden und bei der Mitte des caledonischen Canals vom Jahr 1804 an bis auf die jetzige Zeit meteorologische Beobachtungen angestellt, und auf diese Weise ermittelt, daß die Richtung der Winde in dem Thale, in welchem sich der Canal hinzieht, eben so verändertlich ist, als in irgend einem andern Theile von Hochschottland.

Wenn Schiffe zu besondern Jahreszeiten nicht gegen den Wind seegeln könnten, oder zu seegeln wagten, so würde man sie ohne Schwie-

rigkeit von Dampfbooten bugfired lassen können. Um zu beweisen, wie vortheilhaft dies seyn würde, wollen wir annehmen, das bugfired Schiff gehe so tief im Wasser, wie das Dampfboot, und finde bei derselben Geschwindigkeit denselben Widerstand von Seiten der Flüssigkeit. Bei dieser Annahme wird, wenn man die Geschwindigkeit des Dampfboots und die Treibkraft gleich 1 setzt, diese Kraft, wenn sie auf zwei Fahrzeuge einwirkt, nicht eine Geschwindigkeit von $\frac{1}{2}$ oder $\frac{5}{10}$, sondern von wenigstens $\frac{7}{10}$ hervorbringen, und das Dampfboot, wenn es ein Schiff bugfired, nicht ganz $\frac{3}{10}$ von seiner Geschwindigkeit verlieren. (Dies wurde im Jahre 1817 nach theoretischen Ansichten niedergeschrieben. Die Erfahrung hat jetzt meine Meinung bestätigt, und das Bugfired der Schiffe geschieht auf den Seen, durch welche der Canal geht, mit großem Vortheil.)

Die Werke des Centraldistricts nehmen nach dem Fort Augustus zu ihren Anfang, und erstrecken sich vom Loch-Neß bis zum Loch-Dich. Der einzige Zweck, zu welchem das Fort Augustus gebaut wurde, war, die Hochschotten in Furcht zu erhalten, und dieser Zweck wurde erreicht. Da dasselbe sich nicht mehr nöthig macht, so werden diese starken Casernen und geräumigen Magazine gewis eint zu Fabrikgeschäften benutzt werden, bei denen die Bewohner der Umgegend Beschäftigung finden, und aus denen sich nicht mehr Schrecken, sondern Wohlstand über das Land verbreitet.

Als ich jenen District besuchte, sollte die Eingangschleuse in der Nähe des Forts gebaut werden. Der ganz aus lockern Kieselsteinen und Sand bestehende Boden machte die Arbeit äußerst schwierig, so daß bei dem Ausgraben das durch den Kies dringende Wasser in zahlreichen Strahlen herausspritzte. Trotz dieses Uebelstands war es nöthig, 17 Fuß unter das Bett des benachbarten Flusses zu graben, durch welchen das Wasser des Loch-Dich in den Loch-Neß abgeführt wird.

Die Entwässerung wurde durch drei Watt'sche Dampfmaschinen bewirkt. Die erste hatte die Kraft von 36, und jede der beiden andern die von 20 Pferden, so daß also 76 Pferdekräfte Tag und Nacht in Thätigkeit waren. Die zum Grundwerk der beiden Schleusen angewandten Pfähle sind zweierlei Art; die, welche die Seitenwände stützen, sind rund, und am untern Ende mit einem gußeisernen Kegel beschlagen; die vordern, welche unter und über der Ober- und Unterhauptmauer reihenweise stehen, sind ebenfalls mit einem gußeisernen Schuh versehen, der sich rechteckig endigt, und an der Basis breiter ist, als der scharfe Rand lang ist. Diese Pfähle wurden durch einen 200 Pfund schweren, und von 9 Mann in Thätigkeit gesetzten Rammbar eingetrieben.

Um die Entwässerung zu erleichtern, fand man es für nöthig, den für die Eingangschleuse bestimmten Raum vollkommen auszugraben. Zuerst wurde an dem Grundwerke des dem Loch-Neß zunächst liegenden Schleusenthores gearbeitet. Die Kiesel des Grundes wurden mit einer Toffschicht belegt, und auf diese kamen die ersten Steinlagen, deren untere Fugen sämmtlich mit derselben Substanz ausgefüllt wurden. Der Druck des eindringenden Wassers wirkt dar-

auf hin, diesen Torf noch fester in die Fugen zu treiben, und auf diese Weise wird dem Durchbringen des Wassers kräftig entgegen gearbeitet.

In der Nachbarschaft des Fort Augustus wurde eine Reihe von 4 Schleusen errichtet, von denen jede das Wasser 8 Fuß höher hält (s. Figur A B). Bei Callachie, 2 Meilen weiter, ist eine fünfte Schleuse auf einen Felsen gebaut, die nicht größer ist, als sie durchaus senn mußte. Dieser Felsen ist die einzige Steinmasse, welche man in diesem Theile des Thals findet.

Vom Fort Augustus bis zum Eingang des Loch-Dich ist der Canal $11\frac{3}{4}$ Meilen weit durchaus künstlich gegraben. Mir war vorzüglich die Kosten ersparende Methode merkwürdig, vermitteltst welcher die Erde beseitigt worden war.

Die Totalsteigung von der See bis zum höchsten Wasserspiegel des Canals beträgt 94 Fuß; da sie bis zum Loch-Neß 54 Fuß beträgt, so wurden die übrigen 40 Fuß Steigung durch 5 Schleusen erreicht, von denen die letzte das Wasser des Loch-Dich regulirt.

Bei diesem See machte sich, wie beim Loch-Doughfour, wegen des vielen Schlammes, ein Aushöhlen nach der Richtung des Canals nöthig, was durch eine Ballast- oder Baggermaschine geschah.

Das Bett des Canals liegt dem in den Loch-Neß fallenden Fluß Dich so nahe, daß es sich nöthig machte, den Lauf dieses Flusses, so gut wie den des Flusses Neß, an mehreren Stellen zu ändern. Dieß hatte aber beim Flusse Dich weit mehr Schwierigkeit, weil die Lochs Dich und Garry, deren abfließendes Wasser der Fluß Dich dem Loch-Neß zuführt, bei ihrer geringen Ausdehnung und der bedeutenden Größe der Berge und Thäler, welche ihnen ihr Wasser zuschicken, ihren Wasserstand weit bedeutender ändern, als der weit größere Loch-Neß. Die Ausgrabungen zwischen den Lochs Dich und Lochy sind keiner besondern Erwähnung werth, und wir gelangen nun an den letzten Theil des Canals, welcher sich vom Loch-Dich bis zur Bucht von Eil erstreckt, die durch Loch-Lynne mit dem atlantischen Ocean Gemeinschaft hat.

Wie es sich nöthig machte, den Wasserspiegel des Loch-Doughfour am östlichen Theile des Canals zu erhöhen, so mußte am westlichen der von Loch-Lochy erhöht werden; allein diese Aufgabe war weit schwieriger, als die erstere, denn die Erhöhung sollte 12 statt 6 Fuß betragen. Man hielt es für das Beste, sich des Bettes des Flusses Lochy zu bedienen, und diesem ein neues zu graben, nicht aber den See selbst zu vertiefen, was mit großen Kosten von Zeit zu Zeit hätte erneuert werden müssen. Das neue Bett des Lochy erstreckt sich bis zum Spean, welcher in die Bucht von Eil fällt. Das Wasser dieser vereinigten reißenden Flüsse stößt an mehreren Stellen mit Gewalt gegen die Basis der Eindeichungen des Canals, und es hat deßhalb dort Mauerwerk aufgeführt werden müssen.

Von Loch-Lochy bis zur Bucht von Eil zieht sich der Canal am Fuße einer Bergkette hin, von welcher herab reißende Ströme sich in die Thäler stürzen. Um diesen Strömen einen Abzug zu geben, mußten

mehrere Aquaducte aufgeführt werden. Manche derselben sind so eingerichtet, daß das Wasser durch den Mittelbogen strömt, während die beiden kleinen Seitenbögen als Wege für das Publicum dienen. Dieß hat man wohlfeiler gefunden, als in der Richtung der Kreuzstraßen Brücken über den Canal zu bauen. An der Schleuse, welche das aus dem Loch-Lochy kommende Wasser regulirt, ist nur eine eigenthümliche Eigenschaft zu bemerken. Statt in dem runden Raume, in welchem sich der Hängepfosten jedes Thorflügels bewegt, behauene Steine anzuwenden, hat man starke gußeiserne Platten in das Mauerwerk eingesetzt. Allein obwohl man in diesem Falle dieß Verfahren nicht unzweckmäßig fand, so hat es sich doch nicht hinreichend vortheilhaft gezeigt, um einer ausgebehnteren Anwendung theilhaftig zu werden.

Nur das Wasser eines Bergstroms fließt in den Canal, doch zuvor in ein gewaltiges Bassin, in welchem es seine Geschwindigkeit ablegt und zugleich die Substanzen, die es bei sich führt, absetzt, so daß nur der oberste und hellste Theil des Wassers in den Canal gelangt. Unfern dieses Orts fließt das überflüssige Wasser des Canals über ein Wehr ab. Die Schleusenthore desselben und deren Gewände sind von Gußeisen, aus welchem Materiale auch die zum Bewegen derselben dienenden Hebel, Kammräder u. s. w. bestehen. Dieses Werk läßt in Ansehung der Ausführung nichts zu wünschen übrig.

Beinahe am Ende des Canals nach der Bucht von Eil zu, die mit dem atlantischen Ocean zusammenhängt, finden wir die große Kette von acht Schleusen, welche bei den Seefahrern die Neptuns-Treppe heißt. Die Thore haben eine Breite von 40 Fuß und halten eine Wasserhöhe von 20 Fuß zurück. Die Länge der Schleusen beträgt von einem Thore bis zum andern 180 Fuß; der Unterschied des Niveau's des in der untersten und obersten befindlichen Wasserspiegels beträgt 64 Fuß, so daß auf jede Schleuse 8 Fuß kommen. Das Grundwerk jeder Schleuse wird von einem verkehrten Bogen gebildet. Die Thore dieser Schleusen besitzen eiserne Rahmen, und das Mauerwerk ist trefflich aufgeführt.

In einiger Entfernung unter der Neptuns-Treppe finden wir 1) zwei Schleusen; 2) ein 250 Yards langes und 95 Yards breites Bassin und 3) die in die Bucht von Eil führende Seeschleuse.

Um von dem Canal alle Vortheile zu ziehen, die er zu gewähren im Stande ist, sind noch mehrere Nebenarbeiten zu leisten übrig. Es müssen zwei Leuchtthürme, der eine auf Cap Tarbet, am Eingange des Meerbusens von Moray, der andere nach der westlichen Einfahrt zu zwischen den Inseln Mull und Kerrera gebaut werden. Auch soll zwischen den Seen Eil und Scheil und der See ein Nebencanal gegraben werden. Alsdann könnten die Schiffe, wenn sie den caledonischen Canal verlassen, sich beliebig gegen Südwesten oder Nordwesten wenden.

Die Schwierigkeiten, welche die Schifffahrt auf den Seen darbietet, sind, wie die Erfahrung nun gezeigt hat, keineswegs sehr bedeutend,

und können mit den Gefahren, die denen drohen, welche die Orkney-Insel umschiffen, gar nicht verglichen werden. Herr John Saunders, Schiffsherr zu Aberdeen, bemerkt in einem, im vierzehnten Bericht der Commission 1817 mitgetheilten, Briefe an Hrn. Telford: „Ich getraue mir zu behaupten, daß die Schiffbrüche, welche nur, seitdem der Bau des Canals begonnen worden ist, an jener Küste stattgefunden haben, die Kosten des Canals übersteigen.“

Die feierliche Eröffnung des Canals fand am 23. October 1822 statt. Ein Dampfboot und zwei Kriegsschaluppen machten an diesem Tage die Fahrt von Inverness nach Fort William. Die 69 Meilen lange Fahrt, aus einem Meere in das andere, wurde, mit Einschluß des Aufenthalts in den 22 Schleusen, binnen 13 Stunden gemacht.

Erklärung der zum caledonischen Canal gehörigen Figuren.

Tafel III und II2. Projection des caledonischen Canals von Beaulay-Firth bis Loch-Eil.

	Meil.	Linien
Länge des caledonischen Canals vom Bassin bei Clachnacarry bis Muirtown.	1	10
Von der Biegung nach Südwesten bei Muirtown durch Loch-Doughfour bis Loch-Neß	7	0
Länge des Loch-Neß	22	5
Vom Südwest-Ende des Loch-Neß bis zum Loch-Dich	5	35
Länge des Loch-Dich	3	40
Vom S. W. Ende des Loch-Dich bis zum Loch-Lochy	1	63
Länge des Loch-Lochy	10	46
Vom S. W. Ende des Loch-Lochy bis zum Becken von Corpach	8	0
	59 41	

Fig. 1. Construction des zum Bau der Dämme des caledonischen Canals errichteten Wehrs.

Fig. 2. Profil des Wehrs.

Fig. A. Längsdurchschnitt von 4 aufeinander folgenden Schleusen.

Fig. B. Grundriß von 4 aufeinander folgenden Schleusen.

Fig. C D. Querdurchschnitt des Mauerwerks u. s. w. der Schleusen.

Fig. — Durchschnitt des Canals, in welchem man den Absatz erblickt, der die Bestimmung hat, die Schiffe zu verhindern, die Ufer zu beschädigen.

Fig. 1, 2, 3, obere und untere Schleusenthore.

Fig. a bis h. Einzelne Theile der Befestigung, Angeln u. s. w. der Schleusenthore.

Die Gesamtkosten dieses wahrhaft nationalen Unternehmens beliefen sich auf mehr als 900,000 Pfd., wofür beträchtlich mehr als $\frac{2}{3}$ für Tagelohn und Handwerkerlohn aufgingen. Das Uebrige wurde für Beaufsichtigung, Maschinen, Steine, Entschädigungen und Nebenkosten ausgegeben.

Wasserleitung von Chirk Behufs des Ellesmere- Canals.

(Tafel 101. Figur 6 und 7.)

Der Canal von Ellesmere ist vielleicht das einzige Beispiel in Großbritannien und Irland, wo ein Canalsystem lediglich des Bergbaus oder Ackerbaues wegen angelegt worden ist, während die Zwecke des Handels und der Industrie dabei eine Nebenrolle spielen. Demnach waren die vorzüglichsten Grundbesitzer der Thäler, mit welchen der Canal von Ellesmere eine Communication eröffnet, diejenigen, welche im Jahr 1792 zur Ausführung dieses großartigen Unternehmens in eine Gesellschaft zusammentraten. Dieses Beispiel sollte von den innern Provinzen Frankreich's nicht unbeachtet gelassen werden, denn die dortigen Grundeigenthümer würden den Werth ihrer Güter außerordentlich erhöhen können, wenn sie die innere Communication, Behufs des Transports ihrer landwirthschaftlichen Producte, auf ähnliche Weise beförderten.

Dieser, wegen seines Zwecks und seiner Größe so merkwürdige Canal ist es nicht weniger wegen der Schönheit der verschiedenen Kunstwerke, wohin vorzüglich die beiden Wasserleitungsbrücken gehören, deren Errichtung sich nöthig machte. Die eine, nämlich die von Chirk, ist von Stein; die von Pont-Cy-Sylte von Eisen.

Im Jahr 1795 versiel Hr. Telford auf den Gedanken, statt der Thonwand, mit welcher man in England senft die Wasserleitungsbrücken versieht, Eisen anzuwenden. Er versuchte dieß erst bei Chirk, als ein Vorspiel des prächtigen Baues von Pont-Cy-Sylte; über die Bögen der Wasserleitung von Chirk baute er auf die gewöhnliche Weise Seitenwände von Backsteinen, aber mit einer Anblendung von Quadern. Zwischen diese Mauern brachte er, zum Boden des Canals, große sorgfältig verklammerte, und mit Schraubenbolzen noch stärker aneinander befestigte eiserne Platten, welche zugleich die Seitenmauern festhalten, so daß sie durch den Druck der Flüssigkeit nicht nach außen gedrängt werden können.

Die Canalbrücke von Chirk besteht aus 10 Bögen; sie ist zwischen den Widerlagern, die sich auf jeder Seite 50 Fuß weit erstrecken, 500 Fuß lang, so daß ihre Totallänge 600 Fuß beträgt. Ihre Erhebung über den Dee beträgt beim höchsten Wasserstande $65\frac{1}{2}$ Fuß. Die Breite des Canals auf der Wasserleitung beträgt, mit Ausschluß des Zugpfades, 12 Fuß.

Erklärung der zum Aquäduct von Chirk gehörigen Fi-
guren auf Tafel 101.

Figur 6. Allgemeiner Aufsicht.

Figur 7. Durchschnitt eines der steinernen Pfeiler, in bedeutend größerm Maasstabe gezeichnet.

Eiserne Wasserleitung von Langdon.

(Tafel 101. Figur 8, 9 und 10.)

Der Shrewsbury-Canal streicht auf einer eisernen Wasserleitungsbrücke, welche die erste war, welche in England gebaut wurde und in den Jahren 1795 und 1796 von Herrn Telford ausgeführt ward, über den Fluß Turne. Diese Brücke ist 186 Fuß lang und erhebt sich über den Wasserspiegel des Turne 15 Fuß 8 Zoll. Der Zugpfad ist auf der äußern Seite. Unsere Tafel zeigt in

Figur 8 einen der stützenden Pfeiler im größern Maasstabe; in

Figur 9, eine Durchschnittszeichnung, welche den Canal und den Zugpfad erkennen läßt; in

Figur 10, den allgemeinen Aufriß der ganzen Wasserleitung.

Eiserner Aquäduct von Pont = Cy = Sylte.

(Tafel 101. Figur 1 bis 5.)

Die Ausführung der zur Errichtung des Aquäduct von Pont = Cy = Sylte nöthigen Werke war mit bedeutenden Schwierigkeiten verknüpft. Der Canal mußte 127 Fuß über dem Wasserspiegel des Flusses hinweggeführt werden, und zwar mußte man bis an diese Stelle einen Damm von 500 Yards Länge, $76\frac{1}{2}$ F. Höhe und 42 F. oberer Breite aufwerfen. Man berechnete, daß man sich besser dabei stehen würde, wenn man eine 1010 Fuß lange Brücke errichtete, als wenn man diesen ungeheuern Damm irgend weiter führte. Zur Ausführung dieses kühnen Unternehmens beschloß Herr Telford, das Gußeisen in noch ausgedehnterm Maasstabe anzuwenden, als bei den Werken zu Chirk. Er errichtete 19 metallene Bögen auf 18 backsteinernen Pfeilern und zwei steinernen Widerlagern. Dieser Aquäduct allein kostete 54,000 Pfd. St.

Die Bögen stellen zwei Kreissegmente dar, von denen jedes aus 4 gußeisernen Rippen besteht, die der größern Leichtigkeit wegen durchbrochen sind. Die lichten Theile nehmen sich aus, wie Gewölbesteine, und die dunkeln wie der dieselben verbindende Kitt (s. Fig. 4).

Um das Gebäude gegen den Druck des Wassers besser zu sichern, bestehen die Wände des Canals aus starken schweißeisernen Platten, die nicht gerade geschnitten, sondern so gestaltet sind, als ob sie eine Fortsetzung der durch die massiven Theile der Brückenrippen angegebenen Linien seyen. Die Platten, welche die Theile des einen Bogens mit denen eines andern verbinden, sind unten weiter als oben, was sich ungefähr so ausnimmt, wie Strebepfeiler, die eine Mauer stützen.

Der Zugpfad befindet sich ein wenig über dem Wasserspiegel der Wasserleitung; er besteht aus Querbalken, die auf den Köpfen von gleichweit von einander entfernten Pfosten ruhen; diese befinden sich in zwei Reihen, von denen die eine sich dicht an die eine Wand der Wasserleitung anschließt, die andere sich unter demjenigen Rande des Zugpfads befindet, welcher der Mitte des Canals am nächsten liegt. Von einem Pfosten bis zum andern gehen starke Balken, die durch Querstreben, welche zwischen den einander gegenüberliegenden Pfosten sich

befinden, befestigt sind. Auf diesen Balken liegen dicht aneinander gestoßene starke Breter, und dieser hölzerne Boden ist mit einer dicht zusammengearbeiteten Kiesschicht bedeckt, welche eines Theils den hölzernen Boden vor Beschädigung durch die Pferdehufe schützt, andertheils das Schwanken desselben verhindert. Wenn ein solches Schwanken stattfände, so würden die sämtlichen Theile dieser Canalbrücke schnell aufgelockert werden. Längs dem äußern Rande des Zugpfads hin, zieht sich ein etwa 3 Fuß hohes eisernes Geländer. Diese Wasserleitung von Pont-Cy-Sylte ist in Ansehung der Leichtigkeit, Einfachheit und Eleganz höchst musterhaft.

In der Nähe dieses Aquäducts befinden sich am linken Ufer des See hinaus mehrere Bassins zur Aufnahme der Boote, welche dort ihre Ladung einnehmen wollen, die meist in Steinkohlen und Eisen besteht.

Das Thal von Llangollen, bei dessen Mitte sich dieß prächtige Bauwerk befindet, nimmt sich ungemein merkwürdig aus. Ich habe in dem kurzen Bericht über meine zweite Reise dasselbe folgendermaßen beschrieben: „Von Chester begab ich mich nach Wales, um die Werke des Canals von Ellesmere zu besichtigen. Das wichtigste darunter war, meiner Meinung nach, die Wasserleitung von Pont-Cy-Sylte, die über den reißenden Fluß geschlagen ist, der durch das Thal von Llangollen fließt. Bei einer Höhe von 127 Fuß ist ein 1000 Fuß langer Canal durch die Luft geführt, dessen metallene Einfassung von kühnen, leichten Säulen gestützt wird. Schwer beladene Boote und die dieselben ziehenden Pferde gehen sicher über diesen schwebenden Canal hin, und führen die Steinkohlen, den Kalk und das Eisen, welche die Bergwerke, Brüche und Hüttenwerke des Thals von Llangollen liefern, nach Ellesmere.

„Nach einer langen und ermüdenden Wanderung betrat ich bei Sonnenuntergang an einem schönen Herbstabend das Thal; nie that sich eine prächtigere Scene vor meinen Blicken auf; mitten in einer üppigen und noch vollkommen grünenden Vegetation, Rauch- und Feuersäulen, unablässige Ausbrüche der Krater des Kunstfleißes, Schmelzöfen, Hammerwerke, Kalköfen, Kohlenmeiler, Fabrikgebäude, Landhäuser und Dörfer, im bunten Gemisch, amphitheatralisch an den Wänden des Thales geordnet; darüber die Canalbrücke, wie durch Zauberkräft entstanden, das kühne Werk eines meiner Freunde! In der Betrachtung dieser Schönheiten der Natur und Kunst verloren, stand ich, bis die Nacht mich nöthigte, ein Unterkommen zu suchen, und noch jetzt wiederholt sich oft in der Erinnerung der gewaltige Eindruck, den diese majestätische Scene auf mich machte.“

Erklärung der Figuren. — Taf. 101, Fig. 1 bis 5.

Fig. 1. Allgemeiner Aufriß.

Fig. 2. Allgemeiner Grundriß.

Fig. 3. Querschnitt in bedeutend größerm Maasstabe.

Fig. 4. Ansicht der Hälfte eines der Bögen.

Fig. 5. Wundplatte, welche sich da befindet, wo die Bögen aufstehen.

Nicholson.

Der Regenten-Canal.

(Tafel 101, 115 und 116.)

Dieser Canal zieht sich um den nördlichen Theil London's herum, und ist, da er mit dem großen Verbindungscanal (grand junction canal) communicirt, der Vereinigungspunct eines großen Systems von Canälen, welche nach Hull und Liverpool gehen, und mit fast allen Verzweigungen der Binnenschiffahrt England's in Verbindung stehen. Die Breite des Wasserspiegels beträgt 45 Fuß, die der Sohle 30 Fuß. Das Wasser ist 5 Fuß tief, der Canal, 8 Meilen lang, steigt im Ganzen 84 Fuß, und die Breite des Zugpfads beträgt 12 Fuß.

Wenn wir diesen Canal von dessen Vereinigung mit der Themse bei Limehouse verfolgen, so gelangen wir sogleich durch drei Schleusen aufwärts; wir kommen unter der großen Handelsstraße durch, welche nach den Ost- und Westindischen Docks führt, und steigen hierauf, indem wir uns um die City schlagen, noch durch 5 Schleusen. Bei Islington angelangt, kommen wir durch einen 896 Yards langen Stollen (der Durchschnitt dieses Stollens der Tunnel ist auf Tafel 101 mitgetheilt). Alsdann schneidet der Canal die Hampfsteaderstraße, und steigt dann wieder durch 4 Schleusen in die Höhe, zieht sich am nördlichen Umkreise des Regentenparks hin, und giebt links einen Seitencanal ab, welcher sich östlich vom Park in ein geräumiges Becken endigt. Die zur Beschiffung der Themse dienenden Barken und Küstenfahrer, deren Masten sich zu dem Zwecke, unter Brücken wegzufahren, niedriger machen lassen, können in dieß Becken einlaufen, welches auf diese Weise für den nördlichen Theil der Hauptstadt ein Mittelpunkt des Handels wird. Von diesem Becken aus zieht sich der Canal auf derselben Höhe bis Paddington hin, woselbst er sich mit dem großen Verbindungscanal (grand junction canal) vereinigt. Um dieses Niveau beizubehalten, machten sich mehrere tiefe Durchsiche, und die Ausgrabung eines zweiten etwa 440 Yards langen Tunnels nöthig.

Dieser eben nicht sehr lange Canal hat demungeachtet viele Bauwerke aufzuweisen. Es führen über denselben 37 Brücken, und er selbst geht unter dem neuen Flusse durch. Er besteht, wie wir gesehen, zwei Tunnels, die, wie die meisten für englische Canäle gebauten, ohne Zugpfad sind. Man muß sich wundern, daß bis jetzt noch kein einfacher Mechanismus erfunden ist, vermittelt dessen die Boote schnell durch den Tunnel gezogen werden. Die Lösung dieser Aufgabe würde höchst wünschenswerth seyn.

General Congreve setzte es bei der Gesellschaft durch, daß eine doppelte, oder hydropneumatische Schleuse bei dem Regentencanal angebracht werde. Hierbei bedient man sich sowohl der Luft als des Wassers, um zwei Flosse abwechselnd zu heben und zu senken, auf denen die Boote ruhen, welche steigen und fallen sollen. Dieß geschah der Wasserersparniß wegen; allein man fand diese, übrigens sinnreiche, Methode zu wenig einfach, daher das Werk leicht in Unordnung gerieth, und man gab sie daher auf. Man hat jedoch später an diesen Canal eine einfachere doppelte Schleuse angebracht,

die sich überhaupt mit Vortheil anwenden läßt, und folgendermaassen beschaffen ist.

Vermittelst einer mit dem Boden der Schleusen gleich hohen Röhre, die sich durch ein Thor beliebig öffnen und schließen läßt, ist zwischen beiden Schleusen eine Verbindung hergestellt. Wir wollen nun annehmen, das Wasser in einer der Schleusen stehe eben so hoch, wie in dem darüber befindlichen Canale, und das in der andern Schleuse eben so hoch, wie in dem darunter befindlichen Canale. Deffnet man nun die Thür der eben erwähnten Röhre, so wird das Wasser in beiden Schleusen die Mitte der Höhe der Wasserspiegel im obern und untern Theil des Canals erhalten. Wenn daher das Boot in die Höhe steigen soll, so braucht man von oben nur halb so viel Wasser herabzulassen, als sonst, und wenn das Boot sich senken soll, so wird der Abfluß ebenfalls nur halb so viel zu betragen brauchen. Auf diese Weise wird der Wasserverlust in beiden Fällen nur halb so groß seyn, wie bei Schleusen von der gewöhnlichen Construction.

Erklärung der Figuren.

Auf Tafel 101 befindet sich der Durchschnitt des 896 Yards langen Tunnels, welcher unter Islington und dem neuen Flusse (New River) durchgeht. Man sieht daselbst das Baugerüste, und auch die Wasserhöhe ist bemerkt worden.

Auf Tafel 115 und 116, Fig. 1 ist die doppelte Schleuse des Regentencanals abgebildet.

Fig. 2 zeigt den Durchschnitt derselben nebst der Verbindungsröhre.

Die westindischen Docks; Schoppen, die als Vorrathshäuser für Wein, Rum u. s. w. dienen; Keller; der Schoppen, unter welchem die Mahagonyblöcke aufgesetzt sind, und die Maschine, welche zum Aufsetzen und Bewegen derselben dient.

(Tafel 115, 116 und 118.)

Die westindischen Docks befinden sich auf dem linken Ufer der Themse, etwa $1\frac{1}{2}$ Meile unterhalb der Londoner Docks, auf der sogenannten Hundinsel (Isle of dogs), die eigentlich nur eine von einer Windung des Flusses gebildete Halbinsel ist. Die Docks besitzen zu beiden Seiten dieser Windung einen Eingang. Südlich von den Docks und parallel mit deren Länge streicht der City-Canal, mittelst dessen sich die lange Windung des Flusses vermeiden läßt. Da jedoch auf demselben ein Zell erhoben wird, so folgen die Capitane meistens lieber dem gewöhnlichen Laufe des Flusses, woraus ihnen, wenn Ebbe oder Fluth günstig sind, ein Zeitverlust von nicht mehr als 2 Stunden entspringt. Man hat es für vortheilhafter gefunden, diesen Canal als einen Aufbewahrungsort für abgetakelte Schiffe zu benutzen, die daselbst in einer etwa 1 Meile langen Linie

liegen, und vom rechten Flussufer aus gesehen, einen prächtigen Anblick darbieten. Diese weitläufigen Werke wurden von einer Gesellschaft von Privatleuten unternommen und ausgeführt, und 27 Monate reichten zu deren Vollendung hin. Die Ausgrabung der westindischen Docks begann den 12. Juli 1800, und schon im September 1802 liefen Schiffe in die Einfuhrdocke ein.

