Die Küste, 26 (1974), 1-13

Ein Vergleich der Sturmfluten des Winters 1973/74 mit denen des Winters 1792/93

Von Hans Rohde

Zusammenfassung

Im Herbst 1973 kam es an der gesamten deutschen Nordseeküste kurz hintereinander zu mehreren schweren und sehr schweren Sturmfluten. Eine solche Häufigkeit von Sturmfluten mit derartig großen Scheitelhöhen ist selten, sie wurde in den letzten 100 Jahren nicht beobachtet. Zuletzt ist eine ähnliche Sturmfluthäufigkeit 1792 beobachtet worden. Damals gab es an der deutschen Nordseeküste nur sehr wenige Pegel. Nur von dem Pegel Hamburg-Niederbaum ist vom Ende des 18. Jahrhunderts heute noch umfangreiches Beobachtungsmaterial vorhanden. Die täglich beobachteten Hoch- und Niedrigwasserstände wurden in einer Hamburger Zeitung veröffentlicht. Dieses Material konnte jetzt statistisch ausgewertet werden. So ist ein Vergleich zwischen den Sturmfluten des Winters 1973/74 mit denen des Winters 1792/93 möglich.

Summary

During autumn 1973 several storm surges occurred all over the German North Sea coasts. High surges of similar frequencies are very rare. They were last observed in 1792. At that time only a few gauges existed at the German coast, one of them in Hamburg. The daily observed high- and low water levels were published in an old Hamburg newspaper. Thus, the 1973 storm surges can be compared with these of 1792.

1. Die Sturmfluten im Herbst 1973 an der deutschen Nordseeküste

Im Spätherbst 1973 traten an der deutschen Nordseeküste in kurzer Folge hintereinander mehrere Sturmfluten ein, von denen einige zu den schweren und sehr schweren gerechnet werden (Dietze 1974 und Laucht 1974). Tabelle 1 gibt für einige Orte an der deutschen Nordseeküste die 5 höchsten Thw des Winterhalbjahres 1973/74 an. Zum Vergleich sind die Scheitelhöhen der Katastrophenflut vom 16. 2. 1962 angegeben, die für Büsum und Emden allerdings nicht das HHThw brachte[1]. Für alle Sturmfluten ist in Tab. 1 auch die Höhe über MThw 1961/70 eingetragen. Um einen Vergleich mit früher angestellten statistischen Untersuchungen (Rohde 1964a und 1968) zu ermöglichen, wurden für die 4 Pegel Hamburg, Cuxhaven, Büsum und Husum die Überschreitungen des Thw auch auf das 19jährige Mittel bezogen, wie es sich durch Extrapolation der Ausgleichsgeraden der Ganglinien der übergreifenden 19jährigen Mittel bis zur Jahresreihe 1965/83 ergibt. Die Unterschiede zwischen MThw 61/70 und MThw 65/83 sind gering, sie liegen zwischen 0 und 5 cm.

Es zeigt sich, daß die Scheitelhöhen der 5 Sturmfluten an den betrachteten Pegeln zwischen 219 cm (Norderney) und 351 cm (Hamburg) über dem jeweiligen MThw 61/70

[1] HHThw Emden 13. 3. 1906 PN + 1018 cm
HHThw Büsum 3./4. 2. 1825 PN + 1005 cm

liegen. Dabei liegen die in Tab. 1 genannten Pegel an völlig unterschiedlichen Punkten der Küste: Hamburg rd. 100 km landeinwärts der Mündung des Tidestromes Elbe, Cuxhaven unmittelbar an dessen Mündung, Büsum und Husum liegen an der Westküste, Norderney an der etwa von Westen nach Osten verlaufenden ostfriesischen Küste, Emden und Wilhelmshaven innerhalb von ausgedehnten Buchten dieser Küste. Entsprechend der unterschiedlichen Lage zu den die Sturmfluten jeweils hervorrufenden Stürmen waren an den verschiedenen Orten die jeweiligen Sturmfluten unterschiedlich hoch. In Emden, Norderney und Wilhelmshaven erreichte der Sturmflutscheitel am 19. 11. die größte Höhe, in Hamburg, Cuxhaven und Büsum am 6./7. 12. und in Husum am 14. 12..

Von den betrachteten Pegeln traten die größten Scheitelwerte über MThw, ebenso wie im Februar 1962, in Hamburg auf, da die Elbe in Richtung der nordwestlichen Winde verläuft, die in dem stromaufwärts immer schmaler werdenden Flußschlauch einen Aufstau hervorrufen. Die Höhe der jeweils höchsten der 5 Sturmfluten des Herbstes 1973 lag an den in Tab. 1 genannten 5 Orten, bei denen 1962 das HHThw eintrat, nur zwischen 37 und 67 cm unter der Höhe des Scheitels vom Februar 1962. Der kleinste Unterschied war in Hamburg festzustellen. Das ist nicht verwunderlich, denn während im Einflußbereich aller anderen in Tab. 1 aufgeführten Pegel – mit Ausnahme von Husum, wo die Deiche von 2 kleinen Kögen brachen – 1962 keine Deichbrüche zu verzeichnen waren, sind 1962 allein im Hamburger Gebiet 60 Deichbrüche eingetreten, 12 500 ha Land wurden überflutet (FREISTADT 1962). Zahlreiche weitere Deichbrüche und Überschwemmungen kamen am niedersächsischen Elbufer vor (KRAMER, LIESE, LÜDERS 1962). Alle diese Deichbrüche brachten eine Entlastung, so daß im Hamburger Stromspaltungsgebiet eine Kappung des

Tabelle 1

MThw und Sturmflutscheitelhöhen in cm über NN — 500 cm sowie Überschreitungshöhen des MThw an Pegeln im Bereich der deutschen Nordseeküste

Reihe, Datum	Emden		Norderney		Wilhelmshaven		Hamburg			Cuxhaven			Büsum			Husum		
	cm	cm üb 61/70	cm	cm üb 61/70	cm	cm üb 61/70	cm	cm üb 61/70	cm üb 65/83	cm	cm üb 61/70	cm üb 65/83	cm	cm üb 61/70	cm üb 65/83	cm	cm üb 61/70	cm üb 65/83
1961/70	635	0	615	0	671	0	682	0	2	645	0	5	651	0	3	654	0	0
1965/83	—	—	—	—	—	—	680	-2	0	640	-5	0	648	-3	0	654	0	0
16.2.62	976	341	912	297	1022	351	1070	388	392*)	996	351	357*)	994	343	347*)	1021	367	369*)
13.11.73	884	249	834	219	906	235	966	284	286	897	252	257	903	252	255	933	279	279
16.11.73	880	245	839	224	930	259	982	300	302	922	277	282	918	267	270	916	262	262
19.11.73	942	307	863	248	955	284	1000	318	320	906	261	266	909	258	261	902	248	248
6/7.12.73	906	271	849	234	943	272	1033	351	353	939	294	299	934	283	286	934	280	280
14.12.73	926	291	843	228	937	266	1005	323	325	922	277	282	919	268	271	963	309	309

PN = NN - 500 cm

*) bezogen auf das ausgeglichene MThw 1953/71

Sturmflutscheitels eintrat. Wenn 1962 die Deichbrüche an der Elbe nicht erfolgt wären und an keiner Stelle ein Überlaufen stattgefunden hätte, wäre der Sturmflutscheitel 1962 am Pegel Hamburg-St. Pauli einige Dezimeter höher aufgelaufen, wie Modelluntersuchungen des Franzius-Instituts der TU Hannover gezeigt haben (SIEFERT 1968).

