

Badische Landesbibliothek Karlsruhe

Digitale Sammlung der Badischen Landesbibliothek Karlsruhe

Resultate für den Maschinenbau

[Hauptband]

Redtenbacher, Ferdinand

Mannheim, 1848

Fünfter Abschnitt. Resultate aus der Hydraulik

[urn:nbn:de:bsz:31-282867](https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:bsz:31-282867)

Fünfter Abschnitt.

Resultate aus der Hydraulik.

Tafel XV.

Ausfluss des Wassers.

119.

Geschwindigkeit, mit welcher das Wasser aus einer Oeffnung in einer dünnen Wand ausfliesst.

Es müssen hier mehrere Fälle unterschieden werden.

- a) Die Oeffnung mündet in die freie Luft und befindet sich in einer Seitenwand, Fig. 127. In diesem Falle ist die Geschwindigkeit V , mit welcher ein Wassertheilchen in einen Punkt austritt, der sich in einer Tiefe h unter der Oberfläche des Wassers befindet, gleich $\sqrt{2 g h}$; dagegen ist die mittlere Geschwindigkeit, mit welcher das Wasser durch die ganze Oeffnung ausfliesst, $\sqrt{2 g H}$; wobei H die Tiefe des Schwerpunktes der Ausflussöffnung unter dem Wasserspiegel bedeutet. Die erstere dieser Regeln ist genau, die letztere ist nur annähernd richtig, und die Annäherung ist um so grösser, je kleiner die Dimensionen der Oeffnung im Vergleich mit der Tiefe H sind.
- b) Die Oeffnung mündet in's Freie, und befindet sich am Boden des Gefässes, Fig. 128. Hier ist die Geschwindigkeit, mit welcher das Wasser in irgend einem Punkt der Oeffnung austritt, so wie auch die mittlere Geschwindigkeit nahe $\sqrt{2 g h}$. Diese Regel ist um so genauer, je kleiner die Dimensionen der Oeffnung im Vergleich mit h sind.
- c) Die Ausflussöffnung befindet sich unter Wasser an irgend einem Ort der Gefässwand, Fig. 129. Bezeichnet man den Verticalabstand der Wasserspiegel innerhalb und ausserhalb des Gefässes, mit h , so ist die Ausflussgeschwindigkeit gleich $\sqrt{2 g h}$.

120.

Tabelle der Geschwindigkeiten und zugehörigen Druckhöhen.

| Geschwindigkeit. | Zugehörige Höhe. |
|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| M. |
0.01	0.00001	0.40	0.00816	0.79	0.0318	1.18	0.0710
0.02	0.00002	0.41	0.00860	0.80	0.0326	1.19	0.0722
0.03	0.00005	0.42	0.00900	0.81	0.0334	1.20	0.0734
0.04	0.00009	0.43	0.00940	0.82	0.0343	1.21	0.0746
0.05	0.00013	0.44	0.00980	0.83	0.0351	1.22	0.0758
0.06	0.00019	0.45	0.01030	0.84	0.0360	1.23	0.0771
0.07	0.00026	0.46	0.01080	0.85	0.0368	1.24	0.0783
0.08	0.00034	0.47	0.01120	0.86	0.0377	1.25	0.0797
0.09	0.00043	0.48	0.01170	0.87	0.0386	1.26	0.0809
0.10	0.00051	0.49	0.01220	0.88	0.0395	1.27	0.0822
0.11	0.00062	0.50	0.01270	0.89	0.0404	1.28	0.0835
0.12	0.00074	0.51	0.0132	0.90	0.0413	1.29	0.0848
0.13	0.00087	0.52	0.0138	0.91	0.0422	1.30	0.0861
0.14	0.00101	0.53	0.0143	0.92	0.0431	1.31	0.0875
0.15	0.00115	0.54	0.0148	0.93	0.0441	1.32	0.0888
0.16	0.00131	0.55	0.0154	0.94	0.0450	1.33	0.0901
0.17	0.00148	0.56	0.0160	0.95	0.0460	1.34	0.0915
0.18	0.00166	0.57	0.0165	0.96	0.0470	1.35	0.0929
0.19	0.00185	0.58	0.0171	0.97	0.0480	1.36	0.0943
0.20	0.00204	0.59	0.0177	0.98	0.0490	1.37	0.0957
0.21	0.00225	0.60	0.0184	0.99	0.0500	1.38	0.0970
0.22	0.00247	0.61	0.0190	1.00	0.0510	1.39	0.0984
0.23	0.00270	0.62	0.0196	1.01	0.0520	1.40	0.0999
0.24	0.00294	0.63	0.0202	1.02	0.0530	1.41	0.1013
0.25	0.00319	0.64	0.0209	1.03	0.0541	1.42	0.1028
0.26	0.00345	0.65	0.0215	1.04	0.0551	1.43	0.1042
0.27	0.00372	0.66	0.0222	1.05	0.0562	1.44	0.1057
0.28	0.00400	0.67	0.0229	1.06	0.0573	1.45	0.1072
0.29	0.00429	0.68	0.0236	1.07	0.0584	1.46	0.1086
0.30	0.00459	0.69	0.0243	1.08	0.0595	1.47	0.1101
0.31	0.00490	0.70	0.0250	1.09	0.0606	1.48	0.1116
0.32	0.00522	0.71	0.0257	1.10	0.0617	1.49	0.1131
0.33	0.00555	0.72	0.0264	1.11	0.0628	1.50	0.1147
0.34	0.00589	0.73	0.0272	1.12	0.0639	1.51	0.1162
0.35	0.00624	0.74	0.0279	1.13	0.0651	1.52	0.1177
0.36	0.00660	0.75	0.0287	1.14	0.0662	1.53	0.1193
0.37	0.00697	0.76	0.0295	1.15	0.0674	1.54	0.1209
0.38	0.00735	0.77	0.0302	1.16	0.0686	1.55	0.1225
0.39	0.00775	0.78	0.0310	1.17	0.0698	1.56	0.1241

Ge- schwin- digkeit	Zugehörige Höhe.	Ge- schwin- digkeit.	Zugehörige Höhe.	Ge- schwin- digkeit.	Zugehörige Höhe.	Ge- schwin- digkeit.	Zugehörige Höhe.
M.	M.	M.	M.	M.	M.	M.	M.
1.57	0.1257	2.01	0.2059	2.45	0.3060	2.89	0.4257
1.58	0.1273	2.02	0.2080	2.46	0.3085	2.90	0.4287
1.59	0.1289	2.03	0.2100	2.47	0.3110	2.91	0.4316
1.60	0.1305	2.04	0.2121	2.48	0.3135	2.92	0.4346
1.61	0.1321	2.05	0.2142	2.49	0.3160	2.93	0.4376
1.62	0.1337	2.06	0.2163	2.50	0.3186	2.94	0.4406
1.63	0.1354	2.07	0.2184	2.51	0.3211	2.95	0.4436
1.64	0.1371	2.08	0.2205	2.52	0.3237	2.96	0.4466
1.65	0.1388	2.09	0.2226	2.53	0.3263	2.97	0.4497
1.66	0.1405	2.10	0.2248	2.54	0.3289	2.98	0.4526
1.67	0.1422	2.11	0.2269	2.55	0.3315	2.99	0.4557
1.68	0.1440	2.12	0.2291	2.56	0.3341	3.00	0.4588
1.69	0.1456	2.13	0.2313	2.57	0.3367	3.01	0.4618
1.70	0.1473	2.14	0.2334	2.58	0.3393	3.02	0.4649
1.71	0.1490	2.15	0.2356	2.59	0.3419	3.03	0.4680
1.72	0.1508	2.16	0.2378	2.60	0.3446	3.04	0.4711
1.73	0.1525	2.17	0.2400	2.61	0.3472	3.05	0.4742
1.74	0.1543	2.18	0.2422	2.62	0.3499	3.06	0.4773
1.75	0.1561	2.19	0.2444	2.63	0.3526	3.07	0.4804
1.76	0.1579	2.20	0.2467	2.64	0.3553	3.08	0.4835
1.77	0.1597	2.21	0.2490	2.65	0.3580	3.09	0.4866
1.78	0.1615	2.22	0.2512	2.66	0.3607	3.10	0.4899
1.79	0.1633	2.23	0.2535	2.67	0.3634	3.11	0.4930
1.80	0.1651	2.24	0.2557	2.68	0.3661	3.12	0.4962
1.81	0.1670	2.25	0.2580	2.69	0.3688	3.13	0.4994
1.82	0.1688	2.26	0.2603	2.70	0.3716	3.14	0.5026
1.83	0.1707	2.27	0.2626	2.71	0.3744	3.15	0.5058
1.84	0.1726	2.28	0.2649	2.72	0.3771	3.16	0.5090
1.85	0.1745	2.29	0.2673	2.73	0.3799	3.17	0.5122
1.86	0.1763	2.30	0.2696	2.74	0.3827	3.18	0.5155
1.87	0.1782	2.31	0.2720	2.75	0.3855	3.19	0.5187
1.88	0.1801	2.32	0.2743	2.76	0.3883	3.20	0.5220
1.89	0.1820	2.33	0.2767	2.77	0.3911	3.21	0.5252
1.90	0.1840	2.34	0.2791	2.78	0.3939	3.22	0.5285
1.91	0.1859	2.35	0.2815	2.79	0.3967	3.23	0.5318
1.92	0.1878	2.36	0.2839	2.80	0.3996	3.24	0.5351
1.93	0.1898	2.37	0.2863	2.81	0.4025	3.25	0.5384
1.94	0.1918	2.38	0.2887	2.82	0.4054	3.26	0.5417
1.95	0.1938	2.39	0.2911	2.83	0.4082	3.27	0.5450
1.96	0.1958	2.40	0.2936	2.84	0.4111	3.28	0.5484
1.97	0.1978	2.41	0.2960	2.85	0.4140	3.29	0.5517
1.98	0.1998	2.42	0.2985	2.86	0.4169	3.30	0.5551
1.99	0.2018	2.43	0.3010	2.87	0.4198	3.31	0.5585
2.00	0.2039	2.44	0.3034	2.88	0.4228	3.32	0.5618

