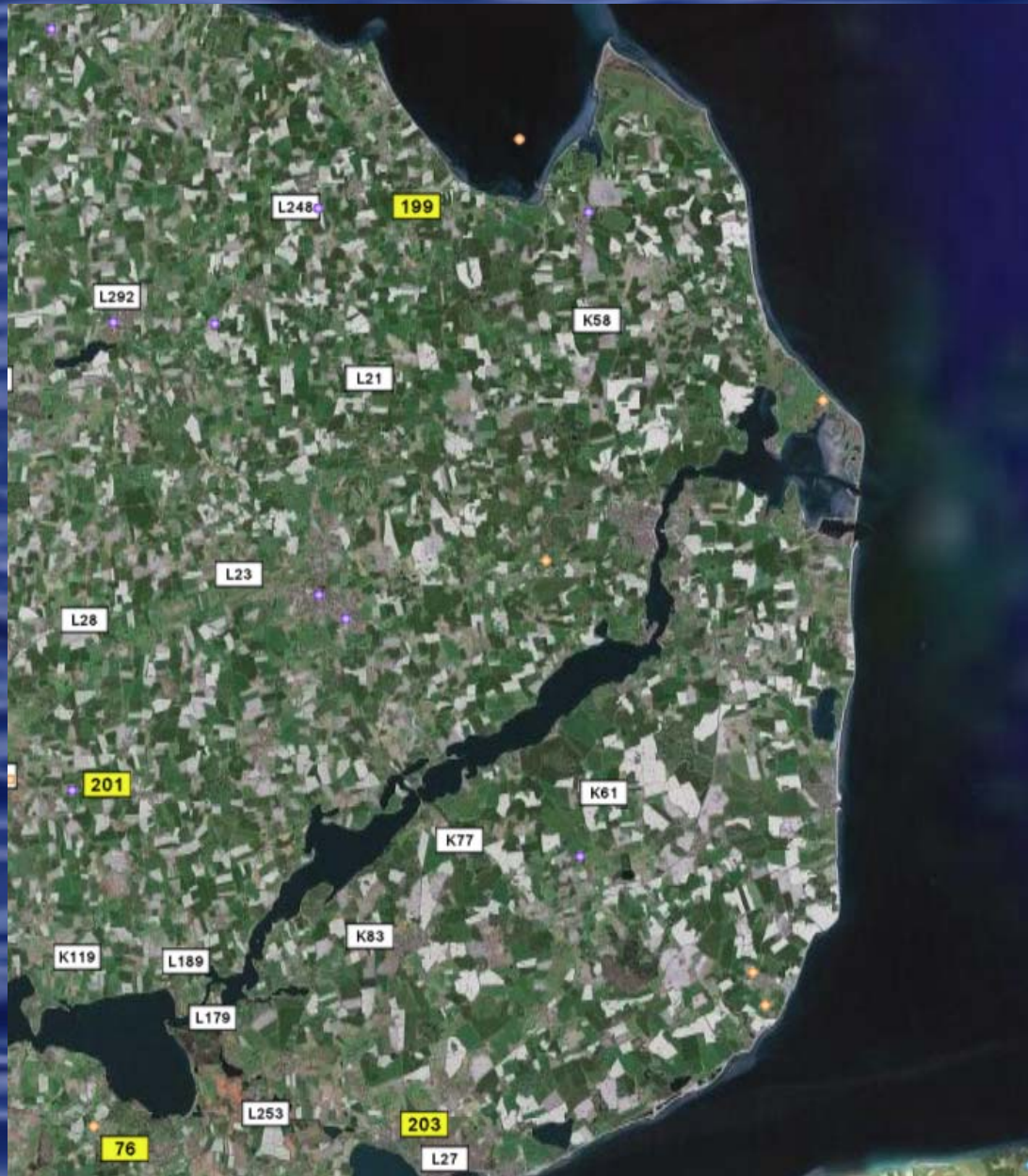
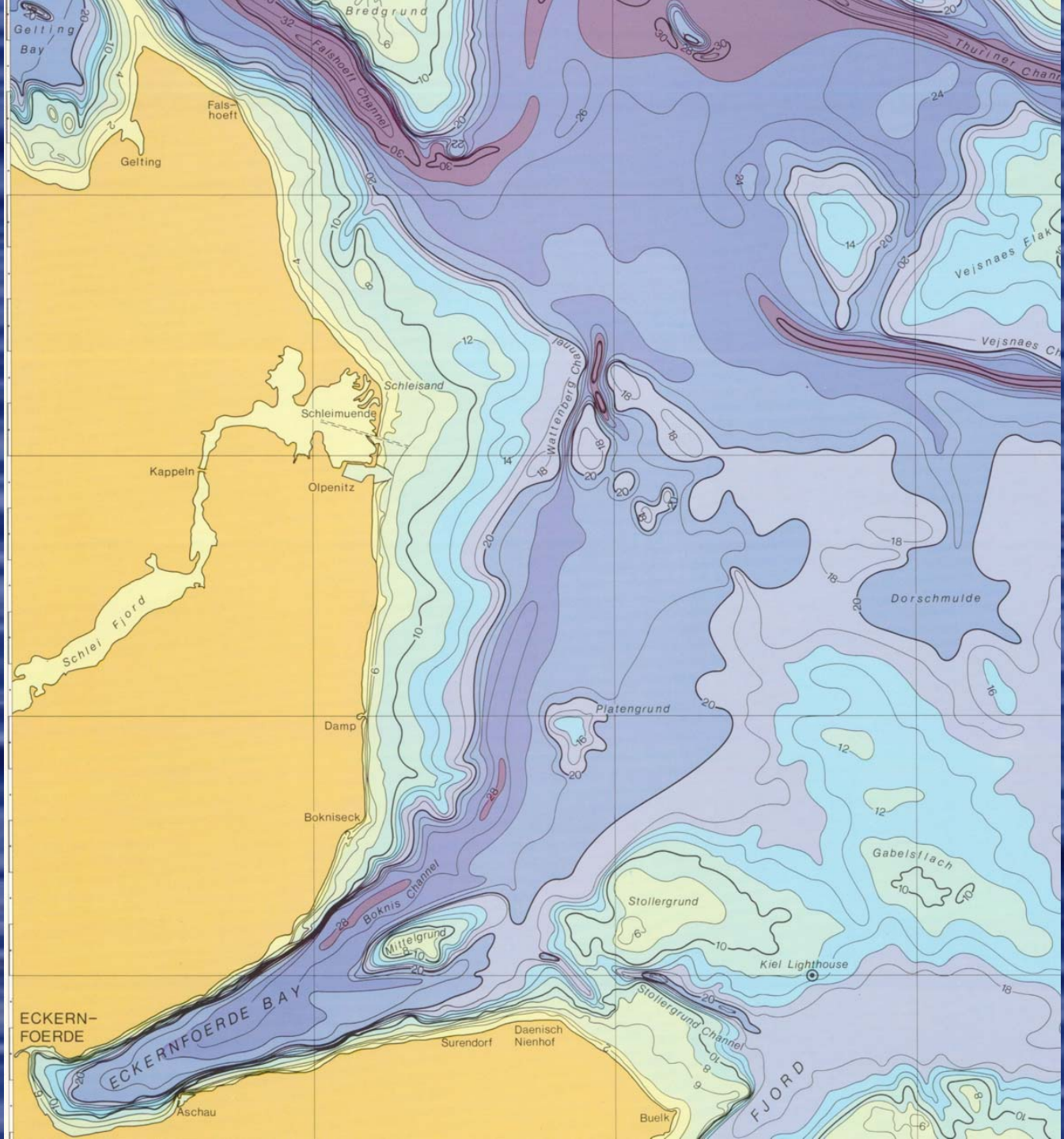




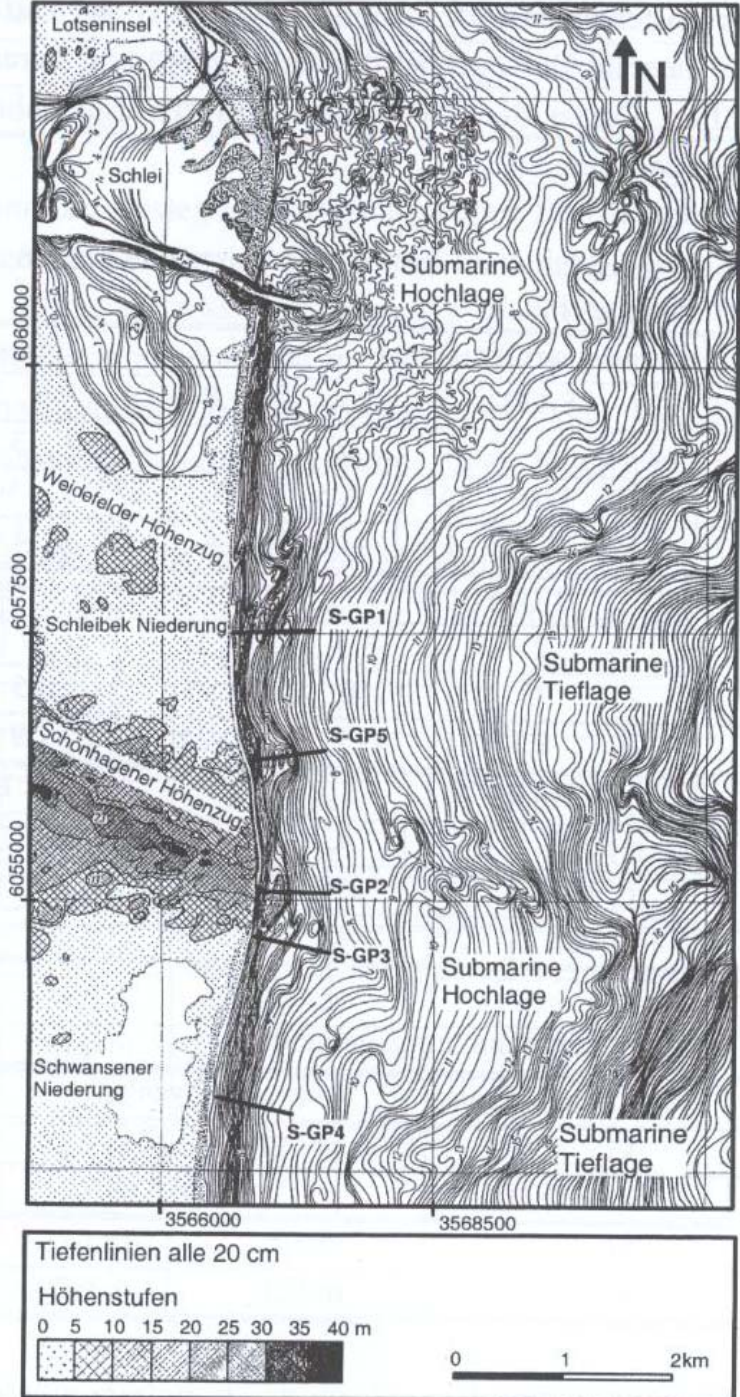
Perspektiven der Küstenentwicklung von
Angeln und Schwansen