Bei den höchsten Fluthen beträgt die Wassertiefe in beiden Docks 24 Fuß. Sie streichen mit einander parallel, und sind etwa 890 Yards lang. Die größte, welche über 30 Acres Flächenraum hat, dient für diejenigen aus Westindien zurückkehrenden Schiffe, welche ihre Ladung an die Niederlagen dieses künstlichen Havens abgeben. Die zweite, deren Flächenraum etwa 25 Acres beträgt, nimmt die abgetakelten oder für einen auswärtigen Haven befrachteten Schiffe auf. Diese Docks bieten, sammt deren Bassins und den sie mit der Themse verbindenden Schleusen, ein Areal von 68 Acres dar, welches zur Aufnahme von Schiffen durch Menschenhand ausgegraben ist. Die Gesamtoberfläche mit Einschluß des Kai's und der Waarenniederlage, beträgt 140 Acres.

Wir haben nun darzulegen, wie wichtig diese großartige und prächtige Anstalt, sowohl für den britischen Handel als für die Capitalisten ist, denen sie ihre Entstehung verdankt. An den Ufern der Themse befindet sich nur eine gewisse Anzahl von Orten, wo Schiffe ihre Ladung einnehmen und an's Land schaffen können. Diese nennt man, weil deren Lage durch die Gesetzgebung bestimmt worden ist, autorisirte Kai's. Man hat deren Ausdehnung immer zu gering gefunden. Da diese Kai's fast durchgehends Privateigenthum sind, so haben sich die Besitzer immer der Vermehrung derselben widersetzt, und zugleich durch gegenseitige Verabredung die dort zu erhebenden Abgaben und die Miete der Niederlagen so hoch als möglich erhalten.

Vergleichen für Schiffe jeder Art höchst ernstliche Uebelstände waren vorzüglich hinderlich für diejenigen, welche die reichen Ladungen aus Westindien brachten. Da dieselben während des Kriegs in großen Flotten anlangten, so füllten sie plötzlich den Londoner Haven, und konnten sich also den Ausladungsplätzen nur allmählig nähern, daher denn die meisten derselben, weit von den zur Aufnahme ihrer Ladung dienenden Niederlagen, mit Hülfe von Lichtern entfrachtet werden mußten. Diese Vielfältigung der Hindernisse, und die daraus natürlich entspringende Verwirrung unter den zahllosen Handelsfahrzeugen erleichterte den Unterschleif auf eine unglaubliche Weise. Nach einem, im Jahre 1810, von meinem Freunde Georg Hibbert bei der Hauptversammlung der Actien-Inhaber vorgelegten umständlichen Bericht, läßt sich annehmen, daß vor der Anlegung der westindischen Docks die Defraudationen an Colonialwaaren im Londoner Haven bei'm Indigo, Cacao, Wein, Blauholz, Ingwer u. s. w. über 1%, bei'm Zucker über 2%, und bei'm Rum über 2½% betrug. Nur in den Jahren 1799 bis 1801 führten diese Diebereien einen Verlust von 1,214,500 Pfd. St. herbei. Dieser Berechnung zufolge, und wenn man die Vermehrung des Handels, so wie die Preiserhöhung der Colonialwaaren in Anschlag bringt, haben die englischen Kaufleute in den 7 Jah-

ren nach Eröffnung der westindischen Docks 2,702,542 Pfd. St. gewonnen, wovon unter den frühern Umständen die Schatzkammer beinahe 1 Million eingebüßt haben würde.

Durch die Einrichtung der Docks haben die Kaufleute folgende Vortheile gewonnen: 1) können sie ihre Waaren schneller an's Land bringen; 2) schneller verkaufen; 3) ersparen sie an den Kosten für das Ausladen und Auflagern 18 %. Die in stillen Wassern liegenden Schiffe leiden ferner, vorzüglich in ihrem Takel- und Seilwerk, weniger, als solche, die im Flusse festgemacht sind, während zugleich in dem wohlbewachten Gehege keine Diebereien mehr vorkommen können. Was die Regierung betrifft, so erhält diese nicht nur den Zoll von den Waaren, welche bei Fortdauer der frühern Verhältnisse gestohlen worden wären, sondern die Erhebung des Zolls ist auch in den Docks weit einfacher, indem die Zugänge leicht bewacht werden können, und jede Art von Waare sich an einem besondern Orte befindet, daher denn viele Zollbeamte erspart werden.

Uebrigens hat sich die Gesellschaft, welche diese Docks anlegte, auch sehr gut dabei gestanden. Ihr erstes Capital belief sich auf 500,000 Pfd. St. und man erhöhte es bis auf 1,200,000 Pfd., welche 10 % Interessen abwarfen. Die Einkünfte der Gesellschaft betragen im Jahr 1809 330,623 Pfd. St., im Jahr 1813 449,421 Pfd. St., im Jahr 1817 297,539 Pfd. St., im Jahr 1819 248,770 Pfd. St. Bis zum Jahr 1818 hatte die Gesellschaft beinahe 800,000 Pfd. St. zu Deckung künftiger Ausfälle zurückgelegt. In diesem Jahre mußte das Capital, da der Eingangszoll herabgesetzt worden war, angegriffen werden, um die jährliche Dividende von 10 %, zusammen von 120,000 Pfd. St., bezahlen zu können. Vom Jahr 1800 bis 1817 brachte also das Anlagecapital von 1,200,000 Pfd. St. eine jährliche Dividende von 120,000 Pfd. St., und einen Reservefond von 800,000 Pfd. St., zusammen also 2,840,000 Pfd. St. ein.

Während der geschäftigen Jahreszeit finden in dieser Anstalt 2600 Arbeiter volle Beschäftigung. Es haben in der Einfuhrdocke 204, in der Ausfuhrdocke aber 195 Schiffe, zusammen von 120 000 Tonnen, Platz. Auf den Kai's, unter den Schoppen und in den Niederlagen haben einmal 148,563 Faß Zucker, 70,875 Faß und 433,648 Sack Kaffee, 35,158 Pipen Rum und Madeira, 14,021 Blöcke Mahagoniholz, 21,350 Blöcke Bauholz zu gleicher Zeit gelagert. Der Plan und der Bau der westindischen Docks wurde von William Jessop Esq. entworfen und ausgeführt. Dieß Werk wird seinen Namen auf die Nachwelt bringen. Nach dessen Tode übernahm John Rennie Esq. die Aufsicht über die Docks.

Schoppen, von J. Rennie Esq. gebaut, und Keller zur Aufbewahrung von Wein, Rum u. s. w.

(Tafel 115 und 116.)

Der der Docke zunächst gelegene Schoppen ist wegen seiner Bauart der merkwürdigste unter allen. Die denselben stützenden Säulen

bestehen sammt dem Dachstuhl durchaus aus Eisen. Das Dach ist mit großen Schieferplatten gedeckt. Dieß ungemein nette Gebäude hat 443 Yards Länge, und wegen dieser gewaltigen Ausdehnung mußten die Ausdehnung und Zusammenziehung des Eisens durch Wärme und Kälte sehr berücksichtigt werden. Gegen die nachtheiligen Wirkungen dieser Ursache wurde das Gebäude auf eine höchst sinnreiche Weise geschügt. Die eisernen Balken, welche von einer Säule bis zur andern streichen, und durch kleine Bögen gestützt sind, schließen nicht dicht aneinander, sondern es befindet sich zwischen deren Enden, welche sonst in Berührung seyn würden, ein kleiner Zwischenraum, während zu gleicher Zeit die übrigen Theile des Gebäudes so vollkommen zusammengefügt wurden, daß aus der Beweglichkeit der Balken in der Richtung der Länge keine Wiclung in der Richtung der Breite entspringen kann.

Unter dem Schoppen sind geräumige und sehr schöne Keller, in denen der eingeführte Rum und Wein lagert. Die steinernen Säulen der Keller sind achteckig; allein das ganze Gewölbe ist von Backstein und ungemein flach. In der Mitte jeder Flucht von Gewölben, und in der Richtung der Fahreihen befinden sich eiserne Gleise, auf denen sich die schwersten Fässer mit der größten Leichtigkeit hinrollen lassen. An Orten, wo so leicht entzündliche Artikel, wie Rum und andere gebrannte Getränke, aufbewahrt werden, war es von der äußersten Wichtigkeit, die Anwendung von Lampen oder Laternen unnothig zu machen, und dieser Zweck ist auf eine bemerkenswerthe Weise erreicht worden. Zuvörderst fällt das Licht in die Keller durch Oeffnungen in der Decke, welche mit gußeisernen Platten bedeckt sind, in deren jeder sich 5 runde Fensterchen befinden. Außerdem erhält man durch Reverberen ein horizontal einfallendes Licht. Auf der einen Seite des Kellers fällt das Licht schräg ein, auf der andern befindet sich eine Reihe Fenster, die sich unter den äußern Schoppen mittelst halbkugelförmiger Luken öffnen. Ueber diesen ist ein Theil des Daches mit Glasfenstern versehen. Das auf diese Weise erhaltene Licht wird durch weißblecherne Spiegel, die so blank als möglich gehalten werden, und sich innerhalb der Kegel mit einer Neigung von 45° gegen den Horizont befinden, zurückgeworfen. Auf der gegenüberliegenden Seite sind ähnliche Reverberen, die sich auf einfachen tragbaren Gestellen befinden, so daß man durch sie das Licht nach jeder beliebigen Stelle reflectiren kann. Die Arbeiter tragen kleine Handreverberen bei sich, mit denen sie das bereits zurückgestrahlte Licht auffangen, und in die dunkelsten Theile des Kellers leiten. Die auf diese Weise erhaltene Beleuchtung ist zu allen Zwecken vollkommen ausreichend.

Der Schoppen, unter welchem die Mahagoniblöcke aufgefekt werden, nebst der zum Bewegen und Aufsetzen derselben dienenden Maschine.

(Tafel 115, 116 und 118.)

Das von Westindien gebrachte Mahagoniholz wird unter einem von Hrn. Kennie gebauten Schoppen aufbewahrt, der sich nicht nur durch seine Bauart, sondern insbesondere durch die sinnreiche Ma-

maschine auszeichnet, deren man sich theils zum Aufsetzen, theils zum Herabnehmen der gewaltigen Mahagoniblöcke bedient. Dieser Zweck wird mit ungemein wenig Menschenhänden, und auf eine so schnelle Weise vollzogen, daß man binnen 6 Monaten mehr an Arbeitslohn erspart, als die Maschine kostete. Der Schoppen hat zwei aneinanderstoßende Dächer, und die zwischen beiden befindliche Rinne wird von 16, etwa 21 Fuß hohen, gußeisernen Säulen gestützt. Die Deckbalken sind wie die Rippen eines Schiffs gebogen (s. Tafel 118), damit sie den durch die aufgehängten Mahagoniblöcke veranlaßten gewaltigen Zug aushalten können. Es sind 7 Reihen Blöcke vorhanden. Gleich über der Mitte jeder Reihe ist die Decke des Schoppens über 3 Fuß weit offen, und zu jeder Seite in dieser Lücke befindet sich ein gehörig gestützter sehr starker Waagbalken. Auf jeden dieser Balken ist ein eisernes Gleis angebracht; das auf der einen Seite ist glatt, das auf der andern gezahnt, und auf diese Weise zieht sich eine Bahn senkrecht über jede Reihe nach deren ganzer Länge hin. Auf dieser Eisenbahn befindet sich ein vierräderiger Karrn, welcher die Maschine trägt; die Räder der einen Seite sind mit Zähnen versehen, so daß sie in die Zahnung der Bahn eingreifen. Ein einziger Mann kann diesen Karrn, selbst wenn er mit dem schwersten Block beladen ist, in Bewegung setzen, und die Kraft verdoppeln, wenn er an den Kurbeln der andern Seite der Maschine dreht. Eine Kette ist um eine große Trommel mit einer spiralförmigen Rinne gewunden, steigt durch die Lücke zwischen den Gleisen der Bahn nieder, und ist am Ende mit einer großen Zange versehen, welche die Mahagoniblöcke packt. Die Welle der Trommel ist mit zwei Kurbeln versehen, an denen nur 4 Leute arbeiten, so daß 5 Leute hinreichen, um die größten Mahagoniblöcke, die zuweilen bis 100 Centner wiegen, an Ort und Stelle zu bringen, und wieder fortzuschaffen.

Die trockene Docks von Dundee.

(Tafel III und III2.)

Es giebt in den verschiedenen Häven von England mancherlei Arten von trockenen Docks zum Bau und zur Reparatur von Schiffen, je nachdem die Ingenieurs oder Eigenthümer dieser oder jener Methode den Vorzug gegeben haben. Sie bestehen aus zwei langen geraden Seiten, welche am Eingange mit Thoren geschlossen sind, und am andern Ende in einem Halbkreis zusammentreffen. Einige dieser Docks haben ziemlich viele, andere nur wenige, andere gar keine Stufen; in die letztern steigen die Arbeitsleute mittelst Leitern, gewöhnlich aber besitzen sie an dem halbkreisförmigen Ende schmale Treppen. Manchmal befindet sich die Sohle höher, als die niedrigen Sprinafluthen. Nachdem das Schiff bei hoher Fluth hineingeschwommen ist, läßt man das Wasser beim Ebben herauslaufen, so daß das Schiff auf den trockenen Grund geräth, und schließt die Thore. Nach der Reparatur des Schiffes läßt man das Wasser allmählig an, und das Schiff kann nun hinausgezogen werden, ohne daß irgend ein Unfall denkbar ist.

Dundee, am linken Ufer des Tay, hat über 30,000 Einwohner; seine öffentlichen Gebäude, Waarenniederlagen, und ganze Straßen neuer Häuser beweisen, daß sein Wohlstand im Steigen begriffen ist. Zum Haven gehören ungefähr 200 Schiffe, die sich mit auswärtigem, Colonial- und Küstenhandel, dem Walfisch- und Stockfischfang u. beschäftigen.

Erklärung der Figuren.

Tafel III und III, Fig. 1. Längsdurchschnitt des Innern der Docke.

Fig. 2. Halber Grundriß der Docke.

Fig. 3. Halbe vordere Ansicht der Einfahrtthore.

Fig. 4. Durchschnitt des abgerundeten Endes der Docke.

Liverpooler Docken und Bassins.

(Tafel III und III, Nr. 14.)

Liverpool ist, nach London, die bedeutendste Havenstadt Großbritanniens; sie liegt an der Mündung des Mersey, und steht durch Canäle mit allen innern Theilen England's in Verbindung. Die Stadt zieht sich bei etwa 1 Meile Breite 3 Meilen weit am östlichen Ufer des Flusses hin; an der Westseite der Stadt befinden sich die Docken, welche sich, sammt den Werften, Waarenhäusern u., in einer gewaltigen Ausdehnung längs des Flusses hinziehen.

Liverpool zeichnet sich, wie gesagt, durch seinen außerordentlich bedeutenden Handelsverkehr aus. Die unternehmenden Bewohner bieten Alles auf, was den Handel vermehren oder erleichtern kann. In dieser Beziehung hat es schnellere Fortschritte gemacht, als irgend eine andere Stadt der Welt. In der alten Geschichte England's wird seiner gar nicht gedacht. Leland, der dasselbe zu Anfang des sechzehnten Jahrhunderts besuchte, beschreibt es folgendermaßen: „es ist eine kleine gepflasterte Stadt, die nur eine Capelle hat. Die Pfarrkirche befindet sich zu Walton, 4 Meilen davon, in der Nähe der See. Der König hat daselbst ein Schloßchen, und der Graf von Derby ein Magazin. Es werden nur geringe Zölle bezahlt, daher sich Kaufleute dort ansiedeln. Im Jahr 1565 hatte Liverpool nur 138 Einwohner, und 223 Tonnen an Schiffen. In einer 1571 an die Königin Elisabeth ergangenen Bittschrift, wurde es genannt: Ihrer Majestät arme, verfallene Stadt. Gegenwärtig schätzt man, daß Liverpool $\frac{1}{4}$ des sämtlichen auswärtigen Handels, $\frac{1}{5}$ des allgemeinen Handels besorgt, $\frac{1}{12}$ der Schiffe besitzt, und daß daselbst ungefähr halb soviel Waaren ein- und ausgeführt werden, als zu London.

Zu Anfang der Regierung Elisabeth's wurde vor Liverpool am Ufer des Mersey ein Damm gebaut, unter dessen Schutze Schiffe sicher überwintern konnten. Im Jahr 1710 wurde hier die erste Docke England's angelegt, in welcher Schiffe schwimmend erhalten wurden. Zu Liverpool mußte sich aber auch die Nothwendigkeit einer solchen Anstalt am meisten fühlbar machen, denn Bristol und London liegen weit landeinwärts an Flüssen mit schlammigem Boden, wo die durch

Ebbe und Fluth herbeigeführten Bewegungen den Schiffen nicht gefährlich werden, und diese sogar während der Ebbe aufsitzen konnten, ohne daß etwas für dieselben zu besorgen war. Liverpool dagegen liegt beinahe an der Mündung einer großen Bucht, und ist heftigen Winden ausgesetzt, daher es nicht dieselben Vortheile darbietet. Es war daher nöthig, die nützliche Erfindung der durch Schleusenthore geschlossenen Docks oder Becken hier in Anwendung zu bringen. An der ersten oder sogenannten alten Docke, welche ein unregelmäßiges Parallelogramm bildet, wurde 20 Jahre lang gebaut. Die Docke war an der Westseite 270. an der Ostseite nur 206 Fuß breit, und 600 Fuß lang. Der Flächenraum betrug $3\frac{1}{2}$ Acres. Sie ist im Laufe neuerer Verbesserungen wieder zugeschüttet worden.

Vom Jahr 1730 bis zum Jahr 1760 wurde nur noch eine Docke gebaut, welche die Salzhausdocks hieß, indem sie sich in der Nähe eines großen Gebäudes befand, woselbst das auf den Flüssen Weaver und Mersey aus der Grafschaft Chester herabgebrachte Salz gereinigt wurde. Die Gestalt dieser Docke ist noch unregelmäßiger, als die der eben erwähnten. Sie hat 4 Seiten, die nicht einmal geradlinig sind, und zusammen 640 Yards Länge besitzen. Ihr Flächenraum beträgt $4\frac{1}{2}$ Acres. Die Thore sind 34 Fuß breit und 25 Fuß hoch.

In der Nähe dieser beiden Docks, in welchen das Wasser stets zurückgehalten wird, legte man eine Fluthdocks an, welche sowohl mit ihnen, als mit dem Flusse Mersey communicirte. Man konnte mittelst derselben aus einer der beiden ersten Docks in die andern gelangen, ohne den Umweg durch den Fluß zu machen. Sie dient auch zur Aufnahme von Küstenschiffen, welche wegen ihrer Größe während der Ebbe ohne Gefahr auf dem Grund sitzen können. Diese Küstenschiffe kommen mit Getraide, Lebensmitteln aller Art, Steinkohlen, Steinen u. s. w. von Norden, und nehmen dagegen Colonialwaaren und Producte, die die Ostseeküsten, Portugal und die Küstländer des mittelländischen Meeres liefern, ein.

Die George-Docks, welche nördlich von diesem Becken liegt, wurde unter der Regierung George II. gebaut. Sie nimmt die, nach Westindien handelnden Schiffe auf, und kostete 21,000 Pfd. St. Sie ist größer und zugleich regelmäßiger, als die beiden übrigen; ihre Länge beträgt 246 Yards, und ihre Breite 100 Yards, die ganze Ausdehnung ihres Kai's 692 Yards, und der Flächenraum 5 Acres. Die Thore sind 38 Fuß breit und 26 Fuß hoch. Diese Docke communicirt mittelst einer Schleuse mit der Fluthdocks und diese mit dem Mersey. Die Schiffe, welche aus dem Flusse kamen, konnten demnach, wenn sie einmal mit der Fluth in dies Becken gelangt waren, beliebig in eine der mit Wasser versehenen Docks gelangen, und auch des bequemen Ausladens wegen von einer dieser Docks in die andere überfahren. Westlich von der George-Docks legt man jetzt eine neue Esplanade an, welche in den Mersey hineinragt. Ein Theil der alten ist dazu verwandt worden, um die Docke etwa 65 Fuß breiter zu machen. Nach Vollendung dieser Arbeit wird sich die ganze Oberfläche der Docke auf $6\frac{1}{4}$ Acres belaufen.

Südllich von diesen sämmtlichen Docks liegt diejenige, welche in der Zeitfolge der Errichtung die vierte ist. Dieß ist die Königsdocke, welche für die Grönlandsfahrer, Tabaksschiffe u. s. w. angelegt ist. Sie hat 272 Yards Länge, 136 Yards Breite, $7\frac{1}{2}$ Acres Flächenraum und 818 Yards lange Kais. Sie bildet ein Rechteck. Die Thore sind 42 Fuß breit, und 25 Fuß 8 Zoll hoch. Eine gußeiserne bewegliche Brücke, wie die, welche bei den Londoner Docks üblich sind, führt über die Einfahrtsschleuse, welche mittelst eines Beckens mit dem Mersey communicirt. Am Flußufer, unfern der Königsdocke, sind neuerdings große, ungemein schöne Tabaksniederlagen gebaut worden, in welchen 12.000 Fässer Platz finden, und in dem Gehege befinden sich sämmtliche Bureaus, in denen die Geschäfte der Anstalt besorgt werden. Diese Niederlagen, welche der Stadt gehören, bringen eine jährliche Miete von 5,000 Pfd. St. Am nördlichen Kai der Königsdocke stehen ebenfalls Tabaksniederlagen.

Die fünfte Docke, welche, der chronologischen Ordnung nach, erbaut wurde, ist die Königsdocke, und communicirt mittelst desselben Beckens, wie die Königsdocke, mit dem Mersey. Sie nimmt hauptsächlich diejenigen Schiffe auf, die aus America und der Ostsee kommen.

Zwischen den beiden letztern Docks und den drei erstern befindet sich das Becken des Herzogs von Bridgewater, welches für die Boote bestimmt ist, die den vom Herzog angelegten Canal beschriften. Die geräumige und schöne Waarenniederlage, in welcher diese Boote ihre Ladung absetzen, befindet sich zwischen diesen Becken und der Königsdocke. Das Becken und die Docke communiciren untereinander mittelst eines Canals, welcher mitten unter den Waarenniederlagen durchstreicht. In diesem überwölbten Stollen befinden sich Schleusenthore, mittelst deren sich die Communication nach Belieben unterbrechen läßt.

Zu den Schleusenthoren bei Liverpool gehören je 4 Mann, welche auf ihren Wachstuchhüten das Königl. Wappen und den Namen der Docke tragen, zu der sie gehören. Die Schleusen sind im Allgemeinen ganz so beschaffen, wie bei den Docks von Bristol und London, und die neuern sind nur weit vollkommener gebaut, als die alten.

Die fünf großen alten Docks besitzen, mit Ausschluß des Bridgewater-Beckens und der beiden Zwischenbecken, zusammen Kais von 3,600 Yards Länge, und 28 Acres Flächenraum. Dennoch hatte man nach dem Frieden an diesen Docks nicht genug, und man zog daher Herrn John Rennie über die fernern zu treffenden Maassregeln zu Rathe, und dieser mittelte zuerst aus, daß vom Sommer 1805 bis zum Sommer 1808, im Durchschnitt beständig 400 schwimmende Schiffe in den Docks, und 300 Schaluppen, Lichter oder Boote in den Fluthbecken oder Canalbecken des Mersey gewesen wären. Er wies nach, daß die Oberfläche dieser Becken mehr als doppelt so groß seyn müsse, wenn eine gleiche Anzahl Fahrzeuge, ohne einander im Wege zu seyn, darin schwimmen sollten.

Um diesen Zweck zu erreichen, und in die ganze Angelegenheit mehr Ordnung zu bringen, schlug Hr. Rennie vor, die alte Docke

zuzuschütten, und daselbst die Gebäude aufzuführen, in welchen die Zollbeamten, Polizeidiener und Dockenaufseher wohnen, zugleich aber die übrigen Docks zu erweitern, und 2 neue anzulegen, so daß nach Ausführung dieses Plans die Liverpooler Docks 62 Acres mehr Flächenraum haben, als früher.

Von der einen Docke nach der andern ziehen sich, in gleicher Höhe mit deren Sohle, unterirdische Canäle, die zur Reinigung derselben dienen, denn das stöckende Wasser, mit welchem sie gefüllt sind, setzt natürlicher Weise eine bedeutende Quantität Schlamm ab. Wenn eine Docke gereinigt werden soll, so öffnet man zuerst die Schleusenthore, damit das Wasser bei der Ebbe herauslaufen könne. Hierauf öffnet man die Schleusenthore der unterirdischen Canäle, und das darin enthaltene Wasser schießt mit großer Geschwindigkeit durch die leere Docke, und nimmt den Schlamm, der zugleich von Männern aufgeregt wird, mit fort. Sobald die eine Docke gefegt ist, dient sie zum Fegen der andern, und man hat es für hinreichend gefunden, dieß Geschäft alle Jahre 12 bis 14 Tage hintereinander zu wiederholen. Diese Methode, welche zu Liverpool schon lange im Gange ist, hat sich als einfach, sinnreich und wenig kostspielig bewährt.

Jedes Becken steht unter der Aufsicht eines Dockenmeisters, welcher jährlich etwa 100 Pfd. St. Gehalt bezieht. Er ist bei'm Einlaufen und Abtaufen der Schiffe gegenwärtig, und weist ihnen die Stelle an, wo sie sich aufzuhalten und ihre Fracht einzunehmen oder auszuladen haben. Er ist, sozusagen, der Haven-Capitän der Docke. Diese Dockenmeister, die Leute, welche an den Schleusenthoren angestellt sind, und die Tag- und Nachtwächter beziehen jährlich etwa 5000 Pfd. St. an Gehalten.

Gegen Feuergefahr sind zahlreiche Vorsichtsmaßregeln ergriffen worden. Zuvörderst darf dort kein Schießpulver und andere leicht entzündliche Substanzen aufbewahrt; 2) auf den Schiffen, und selbst auf den Kai's, nicht geraucht; 3) auf den in den Docks liegenden Schiffen durchaus kein Feuer angemacht, auch kein Licht anders als in einer Laterne gebrannt werden.

Je neuer diese zum Seewesen gehörigen Bauten zu Liverpool sind, desto weniger Holz, und desto mehr Eisen ist dazu verwandt. So bestehen, z. B., die bei'm Oeffnen und Schließen der Schleusenthore dienenden Tawe, die Rollkloben, auf welchen dieselben laufen, die Stege, auf denen man längs den Schleusenthoren hingehet, die Geländer dieser Stege u. s. w., welche Gegenstände früher von Holz gemacht wurden, bei den neuern Werken durchgehends aus Eisen. Dasselbe gilt von den Brücken, welche an der Einfahrt der verschiedenen Docks einen Fahrweg bilden. Die neuen Brücken sind von Eisen, während sich bei den alten Docks noch hier und da hölzerne Brücken vorfinden, die ungefähr wie die hölzernen Zugbrücken gebaut sind. Diese allmältige Verdrängung des Holzes durch Eisen ist nicht etwa eine Modethorheit, sondern eine natürliche Folge des Umstands, daß das letztere Material weit wohlfeiler ist, als das erstere, indem

Bauholz in England gewaltig theuer ist. Ueber die verhältnißmäßige Dauer läßt sich noch nichts Gewisses sagen.

Die Wände der Docks bilden keine geneigte Ebene, sondern sind, wie bei den Londoner Docks, concav. Ein wenig unter der Höhe des niedrigsten Standes der Ebbe befindet sich an den Wänden der mit Wasser gefüllten Docks eine 8 Zoll breite Stufe, und über dieser sind senkrechte 12 bis 15 Zoll in's Gevierte haltende Pfosten befestigt, welche sich so nahe aneinander befinden, daß die Schiffe sich nicht an der Wand reiben, und diese daher nicht beschädigen können.

Im Jahr 1817 war das Mauerwerk der neuen Einfahrt in die Königindocke auf der Südseite schon vollendet. Es hat die Gestalt eines verkehrten elliptischen Gewölbes, und widersteht, vermöge dieser Gestalt, besser dem Druck der Erde, und dem Durchsickern des Wassers. Da es endlich an den untern Theil der Schleusenthore anliegt, so schützt es diese zum Theil vor dem Drucke des Wassers.

Liverpool besitzt auch Schiffsbaudocks, deren auf der westlichen Seite des Beckens, welches als Communication zwischen den alten Docks und dem Mersey dient, sich drei befinden. Zwei andere, die zuletzt gebauten und hübschesten von allen, liegen südlich von dem Becken zwischen der Königsdocke und der Königindocke. Die Schiffsbaudocks von Liverpool haben eine sehr einfache Gestalt; ihre Seiten sind parallel und endigen an dem dem Eingange entgegengesetzten Ende in einem Halbkreis. Sie sind 164 Yards lang und 72 bis 78 Fuß breit; sie sind mit Steinen aufgeführt, die Stufen etwa 3 Fuß hoch, und die an deren vorspringenden Ranten hinstreichende Ebene hat eine Neigung von etwa 60 Grad. In einer der Docks, in die ich hinabstieg, lagen 4 Schiffe hintereinander. Neue Schiffe, und solche, an denen starke Reparaturen vorgenommen werden, liegen am hintern Ende, solche, die geringer Reparaturen bedürfen, befinden sich in der Nähe der Thore.

Die Kai's, sowohl der Docks als Becken, sind mit Niederlagen umgeben. Die meisten derselben sind gewaltig hoch; manche besitzen 12 bis 13 Stockwerke.

Auf Tafel 113 und 114 sieht man den Grundriß der Docks und Becken, mit Einschluß der neuesten Verbesserungen.

Die Londoner Docks, Einfahrtsschleusen, Schleusenthore, Zugbrücke u. s. w.

(Tafel 115, 116 und 117.)