Ge- schwin- digkeit.	Zugehörige Höhe.	Ge- schwin- digkeit.	Zugehörige Höhe.	Ge- schwin- digkeit.	Zugehörige Höhe.	Ge- schwin- digkeit.	Zugehörige Höhe.
M.	M.	M.	M.	M.	M.	M.	M.
3·33	0·5652	3·77	0·7245	4·21	0·9035	4·65	1·1022
3·34	0·5686	3·78	0·7283	4·22	0·9078	4·66	1·1969
3·35	0·5721	3·79	0·7322	4·23	0·9121	4·67	1·1117
3·36	0·5755	3·80	0·7361	4·24	0·9164	4·78	1·1164
3·37	0·5789	3·81	0·7400	4·25	0·9207	4·69	1·1212
3·38	0·5823	3·82	0·7438	4·26	0·9251	4·70	1·1260
3·39	0·5858	3·83	0·7478	4·27	0·9294	4·71	1·1308
3·40	0·5893	3·84	0·7517	4·28	0·9337	4·72	1·1356
3·41	0·5927	3·85	0·7556	4·29	0·9381	4·73	1·1404
3·42	0·5962	3·86	0·7595	4·30	0·9425	4·74	1·1452
3·43	0·5997	3·87	0·7634	4·31	0·9469	4·75	1·1501
3·44	0·6032	3·88	0·7674	4·32	0·9513	4·76	1·1549
3·45	0·6067	3·89	0·7713	4·33	0·9557	4·77	1·1598
3·46	0·6102	3·90	0·7753	4·34	0·9601	4·78	1·1647
3·47	0·6138	3·91	0·7793	4·35	0·9646	4·79	1·1695
3·48	0·6173	3·92	0·7833	4·36	0·9690	4·80	1·1744
3·49	0·6209	3·93	0·7873	4·37	0·9734	4·81	1·1793
3·50	0·6244	3·94	0·7913	4·38	0·9779	4·82	1·1842
3·51	0·6280	3·95	0·7953	4·39	0·9823	4·83	1·1891
3·52	0·6316	3·96	0·7993	4·40	0·9869	4·84	1·1941
3·53	0·6352	3·97	0·8034	4·41	0·9913	4·85	1·1990
3·54	0·6388	3·98	0·8074	4·42	0·9958	4·86	1·2040
3·55	0·6424	3·99	0·8115	4·43	1·0003	4·87	1·2090
3·56	0·6460	4·00	0·8156	4·44	1·0048	4·88	1·2139
3·57	0·6497	4·01	0·8197	4·45	1·0094	4·89	1·2189
3·58	0·6533	4·02	0·8238	4·46	1·0140	4·90	1·2239
3·59	0·6569	4·03	0·8279	4·47	1·0185	4·91	1·2289
3·60	0·6606	4·04	0·8320	4·48	1·0231	4·92	1·2339
3·61	0·6643	4·05	0·8361	4·49	1·0276	4·93	1·2389
3·62	0·6680	4·06	0·8402	4·50	1·0322	4·94	1·2440
3·63	0·6717	4·07	0·8444	4·51	1·0368	4·95	1·2490
3·64	0·6754	4·08	0·8485	4·52	1·0414	4·96	1·2541
3·65	0·6791	4·09	0·8527	4·53	1·0460	4·97	1·2591
3·66	0·6828	4·10	0·8569	4·54	1·0507	4·98	1·2642
3·67	0·6866	4·11	0·8611	4·55	1·0553	4·99	1·2693
3·68	0·6903	4·12	0·8653	4·56	1·0599	5·00	1·2744
3·69	0·6940	4·13	0·8695	4·57	1·0646	5·01	1·2795
3·70	0·6978	4·14	0·8737	4·58	1·0692	5·02	1·2846
3·71	0·7016	4·15	0·8779	4·59	1·0739	5·03	1·2897
3·72	0·7054	4·16	0·8821	4·60	1·0786	5·04	1·2948
3·73	0·7092	4·17	0·8864	4·61	1·0833	5·05	1·3000
3·74	0·7130	4·18	0·8906	4·62	1·0880	5·06	1·3051
3·75	0·7168	4·19	0·8949	4·63	1·0927	5·07	1·3103
3·76	0·7206	4·20	0·8992	4·64	1·0974	5·08	1·3155

Ge- schwin- digkeit.	Zugehörige Höhe.	Ge- schwin- digkeit.	Zugehörige Höhe.	Ge- schwin- digkeit.	Zugehörige Höhe.	Ge- schwin- digkeit.	Zugehörige Höhe.
M.	M.	M.	M.	M.	M.	M.	M.
5·09	1·3206	5·53	1·5588	5·97	1·8168	6·41	2·0945
5·10	1·3258	5·54	1·5645	5·98	1·8229	6·42	2·1010
5·11	1·3311	5·55	1·5701	5·99	1·8290	6·43	2·1075
5·12	1·3363	5·56	1·5758	6·00	1·8351	6·44	2·1141
5·13	1·3415	5·57	1·5815	6·01	1·8412	6·45	2·1207
5·14	1·3467	5·58	1·5872	6·02	1·8473	6·46	2·1273
5·15	1·3520	5·59	1·5929	6·03	1·8535	6·47	2·1338
5·16	1·3572	5·60	1·5986	6·04	1·8596	6·48	2·1404
5·17	1·3625	5·61	1·6043	6·05	1·8658	6·49	2·1471
5·18	1·3678	5·62	1·6100	6·06	1·8720	6·50	2·1537
5·19	1·3730	5·63	1·6157	6·07	1·8782	6·51	2·1603
5·20	1·3784	5·64	1·6215	6·08	1·8843	6·52	2·1670
5·21	1·3837	5·65	1·6272	6·09	1·8905	6·53	2·1736
5·22	1·3890	5·66	1·6330	6·10	1·8968	6·54	2·1803
5·23	1·3943	5·67	1·6388	6·11	1·9030	6·55	2·1869
5·24	1·3996	5·68	1·6446	6·12	1·9092	6·56	2·1936
5·25	1·4050	5·69	1·6503	6·13	1·9155	6·57	2·2003
5·26	1·4103	5·70	1·6562	6·14	1·9217	6·58	2·2070
5·27	1·4157	5·71	1·6620	6·15	1·9280	6·59	2·2137
5·28	1·4211	5·72	1·6678	6·16	1·9343	6·60	2·2205
5·29	1·4265	5·73	1·6736	6·17	1·9405	6·61	2·2272
5·30	1·4319	5·74	1·6795	6·18	1·9468	6·62	2·2339
5·31	1·4373	5·75	1·6854	6·19	1·9531	6·63	2·2407
5·32	1·4427	5·76	1·6912	6·20	1·9595	6·64	2·2474
5·33	1·4481	5·77	1·6971	6·21	1·9658	6·65	2·2542
5·34	1·4535	5·78	1·7030	6·22	1·9721	6·66	2·2610
5·35	1·4590	5·79	1·7089	6·23	1·9785	6·67	2·2678
5·36	1·4645	5·80	1·7148	6·24	1·9848	6·68	2·2746
5·37	1·4699	5·81	1·7207	6·25	1·9912	6·69	2·2814
5·38	1·4754	5·82	1·7266	6·26	1·9976	6·70	2·2883
5·39	1·4809	5·83	1·7326	6·27	2·0039	6·71	2·2951
5·40	1·4864	5·84	1·7385	6·28	2·0103	6·72	2·3019
5·41	1·4919	5·85	1·7445	6·29	2·0167	6·73	2·3088
5·42	1·4975	5·86	1·7505	6·30	2·0232	6·74	2·3156
5·43	1·5030	5·87	1·7564	6·31	2·0296	6·75	2·3225
5·44	1·5085	5·88	1·7624	6·32	2·0361	6·76	2·3294
5·45	1·5141	5·89	1·7684	6·33	2·0425	6·77	2·3363
5·46	1·5196	5·90	1·7744	6·34	2·0490	6·78	2·3432
5·47	1·5252	5·91	1·7805	6·35	2·0554	6·79	2·3501
5·48	1·5308	5·92	1·7865	6·36	2·0619	6·80	2·3571
5·49	1·5364	5·93	1·7925	6·37	2·0684	6·81	2·3640
5·50	1·5420	5·94	1·7986	6·38	2·0749	6·82	2·3709
5·51	1·5476	5·95	1·8046	6·39	2·0814	6·83	2·3779
5·52	1·5532	5·96	1·8107	6·40	2·0879	6·84	2·3849

| Geschwindigkeit. | Zugehörige Höhe. |
|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| M. |
6·85	2·3919	7·29	2·7090	7·73	3·0459	8·17	3·4025
6·86	2·3989	7·30	2·7164	7·74	3·0538	8·18	3·4108
6·87	2·4059	7·31	2·7239	7·75	3·0617	8·19	3·4192
6·88	2·4129	7·32	2·7313	7·76	3·0696	8·20	3·4275
6·89	2·4199	7·33	2·7388	7·77	3·0775	8·21	3·4359
6·90	2·4269	7·34	2·7463	7·78	3·0854	8·22	3·4443
6·91	2·4339	7·35	2·7538	7·79	3·0933	8·23	3·4526
6·92	2·4410	7·36	2·7613	7·80	3·1013	8·24	3·4610
6·93	2·4481	7·37	2·7688	7·81	3·1092	8·25	3·4695
6·94	2·4551	7·38	2·7763	7·82	3·1172	8·26	3·4779
6·95	2·4622	7·39	2·7838	7·83	3·1252	8·27	3·4863
6·96	2·4693	7·40	2·7914	7·84	3·1332	8·28	3·4947
6·97	2·4764	7·41	2·7989	7·85	3·1412	8·29	3·5032
6·98	2·4835	7·42	2·8065	7·86	3·1492	8·30	3·5116
6·99	2·4906	7·43	2·8140	7·87	3·1572	8·31	3·5201
7·00	2·4978	7·44	2·8216	7·88	3·1652	8·32	3·5286
7·01	2·5049	7·45	2·8292	7·89	3·1733	8·33	3·5371
7·02	2·5121	7·46	2·8368	7·90	3·1813	8·34	3·5455
0·03	2·5192	7·47	2·8444	7·91	3·1894	8·35	3·5541
7·04	2·5264	7·48	2·8521	7·92	3·1974	8·36	3·5626
7·05	2·5336	7·49	2·8597	7·93	3·2055	8·37	3·5711
7·06	2·5408	7·50	2·8673	7·94	3·2136	8·38	3·5796
7·07	2·5480	7·51	2·8750	7·95	3·2217	8·39	3·5882
7·08	2·5552	7·52	2·8826	7·96	3·2298	8·40	3·5968
7·09	2·5624	7·53	2·8903	7·97	3·2380	8·41	3·6053
7·10	2·5696	7·54	2·8980	7·98	3·2461	8·42	3·6139
7·11	2·5769	7·55	2·9057	7·99	3·2542	8·43	3·6225
7·12	2·5841	7·56	2·9134	8·00	3·2624	8·44	3·6311
7·13	2·5914	7·57	2·9211	8·01	3·2705	8·45	3·6397
7·14	2·5987	7·58	2·9288	8·02	3·2787	8·46	3·6483
7·15	2·6060	7·59	2·9365	8·03	3·2869	8·47	3·6570
7·16	2·6132	7·60	2·9443	8·04	2·2951	8·48	3·6656
7·17	2·6205	7·61	2·9520	8·05	3·3033	8·49	3·6743
7·18	2·6279	7·62	2·9598	8·06	3·3115	8·50	3·6829
7·19	2·6352	7·63	2·9676	8·07	3·3197	8·51	3·6916
7·20	2·6425	7·64	2·9754	8·08	3·3280	8·52	3·7003
7·21	2·6499	7·65	2·9832	8·09	3·3362	8·53	3·7090
7·22	2·6572	7·66	2·9910	8·10	3·3445	8·54	3·7177
7·23	2·6646	7·67	2·9989	8·11	3·3527	8·55	3·7264
7·24	2·6720	7·68	3·0066	8·12	3·3610	8·56	3·7351
7·25	2·6794	7·69	3·0144	8·13	3·3693	8·57	3·7438
7·26	2·6868	7·70	3·0223	8·14	3·3776	8·58	3·7526
7·27	2·6942	7·71	3·0301	8·15	3·3859	8·59	3·7613
7·28	2·7016	7·72	3·0380	8·16	3·3942	8·60	3·7701

