



UNIVERSITÄTS-  
BIBLIOTHEK  
PADERBORN

# **Deutsche Küstenflüsse**

Text und Zahlentafeln

**Kres, J.**

**Berlin, 1911**

2. Wasserstandsverhältnisse der Ostsee.

---

[urn:nbn:de:hbz:466:1-93857](https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:hbz:466:1-93857)

abgelesen werden, so daß das mittlere Tideniedrigwasser und die entsprechenden Schwankungen nicht genau festzustellen sind. Bei Büssum werden aus ähnlichem Grunde die Tideniedrigwasserstände nicht beobachtet.

## 2. Wasserstandsverhältnisse der Ostsee.

Schon bei Betrachtung der Wasserstandsverhältnisse der preußischen Gasse ist auf die Besonderheiten im jährlichen Gange der Wasserstände an der deutschen Ostseeküste hingewiesen worden. Hauptsächlich hat die Sommeranschwellung des Mittelwassers die Aufmerksamkeit der Ozeanographen und Geodäten auf sich gelenkt und zu verschiedenartigen Erklärungen Anlaß geboten. Hiermit in Zusammenhang stehen auch die beiden Fragen der zeitlichen Änderung des Jahresmittelwassers von Jahr zu Jahr und der örtlichen Verschiedenheit der Höhenlage des Mittelwassers zu Normalnull. Um einen Überblick über das Verhalten des Ostseespiegels an der deutschen Küste, vornehmlich bei Schleswig-Holstein, im Jahrzehnt 1896/1905 zu gewinnen, können diese Fragen nicht ganz unberührt bleiben.

Im folgenden Verzeichnis haben wir für alle im Anhang behandelten Ostseepegel, 32 an der Zahl, die Mittelwerte des MHW, MW und MNW im Jahre und in beiden Halbjahren zusammengestellt. Um sie leicht miteinander vergleichen zu können, stehen nicht die auf Pegelnull bezogenen Zahlenwerte im Verzeichnis, sondern die positiven und negativen Abweichungen vom Jahres-MW der betreffenden Pegelstelle. Verfährt man ebenso beim Pegel eines Stromes wie z. B. Oder, Weichsel usw., so ergeben sich für die halbjährigen MW mehr oder weniger große Zahlen, die mit entgegengesetzten Vorzeichen einander gleich sind, beispielsweise für die Oder bei Rüstzin 1835/92 Winter-MW = + 30 cm, Sommer-MW = - 30 cm. Wegen der Wasserfülle des Winterhalbjahres übertreffen HMW und MNW des Winters erheblich die zugehörigen Werte des Sommers. Demgemäß gleicht oder ähnelt das MHW des Jahres dem des Winters, das MNW des Jahres dem des Sommers.

Im Gegensatz hierzu sind bei fast allen deutschen Ostseepegeln die Unterschiede der halbjährigen MW gering oder = 0; wo sich ein kleiner Unterschied zeigt, hat das Winter-MW negatives und das Sommer-MW positives Vorzeichen, umgekehrt wie bei den Binnenflüssen. Ferner besteht der Gegensatz, daß das Winter-MNW kleiner als das Sommer-MNW ist, weshalb das größte MHW und das kleinste MNW gewöhnlich in dieselbe Jahreszeit fallen, nämlich in den Winter. Eine Ausnahme hiervon macht nur der Pegel Rowe an der Lupowmündung, der ein ähnliches Verhalten wie die Binnenflußpegel zeigt, freilich nicht sehr scharf ausgeprägt. Dies läßt vermuten, daß er mehr die Wasserstände der Lupow als der Ostsee angibt.

Hätten alle Zuflüsse dieses Meeres dieselbe Art des Abflußvorganges wie die an der deutschen Küste mündenden Ströme und Flüsse, nämlich ein beträchtliches Übergewicht der winterlichen über die sommerliche Wasserführung, so würde der Gegensatz beim Winter- und Sommer-MW dafür sprechen, daß die Wasserstandsbewegung der Ostsee sich unabhängig von derjenigen ihrer

