Die Küste, 17 (1969), 34-50

Untersuchung über den Einfluß des Hindenburgdammes auf die Tidehochwasserstände im Wattenmeer

Von Hartmut Drebes

I. Allgemeines

In den Jahren 1925 bis 1927 wurde die Insel Sylt durch einen hochwasserfreien Eisenbahndamm, den Hindenburgdamm, mit dem Festland verbunden. Durch den Bau dieses Dammes wurde der Austausch der Wassermassen im Zuge der Gezeiten über die Dammachse zwischen Klanxbüll und Morsum unterbunden. Die Folge davon war eine Veränderung der Tidewasserstände in einem weiteren Umkreis. Vor dem Dammbau war die zu erwartende Veränderung der Gezeiten bereits in einer Dissertation des damaligen Regierungs-Baurats PFEIFFER eingehend untersucht worden (4). Nachfolgend soll untersucht werden, inwieweit sich die damaligen Vorausberechnungen als richtig herausgestellt haben und welche Veränderungen im einzelnen im Verlauf der Tide eingetreten sind. Für die Untersuchung wird im wesentlichen zurückgegriffen auf die Pegelaufzeichnungen der Tidewasserstände aus den Jahren 1920 bis 1938. Betrachtet wurden die Pegel Morsum-Nord, Morsum-Süd, Hindenburgdamm-Nord, Hindenburgdamm-Süd, Hoyerschleuse, Südwesthörn, Dagebüll und Hörnum (Abb. 1). Die ausgewertete Beobachtungsdauer wurde wegen des Arbeitsaufwands bewußt beschränkt, zumal dadurch der Einfluß eventueller morphologischer Veränderungen, z. B. durch die Anlandung am Hindenburgdamm, auszuschalten war. Es wird ferner nur der Einfluß des Hindenburgdamms auf die Entwicklung der Tidehochwasserstände untersucht, da mit Ausnahme des Pegels Hörnum sämtliche Niedrigwasserstände entweder überhaupt nicht erfaßt oder nur in gestörtem Zustand beobachtet werden konnten.

II. Gang der Untersuchungen

Infolge der witterungsmäßig bedingten Differenzen der jährlichen Mitteltidehochwasserstände und der Sturmflutwasserstände wurde für sämtliche Pegel und Wasserstände Bezug genommen auf einen Pegel, der durch den Bau des Dammes unbeeinflußt geblieben ist. Als Bezugspegel wurde der Pegel Husum gewählt. Zwar ist der Pegel Husum infolge seiner exponierten Lage am Ende eines langgestreckten Trichters den Einflüssen des Windstaus stärker ausgesetzt als andere Pegel, aber von ihm liegen die Aufzeichnungen lückenlos vor. Daher ist seine Wahl als Bezugspegel gerechtfertigt. In den Tabellen 1 bis 3 werden die Mitteltidehochwasserstände und die Sturmflutwasserstände der einzelnen Pegel als Differenzen in Zentimeter zu den Aufzeichnungen des Pegels Husum angegeben. Anschließend wird untersucht, ob sich diese Differenzen infolge des Baues des Hindenburgdamms verändert haben. Das Ergebnis der Untersuchungen ist in Tabelle 4 wiedergegeben und auf den Abbildungen 2a und b graphisch dargestellt.

III. Ergebnisse der Untersuchungen

1. Veränderungen der Mitteltidehochwasserstände

Nach den Untersuchungen von PFEIFFER sollte an der Südseite des Hindenburgdamms mit einer durchgehenden Hebung des MThw-Standes um 10 cm zu rechnen sein, der an der Nordseite eine Absenkung um den gleichen Betrag gegenüberstehen sollte.

Die Küste, 17 (1969), 34-50

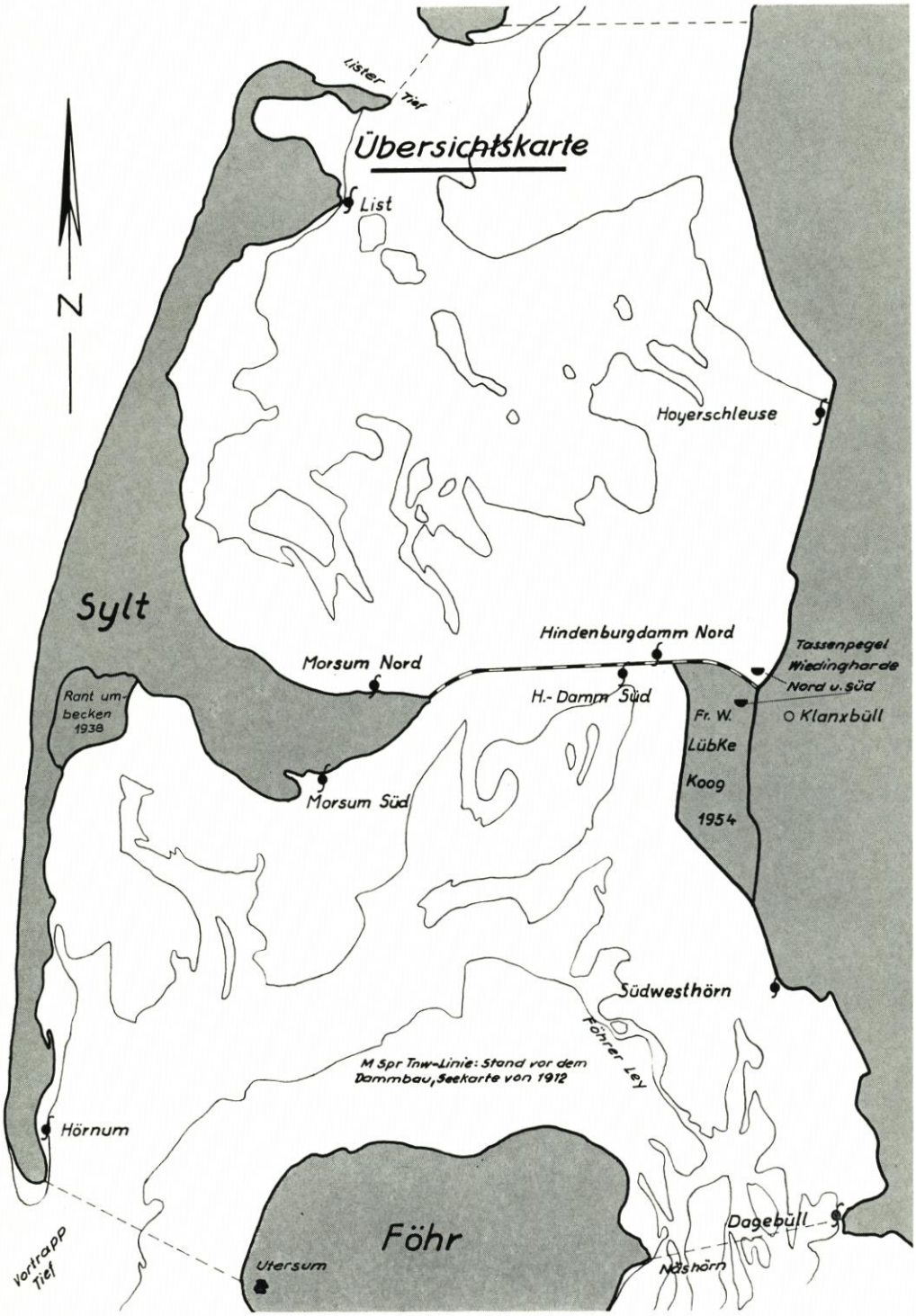


Abb. 1. Übersichtskarte mit der Lage der Pegel

Tabelle 1

Jährliche MThw mit Angabe der Differenzen gegen Husum
Alle Werte in cm, Wasserstände bezogen auf PN = NN — 5,00 m