Ge- schwin- digkeit.	Zugehörige Höhe.	Ge- schwin- digkeit.	Zugehörige Höhe.	Ge- schwin- digkeit.	Zugehörige Höhe.	Ge- schwin- digkeit.	Zugehörige Höhe.
M.	M.	M.	M.	M.	M.	M.	M.
8·61	3·7789	8·87	4·0105	9·13	4·2491	9·39	4·4945
8·62	3·7876	8·88	4·0196	9·14	4·2584	9·40	4·5041
8·63	3·7964	8·89	4·0286	9·15	4·2677	9·41	4·5137
8·64	3·8052	8·90	4·0377	9·16	4·2771	9·42	4·5233
8·65	3·8141	8·91	4·0468	9·17	4·2864	9·43	4·5329
8·66	3·8229	8·92	4·0559	9·18	4·2958	9·44	4·5425
8·67	3·8317	8·93	4·0650	9·19	4·3051	9·45	4·5522
8·68	3·8405	8·94	4·0741	9·20	4·3145	9·46	4·5618
8·69	3·8494	8·95	4·0832	9·21	4·3239	9·47	4·5715
8·70	3·8583	8·96	4·0923	9·22	4·3333	9·48	4·5811
8·71	3·8671	8·97	4·1015	9·23	4·3417	9·49	4·5908
8·72	3·8760	8·98	4·1106	9·24	4·3511	9·50	4·6005
8·73	3·8849	8·99	4·1198	9·25	4·3615	9·51	4·6102
8·74	3·8938	9·00	4·1290	9·26	4·3710	9·52	4·6199
8·75	3·9028	9·01	4·1381	9·27	4·3804	9·53	4·6296
8·76	3·9117	9·02	4·1473	9·28	4·3898	9·54	4·6394
8·77	3·9206	9·03	4·1565	9·29	4·3993	9·55	4·6490
8·78	3·9295	9·04	4·1657	9·30	4·4088	9·56	4·6588
8·79	3·9385	9·05	4·1750	9·31	4·4183	9·57	4·6685
8·80	3·9475	9·06	4·1832	9·32	4·4278	9·58	4·6783
8·81	3·9565	9·07	4·1924	9·33	4·4373	9·59	4·6880
8·82	3·9654	9·08	4·2017	9·34	4·4468	9·60	4·6978
8·83	3·9744	9·09	4·2109	9·35	4·4563	9·61	4·7076
8·84	3·9834	9·10	4·2212	9·36	4·4659	9·62	4·7174
8·85	3·9925	9·11	4·2305	9·37	4·4754	9·63	4·7272
8·86	4·0015	9·12	4·2398	9·38	4·4850	9·64	4·7370

In der Tabelle sind die Geschwindigkeiten in m/s und die zugehörigen Höhen in m angegeben.
 Die Geschwindigkeiten sind in der ersten Spalte, die Höhen in der zweiten Spalte.
 Die Geschwindigkeiten sind in der dritten Spalte, die Höhen in der vierten Spalte.
 Die Geschwindigkeiten sind in der fünften Spalte, die Höhen in der sechsten Spalte.
 Die Geschwindigkeiten sind in der siebten Spalte, die Höhen in der achten Spalte.
 Die Geschwindigkeiten sind in der neunten Spalte, die Höhen in der zehnten Spalte.
 Die Geschwindigkeiten sind in der elften Spalte, die Höhen in der zwölften Spalte.
 Die Geschwindigkeiten sind in der dreizehnten Spalte, die Höhen in der vierzehnten Spalte.
 Die Geschwindigkeiten sind in der fünfzehnten Spalte, die Höhen in der sechzehnten Spalte.
 Die Geschwindigkeiten sind in der siebzehnten Spalte, die Höhen in der achtzehnten Spalte.
 Die Geschwindigkeiten sind in der neunzehnten Spalte, die Höhen in der zwanzigsten Spalte.
 Die Geschwindigkeiten sind in der einundzwanzigsten Spalte, die Höhen in der einundzwanzigsten Spalte.
 Die Geschwindigkeiten sind in der einundzwanzigsten Spalte, die Höhen in der einundzwanzigsten Spalte.

121.

Theoretische Ausflussmenge.

Eine genaue Berechnung der Wassermenge, welche unter verschiedenen Umständen durch eine Oeffnung ausfließt, ist ein bis jetzt noch nicht gelöstes Problem. Man erhält annähernd diese Wassermenge, welche per 1'' durch eine Oeffnung ausfließt, wenn man den Querschnitt A der Ausflussöffnung mit einer gewissen Geschwindigkeit multiplicirt, die der mittleren Ausflussgeschwindigkeit möglichst nahe kommt. Die so berechnete Wassermenge Q nennt man die theoretische Wassermenge. Diese ist:

- a) wenn die Oeffnung in's Freie mündet: Fig. 127, 128,

$$Q = A \sqrt{2 g h} \text{ Kubm. pr } 1''$$

- b) wenn sich die Oeffnung unter Wasser befindet: Fig 129,

$$Q = A \sqrt{2 g h} \text{ Kubm. pr } 1''$$

- c) für eine Ueberfall-Oeffnung: Fig. 131,

$$Q = b h \sqrt{2 g h}$$

wobei b die Breite der Oeffnung, h die Höhe des Wassers im Zuflusskanal über dem horizontalen Rand der Oeffnung bedeutet.

122.

Wahre Ausflussmenge.

Um die wirklich ausfließende Wassermenge zu finden, muss man die theoretische Wassermenge mit einem gewissen Erfahrungs-Coeffizienten k multiplizieren. Die Bedeutung desselben ist folgende:

- a) Wenn die Ausflussöffnung nach der natürlichen Zusammenziehung des Strahles gebildet ist, und wenn $\sqrt{2 g h}$ die wahre mittlere Ausflussgeschwindigkeit bedeutet, ist die theoretische Formel ganz richtig, bedarf daher keiner Correction, und der Coefficient k ist in diesem Falle gleich der Einheit.

- b) Wenn das Wasser mit Contraction austritt, und wenn $\sqrt{2gh}$ die wahre mittlere Ausflussgeschwindigkeit ausdrückt (wie dies bei Fig. 129 der Fall ist) so bedeutet der Coefficient k , mit welchem die theoretische Wassermenge multipliziert werden muss, um die wirkliche zu finden, das Verhältniss zwischen dem Querschnitte des Strahles an dem Ort der stärksten Zusammenziehung und dem Querschnitt der Ausflussöffnung. Der Coefficient heisst in diesem Fall: Contraktions-Coeffizient.
- c) Wenn das Wasser ohne Contraction austritt, und wenn $\sqrt{2gh}$ nicht die wahre mittlere Geschwindigkeit ausdrückt, bedeutet der Coefficient k das Verhältniss zwischen der wahren mittleren Geschwindigkeit und der fehlerhaften $\sqrt{2gh}$. Der Coefficient kann in diesem Fall Geschwindigkeits-Coeffizient genannt werden.
- d) Wenn das Wasser mit Contraction austritt, und wenn $\sqrt{2gh}$ nicht die wahre mittlere Geschwindigkeit ausdrückt, bedeutet jener Coefficient das Produkt aus dem Contraktions- in den Geschwindigkeits-Coeffizienten, und kann in diesem Fall Correk-tions-Coeffizient genannt werden.

Coeffizienten k zur Berechnung der Ausflussmengen.

123.

Contraktions-Coeffizienten für den Ausfluss aus vertikalen Öffnungen in dünnen Wänden; vollständige Contraction.

Die folgende Tabelle enthält die Coefficienten, welche *Poncelet* und *Lebros* für diesen Fall durch zahlreiche Versuche gefunden haben. Die in der ersten Columne enthaltenen Wasserstände beziehen sich auf den in einiger Entfernung vor der Oeffnung noch ungesenkten Wasser-spiegel.

Tafel der Coeffizienten zur Berechnung der Ausflussmenge aus rechtwinkligen vertikalen Oeffnungen in dünnen Wänden, bei vollständiger Contraction, und Ausfluss in die freie Luft.

Druckhöhe über den oberen Rand der Oeffnung.	Coeffizienten für die Wassermenge, wenn die Höhe der Oeffnung ist:					
	0·20 ^m	0·10 ^m	0·05 ^m	0·03 ^m	0·02 ^m	0·01 ^m
m.						
0·000	„	„	„	„	„	„
0·005	„	„	„	„	„	0·705
0·010	„	„	0·607	0·630	0·660	0·701
0·015	„	0·593	0·612	0·632	0·660	0·697
0·020	0·572	0·596	0·615	0·634	0·659	0·694
0·030	0·578	0·600	0·620	0·638	0·659	0·688
0·040	0·582	0·603	0·623	0·640	0·658	0·683
0·050	0·585	0·605	0·625	0·640	0·658	0·679
0·060	0·587	0·607	0·627	0·640	0·657	0·676
0·070	0·588	0·609	0·628	0·639	0·656	0·673
0·080	0·589	0·610	0·629	0·638	0·656	0·670
0·090	0·591	0·610	0·629	0·637	0·655	0·668
0·100	0·592	0·611	0·630	0·637	0·654	0·666
0·120	0·593	0·612	0·630	0·636	0·653	0·663
0·140	0·595	0·613	0·630	0·635	0·651	0·660
0·160	0·596	0·614	0·631	0·634	0·650	0·658
0·180	0·597	0·615	0·630	0·634	0·649	0·657
0·200	0·598	0·615	0·630	0·633	0·648	0·655
0·250	0·599	0·616	0·630	0·632	0·646	0·653
0·300	0·600	0·616	0·629	0·632	0·644	0·650
0·400	0·602	0·617	0·628	0·631	0·642	0·647
0·500	0·603	0·617	0·628	0·630	0·640	0·644
0·600	0·604	0·617	0·627	0·630	0·638	0·642
0·700	0·604	0·616	0·627	0·629	0·637	0·640
0·800	0·605	0·616	0·627	0·629	0·636	0·637
0·900	0·605	0·615	0·626	0·628	0·634	0·635
1·000	0·605	0·615	0·626	0·628	0·633	0·632
1·100	0·604	0·614	0·625	0·627	0·631	0·629
1·200	0·604	0·614	0·624	0·626	0·628	0·626
1·300	0·603	0·613	0·622	0·624	0·625	0·622
1·400	0·603	0·612	0·621	0·622	0·622	0·618
1·500	0·602	0·611	0·620	0·620	0·619	0·615
1·600	1·602	0·611	0·618	0·618	0·617	0·613
1·700	0·602	0·610	0·617	0·616	0·615	0·612
1·800	0·601	0·609	0·615	0·615	0·614	0·612
1·900	0·601	0·608	0·614	0·613	0·612	0·611
2·000	0·601	0·607	0·613	0·612	0·612	0·611
3·000	0·601	0·603	0·606	0·608	0·610	0·609

124.

Coeffizienten zur Berechnung der Ausflussmenge aus einer unter Wasser befindlichen Oeffnung, Fig. 129, vollständige Contraction.

Für diesen Fall gelten ebenfalls die in der vorhergehenden Tabelle enthaltenen Coeffizienten; es bedeuten aber dann die in der ersten Vertikal-Columnne enthaltenen Zahlen die Vertikalabstände der Wasserspiegel innerhalb und ausserhalb des Gefässes.

125.

Coeffizienten zur Berechnung der Ausflussmengen aus Oeffnungen in dünnen Wänden, unvollständige Contraction.

Diese Coeffizienten werden gefunden, wenn man jene, welche der vollständigen Contraction entsprechen, mit folgenden Zahlen multipliziert.

a) rechtwinklige Oeffnungen:

Contraction auf 3 Seiten	1.035
" " 2 " 	1.072
" " 1 " 	1.125

b) nicht rechtwinklige Oeffnungen:

Nennt man:

p die Länge des Umfanges der Ausflussöffnung;

n die Länge von dem Theile des Umfanges, auf welchem keine Contraction statt findet;

so findet man die Coeffizienten zur Berechnung der Ausflussmenge, wenn man jenen, welcher die vollständige Contraction entspricht noch mit

$$1 + 0.152 \frac{n}{p}$$

multipliziert.

126.

Coeffizienten für den Ausfluss aus kurzen cylindrischen Ansatzröhren.

Nach Versuchen von *Eitelwein* hat man folgende Tabelle:

Verhältniss zwischen der Länge und dem Durchmesser der Ansatzröhren.	Entsprechende Coeffizienten für die Wassermenge.
1 oder kleiner als 1	0.62
2 bis 3	0.82
12	0.77
24	0.73
36	0.68
43	0.63
60	0.60

127.

Coeffizienten für den Ausfluss aus konisch konvergierenden Ansatzröhren. (Versuche von Kastel.)

Um für diesen Fall die Ausflussmenge und Ausflussgeschwindigkeit zu berechnen, muss man den theoretischen Werth derselben mit dem in folgender Tabelle enthaltenen Coeffizienten multiplizieren. Zur Berechnung der theoretischen Wassermenge ist der äussere kleinere Querschnitt der Ansatzröhre zu nehmen.