Die Londoner Docks liegen eine kurze Strecke unterhalb des Tower, auf einer durch den Fluß gebildeten Halbinsel; eine im Jahr 1806 durchgegangene Parlamentsacte erlaubte die Bildung einer Gesellschaft zur Anlage dieser herrlichen Anstalten.

Die Londoner Docks bilden ein Rechteck, dessen längere Seitenlinien von Osten gegen Westen streichen; die untere Einfahrt geht durch einen Durchsich, welcher sich in ein langes Becken öffnet, das mittelst eines kurzen Canals mit der Docke communicirt. Diese Ein-

fahrt heißt die Wapping-Einfahrt. Weiter stromaufwärts führt ein zweiter Canal in den südwestlichen Winkel der Docke: dieser heißt die Hermitage-Einfahrt. Wir haben von dieser Einfahrt, sammt den trefflichen Schleusen, durch welche dieselbe geschlossen ist, auf Tafel 115 u. 116 einen Grundriß mitgetheilt. Diesen verdanke ich meinem alten Freunde Herrn J. Rennie, dem Ingenieur, welcher die Pläne zu diesem großen Werke lieferte, und dasselbe ausführte. Die Hauptmaße sind folgende. Die Docke ist 420 Yards lang, 276 Yards breit, und 29 Fuß tief. Ihr Flächenraum beträgt 25 Acres, der des Einfahrtsbeckens über $2\frac{1}{2}$ Acres, und der der ganzen Anstalt, mit Einschluß der Niederlagen, Schoppen und Kai's, 110 Acres.

Um die Geschäfte zu erleichtern, hat man lange Reihen von niedrigen, einfachen Schoppen an den Kai's hingebaut, und zum Aufbewahren der Frachten bestimmt. Hinter diesen Schoppen und parallel mit ihnen stehen prächtige vierstöckige Niederlagen, mit geräumigen Gewölben, in welche die Fässer auf geneigten Ebenen geschafft werden. Die Niederlagen sind regelmäßig und fest gebaut, aber nicht mit unnöthigen Zierrathen versehen; allein das Ganze macht eine höchst großartige Wirkung, von der man sich einigermaßen einen Begriff machen kann, wenn man erfährt, daß diese Gebäude einen Flächenraum von 120,000 Quadrat-Yards einnehmen.

Vor den Niederlagen und nach der ganzen Länge der Schoppen ziehen sich Eisenbahnen hin; andere schneiden dieselben unter rechten Winkeln, und führen vom Kai nach den Waarenniederlagen, oder zuweilen bis in dieselben. Da die eisernen Gleise nur wenig über dem Pflaster hervorstecken, so können Wagen darüber fahren, ohne dieselben zu beschädigen, und ohne von ihnen aufgehalten zu werden.

Auf der andern Seite eines kurzen Canals und dicht an dieser Niederlage befindet sich noch eine, die über 17,000 Quadrat-Yards bedeckt. Die Londoner Docken sind die Hauptlager für Weine und Branntwein. Diese Weinpipen und Branntweinfässer liegen in den Gewölben, welche denselben Flächenraum wie die Niederlagen einnehmen. Es sind Kreuzgewölbe, und auf den Pfeilern derselben stehen die Pfeiler der Niederlagen. Fremde, die diese Gewölbe besuchen, werden mit Grubenlichtern versehen.

Die Schleusen der Londoner Docken sind wahre Muster in ihrer Art; die Thore derselben sind, wie alle diejenigen, welche über 20 bis 30 Fuß Weite haben, auf der Seite, welche den Druck des Wassers auszuhalten hat, gewölbt. In Frankreich hatte man eine Vorliebe für gerade Thore, und es hat mir viel Mühe gekostet, die Wasserbaumeister von den sehr in die Augen springenden Vortheilen der gewölbten zu überzeugen.

Erklärung der Figuren.

Tafel 115 und 116. Einfahrtsschleuse zu den Londoner Docken.

Figur 1. Durchschnitt oder innere Längsansicht der Einfahrtsschleuse. Man erblickt in ihr Laue, welche die Thore in Bewegung

sehen, mit dem auf den Pfählen gelegenen Grunde der letztern und der beweglichen Brücke, welche mitten darüber führt.

Fig. 2. Grundriß.

Fig. 3. Querdurchschnitt der Einfahrtsschleuse.

Fig. 4. Geometrische Construction, welche die Linien des Widerstandes und die Baugerüste zeigt.

Fig. 5. Skizze, welche die Vorzüge der krummen Linien vor geraden bei Wasserbauten erläutert.

Schleusenthore der Londoner Docks.

Fig. I. Halber Grundriß, welcher die Ketten zeigt, die das Thor bewegen, die Eisenbahn, auf welcher das Thor mittelst eines Kollrads schwingt, und die Schwelle, oder das Band, welches dem Thore den Widerstand gegen den äußern Druck erleichtert.

Fig. II. Genaue Ansicht des Thores, seines Gebälks u. s. w.

Fig. III. Die Schuttbreiter, nebst der Schraube, durch welche sie in die Höhe gewunden werden.

Fig. IV, V, VI und VII. Das Tau, nebst den Hebeln zum Öffnen der Thore (s. Fig. I u. 2).

Tafel 117. Zugbrücke über der Einfahrtsschleuse in die Londoner Docke.

Fig. I. Aufriß der Hälfte der Brücke.

Fig. II. Grundriß.

Fig. III. Aufriß des Mechanismus, durch welchen die Bewegung der halben Brücke bewirkt wird.

Fig. IV. Grundriß des Mechanismus.

Fig. 4, 5 u. 6. Grundriß und Durchschnitt des Eisenwerks, auf welchem dieser Mechanismus befestigt ist.

Krahne zu Liverpool und zu Hull.

(Tafel 117.)

Baron Dupin bemerkt im Bezug auf diese und ähnliche minder wichtige Gegenstände, die zu den Zwecken des Handels dienen, es dürften vielleicht Manche glauben, er sey zu sehr in's Einzelne eingegangen; allein man schlage die Wichtigkeit solcher scheinbaren Nebendinge zu gering an. Durch die Sorgfalt, welche die Engländer anwenden, um die einfachsten Geschäfte zu vervollkommen, ist es ihnen vorzüglich mit gelungen, große Resultate schnell und wohlfeil zu erreichen. Es ist dieses Streben nach Verbesserungen in Dingen von minderer Wichtigkeit, welche ich vor allen Dingen in unsern Arsenalen und Privatanstalten des Kunstfleißes eingeführt zu sehen wünsche, und welches sich später von selbst auf Gegenstände einer höhern Classe übertragen läßt.

In der Nähe der neuen Docke bei Liverpool, bemerkte ich auf der Nordseite ganz besonders einen Krahn, der von derselben Dampfmaschine in Bewegung gesetzt wurde, welche dazu diente, um mit Steinkohlen beladene Wagen eine geneigte Ebene hinaufzuziehen. Ich

will diesen Krahn genau beschreiben. Der vorstehende Theil oder Arm des Krahns, Fig. B, besteht aus zwei platten Stücken a, von denen jedes die Gestalt eines theils geradlinigten, theils krummlinigten Dreiecks hat. Um diese Stücke sehr leicht zu machen, geh man sie mit 4 Deffnungen, die so groß als möglich sind. Oben sind sie mittelst einer Ase vereinigt, welche ein großes Metallrad, bb, trägt. Ueber dieses Rad streicht die Zugkette c, und dann über den Rücken des Krahns, wo sie durch mehrere horizontale Rollen gestützt wird. Hierauf ist die Kette um eine horizontale Trommel, d, gewickelt, welche ein großes Zahnrad trägt, das durch ein Räderwerk in Bewegung gesetzt wird, dessen Kraft man, wenn die Last es erfordert, verdoppeln kann. Die Kraft der Dampfmaschine wird folgendermaßen auf die Zugkette übertragen. Eine kleine liegende Welle, e, ist in einer Lücke des unterirdischen Mauerwerks angebracht, und auf ihr sitzt ein stehendes Rad mit schrägen Zähnen. Da der Theil der Ase, welcher durch das Rad geht, rund, und nicht mittelst einer Schraube oder eines Splintes an dasselbe angeschlossen ist, so kann sich die Welle ohne das Rad drehen. Um diesem Bewegung mitzuthellen, wendet man folgendes Verfahren an. Eine eiserne Hülse, an welcher sich ein starkes Kreuz befindet, ist bei ihrer Mitte mit einem viereckigen Auge versehen, in welches der viereckige Theil der Welle genau paßt. Diese Hülse gleitet auf dem viereckigen Zapfen, so lange bis sie an das Rad geschoben wird, und mittelst zweier von ihr hervorstehenden Daumen dasselbe faßt, so daß die drehende Bewegung der Welle auf das Rad übertragen wird. Dieses pflanzt sie auf ein liegendes Rad mit schrägen Zähnen fort, an welchem ein ebenfalls liegendes, aber mit Stienzähnen besetztes Rad befestigt ist, welches in ein anderes Stirnrad eingreift. Dieser ganze Apparat befindet sich gleich unter der beweglichen Plattform, auf welcher der Fuß des Krahns ruht. Das zuletzt erwähnte horizontale Rad ist mit einer stehenden Welle versehen, welches durch die Plattform geht, und mittelst eines zweiten Kegetröderwerks die horizontale Welle dreht, an der sich, wenn der Krahn durch Menschenhand bewegt würde, eine Kurbel befinden würde. Zwei Männer können nöthigenfalls den Krahn, sammt seiner Plattform, zur Seite schwenken.

Dieser nette Krahn wurde im Jahr 1814 in der Gießerei der Herrn Lydon und Ellwell zu Sheff bei Bradford in der Grafschaft York gegossen. Ich bemerkte eine Maschine derselben Art, welche durch Menschenhand in Thätigkeit gesetzt wurde, und auf vier eisernen Kollrädern stand, so daß sie sich auf den Eisenbahnen nach jeder Stelle dieser weitläufigen Anstalt, in welcher die zum Bau der neuen Docks nöthigen Steinblöcke zugehauen werden, transportiren ließ. Dieser Krahn ist in derselben Gießerei angefertigt, und trägt die Jahreszahl 1817; er wiegt 9 Tonnen, und kostet 20 Pfd. St. pro Tonne. Wenn dieser Krahn, den 2 Pferde ohne Schwierigkeit ziehen, an die Stelle geschafft worden ist, wo er gebraucht werden soll, so setzt man zunächst acht eiserne Blöcke unter eben so viele senkrechte Schrauben, die regelmäßig um die Plattform vertheilt sind, auf welcher der Krahn

steht. Hierauf dreht man die Schrauben nieder, bis die Räder schweben und die ganze Maschine auf den eisernen Füßen steht, worauf man sich ihrer bedienen kann.

Die auf derselben Tafel abgebildeten Krähne zu Hull sind zweierlei Art. Fig. A ist ein kleiner an den höchsten Stockwerken der Niederlagen befestigter Krahn, der zum in die Höhe ziehen und Niederlassen der Kaufmannsgüter dient. Der andere, Fig. 1° 2° 3°, ist ein stark befestigter eiserner Krahn zum Befrachten und Entladen von Schiffen, dessen Mechanismus von ähnlicher Art ist, wie bei dem Krahn von Liverpool, aber durch Menschenhand und nicht durch Dampfkraft in Bewegung gesetzt wird.

Eisernes Pflaster, womit in London ein Versuch gemacht worden.

(Tafel 104 b.)

Wegen der gewaltigen Kosten, welche alljährlich durch die Reparaturen an dem Granitweg in den Straßen von London veranlaßt werden, wurde vor einigen Jahren ein Vorschlag gemacht, ein dauerhafteres Material, nämlich Gußeisen, anzuwenden. Indes entsprach der Erfolg den von diesem Verfahren gehegten Erwartungen nicht, was vielleicht daher rührte, daß die Eisenplatten nicht zweckmäßig befestigt oder gestaltet waren. Man sieht auf unserer Tafel den Grundriß und Durchschnitt einer dieser Platten.

Eisenbahnen.

(Tafel 104.)

Construction der einfachen und doppelten Eisenbahnen.

Die einfachen Bahnen sind fast nur für besondere Zwecke, oder an solchen Stellen im Gebrauch, wo der Raum die Anlage einer doppelten verbietet. In dem einen, wie in dem andern Falle muß man in passenden Abständen Ausweichplätze anbringen; diese sind auch bei doppelten Eisenbahnen nützlich, damit ein langsam vorrückender Wagenzug einen schneller dahinrollenden nicht zu lange aufhalte. Sie sind auf verschiedene Arten eingerichtet.

Taf. 104, Fig. 1 zeigt eine doppelte Eisenbahn, AA, BB, mit Zwischenbahnen, vermöge deren die eine Bahn mit der andern communicirt. Man nehme an, daß ein schwerbeladener Wagenzug und ein leichtbeladener beide auf der Bahn AA dahinfahren; alsdann kann der erstere die Richtung a b einschlagen, um auf BB überzugehen, und den letztern seinen Weg fortsetzen zu lassen, und wenn er bei c d angekommen ist, wieder auf die Bahn AA überzugehen. Ebenso verhält es sich mit zwei Transporten, die einander auf derselben Bahn begegnen; denn wenn wir annehmen, die Bahn AA sey diese einfache Bahn, so wird einer den Transporte den durch ab und cd gebildeten Ausweichplatz benutzen.

Von den Mitteln, welche dazu dienen, die Wagenzüge von einer Eisenbahn auf die andere zu wenden.

Um einen Wagen eine andere Richtung einschlagen zu lassen, und auf eine andere Bahn zu bringen, wendet man verschiedene Mittel an. a b, Fig. 2, sey ein Stück, welches sich auf einem Zapfen c, dreht, und d e ein anderes ähnliches. Diese Stücke wollen wir Zungen nennen. Haben dieselben eine solche Lage wie in der Figur, so wirken sie nicht darauf hin, einen Wagen zum Abweichen von der Linie f f f f zu bringen. Schiebt man aber die Zunge a b gegen die Schiene, und bringt man die Zunge d e in die Lage, welche jene verlassen hat, so wird begreiflicher Weise der Wagen, vermöge der Ränder an den Rädern, von ff nach gg übergehen.

Fig. 3 ist ein sogenanntes X förmiges Gleis aus Gußeisen, welches an den Punct gebracht wird, wo sich vier Schienen kreuzen, von denen zwei bei a, und zwei bei bc angestossen sind. Die erhabenen Rücken e e und f f verhindern die Räder, ihre Richtung an der Stelle zu verlassen, wo wegen der nothwendigen Unterbrechung der Schiene der erhabene Rand der Räder nicht darauf hinwirken kann, sie auf dem Gleise zu erhalten.

In Fig. 4 sieht man eine Art Ausweichplatz für eine einfache Eisenbahn, welche die Anwendung der beweglichen Zungen und die Anstellung eines Mannes zum Festschließen derselben unnothig macht. Da die Wagen, wegen der Unbeweglichkeit und parallelen Lage der Achsen, immer eine Neigung haben, in der geraden Linie fortzufahren, so gehen sie von Aa nach c, und von Ad nach b, ohne sich zu wenden. Die von Ad kommenden begeben sich vermittelst b a auf a A, und die von a A kommenden begeben sich vermittelst c d auf die andere Bahn. Diese Einrichtung bringt aber den Uebelstand mit sich, daß die Transporte oft ohne Noth ausweichen müssen, während bei Anwendung der beweglichen Zungen, durch Nachlässigkeit des dabei angestellten Mannes, ein Unfall entstehen kann. Ueberdem veranlassen die beweglichen und X förmigen Gleise im Augenblicke des Uebergangs immer einen Stoß. Dieß ist sehr begreiflich, da das bewegliche Gleis a b, Fig. 2, welches weniger im Gebrauch ist, und sich deshalb weniger abnutzt, höher bleibt, als f f, und f f der Hauptbahn, so wie denn auch der Punct a des X förmigen Gleises, welcher die Schwere zweier sich später bei c und b trennenden Wagen zu tragen hat, sich früher abnutzt. Eine Folge davon ist, daß die Wagen, wenn sie an diesem Puncte a, so wie bei a und b, Fig. 2 anlangen, durch den schnellen Uebergang auf einen Höcker einen Stoß erleiden müssen.

Fig. 9 zeigt ein Stück von einer doppelten Eisenbahn, die von einer dritten durchschnitten wird. Es sind an derselben die Lenkzungen angebracht, die Fig. 13 und 14 ebenfalls darstellen.

W o o d versiel zuerst auf ein Mittel, durch welches beide Nachtheile, das unnöthige Ausweichen der Transporte und das in Bezug

auf die Dauer der Wagen noch nachtheiligere Stößen, vermieden werden. Dasselbe ist durch Fig. 5 erläutert.

a b c d ist die Hauptbahn an einem der Ausweicheplätze und e f q h dieselbe Bahn an einer andern Stelle, l m h p und n k o c sind die Ausweichebahnen; i k r d sind zwei Zungen, welche sich ohne Widerstand auf ihrem Anhassezapfen i d drehen und bei k und r auf zwei platten Eisenstücken ruhen. Diese beiden Zungen hängen bei r und k durch eine Kette zusammen, und eine andere bei r angehängte Kette geht über eine Rolle in der Nähe der Bahn, und trägt ein Gewicht, welches die Zungen, wenn sie durch den Wagen zum Abweichen von ihrer gewöhnlichen Lage gebracht worden sind, wieder in die letzte zurückversetzt. Ähnliche Zungen sind an der entsprechenden Bahn angebracht, aber durch eine eiserne Stange l s verbunden. Kommt nun ein Transport auf der Bahn a b c d angefahren, so trifft derselbe durchaus auf kein Hinderniß von Seiten der gut zusammengesetzten Schienen. Sobald er bei e f q h anlangt, wirkt der Rand des Rades gegen die Schiene e f, und drängt die beweglichen Schienen oder Zungen s und l in die geeignete Lage, ohne den geringsten Stoß zu verursachen. Ein zurückkehrender Wagen wird durch die Schiene l m in die Ausweichebahn gelenkt, und zugleich die Schiene s q in eine solche Lage gerückt, daß zwischen ihr und h p eine Lücke entsteht; der Wagen setzt seinen Weg auf o c n k fort, um den Ausweicheplatz zu verlassen, und das auf o c einwirkende Rad drängt die beweglichen Schienen i k, r d in die gehörige Lage. Es ist oben gesagt worden, daß s l eine Eisenstange und r k eine Kette vorstellt. Der Grund dieser verschiedenen Einrichtung liegt darin, daß ein von a nach f gehender Wagen die Zunge s dadurch in die richtige Stelle rückt, daß der Rand des Rades gegen e f wirkt. Demzufolge wirkt die Zunge q s auf m l, und zieht die letztere nach sich; aber wenn der Wagen von der entgegengesetzten Richtung kommt, und den Ausweicheplatz verläßt, so schiebt er die Zunge d r nach innen, und da sein Gewicht zu gleicher Zeit auf k i lastet, so würde eine Stange sich biegen, weshalb eine Kette angewandt wird, da die Seitenbewegung von k i schon dadurch hervorgebracht wird, daß bei'm Fortrollen des Wagens das andere Rad sich gegen o c reibt.

Fig. 6 erläutert das vom Maschinenbauer Stephenson auf der Eisenbahn zwischen Liverpool und Manchester angewandte Verfahren, um Wagen von einer Bahn auf die andere zu schaffen. e f sey die Ausweichebahn, und a b c d die Hauptbahn; die beiden beweglichen Schienen haben ihre Drehungspuncte bei a und c, und stehen an ihrem andern Ende mittelst einer Eisenstange in Verbindung, die auf der einen Seite über die Bahn hinausreicht, und am Ende mit einer länglich-viereckigen Kapsel versehen ist, welche ein excentrisches Rad (eine Kurbelscheibe) mit einer geraden Achse enthält, an der der Griff h sitzt. Der Unterschied zwischen dem Radius dieses Rades und dem Mittelpuncte der Bewegung ist genau so groß, wie der Abstand zwischen den Enden der beiden Schienen. In der Lage,

wie die Figur die Theile vorstellt, würde also ein Wagen auf der Hauptbahn fortrollen. Dreht man aber den Griff *h* nach *k*, und dadurch das excentrische Rad, so schwingen, vermöge der an dem letztern befestigten eisernen Stange, die Schienen in die durch punctirte Linien angegebene Lage. Bei dieser schwingenden Bewegung ist durchaus kein Fehler möglich, indem sich das excentrische Rad nicht weiter als bis in die richtige Lage drehen läßt.

Fig. 10 zeigt wie sich 2 voreinander vorbeifahrende Wagen annehmen. Die Schienen der Bahn sind durch Fig. 11 verdeutlicht.

An manchen Stellen der Eisenbahn wird dieselbe von andern Straßen durchschnitten, die man weder durchstechen, noch durch Brücken besetzen konnte. Es kam also darauf an, beide Communicationen neben einander bestehen zu lassen. Zu diesem Ende wurde an der Durchschnitstelle das Erdreich in der Art geschont, daß die Eisenbahn sich nicht über dasselbe erhebt, und an der innern Seite eine Aushöhlung angebracht, welche eine wahre Radspur bildet, und wo das Erdreich durch eine Eisenschiene gestützt wird. Bei dieser Einrichtung fahren die gewöhnlichen Wagen über die Eisenbahn, ohne sie zu beschädigen, und die der Gesellschaft erleiden in ihrem Gange durchaus keine Störung, indem die Räder auf den mit der Chaussée in gleicher Höhe liegenden Schienen weiterrollen, und deren vorstehende Ränder in der Spur den nöthigen Spielraum finden.

Bei dergleichen Kreuzwegen ist der Communalweg mit Thoren gesperrt, so daß weder Vieh noch Menschen dazu können, und darneben befindet sich die Wohnung eines Thorwächters.

Ueber die auf den Eisenbahnen fahrenden Wagen.

Ihre Gestalt richtet sich sehr nach der Beschaffenheit der zu transportirenden Waaren und der Bahnen selbst.

Anfangs waren die Wagen oben weit länger und breiter, als unten; da die Böschung der Wege immer nach dem Abladepunct gerichtet war, so hatten die Vorderräder einen größern Durchmesser, als die Hinterräder, und der Unterschied richtete sich nach dem Neigungswinkel, damit die Wagen die horizontale Stellung annähmen. Gegenwärtig wendet man aber Wagen mit senkrechten Wänden und gleich großen Rädern an.

Lange Zeit wurden die Räder entweder aus einem oder aus mehreren zusammengedebbesten Stücken Holz gemacht. Im letztern Falle wurden auf die Fugen eiserne S förmige Bänder genagelt. Bei der Anfertigung ließ der Stellmacher an der Innenseite der Peripherie oder des Kranzes einen Vorsprung stehen. Die Achse war von Hammer-eisen, an den Mittelpunct der Räder dauerhaft befestigt, und drehte sich mit ihnen. Auf der einen Seite und zuweilen, wenn das Terrain es erheischte, auf beiden Seiten des Wagens war ein Hebel angebracht, der auf die Presse wirkte, um die Drehung der Räder langsamer zu machen.

Wann die gußeisernen Räder zuerst eingeführt wurden, läßt sich nicht genau bestimmen; gewiß ist jedoch, daß es deren schon im Jahr 1754 gab. Im Jahr 1765 wandte man bei den Kohlengruben von Newcastle zwei gußeiserne und zwei hölzerne an. Die letztern dienten zum Hemmen oder Pressen, und man entschloß sich nur schwer dazu, sie ganz aufzugeben, weil das Gußeisen früher, da man beim Verkühlen desselben nicht die gehörige Sorgfalt anwandte, noch spröder war, als jetzt. Da man neuerdings sich besser auf die Fabrication dieses Materials versteht, so hat man dasselbe allgemein eingeführt.

Die für platte Gleise bestimmten Räder werden gewöhnlich aus einem Stück gegossen, und haben 2 bis 3 Zoll breite Felgen. Die Achse wird in die Nabe befestigt, und dreht sich in Pfannen. Zuweilen sind die Räder, zur Verminderung ihres Gewichtes, stark ausgeschnitten, oder mit gewöhnlichen Speichen versehen.

Gegen die aufeisernten Räder ließ sich anfangs ein wichtiger Einwand machen, daß nämlich die Schienen, wenn sie schmal waren, immer eine ungleiche Rinne am Kranze veranlaßten, woraus eine bedeutende Reibung und, bei Druck von der Seite, das Abspringen eines Theils des Kranzes entstand; überdem wurden die Schienen durch die Reibung der Ungleichheiten des Rads auf ihrer Bahn beschädigt; allerdings machte man die Bahn der Schienen nun breiter; allein dadurch wurden dieselben auch bedeutend vertheuert.

Dieser Uebelstand wurde vor einigen Jahren vollkommen beseitigt, indem man den Radkranz härtete; dieß geschieht, indem man das Metall, welches dessen äußere Oberfläche bildet, auf (in ?) einen eisernen Cylinder gießt. Die durch das kalte Eisen bewirkte schnelle Entziehung der Wärme giebt dem Gußeisen einen solchen Grad von Härte, daß dasselbe durch keine Feile angegriffen wird, und die Schienen nicht mehr wie früher einschneiden. Die Räder, deren Reparatur sonst Jahr aus, Jahr ein viel kostete, veranlassen gegenwärtig sehr wenig Ausgaben. Manche sind nach acht Jahren noch so gut, daß sie noch lange dienen können.

Die gehörige Härtung der gußeisernen Räder gelang erst nach vielfachen Versuchen. Wegen der schnellen Abkühlung konnten sich die sämtlichen Theile des Rades nicht gleichförmig zusammenziehen, daher die Speichen beim ersten Stöße sprangen. Bei dem Rade der Herrn Losh und Stephenson waren die Speichen von Hammer Eisen, und an den Enden schwalbenschwänzig gestaltet. Man legte sie in die Gießform, und nach dem Erkalten des Gusses waren dieselben dauerhaft an den Kranz und die Nabe befestigt. Anfangs wandte man nur 6 gerade Speichen an, aber später zeigte es sich, daß eine größere Anzahl vorzuziehen sey, und endlich gab man ihnen eine geschlängelte Gestalt, damit sie beim Verkühlen des Gusses etwas nachgeben könnten.

Nun glaubte man das Vollkommenste erreicht zu haben, was in dieser Art zu erreichen sey; allein die Erfahrung lehrte, daß bei der

außerordentlichen Geschwindigkeit der Drehung der Räder auf den Bahnen dieselben nicht nur wegen der Sprödigkeit des Materials, sondern auch deshalb sprangen, weil die Felgen sich erhitzten und ausdehnten. Man belegte also die Räder mit schweißeisernen Reifen. Herr Stephenson hat indeß neuerdings noch eine Verbesserung angebracht, der sich eine lange Dauer prophezeihen läßt. Er läßt nämlich die Räder ganz aus Eisen herstellen. Diese besitzen eben so viele Felgen, als schlangenförmige Speichen, und jede Felge ist, sammt ihrer Speiche, aus dem Ganzen gearbeitet. Die Speichen sind immer nach der Nabe zu schwalbenschwänzig gestaltet, und haben am andern Ende an der Stelle, wo die Felge anfängt, ein Knie, so daß jedes Felgensegment über das benachbarte greift. Die Fugen sind durch starke eiserne Schraubenbolzen zusammengeschlossen, und die Oberfläche der Felgen ist, wie früher, gehärtet.

Die Achsen der Kohlenwagen sind am Ende viereckig, so daß sie in das eben so gestaltete Loch der Nabe passen. Ihre Stärke richtet sich natürlich nach dem Durchmesser der Räder und dem Gewichte, welches sie zu tragen haben. Bei den Kohlenwagen beträgt der Durchmesser der Achse $2\frac{1}{2}$ bis $3\frac{1}{2}$ Zoll, und der der Räder 3 Fuß. Das Gewicht des Wagens sammt der Ladung beträgt über 3 Tonnen. (Die Tonne hat 20 Centner.)

Auf den für das große Publicum bestimmten Eisenbahnen richtet sich die Gestalt der Wagen nach den auf denselben fortzuschaffenden Waaren. Große Ballen verlangen große Wagen. Die nach oben zu weiter werdenden Wagen, sind passend, wenn sie am Ende der Eisenbahnen abgeladen werden; allein wenn die Waare, ohne umgepackt zu werden, weiter geschafft werden soll, - muß der Kasten des Wagens so beschaffen seyn, daß er sich auf Räder bringen läßt, die sich für gewöhnliche Wege eignen.

Nachdem wir die Eisenbahnen und die für dieselben passenden Wagen betrachtet, wenden wir uns zu den Mitteln, welche dazu dienen, sie in Bewegung zu setzen.

Von den Bewegern.

Anfangs bediente man sich zum Bewegen der Wagen auf künstlichem Gleise nur der Pferde, und auf hölzernen einfachen Bahnen war man zufrieden, wenn ein Pferd, mit Einschluß des Wagens, 2 bis 3 Tonnen ziehen konnte.

Nach der Erfindung der mit Eisenschienen belegten hölzernen Gleise konnte man jedem Pferde, mit Ausschluß des Wagens, 53 Centner zumuthen. Dieß Gewicht würde durch Einführung der eisernen Schienen und Räder verdoppelt. Damals gerieth man auf den Gedanken, die Kraft, welche durch das Herabrollen beladener Wagen auf einer geböschten Oberfläche erzeugt wird, zum Hinaufwinden der leeren Wagen zu verwenden. Später dienten feststehende Dampfmaschinen

dazu, die Transporte mit Seilen auf den Gipfel der geneigten Ebenen zu winden; endlich wurden die sich bewegenden Dampfmaschinen (Dampfwagen) erfunden; allein die Wege mußten so viel wie möglich nivellirt werden, wenn diese Maschinen ohne Weiteres anwendbar seyn sollten. Bei Privateisenbahnen sind die Pferde, und bei zu stark geböschten Strecken Wegs die unbeweglichen Dampfmaschinen noch immer mit Vortheil im Gebrauch.

