# Auswirkungen der Januar-Sturmflut 1987 auf den Sedimenthaushalt des Strand- und Vorstrandbereiches vor der Probsteiküste

Von Klaus Schwarzer

### Zusammenfassung

Unmittelbar nach dem strengen Eiswinter 1986/87 erfolgte im April 1987 im Strand- und Vorstrandbereich der Probsteiküste eine sedimentologische Bestandsaufnahme, um die Auswirkungen der Januar-Sturmflut des gleichen Jahres zu dokumentieren.

Eine für diesen Küstenabschnitt von Köster (1979) angenommene allmähliche Verarmung an Feinsand konnte bestätigt werden. Unter Zugrundelegung alle bisherigen sedimentologischen Untersuchungen ergab sich für das riffaufbauende Sandmaterial die bisher geringste festgestellte Flächenbedeckung, Grobsand-, Kies- und Steinflächen hatten sich gegenüber älteren Bestandsaufnahmen über größere Areale ausgedehnt.

### Summary

Immediately following the very severe 1986/87 "ice winter", a sedimentological inventory of the beach and nearshore area was taken in April 1987 in order to document the effects of the January storm surges on the coastal zone.

For the nearshore area, a reduction in fine sand, as postulated by Köster (1979), could be confirmed. Considering all of the previous sedimentological studies, sands typically found in sand bars showed the lowest areal covering to date. Coarse sand, gravel and stone showed a greater covering of the sea bottom than found in older surveys.

#### Inhalt

1.	Einleitung	31
2.	Geologische Entwicklung des Untersuchungsraumes	32
3.	Strand- und Vorstrandentwicklung, dargestellt in Vermessungsprofilen	32
4.	Sedimentverteilung im Untersuchungsgebiet	36
5.	Entwicklung des Untersuchungsraumes seit 1976	40
6.	Schriftenverzeichnis	43

#### 1. Einleitung

Im Rahmen eines an der schleswig-holsteinischen Ostseeküste vor und begleitend zu den Baumaßnahmen für die Errichtung des Landesschutzdeiches vor der Probstei durchgeführten, langjährigen wissenschaftlichen Untersuchungsprogrammes gelang es in den Jahren 1975–1979, ein umfangreiches, einzigartiges Datenmaterial zu gewinnen und auszuwerten (Mitt. d. Leichtweiß Inst., Heft 65, 1979).

Durch die im Januar 1987 auflaufende Ostsee-Sturmflut, deren hydrologische Kennwerte dem Hochwasserereignis zur Jahreswende 1978/79 entsprachen (EIBEN, 1989), bestand die

Möglichkeit, seitens der Sedimentologie gemachte Schlußfolgerungen (Bressau u. Schmidt, 1979; Kachholz, 1984; Köster, 1979) zu überprüfen und gegebenenfalls zu ergänzen.

Die in den folgenden Ausführungen interpretierten Daten stammen im wesentlichen aus einem Meßprogramm, das begleitend zu stranderhaltenden Maßnahmen vom Amt für Landund Wasserwirtschaft Kiel in Zusammenarbeit mit dem Geologisch-Paläontologischen Institut der Universität Kiel durchgeführt wurde. Beiden Institutionen sei an dieser Stelle für die Unterstützung bei der Geländearbeit – hier im besonderen der wissenschaftlichen Tauchgruppe der Universität Kiel – sowie für das Überlassen von Karten- und Datenmaterial gedankt.

# 2. Geologische Entwicklung des Untersuchungsraumes

Der geologische Aufbau der Probstei (Abb. 1 u. 2) einschließlich des küstennahen Seegrundes ist durch die Untersuchungen von Bressau u. Schmidt (1979), Diethelm u. Pitzka (1987), Guenther et al. (1952), Kachholz (1982, 1984), Köster (1979), Köster u. Schwarzer (1988) und Werner (1979) weitgehend geklärt. Danach ist das im östlichen Teil der Kieler Außenförde gelegene Arbeitsgebiet durch eine flach nach Norden unter Salzwiesen und Mooren abtauchende pleistozäne Landoberfläche geprägt.

Die sowohl im Westen als auch im Osten jeweils durch ein Kliff begrenzte Salzwiesenniederung wird durch neun bis zu 25 Meter Tiefe hinabreichende und sich bis zu drei Kilometer weit in das Hinterland erstreckende Rinnen zergliedert (Bressau u. Schmidt, 1979; Diethelm u. Pitzka, 1987). Im Laufe der postglazialen Transgression kam es in diesen Vertiefungen durch Grundwasserrückstau zu Torfbildungen, in die gelegentlich marine Sedimente eingeschaltet sind. Werner (1979) konnte diese Rinnen im Bereich des Seegrundes vor der Probstei mehrere Kilometer weit verfolgen.