Wenn auch bei den Sturmfluten des Herbstes 1973 die bisher beobachteten höchsten Sturmfluthöhen nicht erreicht wurden, so sind diese Sturmfluten doch aus einem anderen Grunde als besonders ungewöhnlich anzusehen, nämlich hinsichtlich der Häufigkeit des Auftretens derartig hoher Fluten unmittelbar nacheinander. Nach den bisherigen statisti-

Die Küste, 26 (1974), 1-13

schen Untersuchungen, die sich für Cuxhaven ab 1864 auf Unterlagen des Stellpegels und von 1899 bis 1966 des Schreibpegels beziehen (ROHDE 1968), also auf eine Reihe von 102 Jahren, ist für Cuxhaven damit zu rechnen, daß ein Thw von 257 cm über MThw nur mit einer Häufigkeit von 0,2 im Jahr auftritt oder alle 5 Jahre einmal. Es sind im Herbst 1973 aber 5 Thw eingetreten, deren Scheitel 257 cm oder mehr über MThw lagen und zwar innerhalb von 4 Wochen. In Husum, für das entsprechende statistische Auswertungen von 1906 bis 1963 vorliegen, beträgt die Überschreitungshäufigkeit für den Wasserstand von 248 cm über MThw 0,5 im Jahr oder alle 2 Jahre einmal (ROHDE 1964a). Dieser Wasserstand wurde 1973 aber fünfmal erreicht oder überschritten. Für Tönning, wo für die Zeit von 1875 bis 1963 eine entsprechende Statistik vorhanden ist, lassen sich keine Vergleiche anstellen, weil Tönning 1973 bereits im Schutze des Eidersperrwerks lag.

Eine derartige Häufigkeit von hohen Sturmfluten ist bisher in der Zeit, seit durch Pegelaufzeichnungen jedes Thw bei Tage und bei Nacht erfaßt wird, noch an keinem Ort der deutschen Nordseeküste beobachtet worden. So trat die größte Zahl von Sturmfluten mit einer Höhe von mehr als 1,50 m über MThw in Cuxhaven im Jahre 1874 ein. Es handelte sich dabei um insgesamt 10 Fluten, davon lagen drei 2,50 m oder mehr über MThw (am 16. 12. 1873 250 cm, 20. 3. 1874 252 cm und 22. 10. 1873 259 cm)[2]. 1922 traten 9 Fluten von 1,50 m und mehr über MThw ein, davon eine mit mehr als 2,50 m (am 2. 11. 1921 258 cm), 1896, 1905 und 1955 lagen je 8 Fluten 1,50 m oder mehr über MThw, davon 1896 zwei 2,50 m und mehr (6. 12. 1895 261 cm, 7. 12. 1895 265 cm), 1905 eine (9. 11. 1905 258 cm), 1955 lag die höchste Flut nur 245 cm über MThw. 1878, 1881, 1916 und 1962 gab es je 7 Fluten von 1,50 m und mehr über MThw, davon 1881 und 1916 je zwei, 1962 eine und 1878 keine über MThw + 2,50 m (ROHDE 1968). Für Tönning liegt die Statistik erst ab 1876 vor. 10 Sturmfluten von 1,50 m über MThw oder mehr traten dort 1878 auf, von denen aber keine 2,50 m über MThw erreichte. Von den 8 Sturmfluten von mehr als 1,50 m über MThw im Jahre 1926 lagen drei 2,50 m darüber. Jeweils 2 Sturmfluten im Jahr lagen in Tönning 2,50 m oder mehr über MThw in den Jahren 1881 (8 über 1,50 m), 1912 (4 über 1,50 m), 1916 (9 über 1,50 m), 1918 (6 über 1,50 m) und 1936 (4 über 1,50 m) (ROHDE 1964a). Macht man die gleiche Auswertung für Cuxhaven für den Winter 1973/74, so ergeben sich bei Bezug auf das mit PN + 640 cm angenommene ausgeglichene 19jährige MThw 1965/83 7 Sturmfluten, deren Scheitel 1,50 m oder mehr darüber lagen, davon fünf 2,50 m oder mehr. Diese Sturmfluten traten alle in der kurzen Zeit vom 13. November bis 17. Dezember 1973 ein.

Schon diese wenigen Zahlen zeigen, daß die Sturmflutfolge des Spätherbstes 1973 ein Ereignis war, wie es in den letzten 100 Jahren an der deutschen Nordseeküste noch nicht vorgekommen ist. Wenn die Sturmflutserie vom Herbst 1973 auch als ein außerordentlich seltenes Ereignis angesehen werden muß, so hat es doch im Laufe der Jahrhunderte gelegentlich auch schon Serien kurz hintereinander auftretender schwerer Sturmfluten gegeben, die durch schriftliche Zeugnisse belegt sind (ROHDE 1964 a und b). Für diese trifft im allgemeinen die Aussage zu, daß keine genauen Daten über sie vorhanden sind, die eine statistische Auswertung zulassen (LAUCHT 1974). Eine Ausnahme bildet jedoch die Sturmflutserie des Winters 1792/93, für die für Hamburg auswertbare Wasserstandsangaben vorliegen. Im folgenden soll diese Sturmflutperiode näher untersucht und mit den Sturmfluten des Herbstes 1973 verglichen werden.

---

[2] Als Jahr ist hier stets das Abflußjahr vom 1. 11. bis 31. 10. gemeint. Danach gehören die Fluten vom Herbst 1973 in das Abflußjahr 1974.

