

44 | 1958

SCHRIFTENREIHE SCHIFFBAU

E. Fritzsche

Auswertung der Versuche von Dipl.-Ing. Matthias

TUHH

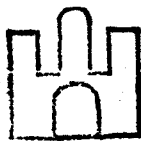
Technische Universität Hamburg-Harburg

Auswertung der Versuche von Dipl.-Ing. Matthias

E. Fritzsche, Hamburg, Technische Universität Hamburg-Harburg, 1958

© Technische Universität Hamburg-Harburg
Schriftenreihe Schiffbau
Schwarzenbergstraße 95c
D-21073 Hamburg

<http://www.tuhh.de/vss>



Institut für Schiffbau
der Universität Hamburg
- Bibliothek -

Auswertung der Versuche VON Dipl.-Ing. Matthias

Die Versuche von Matthias sind veröffentlicht im „Schiffbau“ vom Januar 1912 XIII Jahrgang unter dem Titel:

„Untersuchungen über den Druck und Druckmittel-
punkt an lotrechten Platten, die recht- und
spitzwinklig zur Fahrtrichtung durch Wasser ge-
schleppt werden.“

Bearbeitet vom Institut für Schiffbau an der Universität Hamburg.
Bearbeiter: Cand. arch. nav. Elmar Fritzsche

Dipl.-Ing. Matthias hat im Jahre 1911 in der Schleppversuchsanstalt Dresden-Neubau Schleppversuche mit Platten durchgeführt. Er wollte feststellen:

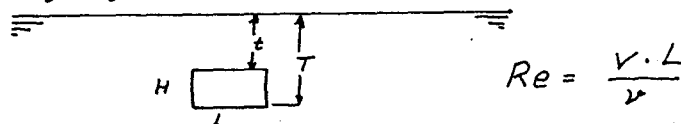
1. den Widerstand
2. die Lage des Druckmittelpkts. der Breite nach
3. die Lage desselben der Höhe nach.

Erführte die Versuche mit Platten folgender Abmessungen durch:

1. 400×400 mm, 4 mm dick
2. 100×400 mm, 3 mm dick
3. 400×100 mm, 3 mm dick
4. 100×100 mm, 1.5 mm dick

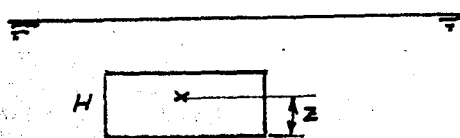
Die Platten wurden unter den Winkeln 90° , 75° , 60° , 45° , 30° und 15° mit verschiedenen Geschwindigkeiten geschleppt und die entsprechenden Messungen durchgeführt. Um Wellenbildung und Wellenwiderstand möglichst auszuschalten, wurden die Platten jeweils 200 mm unter der Wasseroberfläche geschleppt. Die Auswertung der Ergebnisse entspricht nicht den heutigen Erkenntnissen. Es war Aufgabe des Instituts für Schiffbau der Universität Hamburg, die Versuchsergebnisse neu auszuwerten, und sie tabellarisch und graphisch so aufzuzeichnen, daß sie mit anderen, ähnlichen Versuchen verglichen werden können.

Es wurden die Beiwerte C_w , C_q , C_N u. C_M *) berechnet und tabellarisch zusammengestellt, sowie die Beiwerte C_w , C_q u. C_M in Abhängigkeit von der Froudschen Zahl $\frac{v^2}{g \cdot T}$ mit den Winkeln als Parameter graphisch aufgetragen. Außerdem wurden noch für die jeweiligen Meßpunkte die Re-Zahlen bestimmt, um den Charakter der Kurven besser verstehen und die Kurven untereinander, besonders in den ersten Bereichen, besser vergleichen zu können. Der Froudschen Zahl wurde jeweils die Eintauchtiefe T zugrunde gelegt.



Man muß beachten, daß man bei solchem Vorgehen nur gleiche H/T vorteilhaft miteinander vergleichen kann.

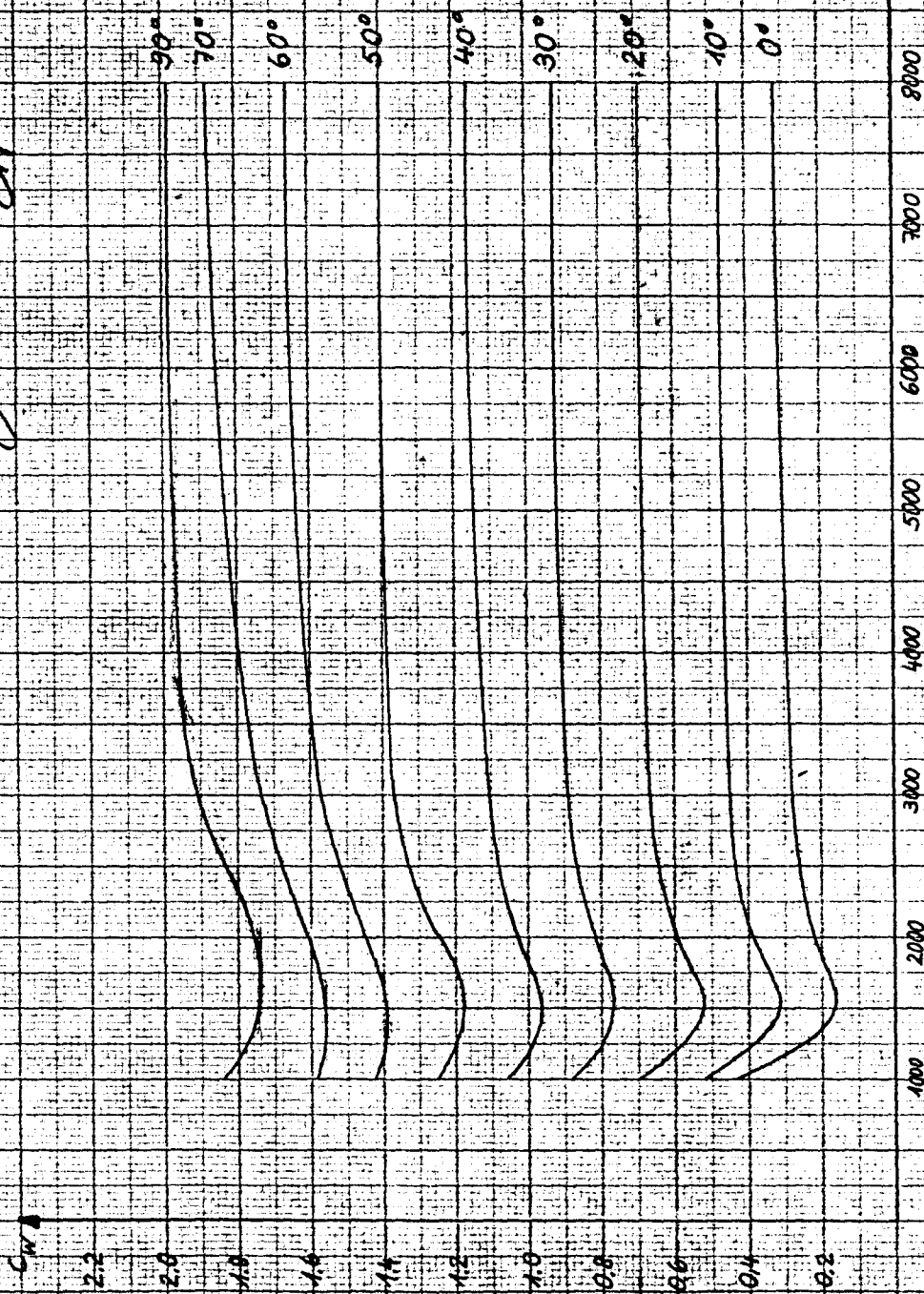
*) Die Lage des Druckmittelpunktes der Höhe nach über Unterkante Platte wurde in Form von z/H dargestellt.



Widerstand schräg angeströmter Platten bei zweidimensionaler Strömung.