Durch kontinuierliche, über einen Zeitraum von mehreren Jahren durchgeführte Beprobungen und Beobachtungen beschrieb und deutete Köster (1979) zum einen kurzfristige, durch extreme Wetterlagen hervorgerufene Sedimentumlagerungen; zum anderen war es ihm aufgrund des Datenmaterials möglich, geologisch-morphologische Entwicklungstendenzen für dieses Gebiet abzuleiten.

Danach befindet sich im Vorstrandbereich des Mittelabschnittes vor der Probsteiküste – ungefähr zwischen DK¹ 8.2 bis DK 8.6 (Abb. 2) – eine markante geologische Grenze. Sie äußert sich in einer langsam von Ost nach West fortschreitenden Erosionsfront, die längerfristig ein zunehmendes Sanddefizit in diesem Bereich bewirken könnte.

# 3. Strand- und Vorstrandentwicklung, dargestellt in Vermessungsprofilen

Die Abbildung 3 zeigt für sechs Profile aus dem Untersuchungsraum den Vergleich fünf zeitlich verschiedener Vermessungen seit 1954. Begründet durch unterschiedliche Arbeitstechniken und Pegelaufzeichnungen ist für die Gegenüberstellung der ältesten bathymetrischen Aufnahme von 1954 mit denen jüngerer Darstellungen (seit 1977) eine Differenz von mindestens 25 cm erforderlich, um eindeutige Aussagen über morphologische Änderungen machen zu können. Für den Vergleich der Küstenpläne ab 1977 liegt eine Differenz von mehr

<sup>1</sup> DK = Deichkilometer



Abb. 1: Lage des Untersuchungsgebietes

als 15 cm außerhalb der Fehlergrenzen, so daß diesen Wert überschreitende Niveauunterschiede als reale morphologische Veränderungen anzusehen sind (Eiben u. Möller, 1979). Danach lassen sich bezüglich der jüngsten Vermessung von 4/87 folgende Tendenzen ableiten:

In den drei westlichen Profilen (DK 7.55–DK 7.97) zeigt das Riff zwischen 150 m–200 m Uferentfernung gegenüber früheren Jahren eine relativ stabile Lage mit Ausnahme einer Reduzierung im Höhenniveau des Profiles DK 7.76. Der Riffkörper weist hier eine der Vermessung von 1979 entsprechende Höhe auf. War jedoch die damalige Tieferverlegung der Barre auf eine durch die Silvester-Sturmflut 1978/79 bedingte Verteilung des Sandmaterials über ein größeres Areal zu erklären (Köster, 1979), so trifft dieses für die Ergebnisse der Vermessung 4/87 nicht zu. Sowohl lee- als auch luvseitig der Akkumulationszone zeigt die bathymetrische Aufnahme das tiefste jemals erreichte Niveau an. Taucher der wissenschaftlichen Tauchgruppe der Universität Kiel beobachteten am Seegrund freiliegenden anstehenden Geschiebemergel, so daß eine mit der Verflachung des Riffes einhergehende küstennormale Ausbreitung des Sandmaterials über eine größere Seegrundfläche für diesen Bereich auszuschließen ist.

Der Meeresboden östlich DK 7.97 weist nach der jüngsten Vermessung keine Riffstrukturen auf. Über große Bereiche der Profile bildet die Linie der bathymetrischen Aufnahme 4/87 die Basis der jeweiligen Kurvenschar. Ausnahme sind jedoch die ufernahen Bereiche, in denen, bedingt durch die jüngsten Deichbaumaßnahmen, die Strandlinie seewärts vorverlegt wurde.

Obwohl die eingangs erwähnten und für gesicherte Aussagen nötigen 15 cm Differenz zwischen den unterschiedlichen Vermessungen nur für wenige Bereiche erreicht werden,