Die Küste, 26 (1974), 1-13

2. Die Sturmfluten des Winters 1792/93 in Hamburg

Der älteste Pegel im Gebiet der deutschen Nordseeküste, für den langjährige exakte Beobachtungswerte vorhanden sind, ist der Pegel Hamburg-Niederbaum. Der Pegel stand an der Einfahrt von der Elbe zum alten Binnenhafen, etwa 700 m elbeaufwärts des heutigen Pegels Hamburg-St. Pauli. Mit den Beobachtungen wurde auf Veranlassung von REINKE am 19. Januar 1786 begonnen. Vom 22. Januar 1786 bis zum 2. Januar 1808 sind für jeden Tag Eintrittszeiten und Höhen über Pegelnull des Thw und Tnw in der Zeitung „Hamburgische Addreß-Comtoir-Nachrichten" veröffentlicht (ROHDE 1971). In den betreffenden Listen sind außerdem für jeden Tag Luftdruck, Temperatur morgens, mittags und abends sowie allgemeine Angaben über Wind und Wetter enthalten. Meistens folgt der Tabelle noch ein längerer Text mit einer Beschreibung der Wetter- und Wasserstandsverhältnisse. Da nach SIEFERT (1970) der Nullpunkt des Pegels Hamburg-Niederbaum bekannt ist, konnten alle Wasserstände auf das heutige PN = NN — 500 cm umgerechnet werden. Es war dadurch möglich, Jahresmittelwerte und langjährige Mittelwerte zu bilden und mit den heutigen Werten zu vergleichen (ROHDE 1971). Allerdings wurden nur die am Tage, im allgemeinen etwa zwischen 6 und 19 Uhr, eintretenden Scheitelwasserstände erfaßt. Nur bei außergewöhnlichen Wasserständen wurde die Pegellatte auch nachts abgelesen. Da bekannt war, daß im Winter 1792/93 sehr viele Sturmfluten aufgetreten sind, wurde versucht, aus den in den Addreß-Comtoir-Nachrichten veröffentlichten Angaben eine Sturmflutstatistik für dieses Winterhalbjahr aufzustellen. Mit Ausnahme des 8. 12. 1792 sind alle Thw, die am Tage eintraten, in den veröffentlichten Tabellen angegeben. In den beschreibenden Texten sind außerdem Angaben für die Nachthochwasser am 7. und 10./11. Dezember vorhanden. Im folgenden sollen für die Wochen mit den besonders schweren Sturmfluten die allgemeinen Beschreibungen der Witterungsverhältnisse wiedergegeben werden, wie sie in den Addreß-Comtoir-Nachrichten enthalten sind:

Woche vom 2. bis 8. Dezember 1792:

> Sehr abwechselnde und ungestüme Witterung für die ganze Woche. Sonntag, Montag und zum Teil auch Dienstag hatten wir Frostwetter bey hohem Barometerstande und veränderlichem Winde. Am Dienstag Nachmittag fieng es an, stark aus WSW zu stürmen. Das Barometer war innerhalb 24 Stunden über 1 Zoll gefallen. Am Mittwoch Abend stand es bey völligem Thauwetter auf 27 Zoll 1 Lin. Es stürmte heftig und es traten hohe Fluthen ein. Donnerstag war das Barometer bey regnichtem Wetter wieder etwas gestiegen, fiel aber am Freytag aufs neue. Die Witterung war sehr rauh, bey einem Sturme aus Westen. Dieser Wind brachte uns am Freytag Abend wieder eine hohe Fluth. Schnee, Hagel und Regen wechselten beständig miteinander ab. Heute (Sonnabend) ist das Barometer wieder mit einmal bis auf 28 Zoll gestiegen. Die Luft ist aber noch sehr unruhig. Es friert ein wenig.

Woche vom 9. bis 15. Dezember 1792:

> Am Freytage, den 7ten December, hatten wir abends bey einem Sturm aus WNW eine Fluth von 17 Fuß. Der Sturm legte sich aber in der Nacht vom Freytage auf den Sonnabend. Am Sonnabend gieng der Wind plötzlich nach Westen über; das Barometer war plötzlich bis auf 28 Zoll gestiegen, nachdem es am Tage vorher noch auf 27 Z. 3 L. gestanden hatte. Dieses plötzliche Steigen und Fallen des Barometers hatten wir schon einmal in eben der Woche vom 4ten bis 5ten December erfahren. Nach Kopenhagener Briefen vom 8ten Dec. (s. hamb. Neue Zeit. vom 15. Dec.) war auch zu eben der Zeit das Barometer daselbst sehr tief gesunken und den Morgen darauf entstand ein sehr heftiger Orkan. Bey uns wehete es nach dieser großen Veränderung im Stande des Barometers heftig aus WSW.

Die Küste, 26 (1974), 1-13

Am Sonntage, den 9ten December, stürmte es stark aus SSW und das Barometer war aufs neue gefallen. Das Thermometer stand bey dieser Veränderung im Luftkreise unter dem Gefrierpunkt. Dabey regnete es oft. Am Montage, den 10ten, wehete der Wind eben nicht stark aus Westen, das Barometer stand zu Mittage auf 27½ Zoll und das Thermometer zeigte 2 Grad über dem Gefrierpuncte. Gegen 5 Uhr Nachmittags drehete sich der Wind nach SW. Er fieng an, sehr heftig zu werden und ließ uns eine hohe Fluth vermuthen, wenn er etwa nach Norden übergehen sollte. Dieser Übergang erfolgte auch gegen 9 Uhr Abends und wir hatten in der Nacht vom Montag auf den Dienstag eine der höchsten Fluthen dieses Jahrhunderts. Das Wasser stieg bis auf 20 Fuß 5 bis 6 Zoll hoch an unserem Fluthmesser: also 3 bis 4 Zoll höher als am 22ten März 1791. Der Sturm wüthete die ganze Nacht hindurch und hat vorzüglich in unserer Gegend an Deichen vielen Schaden angerichtet. Auch am Dienstage wehete der Wind noch heftig aus WNW, das Barometer fiel aber nur unbeträchtlich. Des Nachmittags ward die Luft etwas ruhiger und die Fluth stand nur bis auf 16½ Fuß. Erst am Mittwochen gieng der Wind nach NW über, das Barometer war wieder etwas gestiegen. Es fieng an zu schneyen und vom Mittwochen auf den Donnerstag hatten wir eine gelinde Kälte. Donnerstag mäßiger Frost bei WSW Wind. Am Freytage wieder Tauwetter und des Abends Glatteis. Heute (Sonnabend) Regen und Wind aus WNW.

Für den Naturkündiger ist vorzüglich merkwürdig, daß die hohe Fluth in der Nacht vom 10ten auf den 11ten drey Tage vor dem neuen Monde und 10 Tage vor der Winter Sonnenwende oder dem kürzesten Tage eintraf. Der Mond stand ohngefähr in der mittleren Entfernung von der Erde und hatte eine beträchtliche nördliche Breite. Das Barometer änderte während des Sturms seinen Stand sehr wenig.