Die zum Ziehen eines Wagens verwandte Kraft des Pferdes läßt sich in zwei Theile zerfallen; die Kraft seines Rumpfes, welchen es zur Ueberwindung des Widerstands vorwärts gegen das Kamm drängt, und die Muskelkraft seiner Beine, welche es zur Fortsetzung der Wirkung und zur Fortbewegung anwendet. Die Anstrengung des Pferdes hat also zweierlei Wirkung, diejenige, welche auf die Ladung hervorgebracht wird, und diejenige, welche zum Fortbewegen des Pferdes dient. Das Verhältniß der Kraft, welche das Pferd auf einem gewöhnlichen Wege entwickeln muß, zu seinem eigenen Gewichte, ist noch nicht gehörig festgestellt. Man hat diese Kraft zu 200 Pfund mit der Geschwindigkeit von $2\frac{1}{2}$ engl. Meilen *) auf die Stunde, 8 Stunden lang hintereinander, berechnet; Andere nehmen nur 150 Pfund an. Entscheidet man sich nun für die letztere Angabe, so leuchtet ein, daß die fortbewegte Last immer nur auf Kosten der Geschwindigkeit bedeutend vermehrt werden könne. Ein Pferd von mittlerm Wuchse wiegt ungefähr 1,100 Pfund; nehmen wir dieß Gewicht als Regel an, und theilen wir die Muskelkraft des Thieres in acht Theile, so wären sieben derselben zur Fortbewegung des Pferdes nöthig, und nur einer könnte auf die Last wirken. Wenn der Weg nun so ansteigt, daß die Schwere des Pferdekörpers die auf die Last einwirkende Kraft mit in Anspruch nimmt, so hört diese Kraft auf zu wirken; es müssen also die Unebenheiten des Wegs mit in Anschlag gebracht werden.

Diese durch die Erfahrung gelieferten Data haben zur Aufstellung folgender Grundsätze geführt.

Ein kräftiges Pferd kann einen Widerstand von 240 bis 250 Pfund besiegen, jedoch dieß nur auf eine kurze Strecke leisten.

Auf einer Straße, welche auf 448 Fuß sich um einen senkt, kann es, so lange der Widerstand bergauf nicht über 180 Pfund beträgt, 12 Tonnen ziehen.

Bei einer Böschung von 1 Fuß auf	400	11,53.
— — — — —	350	10,96.
— — — — —	300	10,30.
— — — — —	250	9,48.
— — — — —	200	8,50.
— — — — —	150	7,21.
— — — — —	100	5,55.

*) 60 $\frac{1}{2}$ engl. Meilen = 15 geographischen.

Auf dem Wege von Stockton nach Darlington existiren Stellen, wo die Böschung derjenigen gleich ist, bei welcher ein Wagen durch sein eignes Gewicht hinabrollt; dennoch bedient man sich daselbst der Pferde; allein wenn die Böschung über den Widerstand der Reibung das Uebergewicht hat, so läßt man die Pferde auf ein zu diesem Ende vorgerichtetes Wagengestell treten, welches eine Plattform trägt. Sobald ihre Kräfte wieder nöthig werden, müssen sie gleich wieder arbeiten. Man hat bemerkt, daß ihnen diese Abwechslung eine Art von Vergnügen gewährt, und daß sie sich dieser Arbeit mit Eifer unterziehen *).

Wenn die Beschaffenheit eines Weges das Ebenen nicht zuläßt, so theilt man ihn in mehrere Strecken, welche durch kurze aufsteigende Ebenen von einander entfernt sind, und wendet zur Fortschaffung der Lasten keine thierische Kraft an, sondern läßt alles durch die Schwerkraft bewirken.

Diese Kraft kann nur auf einem Wege in Anwendung gebracht werden, wo nach der einen Richtung hin eine größere Menge von Waaren geschafft wird, als nach der andern, und diese größere Menge beim Hinabfahren den Widerstand der hinauffahrenden geringern Menge besiegen kann.

Da der Zweck der geneigten Ebenen darin besteht, die hinabgehende Bewegung einer Last binnen einer gegebenen Zeit mit dem geringstmöglichen Kraftaufwand zu bewirken, so muß man die Weglinie in der Art berechnen, daß nicht nur der herabgehende Transport über den hinaufgezogenen das Uebergewicht hat, sondern dieß Uebergewicht auch so bedeutend ist, daß das Herabsteigen des einen gleichzeitig mit dem Indiehöhesteigen des andern mit der nöthigen Geschwindigkeit bewirkt wird.

Wenn die Ebene zu geneigt ist, so sind die über die Rollen gehenden Seile, so wie die Wagen, Stößen ausgesetzt, welche ihnen Schaden zufügen und die Reparaturkosten vermehren. Ist die Neigung zu gering, so wird der Widerstand nicht besiegt; allein im

*) So werden z. B. die Steinkohlen von den Maunchink-Gruben in Pennsylvanien nach einem tiefer gelegenen Dorfe gleichen Namens, auf einer Eisenbahn transportirt, welche so viel Gefälle hat, daß die beladenen Wagen von selbst hinunterlaufen. An jedem Zuge, welcher aus 42 Kohlenwagen besteht, werden 7 besondere Karren angehängt, auf welchen 28 Maulesel (4 auf jedem Karren) die Reise abwärts mit machen. Die Thiere sind dazu bestimmt, nachdem unten die Steinkohlen abgeladen sind, die leeren Wagen wieder zurück bis zu den Gruben zu ziehen. Prof. Silliman berichtet, daß die Maulthiere diese ihnen aufgegebenen Arbeit willig verrichten, daß man sie aber, nachdem sie einmal die Annehmlichkeit und Bequemlichkeit des Fahrens gekostet haben, auf keine Weise, weder durch gute, noch durch strenge Behandlung, ja selbst nicht durch die schärfsten Peitschenhiebe mehr dazu bringen kann, den Weg abwärts auf eine andere Art, d. i. zu Fuße, zurückzulegen.

letztern Falle läßt sich der Zweck dadurch leicht erreichen, daß man beim Hinabfahren eine größere Menge von Wagen anwendet, als streng genommen nöthig wäre. Indes kann man die nöthige Neigung nicht ohne vorhergegangene Bestimmung der Reibung, Schwere der Lasten, Abnutzung der Seile u. s. w. berechnen.

Figur 7 ist der Grundriß eines Rades, welches dazu dient, um eine Last, mittelst einer andern abwärtsgehenden, in die Höhe zu winden. Das Rad ist gewöhnlich von Gußeisen, hat 6 Speichen, und auf dem Kranz eine hinreichend ausgetiefte Rinne, um das sich darauf drehende Seil aufzunehmen. Man bringt dasselbe auf der Höhe der geneigten Ebene in einem viereckigen ausgemauerten Loche, fast in gleicher Höhe mit dem Erdboden, und zwischen zwei hölzernen Gerüsten an, deren oberer Theil durch a b c d angegeben ist, und die durch die schrägen Hölzer, e e, die gehörige Festigkeit erhalten. Das Rad dreht sich leicht zwischen zwei Pfannen, wovon die obere bei g sichtbar ist. Sowohl am untern als am obern Ende der geneigten Ebene, ist eine fast horizontale Strecke von 60 bis 80 Fuß Länge zum Aufnehmen der Wagenzüge vorgerichtet, wo dieselben zum Bergauf- oder Bergabfahren geordnet werden. Das Rad befindet sich an der vom Gipfel der Wegstrecke entferntesten Stelle. Alle 24 bis 30 Fuß sind gußeiserne Rollen, s s, angebracht, über welche das Seil streicht, damit dessen Reibung vermindert werde, und es die Erde nicht berühren könne. Diese Rollen brauchen nur 3 bis 4 Zoll breit zu seyn, haben 11 bis 12 Zoll im Durchmesser und auf jeder Seite einen Rand, damit das Seil nicht abgleiten könne. Zuweilen haben dieselben hölzerne, zuweilen gußeiserne Lager, welche sich mitten auf dem Wege erheben; ihre Achsen sind von Hammereisen und haben $\frac{3}{4}$ Zoll Durchmesser, wenn sie auf geraden Lagern ruhen. Die in der Figur dargestellten haben zu den übrigen Theilen derselben, der Deutlichkeit wegen, ein weit bedeutenderes Verhältniß, als das wirkliche. Sie wiegen 21 bis 25 Pfund. Manche sind an der Oberfläche concav, wodurch ihr Gewicht bis auf 20 Pfund vermindert wird. Nicht immer gestattet das Terrain die Anlegung einer gleichförmigen Böschung. Häufig muß die Bahn gekrümmt werden, allein unten an der geneigten Ebene muß sich immer eine gerade Strecke befinden, welche die ankommenden Wagen aufnimmt. Wir haben das Rad, der Beschreibung wegen, unbedeckt dargestellt, allein in der Wirklichkeit ist es bedeckt, und die durch punctirte Linien angedeuteten künstlichen Gleise gehen über dasselbe weg.

Wenn a a das Ende der Plattform bezeichnet, so werden ungefähr bis in die Mitte des Abhangs drei Schienen r r r angebracht, so daß die Wagen, sowohl beim Hinauf- als beim Hinabfahren, auf der mittlern und einer der beiden seitlichen rollen. An dem Punkte, wo die Wagen einander begegnen müssen, von a a bis b b, spaltet sich die mittlere Schiene entzwei, damit sich die Wagen kreuzen können. Sie stoßt aber wieder zusammen, so daß

wieder drei Schienen neben einander hinlaufen, oder auch, wie bei cc, nur eine einfache Bahn entsteht. Der Grundriß zeigt, daß die beladenen Wagen entweder auf den Linien dd oder ee rollen können; denn wenn ein Wagen bei d anfängt hinabzurollen, und ein an seinem Hintertheil befestigtes Seil nachschleift, dessen anderes Ende an das Vordertheil des vom Punkte e an der Basis der geneigten Ebene aus aufzuwindenden leeren Wagenzuges befestigt, so langt dieser auf der Höhe bei e an, wenn jener unten bei d ankommt.

Wenn die Ebene an manchen Orten zu stark geböschet ist, so hemmt man die Geschwindigkeit durch den schon weiter oben beschriebenen Presshebel. Wäre die Neigung so stark, daß die Schwere des Wagens, außer der ihr entgegenwirkenden Kraft, auch die Reibung des Seils überwände, so würde sie zuletzt ein gewaltiges Moment erhalten und ganz unregierbar werden; das Seil würde auf dem Rade rutschen, und es könnte daraus die größte Gefahr entstehen; auch muß die geneigte Ebene in der Art angelegt werden, daß die Schwerkraft im Anfang am stärksten wirkt, und je nachdem das Quadrat der Geschwindigkeit sich bei'm Hinabfahren erhöht, in dem Verhältnisse abnimmt, daß die Wagen einen gleichförmigen Gang beibehalten können. Die Cycloide ist diejenige Linie, welche zur Erhaltung dieses Resultats sich am besten für die geneigte Ebene paßt. Man hat mehrere andere Methoden versucht, um die Schwerkraft in Wirksamkeit treten zu lassen; allein sie haben sich nur in besondern Fällen vortheilhafter gezeigt, vorausgesetzt, daß die Reibung der Seiricke so viel als möglich beseitigt war.

Eine andere Kraft, welche man statt der bei'm Berganfahren so höchst geschmälereten Pferdekraft, und der nur niederwärts wirkenden Schwerkraft anwandte, und welche auf allen Wegen, seyen sie nun horizontal oder geneigt, angewandt werden kann, ist die feststehende Dampfmaschine. Die erste zu diesem Zweck dienende Maschine wurde erst im Jahr 1808 bei Birtley-Fell in der Grafschaft Durham errichtet.

Die Wegstrecken, auf welche dieselbe anwendbar ist, sind von folgender Beschaffenheit:

Bei den Böschungen, wo die Quantität der herabfahrenden Waaren größer ist, als die der heraufzuwindenden. Wenn die Schwerkraft der Wagen hinreichend ist, um bei'm Hinabfahren ein Seil nachzuziehen, so dient dasselbe zur Befestigung des Transportes, welchen die Maschine in die Höhe zieht. Es kann entweder bloß eine einfache Bahn vorhanden seyn, oder wenn sie doppelt ist, so besteht sie aus drei und an der Kreuzstelle aus vier Schienen. Wenn im letztern Falle der hinabrollende Transport mehr Kraft ausübt, als zum bloßen Nachziehen des Seiles gehört, so unterstützt dieser Ueberschuß die Maschine bei'm Aufwinden des in die Höhe fahrenden Transportes. Ist die Zahl der hinabgehenden Wagen ge-

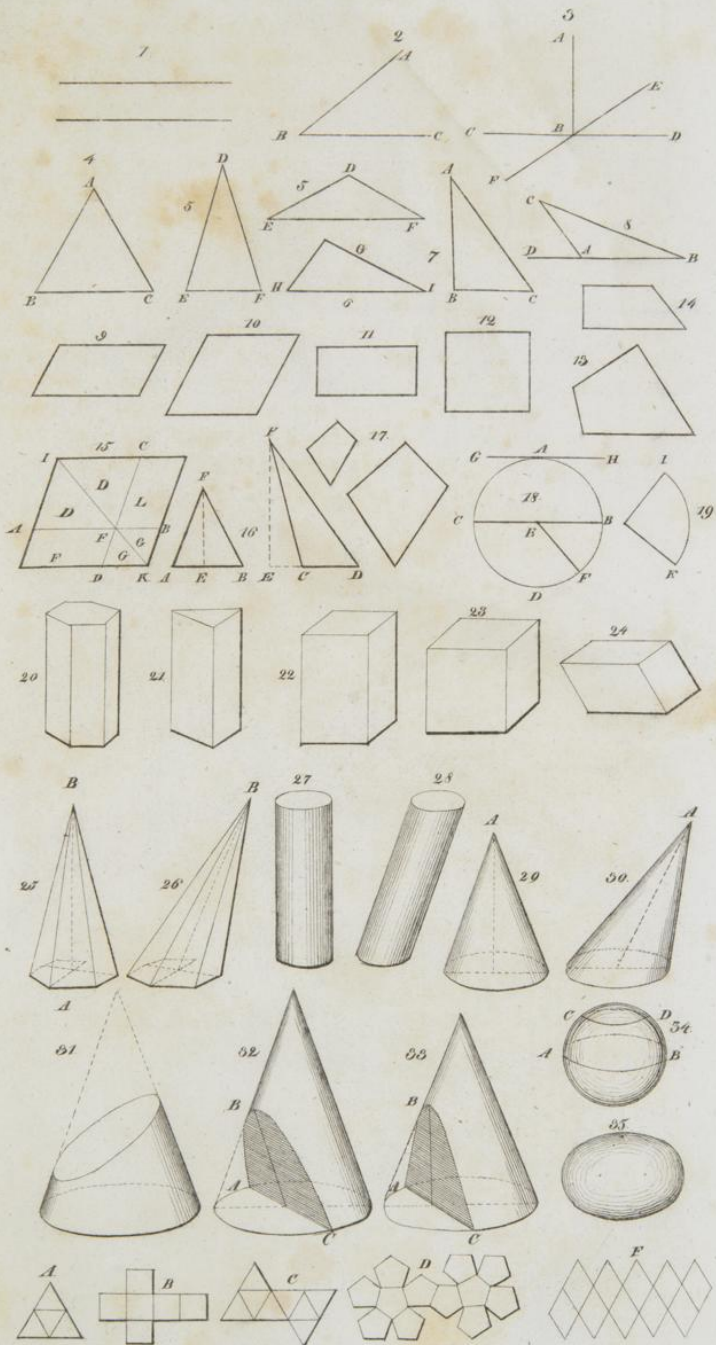
ringer, als die der heraufkommenden und die Aufwindkraft daher ungenügend, so fügt man zu den hinabfahrenden Wagen einen mit der nöthigen Quantität Ballast beladenen hinzu, oder erhöht die Kraft der Maschine in dem Maße, daß sich mehrere Wagen auf einmal in die Höhe winden lassen. Das Hinunterziehen der Seile durch mit bloßem Ballast beladene Wagen muß, zur Ersparniß unnöthiger Kosten, so viel möglich vermieden werden.

Wo die Böschung nicht hinreichend stark ist, um zu gestatten, daß die hinabgehenden Wagen ein Seil mitnehmen, bringt man, vorausgesetzt, daß die drei Schienen an der Kreuzstelle zu viieren werden, unten an der geneigten Ebene ein solches Rad an, wie wir es früher beschrieben haben. Zu jedem Transport gehört ein Seil, welches mit der Dampfmaschine zusammenhängt; ein zweites Seil geht über das Rad, und ist an dem andern Ende des Transports befestigt. Wenn daher die Böschung nicht hinreicht, um den hinabgehenden Transport in den Stand zu setzen, sich ohne Beihülfe fortzubewegen, so wird er durch den hinaufgehenden unterstützt, auf welchen die Maschine einwirkt. Begreiflicherweise kann dieses Mittel bei jeder Beschaffenheit des Terrains, sey es nun horizontal oder abwechselnd geneigt, selbst auf großen Strecken Wegs angewandt werden, wenn man gehörig viele Dampfmaschinen anbringt.

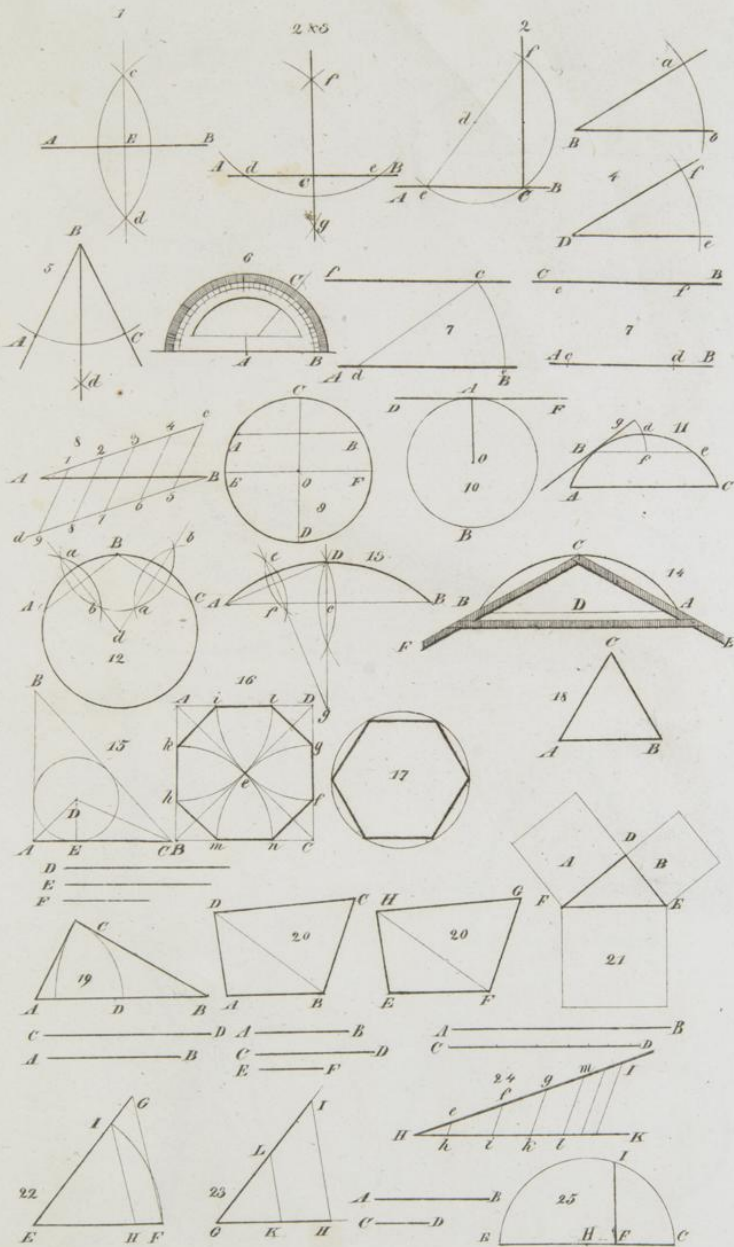
Wenn eine Anhöhe zu überfahren ist, deren Rückseite hinlängliche Böschung besitzt, um einem Wagen zu gestatten, allein hinabzurollen und ein Seil nachzuziehen, so wird die Maschine noch ein Stück höher als der Gipfel angebaut. Wendet man nun eine einfache Bahn an, so wird der aufsteigende Transport durch eine Haspel, auf deren Welle sich das Seil windet, in die Höhe gezogen; am höchsten Punkte angelangt, geht er unter der Maschine durch und windet, indem er auf der andern Seite hinabrollt, das Seil ab, welches dann am untersten Punkte der geneigten Wegstrecke an den hinauffahrenden Transport befestigt wird. Während man auf der einen Seite der Anhöhe nur eine Bahn bestehen läßt, kann man auf der andern Seite zwei anbringen, und wenn die Böschung zum Hinabfahren der ein Seil ziehenden Wagen nicht hinreicht, so kömmt man durch das weiter oben beschriebene Rad zu Hülfe. Um endlich mittelst der an verschiedenen Stationen errichteten Dampfmaschinen eine lange Wegstrecke zurückzulegen, zieht jeder von einer Maschine zur andern gehende Transport ein Seil nach sich, welches dann bei dem zurückkehrenden Transport angewendet wird. Bei einer doppelten Eisenbahn findet dann keine Unterbrechung statt, als die, welche nöthig ist, um den Anheftungspunct der Seile an jeder Maschine zu verwechseln.

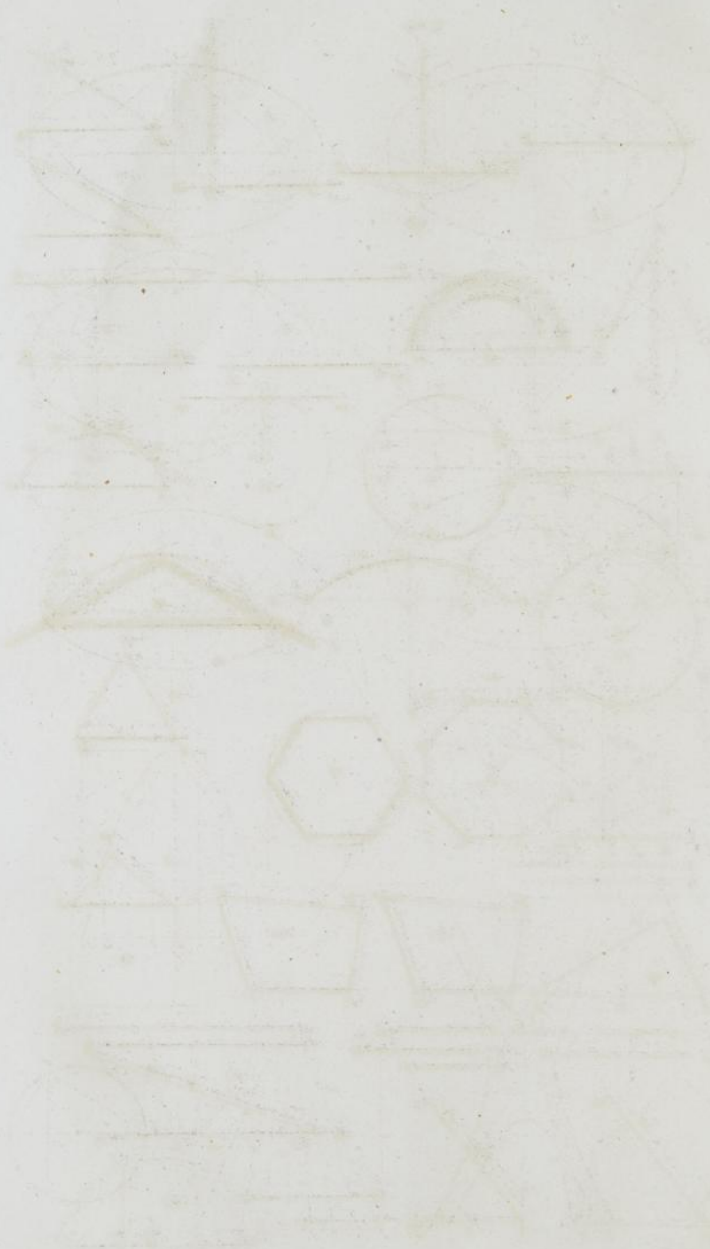
Bei'm Durchfahren des großen Tunnel's von Liverpool bedient sich Herr Stephenson des Seils ohne Ende. Eine doppelte Eisenbahn ist auf dieser ganzen Distanz angebracht. An der untersten Stelle, bei B, Fig. 8 befindet sich ein Rad, um welches das Seil e f

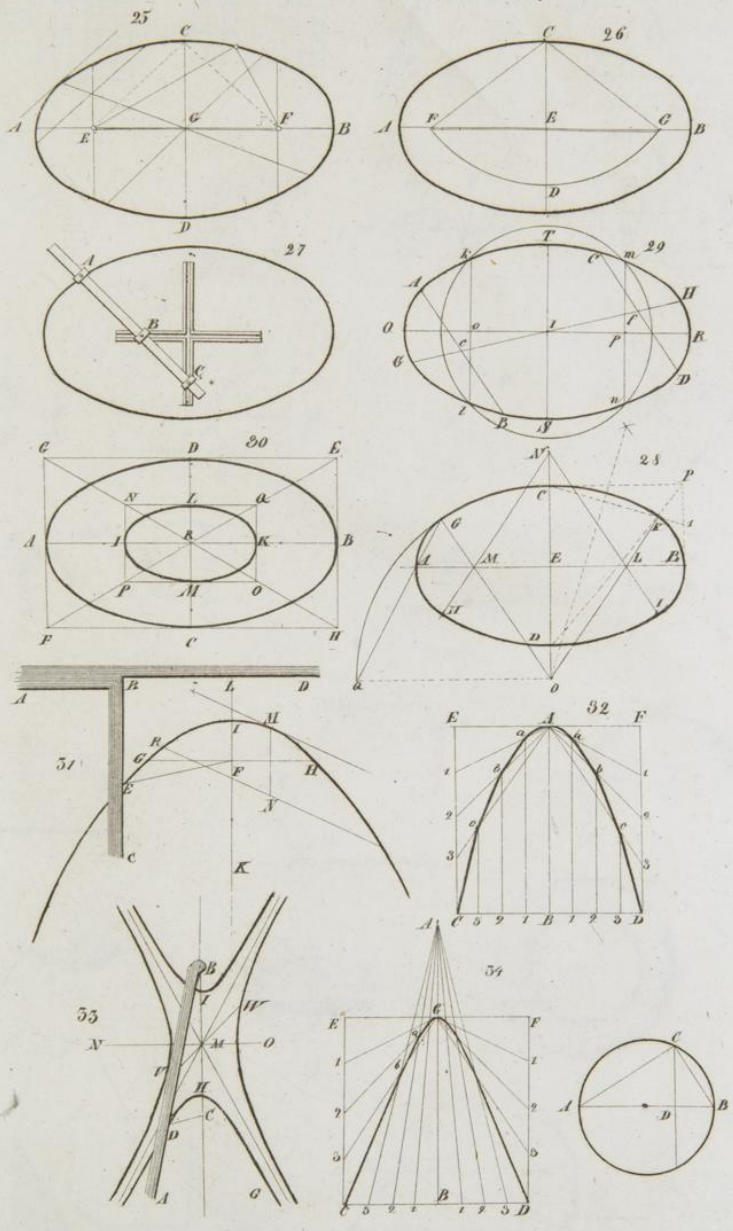
geschlagen ist. Am höchsten Puncte ist ein zweites liegendes Rad A angebracht, welches durch die beiden, zu beiden Seiten der Eisenbahn stehenden Maschinen gedreht wird. Es hat auf dem Kranze zwei Rinnen, um das Seil aufzunehmen, welches von e erst in die eine einstreicht, sich dann quer nach dem Rad a schlägt, sich von diesem auf das Rad b begiebt, dann wieder bei a querüber streicht, und von da in die zweite Rinne von A gelangt, endlich nach f streicht und wieder nach B gelangt. Indem dasselbe zweimal um die Peripherie von A geschlagen ist, reibt es sich hinlänglich stark, um die Transporte auf die Höhe der geneigten Ebene zu ziehen. Zur Verstärkung des Druckes ist aber an das Rad b, mittelst eines über die senkrechte Rolle c geschlagenen Seiles, ein schweres Gewicht angebracht, welches in eine zu diesem Zwecke angebrachte Höhlung frei hinabsteigt, je nachdem das Seil sich durch Veränderung in der Atmosphäre verlängert oder verkürzt. Da die Wagen auf der einen Eisenbahn hinauf, und auf der andern hinabsteigen, so braucht die Maschine nicht gewechselt zu werden.