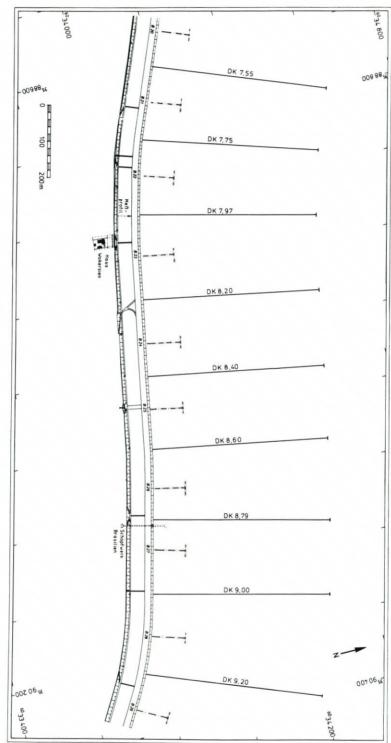


Abb. 2: Lage der Beprobungsprofile

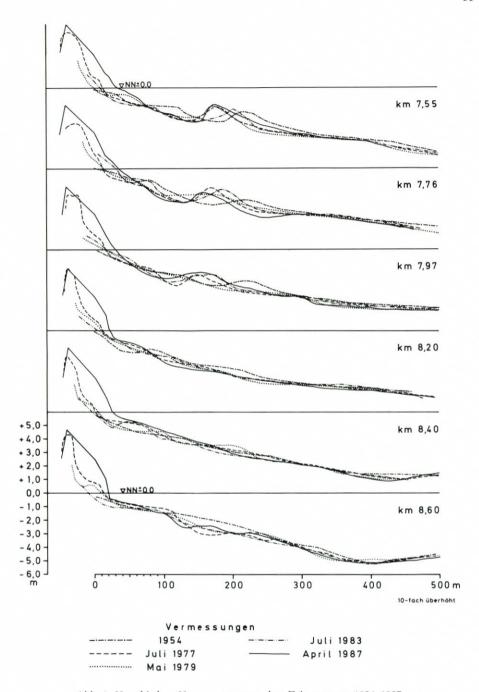


Abb. 3: Verschiedene Vermessungen aus dem Zeitraum von 1954-1987

zeigen die direkten Beobachtungen durch Taucher, daß über große Gebiete die Vermessung 4/87 dennoch das bis zu diesem Zeitpunkt niedrigste jemals erreichte Seegrundniveau darstellt.

# 4. Sedimentverteilung im Untersuchungsgebiet

Die in der Abbildung 4 dargestellten Korngrößendiagramme zeigen die Sedimentverteilungen für neun küstennormale Profile aus dem Vorstrandbereich von DK 7.55 im Westen bis DK 9.21 im Osten.

Der Datenhintergrund erschließt sich aus ca. 300 Sedimentproben, die mittels eines Backengreifers vom Boot aus oder mit Stechkästen durch Taucher der wissenschaftlichen Tauchgruppe der Universität Kiel entnommen wurden.

Die Einteilung nach DIN 4188 in Feinsand, feiner Mittelsand, Grobsand, Kies und Steine erfolgte, um die Ergebnisse dieser Untersuchung mit den Auswertungen früherer Jahre (Köster, 1979) vergleichen zu können.

Der zentrale Teil des Arbeitsgebietes umfaßt nach Köster (1979) ein Sedimenttrennungsgebiet. Es äußert sich darin, daß im östlichen Teil zwei schwache Riffstrukturen vorherrschen, deren innere Barre mit Medianwerten zwischen 0.160 mm bis 0.250 mm für diesen Küstenabschnitt als "grob" einzustufen ist; die äußere Barre mit Medianwerten < 0.180 mm kann im Gegensatz dazu als "fein" bezeichnet werden.

Westlich DK 7.70 kehrt sich dieser Sachverhalt um. Das innere Riff bleibt zwar in seiner Kornzusammensetzung gleich, als äußere Barre ist aber jetzt eine Sandakkumulation mit mittleren Korndurchmessern zwischen 0.250 mm bis 0.350 mm – also wesentlich gröberem Material – zu beobachten. Ein in der Sedimentzusammensetzung dem äußeren Riff des östlichen Untersuchungsabschnittes entsprechendes Material liegt als Feinsandschleier in der Übergangszone zwischen Riffuß und Abrasionsfläche.

Die Vermessung und Beprobung vom April 1987 zeigt gegenüber diesen früheren Untersuchungen ein verändertes Bild. Im Westteil besteht die Riffzone nunmehr aus nur einer Barre (Profile 7.55, 7.76 und 7.95). Von Profil 8.20 nach Osten ist die Riffzone nicht mehr nachweisbar. Lediglich die Profile 8.79 und 9.21 zeigen die Andeutung eines erneut einsetzenden schwachen Riffsystems (Abb. 3 u. 5).