Jahr	Husum	Dagebüll	SW-Hörn	Hoyer Schleuse	Morsum N	Morsum S	Hind.-D. Nord	Hind.-D. Süd	Dammtrasse 4 km westl. Festland
1920	641	617 — 24	607 — 34	(574) (— 67)	575 — 66	578 — 63			585 — 56
1921	640	614 — 26	602 — 38	573 — 67	573 — 67	574 — 66			583 — 57
1922	639	614 — 25	(606) (— 33)	(580) (— 59)	578 — 61	579 — 60			588 — 51
1923	648	616 — 32	(605) (— 43)	584 — 64	(579) (— 69)	584 — 64			590 — 58
1924	645	610 — 35	(602) (— 43)	581 — 64	585 — 60	(586) (— 59)			589 — 56
1925	647	615 — 32	(603) (— 44)	578 — 69	580 — 67	582 — 65			587 — 60
1926	648	614 — 34	(608) (— 40)	(575) (— 73)	518 — 70	587 — 61			
1927	651	616 — 35		581 — 70	580 — 71	592 — 59			
1928	636	604 — 32	605 — 31		570 — 66	583 — 53			
1929	639	605 — 34	(616) (— 23)		570 — 69	586 — 53			
1930	637	608 — 29	608 — 29	(569) (— 68)	573 — 60	597 — 40	570 — 67	602 — 35	
1931	645	609 — 36	609 — 36	577 — 68	576 — 69	596 — 49	578 — 67	602 — 35	
1932	643	609 — 34	608 — 35	573 — 70	574 — 69	594 — 49	579 — 64	602 — 41	
1933	638	603 — 35	604 — 34	570 — 68	565 — 73	591 — 47	572 — 66	594 — 44	
1934	638	603 — 35	601 — 37	568 — 70	565 — 73	591 — 47	511 — 67	591 — 47	
1935	647	612 — 35	609 — 38	575 — 72	582 — 65	604 — 43	580 — 67	599 — 48	

Tabelle 2

Sturmflutwasserstände mit Angabe der Differenzen gegen Husum vor dem Dammbau
Alle Werte in cm, Wasserstände bezogen auf PN = NN — 5,00 m

Wind	Tag Mon. Jahr	Husum	Dagebüll	SW-Hörn	Hoyer Schleuse	Morsum Nord	Morsum Süd	Tassenpegel Wiedingharde Nord	Tassenpegel Wiedingharde Süd	Wasserspiegelgefälle längs des Dammes Wiedingharde — Morsum Nordseite 12 km Länge cm	Nordseite ‰	Südseite 13 km Länge cm	Südseite ‰
NNW	23. 10. 1921	17.30 854	728 — 126	726 — 128	725 — 129			726 — 128					
NNW	2. 11. 1921	3.00 891	773 — 118	792 — 99	764 — 127			767 — 124					
WNW	18. 12. 1921	4.10 866	798 — 68	833 — 33	800 — 66	768 — 98		800 — 66					
WSW	21. 12. 1921	5.50 883	798 — 85	(799) (— 84)	808 — 75			805 — 78					
NW	31. 12. 1921	15.17 863	773 — 90	772 — 91	758 — 105			763 — 100					
NW-W	3. 1. 1922	4.48 865	778 — 87	772 — 93	758 — 107	760 — 105	704 — 161	765 — 100		5	0,004	**61**	**0,047**
SW-W	20. 9. 1922	13.30 855	758 — 97	755 — 100	750 — 105	740 — 115	714 — 141	753 — 102		13	0,011	39	0,030
SW	30. 8. 1923	17.44 923	878 — 45	872 — 51	886 — 37	744(?)	830 — 93	883 — 40				53	0,041
NW	6. 2. 1924	2.11 860	754 — 106	755 — 105	731 — 129			740 — 120					
W-NW	10. 9. 1924	10.30 854	788 — 66	(788) (— 66)	784 — 70	756 — 98	740 — 114	786 — 68		30	0,025	46	0,035
WSW	10. 10. 1926	4.33 910	858 — 52	868 — 42	818 — 92	827 — 83	835 — 75	831 — 79		4	0,003	— 4	— 0,0003
NW	10. 10. 1926	14.35 935	858 — 77	858 — 77	862 — 73	827 — 108	840 — 95	860 — 75		**33**	**0,027**	20	0,015
NW	12. 10. 1926	16.00 120	828 — 92	828 — 92	818 — 102		800 — 120	822 — 98				22	0,017
Mittelwerte vor dem Dammbau	W-NNW	879	787 — 92	788 — 91	778 — 101			781 — 98		∅ 17	0,014	∅ 34	0,026
	Wind	893					771 — 122						
	SW-Wind	893	823 — 70	821 — 72	816 — 77			818 — 75					
		896					793 — 103						
	alle Windrichtungen	883	798 — 85	798 — 85	790 — 93			793 — 90					
		881				780 — 101							
		894					780 — 114						

Die Küste, 17 (1969), 34-50

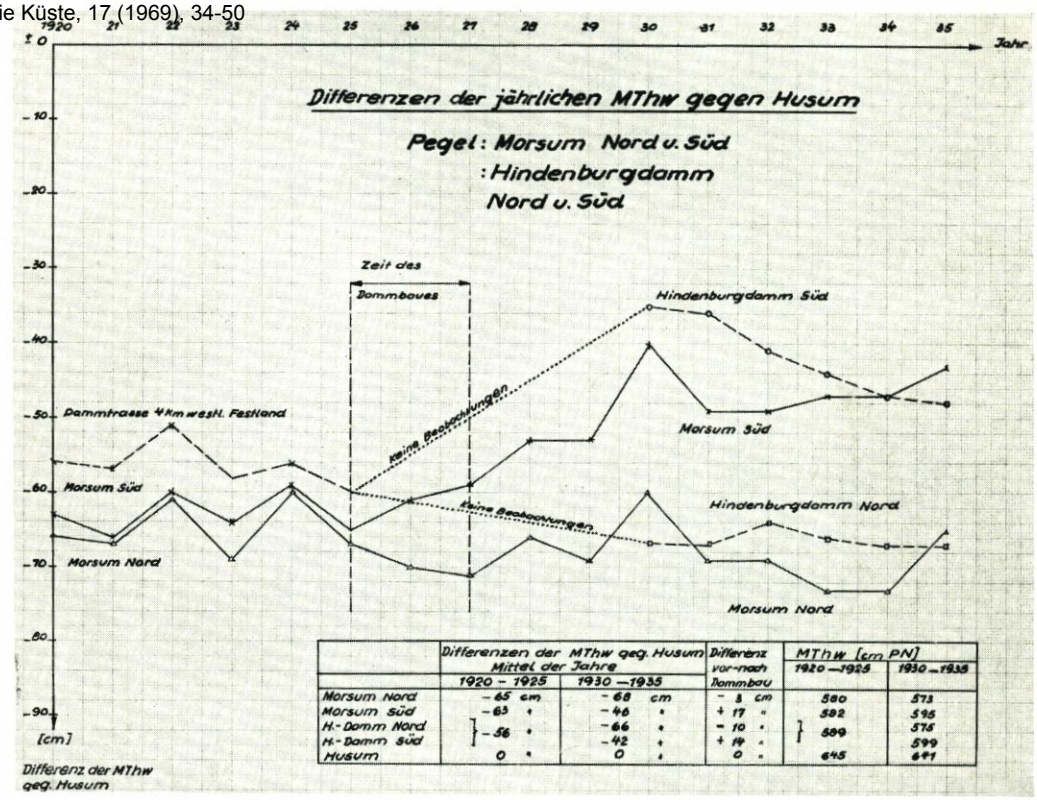
Tabelle 3

Sturmflutwasserstände mit Angabe der Differenzen gegen Husum nach dem Dammbau
alle Werte in cm, Pegelstände bezogen auf PN = NN — 5,00 m