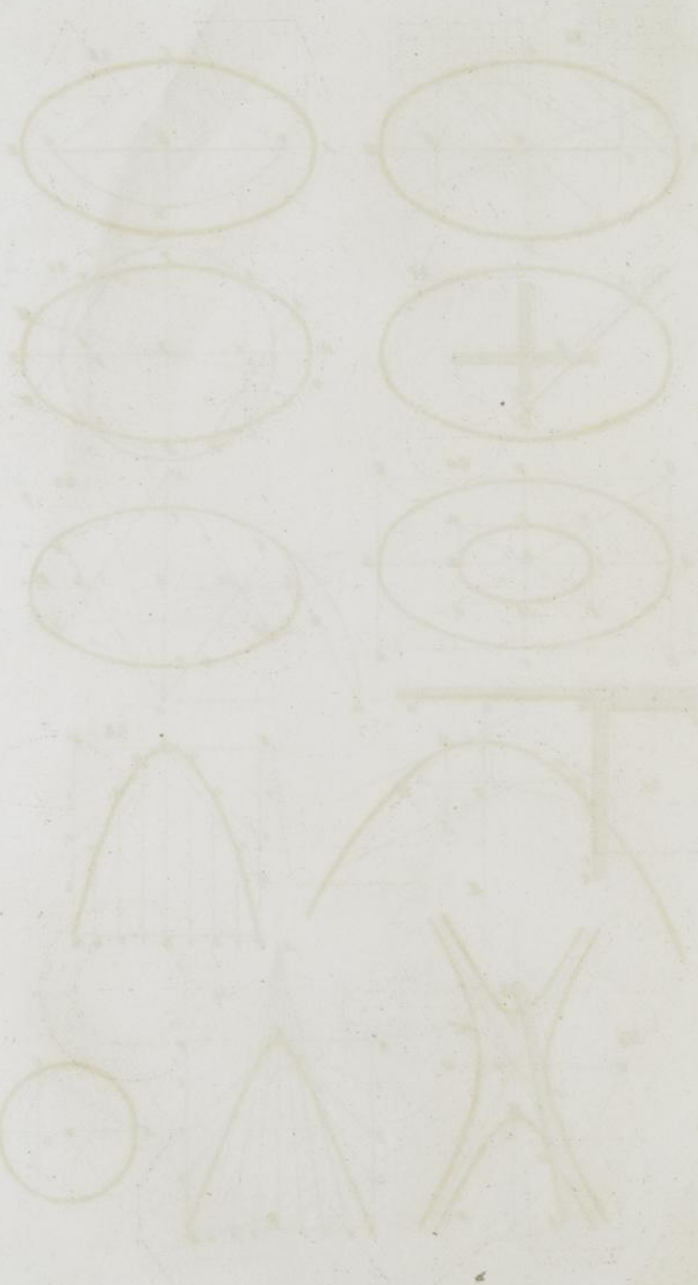


—y—

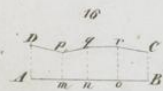
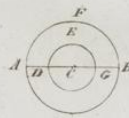
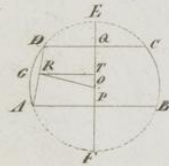
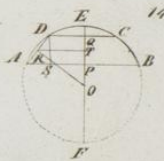
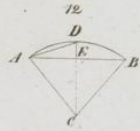
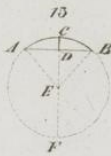
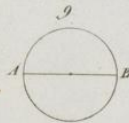
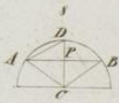
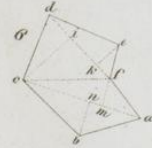
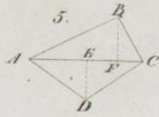
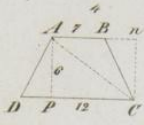
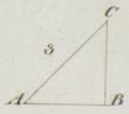
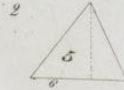
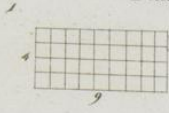
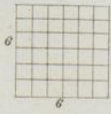




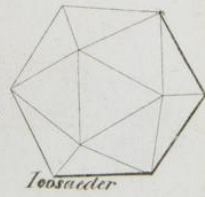
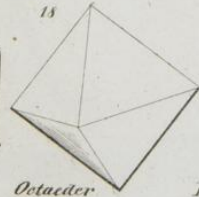
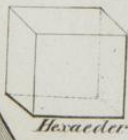
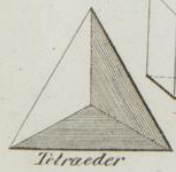
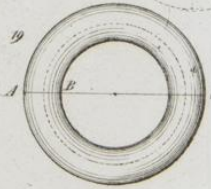
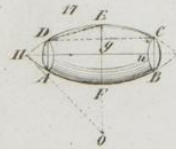
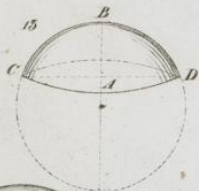
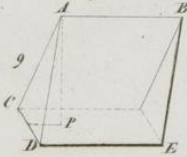
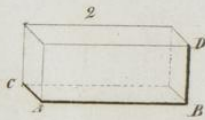


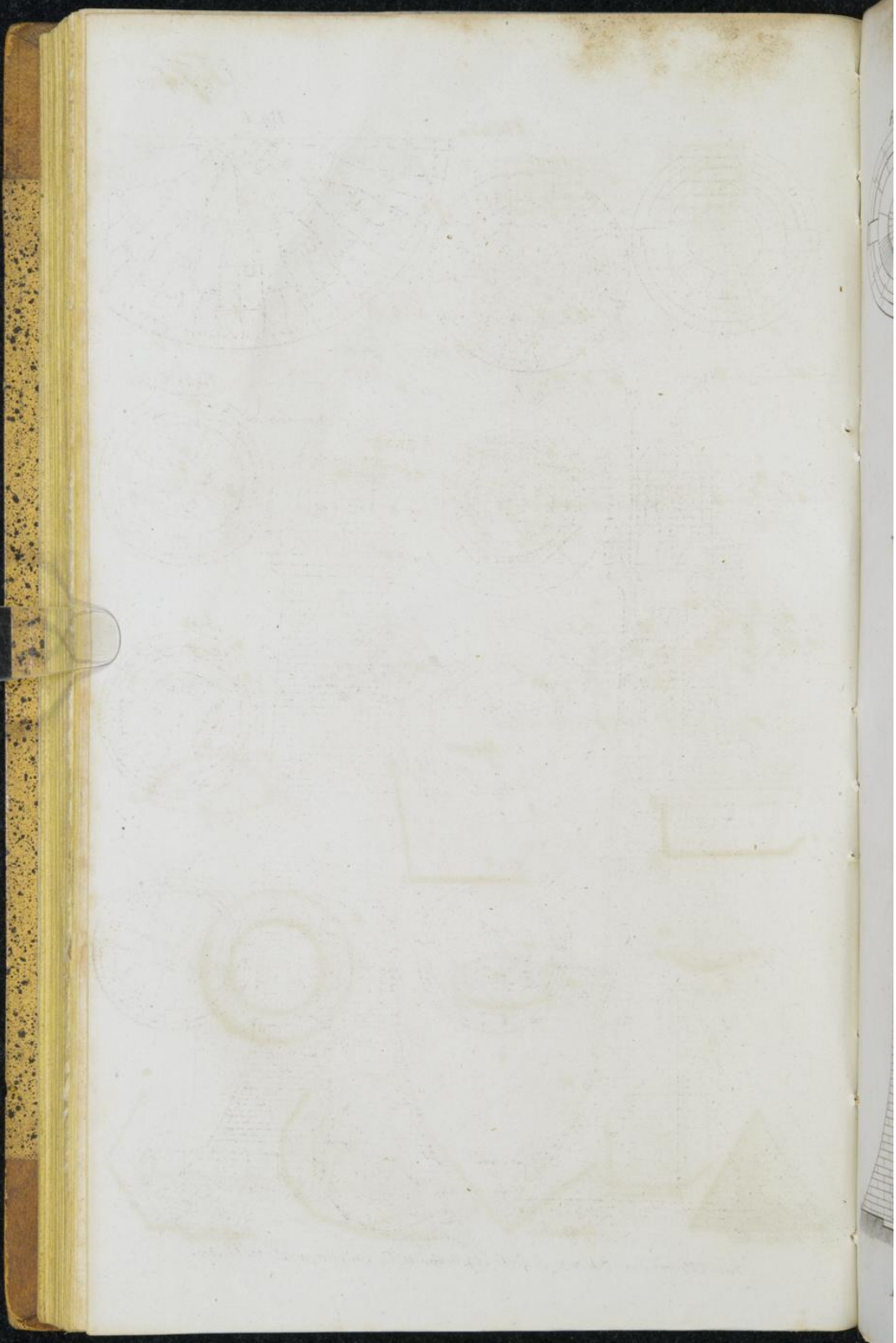


Flächen.



Körper.





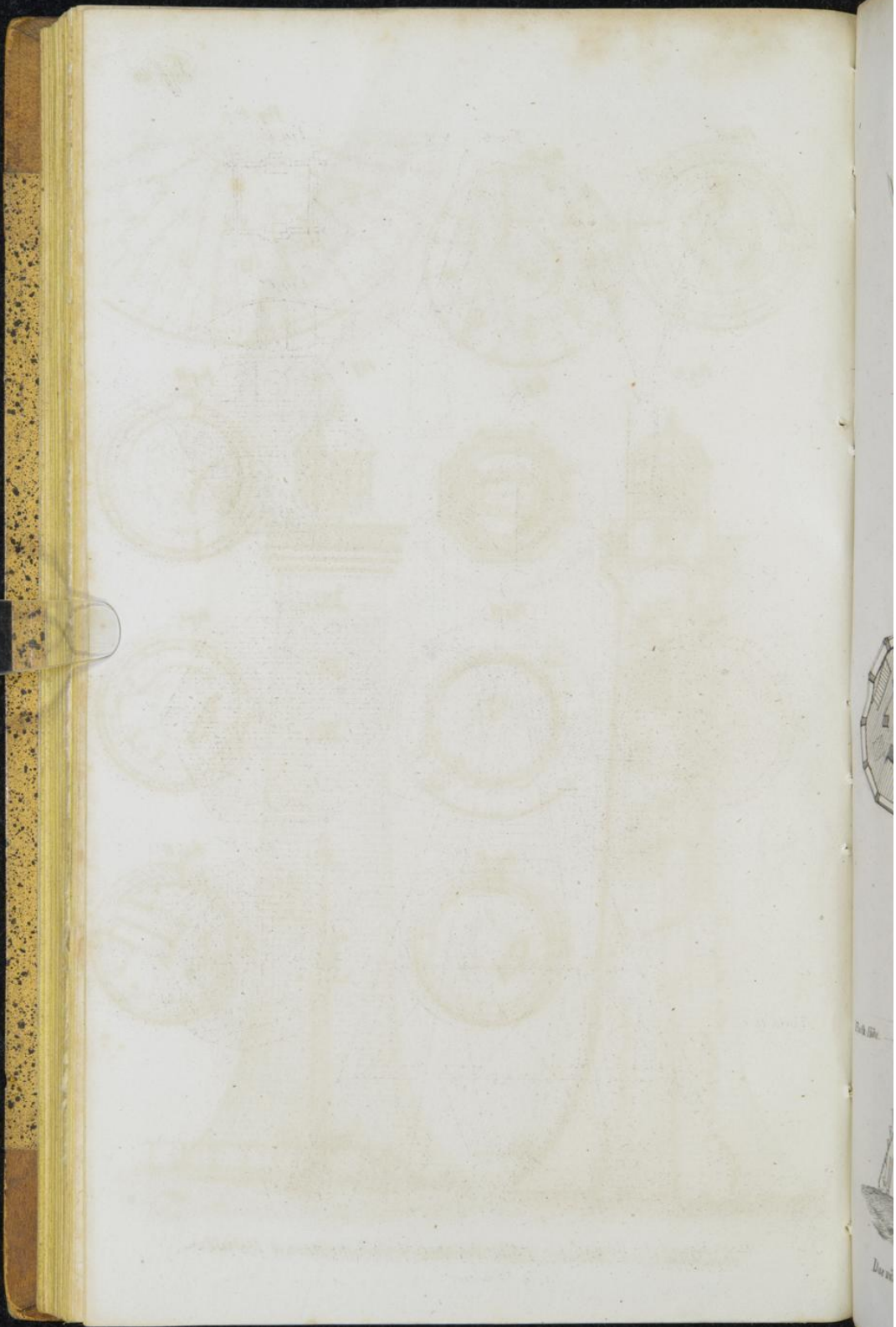
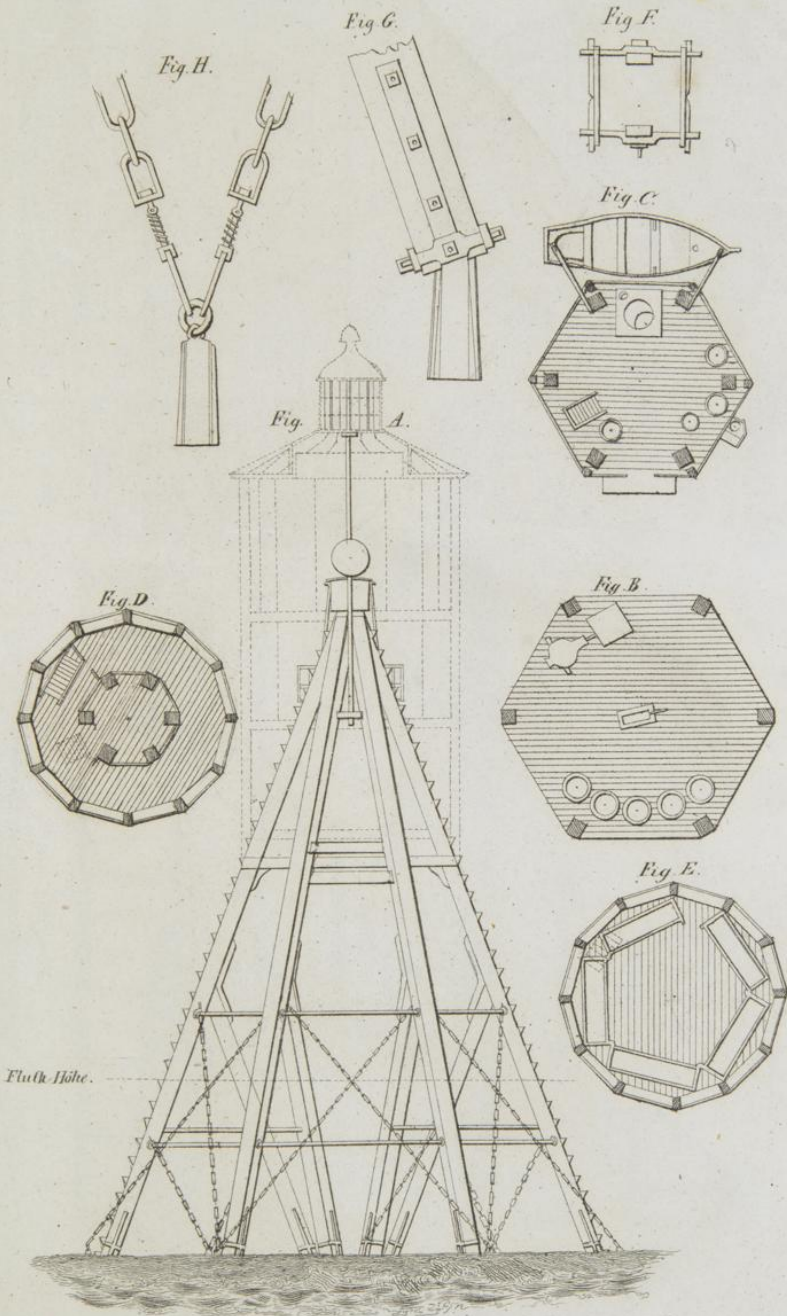


Fig. 10

Du...



Das während des Baues des Leuchthurms von Bellrock benutzte
Zusfluchtsbaus.

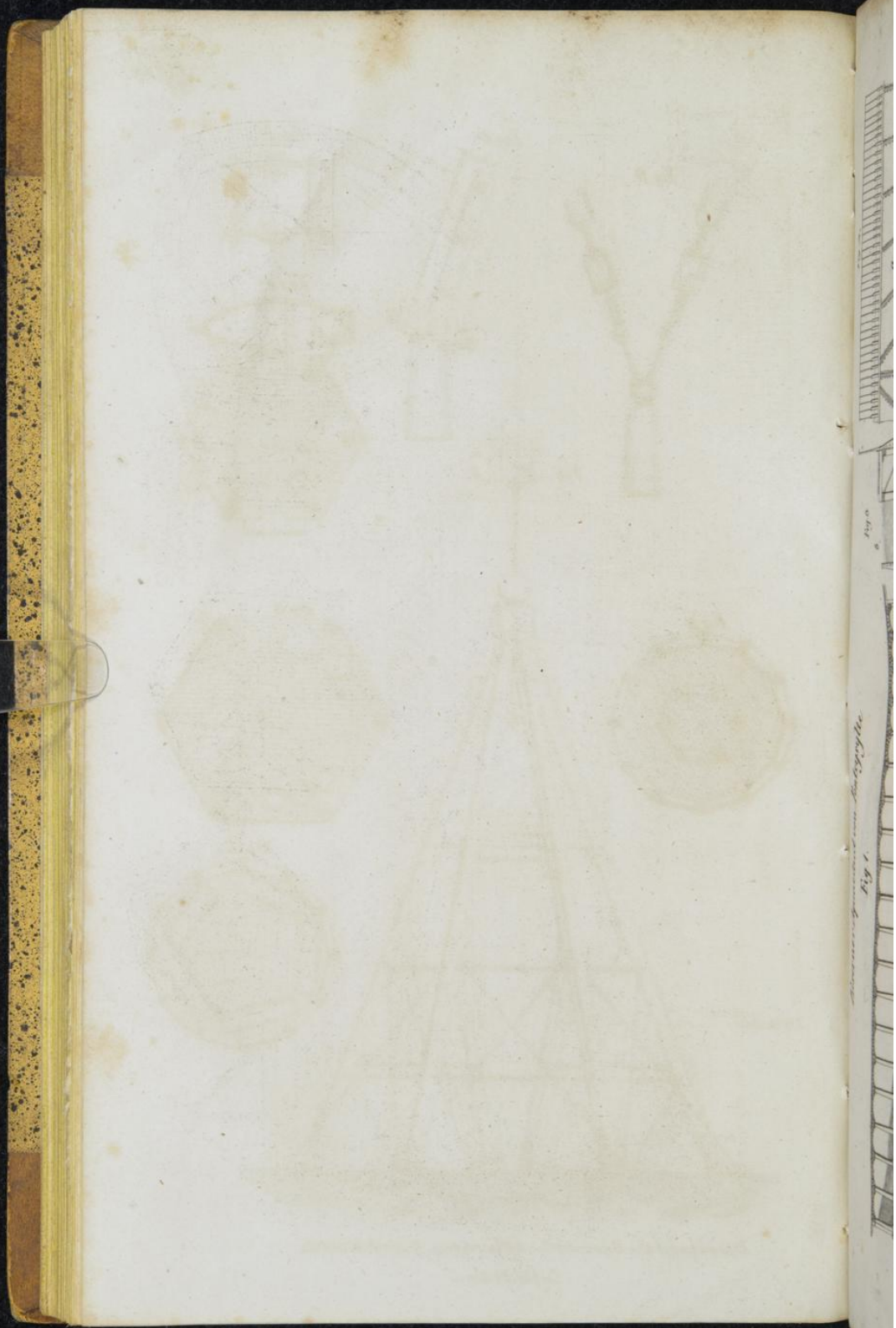


Fig. 1

Eiserner Aqueduct von Pontecrylle

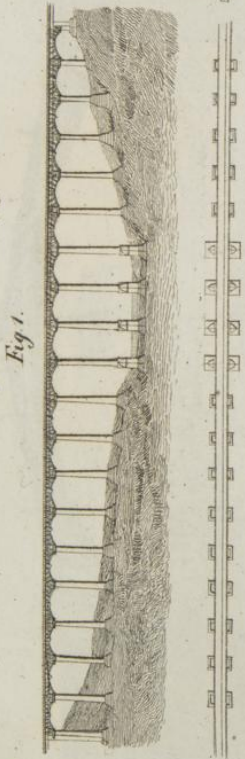


Fig. 1.

Aqueduct von Chirk

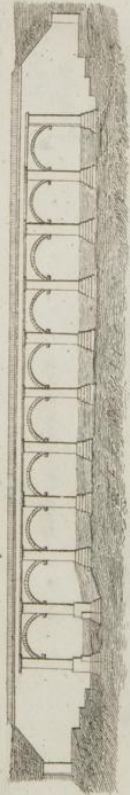


Fig. 2.

Aqueduct von Langdon

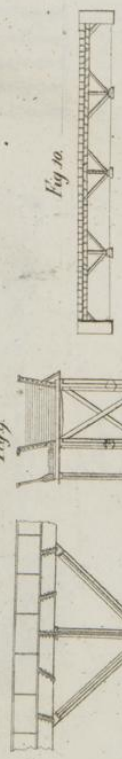


Fig. 3.

Fig. 9.

Fig. 10.

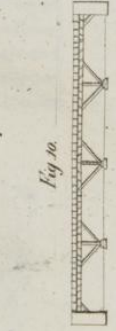
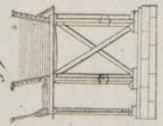


Fig. 4.

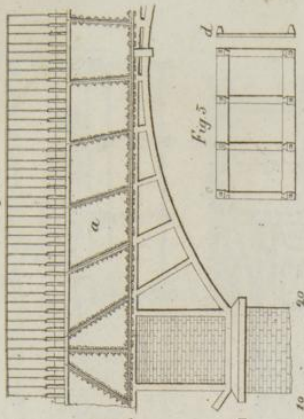


Fig. 5.

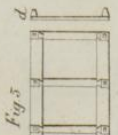
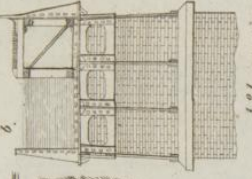
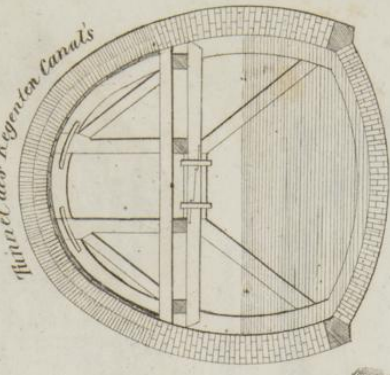


Fig. 5.

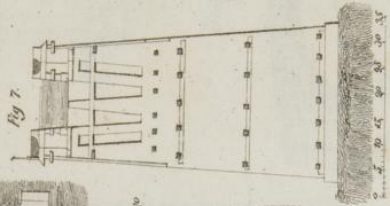
Einzeltheil des Aqueducts von Pontecrylle.

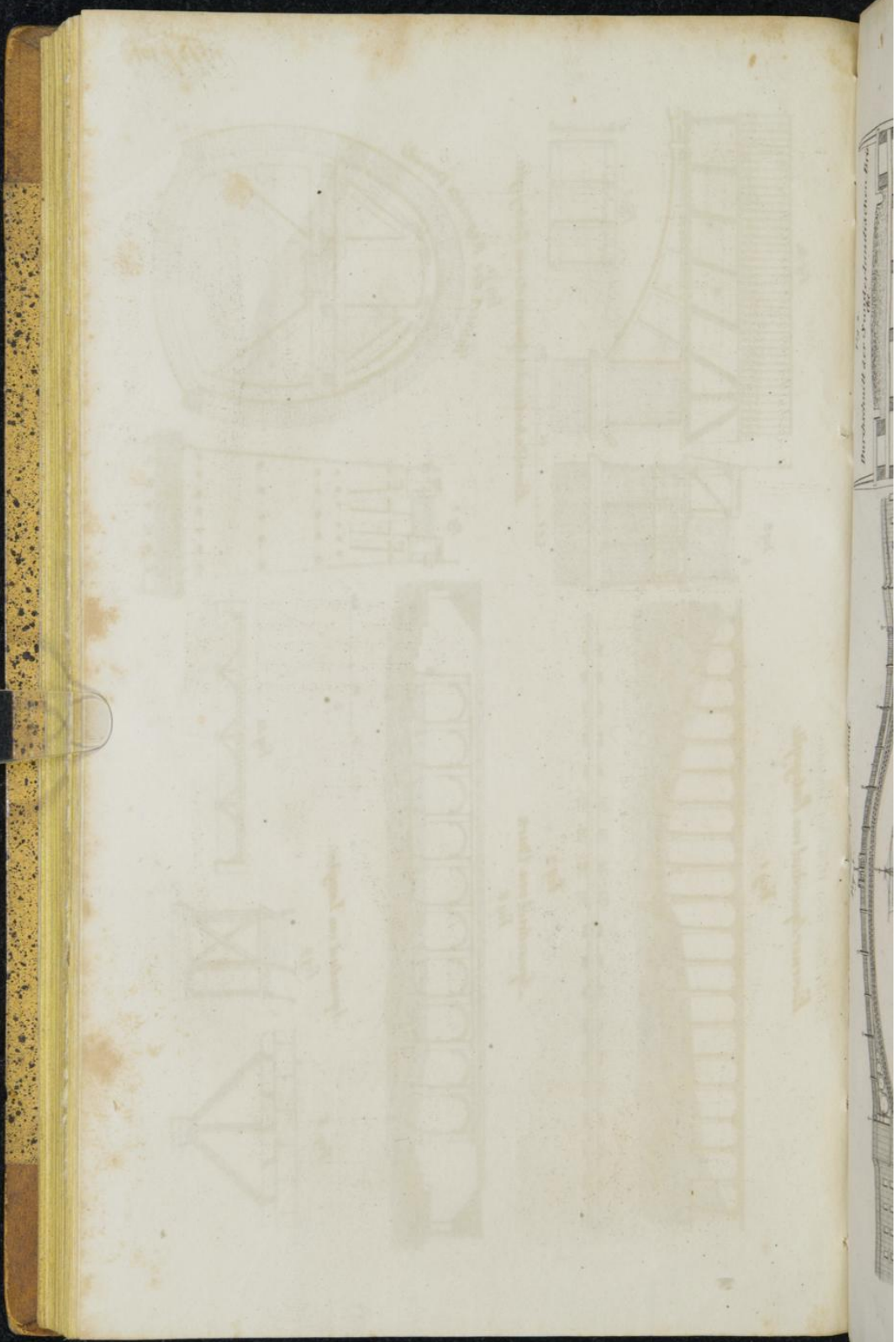
Fig. 11.



Querschnitt des Regenten Canals

Fig. 7.





Brücke über den Weir bey Sunderland

Fig. 1.

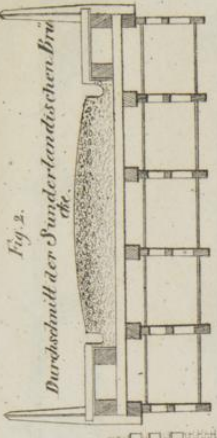


Fig. 2.

Durchschnitt der Sunderland'schen Brücke

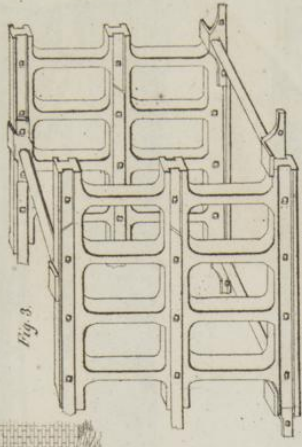


Fig. 3.

Gerüste einer der Rippen

Fig. 4.

Colbrooktaler Brücke.



Fig. 5.

Aufriß

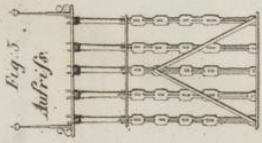


Fig. 6.



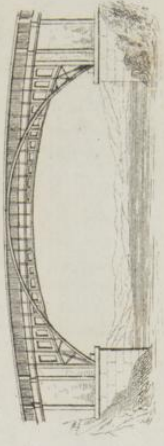
Fig. 6.

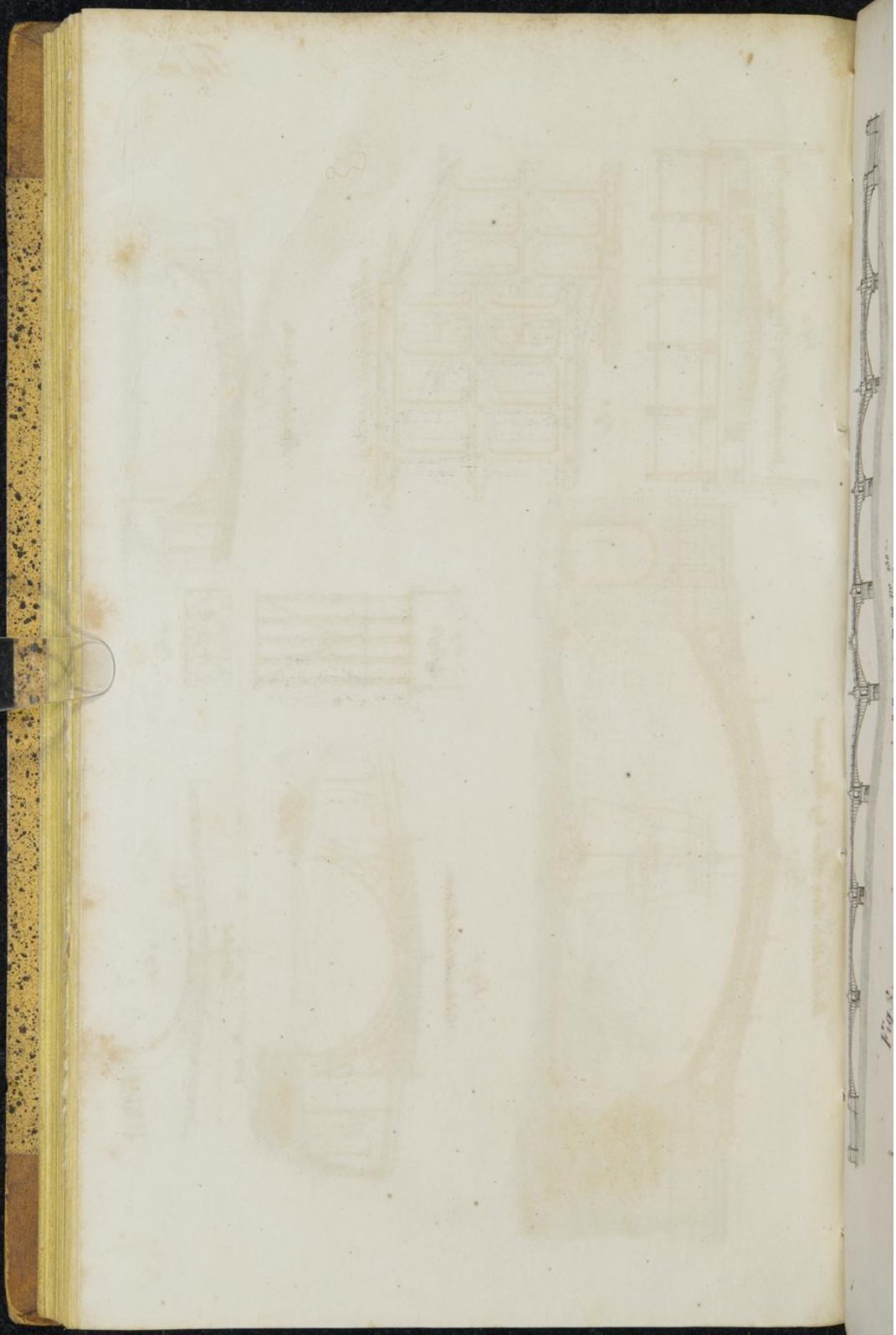


Fig. 7.