Nach Messungen im Windkanal von Lehnert

Seite der Platte: $\alpha = 90^\circ$
 $\mu = 0.01$



33

$\frac{H \cdot A}{K}$

Entnommen aus L. Schiller, "Umströmung von Körpern bei zweidimensionaler Strömung", Seite 723

Beurteilung der Ergebnisse:

Im allgemeinen ist c_w bei quergeschleppten Platten von der Re-Zahl unabhängig, da die Ablösung der Strömung immer an den scharfen Kanten erfolgen wird. Die Höhe des c_w -Wertes für quadratische Platten ist 1,1. Das gilt aber nicht für sehr kleine Re-Zahlen, wie sie bei den Versuchen von Matthias auftreten. Aus den Kurven ergibt sich ab Re-Zahlen von $< 0,2 \cdot 10^6$ in Übereinstimmung mit der Erfahrung aus Versuchen ein Ansteigen des c_w -Wertes. Die Sprünge in den Kurven bei den niedrigsten Re-Zahlen können durch Umschlagen der laminaren in turbulente Grenzschicht = Strömung erklärt werden.

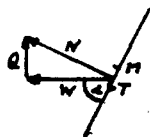
Bei der Platte 400×400 steigt der c_w -Wert für niedrige Re-Zahlen stark an. Dagegen nicht gleich niedrige Re-Zahlen wie z.B. bei der Platte 100×100 erreicht werden, sind auch nicht die Sprünge am Anfang der Kurve zu beobachten. Da sich bei der Platte 400×400 schon der Wellenwiderstand durch Wellenbildung an der Oberfläche bemerkbar macht, wird der c_w -Wert von 1,1 nicht erreicht. Für die übrigen Beiwerte gelten die angestellten Überlegungen sinngemäß.

Auch bei den Versuchen mit den Platten 100×400 und 400×100 sind die Ergebnisse durch Re-Einflüsse zu erklären.

Für die praktische Anwendung kommen natürlich nur Bereiche mit verhältnismäßig großen Re- und Froudschen Zahlen in Betracht. In diesen Bereichen ist der Verlauf der Kurven verhältnismäßig klar.

Bestimmung der Beiwerte:

Dipl.-Ing. Matthias hat in seinen Tabellen den Wert W angegeben. W ist bei ihm die in Richtung der Fahrt fallende Komponente des Gesamtwiderstands der Platte.



Die Tangentialkraft T in Richtung der schräggeschleppten Platte ist vernachlässigbar klein.

Die Beiwerte stehen durch folgende Beziehungen in Zusammenhang:

$$c_w = \frac{W}{\rho \cdot F} \quad c_N = \left(\frac{c_w}{\sin \alpha} \right)^2 \quad c_Q = c_N \cdot \cos \alpha \quad c_M = c_N \cdot \left(\frac{l}{L} \right)^3$$

¹ als hier gebrauchte Näherung für $c_N = \frac{c_w}{\sin \alpha} - c_T \cotg \alpha$

² als hier gebrauchte Näherung für $c_Q = c_N \cos \alpha - c_T \sin \alpha$

³ l = in Plattenrichtung gemessener Druckpunkt-Abstand vom Lateralschwerpunkt.

Zusammenstellung der Ergebnisse

Tab. 5

Tab. 4

Platte 400 x 400, 4 mm dick

90°	V [m/s]	$\frac{V^2}{g \cdot T}$	C _w	C _Q	C _N	C _M	Z/H
	0,2	0,0068	1,488	—	1,488	—	0,4188
	0,4	0,0272	1,291	—	1,291	—	0,4765
	0,6	0,0612	1,27	—	1,27	—	0,5045
	0,8	0,1087	1,265	—	1,265	—	0,524
	1,0	0,1699	1,246	—	1,256	—	0,5325
	1,2	0,2446	1,246	—	1,246	—	0,538
	1,4	0,333	1,225	—	1,225	—	0,5415
75°	0,2	0,0068	1,4573	0,3905	1,5088	0,0323	0,414
	0,4	0,0272	1,2645	0,3388	1,3091	0,0359	0,4783
	0,6	0,0612	1,2401	0,3323	1,2833	0,0392	0,5063
	0,8	0,1087	1,2365	0,3313	1,2802	0,0414	0,5233
	1,0	0,1699	1,2253	0,3283	1,2686	0,0426	0,5333
	1,2	0,2446	1,2156	0,3257	1,2585	0,0434	0,5383
	1,4	0,333	1,1974	0,3208	1,2397	0,0438	0,54
60°	0,2	0,0068	1,3002	0,7507	1,5014	0,0547	0,4208
	0,4	0,0272	1,1303	0,6526	1,3052	0,0643	0,4745
	0,6	0,0612	1,1108	0,6444	1,2827	0,0666	0,505
	0,8	0,1087	1,1059	0,6389	1,2777	0,06887	0,5233
	1,0	0,1699	1,0996	0,6349	1,2698	0,0705	0,533
	1,2	0,2446	1,0894	0,629	1,258	0,0712	0,5385
	1,4	0,333	1,0736	0,6199	1,2397	0,0710	0,54
45°	0,2	0,0068	1,0448	1,0448	1,4776	0,0724	0,422
	0,4	0,0272	0,9083	0,9083	1,2845	0,0772	0,4755
	0,6	0,0612	0,8917	0,8917	1,2611	0,0788	0,5083
	0,8	0,1087	0,8891	0,8891	1,2574	0,0817	0,5233
	1,0	0,1699	0,8810	0,8810	1,2460	0,08298	0,5345
	1,2	0,2446	0,8749	0,8749	1,2373	0,0840	0,5375
	1,4	0,333	0,8601	0,8601	1,2164	0,0839	0,5395
30°	0,2	0,0068	0,7098	1,2294	1,419	0,0849	0,419
	0,4	0,0272	0,6198	1,0733	1,2394	0,0895	0,4738
	0,6	0,0612	0,6065	1,0504	1,2129	0,0934	0,5075
	0,8	0,1087	0,6028	1,0440	1,2055	0,0972	0,525
	1,0	0,1699	0,5991	1,0377	1,1982	0,1004	0,5325
	1,2	0,2446	0,5956	1,0316	1,1942	0,1004	0,5383
	1,4	0,333	0,5837	1,0110	1,1674	0,09923	0,54
15°	0,2	0,0068	0,3492	1,3036	1,3496	0,1293	0,4445
	0,4	0,0272	0,3024	1,1286	1,1684	0,1338	0,4755
	0,6	0,0612	0,2965	1,1064	1,1455	0,1432	0,508
	0,8	0,1087	0,2960	1,1046	1,1436	0,1481	0,524
	1,0	0,1699	0,2935	1,0955	1,1342	0,1544	0,5065
	1,2	0,2446	0,2912	1,0867	1,1251	0,1525	0,5263
	1,4	0,333	0,2860	1,0673	1,1050	0,1501	0,5405

Platte 100 x 100, 1,5 mm dick

90°	V [m/s]	$\frac{V^2}{g \cdot T}$	C _w	C _Q	C _N	C _M	Z/H
	0,3	0,0306	1,266	—	1,266	—	0,47
	0,5	0,0852	1,270	—	1,270	—	0,518
	1,0	0,341	1,203	—	1,203	—	0,518
	1,5	0,764	1,149	—	1,149	—	0,543
	2,0	1,36	1,120	—	1,120	—	0,557
	2,5	2,13	1,108	—	1,108	—	0,563
	3,0	3,06	1,108	—	1,108	—	0,564
	3,5	4,14	1,103	—	1,103	—	0,568
	4,0	5,43	1,094	—	1,094	—	0,571
75°	0,3	0,0306	1,1813	0,3165	1,2230	—	0,47
	0,5	0,0852	1,246	0,2339	1,2903	0,0453	0,536
	1,0	0,341	1,1735	0,3144	1,2150	0,0444	0,541
	1,5	0,764	1,1219	0,3006	1,1616	0,0445	0,556
	2,0	1,36	1,0956	0,2925	1,1301	0,0447	0,566
	2,5	2,13	1,0799	0,2893	1,1180	0,0444	0,562
	3,0	3,06	1,0809	0,2896	1,1191	0,0443	0,568
	3,5	4,14	1,0749	0,2880	1,1129	0,0443	0,569
	4,0	5,43	1,0661	0,2857	1,1038	0,0441	0,570
60°	0,3	0,0306	1,1358	0,6558	1,3116	0,0696	0,473
	0,5	0,0852	1,1031	0,6369	1,2738	0,0708	0,548
	1,0	0,341	1,0929	0,631	1,2162	0,069	0,544
	1,5	0,764	1,0070	0,581	1,1628	0,0701	0,546
	2,0	1,36	0,9796	0,5656	1,1312	0,0674	0,558
	2,5	2,13	0,9701	0,5601	1,1202	0,0670	0,563
	3,0	3,06	0,9701	0,5601	1,1202	0,0670	0,568
	3,5	4,14	0,9676	0,5587	1,1173	0,0670	0,566
	4,0	5,43	0,9587	0,5536	1,1071	0,0668	0,572
45°	0,3	0,0306	0,8952	0,8952	1,2660	0,0778	0,462
	0,5	0,0852	0,8890	0,8890	1,2586	0,0858	0,550
	1,0	0,341	0,8472	0,8472	1,1982	0,0848	0,539
	1,5	0,764	0,8092	0,8092	1,1444	0,0867	0,540
	2,0	1,36	0,7864	0,7864	1,1122	0,0868	0,558
	2,5	2,13	0,7787	0,7787	1,1014	0,0866	0,563
	3,0	3,06	0,7780	0,7780	1,1002	0,0869	0,568
	3,5	4,14	0,7745	0,7745	1,0958	0,0869	0,566
	4,0	5,43	0,7689	0,7689	1,0874	0,0863	0,572