Wind	Tag	Mon.	Jahr	Husum		Dagebüll		SW-Hörn		Hoyer Schleuse	
WSW	29.	10.	1927	15.16	875	809	— 66			796	— 79
WSW	17.	11.	1928	4.30	905			830	— 75	782	— 123
SW	24.	11.	1928	9.58	914			891	— 23		
NNW	22.	9.	1929	3.35	874			721	— 153	759	— 115
WNW-W	13.	1.	1930	11.03	849	763	— 86	777	— 72		
SW	9.	10.	1930	3.00	826			760	— 66		
NW	11.	11.	1930	4.55	852			759	— 93	759	— 93
NW	23.	11.	1930	15.21	922	865	— 57	854	— 68	831	— 91
WSW	6.	12.	1931	12.26	818	750	— 68	761	— 57	746	— 72
W	7.	1.	1932	3.00	867	815	— 52	810	— 57	771	— 96
W	11.	10.	1933	14.40?	813	748	— 65	750	— 63	713	— 100
SW	23.	9.	1934	13.58	862	810	— 52	802	— 60	756	— 106
SW	17.	9.	1935	17.18	831	813	— 18	830	— 1	756	— 75
SW	19.	10.	1935	19.08	894	853	— 41	868	— 26	846	— 48
WSW	30.	10.	1935	3.14	863	780	— 83	786	— 77	761	— 102
NW	18.	10.	1936	15.30	975	904	— 71	908	— 67	889	— 86
W-SW	27.	10.	1936	11.35	975	900	— 75	900	— 75	858	— 117
WNW	1.	12.	1936	3.10	898	818	— 80	796	— 102	783	— 115
WNW-W	30.	1.	1938	0.04	877	838	— 39	836	— 41	796	— 81
NW	3.	4.	1938	16.10	876	770	— 106	770	— 106	786	— 90
SW-W	14.	10.	1938	17.02	824	756	— 68	755	— 69		
SW	24.	11.	1938	1.54	970	925	— 45	927	— 43	846	— 124
Mittelwerte nach dem Dammbau			W-NW Wind		884	815	— 69				
					880			798	— 82		
					884					787	— 97
					888						
					895						
					888						
					889						
			SW-Wind		885	830	— 55				
					892			844	— 48		
					888					795	— 93
					891						
					898						
					901						
					898						
			alle Wind-richtungen		885	822	— 63				
					887			820	— 67		
					806					791	— 95
					890						
					891						
					895						
					892						

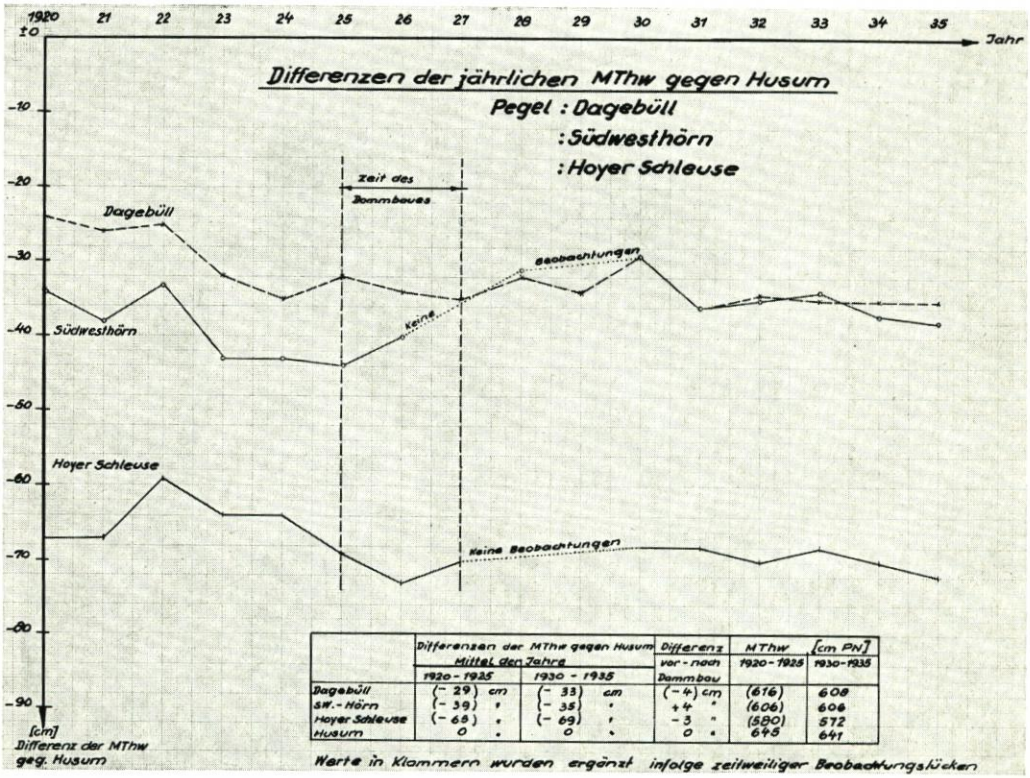
Die Küste, 17 (1969), 34-50

Morsum Nord		Morsum Süd		Tassenpegel Wiedingharde Nord		Tassenpegel Wiedingharde Süd		Wasserspiegelgefälle längs dem Dammes Nord		Wasserspiegelgefälle längs dem Dammes Süd	
								cm	‰	cm	‰
738	— 131	775	— 100								
730	— 175	790	— 115								
825	— 89	870	— 44	865	— 49			40	0,033		
735	— 114	770	— 79	745	— 104	795	— 54	10	0,008	25	0,019
695	— 131	740	— 86	720	— 106	775	— 51	25	0,021	35	0,027
754	— 98			765	— 87	759	— 93	11	0,009		
814	— 108	816	— 106	845	— 77	855	— 67	31	0,026	39	0,030
704	— 114	715	— 103	745	— 73	775	— 43	41	0,034	60	0,046
764	— 103	755	— 112	785	— 82	822	— 45	21	0,017	67	0,051
700	— 113	720	— 93	730	— 83	764	— 49	30	0,025	44	0,034
710	— 152	772	— 90	752	— 110	821	— 41	42	0,035	49	0,038
691	— 141	800	— 31								
766	— 128	837	— 57	787	— 107	883	— 11	21	0,017	46	0,035
736	— 127	752	— 111	762	— 101	796	— 67	26	0,022	44	0,034
920	— 55	845	— 130	907	— 68	893	— 82	— 13(?)	0,011	48	0,037
820	— 155	865	— 110	873	— 102	920	— 55	**53**	**0,044**	55	0,042
		775	— 123			805	— 93			30	0,023
780	— 97	825	— 52	795	— 82	835	— 42	15	0,012	10	0,007
780	— 96	730	— 46	824	— 52	770	— 106	44	0,037	40	0,031
706	— 118	732	— 92	730	— 94	805	— 19	24	0,020	**73**	**0,056**
805	— 165	880	— 90	835	— 135	940	— 30	30	0,025	60	0,046
								∅ 28	0,023	∅ 45	0,035
792	— 96										
		788	— 107								
				810	— 78						
						817	— 72				
752	— 139										
		817	— 81								
				802	— 99						
						860	— 38				
768	— 122										
		804	— 94								
				809	— 86						
						835	— 57				