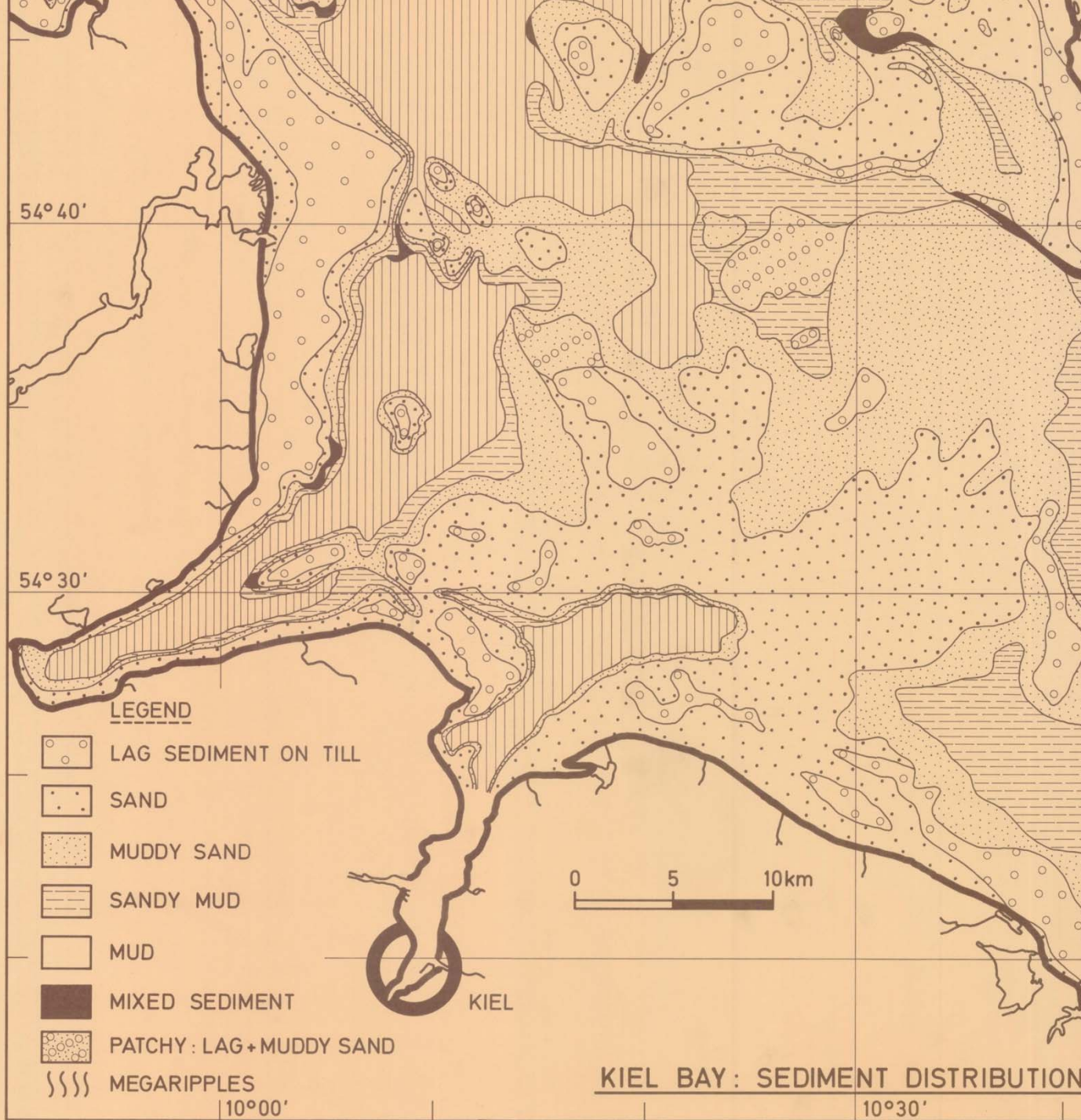
Untersuchungsgebiet



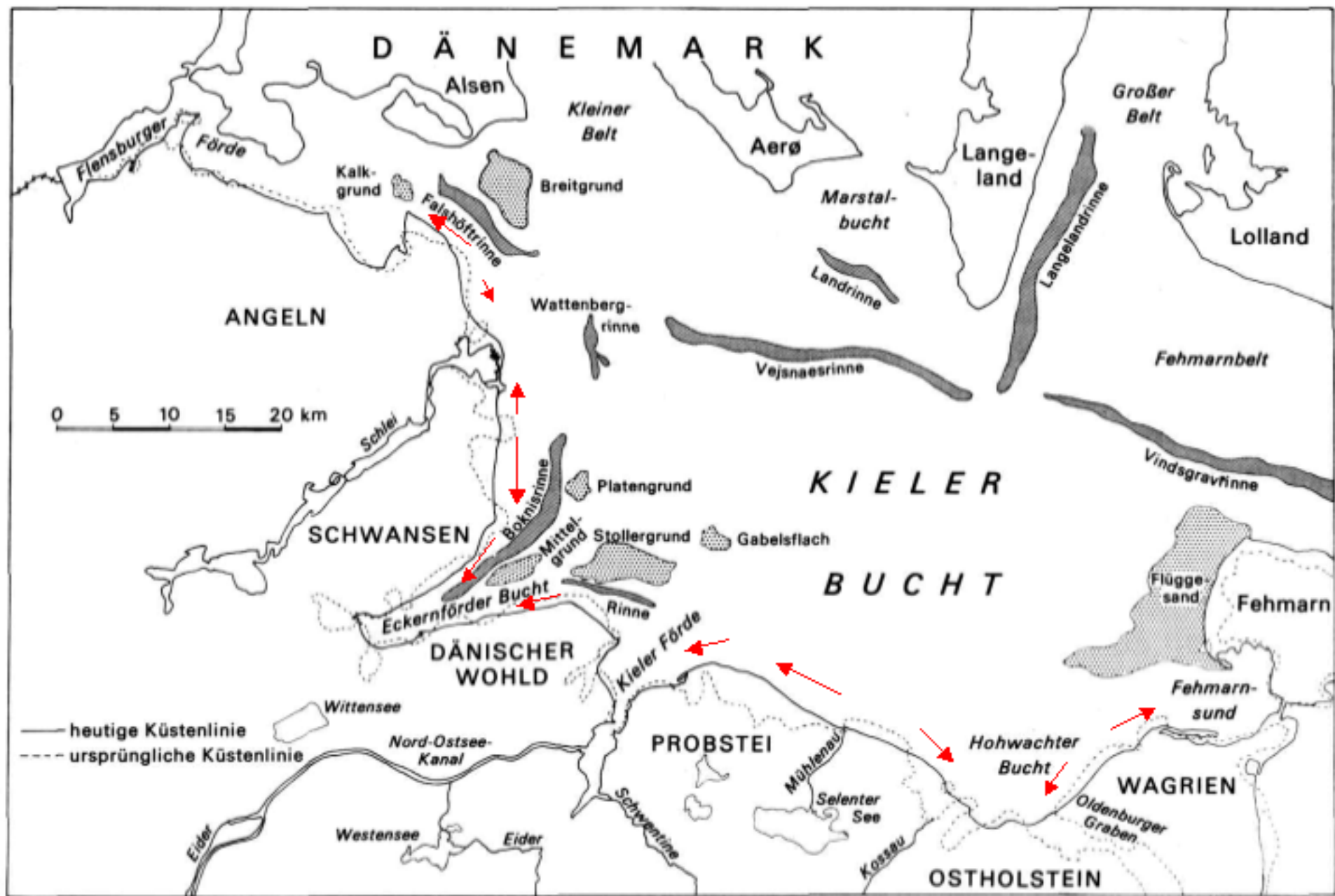


Seegrundaufnahme (nach Hintz 1955)





Kliffabschnitt	Klifflänge	Kliffhöhe	1875-1950 (KANNENBERG 1951)	1962-1976 ZIEGLER & HEYEN 2005
Klein Waabs	Ca. 2700 m	15 m	25 cm/a	31 cm/a
Bookniseck	Ca. 2300 m	5 m	29 cm/a	37 cm/a
Schönhagen	Ca. 2000 m	10-15m	46 cm/a	51 cm/a
Düttebüll	Ca. 2000 m	1,2 – 7 m	Überwiegend inaktiv	18 cm/a auf 480 m
Fallshöft	c. 360 m	0,5 – 4 m	Keine Angaben	29 cm/a



Morphologische Einheiten

Kuppe Birk bis Birk Nack

Pumpwerk Niedamm bis Kuppe Birk

Düttebüller Kliff zwischen Pottloch und Pumpwerk Niedamm

Gut Oehe bis Pottloch

Schleimündung bis Gut Oehe

Schleimündung bis Kliff Schönhagen-Nord

Kliff Schönhagen

Kliffende Schönhagen-Süd bis Kliffende Booknis Nord
(Schwansener See-Niederung)

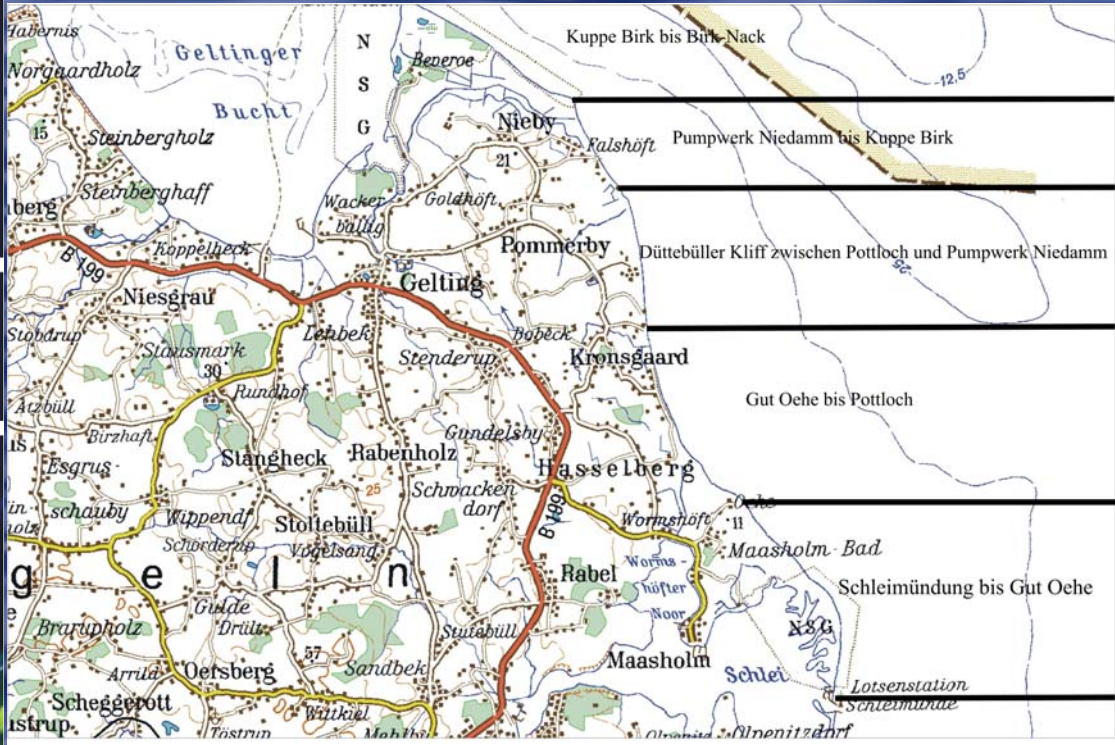
Kliffende Booknis Nord bis Kliffende Strandbek (Waabs) Südwest