Woche vom 16. bis 22. Dezember 1792:

Einige Tage nach der stürmigten Witterung und den dabey sich ereignenden hohen Fluthen der vorigen Woche ward das Wetter etwas mäßiger, das Barometer fieng an zu steigen, die Luft gleichförmiger und alles schien auf Frost zu deuten, der sich auch würklich am Sonntage, den 16ten, einstellte. Es fror den ganzen Tag über und hielt auch noch am Montage an. Allein am Montag Abend fieng das Barometer wieder an herunter zu gehen, die Luft ward trübe und der Westwind, der während des Frostwetters nur schwach gewehet hatte, fieng wieder an, heftiger zu werden. Es erfolgte Regen. Der Wind drehete sich am Dienstag Abend nach WSW, das Barometer fiel stark, es stürmte die ganze Nacht hindurch und am Mittwoch Morgen mit Sonnenaufgang gieng der Sturm in einen sehr heftigen Orkan über. Die stärksten Windstöße trafen zwischen 8¾ und 9½ Uhr vormittags ein. Diese waren so heftig, daß sie in der Nachbarschaft auf dem platten Lande Häuser umwarfen und Bäume mit den Wurzeln aus der Erde rissen. In unserer Stadt selbst richtete der Orkan beträchtlichen Schaden an den Dächern der Häuser an. Der Stand des Barometers war um 9 Uhr Morgens 27 Zoll 1½ Lin. Etwa eine Stunde nachher, wie sich der Sturm etwas legte, war der Stand 27 Z. 2 L., das Barometer stieg also während des Sturms. Am Mittwochen Nachmittag gieng der Wind, der noch immer heftig war, nach NW und am Donnerstag war er ganz Westen. Die Witterung blieb wie vorhin veränderlich. Heute (Sonnabend) ist die Luft weniger trübe als gestern und das Barometer ist seit gestern gestiegen.

Interessant sind in den zitierten Berichten die detaillierten Angaben über Luftdruck, Temperatur, Windrichtung und Windstärke. Mit Hilfe dieser Angaben und den in den gleichzeitig veröffentlichten Tabellen enthaltenen Werten könnte man das Wettergeschehen näher zu deuten versuchen und die Wetterlagen mit denen vom November/Dezember 1973 vergleichen, die von RODEWALD (1974) eingehend analysiert worden sind. Am Schluß des Berichtes über die Woche vom 9. bis 15. Dezember werden noch die höchsten Sturmfluten des 18. Jahrhunderts mit ihren in Hambung festgestellten Scheitelhöhen angegeben, bezogen auf den Hamburger Flutmesser. Diese Werte sind in Tabelle 2 zusammengestellt.

Wie aus Tabelle 2 hervorgeht, war die Flut vom 11. Dezember 1792 die höchste des 18. Jahrhunderts, sie war um 14 cm höher als die berüchtigte Weihnachtsflut 1717, bei der

Tabelle 2

Hohe Sturmfluten im 18. Jahrhundert in Hamburg

Datum	Fuß	Zoll	cm über NN — 500 cm
24./25. 12. 1717	20	0	1006
11. 9. 1751	20	2	1011
7. 10. 1756	20	5	1018
22. 3. 1791	20	2,5	1012
11. 12. 1792	20	6	1020

Tausende von Menschen in Norddeutschland umkamen. Daß der Sturmflutscheitel von 1717 in den Jahren 1751 und 1756 von Sturmfluten überschritten wurde, geht auch aus den Berichten Tönninger Organisten wie auch aus ehemaligen Sturmfluttafeln im Tönninger Hafen hervor (ROHDE 1964b). Man kann vermuten, daß nach den schweren Deichschäden, die die Katastrophenflut von 1717 gebracht hatte, die Deiche überall so verstärkt worden waren, daß in dem gleichen Ausmaß keine Deichbrüche bei den folgenden sehr schweren Fluten des 18. Jahrhunderts mehr eintraten. Dadurch wurden die Scheitel der Sturmfluten nicht in dem Maße gekappt, wie dies wohl 1717 an vielen Orten der Fall gewesen war, und es wurden überall höhere Scheitelwerte gemessen, als bei der eigentlichen Katastrophenflut, der Weihnachtsflut 1717. Immerhin ist bemerkenswert, daß im 18. Jahrhundert 5 Sturmfluten mit einer Höhe von mehr als 20 Fuß am Hamburger Flutmesser auftraten. Jeweils 2 derartige Fluten traten in sehr kurzen Zeitabständen nacheinander auf, 1751 und 1756, 1791 und 1792.

Tabelle 3a

Beobachtete Thw von 1 m oder mehr über MThw am Pegel Hamburg-Niederbaum im Winter 1792/93
(nach Addreß-Comtoir-Nachrichten) MThw 1786/1807 = 650 cm NN — 500 cm

Datum	Uhrzeit	Tidehochwasser				
		Fuß	Zoll	cm NN — 500	cm über MThw	% MThb
16. Nov. 1792	7.00	11′	04″	758	108	59
20. Nov. 1792	9.30	11′	04″	758	108	59
5. Dez. 1792	9.55	12′	02″	781	131	72
6. Dez. 1792	10.14	13′	02″	810	160	88
7. Dez. 1792	11.16	11′	03″	755	105	58
7. Dez. 1792	(23.15)	17′	—	920	270	148
10. Dez. 1792	14.00	12′	02″	782	132	73
11. Dez. 1792	(2.30)	20′	06″	1020	370	203
11. Dez. 1792	15.12	16′	06″	906	256	141
12. Dez. 1792	16.05	15′	03″	870	220	121
15. Dez. 1792	6.30	11′	00″	748	98	54
19. Dez. 1792	9.45	13′	10″	829	179	98
21. Dez. 1792	10.56	11′	09″	769	119	65
22. Dez. 1792	11.22	11′	06″	762	112	62
29. Jan. 1793	7.25	11′	09″	770	120	66
24. Feb. 1793	16.20	12′	06″	791	141	77
26. Feb. 1793	18.00	13′	00″	805	155	85
3. März 1793	10.00	13′	06″	819	169	93
3. März 1793	18.00	18′	00″	949	299	164
4. März 1793	8.45	12′	06″	791	141	77

Die Küste, 26 (1974), 1-13

Wie von ROHDE (1971) mitgeteilt, wurden aus allen in den Addreß-Comtoir-Nachrichten enthaltenen Wasserstandsangaben Wasserstandslisten aufgestellt. Tabelle 3a gibt an, welche Thw im Winter 1793 (1. 11. 1792 bis 30. 4. 1793) 100 cm oder mehr über dem MThw eingetreten sind. Als MThw wurde der aus den von ROHDE (1971) dargestellten übergreifenden 19jährigen Mitteln der Zeit von 1786 bis 1807 gemittelte Wert von 650 cm über NN – 500 cm angenommen. Insgesamt hatten 19 Thw eine derartige Höhe. Davon traten allein 11 in der Zeit vom 5. bis 22. Dez. auf. Viermal wurde MThw um mehr als 250 cm überschritten, davon dreimal im Dezember.