	Differenzen der MThw geg. Husum Mittel der Jahre 1920 – 1925	1930 – 1935	Differenz vor- nach Dammbau	MThw [cm PN] 1920 – 1925	1930 – 1935
Morsum Nord	– 65 cm	– 68 cm	– 3 cm	580	573
Morsum Süd	– 63 "	– 46 "	+ 17 "	592	595
H.-Damm Nord	– 56 "	– 66 "	– 10 "	599	575
H.-Damm Süd		– 42 "	+ 19 "		599
Husum	0 "	0 "	0 "	645	641

Abb. 2a



	Differenzen der MThw gegen Husum Mittel der Jahre 1920 – 1925	1930 – 1935	Differenz vor – nach Dammbau	MThw 1920 – 1925	[cm PN] 1930 – 1935
Dagebüll	(– 29) cm	(– 33) cm	(– 4) cm	(616)	608
SW.-Hörn	(– 39) "	(– 35) "	+ 4 "	(606)	606
Hoyer Schleuse	(– 68) "	(– 69) "	– 3 "	(580)	572
Husum	0 "	0 "	0 "	645	641

Werte in Klammern wurden ergänzt infolge zeitweiliger Beobachtungslücken

Abb. 2b

Die Küste, 17 (1969), 34-50

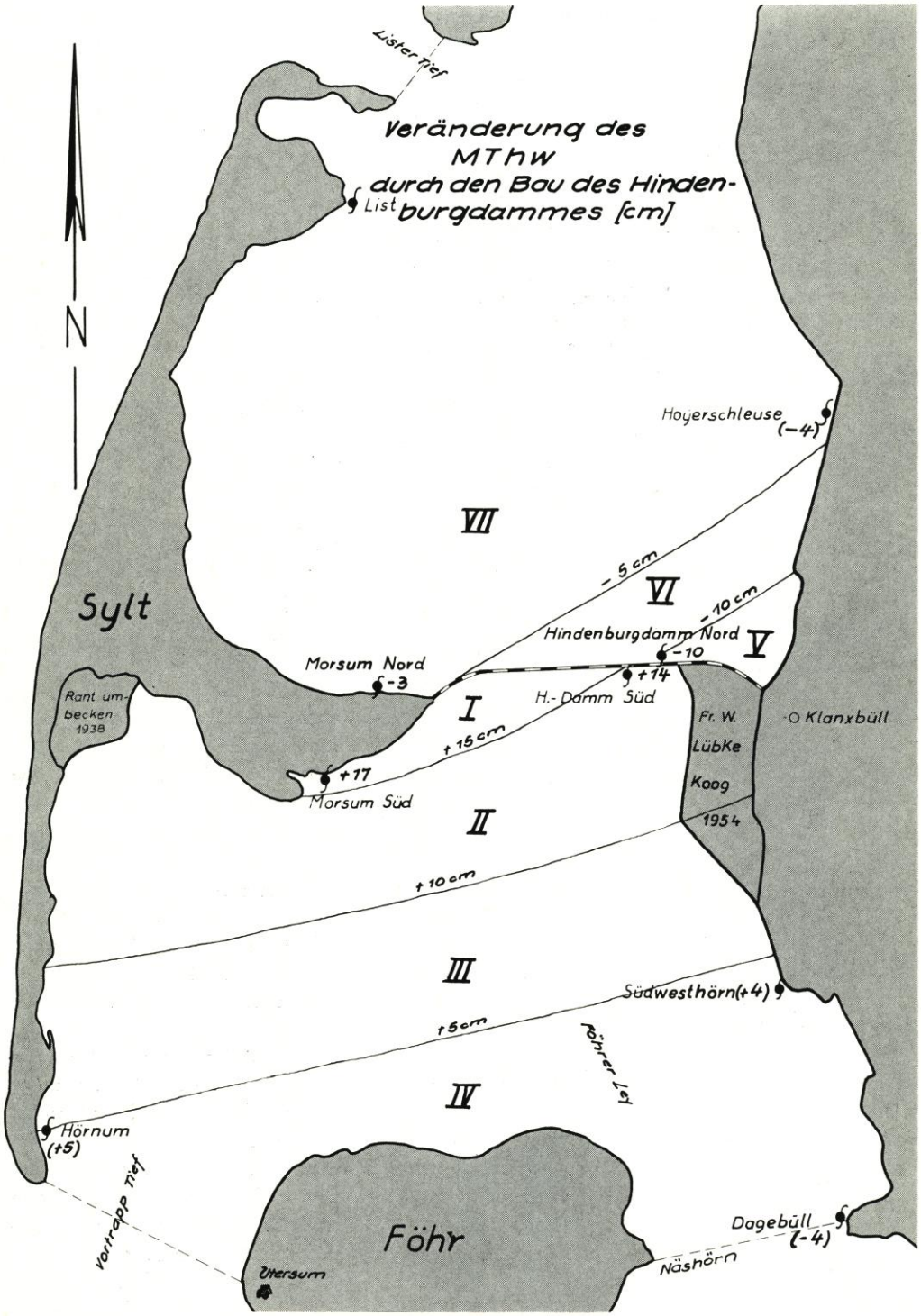


Abb. 3a

Die Küste, 17 (1969), 34-50

Die Ausrechnung der MThw-Veränderungen auf die unter 2. beschriebene Weise brachte dagegen folgende Ergebnisse (vgl. Abb. 2a, b und 3a): Das MThw an der Südseite des Dammes hat sich in etwa gleichmäßig um einen Betrag von rund 15 cm gehoben. Dem steht gegenüber auf der nördlichen Seite des Hindenburgdamms eine Absenkung des MThw am Festland von 10 cm, die abklingt bis auf 3 cm in Morsum-Nord. In Südwesthörn ist noch eine Hebung des MThw um 4 cm festzustellen. In Dagebüll ist die MThw-Anhebung nicht mehr feststellbar. Dies mag jedoch auch an der Ungenauigkeit der vor dem Dammbau liegenden Beobachtungen liegen, die seinerzeit nur die Tageshochwässer durch Lattenpegelablesungen erfaßten. Vermutlich hat sich auch das MThw in Dagebüll leicht angehoben, und die Hebung in Südwesthörn wird u. U. etwas mehr als 4 cm betragen, da auch hier die Aufzeichnungen vor dem Dammbau stark lückenhaft waren und Fehler möglich sind. Genaue Aussagen über eine Hebung des MThw in Hörnum sind infolge lückenhafter Aufzeichnungen nicht möglich. Der Betrag der Anhebung des MThw an diesem Pegel wird auf etwa 5 cm geschätzt. Die Absenkung des MThw nördlich des Hindenburgdamms ist in Hoyerschleuse noch mit 4 cm bemerkbar.

Allgemein kann festgestellt werden, daß die seinerzeit von PFEIFFER berechneten Hebungen des MThw um etwa 5 cm überschritten worden sind, wogegen seine Angaben für die Absenkung des MThw nördlich des Dammes in etwa eingetroffen sind.