Convergenzwinkel.	Coeffizienten für die		Convergenzwinkel.	Coeffizienten für die	
	Ausflussmenge.	Ausflussgeschwindigkeit.		Ausflussmenge.	Ausflussgeschwindigkeit.
0°	0.829	0.830	20°	0.921	0.973
2°	0.872	0.870	22°	0.915	0.974
4°	0.905	0.902	24°	0.910	0.975
6°	0.924	0.924	26°	0.904	0.976
8°	0.937	0.940	28°	0.898	0.977
10°	0.943	0.950	30°	0.894	0.978
12°	0.946	0.950	35°	0.882	0.980
14°	0.943	0.964	40°	0.870	0.981
16°	0.939	0.969	45°	0.857	0.983
18°	0.930	0.972	50°	0.843	0.986

Bei einem Convergenzwinkel von 12° ist die Ausflussmenge ein Maximum,

128.

Coefficienten für Schützenöffnungen, die nach einem Gerinne führen.

Es sind hier mehrere Fälle zu unterscheiden:

- a) Wenn der Schützen schief steht und weder am Boden noch an den Seiten der Oeffnung Zusammenziehung statt findet, hat man

$$k = 1 - 0.0043 \alpha^0$$

wobei α^0 die Neigung des Schützens gegen den Horizont und k den Coefficienten für die Berechnung der Ausflussmenge bedeutet.

Für $\alpha = 40 \quad 45 \quad 50 \quad 55 \quad 60$

wird $k = 0.83 \quad 0.81 \quad 0.79 \quad 0.76 \quad 0.74$

- b) Wenn der Schützen vertikal steht, hat die Anwesenheit des Gerinnes keinen Einfluss auf die ausströmende Wassermenge, so lange der Wasserstand über dem Mittelpunkt nicht unter:

0.50^m bis 0.60^m ist für Oeffnungen von 0.15^m bis 0.2^m Höhe

0.30 " 0.40 " " " " " 0.10 " "

0.20 " " " " " " " 0.05 " "

- c) Wenn der Wasserstand über dem Mittelpunkt der Oeffnung unter die so eben bezeichneten Grenzen fällt (was jedoch nur selten eintritt), hat die Anwesenheit des Gerinns einigen Einfluss auf die Ausflussmenge, und die Coefficienten sind dann mit Hilfe der Figuren 133 bis 138 aus folgender Tabelle zu entnehmen.

Höhe der Oeffnung. Metre.	Wasserstand über der Mitte der Oeffnung. Metre.	Coefficienten der Ausflussmengen für die Anordnungen.					
		Fig. 133	Fig. 134	Fig. 135	Fig. 136	Fig. 137	Fig. 138
0.20	0.40	0.591	0.580	0.582	0.577	0.603	0.597
	0.24	0.559	0.552	0.550	0.548	0.576	0.573
	0.12	0.483	0.482	0.484	0.485	0.484	0.483
0.10	0.16	0.590	0.580	0.583	0.585	0.606	0.604
	0.11	0.562	0.560	0.561	0.562	0.566	0.564
	0.09	0.523	0.522	0.522	0.517	0.510	0.510
0.05	0.06	0.464	0.463	0.462	0.462	0.460	0.460
	0.20	0.631	0.615	0.618	0.622	0.636	0.628
	0.11	0.614	0.597	0.598	0.601	0.610	0.609
0.03	0.05	0.495	0.493	0.486	0.490	0.462	0.501
	0.04	0.452	0.443	0.442	0.442	0.447	
0.03	0.20	0.632	0.631	0.632	0.635	0.650	0.651
	0.06	0.627	0.605	0.602	0.607	0.572	0.594

129.

Wassermenge bei Ueberfällen. Fig. 130, 131, 132.

Nach den Versuchen von *Castel* kann man zur Berechnung der Wassermengen bei Ueberfällen folgende Regeln aufstellen.

Nennt man:

B die Breite des Zuflusskanales;

b die Breite des Ueberfalles;

h die Höhe des Wasserstandes im Zuflusskanal über den horizontalen Rand des Ueberfalles;

Q die Wassermenge in Kubikmetres, welche per 1'' abfließt;

so ist:

$$Q = \left(0.381 + 0.062 \frac{b}{B} \right) b h \sqrt{2 g h}$$

Diese Formel gibt jedoch nur richtige Werthe, wenn:

- 1) der Querschnitt des Wasserkörpers im Zuflusskanal wenigstens 5 mal so gross ist als der Querschnitt bh ;
- 2) die Breite des Ueberfalles wenigstens $\frac{1}{3}$ von der Breite des Zuflusskanals beträgt;
- 3) die Oeffnung des Ueberfalles mit scharfen Kanten versehen ist;
- 4) die Kante des Ueberfalles wenigstens in einer Höhe $2 h$ über dem Spiegel des Unterwassers liegt.

Die Werthe von $\left(0.381 + 0.062 \frac{b}{B} \right)$ sind in folgender Tabelle enthalten:

$\frac{b}{B}$	= 0.33	0.40	0.50	0.60	0.70	0.80	0.90	1.00
$0.381 + 0.062 \frac{b}{B}$	= 0.401	0.406	0.412	0.419	0.424	0.431	0.437	0.443
$\frac{0.381 + 0.062 \frac{b}{B}}{0.443}$	= 0.905	0.916	0.930	0.945	0.957	0.973	0.986	1.000

Wenn der Ueberfall eben so breit ist als der Zuflusskanal, fallen die Seitencontractionen weg, und man hat dann nach den angeführten Versuchen:

$$Q = 0.443 b h \sqrt{2 g h}.$$

Die folgende Tabelle gibt die Wassermenge in Kubik-Decimetres (Litres), welche bei Ueberfällen, die eben so breit sind als die Zuflusskanäle, in jeder Sekunde und auf jeden Metre Breite des Ueberfalls abfließen, oder mit andern Worten: man erhält aus dieser Tabelle die Werthe von $443 h \sqrt{2gh}$ für verschiedene Werthe von h .

130.

Tabelle der Wassermengen, welche bei vollkommenen Ueberfällen auf jeden Metre Breite bei verschiedenen Dicken der Wasserschichte abfließen. Kanal und Ueberfall gleich breit.

Wasserstand. Metre.	Wassermenge. Litre.								
0.050	22.1	0.080	44.4	0.130	92.1	0.180	150.1	0.230	216.6
0.051	22.6	0.082	46.1	0.132	94.3	0.182	152.5	0.235	223.6
0.052	23.3	0.084	47.8	0.134	96.2	0.184	154.9	0.240	230.6
0.053	24.3	0.086	49.5	0.136	98.5	0.186	157.3	0.245	237.9
0.054	24.6	0.088	51.2	0.138	100.7	0.188	160.1	0.250	245.2
0.055	25.3	0.090	53.0	0.140	103.0	0.190	162.5	0.255	252.6
0.056	26.0	0.092	54.7	0.142	105.0	0.192	165.0	0.260	260.1
0.057	26.7	0.094	56.5	0.144	107.4	0.194	167.5	0.265	267.8
0.058	27.4	0.096	58.3	0.146	109.4	0.196	170.4	0.270	275.5
0.059	28.1	0.098	60.2	0.148	111.8	0.198	172.9	0.275	282.8
0.060	28.8	0.100	62.0	0.150	114.2	0.200	175.8	0.280	290.6
0.061	29.6	0.102	63.8	0.152	116.3	0.202	177.9	0.285	298.6
0.062	30.3	0.104	65.9	0.154	118.4	0.204	180.9	0.290	306.7
0.063	31.0	0.106	67.8	0.156	120.9	0.206	183.9	0.295	314.3
0.064	31.8	0.108	69.7	0.158	123.4	0.208	186.1	0.300	322.6
0.065	32.5	0.110	71.7	0.160	125.6	0.210	189.1	0.305	330.3
0.066	33.3	0.112	73.4	0.162	128.1	0.212	190.1	0.310	338.8
0.067	34.0	0.114	75.6	0.164	130.3	0.214	195.6	0.315	346.7
0.068	34.8	0.116	77.8	0.166	132.9	0.216	196.6	0.320	355.4
0.069	35.6	0.118	79.6	0.168	133.2	0.218	199.7	0.325	363.4
0.070	36.3	0.120	81.7	0.170	137.8	0.220	202.4	0.330	371.9
0.072	37.9	0.122	83.8	0.172	140.0	0.222	205.2	0.335	380.6
0.074	39.5	0.124	85.6	0.174	142.3	0.224	207.9	0.340	388.9
0.076	40.1	0.126	88.0	0.176	144.7	0.226	210.6	0.345	397.3
0.078	42.7	0.128	90.0	0.178	147.4	0.228	213.4	0.350	406.5

131.

Vollkommene Ueberfälle ohne Contraction des Strahles.

Ueberfälle haben gewöhnlich nur dann scharfe Kanten, wenn dieselben zur Messung der Wassermengen von Bächen gebraucht und zu diesem Zwecke besonders hergestellt werden. Die Wehre, welche zur Stauung des Wassers für technische Zwecke erbaut werden, erhalten jederzeit eine ebene oder abgerundete Krone, so dass das Wasser ohne irgend eine Contraction zu erleiden von derselben herabstürzt. Die per 1'' abfließende Wassermenge ist in diesem Falle, nach Eitelwein:

$$Q = 0.57 \cdot b \cdot h \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot h} \cdot \sqrt{1 + 0.115 \frac{u^2}{h}}$$

Wobei Q b h die Bedeutung wie in N° 129 haben und u die Geschwindigkeit des Wassers im Flusse in einiger Entfernung vor dem Wehr bezeichnet.

Anlage der Wehre.

132.

Umstände, unter welchen die Erbauung eines Wehres zweckmässig oder nothwendig ist.

Die Erbauung eines Wehres ist nur dann möglich, wenn der Wasserspiegel eines Flusses auf eine längere Strecke über seinen natürlichen Stand gehoben werden darf. Die Erbauung eines Wehres ist zweckmässig oder nothwendig, 1) wenn kein natürliches Gefälle vorhanden ist und ein künstliches Gefäll hervorgebracht werden soll. 2) Wenn das vorhandene natürliche Gefälle nicht die wünschenswerthe Grösse hat, daher durch einen künstlichen Bau vermehrt werden soll. 3) Wenn in einem Fluss oder Bach auf einer kurzen Strecke ein starkes Gefälle vorhanden ist, das auf einen Punkt concentrirt werden soll. 4) Wenn die natürlichen Veränderungen des Wasserstandes vermindert oder aufgehoben werden sollen. 5) Wenn das durch die Stauung hervorzubringende Gefälle nicht mehr als 2.5^m beträgt. 6) Wenn zwei oder mehrere von den so eben angegebenen Umständen gleichzeitig vorhanden sind.

133.

Umstände welche bestimmen, was für ein Wehr erbaut werden soll.

Ein Grundwehr wird angelegt, wenn die Wassermenge des Flusses nicht sehr veränderlich, und die hervorzubringende Stauung nicht zu gross ist. -- Ein vollkommenes Ueberfall-Wehr wird angelegt, wenn die hervorzubringende Stauung gross, und die Wassermenge wenig veränderlich ist. — Ein Schleussenwehr wird angelegt, wenn bei höchstem Wasserstande die Lokalverhältnisse gar keine Stauung gestatten. — Ein Ueberfall-Schleussenwehr wird angelegt, wenn bei sehr veränderlichem Wasserzufluss der Wasserstand ober dem Wehre immer auf derselben Höhe erhalten werden soll.

134.

Genaue Entscheidung der Frage, ob ein Grundwehr oder ein Ueberfallwehr angelegt werden soll.