Bei diesen Angaben ist zu beachten, daß mit Ausnahme der beiden besonders hohen Sturmfluten am 7. 12. und 11. 12. nur die bei Tage eingetretenen Scheitelwerte erfaßt worden sind. Die Beobachtungszeit lag in den Wintermonaten im allgemeinen zwischen 6 und 19 Uhr. Um einen Vergleich mit Beobachtungsreihen zu ermöglichen, bei denen jedes Thw erfaßt worden ist, wurde versucht, die vorhandenen Beobachtungen sinnvoll zu ergänzen. Zunächst wurden in die Wasserstandslisten die mutmaßlichen Eintrittszeiten für die fehlenden Thw und Tnw eingetragen. Dabei wurde die Flutdauer im Mittel mit

Tabelle 3b

Vermutete Thw von 1 m oder mehr über MThw am Pegel Hamburg-Niederbaum im Winter 1792/93 (durch geradlinige Interpolation ermittelt)

Datum	Uhrzeit	Thw cm NN — 500	cm über MThw	% MThb
16. Nov. 1792	19.10	748	98	54
5. Dez. 1792	21.30	796	146	80
6. Dez. 1792	22.10	783	133	73
8. Dez. 1792	12.15	836	186	102
9. Dez. 1792	0.45	752	102	56
12. Dez. 1792	3.45	888	238	131
13. Dez. 1792	4.45	793	143	79
18. Dez. 1792	21.30	763	113	62
19. Dez. 1792	22.00	764	114	63
21. Dez. 1792	23.30	766	116	64
2. März 1793	20.00	762	112	62

etwa 5 Stunden, die Ebbedauer mit 7 Stunden und 30 Minuten angenommen. Zwischen jeweils 2 beobachteten, benachbarten Thw bzw. Tnw wurden die fehlenden Höhen des Thw bzw. Tnw geradlinig eingeschaltet. Nur zwischen dem 7. und 9. Dezember 1792 mußten je 2 Thw und Tnw eingerechnet werden, in allen anderen Fällen nur jeweils 1 Wert zwischen 2 benachbarten Scheitelwerten. Tabelle 3b gibt die so erhaltenen Thw für den Winter 1792/93 an, deren Höhe wahrscheinlich 1 m oder mehr über MThw gelegen hat. Es sind nochmals 10 Scheitelwerte, von denen 9 in den Dezember fallen. Nur 2 Thw lagen vermutlich zwischen 150 cm und 250 cm über MThw, die übrigen zwischen 100 cm und 150 cm über MThw.

Die so ermittelten Scheitelwerte sind in ihrer absoluten Höhe sicher nicht richtig, die Fehler mögen im Bereich von mehr als ± 10 cm liegen. Es ist aber wahrscheinlich, daß die meisten der auf die geschilderte Weise ermittelten Thw 1 m oder mehr über MThw gelegen haben. Selbst wenn einige der nur wenig über 100 cm über MThw angenommenen Scheitelwerte tatsächlich etwas darunter gelegen haben sollten, so liegen einige der übrigen eingeschalteten Scheitelwerte, wie Abb. 1 zeigt, so geringfügig darunter, daß die Möglich-

keit besteht, daß einige davon in Wirklichkeit etwas über dem willkürlich angenommenen Grenzwert von 100 cm über MThw gelegen haben. Es kann daher angenommen werden, daß die so für den Winter 1792/93 ermittelte Zahl der hohen Fluten insgesamt etwa richtig ist. Um diese Annahme noch zu erhärten, wurde ein Vergleich mit einer langjährigen Statistik angestellt. Aus einer Sturmflutzusammenstellung der Wasser- und Schiffahrtsdirektion Hamburg für die Zeit von 1901 bis 1965 wurde für Hamburg ausgezählt, daß von 326 Sturmfluten 200 oder 61 % zwischen 6.01 und 19.00 Uhr und 126 oder 39 % zwischen 19.01 und 6.00 Uhr eintraten. Von den Sturmfluten des Winters 1792/93 traten nach den Tabellen 3a und 3b 18 bei Tag (62 %) und 11 bei Nacht (38 %) auf. Von den 33 Thw, die nach Tabelle 4 im Winter 1974 100 cm über MThw eintraten, fielen 21 (64 %) in die Zeit zwischen 6.01 und 19.00 Uhr und 12 (36 %) zwischen 19.01 und 6.00 Uhr. Diese gute Übereinstimmung der Verhältniszahlen bestätigt, daß die Zahl der für den Winter 1792/93 interpolierten Sturmfluten ungefähr den tatsächlich eingetretenen entsprechen dürfte.

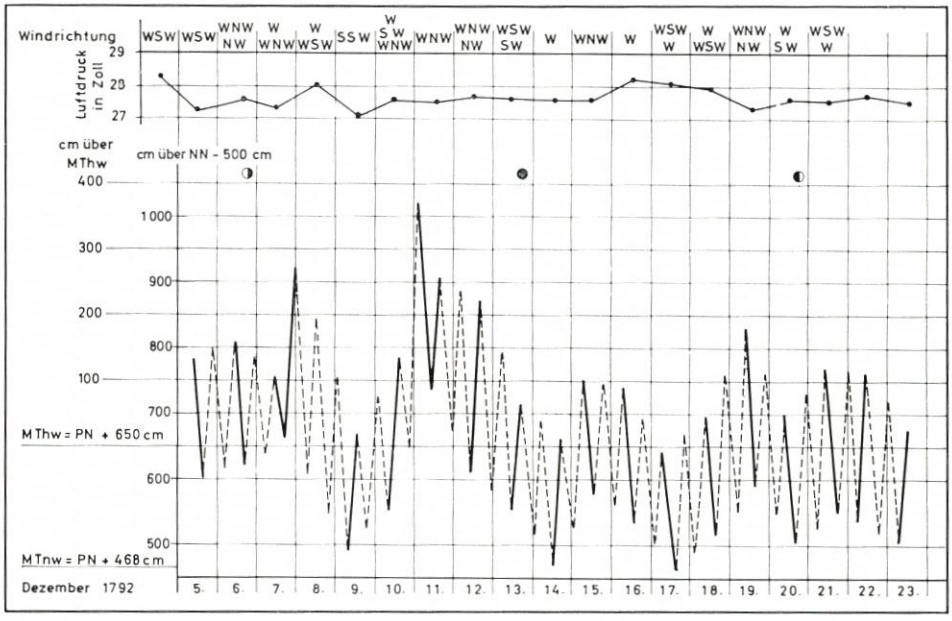

Abb. 1. Wasserstandsganglinie vom 5. bis 23. 12. 1792 (schematisiert)