Erwähnung verdient noch eine auffällige Erscheinung in der Entwicklung der MThw-Stände des Pegels Hindenburgdamm-Süd. Im Jahre 1930 lag die Differenz des MThw gegen Husum dort um 21 cm über der Differenz des MThw-Mittels gegen Husum aus 1920 bis 1925, der relative MThw-Anstieg betrug also 21 cm. Bis zum Jahre 1935 verringerte sich dieser Wert auf 8 cm (Abb. 2b). Im Laufe der Jahre trat also eine beachtliche relative Erniedrigung des MThw am Pegel Hindenburgdamm-Süd ein. Es wird vermutet, daß diese Erniedrigung des MThw von einer Verkleinerung der Prielquerschnitte in der näheren Umgebung des Dammes herrührt. Durch den Dammbau verringerte sich die Strömungsgeschwindigkeit in diesen Prielen und sie versandeten. Dies bewirkte ein verringertes Abflußvermögen, größere Widerstände beim Auflaufen der Flut und damit ein niedrigeres MThw als unmittelbar nach dem Dammbau. Erst die Eindeichung des Lübkekooges (1954) bewirkte eine erneute Anhebung des MThw am Pegel Hindenburgdamm-Süd.

2. Einfluß auf die Sturmflutwasserstände

Während bei dem Ansteigen der MThw-Stände der Trichtereffekt — das Ansteigen des Hochwassers infolge der fortschreitenden Einengung des Querschnitts durch die Ufer — eine größere Rolle spielt als der über das Jahr verteilte Windeinfluß, tritt der Einfluß des Windes bei Sturmfluten besonders stark hervor.

Hat sich also an der Südseite des Dammes eine Erhöhung des MThw ergeben, durch das Auftreten des Trichtereffekts und weil durch die Bildung einer abgeschlossenen Bucht das Abströmen größerer Wassermengen nach Norden verhindert wird, so überlagert sich bei Sturmfluten dieser Erhöhung eine weitere Erhöhung, die durch den Windstau hervorgerufen wird. Um diesen Einfluß zu untersuchen, wurden 13 Sturmfluten vor dem Bau des Hindenburgdamms und 22 Sturmfluten nach dem Bau des Hindenburgdamms betrachtet. Die Auswertung erfolgte in gleicher Weise wie die der MThw-Stände. Es wurden wiederum die Differenzen der Wasserstände zum Pegel Husum ermittelt. An Stelle der Pegel Hindenburgdamm-Nord und -Süd wurden die unmittelbar am Festland liegenden Tassenpegel Wiedingharde-Nord und -Süd für die Auswertung herangezogen. Infolge des Windeinflusses und der Ausbildung von Hochwasserwellen in der offenen Nordsee ergeben sich sowohl vor als auch nach dem Dammbau außer-

Tabelle 4

Wasserstandsveränderungen durch den Hindenburgdamm
(alle Angaben in cm)

	Husum	Dagebüll	SW-Hörn	Hoyer-Schleu.	Mors. N	Mors. S	H.-damm N	H.-damm S
MThw Differenz gegen Husum vor Dammbau 1920—1925	0	(— 29)	(— 39)	(— 65)	— 65	— 63	— 56	— 56
Veränderung im MThw durch Dammbau (Erhöhung + Erniederung —) Jahresreihe 1930—35	0	(— 4)	(+ 4)	(— 4)	— 3	+ 17	— 10	+ 14
Sturmflut aus W-NW (Thw Husum ∅ PN + 885) Differenzen geg. Husum							Tassenpegel Wiedingh. Nord	Tassenpegel Wiedingh. Süd
vor Dammbau	0	— 92	— 91	— 101		— 122	— 98	— 98
nach Dammbau	0	— 69	— 82	— 97	zu geringe Zahl von Beobachtungen	— 107	— 78	— 72
Veränderung durch Dammbau	0	+ 23	+ 9	+ 4		+ 15	+ 20	+ 26
desgl. SW—WSW								
vor Dammbau	0	— 70	— 72	— 77		— 103	— 75	— 75
nach Dammbau	0	— 55	— 48	— 93		— 81	— 99	— 38
Veränderung durch Dammbau	0	+ 15	+ 24	— 16		+ 22	— 24	+ 37
Mittel aller Sturmfluten aus SW—NW vor Dammbau	0	— 85	— 85	— 93	— 101	— 114	— 90	— 90
Differenz gegen Husum nach Dammbau	0	— 63	— 67	— 95	— 122	— 94	— 86	— 58
Veränderung durch Dammbau	0	+ 22	+ 18	— 2	— 21	+ 20	+ 4	+ 32

ordentlich unterschiedliche Wasserstände, so daß ein Bezug zwischen dem Pegel Husum und den übrigen Pegeln nur schwer herzustellen ist. Um wenigstens einen Teil dieser Einflüsse auszuschalten, wurden die Sturmfluten, die durch westliche bis nordwestliche Winde hervorgerufen wurden, getrennt betrachtet von den Sturmfluten, die durch südliche bis west-südwestliche Winde hervorgerufen wurden. Hierzu ist allerdings zu bemerken, daß die Angaben des Windes häufig von den örtlichen Pegelbeobachtern gemacht wurden und daher oft fehlerhaft sein können. Die Ergebnisse der Auswertungen sind in Tabelle 4 zusammengestellt. Es ergibt sich, daß aus Westen bis Nordwesten auflaufende Sturmfluten im Norden des Dammes eine Aufhöhung der Wasserstände gegenüber der Zeit vor dem Dammbau erfahren, die etwa + 20 cm bei dem Pegel Wiedingharde-Nord beträgt. Gegen Norden läuft diese Aufhöhung aus und hat bei Hoyerschleuse noch einen Wert von + 4 cm. Erstaunlich ist demgegenüber, daß die Wasserstände der Sturmfluten bei gleichen Windrichtungen im Süden des Dammes nicht etwa gesunken sind gegenüber der Zeit vor dem Dammbau, sondern bei dem Pegel Wiedingharde Süd um 26 cm höher auflaufen als vorher und auch bei dem Pegel Morsum-Süd noch um 15 cm höher liegen. Auch bei den Pegeln Südwesthörn und Dagebüll liegt die Aufhöhung der Hochwasserstände bei diesen Sturmfluten noch zwischen 9 und 23 cm, wobei der Wert von 23 cm für den Pegel Dagebüll als Vergleichswert vermutlich wegen der Ungenauigkeit früherer Beobachtungen fehlerhaft ist. Es wird vermutet, daß die Aufhöhung der Hochwasserstände bei Sturmfluten nicht etwa von Südwesthörn nach Dagebüll steigt, sondern daß sie in Richtung Dagebüll weiter ausläuft.