Es sei:

- h die Stauung, welche durch das Wehr hervorgebracht werden soll;
- b die Breite des Wehres, welche in der Regel mit jener des Flusses übereinstimmt, manchmal aber auch grösser angenommen wird;
- Q die Wassermenge in Kubm., welche pr 1'' über das Wehr fließen soll;

Ist die Wassermenge grösser als $0.57 b h \sqrt{2 g h}$, so muss ein Ueberfallwehr gemacht werden. Ist Q kleiner, so muss ein Grundwehr gemacht werden. Ist Q gleich $0.57 b h \sqrt{2 g h}$, so muss die Krone des Wehres bis an den ungestauten Spiegel des Flusses reichen.

135.

Höhe eines vollkommenen Ueberfallwehres.

Es sei:

- h die Höhe der Stauung, d. h. der Vertikalabstand der Wasserstände vor und hinter dem Wehr nach der Erbauung desselben;
- x die Tiefe der Wehrkrone unter dem gestauten Wasserspiegel;
- b die Breite des Wehres;
- Q die Wassermenge in Kubm., welche pr 1'' über das Wehr abfließen soll; dann ist, wenn die Wehrkrone abgerundet wird

$$x = \left(\frac{Q}{0.57 b \sqrt{2g}} \right)^{\frac{2}{3}}$$

136.

Höhe eines Grundwehres.

Es sei h Q b wie in N° 135, x die Tiefe der Wehrkrone unter dem ursprünglichen Wasserspiegel, so ist

$$x = \frac{Q}{0.62 b \sqrt{2gh}} - 0.92 h$$

137.

Berechnung der Stauweite.

Stauweite wird die Entfernung genannt, auf welche sich die stauende Wirkung eines Wehres stromaufwärts erstreckt. Nennt man: h die Stauhöhe, α den Neigungswinkel der Wasserfläche vor dem Einbau gegen den Horizont, so ist die Stauweite ungefähr gleich

$$h \operatorname{Cotg.} \alpha$$

Fabriks-Kanäle.

138.

Umstände, welche für die Anlage eines Fabrik-Kanales sprechen.

Ein Kanal soll angelegt werden: 1) wenn es die Lokalverhältnisse nicht erlauben, den Wasserbau in dem Fluss aufzuführen; 2) wenn die zu betreibenden Maschinen gegen die Einwirkung der Hochwasser geschützt werden sollen; 3) wenn das zu treibende Werk wegen bestehender Eigenthums- oder Lokalverhältnisse an einem gewissen Ort in der Nähe des Flusses erbaut werden muss, nach welchem Ort ein Kanal geführt werden kann; 4) wenn ein bedeutendes Gefälle, welches ein Bach oder Fluss auf einer langen Strecke seines Laufes darbietet, zum Betrieb eines Werkes benutzt werden soll.

139.

Die gleichzeitige Anwendung eines Wehres und eines Kanales ist:

1) nothwendig, wenn überhaupt die Umstände sowohl auf die Erbauung eines Wehres als auch auf jene eines Kanales entschieden hinweisen; 2) wünschenswerth, wenn ein Kanal erbaut werden muss, damit das Wasser leichter und regelmässiger in den Kanal geleitet werden kann; 3) unnöthig, wenn der Zweck auch ohne Kanal erreicht werden kann, und wenn das Werk in den Fluss hineingebaut werden muss.

140.

Führung der Kanäle. Vortheile eines kurzen Zufluss-Kanals.

Die Ein- und Ausmündungspunkte werden vorzugsweise durch das Gefälle bestimmt, welches hervorgebracht werden soll. — Die Verbindungslinie dieser Punkte richtet sich nach Lokal- und Eigenthumsverhältnissen, so weit es diese erlauben, soll der Kanal gerade geführt werden. — Die zweckmässigste Baustelle für das Werk ist meistens in der Nähe des Einmündungspunktes, so dass der Zuflusskanal (Obergraben) kurz und der Abflusskanal (Untergraben) lang ausfällt. Die Gründe, welche für eine solche Anlage sprechen, sind folgende: 1) kann die Einlassschleuse leicht und schnell bedient werden; 2) im Obergraben bildet sich im Winter gewöhnlich Grundeis, welches weggeschafft werden muss; im Untergraben dagegen entsteht, wegen des in denselben eindringenden wärmeren Horizontalwassers, nicht leicht Grundeis, und wenn es sich auch bildet, so kann es doch nicht leicht den Gang der Maschinen stören; 3) Veränderungen des Wasserstandes im Flusse verursachen, wenn der Untergraben lang ist, nur eine geringe Stauung am Anfange des letzteren; 4) die wasserdichte Herstellung der Kanaldämme des Obergrabens ist gewöhnlich mit vielen Schwierigkeiten und Kosten verbunden, und im Winter werden diese Dämme häufig durch Einfrieren zerrissen, die Böschungen des Untergrabens dagegen brauchen nicht wasserdicht zu sein, und das wärmere Horizontalwasser schützt auch gegen das Einfrieren; 5) in der Regel fällt das Terrain nach der Richtung des Kanalzuges, und dann ist eine Anlage mit kurzem Ober-Kanal am billigsten. Eine Kanalanlage mit langem Obergraben ist gewöhnlich nur in Gebirgsthalern zweckmässig, weil man da das Wasser an den Bergabhängen leicht fortleiten kann.

141.

Geschwindigkeit des Wassers im Kanal.

Nennt man;

U die grösste Geschwindigkeit des Wassers in der Mitte des Kanals,
und etwas unter der Oberfläche des Wassers;

w die Geschwindigkeit des Wassers am Grundbett;

u die mittlere Geschwindigkeit;

so hat man:

a) wenn U bekannt ist und u so wie auch w gesucht wird:

$$u = \frac{U (U + 2.37)}{U + 3.15}$$

$$w = 2 u - U$$

b) wenn u bekannt und U so wie auch w gesucht wird:

$$U = -\frac{1}{2} (2.37 - u) + \sqrt{\frac{1}{4} (2.37 - u)^2 + 3.15 u}$$

$$w = 2 u - U$$

c) wenn w bekannt und U so wie u gesucht wird:

$$U = -\frac{1}{2} (1.59 - w) + \sqrt{\frac{1}{4} (1.59 - w)^2 + 3.15 w}$$

$$u = \frac{w + U}{2}$$

Die folgende Tabelle gibt die zusammengehörigen Werthe von U, ~~u~~ u.

Geschwindigkeit		Geschwindigkeit		Geschwindigkeit		Geschwindigkeit	
an der Oberfläche.	mittlere.						
Metre.	Metre.	Metre.	Metre.	Metre.	Metre.	Metre.	Metre.
0.00	0.00000	0.43	0.33625	0.86	0.69258	1.29	1.06318
0.01	0.00754	0.44	0.34434	0.87	0.70106	1.30	1.07193
0.02	0.01508	0.45	0.35243	0.88	0.70954	1.31	1.08069
0.03	0.02264	0.46	0.36054	0.89	0.71803	1.32	1.08946
0.04	0.03022	0.47	0.36866	0.90	0.72653	1.33	1.09823
0.05	0.03781	0.48	0.37679	0.91	0.73503	1.34	1.10701
0.06	0.04542	0.49	0.38493	0.92	0.74354	1.35	1.11579
0.07	0.05304	0.50	0.39308	0.93	0.75206	1.36	1.12458
0.08	0.06068	0.51	0.40123	0.94	0.76058	1.37	1.13337
0.09	0.06833	0.52	0.40940	0.95	0.76912	1.38	1.14217
0.10	0.07599	0.53	0.41758	0.96	0.77766	1.39	1.15097
0.11	0.08367	0.54	0.42577	0.97	0.78621	1.40	1.15978
0.12	0.09137	0.55	0.43397	0.98	0.79476	1.41	1.16859
0.13	0.09907	0.56	0.44218	0.99	0.80332	1.42	1.17742
0.14	0.10679	0.57	0.45040	1.00	0.81189	1.43	1.18624
0.15	0.11453	0.58	0.45863	1.01	0.82047	1.44	1.19507
0.16	0.12228	0.59	0.46686	1.02	0.82905	1.45	1.20391
0.17	0.13004	0.60	0.47511	1.03	0.83764	1.46	1.21274
0.18	0.13782	0.61	0.48336	1.04	0.84623	1.47	1.22159
0.19	0.14560	0.62	0.49163	1.05	0.85484	1.48	1.23044
0.20	0.15341	0.63	0.49990	1.06	0.86345	1.49	1.23930
0.21	0.16122	0.64	0.50819	1.07	0.87206	1.50	1.24816
0.22	0.16905	0.65	0.51648	1.08	0.88068	1.51	1.25702
0.23	0.17689	0.66	0.52478	1.09	0.88931	1.52	1.26589
0.24	0.18475	0.67	0.53309	1.10	0.89795	1.53	1.27477
0.25	0.19261	0.68	0.54141	1.11	0.90659	1.54	1.28364
0.26	0.20049	0.69	0.54974	1.12	0.91523	1.55	1.29253
0.27	0.20838	0.70	0.55807	1.13	0.92389	1.56	1.30142
0.28	0.21629	0.71	0.56642	1.14	0.93255	1.57	1.31031
0.29	0.22420	0.72	0.57477	1.15	0.94122	1.58	1.31921
0.30	0.23213	0.73	0.58314	1.16	0.94989	1.59	1.32811
0.31	0.24007	0.74	0.59151	1.17	0.95857	1.60	1.33701
0.32	0.24802	0.75	0.59988	1.18	0.96726	1.61	1.34593
0.33	0.25599	0.76	0.60827	1.19	0.97595	1.62	1.35485
0.34	0.26396	0.77	0.61667	1.20	0.98464	1.63	1.36377
0.35	0.27195	0.78	0.62507	1.21	0.99334	1.64	1.37269
0.36	0.27995	0.79	0.63348	1.22	1.00205	1.65	1.38162
0.37	0.28796	0.80	0.64190	1.23	1.01077	1.66	1.39056
0.38	0.29598	0.81	0.65033	1.24	1.01949	1.67	1.39950
0.39	0.30401	0.82	0.65877	1.25	1.02822	1.68	1.40844
0.40	0.31206	0.83	0.66721	1.26	1.03695	1.69	1.41739
0.41	0.32011	0.84	0.67566	1.27	1.04569	1.70	1.42634
0.42	0.32817	0.85	0.68412	1.28	1.05443	1.71	1.43529

Geschwindigkeit		Geschwindigkeit		Geschwindigkeit		Geschwindigkeit	
an der Ober- fläche.	mittlere.						
Metre.	Metre.	Metre.	Metre.	Metre.	Metre.	Metre.	Metre.
1.72	1.44425	2.04	1.73310	2.36	2.02557	2.68	2.32106
1.73	1.45322	2.05	1.74219	2.37	2.03476	2.69	2.33034
1.74	1.46219	2.06	1.75129	2.38	2.04396	2.70	2.33962
1.75	1.47116	2.07	1.76038	2.39	2.05315	2.71	2.34890
1.76	1.48014	2.08	1.76948	2.40	2.06235	2.72	2.35818
1.77	1.48912	2.09	1.77858	2.41	2.07156	2.73	2.36747
1.78	1.49811	2.10	1.78769	2.42	2.08076	2.74	2.37676
1.79	1.50710	2.11	1.79680	2.43	2.08997	2.75	2.38605
1.80	1.51609	2.12	1.80591	2.44	2.09918	2.76	2.39535
1.81	1.52509	2.13	1.81503	2.45	2.10840	2.77	2.40464
1.82	1.53409	2.14	1.82415	2.46	2.11761	2.78	2.41394
1.83	1.54310	2.15	1.83327	2.47	2.12683	2.79	2.42324
1.84	1.55211	2.16	1.84239	2.48	2.13606	2.80	2.43255
1.85	1.56112	2.17	1.85152	2.49	2.14528	2.81	2.44185
1.86	1.57014	3.18	1.86065	2.50	2.15451	2.82	2.45116
1.87	1.57916	2.19	1.86979	2.51	2.16374	2.83	2.46047
1.88	1.58819	2.20	1.87893	2.52	2.17297	2.84	2.46979
1.89	1.59722	2.21	1.88807	2.53	2.18221	2.85	2.47910
1.90	1.60625	2.22	1.89722	2.54	3.19145	2.86	2.48842
1.91	1.61529	2.23	1.90636	2.55	2.20069	2.87	2.49774
1.92	1.62433	2.24	1.91551	2.56	2.20993	2.88	2.50706
1.93	1.63337	2.25	1.92467	2.57	2.21918	2.89	2.51639
1.94	1.64242	2.26	1.93383	2.58	2.22843	2.90	2.52571
1.95	1.65147	2.27	1.94299	2.59	2.23768	2.91	2.53504
1.96	1.66053	2.28	1.95215	2.60	2.24693	2.92	2.54437
1.97	1.66959	2.29	1.96132	2.61	2.25619	2.93	2.55370
1.98	1.67865	2.30	1.97049	2.62	2.26545	2.94	2.56304
1.99	1.68772	2.31	1.97966	2.63	2.27471	2.95	2.57238
2.00	1.69679	2.32	1.98884	2.64	2.28398	2.96	2.58172
2.01	1.70586	2.33	1.99802	2.65	2.29324	2.97	2.59106
2.02	1.71494	2.34	2.00720	2.66	2.30251	2.98	2.60040
2.03	1.72402	2.35	2.01639	2.67	2.31179	2.99	2.60975
						3.00	2.61910

142.