Abbildung 1 stellt schematisiert den Tidezyklus in Hamburg für die Zeit vom 5. bis 23. 12. 1792 dar. Zwischen beobachteten Scheitelwerten wurden Flut- und Ebbeast als ausgezogene gerade Linien dargestellt, zwischen eingeschalteten Scheitelwerten wurden die betreffenden Äste der Tidekurven gestrichelt gezeichnet. Oben sind Luftdruckverlauf, Windrichtungen und Mondphase nach den Angaben der Addreß-Comtoir-Nachrichten angegeben.

Wie aus den Tabellen 3a und 3b hervorgeht, traten die meisten Sturmfluten des Winters 1792/93 im Dezember 1792 ein. Im November, Januar und Februar waren nur 5 unbedeutende Sturmfluten, von denen nur eine mehr als 1,50 m über MThw lag. Anfang März traten dann in kurzer Folge noch mindestens 3, wahrscheinlich sogar 4 hohe Thw auf, von denen eines die Scheitelhöhe von fast 3 m über MThw erreichte. Da an dieser

Die Küste, 26 (1974), 1-13

Sturmflutserie bemerkenswert ist, daß am 3. März morgens das Thw verspätet, das Thw am Abend aber etwa 3 Stunden zu früh eintrat, soll im folgenden noch der Bericht aus den Addreß-Comtoir-Nachrichten über die Woche vom 3. bis 9. März 1793 wiedergegeben werden. Für den 3. März fehlt in der Tabelle in den Addreß-Comtoir-Nachrichten die Angabe des Tnw, da es wohl nicht richtig ausgeprägt gewesen ist. Es hat hier wahrscheinlich ein ähnlicher Sturmflutverlauf vorgelegen wie am 23./24. Februar 1967.

Woche vom 3. bis 9. März 1793:

> Vom Sonnabend auf den Sonntag die Nacht stürmte es sehr heftig. Der Sturm fing eigentlich schon den Sonnabend Nachmittag an und dauerte fast ununterbrochen 24 Stunden fort. Er war am stärksten den Sonntag Vormittag und einzelne Stöße waren völlig orkanartig. Die Fluth stieg dabey sehr hoch und das hohe Wasser hat selbst in unserem Haven durch die starken Windstöße theils an Schiffen, theils am Pfahlwerke des Havens beträchtlichen Schaden angerichtet. Das höchste Wasser traf den Sonntag Nachmittag um 6 Uhr ein, es sollte aber erst nach 8 Uhr erfolgen, stieg an unserem Fluthmesser bis auf 18 Fuß hoch; eine Höhe, die von der hohen Fluth vom 10. December des vorigen Jahres nur um 2 Fuß verschieden war. Das Barometer stand den Sonntag über sehr niedrig, fing indessen schon gegen Abend wieder an zu steigen und stand den Montag Mittag wieder auf 27 Z. 10 L.. Am Montage wehete der Wind noch ziemlich heftig und die Fluth stieg bis auf 12 Fuß und darüber. Dienstag und Mittwochen war die Witterung völlig frühlingsmäßig. Am Mittwochen ward der Wind Ost und bald darauf NO. In der Nacht fror es ein wenig. Am Donnerstag war die Luft sehr trocken und klar, das Barometer stand hoch und am Freytag Morgen zeigte das Thermometer 7 Grad Kälte. Auch am Sonnabend war es kalt und rauh. Es schneyete etwas und der Himmel fing an, sich mit Wolken zu beziehen.

3. Vergleich der Sturmfluten des Winters 1973/74 mit denen des Winters 1792/93 für den Pegel Hamburg

Betrachtet man zunächst die Höhe der Sturmfluten, so muß darauf hingewiesen werden, daß der höchste Sturmflutwasserstand des 18. Jahrhunderts in Hamburg in den Herbst 1792 fällt. Diese Höhe lag 370 cm über dem langjährigen MThw. Der Sturmflutscheitel am 17. Februar 1962 lag, ebenfalls bezogen auf das entsprechende 19jährige Mittel, in Hamburg nur 22 cm höher, der Scheitel der höchsten Sturmflut im Dezember 1973 (6./7. 12. 1973) lag dagegen 17 cm tiefer (Tabelle 1). Es ist als besonders bemerkenswert herauszuheben, daß 1792 die höchste Sturmflut zugleich in eine Periode sehr großer Sturmfluthäufigkeit fiel.

In Tabelle 4 sind alle Thw des Winterhalbjahres 1974 zusammengestellt, deren Scheitelwerte am Pegel Hamburg-St. Pauli 100 cm oder mehr über dem mit PN + 680 cm angenommenen MThw 1965/83 lagen. Im November lag Thw insgesamt 17mal 100 cm oder mehr über MThw, davon 7mal 150 cm und mehr, 3mal 250 cm und mehr. Für Dezember sind die entsprechenden Zahlen 11, 6 und 2. Im Januar und Februar traten nochmal 5 Thw mit Scheitelhöhen von 100 cm und mehr über MThw auf, MThw + 150 cm wurde nur einmal erreicht. Als Besonderheit ist hier zunächst die große Häufigkeit hoher Fluten im November zu vermerken. Nach den bisherigen statistischen Ermittlungen war die Häufigkeit hoher Fluten im November in der Regel geringer als im Oktober und Dezember. Die größte Häufigkeit hoher Fluten ist nach den bisherigen Statistiken im Dezember (Rohde 1964a und 1968) zu erwarten. Die Sturmflutperiode des Jahres 1792 folgt im Gegensatz zu der von 1973 dieser Regel, die meisten hohen Fluten lagen damals im Dezember (insgesamt 20 von 100 cm und mehr, 8 von 150 cm und mehr und 3 von 250 cm und mehr über MThw).