Betrachtet man dagegen Sturmfluten, die aus Südwesten bis West-Südwest auflaufen, so ändern sich die Verhältnisse. Nördlich des Dammes liegen die Sturmflutwasserstände um rund 25 cm niedriger als vor dem Dammbau. Diese Erniedrigung setzt sich nach Hoyerschleuse hin fort und beträgt auch dort noch 16 cm. Dagegen hat die Aufhöhung der Sturmflutwasserstände bei südwestlichen bis westsüdwestlichen Winden im Süden des Dammes etwas höhere Werte als bei westlichen bis nordwestlichen Winden; sie beträgt bei dem Pegel Morsum-Süd 22 cm und steigt bis zum Pegel Wiedingharde-Süd auf 37 cm. In Südwesthörn wird noch eine Aufhöhung um 24 cm gemessen und in Dagebüll um 15 cm. Bildet man das Mittel aus sämtlichen beobachteten Sturmfluten vor und nach dem Dammbau, ohne Berücksichtigung der Windrichtung, so ergibt sich südlich des Dammes eine Aufhöhung der Sturmflutwasserstände um rund 30 cm an der Festlandseite und rund 20 cm an der Inselseite in Morsum. Diese Aufhöhung beträgt in Südwesthörn noch 18 cm und wird in Dagebüll auf etwa 10 bis 15 cm ausgeklungen sein. Der aus den Tabellen 1 bis 4 errechnete Wert von 22 cm liegt hier wahrscheinlich etwas zu hoch. Nördlich des Dammes ist am Pegel Wiedingharde-Nord eine kaum merkbare Aufhöhung der Sturmflutwasserstände eingetreten, am Pegel Morsum-Nord sind dagegen die Sturmflutwasserstände nach dem Dammbau um rund 20 cm niedriger eingetreten als vorher. Für den Pegel Hoyerschleuse ergibt sich wiederum eine kaum merkliche Erniedrigung der Sturmflutwasserstände gegenüber der Zeit vor dem Dammbau. Für die Zeit vor und nach dem Dammbau sind in den Abbildungen 3a, b, c und d Wasserstandsdifferenzkarten für MThw und für Sturmfluten beigefügt. Soweit möglich, sind die Linien gleicher Wasserstandsdifferenz eingezeichnet.

Das bei Sturmfluten auftretende Gefälle vom Festland zur Insel Sylt hat sich um rund 0,01 ‰ nach dem Dammbau erhöht (vgl. Tabelle 2 und 3), d. h. um rund 1 cm pro km. Als maximales Sturmflutgefälle wurden vor dem Dammbau im Norden 0,027 ‰ Gefälle beobachtet, nach dem Dammbau 0,044 ‰. Im Süden des Dammes wurden vor dem Dammbau maximal 0,047 ‰ Sturmflutgefälle registriert, nach dem Dammbau 0,056 ‰. Letzterer Wert deckt sich in etwa mit der Annahme von Pfeiffer für das ungünstigste Sturmflutgefälle von 6 cm/km.

Im Durchschnitt aller Sturmfluten liegen die Tidehochwasserstände südlich des Hindenburgdamms 30 bis 40 cm höher als nördlich. Bei starken SW-Winden wurden im Süden des