1896/05	Memel	Piława	Puszig	Zebo (Kafen)	Rome	Stolpmünde	Müggelwalder- münde	Kolberg
MHW	77 76 48	63 62 40	65 62 44	82 82 42	47 47 24	87 87 55	95 95 56	114 114 64
MW	0 0 -1	0 -2 +1	0 -2 +1	0 0 +1	0 +5 -6	0 -1 +2	0 -1 +1	0 -1 +2
MNW	-48 -46 -33	-51 -51 -31	-53 -53 -32	-46 -46 -30	-27 -21 -26	-63 -63 -36	-68 -67 -42	-73 -72 -42
1896/05	Dit-Deep	Zwinnmünde	Wied	Stralsund	Warhöft	Wittrover Kofhaus	Sabitz	Barth
MHW	109 108 69	111 111 58	126 126 61	119 119 64	111 111 55	86 86 40	101 101 48	80 79 38
MW	0 -1 0	0 -2 +2	0 -2 +2	0 -2 +2	0 -1 +1	0 -1 +2	0 -2 +2	0 -1 0
MNW	-55 -54 -37	-76 -76 -48	-87 -85 -66	-105 -105 -65	-80 -80 -53	-66 -65 -45	-71 -71 -45	-36 -36 -25
1896/05	Perow Außen P.	Mibnitzer Kof	Warenmünde	Jennitz Schl. Außen P.	Wismar	Travenmünde	Reustadt	Sehnamfund
MHW	111 104 61	67 66 39	124 124 70	118 118 63	152 152 88	143 143 89	140 140 69	119 119 60
MW	0 -1 0	0 0 0	0 -1 +2	0 -2 +2	0 -2 +2	0 -2 +1	0 -1 +1	0 -2 +1
MNW	-57 -55 -44	-42 -41 -30	-99 -99 -68	-65 -65 -50	-120 -120 -85	-121 -121 -87	-103 -103 -71	-135 -135 -83
1896/05	Stiel	Ederförde	Schleswig	Kappeln	Schleimünde	Hörsburg	Sonderburg	Warßfund
MHW	150 149 85	137 137 86	122 116 89	118 115 69	128 125 79	128 125 84	144 142 93	124 121 80
MW	0 0 +1	0 -1 +1	0 -2 +3	0 -1 +1	0 -1 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0
MNW	-104 -104 -78	-112 -110 -75	-90 -89 -57	-74 -74 -47	-103 -103 -76	-118 -118 -79	-118 -117 -92	-117 -117 -80

(Alle Zahlenangaben in Zentimetern. Sämtliche Mittelwerte sind bezogen auf das Jahres-MW 1896/1905 einer jeden Pegelstelle.)

Zusflüsse vollzieht. Diese Schlußfolgerung trifft jedoch deshalb nicht zu, weil die meisten schwedischen und finnischen Flüsse einen wesentlich anderen Abfluvvorgang haben, ähnlich wie unsere Hochgebirgsflüsse, mit kleiner Wasserführung in der kälteren und großer Wasserführung in der wärmeren Jahreshälfte. Für jede der beiden Jahreshälften nähern sich die erheblichen Unterschiede der Monatsmittel einem Ausgleich.

Gehen wir nun auf den Gegensatz beim MHW und MNW ein, so besteht wohl kein Zweifel darüber, daß die mittleren (und ebenso die äußersten) Grenzwerte der Wasserstände vorzugsweise durch Richtung und Stärke der Winde und deren Verteilung über die Jahreszeiten bedingt werden. Da fast in jedem Jahre der höchste und der niedrigste Wasserstand in den Winter treffen, so sind die Spiegelschwankungen MHW—MNW des Volljahres von denen des Winterhalbjahres sehr wenig und bei vielen Pegeln gar nicht verschieden. Sie übertreffen weitaus die des Sommerhalbjahres, wie folgendes Verzeichnis lehrt. Nur darin ähneln alle 3 Reihen einander, daß die Größe der Schwankungen von Ostpreußen bis Vorpommern anwächst und schließlich bei Schleswig-Holstein das größte Maß erreicht.

Spiegel- schwankungen	Memel	Pillau	Rugig	Leba	Rowe	Stolpmünde	Rügenwalde	Solberg	St-Deep	Swinemünde	Wiel	Stralsund	Wargöft	Wittow	Schönitz	Warth
HHW—NNW . . . .	244	195	200	265	118	271	239	321	236	321	390	408	386	335	343	319
MHW—MNW Jahr . .	125	115	118	128	74	140	163	187	164	187	213	224	191	152	172	116
Desgl. Winter . . .	122	113	115	128	68	140	162	186	162	187	211	224	191	151	172	115
Desgl. Sommer . .	81	71	76	72	50	91	98	106	106	106	127	129	108	85	93	63

Spiegel- schwankungen	Pereow	Albiniger F.	Warnemünde	Jennitz	Wisnar	Travenmünde	Neustadt	Neuharnhund	Wiel	Gärenförde	Schleswig	Kappeln	Schleimünde	Hensburg	Sonderburg	Maröhlund
HHW—NNW . . . .	282	168	260	295	381	491	500	501	526	490	446	302	482	477	526	545
MHW—MNW Jahr . .	168	109	223	183	272	264	243	254	254	249	212	192	231	246	262	241
Desgl. Winter . . .	159	107	223	183	272	264	243	254	253	247	205	189	228	243	259	238
Desgl. Sommer . .	105	69	138	113	173	176	140	143	163	161	146	116	155	163	185	160

(Alle Zahlenangaben in Zentimetern. Die Mittelwerte MHW und MNW gelten für das Jahrzehnt 1896/1905.)