22.145, 5

145, 3

	γ [m _s]	$\frac{\gamma^2}{g \cdot T}$	C_W	C_Q	C_N	C_M	Σ/H
30°	0.3	0.0306	0.6115	1.0531	1.223	0.0937	0.504
	0.5	0.0852	0.6325	1.0448	1.2065	0.09517	0.633
	1.0	0.341	0.569	0.9855	1.138	0.10083	0.643
	1.5	0.764	0.5475	0.9482	1.095	0.1045	0.553
	2.0	1.36	0.532	0.9214	1.064	0.1019	0.553
	2.5	2.13	0.5274	0.9135	1.053	0.1019	0.566
	3.0	3.06	0.528	0.9144	1.056	0.1026	0.565
	3.5	4.14	0.5262	0.9113	1.052	0.1031	0.566
	4.0	5.43	0.5219	0.9038	1.044	0.1027	0.571

15°	0.3	0.0306	0.2837	1.059	1.0964	0.1114	0.37
	0.5	0.0852	0.2975	1.102	1.1494	0.1534	0.547
	1.0	0.341	0.2842	1.0608	1.0983	0.1494	0.543
	1.5	0.764	0.2700	1.0077	1.0433	0.1450	0.55
	2.0	1.36	0.2623	0.9790	1.0136	0.1486	0.558
	2.5	2.13	0.2621	0.9782	1.0127	0.1509	0.565
	3.0	3.06	0.2598	0.9696	1.0038	0.1506	0.569
	3.5	4.14	0.258	0.9631	0.9971	0.1501	0.564
	4.0	5.43	0.2569	0.9553	0.9890	0.1493	0.569

Platte 400 x 100, 3mm dick

90°	0.2	0.0068	1.3	—	1.3	—	0.4205
	0.4	0.0272	1.276	—	1.276	—	0.4763
	0.6	0.0612	1.316	—	1.316	—	0.6075
	0.8	0.1087	1.344	—	1.344	—	0.5225
	1.0	0.1699	1.354	—	1.354	—	0.5335
	1.2	0.2446	1.35	—	1.35	—	0.5375
	1.4	0.333	1.342	—	1.342	—	0.5383
	1.6	0.4349	1.319	—	1.319	—	0.5415
	1.8	0.5505	1.296	—	1.296	—	0.542
	2.0	0.6796	1.267	—	1.267	—	0.5425

75°	0.2	0.0068	1.2358	0.3418	1.3208	0.0346	0.4213
	0.4	0.0272	1.235	0.3309	1.2786	0.0429	0.475
	0.6	0.0612	1.2736	0.3413	1.3186	0.04602	0.5095
	0.8	0.1087	1.3007	0.385	1.3467	0.0474	0.523
	1.0	0.1699	1.313	0.3518	1.3594	0.04975	0.533
	1.2	0.2446	1.3066	0.3501	1.3527	0.0517	0.5383
	1.4	0.333	1.2991	0.3481	1.345	0.05205	0.54
	1.6	0.4349	1.2753	0.3417	1.3203	0.0519	0.5418
	1.8	0.5505	1.2556	0.3364	1.2999	0.0512	0.5423
	2.0	0.6796	1.226	0.3285	1.2695	0.0501	0.5432

	γ [m/s]	$\frac{\gamma^2}{g \cdot T}$	C_W	C_Q	C_N	C_M	Σ/H
60°	0.2	0.0068	0.9782	0.6448	1.2896	0.05384	0.4175
	0.4	0.0272	1.1073	0.6393	1.2786	0.0687	0.4763
	0.6	0.0612	1.1111	0.6416	1.2931	0.0726	0.5083
	0.8	0.1087	1.1371	0.6566	1.3131	0.0749	0.5233
	1.0	0.1699	1.1385	0.6574	1.3147	0.0769	0.5333
	1.2	0.2446	1.1410	0.6588	1.3176	0.0775	0.5388
	1.4	0.333	1.1343	0.6549	1.3098	0.0773	0.5405
	1.6	0.4349	1.1137	0.643	1.286	0.0763	0.5413
	1.8	0.5505	1.0621	0.6132	1.264	0.0759	0.5433
	2.0	0.6796	1.0621	0.6133	1.2265	0.0760	0.5455

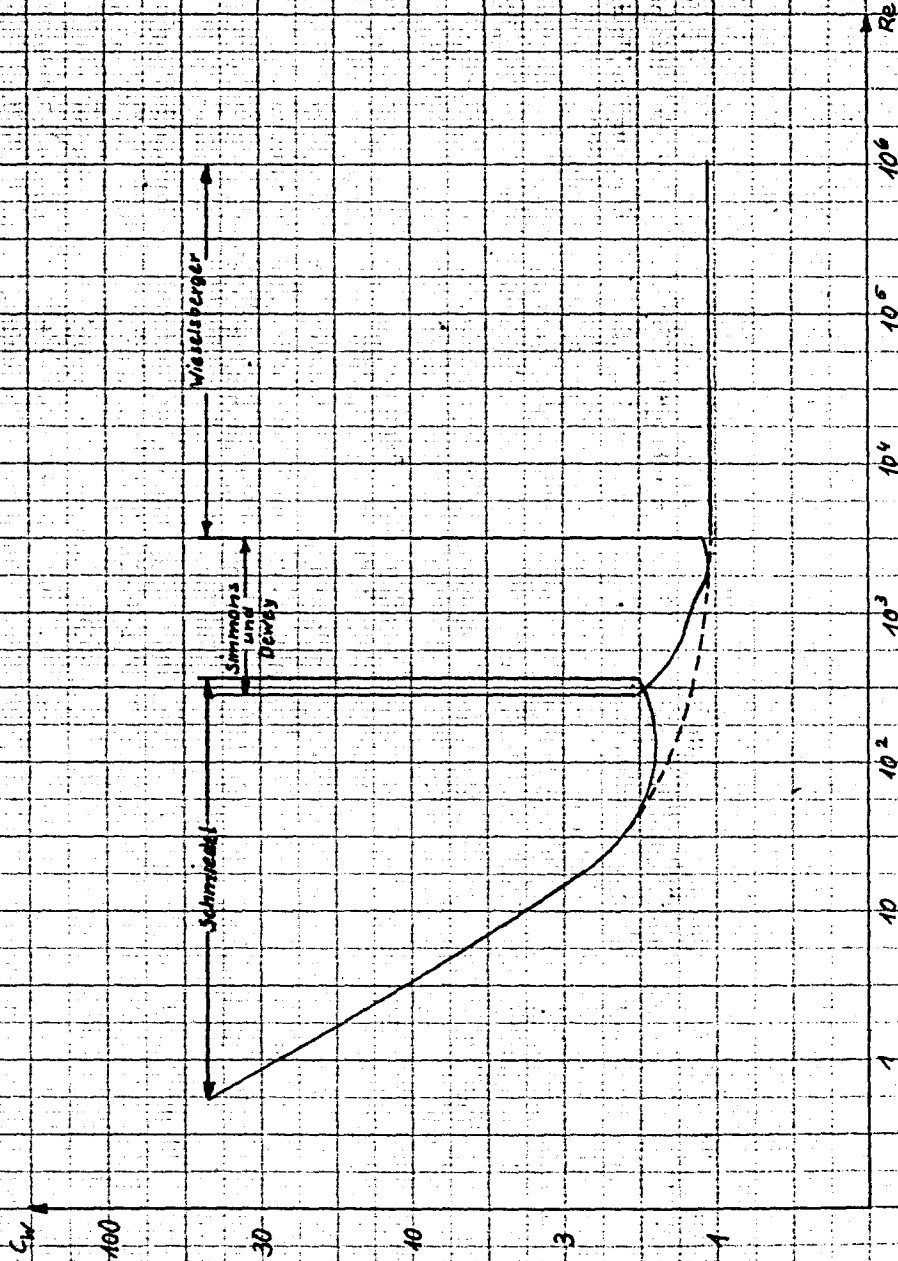
45°	0.2	0.0068	0.6876	0.6876	0.9724	0.0564	0.4305
	0.4	0.0272	0.7958	0.7958	1.1254	0.0763	0.4765
	0.6	0.0612	0.8236	0.8236	1.1647	0.079	0.510
	0.8	0.1087	0.8429	0.8429	1.1921	0.0852	0.5205
	1.0	0.1699	0.8482	0.8482	1.1996	0.0869	0.5363
	1.2	0.2446	0.8458	0.8458	1.1961	0.0889	0.5383
	1.4	0.333	0.8407	0.8407	1.1890	0.0898	0.5413
	1.6	0.4349	0.8244	0.8244	1.1659	0.0890	0.542
	1.8	0.5505	0.819	0.812	1.1483	0.0884	0.5433
	2.0	0.6796	0.7929	0.7929	1.1213	0.0870	0.5438