Die Küste, 17 (1969), 34-50

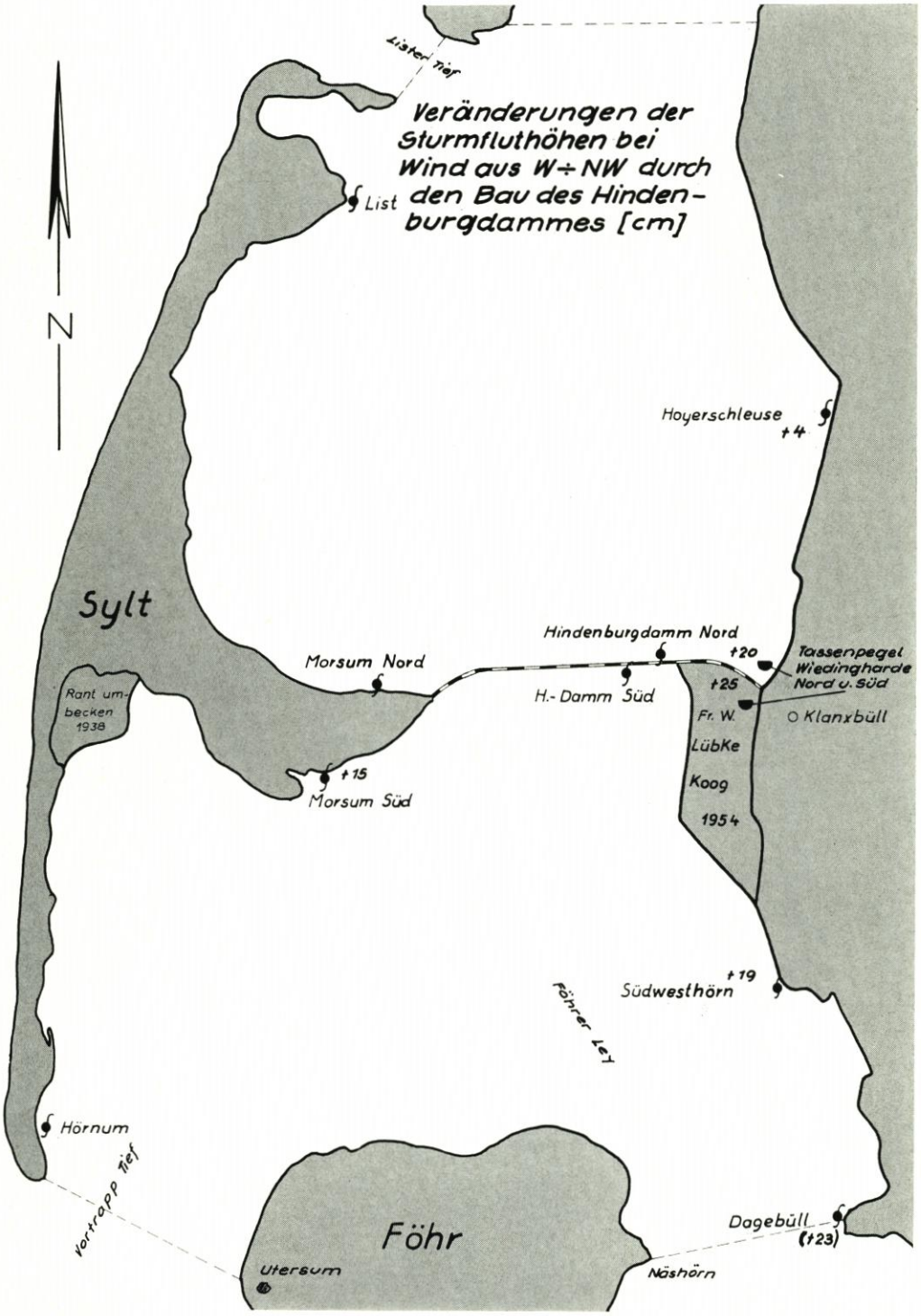


Abb. 3b

Die Küste, 17 (1969), 34-50

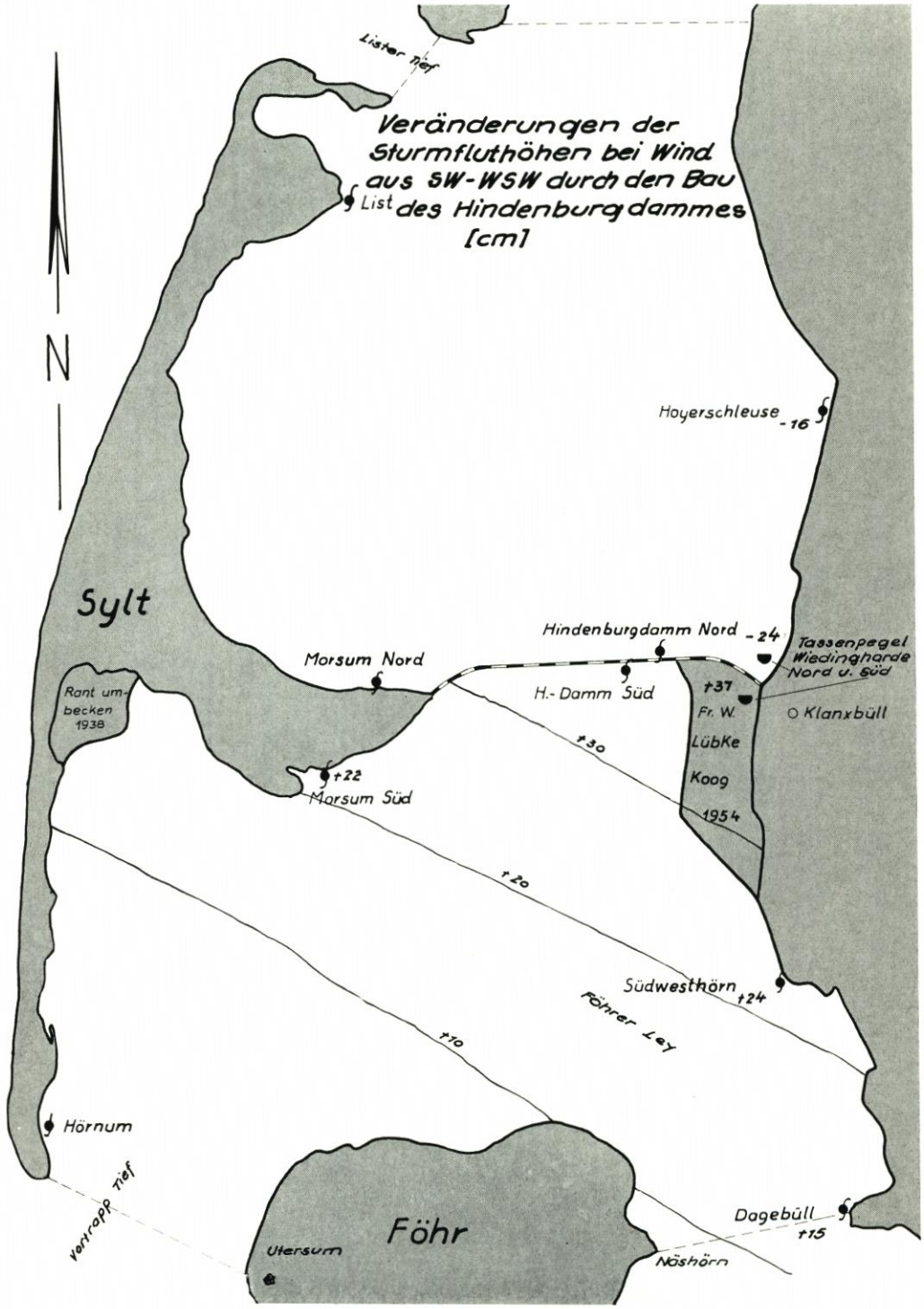


Abb. 3c

Die Küste, 17 (1969), 34-50

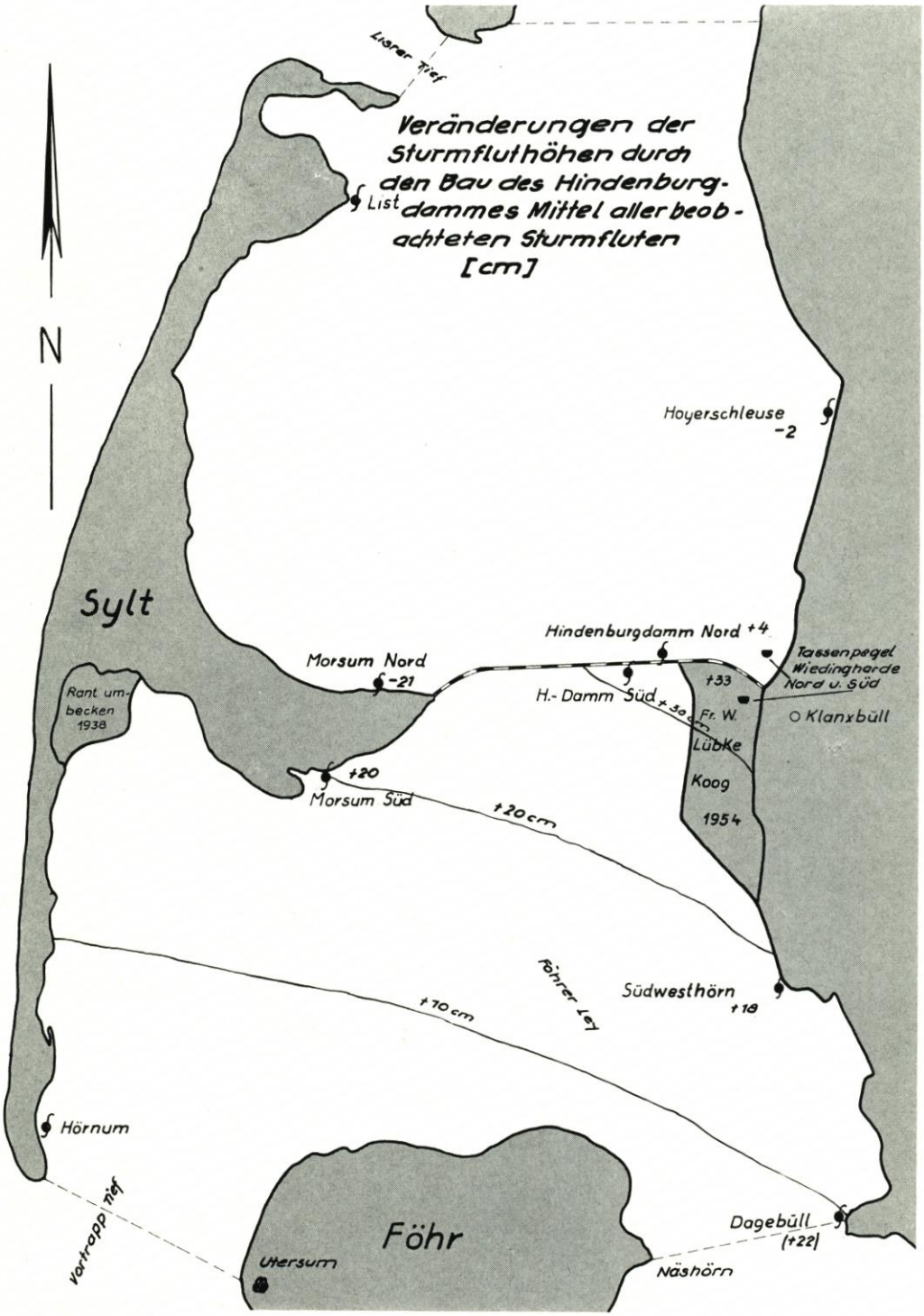


Abb. 3d

Hindenburgdamms jedoch schon bis zu 1,50 m höhere Wasserstände gemessen als nördlich, wogegen bei NW-Winden die Wasserstände im Norden bis zu 0,50 m höher als im Süden lagen [vgl. (5) S. 91].