Dies gilt auch für die äußersten Schwankungen HHW—NNW, die nach den Angaben auf Seite 79/87 des Anhangs berechnet sind. Danach ist bei keinem deutschen Ostseepiegel der Höchststand HHW im Sommerhalbjahr eingetreten, an 15 Pegeln im November, an 10 im Dezember, an je 2 im Januar, Februar, April und 1 mal im März. Die Tiefststände sind bei 6 Pegeln im Sommerhalbjahr vorgekommen, meist im Oktober, ferner bei 5 im November, bei 13 im Dezember, bei 6 im Februar, bei je 1 im Januar und März.

Das Winterhalbjahr ist mithin in jeder Beziehung die Jahreszeit des

Hochwassers und Niedrigwassers an der Ostsee, und namentlich seine ersten Monate November/Dezember sind dem größten Wechsel ausgesetzt. Auch der Januar zeigt bei Ausdehnung der Untersuchung auf lange Jahre sehr großen Wechsel, fast noch mehr als der Dezember. An den meisten Pegeln der westlichen Ostsee übertrifft die November-Sturmflut von 1872 alle anderen Hochwassererscheinungen. Von Rügen ab hat sie wohl überall die Höchststände verursacht, die nur nicht für alle Pegel genau bekannt sind. Bei diesen tritt meistens die Sturmflut vom Dezember 1904 an ihre Stelle.

Beide Sturmfluten wurden durch nordöstliche Stürme verursacht, gegen welche die Lübecker Bucht völlig offen liegt. Die hier zu großer Höhe auflaufende Flutwelle pflanzt sich rechtwinklig zur Sturmrichtung fort und erzeugt daher auch im nordwestlichen Teile der Beltsee jene Höchststände. Andererseits erleichtert die nach Nordost offene Lage der Lübecker Bucht bei stürmischen oder langanhaltenden Südwestwinden das Abtreiben des Wassers vom Lande und an der ganzen Küste Schleswig-Holsteins die Entstehung sehr niedriger Wasserstände. Weil diese beiden Himmelsrichtungen (Nordost und Südwest) für die Ostsee, deren Längsachse mit ihnen annähernd übereinstimmt, die Richtungen der schwersten Stürme und der vorherrschenden Winde darstellen, so hat die schleswig-holsteinische Küste die schlimmsten Angriffe der Sturmfluten zu erleiden und weist die größten Spiegelschwankungen auf. Auch an den übrigen deutschen Küstenstrecken rufen die Südwestwinde das tiefste Niedrigwasser hervor, nur bei Ostpreußen die anhaltenden Südostwinde. Sturmfluten kommen auch in der eigentlichen Ostsee, die von der Beltsee durch die Darßer Schwelle zwischen dem Darß und der Insel Falster getrennt wird, aus Nordost bis Nord, bei Ostpreußen aus Nord bis Nordwest.

Die Größe der Spiegelschwankungen richtet sich einestheils danach, wie die Küstenstrecke zu den genannten Stürmen und ablandigen Winden liegt, anderntheils nach rein örtlichen Verhältnissen, die nachteilig auf das Hoch- und Niedrigwasser einwirken, z. B. bei Stralsund, oder die Pegelstelle besonders schützen, z. B. bei Barth, Ribnitzer Paß, Schleswig und Kappeln. Diese Pegelstellen und, aus dem früher genannten Grunde, Rowe sind beim Zusammenfassen der Ostseepegel in Gruppen zur Erzielung eines Bildes über den jährlichen Gang der Wasserstände nicht berücksichtigt. Denn bei dieser im folgenden Verzeichnis mitgeteilten Zusammenfassung kommt es darauf an, daß innerhalb jeder Gruppe die einzelnen Pegel gleiche oder doch sehr ähnliche Wasserstands-bewegung im Kreislaufe des Jahres besitzen.

Die nach den Küstenstrecken Ostpreußen (einschl. Westpreußen), Hinterpommern, Vorpommern, Mecklenburg, Holstein und Schleswig eingeteilten Gruppen bestehen aus je 3 bis 5 Pegeln: 1. Memel, Pillau, Putzig, 2. Leba, Stolpmünde, Rügenwaldermünde, Kolberg, Ost-Deep, 3. Swinemünde, Wiek, Barhöft, Wittower Posthaus, Saknitz, 4. Prerow, Warnemünde, Jemnitzschleuse, Wismar, 5. Travemünde, Neustadt, Fehmarnsund, Kiel, 6. Eckernförde, Schleimünde, Flensburg, Sonderburg, Ardsund. Die aus dem Anhang (Seite 65/74) entnommenen Zahlenwerte sind zunächst für jeden dieser Pegel auf sein Jahres-MW = 0 bezogen und sodann für jede Gruppe addiert. Ihre

Durchschnittswerte beziehen sich mithin auf ein der ganzen Küstenstrecke entsprechendes Mittelwasser. Aus den Durchschnittswerten der einzelnen Gruppen sind schließlich die auf das Jahres-MW der deutschen Ostsee bezogenen Gesamtdurchschnittszahlen für das MHW, MW, und MNW der Monate, Halbjahre und des Volljahres gebildet. Zur Erzielung eines übersichtlichen Bildes ist dieses Näherungsverfahren zulässig.