Tabelle 4

Thw von 1 m oder mehr über PN + 680 cm (= MThw 1965/83) am Pegel Hamburg-St. Pauli im Winter 1973/74

Datum	Uhrzeit	Tidehochwasser cm NN — 5 m	cm üb. MThw	% MThb
6. 11. 1973	14.24	794	114	43
7. 11. 1973	1.16	799	119	45
12. 11. 1973	4.49	799	119	45
13. 11. 1973	6.58	835	155	58
13. 11. 1973	18.24	966	286	108
14. 11. 1973	6.23	806	126	47
15. 11. 1973	21.07	848	168	64
16. 11. 1973	7.54	982	302	114
17. 11. 1973	9.32	798	118	45
19. 11. 1973	11.59	805	125	47
19. 11. 1973	23.39	1000	320	121
20. 11. 1973	11.36	832	152	57
24. 11. 1973	16.37	821	141	53
25. 11. 1973	4.25	850	170	64
25. 11. 1973	16.57	818	138	52
26. 11. 1973	4.45	794	114	43
27. 11. 1973	6.02	785	105	40
4. 12. 1973	10.33	793	113	43
6. 12. 1973	13.20	790	110	42
7. 12. 1973	0.59	1033	353	133
7. 12. 1973	12.27	819	139	52
12. 12. 1973	5.43	786	106	40
13. 12. 1973	19.32	833	153	58
14. 12. 1973	7.22	1005	325	123
14. 12. 1973	19.37	809	129	49
15. 12. 1973	8.05	832	152	57
17. 12. 1973	10.04	881	201	76
17. 12. 1973	22.06	831	151	57
16. 1. 1974	9.33	830	150	57
17. 1. 1974	11.53	792	112	42
8. 2. 1974	5.39	787	107	40
10. 2. 1974	6.39	816	136	51
12. 2. 1974	8.44	789	109	41

Die Periode hoher Fluten im Herbst 1792 war auf eine kürzere Zeit zusammengedrängt als die des Herbstes 1973: Von den 34 Tiden zwischen dem 5. und 22. Dezember 1792 lagen 59 % 100 cm und mehr über MThw, 24 % lagen 150 cm und mehr über MThw. Bei den 82 Tiden zwischen dem 6. 11. und 17. 12. 1973 sind die entsprechenden Zahlen 34 % und 16 %. Der Winter 1792/93 unterscheidet sich von dem Winter 1973/74 noch dadurch, daß am Ende des Winters, im März 1793, nochmals eine kurze Periode hoher Fluten mit einer sehr schweren Sturmflut am 3. März eintrat. Diese Sturmflut hatte einen besonders hohen Windstau, denn der Scheitelwert trat mehr als 3 Stunden vor der theoretischen Thw-Zeit ein.

Auf Abbildung 2 sind die Häufigkeiten der hohen Fluten in den Winterhalbjahren 1793 und 1974 in Balkendiagrammen einander gegenübergestellt. Bei der Darstellung für 1792/93 sind die beobachteten und die zusätzlich vermuteten Thw durch Signaturen voneinander unterschieden. Die Darstellung 1 vergleicht die Häufigkeit hoher Fluten im November/Dezember 1792 mit der im November/Dezember 1973. Insgesamt traten im

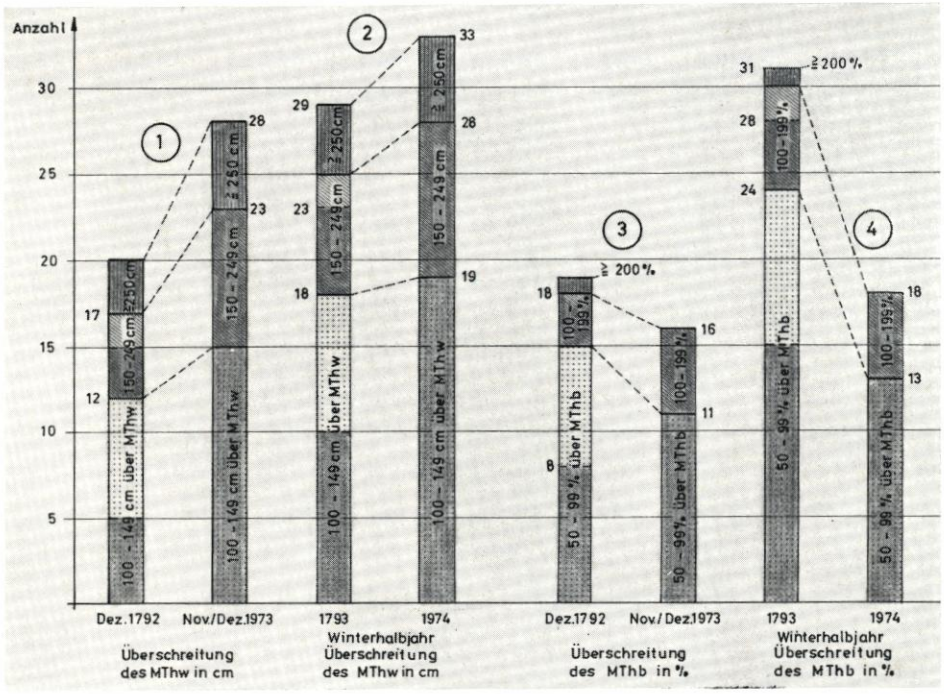

Abb. 2. Gegenüberstellung der Häufigkeiten hoher Tiden 1792/93 und 1973/74

Herbst 1973 acht höhere Fluten mehr als im Herbst 1792 auf. Von den besonders hohen Fluten von 250 cm und mehr über MThw waren es 1973 zwei mehr, in den Gruppen 150 bis 249 cm und 100 bis 149 cm waren es je drei mehr. Betrachtet man dagegen das gesamte Winterhalbjahr (Darstellung 2 auf Abb. 2), so sind 1973/74 insgesamt nur 4 hohe Fluten mehr eingetreten als 1792/93. Von den Fluten mit 250 cm und mehr über MThw trat im Winter 1974 nur eine mehr auf als 1793, in der Gruppe 150 bis 249 cm und 100 bis 149 cm waren es zwei bzw. eine mehr. Die beiden Winterhalbjahre sind also hinsichtlich der Sturmfluthäufigkeiten durchaus als gleichwertig anzusehen.