Grösste Geschwindigkeit des Wassers am Grundbett.

Damit das fließende Wasser das Grundbett nicht aufwühlt, darf die Geschwindigkeit am Grundbett folgende Werthe nicht überschreiten:

Aufgelöste Erde	0·076 ^m
Fetter Thon	0·152 ^m
Sand	0·305 ^m
Kies	0·609 ^m
Abgerundete Kiesel	0·914 ^m
Eckige Kiesel	1·22 ^m
Conglomerat	1·52 ^m
Geschichtete Felsen	1·83 ^m
Ungeschichtete Felsen	3·05 ^m

143.

Querprofil des Kanals.

Nennt man:

- Ω den Querschnitt des Wasserkörpers im Kanal;
 - Q die Wassermenge in Kubikmeter, welche per 1'' durch den Kanal abfließt;
 - u die mittlere Geschwindigkeit des Wassers im Kanal;
 - b die Breite des Grundbettes;
 - t die Tiefe des Wassers im Kanal;
 - n den Böschungswinkel der Seitendämme,
- so hat man zur Bestimmung des Querprofils folgende Formeln:

$$\Omega = \frac{Q}{u}$$

$$\frac{b}{t} = 2·7 + 0·9 \Omega$$

$$t = \sqrt{\frac{\Omega}{\frac{b}{t} + \text{Cotg. } n}}$$

$$b = \left(\frac{b}{t}\right) t.$$

144.

Längenprofil des Kanals.

Nennt man:

- L die Länge des Kanals;

G das totale Gefäll des Kanals;

$\Omega u n b t$, wie in Nr. 143;

$S = b + \frac{2t}{\sin. n}$ den benutzten Theil des Umfanges;

so hat man zur Bestimmung von G die Formel:

$$\frac{G}{L} = \frac{S}{\Omega} (0.0000444 u + 0.000309 u^2).$$

Die folgende Tabelle enthält die Werthe von $\alpha u + \beta u^2 = 0.0000444 u + 0.000309 u^2$ für verschiedene Werthe von u.

u	$\alpha u + \beta u^2$	u	$\alpha u + \beta u^2$	u	$\alpha u + \beta u^2$
0.01	0.0000005	0.32	0.0000459	0.63	0.0001508
0.02	0.0000010	0.33	0.0000484	0.64	0.0001551
0.03	0.0000016	0.34	0.0000509	0.65	0.0001596
0.04	0.0000023	0.35	0.0000534	0.66	0.0001641
0.05	0.0000030	0.36	0.0000561	0.67	0.0001686
0.06	0.0000038	0.37	0.0000588	0.68	0.0001733
0.07	0.0000046	0.38	0.0000616	0.69	0.0001779
0.08	0.0000055	0.39	0.0000644	0.70	0.0001827
0.09	0.0000065	0.40	0.0000673	0.71	0.0001875
0.10	0.0000075	0.41	0.0000702	0.72	0.0001924
0.11	0.0000086	0.42	0.0000732	0.73	0.0001973
0.12	0.0000098	0.43	0.0000763	0.74	0.0002023
0.13	0.0000110	0.44	0.0000794	0.75	0.0002073
0.14	0.0000123	0.45	0.0000826	0.76	0.0002124
0.15	0.0000136	0.46	0.0000859	0.77	0.0002176
0.16	0.0000150	0.47	0.0000892	0.78	0.0002229
0.17	0.0000165	0.48	0.0000926	0.79	0.0002282
0.18	0.0000180	0.49	0.0000960	0.80	0.0002335
0.19	0.0000196	0.50	0.0000996	0.81	0.0002389
0.20	0.0000213	0.51	0.0001031	0.82	0.0002444
0.21	0.0000230	0.52	0.0001068	0.83	0.0002500
0.22	0.0000247	0.53	0.0001104	0.84	0.0002556
0.23	0.0000266	0.54	0.0001142	0.85	0.0002613
0.24	0.0000285	0.55	0.0001180	0.86	0.0002670
0.25	0.0000304	0.56	0.0001219	0.87	0.0002728
0.26	0.0000325	0.57	0.0001258	0.88	0.0002786
0.27	0.0000346	0.58	0.0001298	0.89	0.0002846
0.28	0.0000367	0.59	0.0001339	0.90	0.0002906
0.29	0.0000389	0.60	0.0001380	0.91	0.0002966
0.30	0.0000412	0.61	0.0001422	0.92	0.0003027
0.31	0.0000435	0.62	0.0001465	0.93	0.0003089

u	$\alpha u + \beta u^2$	u	$\alpha u + \beta u^2$	u	$\alpha u + \beta u^2$
0.94	0.0003151	1.38	0.0006504	1.82	0.0011055
0.95	0.0003214	1.39	0.0006594	1.83	0.0011172
0.96	0.0003277	1.40	0.0006685	1.84	0.0011290
0.97	0.0003342	1.41	0.0006776	1.85	0.0011409
0.98	0.0003406	1.42	0.0006868	1.86	0.0011528
0.99	0.0003472	1.43	0.0006961	1.87	0.0011648
1.00	0.0003538	1.44	0.0007054	1.88	0.0011768
1.01	0.0003604	1.45	0.0007148	1.89	0.0011889
1.02	0.0003672	1.46	0.0007242	1.90	0.0012011
1.03	0.0003739	1.47	0.0007337	1.91	0.0012133
1.04	0.0003808	1.48	0.0007433	1.92	0.0012256
1.05	0.0003877	1.49	0.0007529	1.93	0.0012380
1.06	0.0003947	1.50	0.0007626	1.94	0.0012504
1.07	0.0004017	1.51	0.0007724	1.95	0.0012628
1.08	0.0004088	1.52	0.0007822	1.96	0.0012754
1.09	0.0004159	1.53	0.0007921	1.97	0.0012880
1.10	0.0004232	1.54	0.0008020	1.98	0.0013006
1.11	0.0004304	1.55	0.0008120	1.99	0.0013134
1.12	0.0004378	1.56	0.0008221	2.00	0.0013262
1.13	0.0004452	1.57	0.0008322	2.01	0.0013390
1.14	0.0004527	1.58	0.0008424	2.02	0.0013519
1.15	0.0004602	1.59	0.0008527	2.03	0.0013649
1.16	0.0004678	1.60	0.0008630	2.04	0.0013779
1.17	0.0004754	1.61	0.0008733	2.05	0.0013910
1.18	0.0004831	1.62	0.0008838	2.06	0.0014042
1.19	0.0004909	1.63	0.0008943	2.07	0.0014174
1.20	0.0004988	1.64	0.0009048	2.08	0.0014307
1.21	0.0005067	1.65	0.0009155	2.09	0.0014440
1.22	0.0005146	1.66	0.0009261	2.10	0.0014574
1.23	0.0005226	1.67	0.0009369	2.11	0.0014709
1.24	0.0005307	1.68	0.0009477	2.12	0.0014844
1.25	0.0005389	1.69	0.0009586	2.13	0.0014980
1.26	0.0005471	1.70	0.0009695	2.14	0.0015117
1.27	0.0005553	1.71	0.0009805	2.15	0.0015254
1.28	0.0005637	1.72	0.0009915	2.16	0.0015392
1.29	0.0005721	1.73	0.0010026	2.17	0.0015530
1.30	0.0005805	1.74	0.0010138	2.18	0.0015669
1.31	0.0005890	1.75	0.0010251	2.19	0.0015809
1.32	0.0005976	1.76	0.0010364	2.20	0.0015949
1.33	0.0006063	1.77	0.0010477	2.21	0.0016090
1.34	0.0006150	1.78	0.0010592	2.22	0.0016231
1.35	0.0006237	1.79	0.0010706	2.23	0.0016373
1.36	0.0006326	1.80	0.0010822	2.24	0.0016516
1.37	0.0006414	1.81	0.0010938	2.25	0.0016659

u	$\alpha u + \beta u^2$	u	$\alpha u + \beta u^2$	u	$\alpha u + \beta u^2$
2.26	0.0016803	2.51	0.0020603	2.76	0.0024789
2.27	0.0016948	2.52	0.0020763	2.77	0.0024965
2.28	0.0017093	2.53	0.0020924	2.78	0.0025141
2.29	0.0017239	2.54	0.0021085	2.79	0.0025318
2.30	0.0017385	2.55	0.0021247	2.80	0.0025495
2.31	0.0017532	2.56	0.0021409	2.81	0.0025673
2.32	0.0017680	2.57	0.0021572	2.82	0.0025851
2.33	0.0017828	2.58	0.0021736	2.83	0.0026031
2.34	0.0017977	2.59	0.0021900	2.84	0.0026210
2.35	0.0018126	2.60	0.0022065	2.85	0.0026391
2.36	0.0018277	2.61	0.0022231	2.86	0.0026572
2.37	0.0018427	2.62	0.0022397	2.87	0.0026754
2.38	0.0018579	2.63	0.0022564	2.88	0.0026936
2.39	0.0018731	2.64	0.0022731	2.89	0.0027119
2.40	0.0018883	2.65	0.0022900	2.90	0.0027302
2.41	0.0019037	2.66	0.0023068	2.91	0.0027487
2.42	0.0019190	2.67	0.0023238	2.92	0.0027671
2.43	0.0019345	2.68	0.0023407	2.93	0.0027857
2.44	0.0019500	2.69	0.0023578	2.94	0.0028043
2.45	0.0019656	2.70	0.0023749	2.95	0.0028229
2.46	0.0019812	2.71	0.0023921	2.96	0.0028417
2.47	0.0019969	2.72	0.0024093	2.97	0.0028605
2.48	0.0020126	2.73	0.0024266	2.98	0.0028793
2.49	0.0020285	2.74	0.0024440	2.99	0.0028982
2.50	0.0020443	2.75	0.0024614	3.00	0.0029172

Leitung des Wassers in Röhren.

145.

Gefällverlust durch Reibung des Wasser an den Röhrenwänden.

Nennt man:

- Ω den Querschnitt der Röhre;
 C den Umfang der Röhre;
 L die Länge der Röhre;
 D den Durchmesser der Röhre;
 u die Geschwindigkeit des Wassers in die Röhre;
 $\alpha = 0.00001733$
 $\beta = 0.0003483$ } zwei Coefficienten zur Berechnung der Reibung;
 z die Höhe der Wassersäule, deren Gewicht im Stande ist, den Reibungs-
widerstand des Wassers an der Röhrenwand zu überwinden, so ist:

a) Für Röhren von irgend einer Querschnittsform:

$$z = L \cdot \frac{C}{\Omega} (\alpha u + \beta u^2).$$

b) Für runde Röhren:

$$z = \frac{4L}{D} (\alpha u + \beta u^2).$$

Die folgende Tabelle gibt für verschiedene Werthe von u die entsprechenden Werthe von $\alpha u + \beta u^2$.