Ostseeküste	Novemb.	Dezember	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	Septemb.	Oktober	Winter	Sommer	Jahr
Ostpreußen . . . .	36	<b>52</b>	39	39	15	13	<b>6</b>	10	25	29	32	31	67	44	68
Hinterpommern . .	56	<b>77</b>	60	56	29	26	<b>12</b>	21	31	36	41	46	97	57	97
Vorpommern . . . .	54	<b>78</b>	65	53	40	34	<b>20</b>	20	28	32	41	45	107	52	107
Mecklenburg . . . .	68	<b>94</b>	85	66	56	46	39	<b>32</b>	37	39	49	64	125	71	126
Holstein . . . . .	70	<b>100</b>	92	70	66	48	40	<b>31</b>	32	39	47	64	138	76	138
Schleswig . . . . .	66	<b>102</b>	79	73	70	48	46	<b>31</b>	31	38	50	72	130	84	130
Durchschn. MHW	58	<b>84</b>	70	60	46	36	27	<b>24</b>	31	35	43	54	111	64	111
Ostpreußen . . . .	+ 4	+ 3	- 0	+ 5	-11	- 9	-10	- 8	+ 6	+ 8	+ 5	+ 1	- 1	+ 0	0
Hinterpommern . .	+ 5	+ 4	+ 0	+ 5	- 9	-10	-10	- 7	+ 6	+ 7	+ 6	+ 3	- 1	+ 1	0
Vorpommern . . . .	+ 2	+ 2	- 3	+ 3	- 7	- 7	- 6	- 3	+ 6	+ 7	+ 5	+ 1	- 2	+ 2	0
Mecklenburg . . . .	+ 2	+ 2	- 3	+ 1	- 5	- 6	- 4	- 2	+ 5	+ 5	+ 3	+ 2	- 2	+ 2	0
Holstein . . . . .	+ 1	+ 1	- 4	+ 3	- 3	- 5	- 4	- 2	+ 5	+ 4	+ 3	+ 1	- 1	+ 1	0
Schleswig . . . . .	+ 1	+ 3	- 3	+ 3	- 2	- 4	- 5	- 3	+ 1	+ 2	+ 4	+ 3	- 0	+ 0	0
Durchschn. MW	+ 2,5	+ 2,5	- 2,1	+ 3,3	- 6,1	- 6,8	- 6,5	- 4,1	+ 4,8	+ 5,5	+ 4,3	+ 1,8	- 1,1	+ 1,0	0
Ostpreußen . . . .	-25	<b>-34</b>	-30	-25	-33	-32	-25	-22	-13	- 9	-17	-24	- 50	-32	- 51
Hinterpommern . .	-35	<b>-47</b>	-34	-31	-39	-37	-27	-24	-15	-12	-21	-32	- 60	-38	- 61
Vorpommern . . . .	-52	<b>-61</b>	-48	-40	-50	-44	-28	-23	-16	-20	-35	-46	- 75	-51	- 76
Mecklenburg . . . .	-61	<b>-67</b>	-58	-52	-52	-43	-33	-30	-24	-34	-45	-52	- 85	-62	- 85
Holstein . . . . .	-79	<b>-87</b>	-68	-55	-59	-53	-37	-31	-25	-38	-62	-62	-116	-80	-116
Schleswig . . . . .	-76	<b>-81</b>	-72	-52	-62	-55	-45	-37	-32	-45	-62	-57	-113	-80	-114
Durchschn. MNW	-55	<b>-63</b>	-52	-42	-49	-44	-32	-28	-21	-26	-40	-46	- 83	-57	- 84

(Alle Zahlenangaben in Zentimetern. Die Höhenlage des Jahres-MW gegen N. N. beträgt ungefähr bei Ostpreußen +1, Hinterpommern -2, Vorpommern -5, Mecklenburg -8, Holstein -16, Schleswig -22 cm.)

Zunächst sei darauf hingewiesen, daß beim MHW und MNW der Dezember ebenso die Hauptzeit für Hoch- und Niedrigwasser ist, wie dies bei der Verteilung des HHW und NNW gefunden wurde. Es tritt sogar noch schärfer hervor, weil in allen Gruppen das größte MHW und das kleinste MNW in den Dezember fallen. Die kleinsten Werte des MHW gehören dem Mai/Juni, die Größtwerte des MNW dem Juli/August an. Durchweg liegen in der mit April beginnenden und mit September endigenden Jahreshälfte die MHW niedriger und die MNW höher als im Winterhalbjahr, zu dem hier der Oktober hinzukommt, während der April weggeht. Die Schwankungen sind demnach im Winter viel größer als im Sommer, ferner bei Ostpreußen wesentlich kleiner als bei Schleswig-Holstein. Im Gesamtdurchschnitt beläuft sich die monatliche Schwankung MHW—MNW im Dezember auf 147, dagegen im Juni/Juli

nur auf 52 cm. Für die Einzelgruppen stellt sich die Dezember-Schwankung bei Ostpreußen auf 86 und bei Holstein auf 187 cm, die Juni-Schwankung bei Ostpreußen auf 32 und bei Holstein auf 62 cm. Je weiter die Küstenstrecke nach Westen liegt, um so mehr schlagen die Niedrigstände und mehr noch die Hochstände von der Mittellage aus.