3. Veränderungen in der durch die Außentiefs einströmenden Wassermenge durch den Bau des Hindenburgdamms

In seiner Dissertation hat PFEIFFER angegeben, daß durch das Vortrapptief zwischen Hörnum und Utersum und durch das Föhrer Ley zwischen Näshörn und Dagebüll insgesamt rund 550 Mio. Kubikmeter in das Wattbecken südlich des Hindenburgdamms einströmen. Von dieser Wassermenge wurden vor dem Bau des Hindenburgdamms 38,5 Mio. Kubikmeter nach Norden über die Dammachse hinaus verdriftet. 10,5 Mio. Kubikmeter flossen wieder nach Süden zurück. Nach dem Bau des Dammes kann dieser Wasseraustausch nicht mehr stattfinden. Es war zu prüfen, inwieweit sich die durch die Tiefs einströmenden Wassermengen dadurch verändert haben. Zu diesem Zweck wurden aus der Karte der Wasserstandsdifferenzen für MThw nach dem Bau des Dammes (Abb. 3a) die verschiedenen Flächen und zugehörigen Erhöhungen des

Tabelle 5

Errechnung der Wassermenge infolge MThw-Veränderung
(vgl. Abb. 2a)

a) Anstieg südlich des Dammes

Fläche	Größe [km²]	∅ MThw-Anstieg [cm]	Q [Mio. m³]
I	13,3	16	2,1
II	122,2	12,5	15,3
III	106,1	7,5	8,7
IV	132,0	3	4,0
		$\Sigma Q \approx$	30,0

b) Abfall nördlich des Dammes

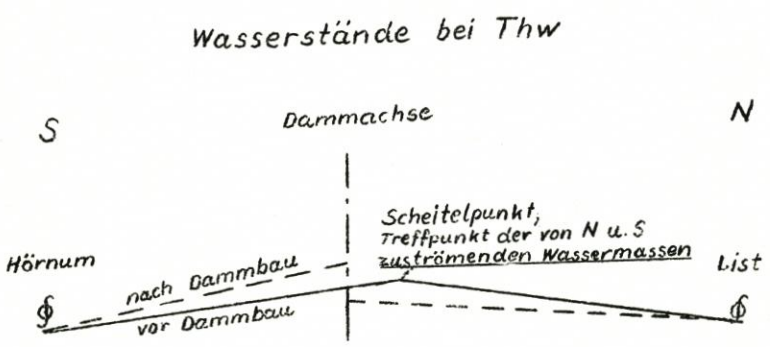
Fläche	Größe [km²]	∅ MThw-Abfall [cm]	Q [Mio. m³]
V	5	11,0	0,55
VI	27	7,5	2,00
VII	100	2,5	2,50
	geschätzt	$\Sigma Q \approx$	5,00

Bemerkungen: Die Flächen wurden planimetrisch ermittelt. Südliche Begrenzung in Abb. 2a durch strichlierte Linie angegeben.

MThw-Standes ermittelt und daraus der Unterschied in der eingeströmten Wassermenge nach dem Bau des Dammes gegenüber dem Zustand vor dem Bau des Dammes ermittelt. Die Berechnung ist in Tabelle 5 eingetragen. Es zeigt sich, daß zur Erzeugung der im Süden des Dammes beobachteten Anhebung der Wasserstände eine Wassermenge von rund 30 Mio. m³ notwendig ist. In das Wattbecken südlich des Hindenburgdamms strömen also 8,5 Mio. m³ entsprechend 2 % weniger Wasser ein als vor dem Dammbau.

Die Küste, 17 (1969), 34-50

Für das Wattbecken nördlich des Hindenburgdamms, in dem sich das MThw erniedrigt hat, wurden die gleichen Untersuchungen angestellt. Hier zeigte sich, daß die Umrechnung der Wasserstandserniedrigung in Wassermengen lediglich rund 5 Mio. m³ ergibt. Die restlichen 23 Mio. m³, die früher über die Dammachse von Süden her zuströmten, müssen nun zusätzlich durch das das Lister Tief in das nördliche Wattbecken gelangen. Nach grobem Überschlag kann man rechnen, daß in das nördliche Wattbecken durch das Lister Tief in jeder Tide rund 500 Mio. m³ einströmen, so daß die zusätzlichen 23 Mio. m³ rund 4—5 % der Gesamtwassermenge ausmachen. Erklärt werden kann diese Tatsache dadurch, daß sich früher die Wassermassen aus Süden und aus Norden in einer Linie nördlich der Dammachse trafen und diese Scheitellinie näher am Lister Tief lag als die heute durch den weiter südlich liegenden Hindenburgdamm gebildete. Anders ausgedrückt: Durch den Dammbau wird die Stelle, an der sich die einströmenden Wassermassen stauen, nach Süden verlegt. Das Wasserspiegelgefälle zwischen Dammachse und Hörnum bei Thw wird größer und bremst dadurch früher als vor dem Dammbau das Einströmen des Wassers, die einströmende Wassermenge wird also geringer als vor dem Dammbau. Umgekehrt nördlich des Dammes: Hier verringert sich bei Thw das Gefälle zwischen Dammachse und List nach dem Dammbau. Dieses geringere Gefälle läßt zu, daß mehr Wasser als bisher durch das Lister Tief einströmt, daß also das früher von Süden herkommende Wasser nach dem Dammbau weitgehend aus Norden ersetzt wird (vgl. nachstehende Skizze!).



Wasserspiegellinien bei Thw vor und nach dem Dammbau, Nord-Süd-Schnitt zwischen Sylt und dem Festland

4. Zusammenfassung

Durch den Bau des Hindenburgdamms wurde der Austausch von Wassermassen auf der Verbindungslinie zwischen Sylt und dem Festland unterbunden. Dies hatte zur Folge, daß sich auf der Südseite des Hindenburgdamms höhere MThw-Stände einstellten als vor dem Dammbau, daß dagegen auf der nördlichen Seite niedrigere MThw-Stände eintraten. Die nach dem Dammbau beobachteten Sturmflutwasserstände an der Südseite des Hindenburgdamms waren bei sämtlichen vorkommenden Windrichtungen höher als vor dem Dammbau, wogegen an seiner Nordseite nur Sturmflutwasserstände infolge von West- und Nordwestwinden höher aufliefen als vorher, durch Südwestwinde verursachte Sturmfluten jedoch niedrigere Werte erreichten. Der Dammbau verursachte eine Verringerung der von Süden in das Wattenmeer zwischen Festland und der Insel Sylt einströmenden Wassermengen um etwa 2 %, im Norden dagegen eine Zunahme der durch das Lister Tief einströmenden Wassermengen um rund 5 %.

Schriftenverzeichnis

1. Fischer, O.: Das Wasserwesen an der schleswig-holsteinischen Westküste III, Bd. 7, 1955.
2. Knop, F.: Untersuchung über Gezeitenbewegung und morphologische Veränderungen im nordfriesischen Wattgebiet als Vorarbeiten für Dammbauten. Diss. Mitteilungen a. d. Leichtweißinstitut der TH Braunschweig 1961/1.
3. Lorenzen, J. M.: Gedanken zur Generalplanung im nordfriesischen Wattenmeer. Die Küste 1956.
4. Pfeiffer, H.: Untersuchungen über den Einfluß des geplanten Dammbaues zwischen dem Festlande und der Insel Sylt auf die Wasserverhältnisse am Damm und der anschließenden Festlandsküste. Dissertation 1920, Abdruck in diesem Heft.
5. Schelling, H.: Die Sturmfluten an der Westküste von Schleswig-Holstein unter besonderer Berücksichtigung der Verhältnisse am Pegel Husum. Landesstelle für Gewässerkunde im Ministerium für Ernährung, Landw. und Forsten, Kiel, 1. 3. 1950 (Plankammer Marschenbauamt Husum). Veröffentlicht 1952 Die Küste, Heft 1.
6. Thorade, H.: Flutstundenlinien und Flutwellen. Ann. d. Hydrogr. u. marit. Meteorologie, Hamburg 1924.