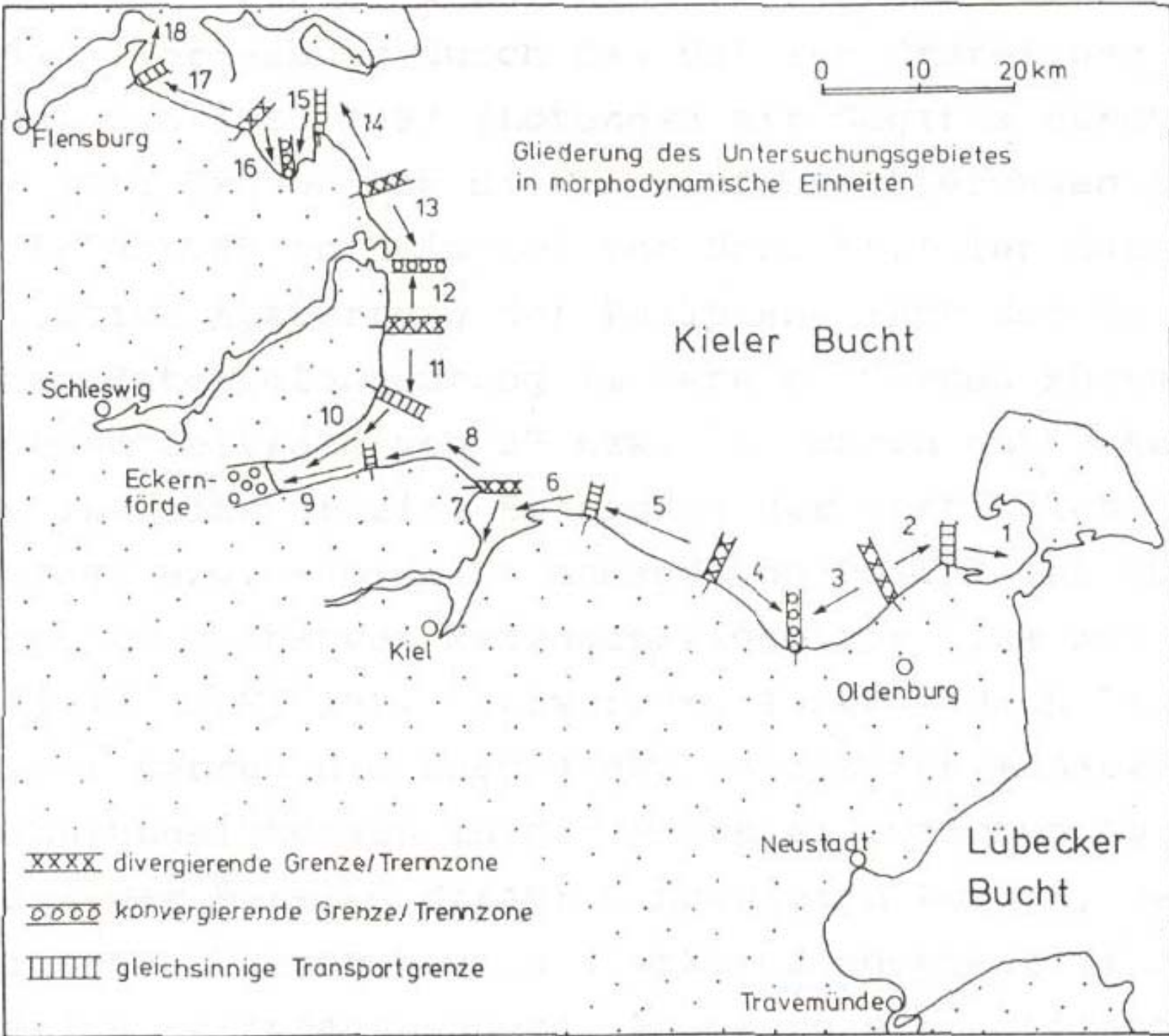
Kliffende Strandbek (Waabs) Südwest bis Höftland Karlsminde



- Schleimündung -
Hafen Olpenitz
- Schleibekniederung
- Schönhagener Kliff
- Schwansenersee-
Niederung
- Kliffstrecke
Boknis bis
Waabs
- Strandwalllandschaft
Langholz bis
Karlsminde

Kliff	Exposition	Mittlere Höhe	Länge	Abbruchstrecke
Schönhagen	Ost	10-15m	2000m	1600m
Bookniseck	Ost-Südost	5m	2300m	1600m
Klein Waabs	Südost	15m	2700m	2200m





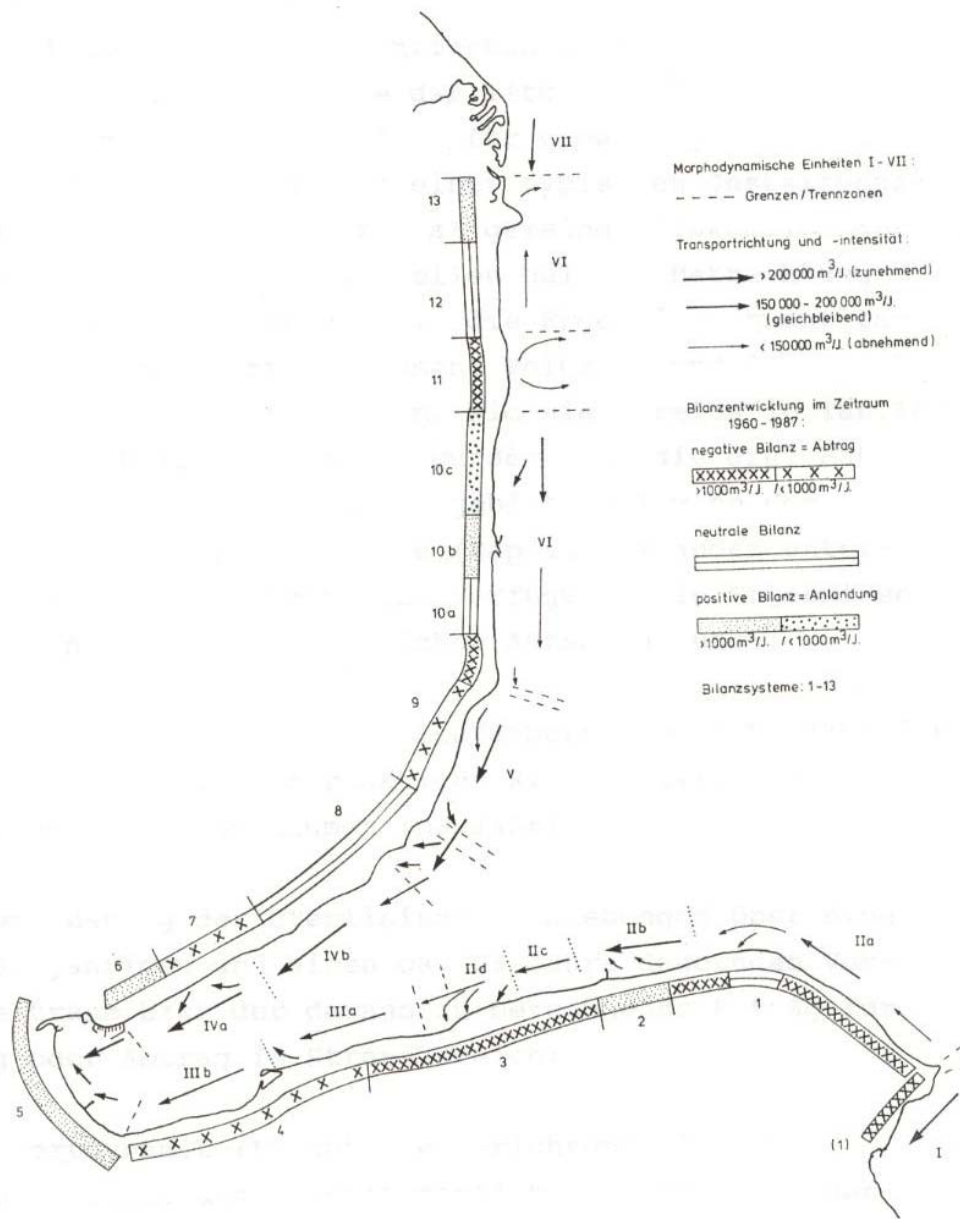


Abb.90: Gegenüberstellung von 'morphodynamischen Einheiten', (ermittelt aus Tab.14, 15) und 'Bilanzsystemen' (ermittelt aus Tab.18) im Küstengebiet Bülk bis Schleimündung: [Große Pfeile verdeutlichen die Transportverbindungen zwischen den m.E. I-VIII, kleine Pfeile weisen auf lokalen Sedimentimport bzw. -export hin; arabische Ziffern kennzeichnen die Lage der Bilanzsysteme; die Balkensignatur erläutert deren Sedimentationstendenz seit etwa 1870]

Küstenstrecke	Sedimentvolumen (gesamt) in m ³	Anlandung/Abtrag (pro Jahr) in m ³
1) Leuchtturm Bülk - Küstenknick Dän. Nienhof	- 94.702 m ³	- 1.095 m ³
2) Küstenknick Dän. Nienhof - Noer (keine Daten für Plan Hohenhain; Akkumulationseffekt durch Wasserbauten bei Surendorf nach 1938)	+ 161.790	+ 1849
3) Noer - Aschau (Ost)	- 51.391	- 584
4) Aschau - Eckernf. Hafen	+ 311.619	+ 3342
5) Marinehafen (Luisenberg) - Hemmelmarker Kliff	+ 84.565	+ 961
6) Hemmelmarker Kliff - Karlsminde Höftland	+ 34.591	+ 2545
7) Karlsminde Höftl. - Kliffbeginn Strandbek	+ 223.961	+ 393
8) Kliffbeginn Strandbek - Kliffbeginn Schönhagen	- 190.614	- 2341
9) Kliff Schönhagen	- 41.773	- 1266
10) Kliffende Schönhagen - Schleimündung	- 31.806	- 263
gesamt: (Netto):	+ 406.240 m³	+ 3541 m³
(Brutto):	1.226.812 m³	14.639 m³

Sedimentbilanz im Küstenabschnitt Bülk – Schleimündung von
1870/75 bis 1960/68

Küstenstrecke	Sedimentvolumen (gesamt) in m ³	Anlandung/Abtrag pro Jahr in m ³
1) Alt-Bülk - Eckernholm Pumpstation	- 4.3173	- 1661
2) Eckernholm - Kliff Surendorf-West	+ 39.711	+ 1655
(Akkumulation östlich der Wasserbauten Surendorf)		
3) Surendorf-West - Kliffende Lindhof	- 66.192	- 2758
4) Kliff Lindhof - Gossee-Auslauf	- 17.214	- 780
5) Gossee-Auslauf - Eckernförde-Hafen	+ 35.748	+ 2103
(Luv- bzw. Lee-Effekt der TVA Eckernförde)		
6) Marinehafen Eck. - Kliffmitte Hemmelmark	+ 100.166	+ 3710
7) Hemmelmark Kliff - Karlsminde Camping	- 22.857	- 914
8) Karlsminde-Süd - Strandbek Klifframpe	- 408	- 17
9) Strandbek Kliff - Boknis Kliffende	- 14.263	- 594
10) Boknis Kliffende - Kliff Schönhagen-Süd	+ 62.253	+ 2615
10a Boknis Kliffende - Damp-Süd	(- 286)	(- 12)
Akkumulation im Bereich der Hafemolen von Damp		
10b Bereich Damp Hafemolen	(+ 39.398)	(+ 1642)
10c Damp-Nord - Kliff Schönhagen- Süd	(+ 23.141)	(+ 985)
11) Kliff Schönhagen Süd - Nordende	- 34.455	- 1498
12) Schönhagen-Nord - Schleimündung	+ 26.808	+ 1472
Akkumulation im Bereich der Hafemolen von Olpenitz		
12a Olpenitz- Südmole	(+ 450)	(+ 20)
12b Nordmole - Schleimündung	(+ 26.360)	(+ 1452)

Sedimentbilanz im Küstenabschnitt Bülk – Schleimündung
von 1960/68 bis 1983/87 (aus STERR 1988)

Sedimentbilanz

Küstenabschnitt	Anlandung/Abtrag in m ³ pro Jahr (STERR 1988)	
	1870/75 bis 1960/68	1960/68 bis 1983/87
Schleimündung bis Kliff Schönhagen-Nord	-263	1472
Kliff Schönhagen	-1266	-1498
Kliffende Schönhagen-Süd bis Damp-Nord		985
Bereich Hafenmolen Damp		1642
Damp-Süd bis Kliffende Booknis-Nord		-12
Kliffende Schönhagen-Süd bis Kliffende Booknis Nord		2615
Kliffende Booknis Nord bis Kliffende Strandbek Südwest		-594
Kliffende Schönhagen-Süd bis Kliffende Strandbek Südwest	-2341	
Kliffende Strandbek Südwest bis Karlsminde Höftland Süd	393	-17