30°	0.2	0.0068	0.609	0.8115	1.0179	0.0737	0.4113
	0.4	0.0272	0.4996	0.8652	0.9991	0.0823	0.4783
	0.6	0.0612	0.5126	0.8878	1.0262	0.0883	0.5088
	0.8	0.1087	0.5255	0.9102	1.0510	0.0931	0.5233
	1.0	0.1699	0.5335	0.9239	1.0669	0.0977	0.5333
	1.2	0.2446	0.5272	0.9131	1.0544	0.0976	0.538
	1.4	0.333	0.5241	0.9077	1.0481	0.0981	0.539
	1.6	0.4349	0.5151	0.8921	1.0301	0.0979	0.5428
	1.8	0.5505	0.5068	0.8777	1.0135	0.0967	0.545
	2.0	0.6796	0.4561	0.8592	0.9921	0.0948	0.5443

15°	0.2	0.0068	0.2328	0.8689	0.8996	0.1026	0.4383
	0.4	0.0272	0.2295	0.8566	0.8868	0.1135	0.4445
	0.6	0.0612	0.2405	0.8974	0.9291	0.1226	0.5093
	0.8	0.1087	0.2449	0.9139	0.9462	0.1285	0.6238
	1.0	0.1699	0.2471	0.9220	0.9546	0.1321	0.532
	1.2	0.2446	0.2453	0.9154	0.9477	0.1238	0.54
	1.4	0.333	0.2438	0.9099	0.9421	0.1344	0.543
	1.6	0.4349	0.2400	0.8957	0.9273	0.1348	0.5415
	1.8	0.5505	0.2358	0.8803	0.9111	0.1336	0.542
	2.0	0.6796	0.2305	0.8603	0.8907	0.1312	0.5458

Widerstand senkrecht angeströmter Kreisseiben

Nach Fallversuchen von Schmiedel, Anblasversuchen von Simmons und Dewey und von Wieselsberger.



Entnommen aus L. Schiller, Umströmung von Körpern bei räumlicher Strömung, Seite 767 und aus Prandtl, Strömungslehre, Seite 180