Baultwas Brücke

Fig. 8.





Vauchall Brücke

Fig. 1.

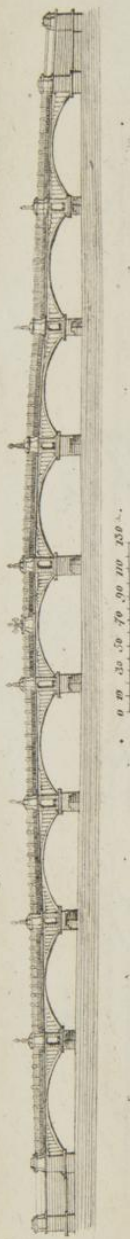


Fig. 2.

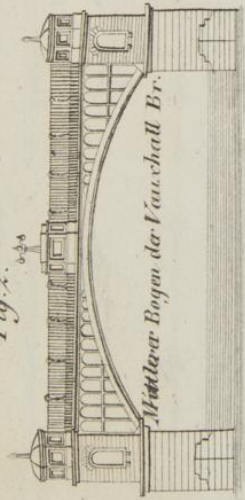


Fig. 3.

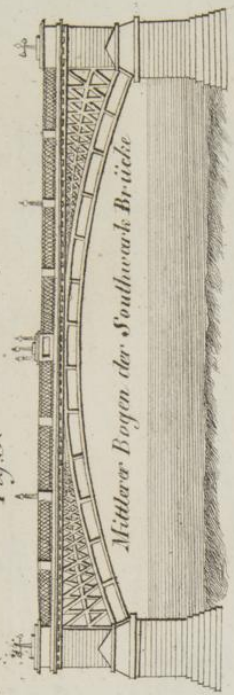


Fig. 4.

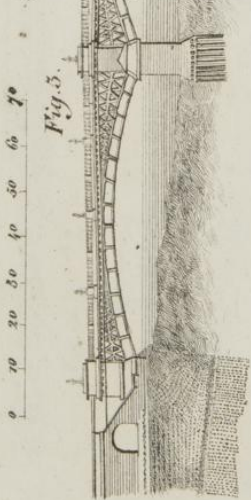
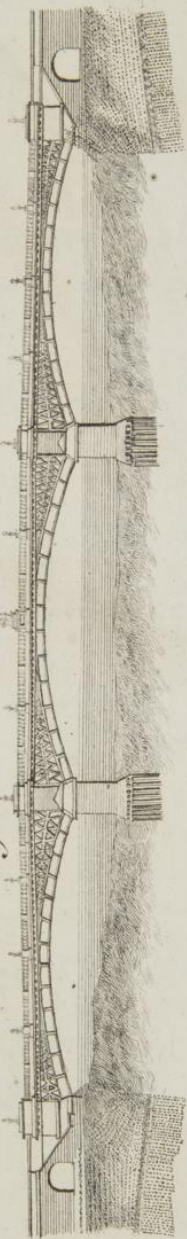


Fig. 5.



Grundriss der Southwark Brücke

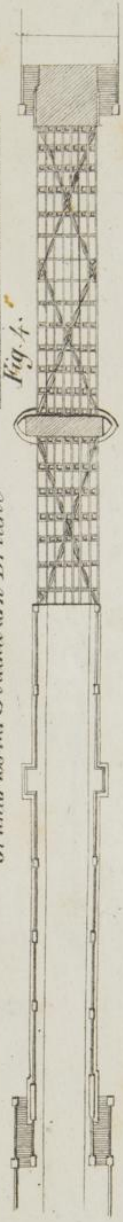


Fig. 7.

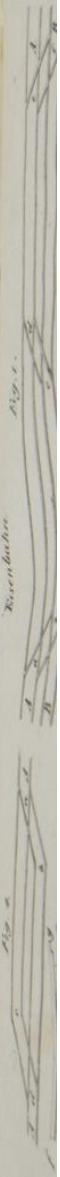
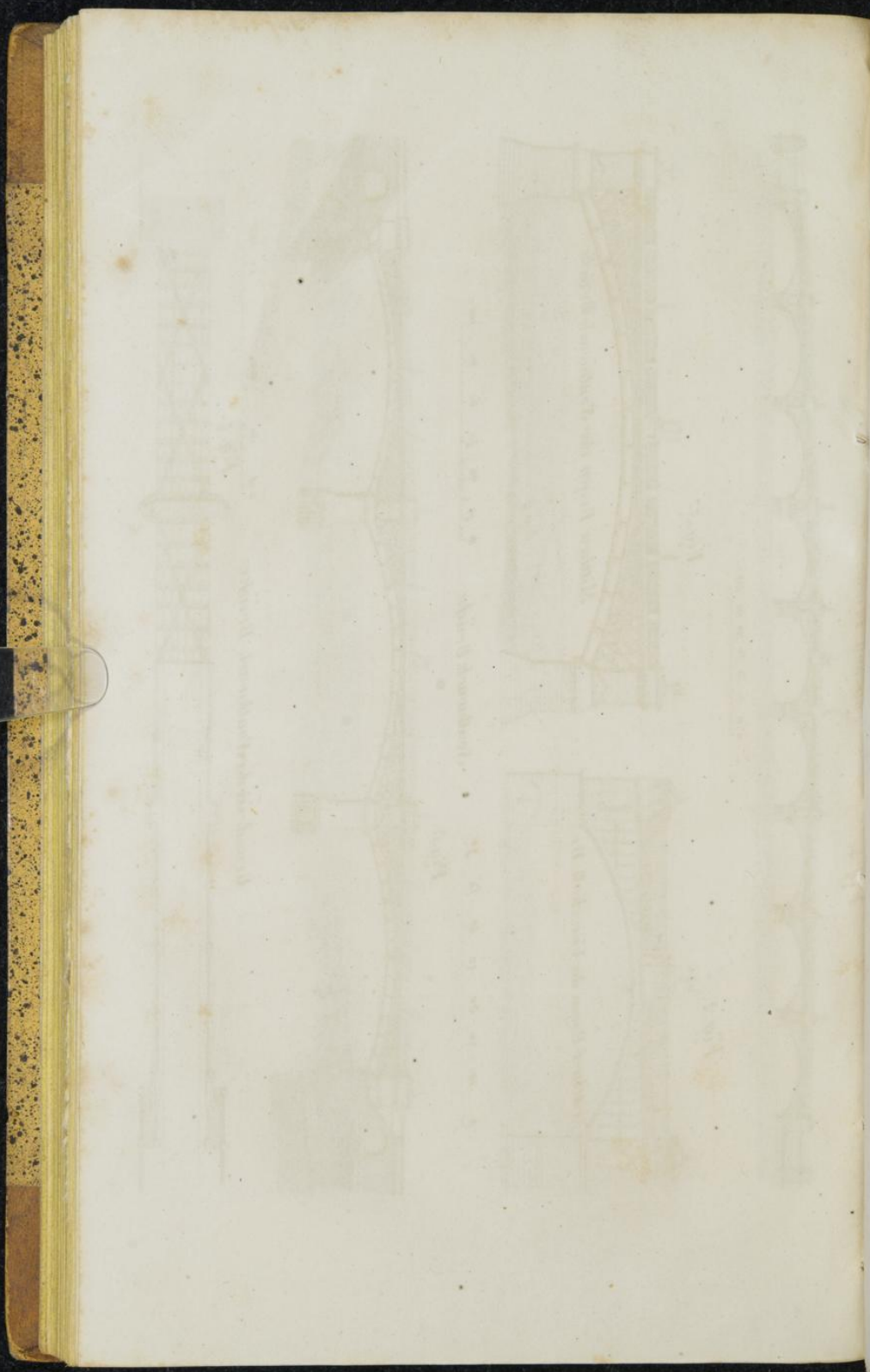


Fig. 1.

Kreuzboden

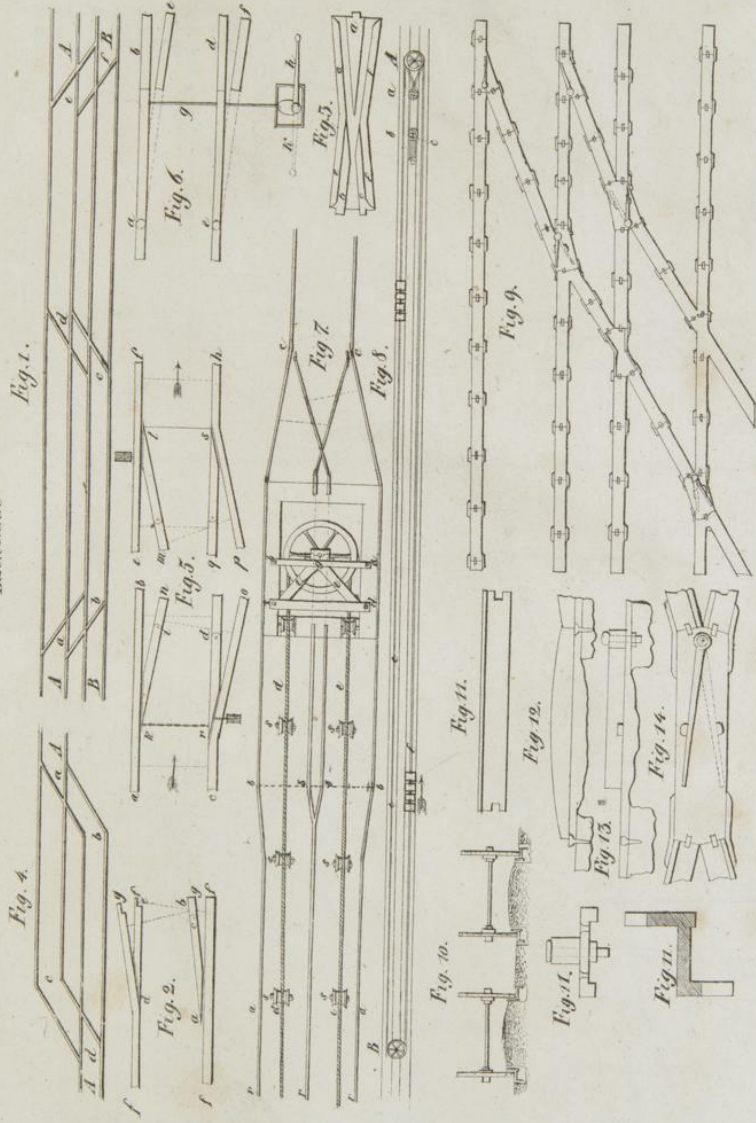
A B

Fig. 2.

A B

C D

Eisenbahn



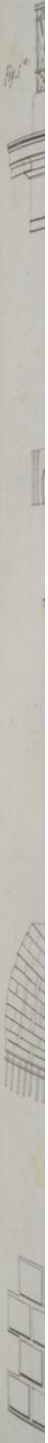
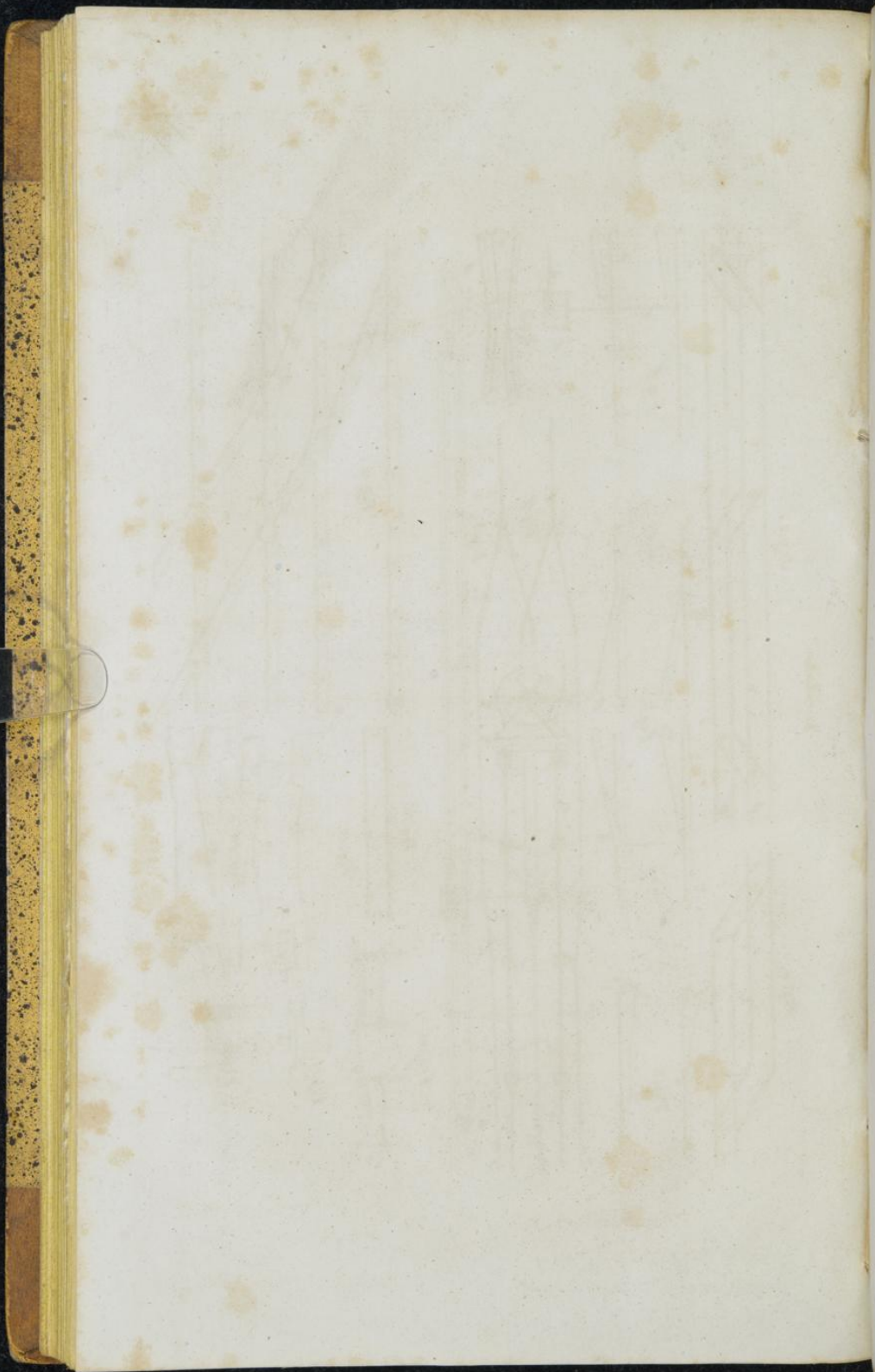


Fig. 1.

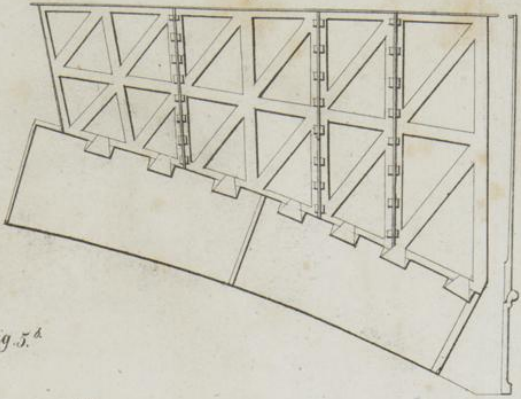


Fig. 3^a.

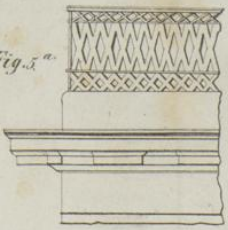


Fig. 3^b.

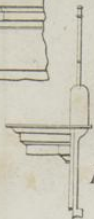


Fig. 2^a.

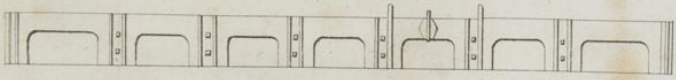


Fig. 2^b.

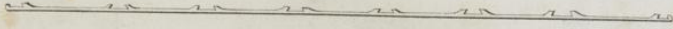


Fig. 2^c.

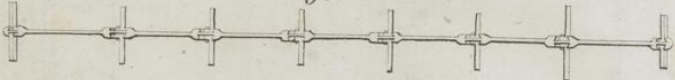


Fig. 6.

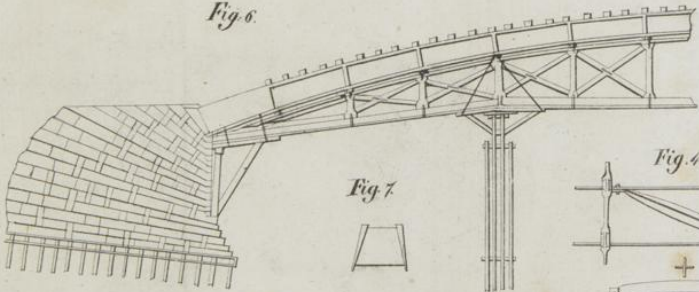


Fig. 7.



Fig. 4.

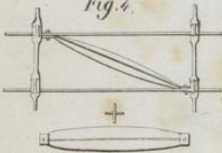


Fig. 9.

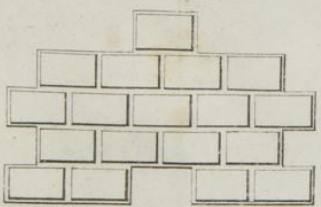


Fig. 8.



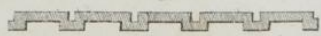
Fig. 5^a.

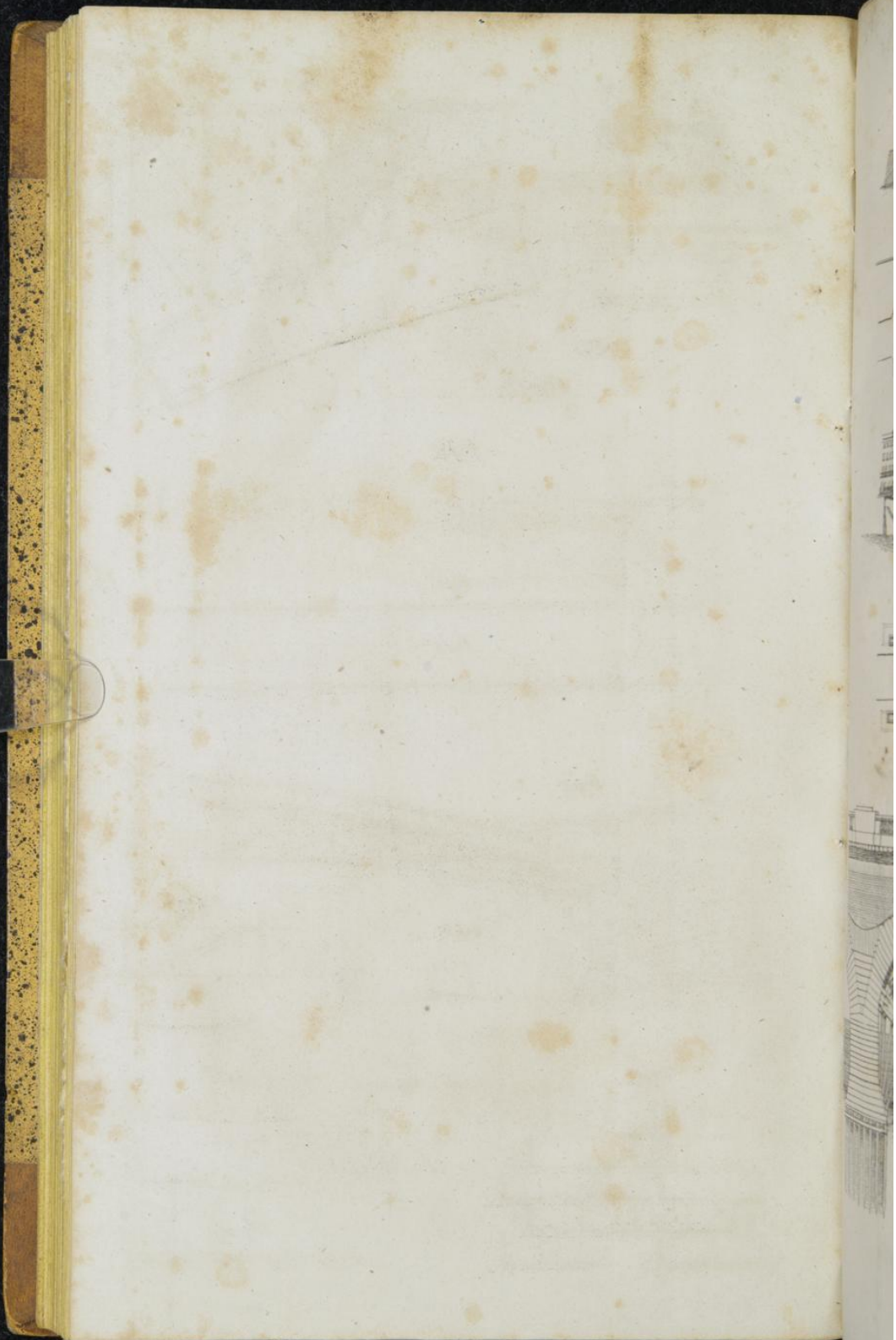


Fig. 5^b.



Fig. 10.





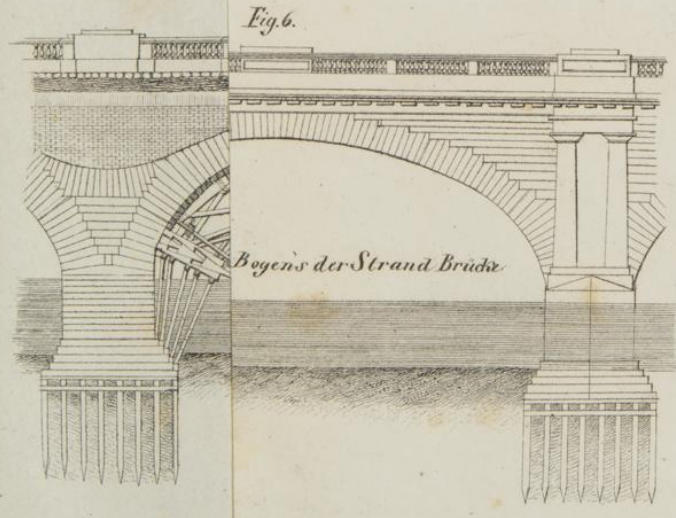
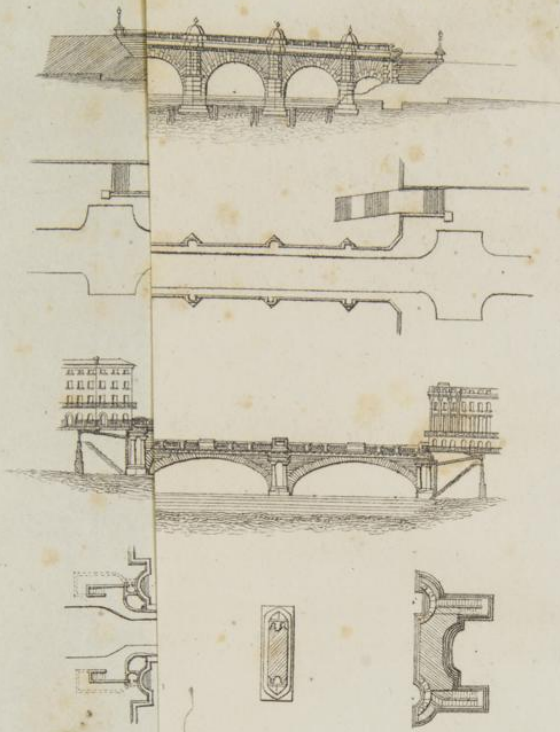


Fig. 6.

Bogens der Strand Brücke

Fig. 1
Wismünder Brücke



Fig. 2



Fig. 3
Strand Brücke



Fig. 4

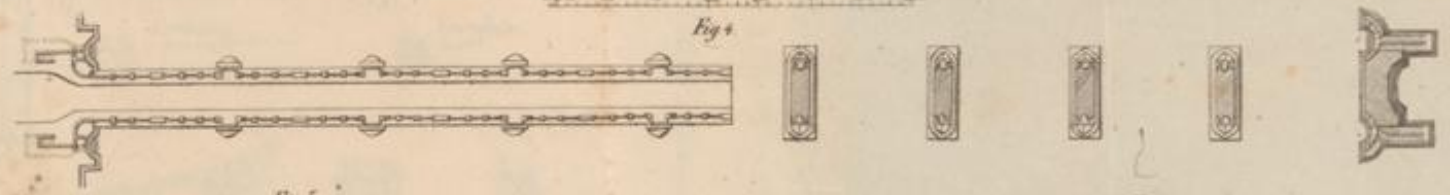


Fig. 5

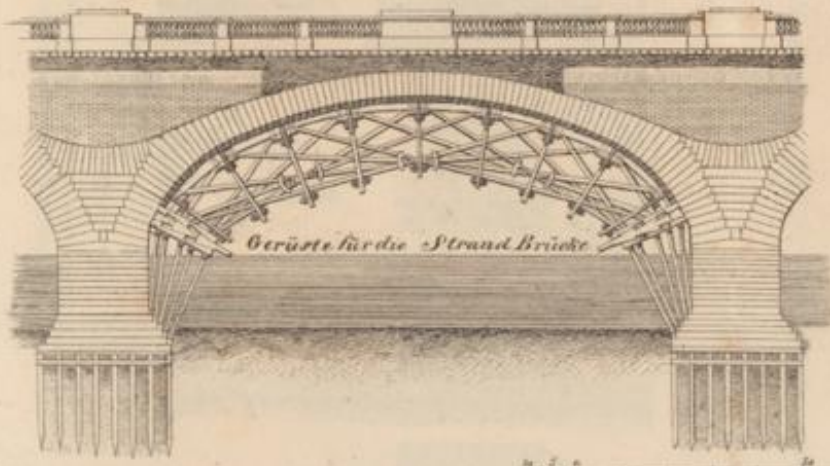
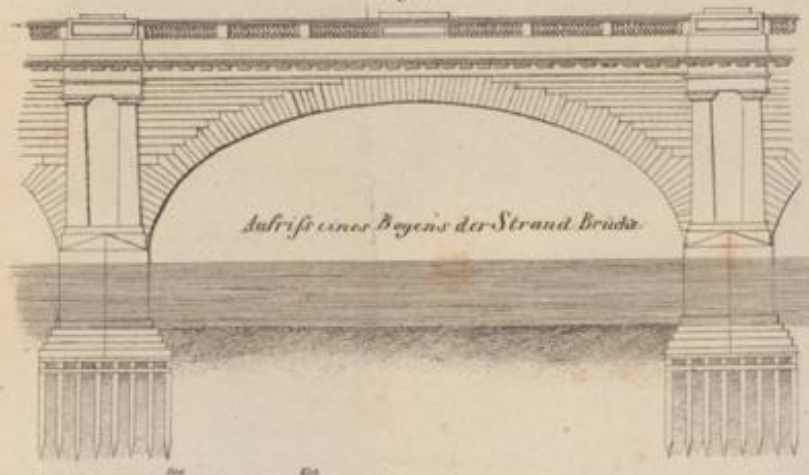
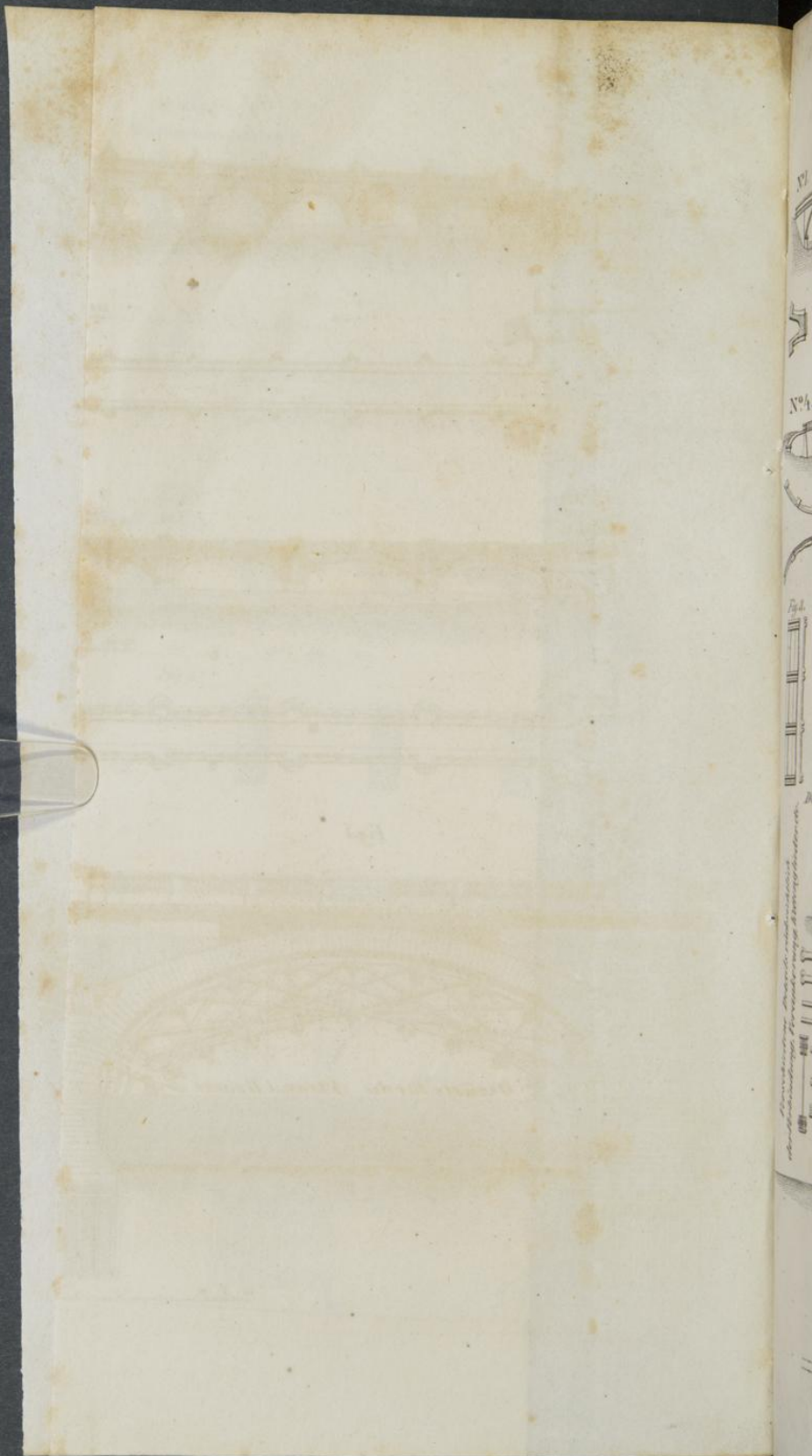


Fig. 6



Ansicht eines Bogens der Strand Brücke



N^o1. Helmsdal



N^o3. Patarcher Brücke über den See.