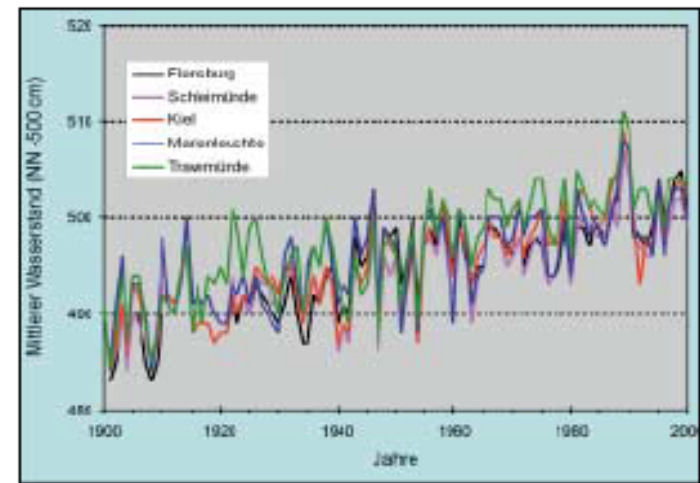
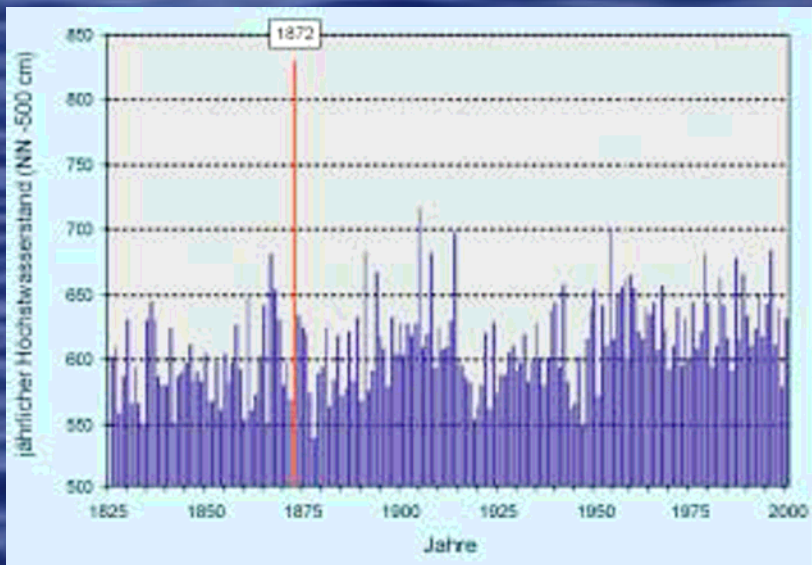


Abb. 6: Entwicklung des mittleren Wasserstandes an der Ostküste seit 1900

Anlage 2: Die höchsten Sturmhochwasser an der Ostküste

Pegel	MW 86-95 NN + cm	1320 NN + m	1625 NN + m	1694 NN + m	1835 NN + m	30.12.1867 NN + m	13.11.1872 NN + m	25.11.1890 NN + m	31.12.1904 NN + m	09.01.1908 NN + m	31.12.1913 NN + m	04.01.1954 NN + m	15.02.1979 NN + m	04.11.1995 NN + m
Lübeck		3,2	2,8	2,9	2,1	2,04	3,38		2,22	1,97	2,08	2,08	1,87	1,99
Travemünde	4		2,8			1,97	3,30	2,10	2,18	1,84	2,00	2,02	1,81	1,86
Neustadt	1											1,85	1,78	1,76
Marienleuchte	1								1,87	1,37	1,83	1,60	1,52	
Heiligenhafen	1											1,74	1,54	1,85
Kiel	2						2,97		2,25	1,83	1,90	1,80	1,93	1,99
Eckernförde	0						3,15		2,12	1,82		1,75	1,84	1,98
Schlei- und Travemünde	0								2,11			1,60	1,81	1,82
Langballigau	1											1,70	1,82	1,85
Flensburg	1			2,7	2,5		3,08		2,23	1,57	1,87	1,72	1,81	1,85

Der jeweils höchste an einem Pegel gemessene Wert ist fett gedruckt hervorgehoben.

*Extremwerte ab 1953

Pegel / P	0.80	0.90	0.95	0.98	0.99	Bemessungshochwasserstand
Name / T in Jahren	5	10	20	50	100	
Flensburg	1.45	1.63	1.81	2.04	2.21	3.50
Schleimünde	1.38	1.54	1.70	1.89	2.04	3.70
Eckernförde	1.43	1.63	1.82	2.07	2.25	3.60
Kiel	1.45	1.65	1.84	2.08	2.26	3.40
Neustadt	1.38	1.57	1.75	1.99	2.16	3.30
Travemünde	1.50	1.70	1.89	2.14	2.32	3.70
Wismar	1.49	1.68	1.86	2.09	2.26	3.20
Warnemünde	1.28	1.44	1.60	1.80	1.95	2.85

Wiederkehrintervalle von Wasserständen (nach BSH 2005)

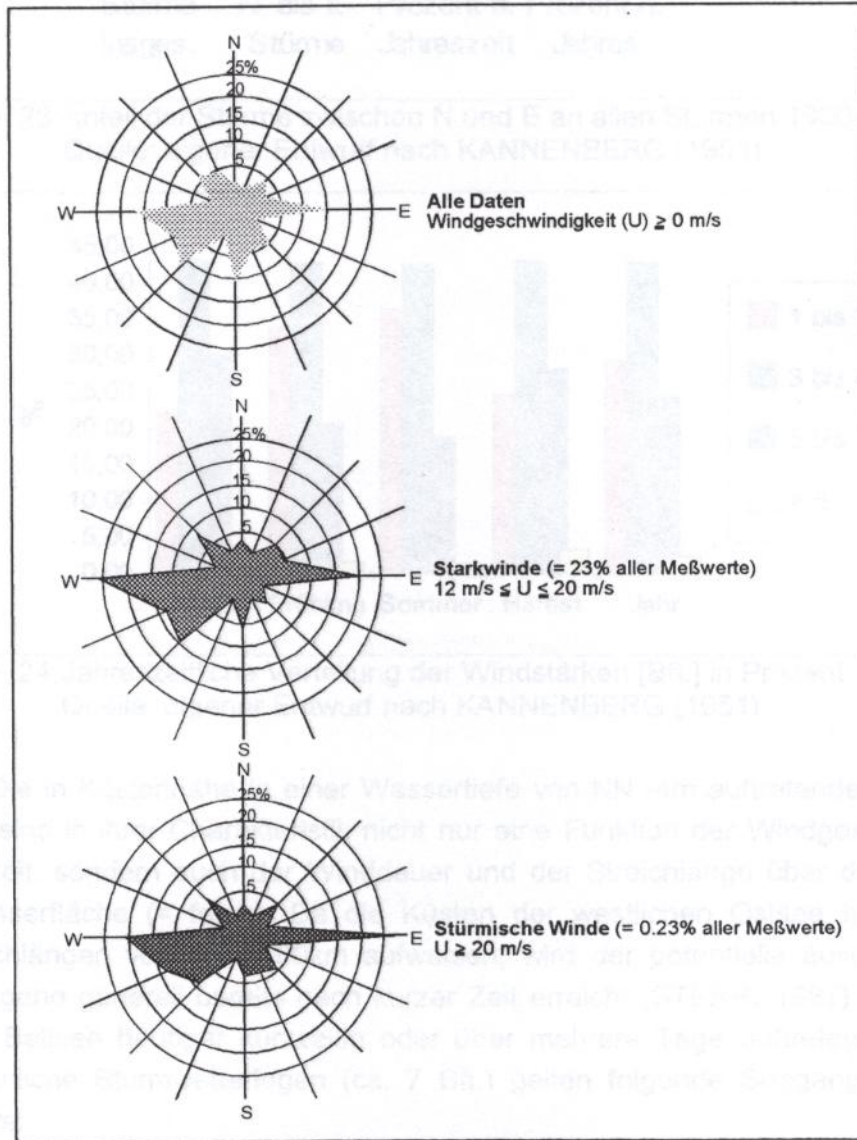
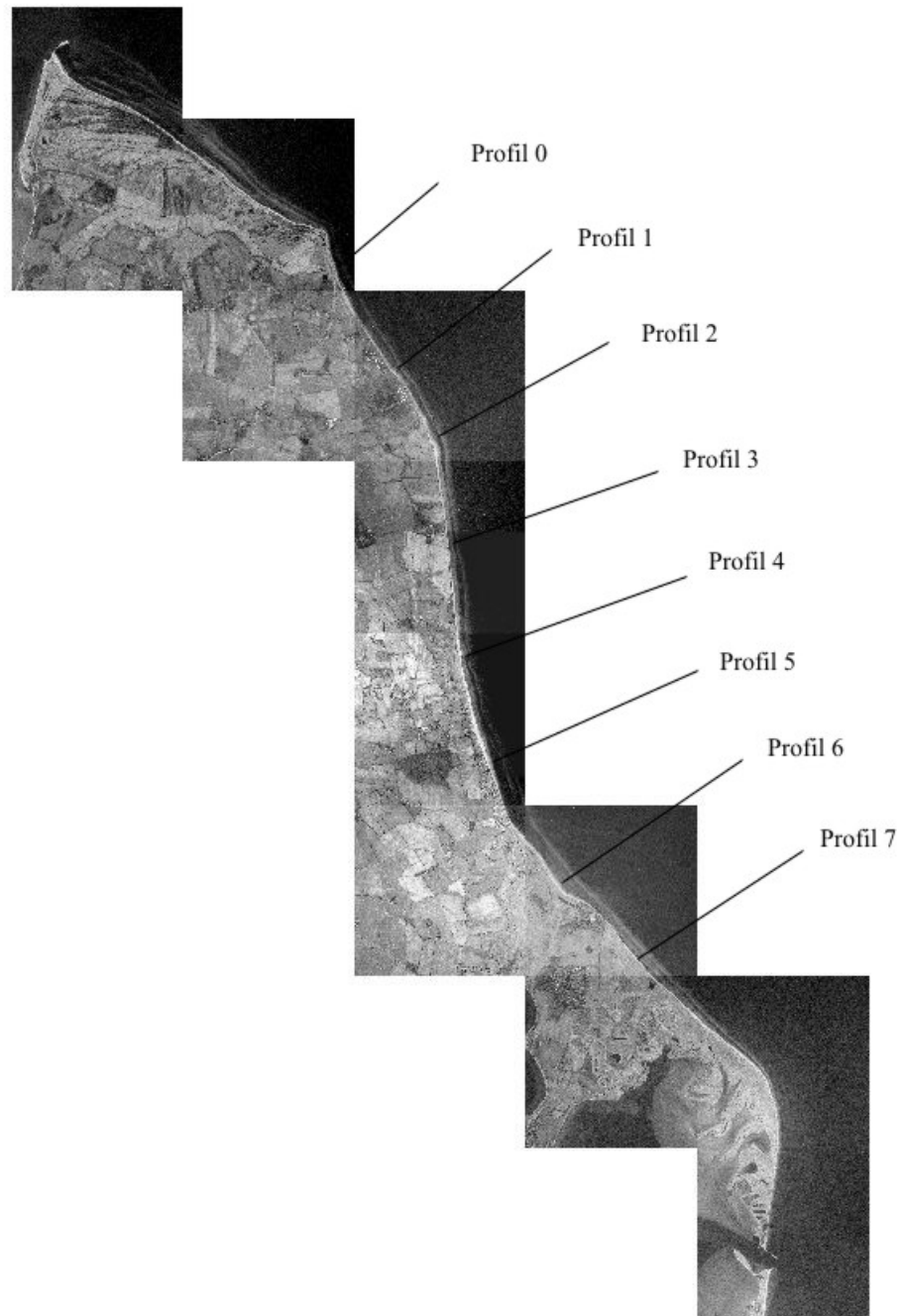