31
34

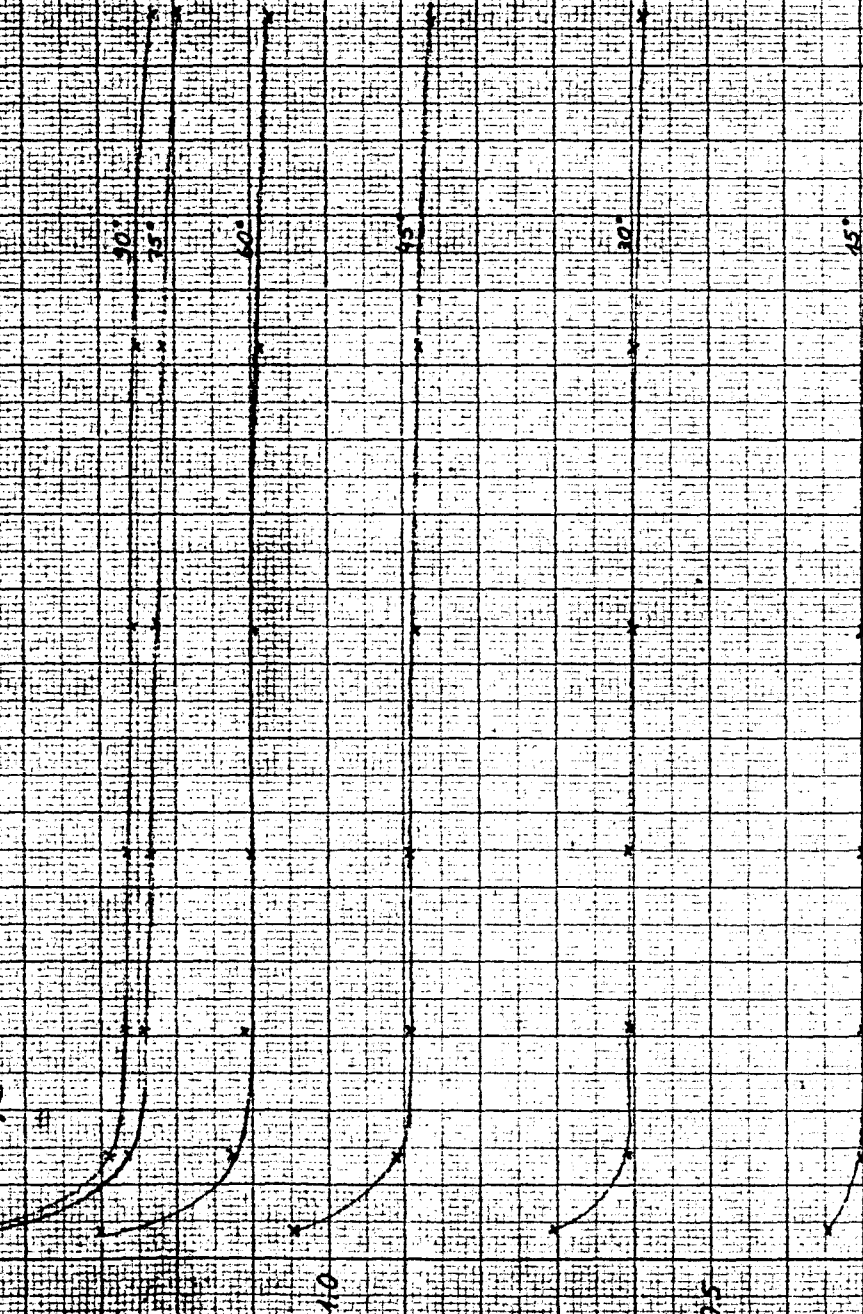
Tab. 6

Platte 100 x 400 mm 3 mm dick

	V [m/s]	$\frac{Y^2}{g \cdot T}$	C_W	C_Q	C_N	C_M	$\frac{Z}{H}$		V [m/s]	$\frac{Y^2}{g \cdot T}$	C_W	C_Q	C_N	C_M	$\frac{Z}{H}$
90°	0,2	0,0136	1,3	—	1,3	—	0,403	30°	0,2	0,0136	0,5635	0,9753	1,127	0,068	0,419
	0,4	0,0547	1,216	—	1,216	—	0,478		0,4	0,0547	0,5204	0,9013	1,0408	0,0781	0,475
	0,6	0,1223	1,31	—	1,31	—	0,504		0,6	0,1223	0,5627	0,9745	1,1253	0,0821	0,506
	0,8	0,2175	1,348	—	1,348	—	0,524		0,8	0,2175	0,5783	1,0046	1,1566	0,0923	0,526
	1,0	0,3398	1,353	—	1,353	—	0,533		1,0	0,3398	0,5841	1,0063	1,1622	0,0962	0,533
	1,2	0,4893	1,351	—	1,351	—	0,539		1,2	0,4893	0,5803	1,005	1,1605	0,1007	0,536
	1,4	0,6659	1,338	—	1,338	—	0,538		1,4	0,6659	0,5725	0,9946	1,145	0,0993	0,542
	1,6	0,8699	1,320	—	1,320	—	0,542		1,6	0,8699	0,5663	0,9803	1,1326	0,0983	0,542
	1,8	1,1009	1,293	—	1,293	—	0,543		1,8	1,1009	0,5547	0,9607	1,1094	0,0987	0,543
	2,0	1,3592	1,254	—	1,254	—	0,543		2,0	1,3592	0,5399	0,9350	1,0797	0,0972	0,545
75°	0,2	0,0136	1,2758	0,2418	1,3208	0,0283	0,421	15°	0,2	0,0136	0,3802	1,419	1,469	0,1407	0,409
	0,4	0,0547	1,1827	0,3169	1,2245	0,0336	0,491		0,4	0,0547	0,2417	0,9021	0,9339	0,1059	0,494
	0,6	0,1223	1,278	0,3424	1,3231	0,0405	0,502		0,6	0,1223	0,2631	0,9819	1,0166	0,1271	0,518
	0,8	0,2175	1,3151	0,3524	1,3615	0,0438	0,525		0,8	0,2175	0,2741	1,0117	1,0474	0,1349	0,530
	1,0	0,3398	1,3199	0,3537	1,3665	0,04605	0,533		1,0	0,3398	0,2721	1,0155	1,0513	0,1399	0,523
	1,2	0,4893	1,3167	0,3528	1,3632	0,04676	0,536		1,2	0,4893	0,2724	1,0165	1,0524	0,1405	0,548
	1,4	0,6659	1,3078	0,3504	1,354	0,0475	0,541		1,4	0,6659	0,2687	1,0029	1,0383	0,1407	0,544
	1,6	0,8699	1,2875	0,3449	1,333	0,0475	0,542		1,6	0,8699	0,2661	0,9932	1,0283	0,1403	0,541
	1,8	1,1009	1,2626	0,3383	1,3072	0,0477	0,542		1,8	1,1009	0,2610	0,9741	1,0085	0,1381	0,543
	2,0	1,3592	1,2222	0,3275	1,2653	0,0466	0,544		2,0	1,3592	0,2616	0,9388	0,9719	0,1339	0,536
60°	0,2	0,0136	1,1281	0,6513	1,3026	0,0474	0,418								
	0,4	0,0547	1,0447	0,6032	1,2063	0,0546	0,473								
	0,6	0,1223	1,1367	0,656	1,3126	0,0677	0,508								
	0,8	0,2175	1,1708	0,676	1,3520	0,0735	0,527								
	1,0	0,3398	1,1740	0,6779	1,3567	0,0756	0,532								
	1,2	0,4893	1,1676	0,6742	1,3483	0,07618	0,536								
	1,4	0,6659	1,1610	0,6704	1,3407	0,07613	0,54								
	1,6	0,8699	1,1466	0,662	1,3240	0,0764	0,542								
	1,8	1,1009	1,1231	0,6485	1,2969	0,0748	0,543								
	2,0	1,3592	1,0881	0,6283	1,2565	0,0734	0,543								
45°	0,2	0,0136	0,8705	0,8705	1,2311	0,0609	0,413								
	0,4	0,0547	0,8108	0,8108	1,1467	0,0657	0,476								
	0,6	0,1223	0,8781	0,8781	1,2419	0,0769	0,502								
	0,8	0,2175	0,9046	0,9046	1,2793	0,0833	0,523								
	1,0	0,3398	0,9079	0,9079	1,284	0,0858	0,531								
	1,2	0,4893	0,9028	0,9028	1,2767	0,0866	0,536								
	1,4	0,6659	0,8967	0,8967	1,268	0,0875	0,541								
	1,6	0,8699	0,8867	0,8867	1,254	0,0884	0,543								
	1,8	1,1009	0,8658	0,8658	1,2244	0,0873	0,542								
	2,0	1,3592	0,8444	0,8444	1,1900	0,0857	0,543								