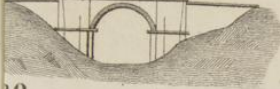
N^o4. Bonarsche Brücke von Craig Ellachie.



N^o7. Brücke von Adrie.



Easter Fearn'sche Brücke.



Brücke von Aultmore.



Fig. 3. Fig. 4.



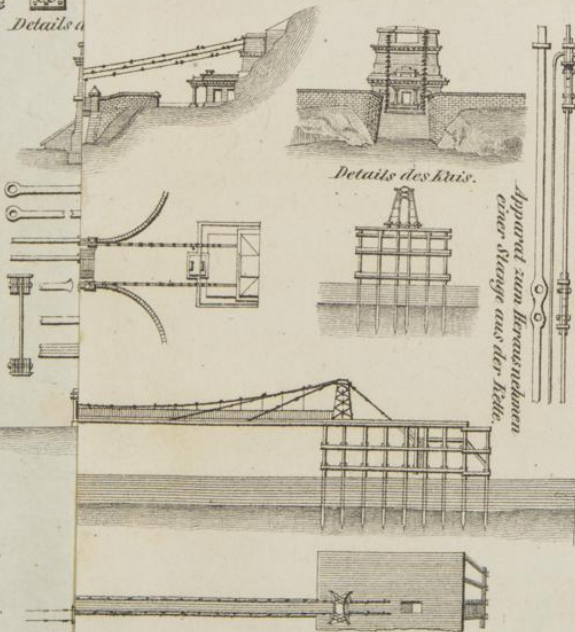
N^o9.



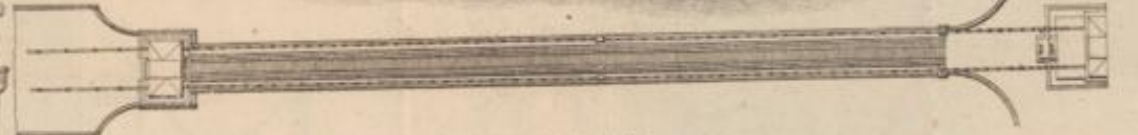
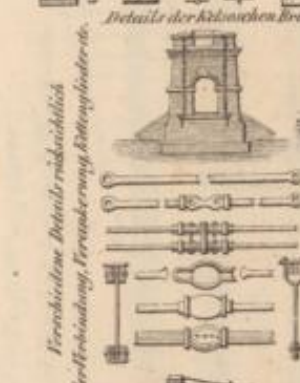
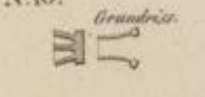
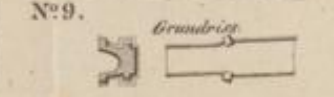
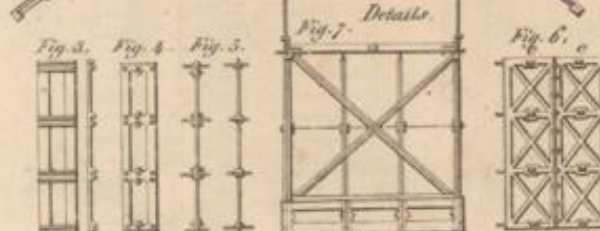
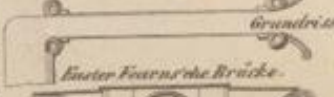
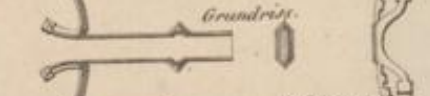
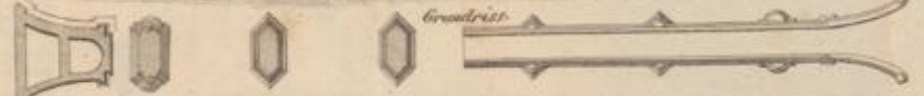
N^o10.



Verschiedene Details hinsichtlich
 der Verbindung, Verankerung, Kettenglieder etc.



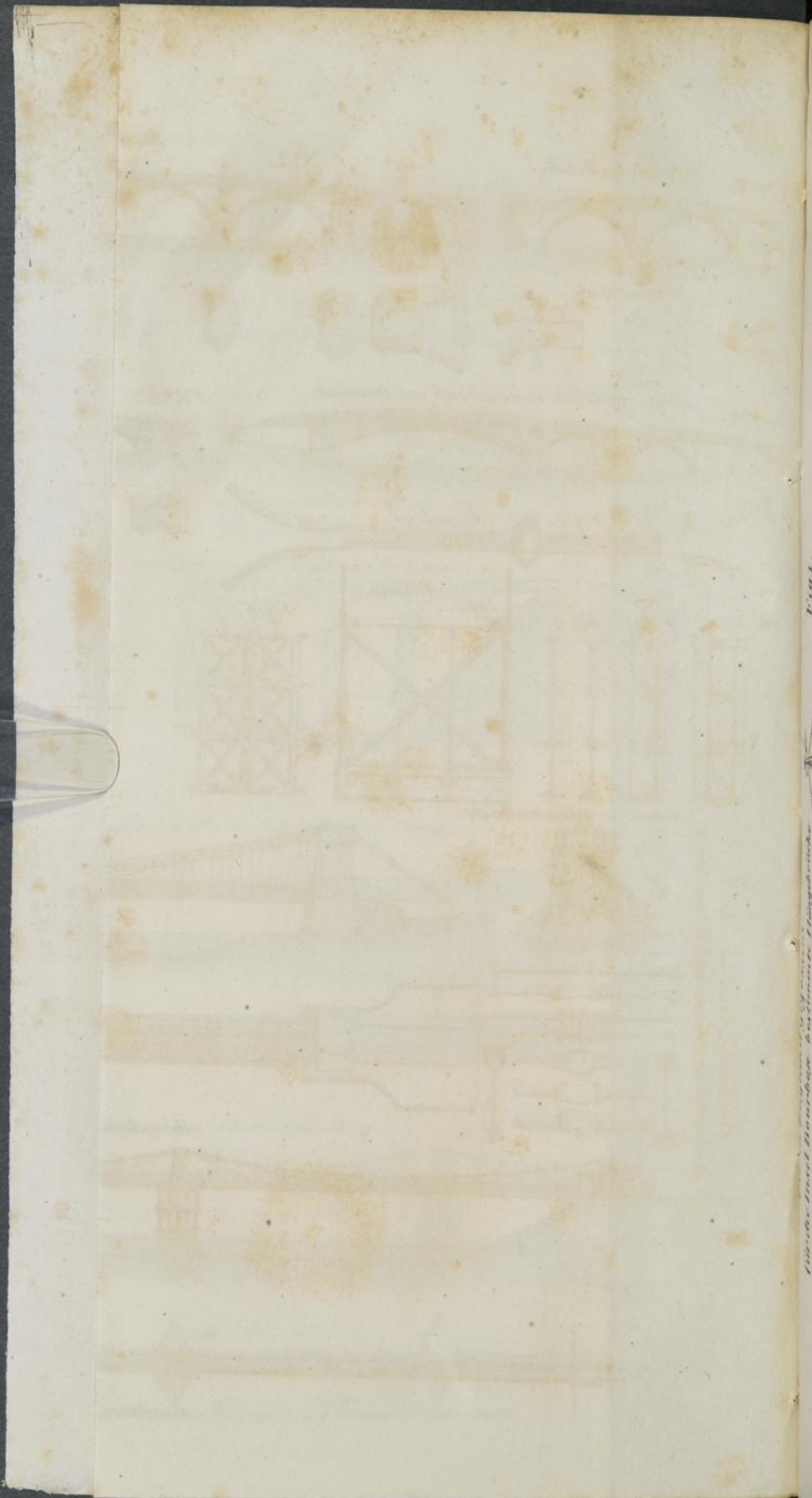
Apparat zum Herunternehmen
 eines Steigs aus der Höhe.



Maassstab von 10 20 50 100 200 Keith & Keith.

Verzeichnete Details hauptsächlich der Verbindung, Verankerung, Böschungsbauten.

Apparat zum Anbringen einer Stange aus der Höhe.



1794

Die erste und zweite Seite des Buches

Die in England gegossene
für die Insel Bourbez bestimmte Hängebrücke

Fig. 1.

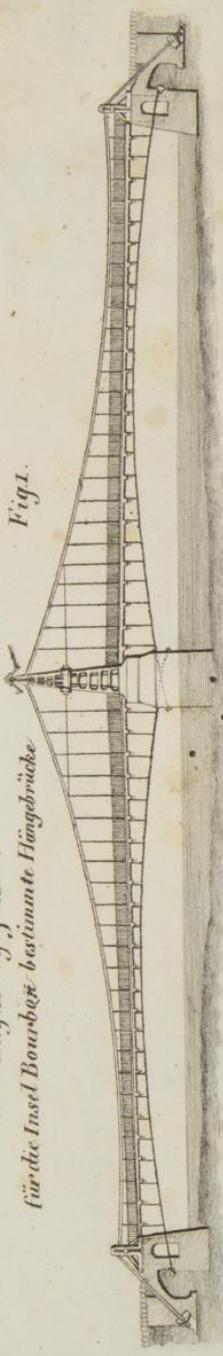
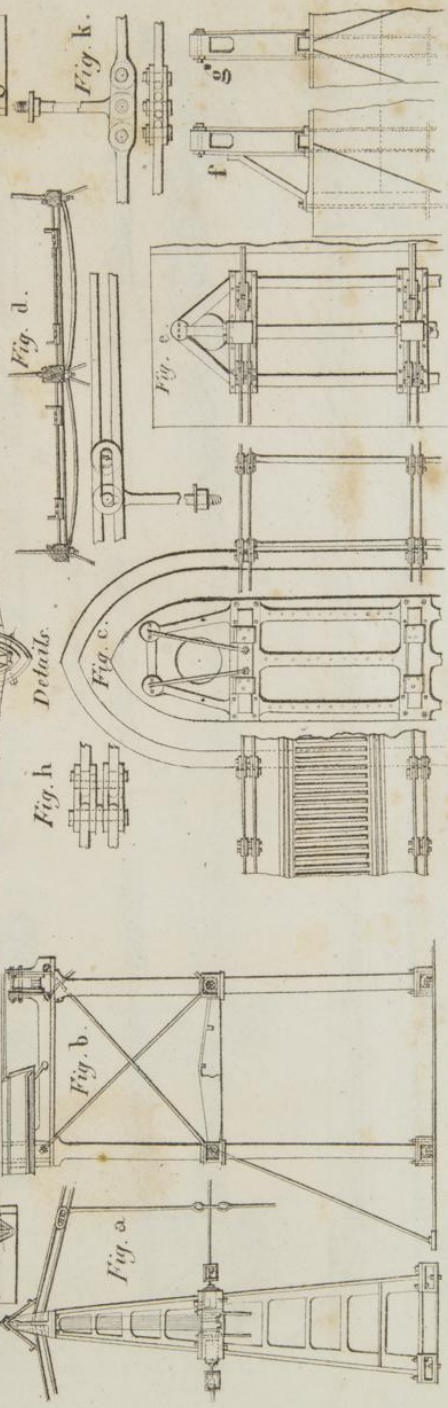
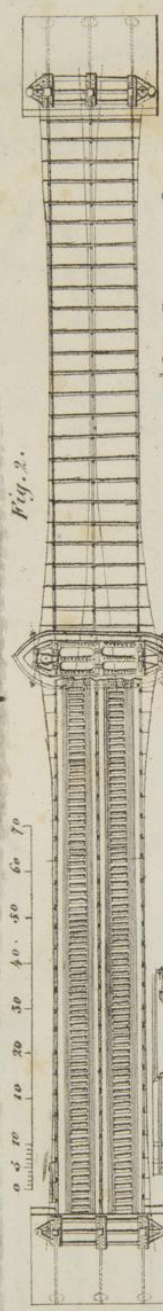
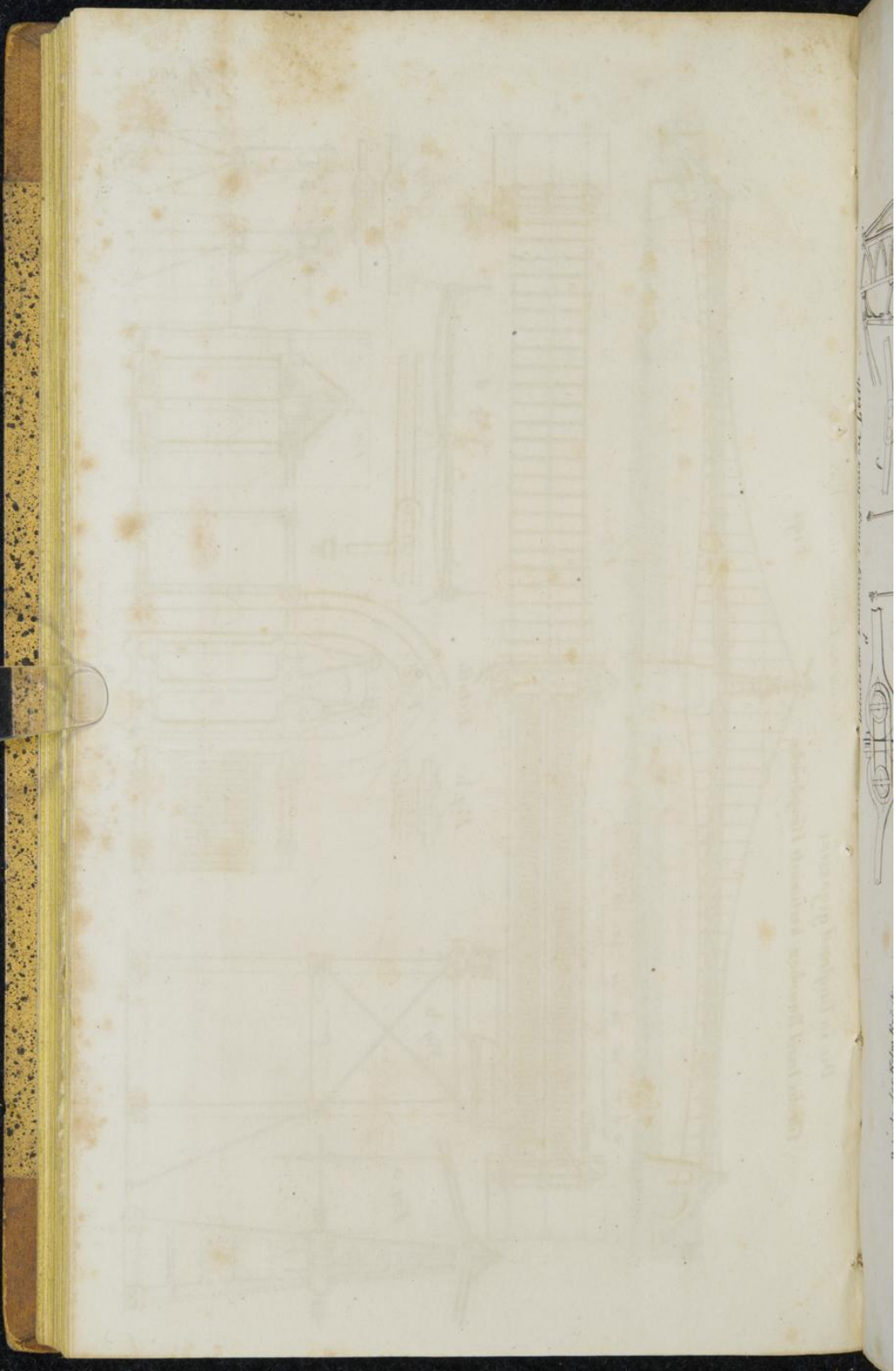


Fig. 2.

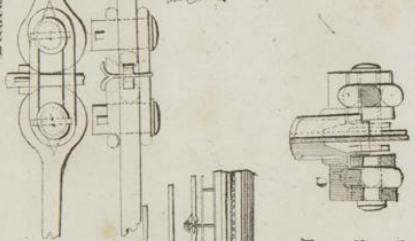
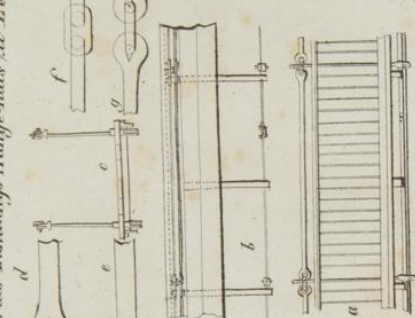
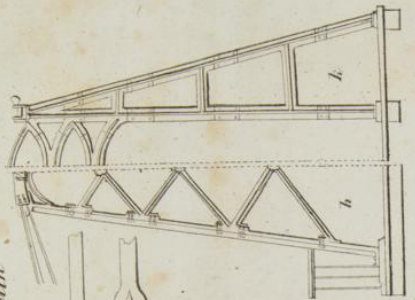


Details.

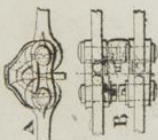
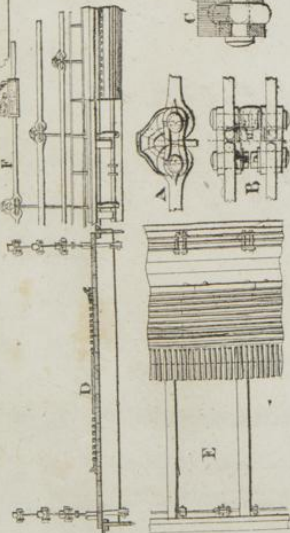


Architectural drawing, possibly a perspective view of a building, with faint text below it.

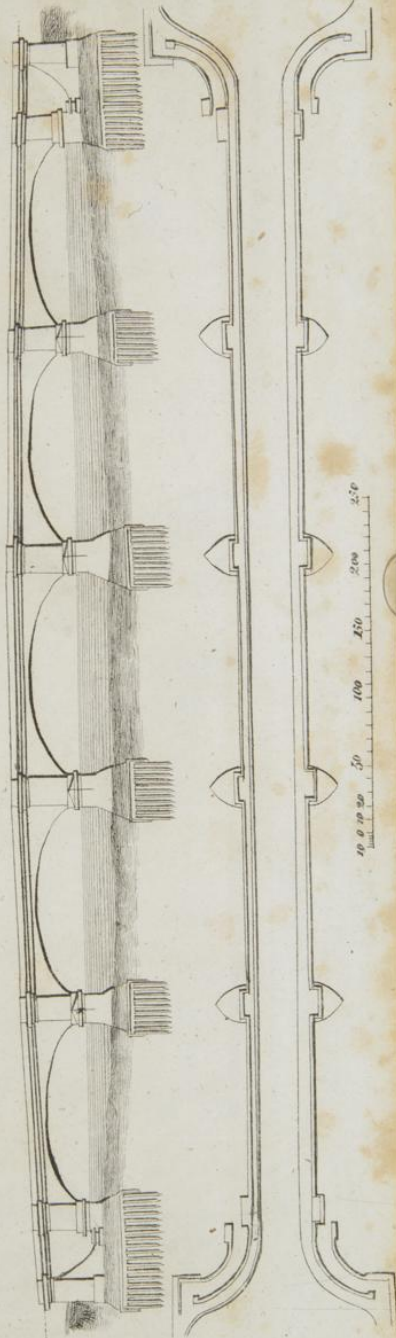
Details des Landgangs Hänge-Brückes zu Leith