Bei dem Vergleich der beiden Sturmflutwinter muß man aber auch die unterschiedlichen hydrologischen Ausgangsverhältnisse betrachten. In Rohde (1971) ist dargestellt, daß auf der Elbestrecke zwischen Schulau und Hamburg vom Beginn des 19. Jahrhunderts bis heute eine Vertiefung um mehr als 9 m unter MTnw eingetreten ist, von Schulau bis zur Störmündung nimmt die Vertiefung bis auf 2,5 m ab. Auch zwischen Brunsbüttel und Cuxhaven beträgt die Vertiefung noch bis zu 5 m. Diese Vertiefungen haben, besonders als durch den Neubau von Hafenbecken kein Ausgleich mehr eintrat, zu einer Vergrößerung des Tidehubes geführt. Dabei geht die Vergrößerung des Tidehubes in erster Linie auf eine Absenkung des Tnw und nur zu geringem Teil auf eine Erhöhung des Thw zurück (Rohde 1971). Für das Ende des 18. Jahrhunderts kann der MThb (19jähriges Mittel) mit 182 cm angenommen werden, während heute der MThb 265 cm beträgt (1961/70 wie auch 1965/83). In den Tabellen 3a und 3b sowie 4 ist in der letzten Spalte jeweils die Höhe des Thw über dem MThw in Prozenten des MThb angegeben. Bei der Sturmflut am 11. 12. 1792 betrug die Erhöhung mehr als 200 % des MThb. Wie aus Darstellung 3 der

Abb. 2 hervorgeht, waren in den Monaten November/Dezember 1792 3 Fluten mehr vorhanden als in den gleichen Monaten 1973, bei denen die Erhöhung des Hochwasserscheitels mehr als 50 % des MThb betrug. Im gesamten Winterhalbjahr waren es sogar 13 mehr (Darstellung 4, Abb. 2). So betrachtet wäre die Sturmfluthäufigkeit des Winters 1792/93 in Hamburg größer gewesen als die des Winters 1973/74.

4. Schlußbetrachtung

Aus den vorstehenden Ausführungen geht hervor, daß die große Häufigkeit hoher Fluten im Herbst 1973 in etwa gleicher Weise an der gesamten deutschen Nordseeküste aufgetreten ist. Ein solches Ereignis ist zwar außerordentlich selten, es konnte aber nachgewiesen werden, daß ein ganz ähnliches Ereignis innerhalb der letzten 200 Jahre schon einmal eingetreten ist, nämlich im Winter 1792/93. In mancher Hinsicht waren die Sturmflutperioden des Winters 1792/93 in Hamburg sogar noch schwerer als die des Spätherbstes 1973: Es trat die höchste Sturmflut des Jahrhunderts ein, und die Häufigkeit der Überschreitung des MThw um mehr als 50 % des MThb war größer.

Es folgt aus den vorstehenden Darlegungen, daß die große Zahl der im Herbst 1973 eingetretenen Sturmfluten in keiner Weise auf menschliche Einwirkungen zurückzuführen ist. Sie sind allein durch die Witterungsumstände bedingt, wie sie in dieser Art zwar selten, aber doch gelegentlich vorkommen können. Lediglich die absolute Höhe der Sturmflutscheitel in Hamburg wird, wenn auch in relativ unbedeutendem Maße, durch Baumaßnahmen der letzten Jahrzehnte beeinflußt worden sein, und zwar im wesentlichen durch Absperrung von Nebenflüssen und Nebenarmen sowie durch Vordeichungen. Daß die höchsten Sturmflutscheitel in Hamburg im Herbst 1973 dem Sturmflutscheitel von 1962 meistens näher kamen als die Scheitelwerte entsprechender Sturmfluten an anderen Orten, ist in erster Linie darauf zurückzuführen, daß – zum Segen der hinter den Deichen lebenden Menschen – bei den Sturmfluten des Herbstes 1973 an der Elbe und besonders in Hamburg keine Deiche gebrochen sind!

Der Vergleich zwischen den Sturmflutwintern 1793 und 1974 konnte in dieser Form nur für Hamburg aufgestellt werden, weil von 1793 nur für Hamburg exakte Wasserstandsangaben verfügbar sind. Von keinem anderen Ort der deutschen Nordseeküste liegen aus der damaligen Zeit ähnlich umfangreiche Wasserstandsbeobachtungen heute noch vor. Hohe Fluten in selten großer Häufigkeit traten aber 1792/93, ebenso wie 1973, auch an der ganzen deutschen Nordseeküste auf. Es wird in diesem Zusammenhang auf die betreffenden Angaben in den Aufzeichnungen des Tönninger Organisten (Rohde 1964b) und auf die in der genannten Arbeit zitierte Literatur verwiesen. An der Stör brach im Dezember 1792 der Deich an 3 Stellen, Deichbrüche traten in der Wilstermarsch und an der Eider ein, ganz Pellworm stand unter Wasser. Zahlreiche Schiffe gingen unter, allein 11 am 11. Dezember vor Sylt. Am 3. März 1793 brach in Stapelholm der Deich an 14 Stellen. Überall hatten die Menschen schwer zu leiden. Derartige Schäden und Leiden sind, dank der Vorsorge in den letzten 20 Jahren und besonders in den letzten 12 Jahren, bei der Sturmflutperiode im Herbst 1973 nicht eingetreten. Sie können auch in Zukunft nur verhindert werden, wenn die Wachsamkeit auch in Zeiten geringer Sturmfluthäufigkeit nicht nachläßt.

Die Küste, 26 (1974), 1-13

5. Schriftenverzeichnis

Dietze, W.: Über den Begriff „Sturmflut". Zwischen Ems und Jade, Mitteilungen der WSD Aurich Nr. 1, 1974.

Freistadt, H.: Die Sturmflut vom 16./17. Februar 1962 in Hamburg. Die Küste 1962, H. 1.

Kramer, Liese, Lüders: Die Sturmflut vom 16./17. Februar 1962 im niedersächsischen Küstengebiet. Die Küste 1962, H. 1.

Laucht, H.: Die Sturmfluten 1973 und ihre Wirkungen im Hamburger Hafen. Hansa 1974, Nr. 11.

Rodewald, M.: Die historische Nordsee-Sturmserie vom November–Dezember 1973. Der Seewart 1974, H. 4.

Rohde, H.: Die Häufigkeit hoher Sturmfluten an der Westküste von Schleswig-Holstein. Die Küste 1964.

Rohde, H.: Nachrichten über Sturmfluten früherer Jahrhunderte nach Aufzeichnungen Tönninger Organisten. Die Küste 1964.

Rohde, H.: Wasserstandsänderung und Sturmfluthäufigkeit an der Elbemündung. Die Küste 1968.

Rohde, H.: Eine Studie über die Entwicklung der Elbe als Schiffahrtsstraße. Mitteilungen des Franzius-Instituts der TU Hannover, H. 36, 1971.

Siefert, W.: Die Tideverhältnisse seit 1786 in der Elbe. Deutsche Gewässerkundl. Mitteilungen 1970, H. 5.

Siefert, W.: Sturmflutvorhersage für den Tidebereich der Elbe aus dem Verlauf der Windstaukurve in Cuxhaven. Mitteilungen des Franzius-Instituts der TU Hannover, H. 30, 1968.