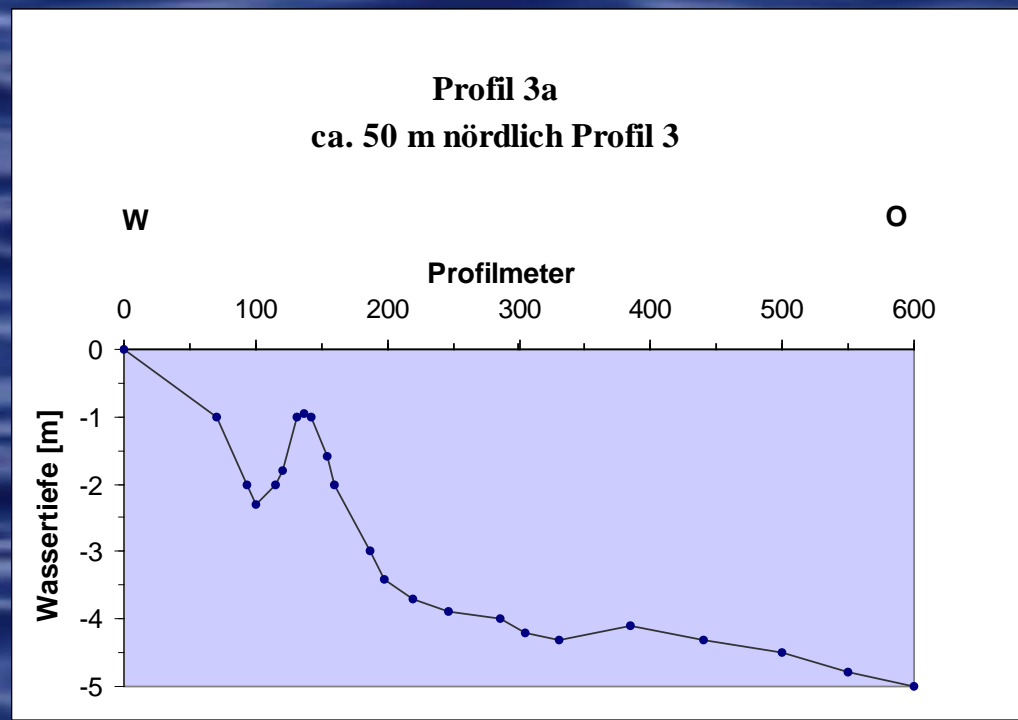
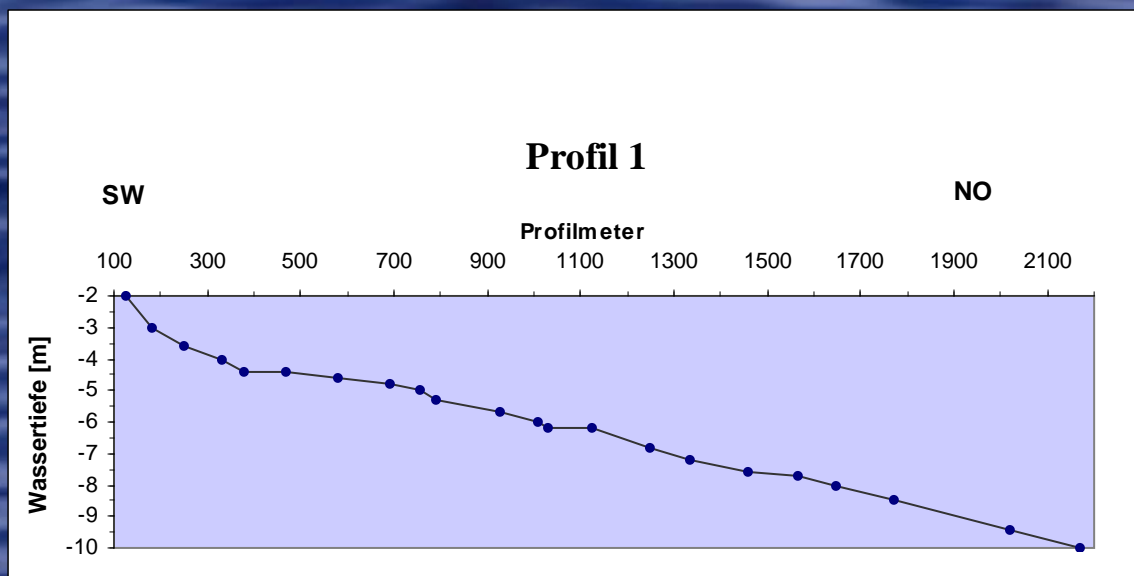
Abb. 22: Verteilung [%] von 57000 Windmeßdaten (1937-1967) am Feuerschiff Kiel differenziert nach Windrichtung und -stärke
 Quelle: leicht verändert nach DETTE & STEPHAN (1979)

a) Windgeschwindigkeit	U (m/s)
b) Streichlänge des Windes	F (km)
c) Breite des Windfeldes	Grad °
d) Winddauer	T (Stunden)
e) Temperaturunterschied zwischen Luft und Wasser	Grad (C°)
f) Wassertiefe	d (m)
g) Bodenneigung	1:n

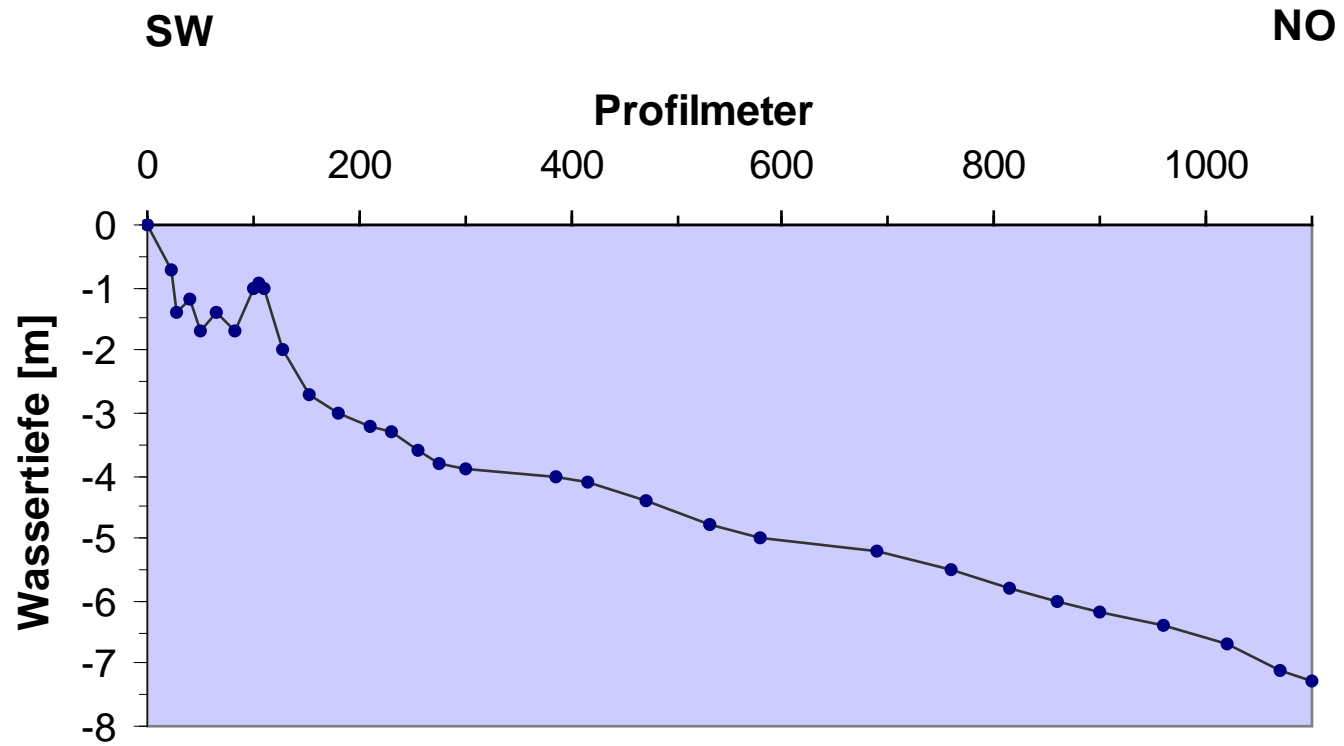
Parameter für die Berechnung maximaler Wellenhöhen

90° 24[m/s] 85,35[km] 3,69Hmo [m] 6,84Tp [s] 71,26 L [m] 4,01Hb[m] 5,09db[m]





Profil 7a
ca. 200 m südlich Profil 7



Transportvolumen (nach SPM 1984) in m³ pro Jahr (STERR 1988)

Küstenabschnitt	Bruttotransport	Nettotransport	Transportrichtung
Schönhagen-Olpenitz	72671	41676	S-N (eigene Berechnung)
Schönhagen bis Schuby	223690	86090	N-S
Booknis bis Ritenrade	369230	336350	NO-SW
Langholz bis Ludwigsburg	373380	352320	NO-SW

Mögliche Stranderhaltungsmaßnahmen :

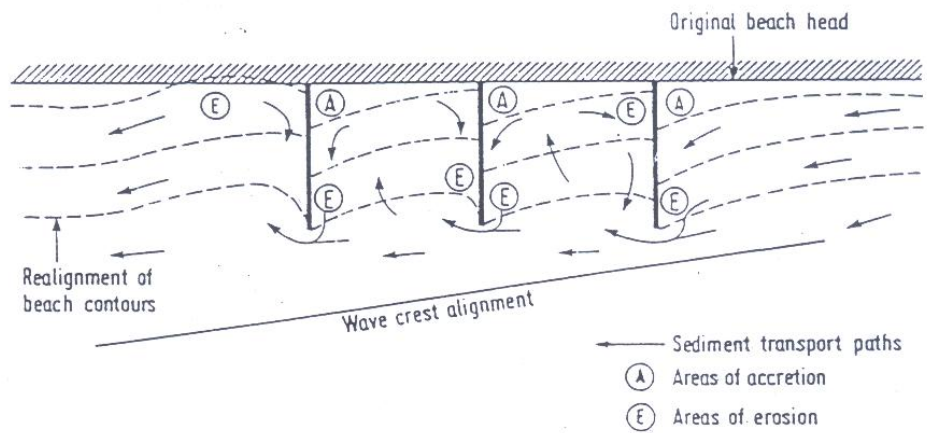
Vorspülung

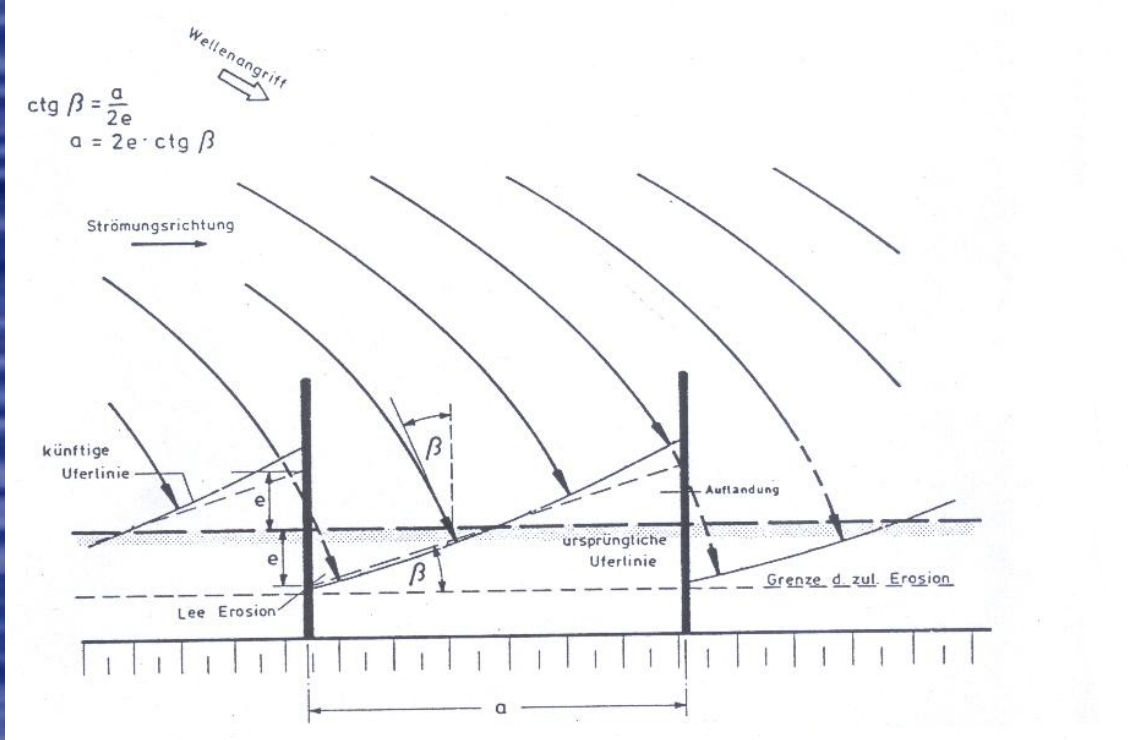
Buhnen

Riffverstärkung/Wellenbrecher

Deckwerke/Uferschutzmauern

Kombinationen





Nach einschlägigen Literaturangaben lässt sich das Verhältnis von Buhnenlänge L zu Abstand a wie folgt festlegen:

nach EAK (2002) : bei Wellenlängen von 25 - 30 m und Strandneigungen von 1:80 bis 1:100 (Uferlinie bis -4 m) Buhnenlänge von 50 bis 80 m, Buhnennabstand (für *Nordseeküste*) $a = 2e \text{ ctg } \beta$

nach SPM (1984) : $a = 2 \text{ bis } 3L$

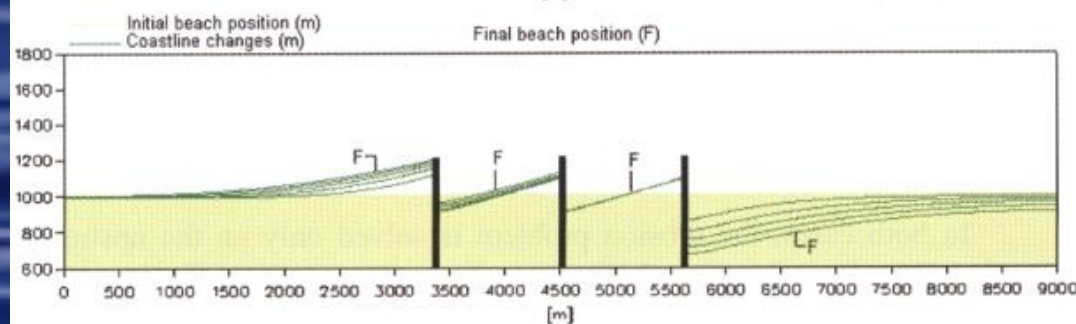
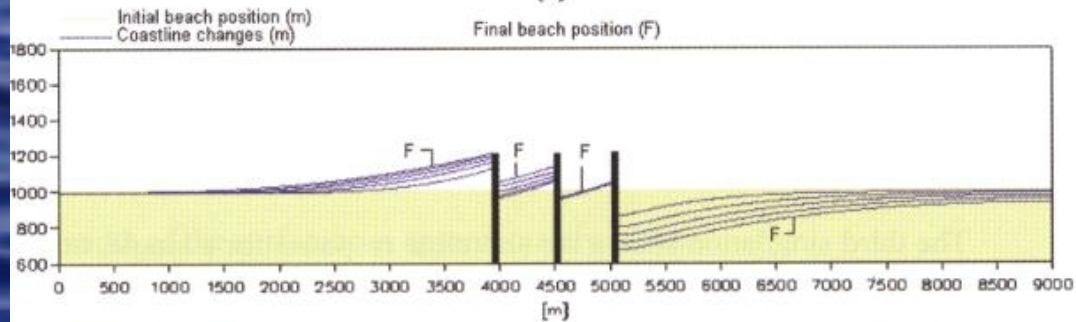
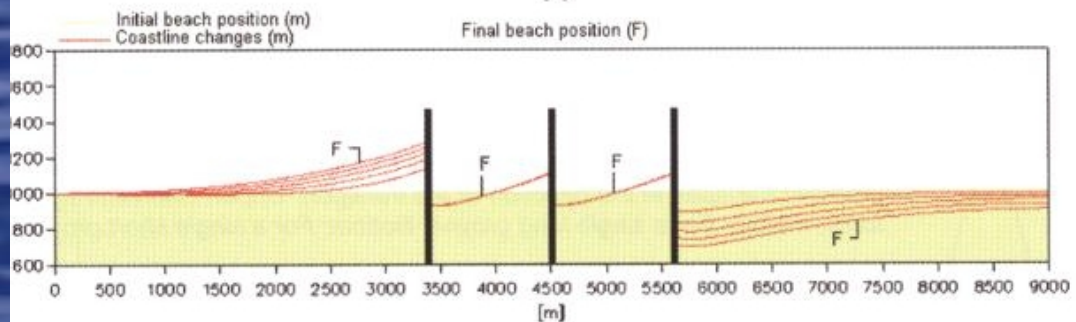
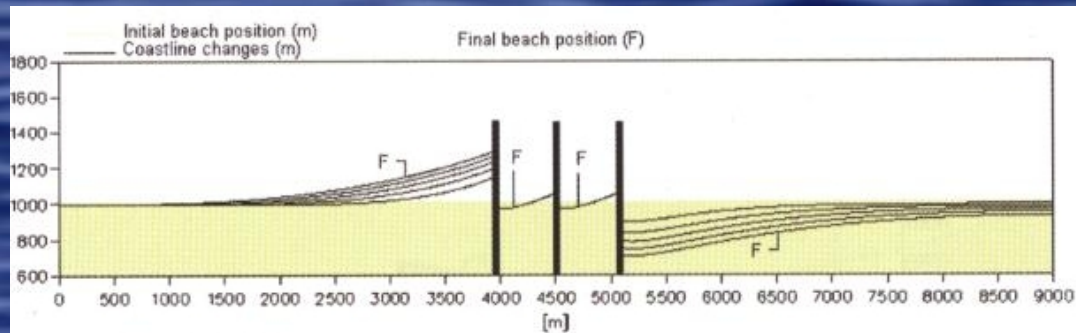
nach WEISS (1991) : $a = 0,9 \text{ bis } 3,4L$

nach TOMLINSON (1980) : $a = 1 \text{ bis } 4L$

nach FLEMING (1990) : $a = 0,8 \text{ bis } 2,7L$

nach BARCELLO (1968) : bei Winkel der Küste gegen Wellenangriffsrichtung $5^\circ - 20^\circ$ $a = 2,5 \text{ bis } 4L$

nach KUBO (1958) : bei Winkel der Küste gegen Wellenangriffsrichtung $0^\circ \text{ bis } 30^\circ$ $a = 3 \text{ bis } 4L$



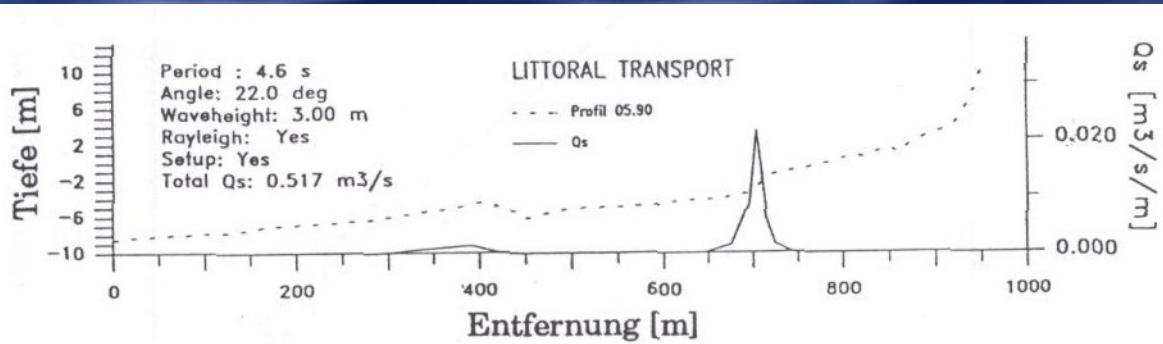
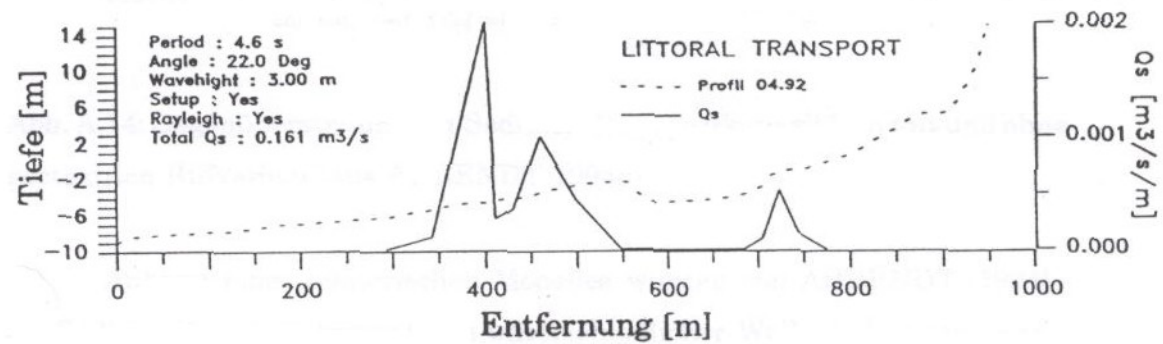
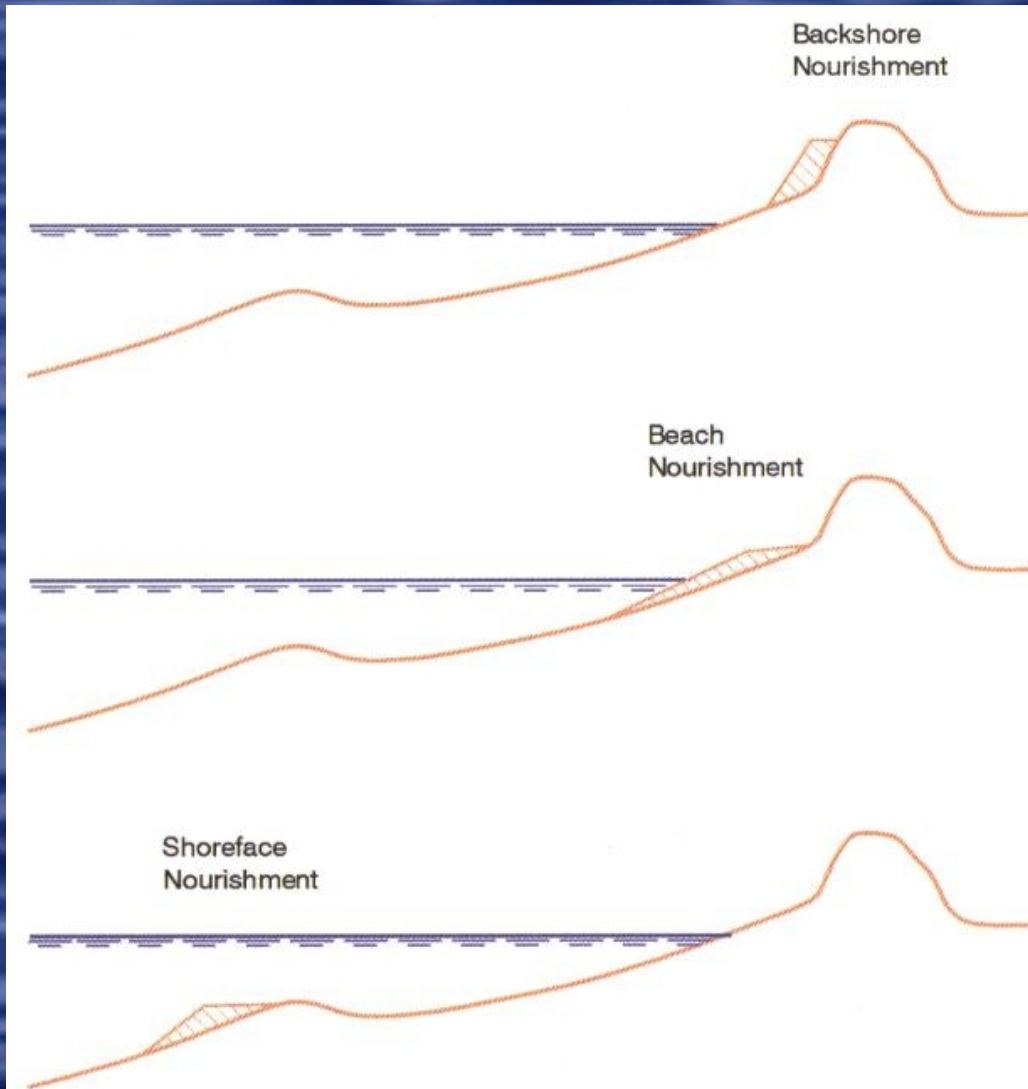
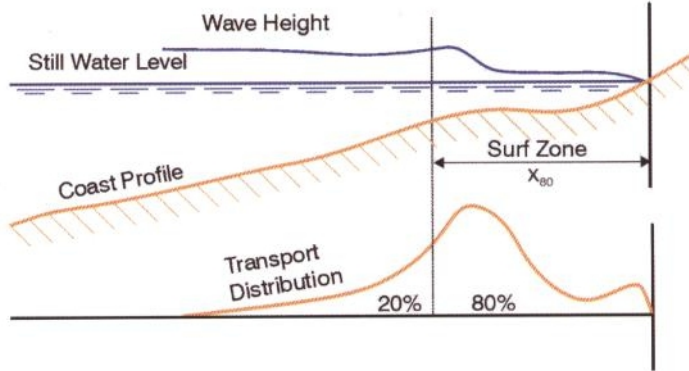