Platte 400 x 400, 4mm dick, Oberkante 200 mm unter Wasseroberfläche

$$C_{WA} = \frac{W}{\frac{1}{2} \cdot v^2 \cdot L \cdot H}$$



$\frac{Re}{400}$ $\frac{v^2}{9.7}$

0.1 0.2 0.3 0.4 0.5 0.6 0.7 0.8 0.9 1.0

0.1

0.2

0.3

0.4

0.5

0.6

0.7

0.8

0.9

1.0

1.1

1.2

1.3

1.4

1.5

1.6

1.7

1.8

1.9

2.0

2.1

2.2

2.3

2.4

2.5

2.6

2.7

2.8

2.9

3.0

3.1

3.2

3.3

3.4

3.5

3.6

3.7

3.8

3.9

4.0

4.1

4.2

4.3

4.4

4.5

4.6

4.7

4.8

4.9

5.0

5.1

5.2

5.3

5.4

5.5

5.6

5.7

5.8

5.9

6.0

6.1

6.2

6.3

6.4

6.5

6.6

6.7

6.8

6.9

7.0

7.1

7.2

7.3

7.4

7.5

7.6

7.7

7.8

7.9

8.0

8.1

8.2

8.3

8.4

8.5

8.6

8.7

8.8

8.9

9.0

9.1

9.2

9.3

9.4

9.5

9.6

9.7

9.8

9.9

10.0

10.1

10.2

10.3

10.4

10.5

10.6

10.7

10.8

10.9

11.0

11.1

11.2

11.3

11.4

11.5

11.6

11.7

11.8

11.9

12.0

12.1

12.2

12.3

12.4

12.5

12.6

12.7

12.8

12.9

13.0

13.1

13.2

13.3

13.4

13.5

13.6

13.7

13.8

13.9

14.0

14.1

14.2

14.3

14.4

14.5

14.6

14.7

14.8

14.9

15.0

15.1

15.2

15.3

15.4

15.5

15.6

15.7

15.8

15.9

16.0

16.1

16.2

16.3

16.4

16.5

16.6

16.7

16.8

16.9

17.0

17.1

17.2

17.3

17.4

17.5

17.6

17.7

17.8

17.9

18.0

18.1

18.2

18.3

18.4

18.5

18.6

18.7

18.8

18.9

19.0

19.1

19.2

19.3

19.4

19.5

19.6

19.7

19.8

19.9

20.0

20.1

20.2

20.3

20.4

20.5

20.6

20.7

20.8

20.9

21.0

21.1

21.2

21.3

21.4

21.5

21.6

21.7

21.8

21.9

22.0

22.1

22.2

22.3

22.4

22.5

22.6

22.7

22.8

22.9

23.0

23.1

23.2

23.3

23.4

23.5

23.6

23.7

23.8

23.9

24.0

24.1

24.2

24.3

24.4

24.5

24.6

24.7

24.8

24.9

25.0

25.1

25.2

25.3

25.4

25.5

25.6

25.7

25.8

25.9

26.0

26.1

26.2

26.3

26.4

26.5

26.6

26.7

26.8

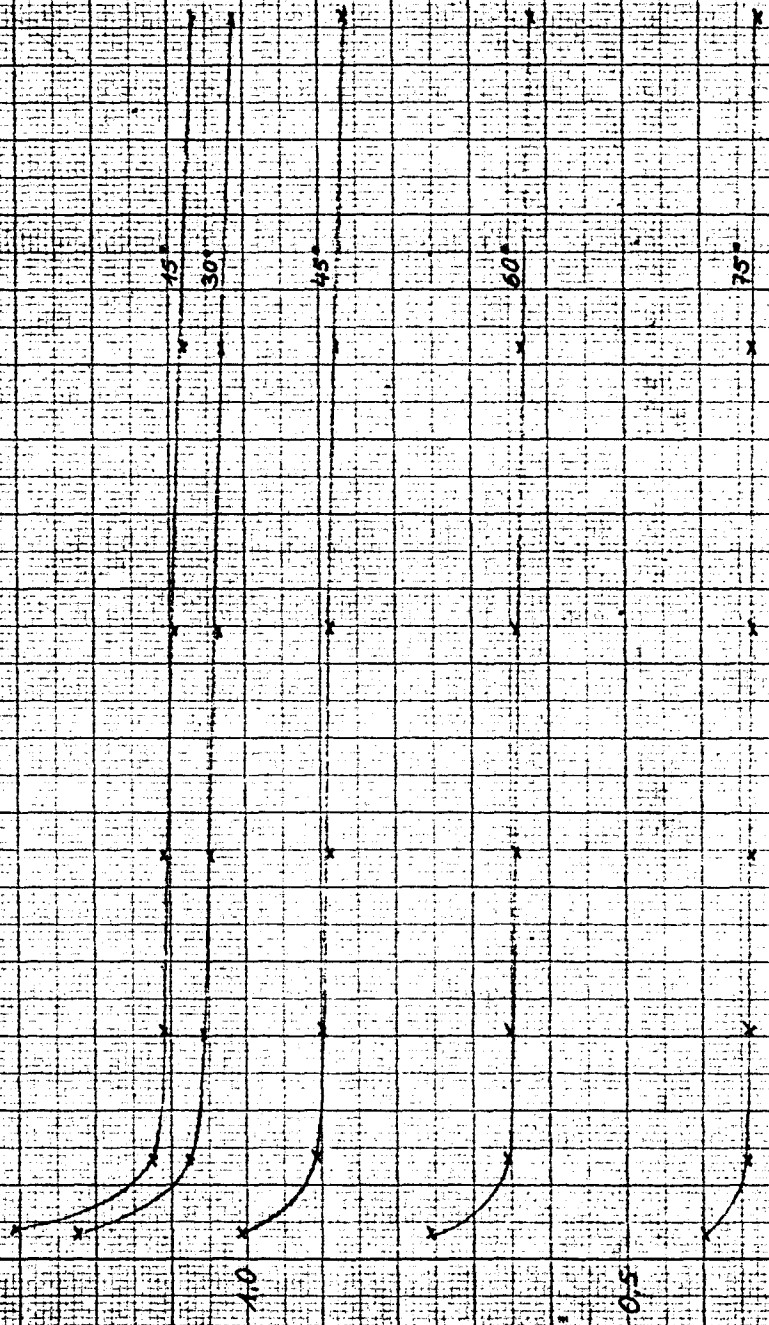
26.9

27.0

27.1

Platte 400 x 400, 4mm dick Oberkante 200mm unter d. Wasseroberfläche

$$Q_2 = \frac{g \cdot L^3 \cdot H}{12}$$



$\frac{R_0}{10}$ $\frac{V^2}{g \cdot L}$

0.1 0.2 0.3 0.4 0.5 0.7

Platte 100x100 1.5mm dick Oberkante 200mm unter d. Wasseroberfläche

10

10

0.5

0.05

0.1

0.15

0.2

0.25

0.3

0.35

0.4

0.4

10

20

30

40

50

60

70

80

90

100

110

120

130

140

150

160

170

180