Tabelle zur Berechnung der Reibung des Wassers an den Röhrenwänden.

u	$\alpha u + \beta u^2$	u	$\alpha u + \beta u^2$	u	$\alpha u + \beta u^2$
0.01	0.0000002	0.30	0.0000365	0.59	0.0001315
0.02	0.0000005	0.31	0.0000388	0.60	0.0001358
0.03	0.0000008	0.32	0.0000412	0.61	0.0001402
0.04	0.0000013	0.33	0.0000436	0.62	0.0001446
0.05	0.0000017	0.34	0.0000462	0.63	0.0001491
0.06	0.0000023	0.35	0.0000487	0.64	0.0001537
0.07	0.0000029	0.36	0.0000514	0.65	0.0001584
0.08	0.0000036	0.37	0.0000541	0.66	0.0001631
0.09	0.0000044	0.38	0.0000569	0.67	0.0001679
0.10	0.0000052	0.39	0.0000597	0.68	0.0001728
0.11	0.0000061	0.40	0.0000627	0.69	0.0001778
0.12	0.0000071	0.41	0.0000656	0.70	0.0001828
0.13	0.0000081	0.42	0.0000687	0.71	0.0001879
0.14	0.0000093	0.43	0.0000718	0.72	0.0001930
0.15	0.0000104	0.44	0.0000750	0.73	0.0001982
0.16	0.0000117	0.45	0.0000783	0.74	0.0002035
0.17	0.0000130	0.46	0.0000817	0.75	0.0002089
0.18	0.0000144	0.47	0.0000851	0.76	0.0002143
0.19	0.0000159	0.48	0.0000886	0.77	0.0002198
0.20	0.0000174	0.49	0.0000921	0.78	0.0002254
0.21	0.0000190	0.50	0.0000957	0.79	0.0002310
0.22	0.0000207	0.51	0.0000994	0.80	0.0002368
0.23	0.0000224	0.52	0.0001032	0.81	0.0002425
0.24	0.0000242	0.53	0.0001070	0.82	0.0002484
0.25	0.0000261	0.54	0.0001109	0.83	0.0002543
0.26	0.0000280	0.55	0.0001149	0.84	0.0002603
0.27	0.0000301	0.56	0.0001189	0.85	0.0002663
0.28	0.0000322	0.57	0.0001230	0.86	0.0002725
0.29	0.0000343	0.58	0.0001272	0.87	0.0002787

u	$\alpha u + \beta u^2$	u	$\alpha u + \beta u^2$	u	$\alpha u + \beta u^2$
0.88	0.0002849	1.32	0.0006297	1.76	0.0011093
0.89	0.0002913	1.33	0.0006391	1.77	0.0011217
0.90	0.0002977	1.34	0.0006486	1.78	0.0011343
0.91	0.0003042	1.35	0.0006581	1.79	0.0011469
0.92	0.0003107	1.36	0.0006677	1.80	0.0011596
0.93	0.0003173	1.37	0.0006774	1.81	0.0011723
0.94	0.0003240	1.38	0.0006871	1.82	0.0011851
0.95	0.0003308	1.39	0.0006970	1.83	0.0011980
0.96	0.0003376	1.40	0.0007069	1.84	0.0012110
0.97	0.0003445	1.41	0.0007168	1.85	0.0012240
0.98	0.0003515	1.42	0.0007268	1.86	0.0012371
0.99	0.0003585	1.43	0.0007369	1.87	0.0012502
1.00	0.0003656	1.44	0.0007471	1.88	0.0012635
1.01	0.0003728	1.45	0.0007573	1.89	0.0012768
1.02	0.0003800	1.46	0.0007677	1.90	0.0012901
1.03	0.0003873	1.47	0.0007780	1.91	0.0013036
1.04	0.0003947	1.48	0.0007885	1.92	0.0013171
1.05	0.0004022	1.49	0.0007990	1.93	0.0013307
1.06	0.0004097	1.50	0.0008096	1.94	0.0013443
1.07	0.0004173	1.51	0.0008202	1.95	0.0013581
1.08	0.0004249	1.52	0.0008310	1.96	0.0013718
1.09	0.0004327	1.53	0.0008418	1.97	0.0013857
1.10	0.0004405	1.54	0.0008526	1.98	0.0013996
1.11	0.0004483	1.55	0.0008636	1.99	0.0014136
1.12	0.0004563	1.56	0.0008746	1.00	0.0014277
1.13	0.0004643	1.57	0.0008856	2.01	0.0014418
1.14	0.0004724	1.58	0.0008968	2.02	0.0014560
1.15	0.0004805	1.59	0.0009080	2.03	0.0014703
1.16	0.0004887	1.60	0.0009193	2.04	0.0014847
1.17	0.0004970	1.61	0.0009306	2.05	0.0014991
1.18	0.0005054	1.62	0.0009420	2.06	0.0015136
1.19	0.0005138	1.63	0.0009535	2.07	0.0015281
1.20	0.0005223	1.64	0.0009651	2.08	0.0015428
1.21	0.0005309	1.65	0.0009767	2.09	0.0015575
1.22	0.0005395	1.66	0.0009884	2.10	0.0015722
1.23	0.0005482	1.67	0.0010002	2.11	0.0015871
1.24	0.0005570	1.78	0.0010120	2.12	0.0016020
1.25	0.0005658	1.69	0.0010240	2.13	0.0016169
1.26	0.0005747	1.70	0.0010359	2.14	0.0016320
1.27	0.0005837	1.71	0.0010480	2.15	0.0016471
1.28	0.0005928	1.72	0.0010601	2.16	0.0016623
1.29	0.0006019	1.73	0.0010723	2.17	0.0016775
1.30	0.0006111	1.74	0.0010845	2.18	0.0016928
1.31	0.0006204	1.75	0.0010969	2.19	0.0017082

u	$\alpha u + \beta u^2$	u	$\alpha u + \beta u^2$	u	$\alpha u + \beta u^2$
2.20	0.0017237	2.47	0.0021675	2.74	0.0026621
2.21	0.0017392	2.48	0.0021849	2.75	0.0026814
2.22	0.0017548	2.49	0.0022024	2.76	0.0027007
2.23	0.0017705	2.50	0.0022199	2.77	0.0027202
2.24	0.0017862	2.51	0.0022376	2.78	0.0027397
2.25	0.0018021	2.52	0.0022553	2.79	0.0027592
2.26	0.0018179	2.53	0.0022730	2.80	0.0027789
2.27	0.0018339	2.54	0.0022908	2.81	0.0027986
2.28	0.0018499	2.55	0.0023087	2.82	0.0028184
2.29	0.0018660	2.56	0.0023267	2.83	0.0028382
2.30	0.0018822	2.57	0.0023448	2.84	0.0028581
2.31	0.0018984	2.58	0.0023629	2.85	0.0028781
2.32	0.0019147	2.59	0.0023810	2.86	0.0028982
2.33	0.0019310	2.60	0.0023993	2.87	0.0029183
2.34	0.0019475	2.61	0.0024176	2.88	0.0029385
2.35	0.0019640	2.62	0.0024360	2.89	0.0029588
2.36	0.0019806	2.63	0.0024545	2.90	0.0029791
2.37	0.0019972	2.64	0.0024730	2.91	0.0029995
2.38	0.0020139	2.65	0.0024916	2.92	0.0030200
2.39	0.0020307	2.66	0.0025102	2.93	0.0030405
2.40	0.0020476	2.67	0.0025290	2.94	0.0030612
2.41	0.0020645	2.68	0.0025478	2.95	0.0030819
2.42	0.0020815	2.69	0.0025667	2.96	0.0031026
2.43	0.0020985	2.70	0.0025856	2.97	0.0031234
2.44	0.0021157	2.71	0.0026046	2.98	0.0031443
2.45	0.0021329	2.72	0.0026237	2.99	0.0031653
2.46	0.0021502	2.73	0.0026429	3.00	0.0031863

146.

Gefällverlust durch Krümmungen.

Nennt man:

u die Geschwindigkeit des Wassers in der Röhre;

r den Radius der Krümmung;

s die Bogenlänge des gekrümmten Theils;

z den Gefällsverlust wegen dieser Krümmung;

so ist:

$$z = \frac{u^2}{2g} \left(0.0039 + 0.0186 r \right) \frac{s}{r^2}$$

147.

Gefällverluste durch Verengungen.

- a) Eine Verengung, wie Fig. 139 zeigt, verursacht einen Gefällverlust

$$z = \frac{u^2}{2g} \left[\frac{\Omega}{\Omega_1 k_1} - 1 \right]^2$$

wobei:

- u die Geschwindigkeit im Querschnitt Ω ;
 Ω den Querschnitt der Röhre;
 Ω_1 den Querschnitt der Oeffnung;
 k_1 den Contraktions-Coeffizienten bezeichnet.

- b) Eine Verengung, wie Fig. 140 zeigt, verursacht einen Gefällverlust

$$z = \frac{u^2}{2g} \left\{ \left(\frac{\Omega}{\Omega_1} \right)^2 \left(\frac{1}{k_1} - 1 \right)^2 + \left(\frac{\Omega}{\Omega_1} - \frac{\Omega}{\Omega_2} \right)^2 \right\}$$

wobei

- u die Geschwindigkeit im Querschnitt Ω ;
 Ω der Querschnitt der ersten Röhre;
 Ω_1, Ω_2 die Querschnitte der beiden folgenden Röhrenstücke;
 k_1 den Contraktions-Coeffizienten für den Uebergang aus Ω in Ω_1 bezeichnet.

- c) Eine Röhrenverbindung, wie Fig. 141 zeigt, verursacht einen Gefällverlust

$$z = \frac{u^2}{2g} \left\{ \left(1 - \frac{\Omega}{\Omega_1} \right)^2 + \left(\frac{\Omega}{\Omega_2} \right)^2 \left(\frac{1}{k_2} - 1 \right)^2 \right\}$$

- wobei $\Omega, \Omega_1, \Omega_2$ die Querschnitte der drei Röhrenstücke,
u die Geschwindigkeit des Wassers im Querschnitt Ω ;
 k_2 den Contraktions-Coeffizienten für den Uebergang aus Ω_1 in Ω_2 bezeichnet.

148.

Ausflussgeschwindigkeit des Wassers aus einer Röhrenleitung.

- a) Allgemeines Verfahren.

Nennt man:

- H das totale Gefälle, d. h. die Höhe des Wasserspiegels im oberen Reservoir über dem Mittelpunkt der Ausflussöffnung;

S die Summe der Gefällverluste, welche durch Reibung, durch Krümmungen, durch Verengungen etc. entstehen;

h die Geschwindigkeitshöhe, welche der zu berechnenden Ausflussgeschwindigkeit entspricht;

so ist

$$H = S + h.$$

Die Summe S muss in jedem besonderen Falle je nach der Einrichtung der Leitung mittelst N^o 145, 146, 147 ausgedrückt werden, und dann kann man aus dieser Gleichung die Ausflussgeschwindigkeit $\sqrt{2 g h}$, welche der Höhe h entspricht, berechnen.

b) Wenn in der Röhrenleitung weder Krümmungen noch Verengungen vorkommen, oder wenn man den Einfluss derselben vernachlässigt und nur allein den Reibungswiderstand berücksichtigt, so ist für eine durchaus gleich weite unter ganz offener Röhre

$$u = - \frac{0.002804 L g}{L + 37.2 D} + \sqrt{\left\{ \frac{74.405 H D g}{L + 37.2 D} + \left(\frac{0.002804 L g}{L + 37.2 D} \right)^2 \right\}}$$

wobei

L die Länge der Röhrenleitung;

D den Durchmesser derselben;

H das totale Gefälle;

u die Ausflussgeschwindigkeit;

g = 9.808 bedeutet.