Beim jährlichen Gange des MW erscheint hauptsächlich zu beachten das schnelle Anwachsen vom Kleinstwert im April/Mai zum Größtwert im Juli/August. An der Küste von Ost- und Westpreußen rückt der Kleinstwert in den März, an der Küste von Schleswig der Größtwert in den September. In der eigentlichen Ostsee ist die Sommeranschwellung des MW, gerade umgekehrt wie beim MHW und MNW, schärfer ausgeprägt als in der Beltsee. Die Unterschiede zwischen dem kleinsten und größten Monats-MW betragen im Gesamtdurchschnitt 12,3 cm, bei Ostpreußen aber 19 und bei Schleswig-Holstein 9 bis 10 cm. Andere Eigentümlichkeiten im Verlaufe der Mittelwasserlinie, namentlich das in allen Gruppen vorhandene Nebenmaximum im Februar, sind als Sondereigenschaft des Jahrzehntes 1896/1905 anzusehen, die sich übrigens auch in manchen anderen Jahrzehnten wiederfindet. Verfolgt man für einige ausgewählte Pegelstellen die Beobachtungen rückwärts auf 35 Jahre, so zeigt diese längere Reihe 1871/1905 nur noch eine schwache Andeutung dieses Nebenmaximums, das vollständig verschwindet in der sehr langen Reihe 1811/88 für Swinemünde.

Hier ist die Bemerkung einzuschalten, daß manche irrige Anschauungen über den jährlichen Gang des Mittelwassers der Ostsee durch Vergleiche ungleichwertiger Beobachtungsreihen an verschiedenen Pegelstellen entstanden sind. Man darf nicht auf örtlich verschiedenartiges Verhalten schließen, wenn für einen Pegel die Reihe 1873/81 und für einen anderen die Reihe 1854/68 benutzt wird, wie dies *A. v. Arnim* („Beiträge zur physischen Geographie der Ostsee“, Hamburg 1891) getan hat. Wird dagegen für einige der bei unserem Vergleiche herangezogenen Pegel, die verschiedenen Gruppen angehören, die Wasserstandsbewegung im Kreislauf des Jahres aus anderen Jahrzehnten und längeren Reihen mit derjenigen von 1896/1905 verglichen, so ergibt sich unverkennbar: 1. Die Verschiedenheiten der Monatsmittelwerte nach der Zeit sind größer als die nach dem Ort. 2. Die Form der Mittelwasserlinie wechselt in ihren Einzelheiten mannigfach; aber stets und überall zeigt sich eine Abnahme vom Herbst durch das Winterhalbjahr zum Frühjahr, besonders eine entschiedene Absenkung des MW im März/Mai und ein jäher Aufstieg zum Juli/September mit dem Größtwert in einem dieser Monate, meistens im August.

Unsere bisherige Betrachtung ist unabhängig von der gegenseitigen Höhenlage des Jahres-MW 1896/1905 an den gruppenweise zusammengefaßten Pegeln. Nach früheren Nivellements der königlichen Landesaufnahme hatte man in den siebziger Jahren angenommen, der mittlere Ostseespiegel sei keine Niveaufläche des Erdsphäroids, sondern habe ein Gefälle von etwa 50 cm im Verlaufe der Küste von Memel bis Holstein. Neuere Nivellements haben erwiesen, daß eine Abweichung in diesem Sinne zwar vorhanden, aber weit

geringer ist. Unter Zugrundelegung der Ergebnisse des letzten Küstennivellements der Landesaufnahme hat das Geodätische Institut aus den Tagesmitteln seiner selbstzeichnenden Pegel nachgewiesen, daß das Jahres-MW 1882/97 zu N. N. in Swinemünde rd. — 6,7 cm gelegen hat, ferner in Arkona — 4,7, Warnemünde — 11,2, Wismar — 12,5, Marienleuchte — 12,6 und Travemünde — 12,0 cm (A. Westphal, „Das Mittelwasser der Ostsee“, Berlin 1900). Folgendes Verzeichnis weist für alle oben genannten deutschen Ostseepegel, deren Nullpunkte durch Hauptnivellements (auf Millimeter angegeben) oder weniger sicher (auf Zentimeter abgerundet) gegen N. N. festgelegt sind, die Höhenlage des Jahres-MW 1896/1905 zu Normalnull nach.