190

200

210

220

230

240

250

260

270

280

290

300

310

320

330

340

350

360

370

380

390

400

410

420

430

440

450

460

470

480

490

500

510

520

530

540

550

560

570

580

590

600

610

620

630

640

650

660

670

680

690

700

710

720

730

740

750

760

770

780

790

800

810

820

830

840

850

860

870

880

890

900

910

920

930

940

950

960

970

980

990

1000

1010

1020

1030

1040

1050

1060

1070

1080

1090

1100

1110

1120

1130

1140

1150

1160

1170

1180

1190

1200

1210

1220

1230

1240

1250

1260

1270

1280

1290

1300

1310

1320

1330

1340

1350

1360

1370

1380

1390

1400

1410

1420

1430

1440

1450

1460

1470

1480

1490

1500

1510

1520

1530

1540

1550

1560

1570

1580

1590

1600

1610

1620

1630

1640

1650

1660

1670

1680

1690

1700

1710

1720

1730

1740

1750

1760

1770

1780

1790

1800

1810

1820

1830

1840

1850

1860

1870

1880

1890

1900

1910

1920

1930

1940

1950

1960

1970

1980

1990

2000

2010

2020

2030

2040

2050

2060

2070

2080

2090

2100

2110

2120

2130

2140

2150

2160

2170

2180

2190

2200

2210

2220

2230

2240

2250

2260

2270

2280

2290

2300

2310

2320

2330

2340

2350

2360

2370

2380

2390

2400

2410

2420

2430

2440

2450

2460

2470

2480

2490

2500

2510

2520

2530

2540

2550

2560

2570

2580

2590

2600

2610

2620

2630

2640

2650

2660

2670

2680

2690

2700

2710

2720

2730

2740

2750

2760

2770

2780

2790

2800

2810

2820

2830

2840

2850

2860

2870

2880

2890

2900

2910

2920

2930

2940

2950

2960

2970

2980

2990

3000

3010

3020

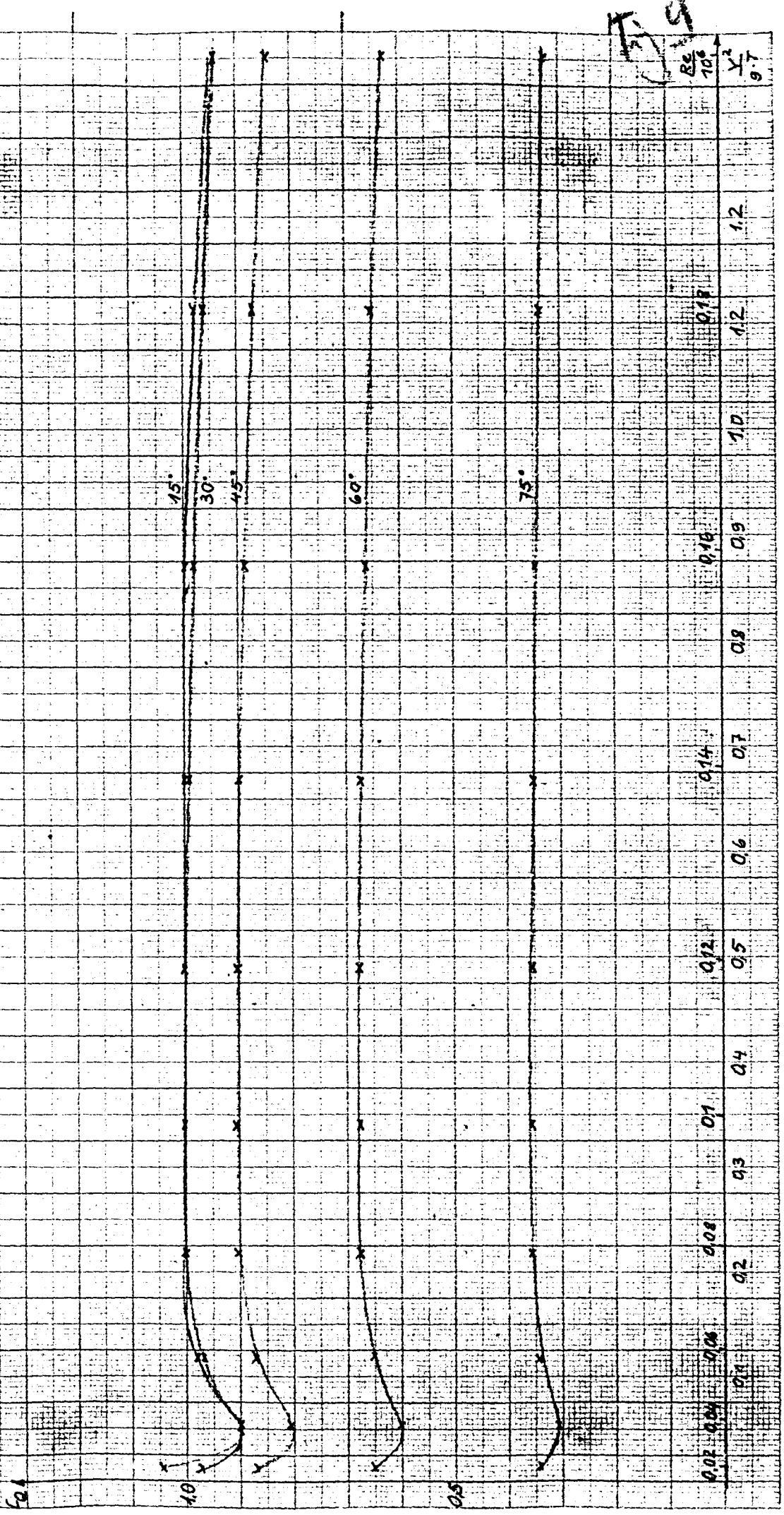
3030

3040

3050

3060

Platte 100 x 400 □ 3mm dick Oberkante 200mm unter d. Wasseroberfläche



Platte 100x400 3mm dick Oberkante 200mm unter d. Wasseroberfläche

F13

45°

30°

45°

60°

75°

$\frac{R_c}{10^6}$ $\frac{V^2}{g \cdot T}$

0,18

0,16

0,14

0,12

0,1

0,08

0,06

0,04

0,02

1,2

1,1

1,0

0,8

0,7

0,6

0,5

0,4

0,3

0,2

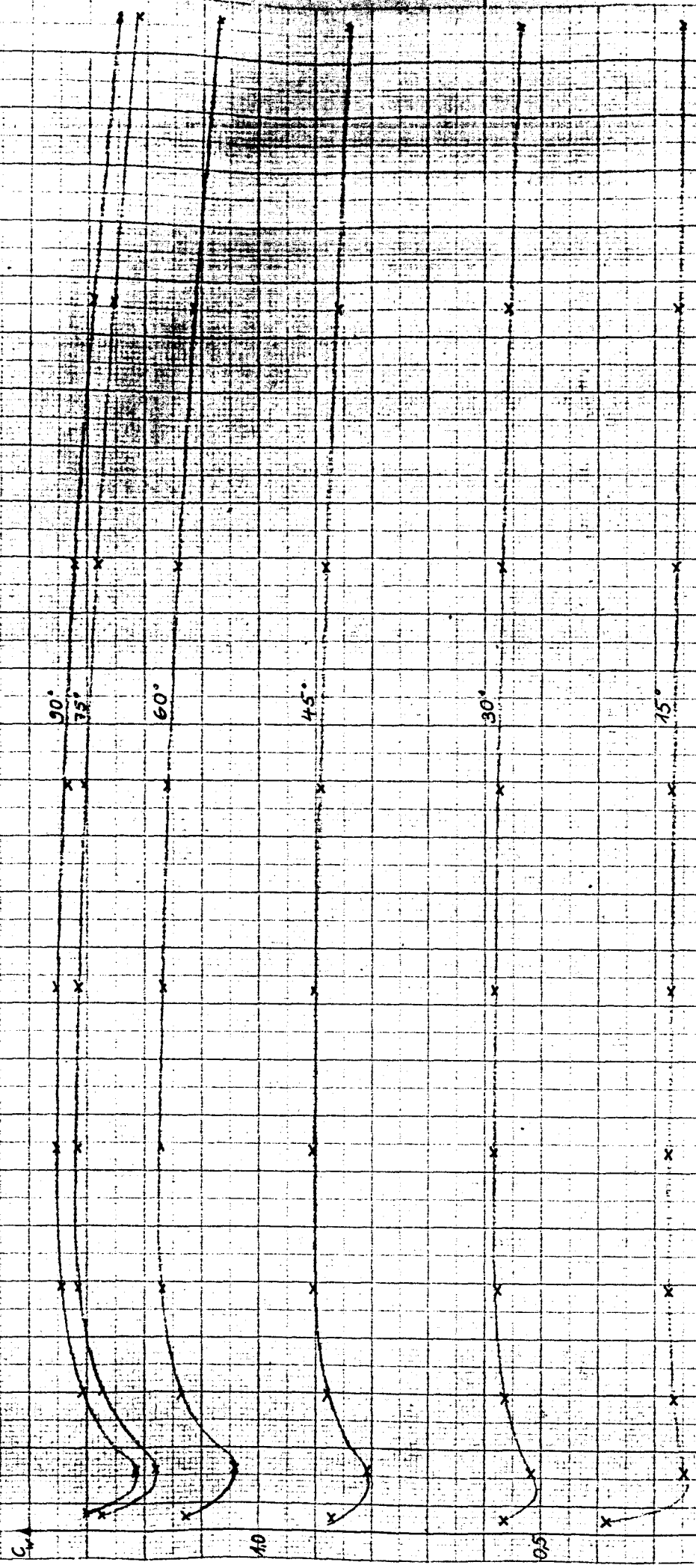
0,1

0,1

0,1

0,05

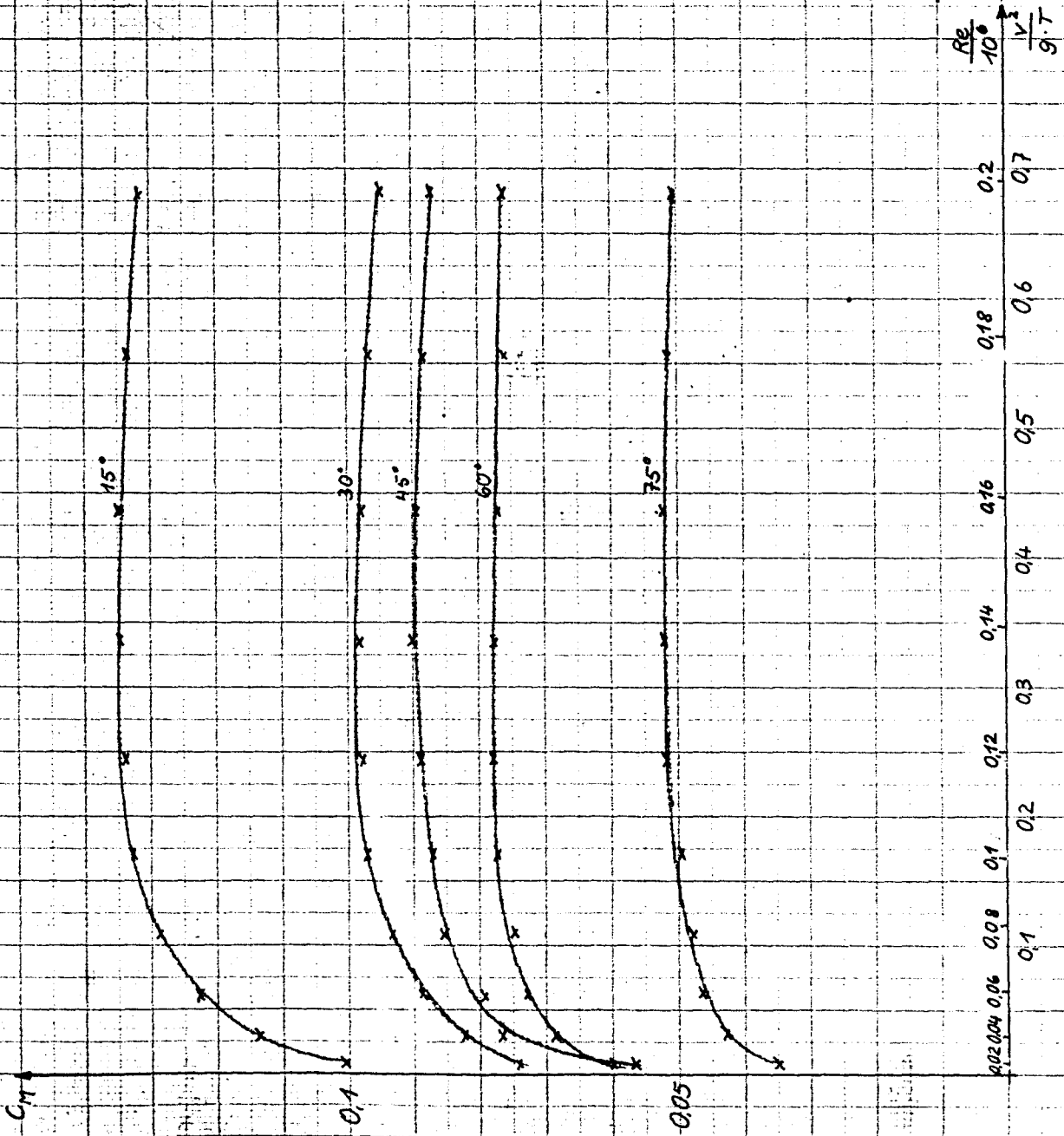
Platte 100 x 400 3mm dick Oberkante 200mm unter Wasseroberfläche