Wenn die Röhre so lang ist, dass 37.2 D gegen L vernachlässigt werden darf, hat man

$$u = - 0.002804 g + 8.626 \sqrt{\frac{g H D}{L}}$$

Wenn die Geschwindigkeit u grösser als 0.6^m ist, darf man nehmen:

$$u = 8.427 \sqrt{\frac{g H D}{L + 35.5 D}}$$

149.

Gefällshöhe, welche vorhanden sein muss, wenn eine Röhrenleitung von gegebener Länge L und Weite D eine bestimmte Wassermenge Q Kubikmet. pr 1'' liefern soll.

Man berechne zuerst u mittelst

$$u = \frac{Q}{\frac{1}{4} D^2 \pi}$$

und dann findet man die Gefällshöhe H aus folgender Gleichung:

$$H = \frac{u^2}{2g} + \frac{4L}{D} (\alpha u + \beta u^2)$$

wobei $\alpha = 0.00001733$, $\beta = 0.0003483$.

150.

Durchmesser, welchen eine Röhrenleitung erhalten muss, die mit einem gegebenen Gefälle in jeder Secunde eine bestimmte Wassermenge Q Kubikmet. liefern soll.

Man findet diesen Durchmesser annähernd durch folgenden Ausdruck:

$$D = 0.2955 \sqrt[5]{\frac{L Q^2}{H}}$$

Genauer findet man diesen Durchmesser mittelst folgender Gleichungen:

$$H = \frac{u^2}{2g} + \frac{4L}{D} (\alpha u + \beta u^2)$$

$$Q = \frac{1}{4} D^2 \pi u$$

und zwar auf folgende Art. — Man nimmt versuchsweise für u mehrere Werthe an, berechnet die diesen Annahmen entsprechenden Werthe von D mittelst

$$D = \sqrt{\frac{4Q}{\pi u}}$$

und substituirt sodann je zwei zusammengehörige Werthe von u und D in die Gleichung für H. Diejenigen Werthe von u und D, welche dieser Gleichung genügen, sind dann die zu suchenden Grössen. Diese Rechnung macht wenig Mühe, wenn man $\alpha u + \beta u^2$ aus Tabelle N° 145 nimmt.

151.

Durchmesser, welchen eine Röhrenleitung erhalten muss, die eine gegebene Wassermenge liefern soll, wenn der Gefällverlust einen bestimmten aliquoten Theil des totalen Gefälles betragen darf.

Es sei:

p das Verhältniss zwischen dem Gefällsverlust, welcher gestattet ist, und dem totalen Gefälle;

u die Geschwindigkeit des Wassers in der Röhre;

L, D, α , β , H wie in den vorhergehenden Nummern;

dann hat man zur Bestimmung von D die Gleichungen:

$$4 \frac{L}{D} (\alpha u + \beta u^2) = p H$$

$$\frac{1}{4} D^2 \pi u = Q$$

aus welchen D und u am leichtesten bestimmt werden, indem man für D mehrere passende Annahmen macht; hierauf den entprechenden Werth von D vermittelt

$$D = \sqrt{\frac{4Q}{\pi u}}$$

berechnet, sodann je zwei zusammengehörige Werthe von u und D in die Gleichung für p substituirt, und zuletzt diejenigen Werthe von u und D nimmt, welche jener Gleichung genügen.

Annähernd findet man diesen Durchmesser durch folgenden Ausdruck:

$$D = 0.2955 \sqrt[5]{\frac{L Q^2}{p H}}$$

152.

Grösste Wasserkraft, welche durch eine Röhrenleitung von gegebenen Abmessungen erhalten werden kann.

Man berechne zuerst die vortheilhafteste Geschwindigkeit des Wassers in der Röhre, vermittelt des Ausdruckes:

$$u = -0.0195 + \sqrt{0.000378 + 239 \frac{H D}{L}}$$

und dann findet man das in Kilgm. ausgedrückte Maximum der Wasserkraft durch

$$1000 \cdot \frac{D^2 \pi}{4} u \frac{u^2}{2g}$$

Gleichgewicht und Bewegung der Luft und der Gase.

153.

Dichte der Gase.

Das Gewicht von einem Kubikmeter eines Gases bei 0° Temperatur (nach 100theiligem Thermometer) und unter dem mittleren Luftdruck (der einer Quecksilbersäule von 0.76^m Höhe das Gleichgewicht hält) ist das Maass seiner Dichte.

154.

Dichte verschiedener Gase bei 0° Temperatur und 0.76^m Druck.

	Gewicht von 1 Kubm.
Atmosphärische Luft	1.299 Klg.
Sauerstoffgas	1.432 "
Wasserstoffgas	0.089 "
Stickstoffgas	1.267 "
Kohlenoxydgas	1.261 "
Kohlensäuregas	1.981 "
Sumpfgas	0.700 "
Oehlbildendes Gas	1.981 "

155.

Gewicht von einem Kubikmeter Gas bei irgend einer Temperatur und unter irgend einer Pressung.

Nennt man:

- γ_0 das Gewicht von einem Kubm. des Gases bei 0° Temperatur und unter dem mittleren atmosphärischen Druck;
- p den Druck in Kilg., welchen das Gas, dessen Gewicht bestimmt werden soll, auf 1 Quadratmet. ausübt.

t die Temperatur des Gases, (hunderttheiliges Thermometer);
 γ das Gewicht von 1 Kubikm. Gas bei t° Temperatur und unter dem
 Druck p,
 so ist:

$$\gamma = \gamma_0 \frac{p}{10330} \frac{1}{1 + 0.00375 t}$$

Für trockene atmosphärische Luft ist:

$$\gamma = \frac{p}{7955} \frac{1}{1 + 0.00375 t}$$

156.

*Tabelle der Gewichte von 1 Kubikmet. atmosphärischer Luft bei
 verschiedenen Temperaturen und unter dem atmosphärischen
 Luftdruck.*

Tempera- tur.	Gewicht von 1 Kubikm.	Tempera- tur.	Gewicht von 1 Kubikm.
Grad.	Klg.	Grad.	Klg.
0	1.299	150	0.831
5	1.275	200	0.741
10	1.252	250	0.670
20	1.208	300	0.611
40	1.129	350	0.562
60	1.060	400	0.519
80	1.000	450	0.483
100	0.945	500	0.445

157.

*Ausströmung von Luft oder Gas aus einem Gefäss durch eine Oeff-
 nung in einer dünnen Wand.*

Es sei:

P die Pressung im Innern des Gefässes auf 1 Quadratmet.;
 p die Pressung ausserhalb des Gefässes auf 1 Quadratmet.;
 γ_0 das Gewicht von 1 Kubikmet. des Gases bei 0° Temperatur und
 unter dem mittleren Luftdruck;

t die Temperatur des Gases im Gefässe;

$$m = \frac{10330}{\gamma_0} (1 + 0.00375 t);$$

u die Ausströmungsgeschwindigkeit in Metres;

Ω der Querschnitt der Oeffnung;

Q die Luftmenge in Kilg., welche pr 1'' ausströmt;

k der Contraktionscoefficient für dünne Wände gleich 0.61 bis 0.62.

Dies vorausgesetzt ist:

$$u = \sqrt{2 g m \times 2.303 \log. \text{ vul. } \left(\frac{P}{p} \right)}$$

$$Q = k u \Omega \cdot \frac{p}{m}$$

Für atmosphärische Luft von 10° Temperatur ist:

$$m = 8252$$

und dann wird

$$u = 610 \sqrt{\log. \text{ vulg. } \left(\frac{P}{p} \right)}$$

Die Resultate dieser Formel enthält folgende Tabelle:

$\frac{P}{p}$ Verhält- niss zwi- schen dem innern und äussern Druck.	u Austritts- Geschwin- digkeit.	$\frac{P}{p}$ Verhält- niss zwi- schen dem innern und äussern Druck.	u Austritts- Geschwin- digkeit.
	Metres.		Metres.
1.01	40	1.20	172
1.02	56	1.40	236
1.03	69	1.60	278
1.04	79	1.80	310
1.05	89	2.00	334
1.06	97	2.50	386
1.07	105	3.00	423
1.08	111	3.50	428
1.09	118	4.00	472
1.10	124	4.50	492

158.

Ausströmung von Luft oder Gas aus einer langen Röhrenleitung.

Wenn die Austrittsöffnung am Ende einer langen Röhrenleitung angebracht ist, muss die Reibung der Luft oder des Gases an der Röhrenwand berücksichtigt werden, und dann hat man:

$$u = V \left\{ \frac{2 \text{ g m log. nat. } \left(\frac{P}{p} \right)}{1 + k^2 \left[\frac{d^4}{D^4} \left(\frac{1}{k_1} - 1 \right)^2 + 8 \alpha L \frac{d^4}{D^5} \right]} \right\}$$

wobei

D der Durchmesser der Röhre;

d der Durchmesser der Austrittsöffnung;

L die Länge der Röhre;

$$m = \frac{10330}{\gamma_0} (1 + 0.00375 t);$$

$$\alpha = 0.00315;$$

k der Contraktions-Coeffizient für den Eintritt der Luft in die Röhrenleitung;

 k_1 der Contraktions-Coeffizient für die Austrittsöffnung;

P die Pressung am Anfange der Röhrenleitung oder im Gefäß;

p die Pressung, welche in dem Raum herrscht, nach welchem die Luft entweicht;

u die Austrittsgeschwindigkeit.

159.

Austrittsgeschwindigkeit, wenn die Pressung in irgend einem Punkt der Röhrenleitung beobachtet worden ist.

Es sei \mathfrak{P} die Pressung, welche in einem Punkt beobachtet wurde, welcher von der Austrittsöffnung um l entfernt ist. Alle in vorhergehender Nummer gewählten Zeichen beibehaltend, hat man in dem vorliegenden Fall

$$u = V \left\{ \frac{2 \text{ g m log. nat. } \left(\frac{\mathfrak{P}}{p} \right)}{1 + 8 \alpha l \frac{d^4}{D^5} k^2} \right\}$$

Bestimmung der Pressung \mathfrak{P} , welche in einer Entfernung l von der Austrittsöffnung statt findet.

Werden alle in den beiden vorhergehenden Nummern angenommenen Bezeichnungen beibehalten, so hat man zur Bestimmung von \mathfrak{P} folgenden Ausdruck:

$$\log. \text{ nat. } \left(\frac{\mathfrak{P}}{p} \right) = \log. \text{ nat. } \left(\frac{P}{p} \right) \frac{1 + 8 \alpha k^2 \frac{l d^4}{D^5}}{1 + k^2 \frac{d^4}{D^4} \left[\left(\frac{1}{k_1} - 1 \right)^2 + \frac{8 \alpha L}{D} \right]}$$

Tabelle der Ausflusscoefficienten k .

Höhe der drückenden Wassersäule in Metres.	Ausflusscoefficient k .		
	Für Oeffnungen in dünnen Platten.	Für conische Ansatzröhren; Neigung etwa 3°	Für cylindrische Ansätze.
0.016	0.615	0.905	0.776
0.033	0.610	0.897	
0.065	0.604	0.888	
0.097	0.599	0.880	
0.130	0.595	0.874	
0.162	0.591	0.869	0.746
0.195	0.588	0.865	
0.227	0.585	0.859	
0.260	0.582	0.855	
0.292	0.579	0.851	
0.325	0.577	0.847	0.728
0.487	0.565	0.831	
0.650	0.556	0.817	0.702
0.814	0.548	0.805	
0.975	0.540	0.794	0.682
1.140	0.534	0.784	
1.300	0.527	0.775	0.665
1.625	0.515	0.757	0.650
1.950	0.505	0.742	0.637
2.275	0.495	0.728	0.625