Abb. A.12: Sedimenttransportkapazität vor der Baumaßnahme 1990 (aus AHRENDT 1994b)





Natural Conditions



Breakwater Types

Offshore Breakwater

Coastal Breakwater

Beach Breakwater

$2x_{80}$

x_{80}

$0.5x_{80}$

x

Impact on Littoral Transport

Small

Moderate

Large

Mod.

Small

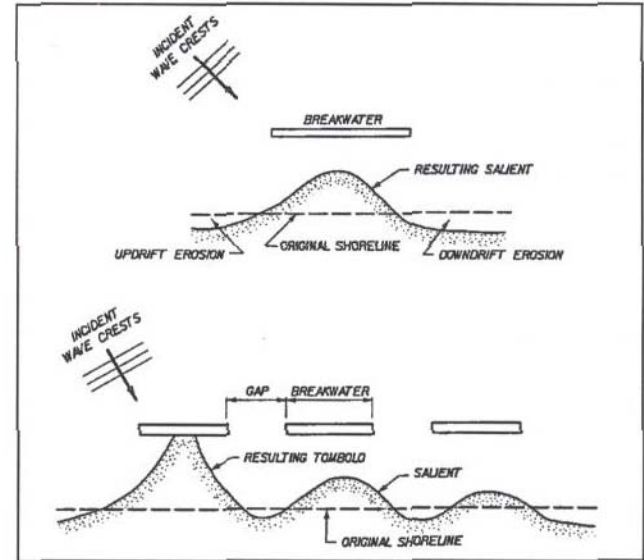
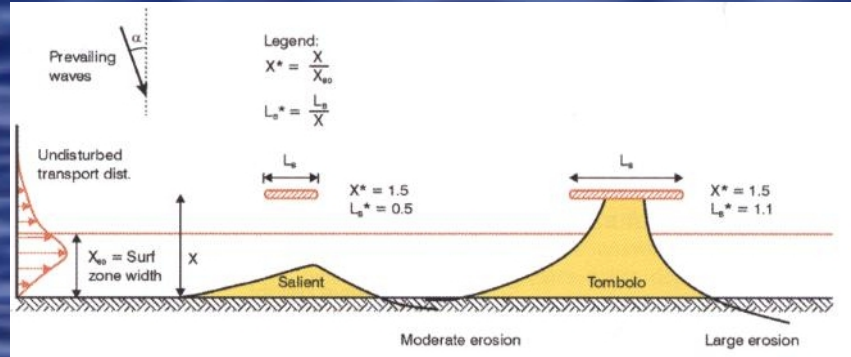
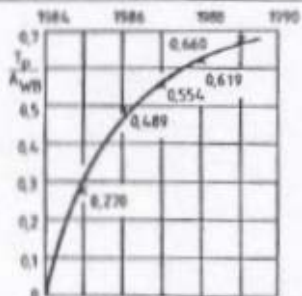
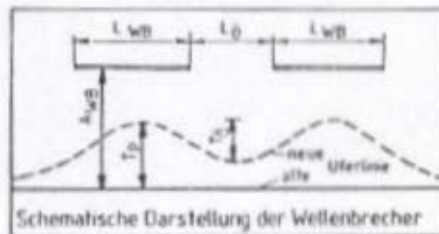


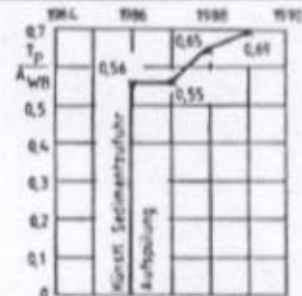
Figure 4-3. types of shoreline changes associated with single and multiple breakwaters and definition of terminology



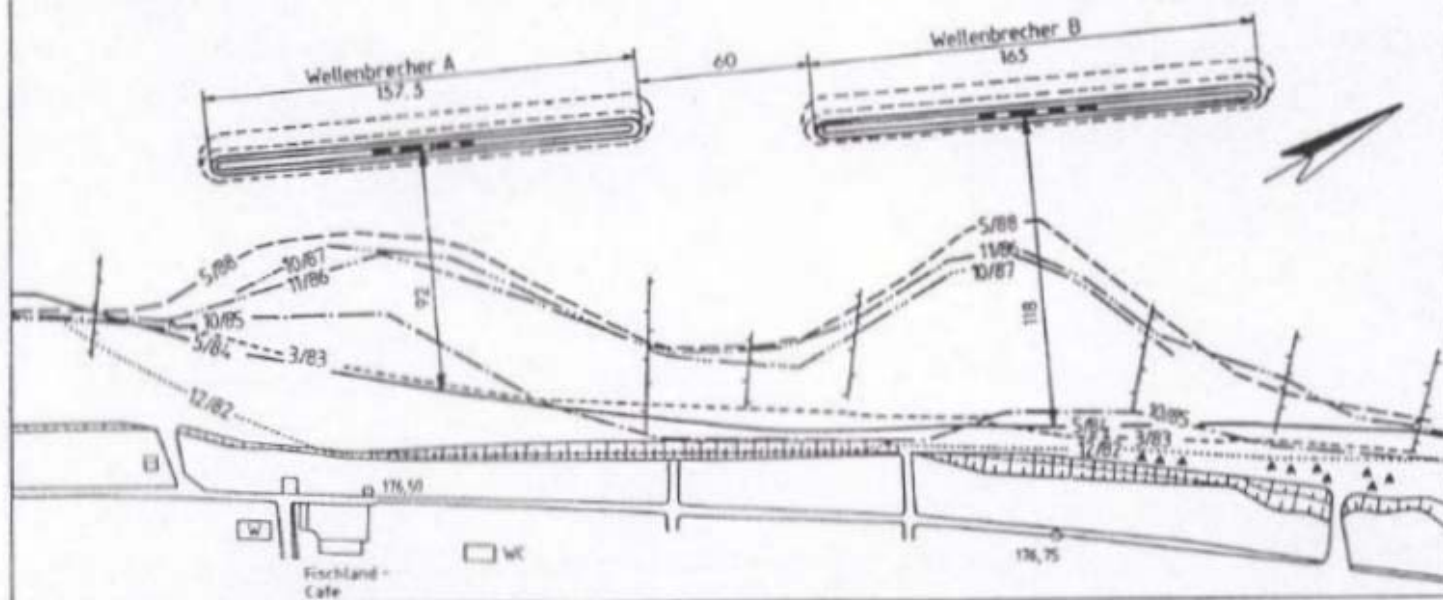
Zeitl. Entwicklung von T_p beim Wellenbrecher A



Ostsee



Zeitl. Entwicklung von T_p beim Wellenbrecher B



Problemgebiete:

Auslass Pumperk Niedamm: Leeerosion

Nördliches Ende Düttebüller Kliff: Stranderosion

Nördlich Gut Oehe: Stranderosion

Gut Oehe: Starke Stranderosion

Südliche Schleimünde-Hafenmole: Algen, Seetang

Nördlich Schönhagen: Stranderosion, grobes Sediment

Dörphof: Versandung des Auslasses

Damp bis Bookniseck/Fischleger: Erosion

Högholz – Waabs: Erosion, steiniger Strand

Südlich Schleimünde-Hafenmole: Algen, Seetang



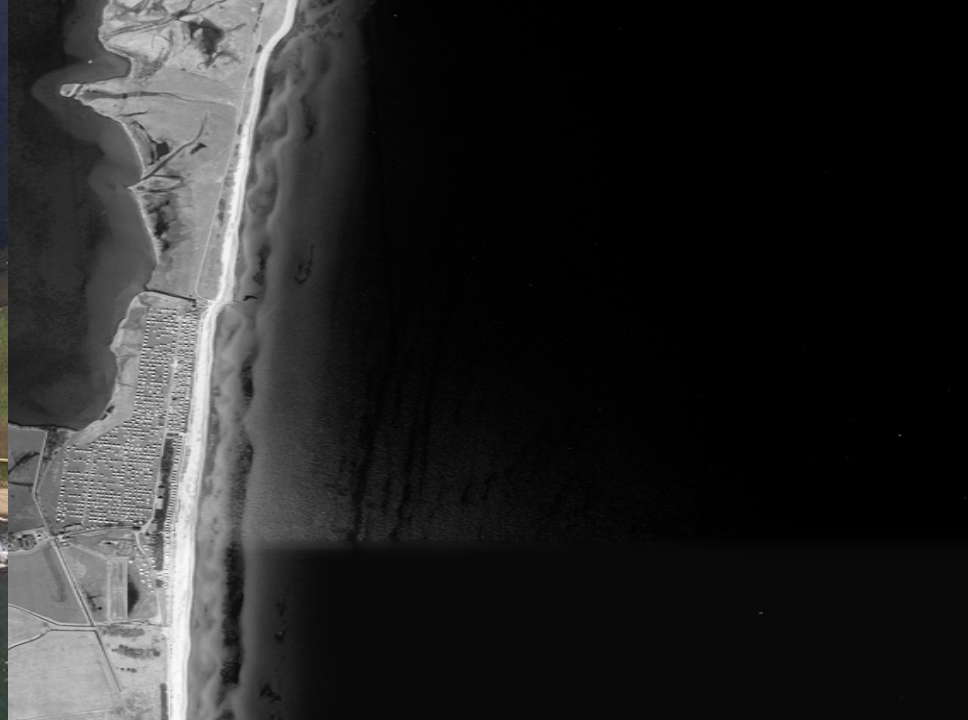
Nördlich Kliff Schönhagen



Dörphof



F 086



Damp bis Bookniseck

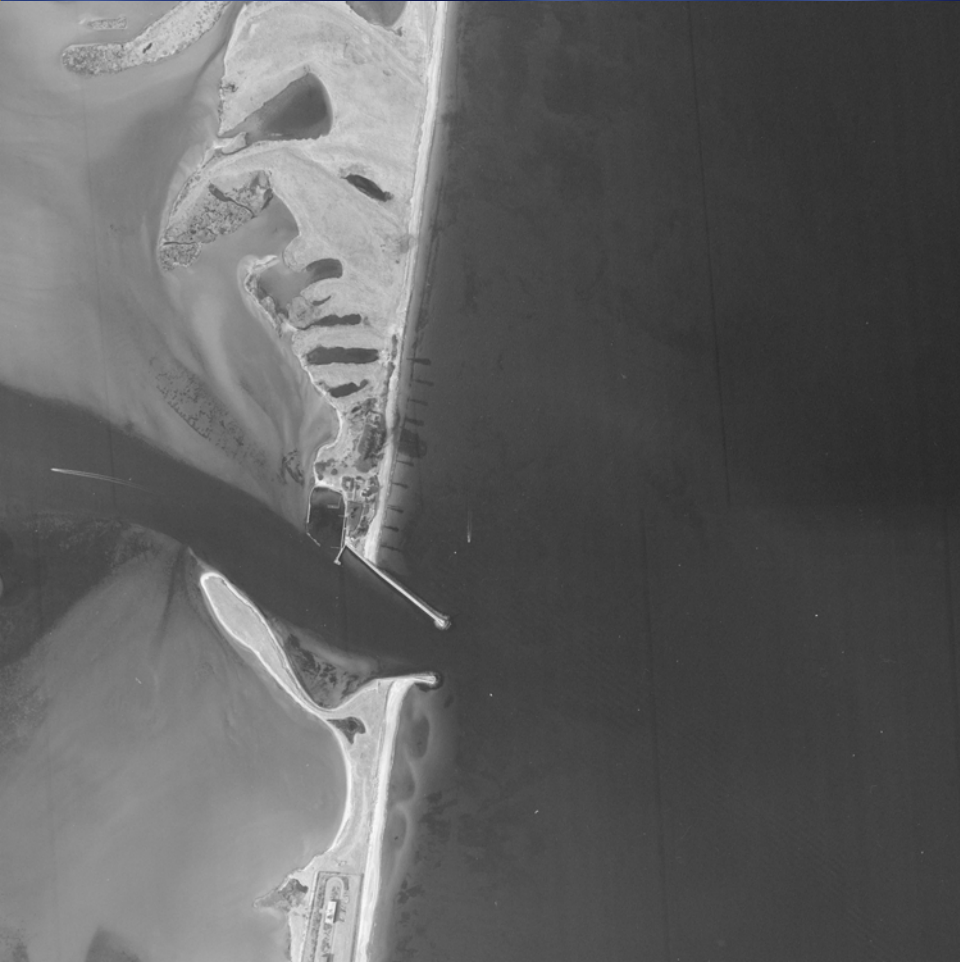


Högholz - Waabs



F 093

F 078





F 073





F 072

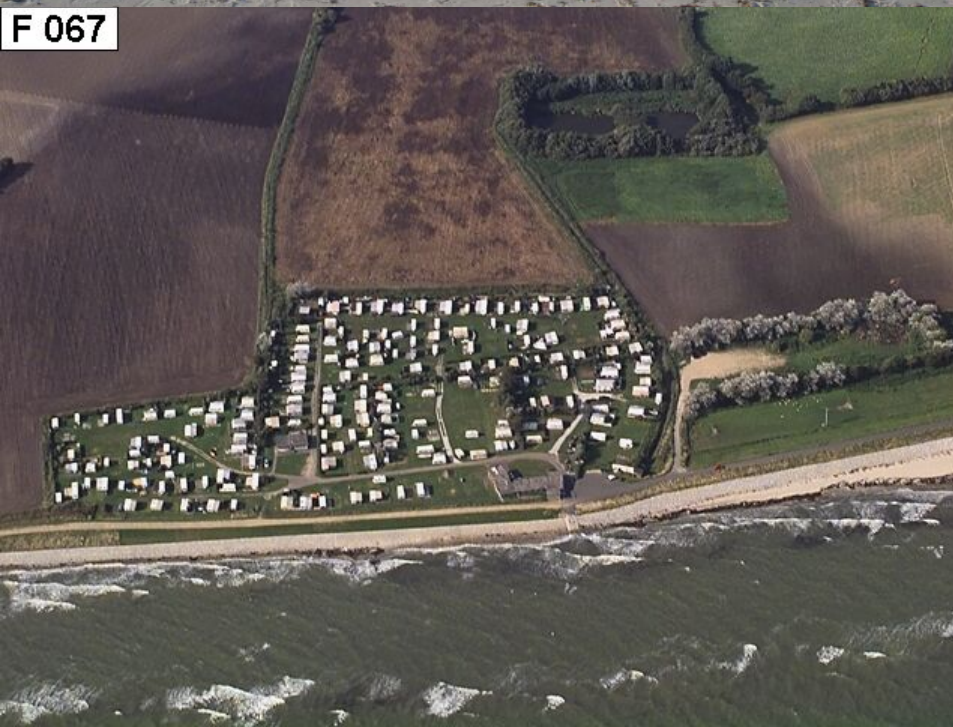








F 067



F 067

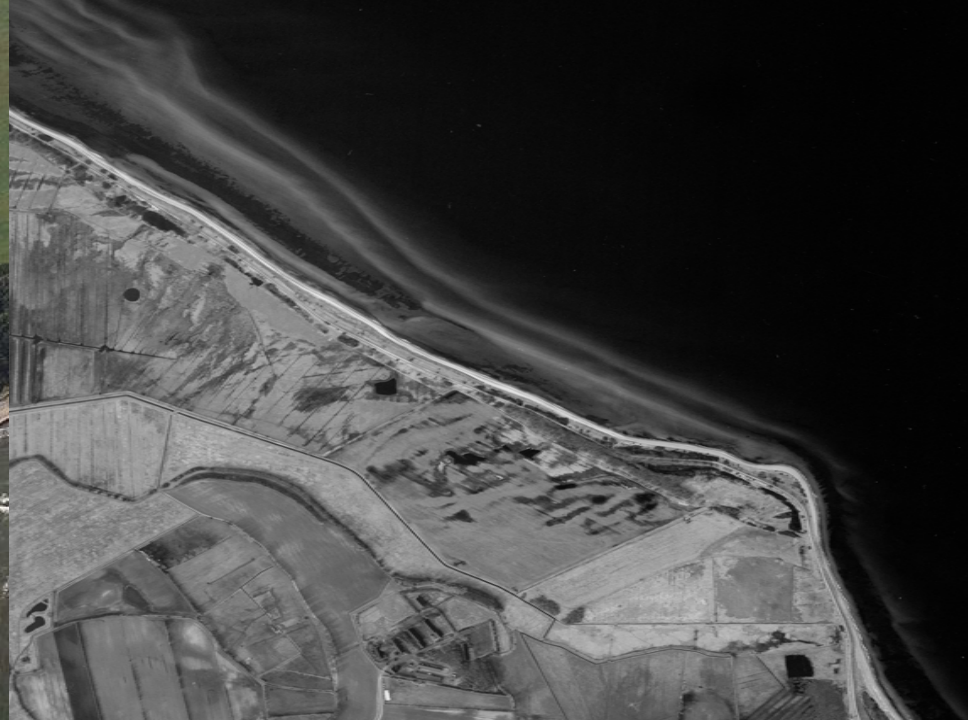




F 064



F 066





Buhnen
Sandvorspülung

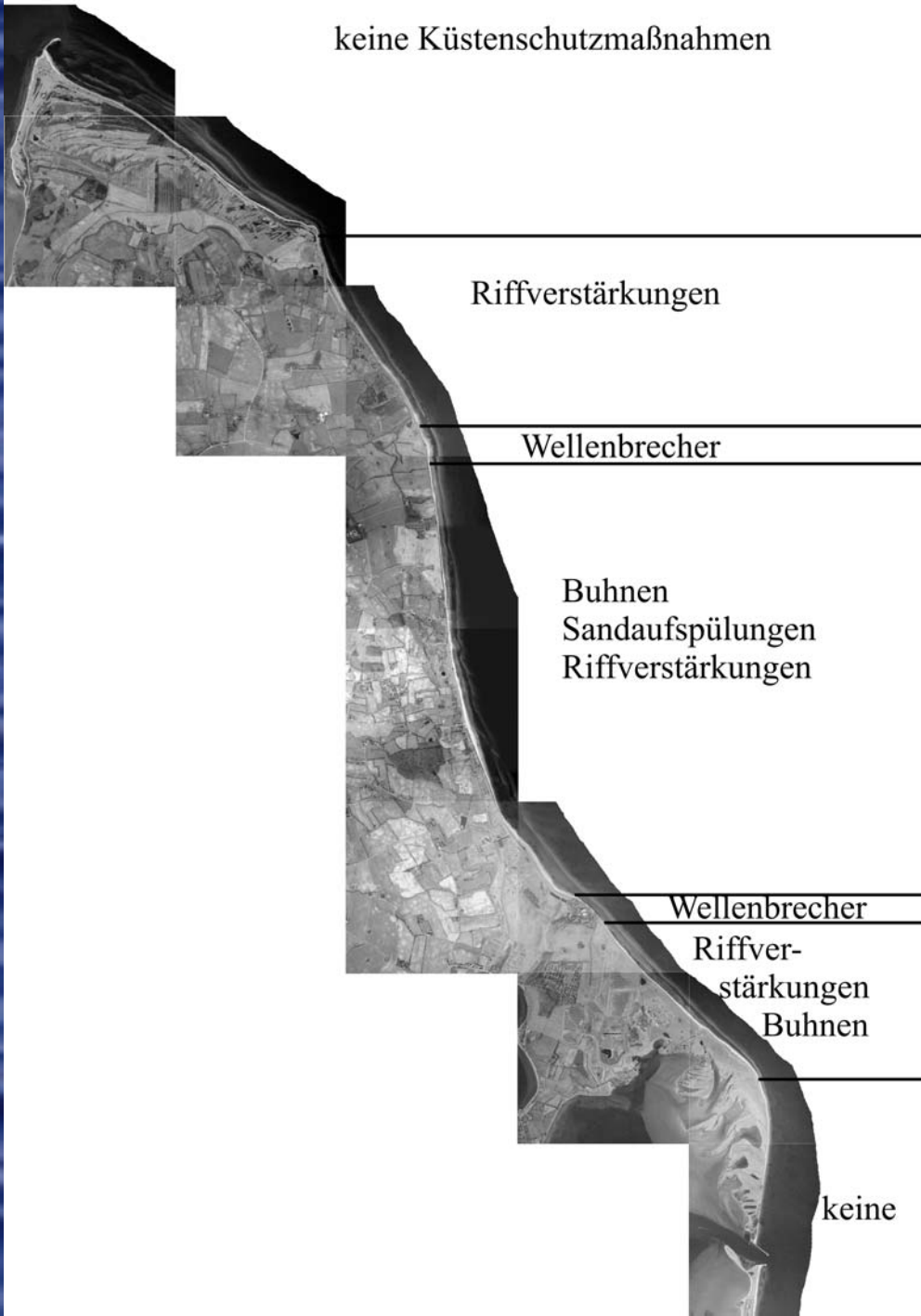
Wellenbrecher

Buhnen
Sandvorspülung

Wellenbrecher

Buhnen

keine Küstenschutzmaßnahmen



Riffverstärkungen

Wellenbrecher

Buhnen
Sandaufspülungen
Riffverstärkungen

Wellenbrecher

Riffver-
stärkungen
Buhnen

keine