$$Re = \frac{v \cdot \rho \cdot l}{\eta}$$

0.02	0.04	0.06	0.08	0.1	0.12	0.14	0.16	0.18	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	1.1	1.2	1.5	2.0
0.02	0.04	0.06	0.08	0.1	0.12	0.14	0.16	0.18	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	1.1	1.2	1.5	2.0

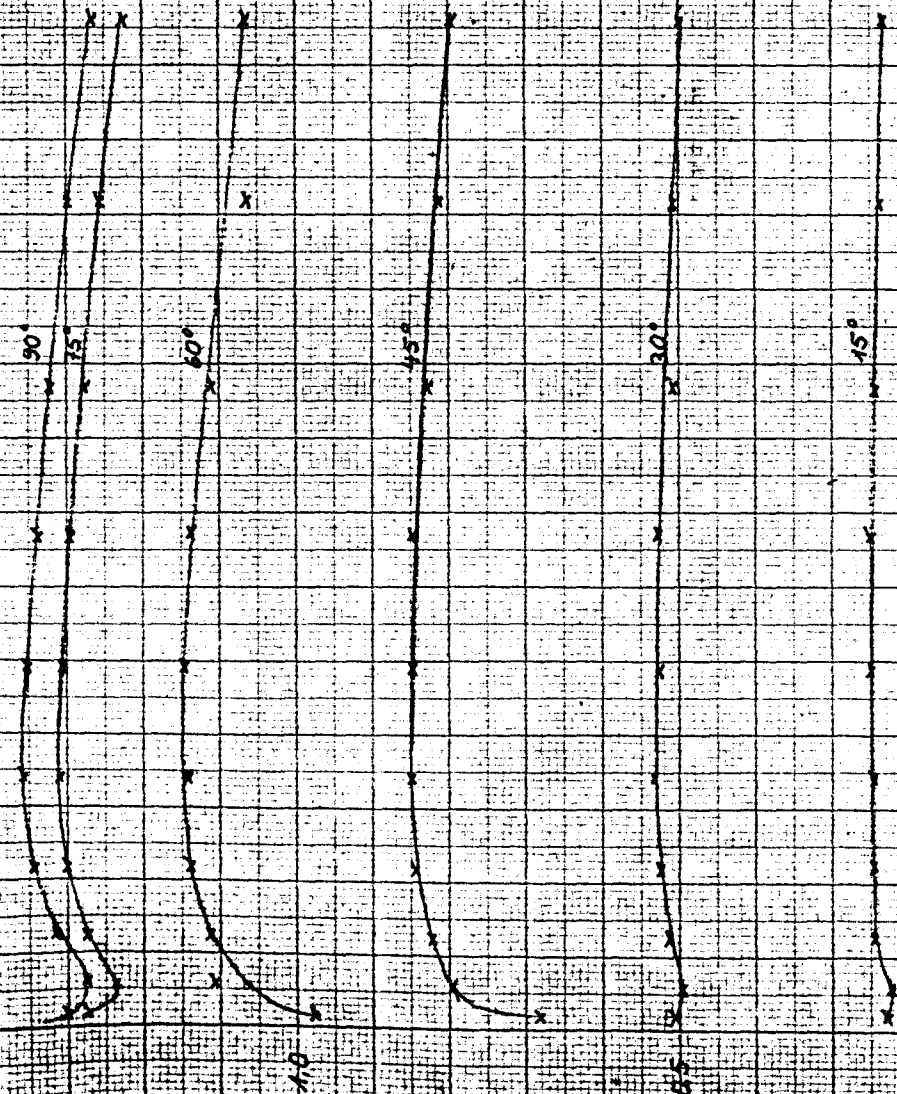
Platte 400 x 100 3mm dick Oberkante 200mm unter Wasseroberfläche



FBI

Pickte 400 x 100 mm, 3 mm dick, Oberkante 200 mm unter Wasserlinie

$$C_{W,1} = \frac{W}{\frac{1}{2} \rho V^2 L \cdot H}$$



$$Re = \frac{V \cdot 0.1}{\nu}$$

$\frac{Re}{10^5}$	$\frac{V^2}{g \cdot T}$	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7
0.1	0.1	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7

Platte 400 x 400 4mm dick Oberkante 200mm Unter Wasseroberfläche

15°

30°

45°

60°

75°

0,5

0,3

0,3

0,1

0,2

0,1

0,1

0,2

0,1

0,2

0,1

0,2

0,1

0,2

0,1

0,2

0,1

0,2

0,1

0,2

0,1

0,2

0,1

0,2

0,1

0,2

0,1

0,2

0,1

0,2

0,1

0,2

0,1

0,2

0,1

0,2

0,1

0,2

0,1

0,2

0,1

0,2

0,1

0,2

0,1

0,2

0,1

0,2

0,1

0,2

0,1

0,2

0,1

0,2

0,1

0,2

0,1

0,2

0,1

0,2

0,1

0,2

0,1

0,2

0,1

0,2

0,1

0,2

0,1

0,2

0,1

0,2

0,1

0,2

0,1

0,2

0,1

0,2

0,1

0,2

0,1

0,2

0,1

0,2

0,1

0,2

0,1

0,2

0,1

0,2

0,1

0,2

0,1

0,2

0,1

0,2

0,1

0,2

0,1

0,2

0,1

0,2

0,1

0,2

0,1

0,2

0,1

0,2

0,1

0,2

0,1

0,2

0,1

0,2

0,1

0,2

0,1

0,2

0,1

0,2

0,1

0,2

0,1

0,2

0,1

0,2

0,1

0,2

0,1

0,2

0,1

0,2

0,1

0,2

0,1

0,2

0,1

0,2

0,1

0,2

0,1

0,2

0,1

0,2

0,1

0,2

0,1

0,2

0,1

0,2

0,1

0,2

0,1

0,2

0,1

0,2

0,1

0,2

0,1

0,2

0,1

0,2

0,1

0,2

0,1

0,2

0,1

0,2

0,1

0,2

0,1

0,2

0,1

0,2

0,1

0,2

0,1

0,2

0,1

0,2

0,1

0,2

0,1

0,2

0,1

0,2

0,1

0,2

0,1

0,2

0,1

0,2

0,1

0,2

0,1

0,2

0,1

0,2

0,1

0,2

0,1

0,2

0,1

0,2

0,1

0,2

0,1

0,2

0,1

0,2

0,1

0,2

0,1

0,2

0,1

0,2

0,1

0,2

0,1

0,2

0,1

0,2

0,1

0,2

0,1

0,2

0,1

0,2

0,1

0,2

0,1

0,2

0,1

0,2

0,1

0,2

0,1

0,2

0,1

0,2

0,1

0,2

0,1

0,2

0,1

0,2

0,1

0,2

0,1

0,2

0,1

0,2

0,1

0,2

0,1

0,2

0,1

0,2

0,1

0,2

0,1

0,2

0,1

0,2

0,1

0,2

0,1

0,2

0,1

0,2

0,1

0,2

0,1

0,2

0,1

0,2

0,1

0,2

0,1

0,2

0,1

0,2

0,1

0,2

0,1

0,2

0,1

0,2

Platte 100 x 100, 1,5 mm dick Oberkante 200 mm unter d. Wasseroberfläche