Mittelwasser 1896/1905	Memel	Willau	Stoh- münde	Rügen- walde	Solberg	Ost- Deep	Swin- münde	Wiet	Stralsund	Varböf	Varth	Prerob
0 a. F. = N. N. ± cm	- 45,4	- 247,5	- 83,9	- 135	- 160,7	- 84,2	- 107,4	- 141,1	- 125,1	- 135,0	- 25,1	- 108,9
MW = 0 a. F. ± cm	+ 50	+ 248	+ 79	+ 119	+ 158	+ 89	+ 105	+ 137	+ 118	+ 127	+ 22	+ 102
MW = N. N. ± cm	+ 5	± 0	- 5	- 16?	- 3	+ 5	- 2	- 4	- 7	- 8	- 3	- 6

  

Mittelwasser 1896/1905	Ribniger Fah	Warn- münde	Nemnis- schene	Wismar	Trave- münde	Behnarn- fund	Stiel	Etern- förde	Schles- wig	Flens- burg	Sonder- burg	Arabisund
0 a. F. = N. N. ± cm	- 135	± 0,0	± 0,0	± 0,0	- 550,2	- 218,7	- 27,7	- 206,8	- 218,3	- 229,5	- 216	- 214
MW = 0 a. F. ± cm	+ 127	- 9	- 8	- 9	+ 538	+ 201	+ 9	+ 185	+ 204	+ 210	+ 194	+ 212
MW = N. N. ± cm	- 8	- 9	- 8	- 9	- 12	- 18	- 19	- 22	- 14	- 20	- 22	- 2?

(Alle Zahlenangaben in Zentimetern. Die Höhenlage der Pegelnullpunkte für Rügenwaldermünde und Arabisund scheint beim erstgenannten Pegel um etwa 10 cm zu niedrig, beim letztgenannten Pegel um etwa 20 cm zu hoch angegeben zu sein.)

Die Höhenzahlen des Verzeichnisses für Swinemünde, Warnemünde, Wismar und Travemünde deuten darauf hin, daß das Ostsee-Mittelwasser 1896/1905 etwas höher gelegen hat als 1882/97. Dabei ist freilich zu erwägen, daß unsere nicht ausgeglichenen, nach täglich einmaligen Ablesungen berechneten Jahresmittelzahlen weniger genau sind als die Angaben des Geodätischen Instituts, die auf sorgfältig ausgeglichenen Tagesmitteln der Selbstzeichner beruhen. Aber daß der 10jährige und der 16jährige Zeitraum nicht gleich hohe Lage des Mittelwassers hatten, ist ohne weiteres wahrscheinlich. Die Regelmäßigkeit des von Osten nach Westen gerichteten, durchschnittlich etwa 23 cm betragenden Gefälles wird wesentlich nur unterbrochen durch die zu niedrige Höhenzahl für Rügenwaldermünde, die zu hohe Zahl für Schleswig, die sich übrigens aus der Lage des Pegels am Ende der als Schlei bezeichneten langen Förde erklärt, und schließlich durch die zu hohe Zahl für Arabisund. Da die Pegelnullpunkte von Rügenwaldermünde und Arabisund nicht mit Hauptnivellements festgelegt sind, kann die Unstimmigkeit darauf beruhen, daß die Nullpunkte der Pegel Rügenwaldermünde vielleicht um 10 cm höher und Arabisund um 20 cm niedriger liegen, als im Verzeichnis steht. Annähernd beträgt für das Jahrzehnt 1896/1905 die Höhenlage der bei den einzelnen Küstensektionen auf N. N. bezogenen Wasserstände:

Hauptzahlen	Ost- preußen	Hinter- pommern	Vor- pommern	Mecklen- burg	Holstein	Schleswig
MHW	+69	+95	+102	+118	+122	+119 cm
MW	+ 1	- 2	- 5	- 8	- 16	- 22 cm
MNW	-50	-63	- 81	- 93	-132	-135 cm

Zu einem ähnlichen Ergebnis sind die meereskundlichen Untersuchungen über die Wirkungen der Verschiedenheit des Salzgehaltes und der Dichtigkeit des Ostseewassers gekommen (R. Engelhardt, „Untersuchungen über die Strömungen der Ostsee- und die Dichtigkeitsfläche“. Arch. der deutschen Seewarte, 1899). Sie machen sehr wahrscheinlich, daß ein Gefälle von Osten nach Westen nicht nur längs der deutschen Küste, sondern vom Finnischen Golf zur eigentlichen Ostsee und von da einerseits durch den Sund zum Kattegat und Skagerrak, andererseits auf dem Wege durch die Beltsee dorthin besteht. Durchschnittlich nimmt der Salzgehalt an der Oberfläche von 0 bis 5<sup>0</sup>/<sub>00</sub> im Finnischen Golf auf 7 bis 8<sup>0</sup>/<sub>00</sub> im Hauptbecken und 10 bis 15<sup>0</sup>/<sub>00</sub> in der Beltsee zu. Ein Oberstrom drängt das durch ihre zahlreichen Zuflüsse aus-gefüllte Wasser der Ostsee nach Westen hinaus, ein Unterstrom das salzhaltigere Wasser aus der als Mißbecken dienenden Beltsee nach Osten hinein. Die Durchmischung erfolgt im Kattegat und noch mehr in der flachen Beltsee bei unruhigem Wetter und starkem Wasserstandswechsel der Wintermonate. In der wärmeren Jahreshälfte tritt eine Verstärkung des Unterstroms ein, und das salzreichere Tiefwasser dringt über die Darßer Schwelle, entgegen der ausgehenden Strömung des weniger versalzenen Oberflächenwassers, nach der eigentlichen Ostsee und in ihr weiter. Während im Durchschnittsjahr etwa 400 bis 500 cbkm Süßwasser in die eigentliche Ostsee einfließen, hiervon etwa 15<sup>0</sup>/<sub>00</sub> aus den an der deutschen Küste mündenden Flüssen, mag etwa ebensoviel salzigeres Wasser vom Unterstrom in das eigentliche Ostseebecken gebracht werden, wogegen die doppelte Masse schwachsalzigen Wassers über die Darßer Schwelle und durch den Drefund nach den Mißbecken strömt.