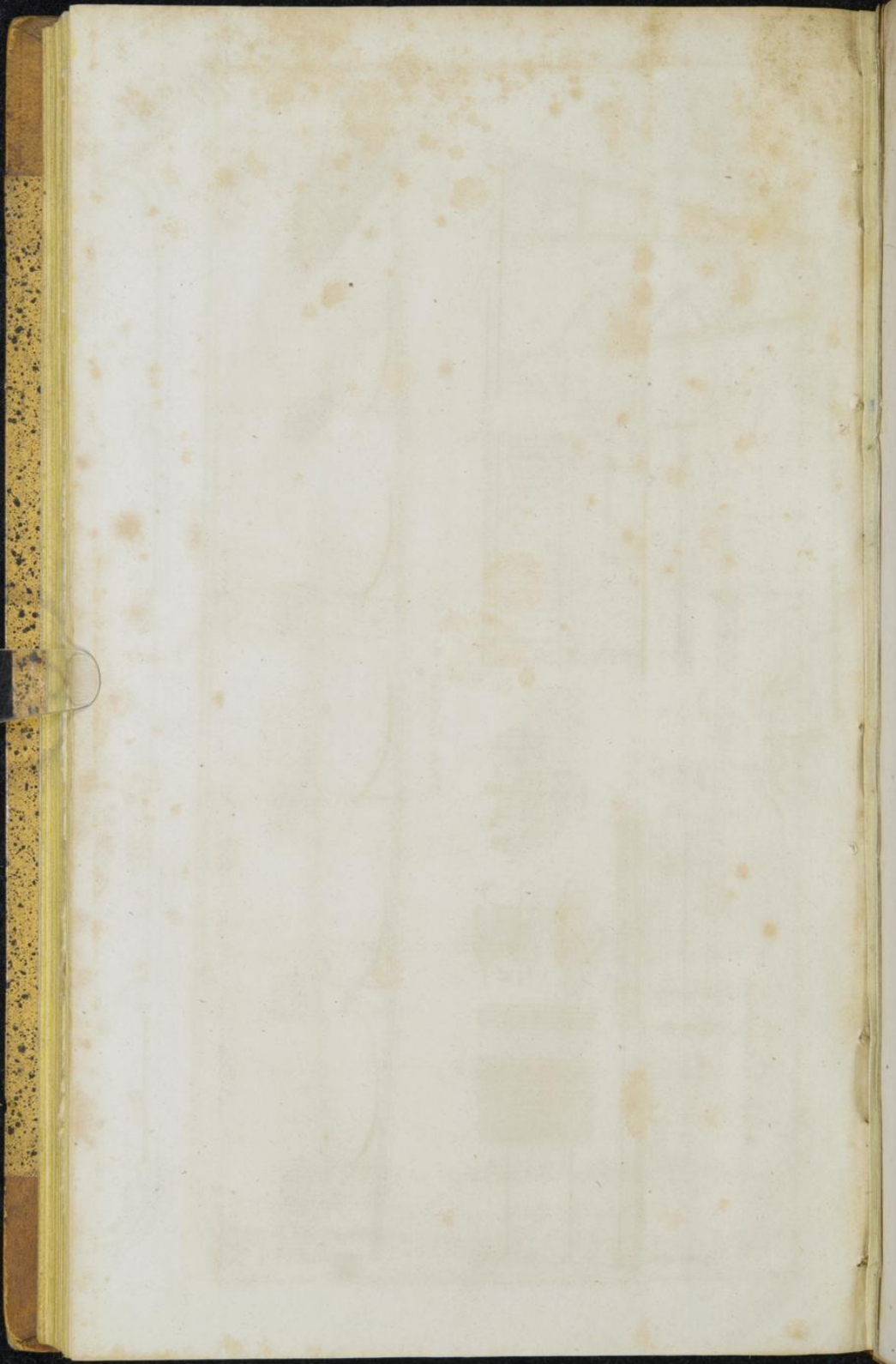


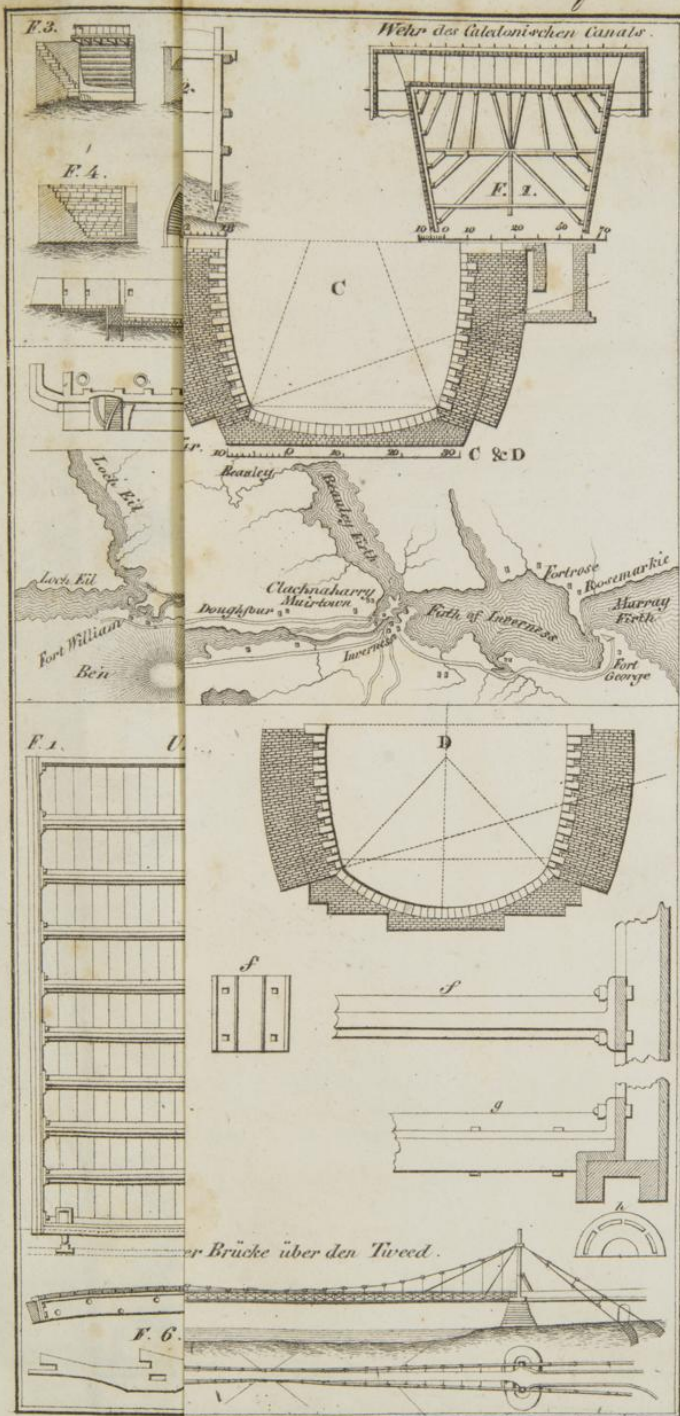
Details der Klee-Brücke

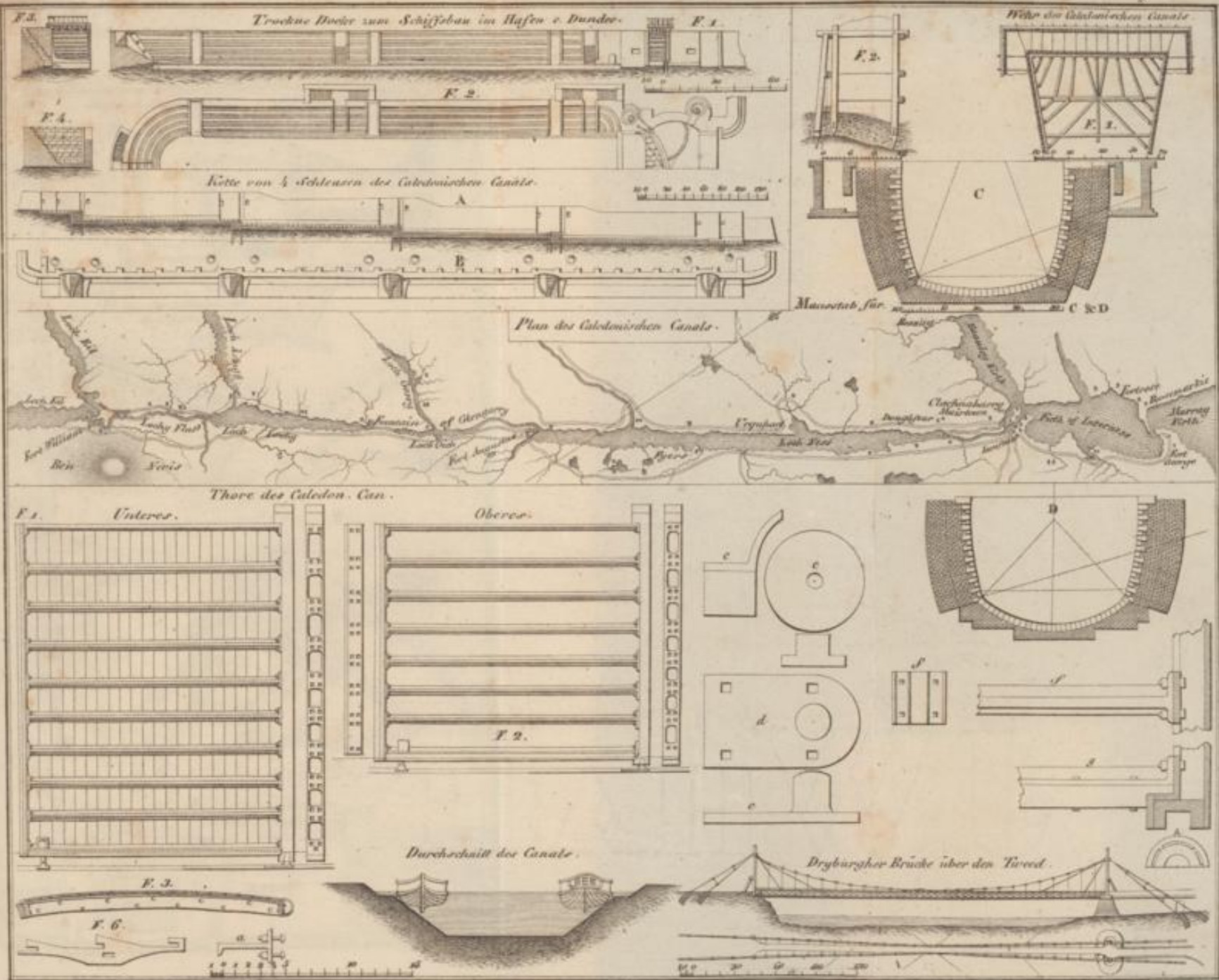


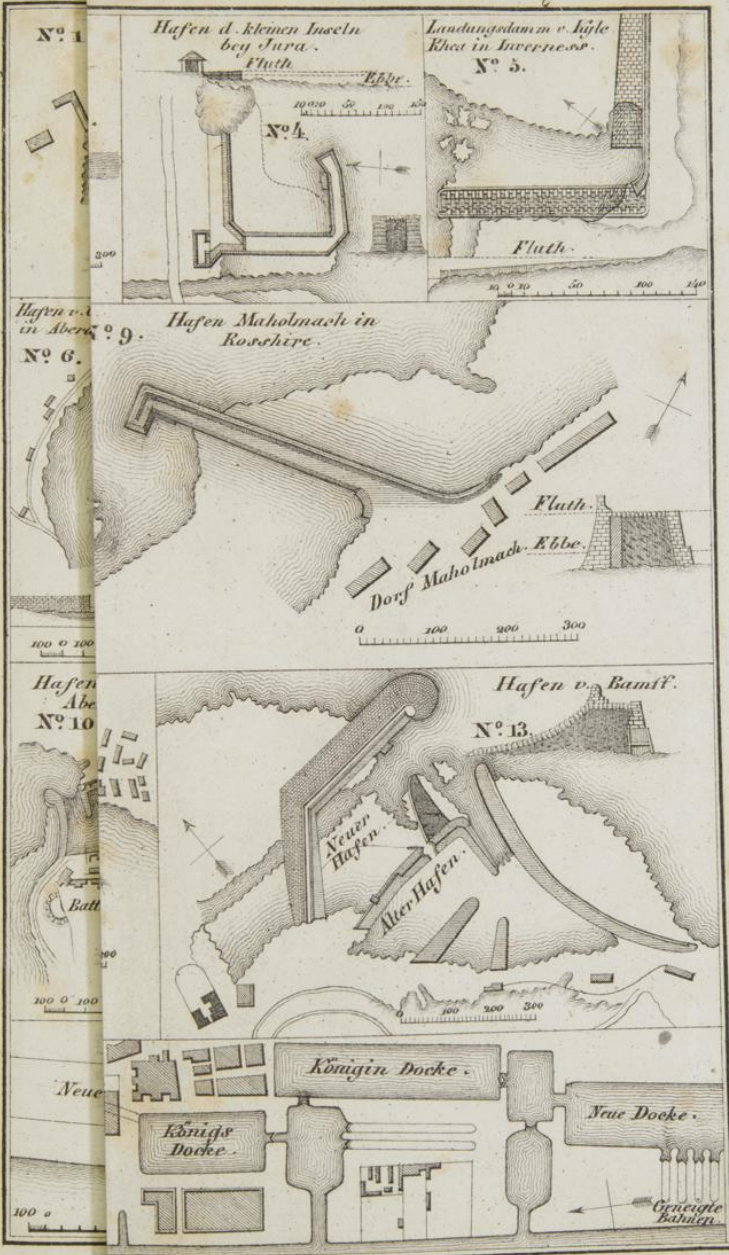
Neue London-Brücke

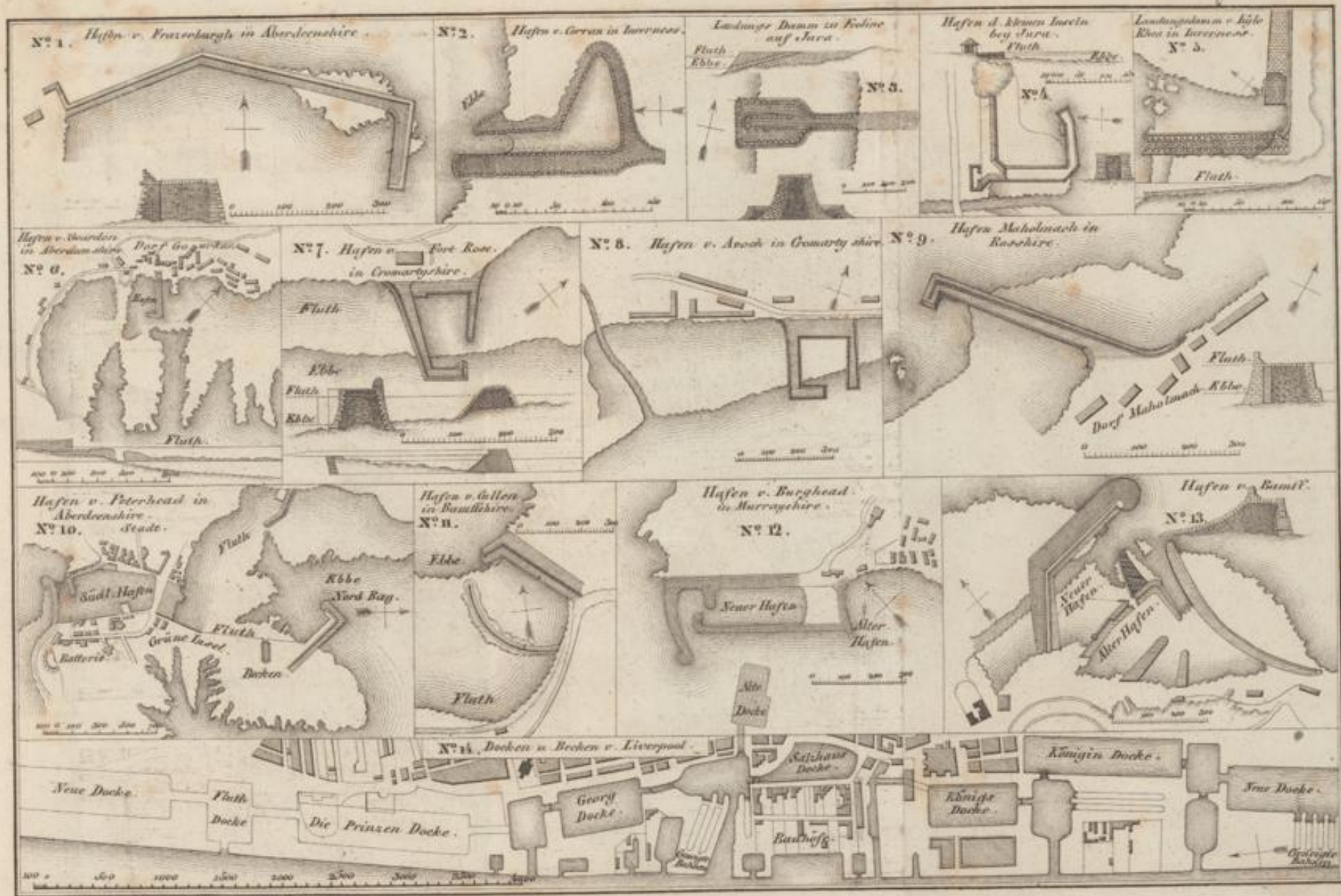










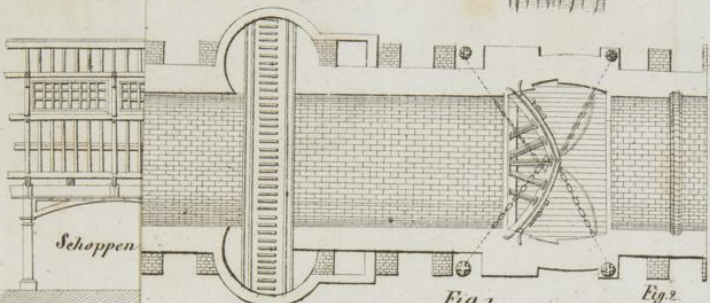


Londonscher Docken

Eiserne Schopp

Fig. 1.

Südliche E.



Schoppen

Fig. 1.

Fig. 2.

Rum = u

Fig. 3.

Doppeltes Schleusenthor

des Regenten Canals

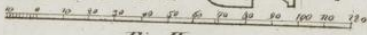
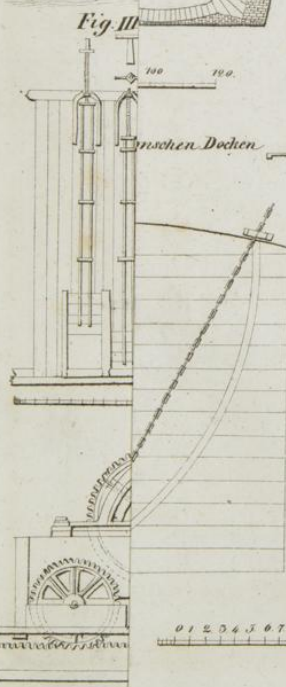
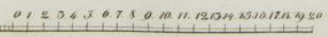
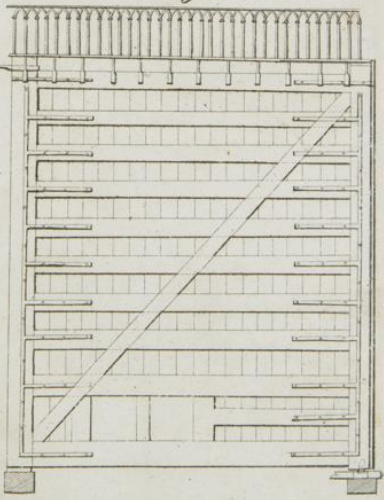


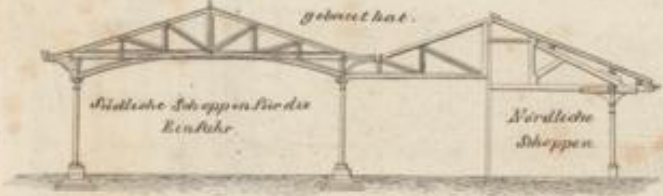
Fig. II.



mischen Doeken



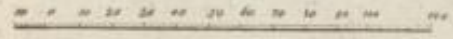
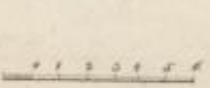
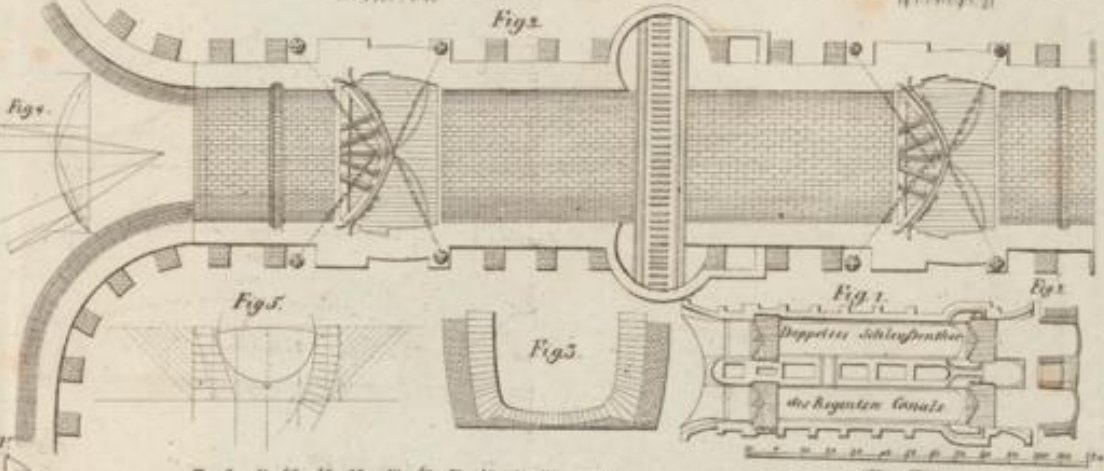
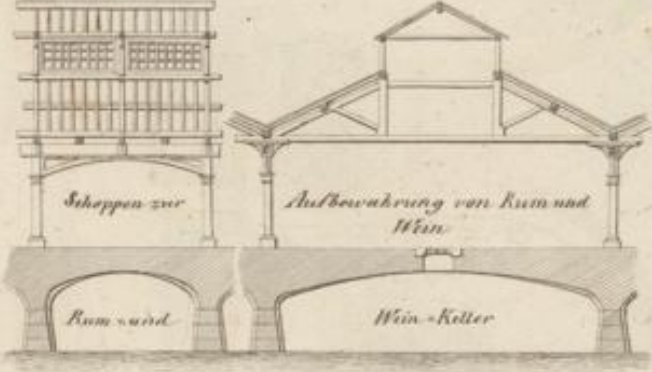
Eiserne Schuppen, die Hr. Keanne bey den Westindischen Docks
gebaut hat.



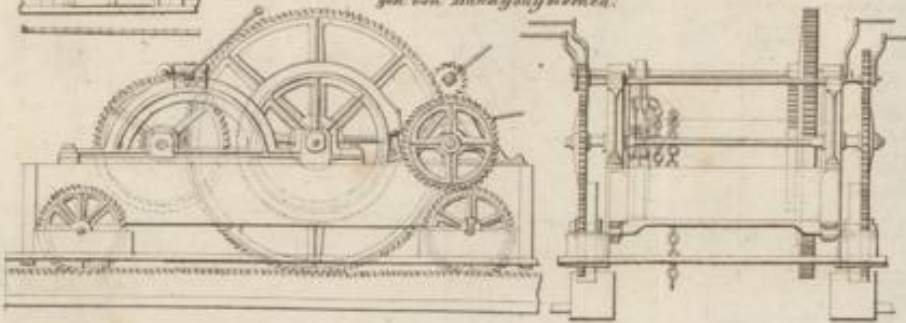
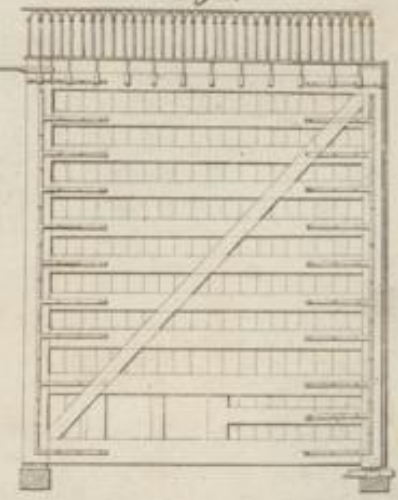
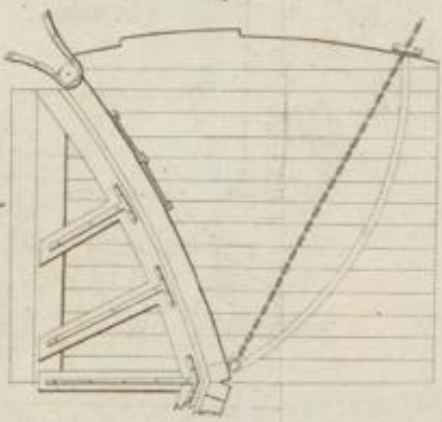
Einfahrt zu den Londonischen Docks



Fig. 1.



Schleusenothor der Londonischen Docks

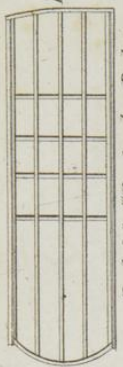


PIETRO BASTIENI DEL. NICOLA GOTTSCHE LOWE SCULPT.

Zugbrücke über den Caledonischen Canal.



Fig. 2.



Zugbrücke über den London Docks.

Fig. 1.

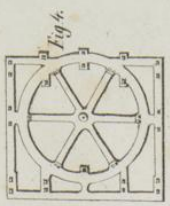
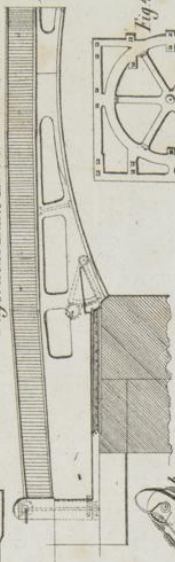
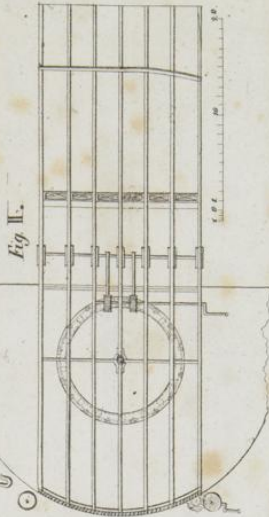


Fig. 5.



Fig. 6.



Eiserner Krabbe zu fluss.

Fig. 10.

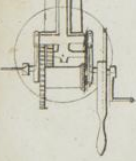


Fig. A. Eiserner Krabbe zu Liverpool.

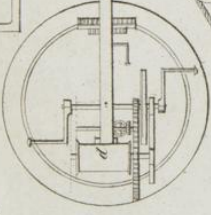


Fig. 5.

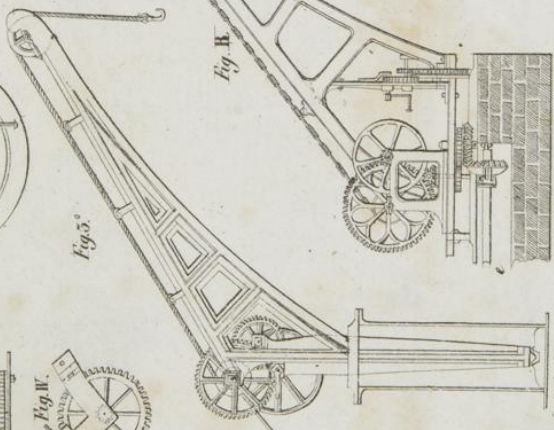


Fig. B.

Fig. III.

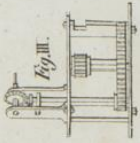


Fig. IV.



Fig. A.

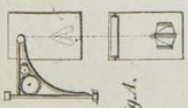
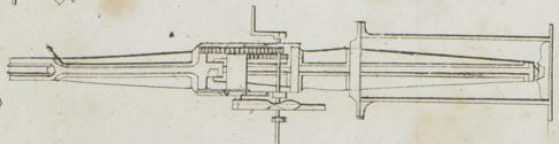
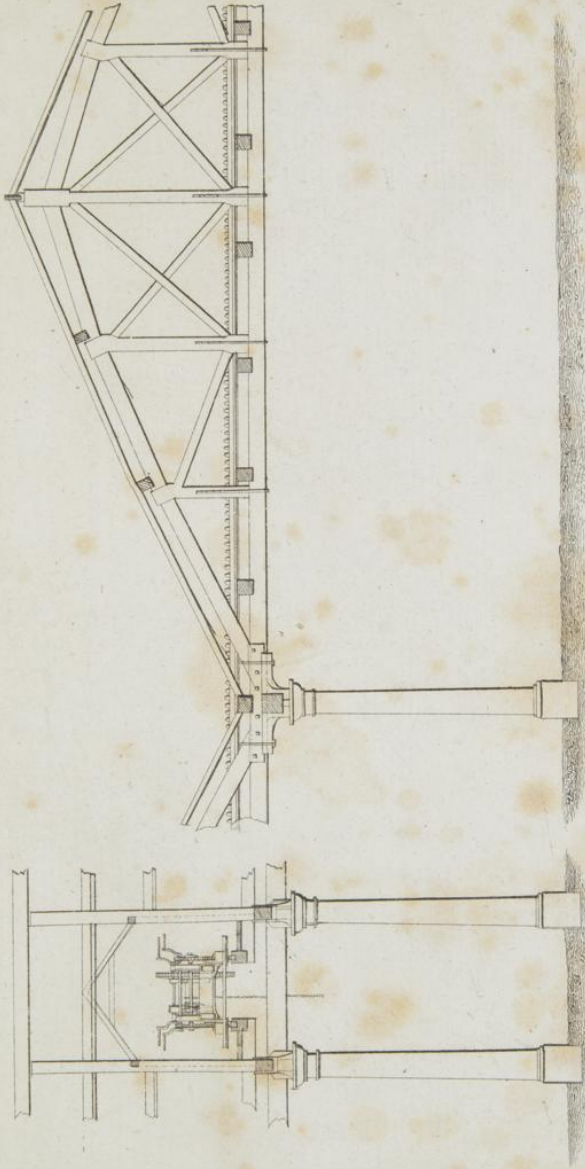


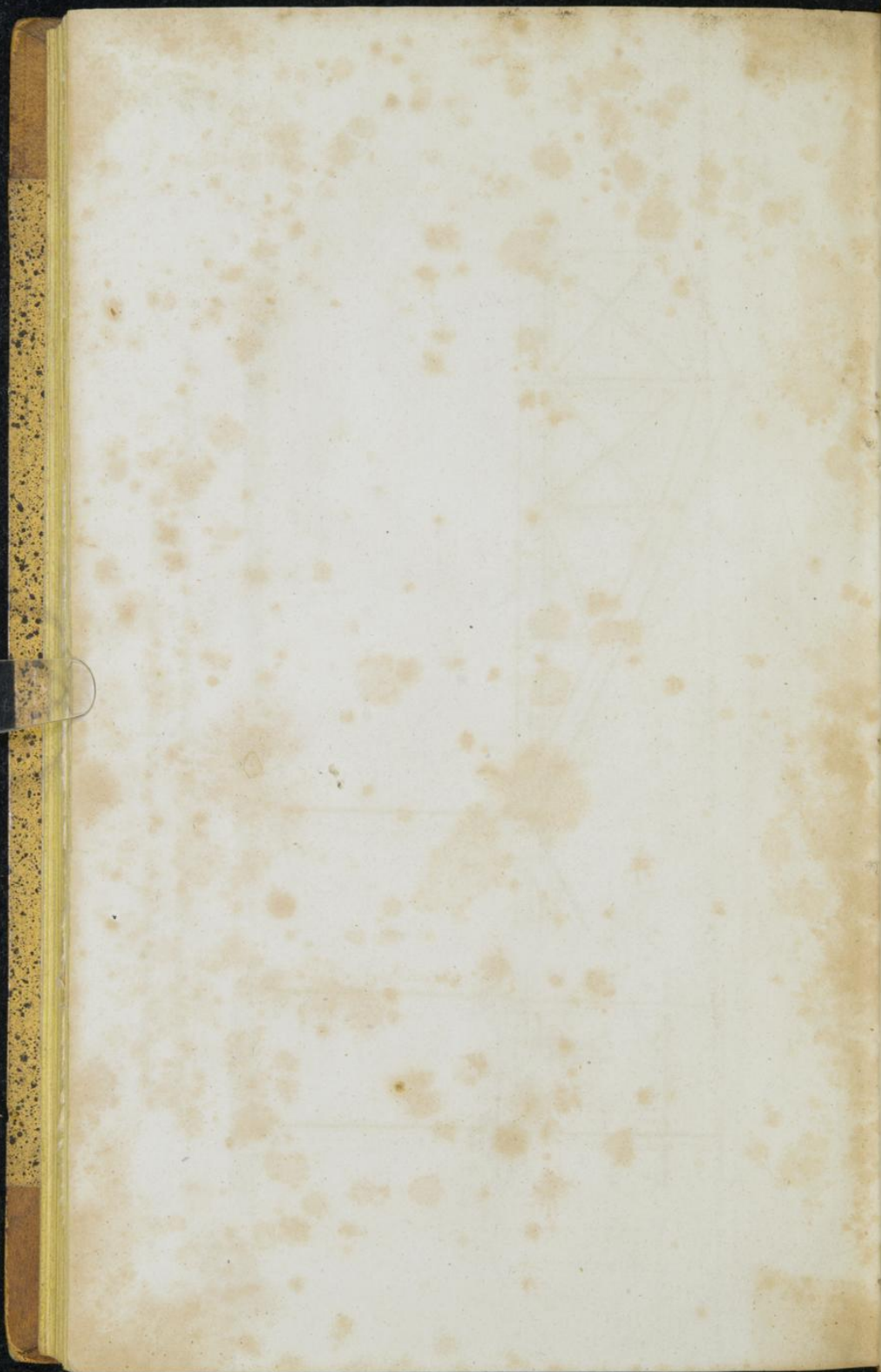
Fig. 2.

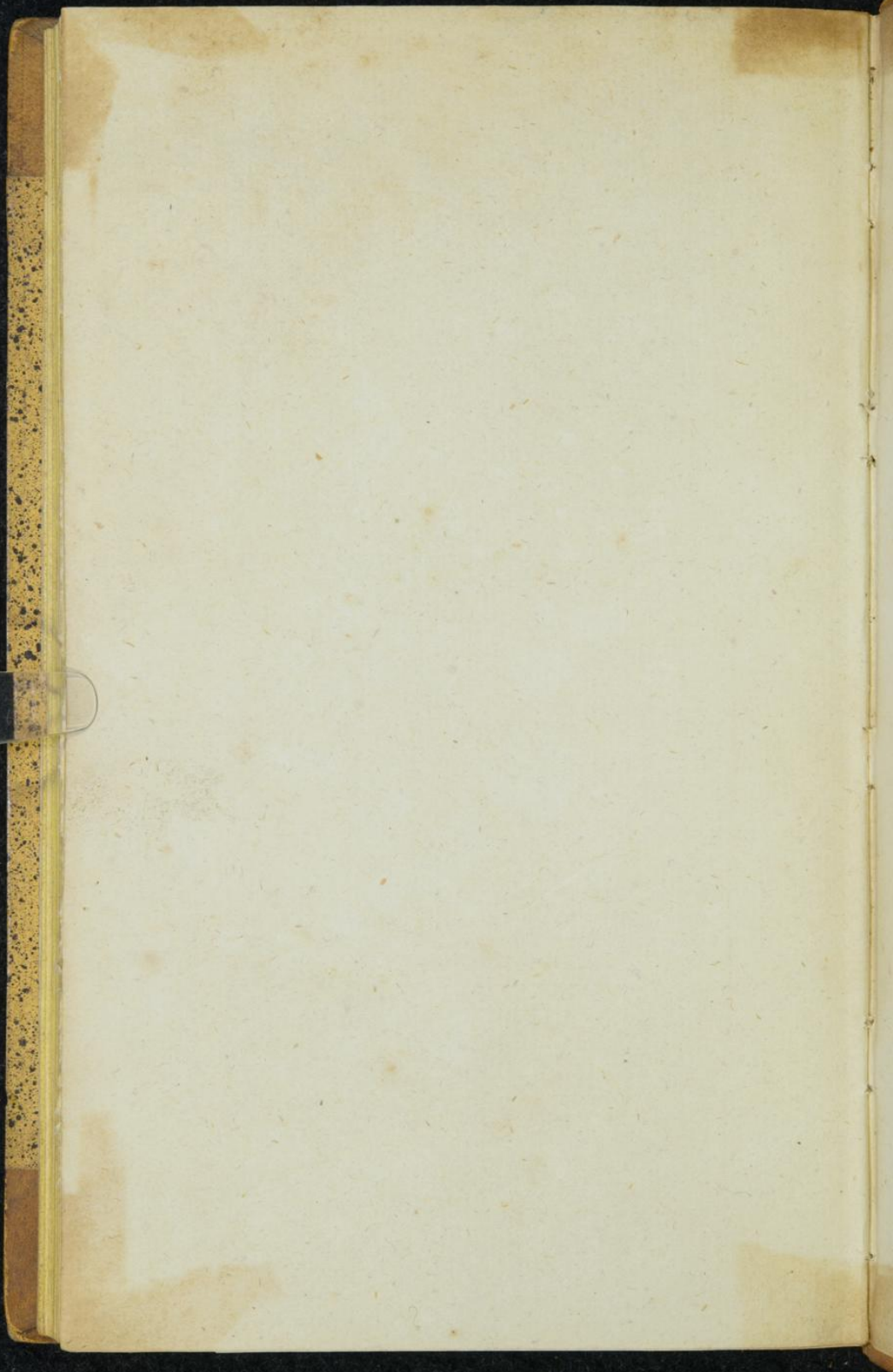


1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 70 71 72 73 74 75 76 77 78 79 80 81 82 83 84 85 86 87 88 89 90 91 92 93 94 95 96 97 98 99 100



*Construction der vom Haken mit bey den Weichwachen Docken zum Aufbewahren von
Machugony-Bälken gebaueten Schoppen nebst Ansicht der Maschine.*





Inches 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 8
 Centimetres

TIFFEN® Color Control Patches

© The Tiffen Company, 2007

Blue	Cyan	Green	Yellow	Red	Magenta	White	3/Color	Black
Light Blue	Light Cyan	Light Green	Light Yellow	Light Red	Light Magenta	White	Light Gray	Light Black
Dark Blue	Dark Cyan	Dark Green	Dark Yellow	Dark Red	Dark Magenta	White	Dark Gray	Dark Black

A	1	2	3	4	5	6	M	8	9	10	11	12	13	14	15	B	17	18	19
	R	G	B				W	G		K				C	Y	M			
	Red	Green	Blue				White	Gray		Black				Cyan	Yellow	Magenta			

TIFFEN® Gray Scale

© The Tiffen Company, 2007