Wie im folgenden Abschnitt gezeigt wird, hat die Nordsee eine ähnliche Schwankung des Mittelwassers im Kreislauf des Jahres, die sich aber von jener der Ostsee durch die Lage des oberen Scheitels im Oktober unterscheidet. An der deutschen Ostseeküste tritt der obere Scheitel durchschnittlich bereits im August, an der schwedischen im September ein. Da der untere Scheitel in beiden Meeren durchschnittlich auf den April oder Mai fällt, so stehen beide Scheitel in der Nordsee um 6 Monate voneinander ab, jedoch in der Ostsee um 2 bis 3 Monate weniger beim steigenden und entsprechend mehr beim fallenden Ast der Mittelwasserlinie. Dieses frühere Eintreten des oberen Scheitels ist wohl hauptsächlich auf die Einwirkung der Flußwasserzufuhr zurückzuführen, die an der deutschen Ostseeküste am stärksten im Januar/Mai, an der schwedischen Küste am stärksten im Mai/Oktober ist. Zunächst scheint die Flußwasserzufuhr an der deutschen Küste der tiefen Absenkung des Mittelwassers im Frühjahr entgegenzuwirken, ohne sie aber verhindern zu können. Sodann füllt sich die Ostsee beim steigenden Ast der Mittelwasserlinie im Sommer durch Aufstau der Flußwasserzufuhr derart, daß der obere Scheitel

eher als in der Nordsee eintritt. Die Verfrühung der Eintrittszeit scheint um so geringer zu sein, je länger die starke Zufuhr aus dem Binnenland anhält, und je näher die Küstenstrecke an der Ausmündung der Ostsee liegt. Statt im August, wie an der deutschen Ostseeküste, wird an der schwedischen Küste die höchste Lage des Mittelwassers durchschnittlich erst im September, an der südschwedischen Küste nach den Beobachtungen von 1887/1900 sogar erst im Oktober erreicht.

Die verhältnismäßig niedrige Lage des Mittelwassers im März/Mai begünstigt die Entwässerung der Niederungen an der Ostküste Schleswig-Holsteins. In der für die Wasserlösung wichtigsten Zeit von Mitte März bis Mitte April liegt dort das Mittelwasser etwa 4 cm und das mittlere Niedrigwasser der Ostsee 55 bis 60 cm unter dem Jahres-MW. Erfahrungsmäßig entspricht letztere Höhenlage der zweckmäßigsten Drempeltiefe der Entwässerungsschleusen (N. N. — 70 cm nach Kunde, „Deichanlagen in der Provinz Schleswig-Holstein“, Hann. Zeitschr. 1883, Seite 453). Meistens sind die Drempel der Schleusen niedriger gelegt; ihre Außentiefe leiden aber oft durch Versandung, falls keine wirksame Spülung möglich ist. Tiefer als das Jahres-MNW sollten sie auch bei guter Spülung nicht gelegt werden. Im folgenden Verzeichnis sind die Abweichungen dieses Mittelwertes vom Jahres-MW 1896/1905 für die Ostseepegel Schleswig-Holsteins mitgeteilt, desgleichen die für Eindeichungen und Bauanlagen maßgebenden Grenzwerte der Wasserstände (HHW und NNW). Um die auf das Jahres-MW einer jeden Pegelstelle bezogenen Zahlen leicht auf Normalnull beziehen zu können, enthält die letzte Zeile die Höhenlage dieses MW zu N. N. Die eingeklammerten Angaben sind Schätzungen.

Grenzwerte	Trabemünde	Neustadt	Sehmarlund	Kiel	Ekernförde	Schleswig	Kappeln	Schlei-münde	Hens-burg	Sonder-burg	Maröfund
HHW am 13. Novemb. 1872	+337	+292	+285	+308	+328	+334	(+321)	+335	+321	+340	+338
HHW am 31. Dezemb. 1904	+225	+226	+213	+236	+225	+151	+193	+224	+236	+227	+233
Jahres-MNW 1896/1905	-121	-103	-135	-104	-112	-90	-74	-103	-118	-118	-117
NNW (verschieden)	-154	-208	-216	-218	-162	-112	-109	-147	-156	-186	-207
Jahres-MW 96/05 = N. N. ±	-12	(-16)	-18	-19	-22	-14	(-20)	(-22)	-20	-22	(-22)

Die aus ganz verschiedenen Jahren zwischen 1860 (bei Kiel) und 1902 (bei Travemünde) stammenden Angaben für NNW lehren, daß das Niedrigwasser ungünstigenfalls an der nicht geschützten Küste auf etwa 200 cm unter Jahres-MW herabsinken kann. Die Angaben für HHW zeigen, daß auf die Wiederkehr einer Sturmflut wie im Dezember 1904 mit etwa 226 cm über Jahres-MW in absehbarer Zeit zu rechnen ist; bei Schleswig scheint der Flut-scheitel nicht beobachtet zu sein. Auf eine außerordentliche Sturmflut wie im November 1872 mit durchschnittlich 322 cm über Jahres-MW müssen alle Bauanlagen eingerichtet werden, von deren sicherem Bestand große Werte oder Menschenleben abhängen.

Bei der Sturmflut vom 11./13. November 1872 trafen Richtung, Stärke und Dauer des Windes in denkbar schlimmster Weise zusammen, um unerhört

hohe Wasserstände in der Beltsee zu erzeugen. Sie ist von D. Baensch in der „Zeitschrift für Bauwesen“ (Berlin 1875) so ausführlich beschrieben, daß ein Hinweis genügt. Nach den geschichtlichen Überlieferungen und Hochwassermarken war sie die bedeutendste Flut seit Jahrhunderten. Im ganzen wird die Ostsee viel seltener als die Nordsee von weit verbreiteten Sturmfluten heimgesucht. Daß die Beltsee und insbesondere die Küste von Schleswig-Holstein am meisten gefährdet sind, sowie daß Stürme aus nordöstlicher bis östlicher Richtung die Gefahr hervorrufen, wurde auf S. 752 bereits erwähnt. Das neueste Beispiel bietet die im vorstehenden Verzeichnis angeführte Sturmflut vom 31. Dezember 1904. Am 29. hatte ein tiefer Luftwirbel, der zwischen zwei Zonen hohen Druckes in Südwesteuropa und Nordskandinavien vom Christianiafjord ostwärts über den südöstlichen Teil der Ostsee gezogen war, stürmische Nordwest- und Westwinde erzeugt. Am 30. Dezember kreuzte ein zweiter tiefer Luftwirbel auf nahezu gleichgerichteter Bahn die westliche Ostsee, nachdem sich die nördliche Hochdruckzone nach Südschweden ausgedehnt hatte. Infolge des großen Luftdruckunterschieds auf kurzem Abstand sprang im Rücken dieses Wirbels der Sturm plötzlich von Südwest über Nord nach Nordost über und nahm am 31. seine größte Stärke an. Am 1. Januar drehte der abgeschwächte Wind nach Süden um, und in beiden folgenden Tagen wehten wiederum südwestliche frische Winde. Bemerkenswert ist diese Sturmflut weniger durch die allerdings ebenfalls ungewöhnliche Größe ihrer Höchststände, als vielmehr durch die großen Schwankungen in wenigen Tagen. Den auf Seite 757 genannten Höchstständen am 31. Dezember mit durchschnittlich +226 cm über Jahres-MW waren am 28. Tiefstände mit durchschnittlich —61 cm vorangegangen und folgten solche mit durchschnittlich —115 cm am 3. Januar nach. In der kurzen Zeitspanne stieg also der Beltseespiegel zunächst um 287 cm und fiel gleich darauf um 341 cm.

### 3. Wasserstandsverhältnisse der Nordsee.

Die Betrachtung der Ostsee schließt mit einem Beispiel für ungewöhnliche Schwankungen von 287 und 341 cm innerhalb weniger Tage. An der deutschen Nordseeküste treten Schwankungen der Wasserstände von dieser Größe täglich zweimal auf durch die Tidewirkung. Im Laufe des Jahres werden jedoch durch die unterstützende Wirkung des Windes viel größere Schwankungen des Meeresspiegels hervorgerufen. Die in der Ostsee verschwindend kleine Tidewirkung wächst im Skagerrak soweit an, daß die Flutgröße bei Skagen ungefähr 30 cm beträgt. Längs der Westküste von Jütland nimmt sie allmählich auf rd. 120 cm bei Esbjerg zu. An der Nordspitze von Sylt ist sie für 1896/1905 bei Ellenbogen auf 160 cm berechnet worden. Für das anschließende Wattenmeer wird die Flutgröße auf 170 bis 180, für die am Ende eines schmalen Kanals liegende Hoyer Schleuse auf nur 140 cm angegeben. Dagegen vergrößert sie sich im Wattenmeer bei Amrum und Föhr über 220 cm bis zu 240 cm bei Dagebüll. Im Gebiete der Hoyer-Wattströme beträgt sie teilweise über 300 cm, z. B. bei Husum, und südlich von Eiderstedt