In der Abbildung 4 ist die Sedimentzusammensetzung für die neun küstennormalen Profile des Untersuchungsraumes dargestellt. Allen Diagrammen ist eine Feinsandakkumulation (< 0.200 mm) im ufernahen Bereich gemeinsam. Obwohl morphologisch nicht immer eine Barre vorhanden ist, entspricht das Material in seiner Sedimentzusammensetzung Riffsanden (Kachholz, 1982). Eine Unterscheidung zwischen innerem und äußerem Riff – wie sie in früheren Untersuchungen möglich war (Kachholz, 1982; Köster, 1979) – ist aber weder morphologisch noch korngrößenstatistisch nachweisbar.

Der Mittelabschnitt des Untersuchungsgebietes (Profile 8.20, 8.40, 8.60 und 9.00) zeichnet sich durch ein starkes Überwiegen der Fraktion > 0.630 mm aus (s. hierzu auch Tab. 1). Sowohl Sedimentproben als auch Beobachtungen von Tauchern zeigten, daß der Seegrund oftmals nur durch eine dünne Grobsand-Kiesauflage bedeckt ist. Stellenweise liegt der Geschiebemergel völlig frei, lediglich bedeckt von einigen größeren Steinen. In Oszillationsrippelfeldern steht in den Tälern ebenfalls häufig freiliegender Geschiebemergel an. Die gleichen Beobachtungen wurden in einigen Bereichen der zwischen Strand und Riff liegenden Rinne gemacht.

Ist das Riffsystem morphologisch in einigen Profilen überhaupt nicht mehr vorhanden, so erfährt auch das diese Strukturen widerspiegelnde Sediment eine starke räumliche Ein-

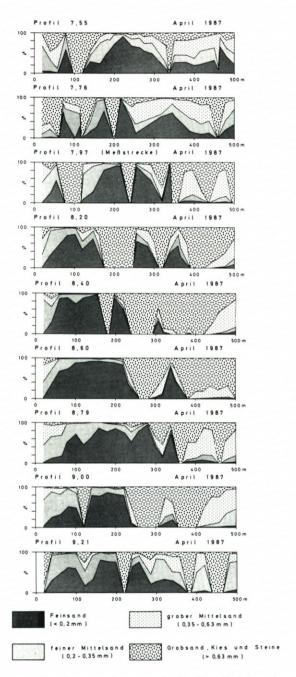


Abb. 4: Sedimentverteilung in neun küstennormalen Profilen. Aufnahme im April 1987

schränkung. Besonders deutlich wird dies in den Darstellungen der Bereiche DK 8.20 und DK 8.40. Feinsande sind hier nur noch in einem schmalen, ufernahen Streifen in geringfügigen Mengen anzutreffen.

In der Tabelle 1 sind die prozentualen Anteile der vier Sedimentgruppen innerhalb der einzelnen Profile aufgelistet. Die Zahlenwerte wurden durch Planimetrieren der entsprechenden Flächen ermittelt. Der rechte Teil der Tabelle zeigt – bezogen auf den Feinsand – die Flächenverhältnisse der Sedimentgruppen untereinander.

Tabelle 1: Aprilbeprobung 1987 – Vergleich der %-Anteile bestimmter Sedimentgruppen in verschiedenen Profilen

- 3	Inteil	27	Gesant	sediment

Datum/ Profil (Deichki- lometer)	SPECIAL SPRING SPRING STATES STATES	Feinsand	could name town other dules.	b feiner Mittel- sand 0,200 mm - 0,350 mm	i		i	und Steine	\$100 to the same asset (1000)	a	:	b :	c	:	đ
April 87 DK 7,55		34.7	maken decide	21.1	-	21.1		23.1	-	1	1	0.61	0,61	-	0.67
April 87 DK 7.76		26.5	-	22.0	and alice	23.9	-	27.6	Secret les se	1	1	0.83	0,90	-	1,04
April 87 DK 7.97	1	27.8	-	15,5	contract because	17.3		39.4	Same Same	1	1	0.56	0.62	1	1.42
April 87 DK 8.20	-	25.7	1	12.9	-	14,0	-	47.7	Samuel Separat	1	1	0,50	0.54	-	1.84
April 87 DK 8,20	10000	25.7	-	12.9	1	14.0		47.7		1	!	0.50	0,54		1,84
April 87 DK 8.40	STATE OF THE PERSON	30.3	-	7.1		10,9		51.7	design. compay	1	-	0,23	0.36	-	1.71
April 87 DK 8,60	ment them.	38.7	-	7.9	!	10,8		42,6		1	-	0.20	0.28	and and	1,10
April 87 DK 8.79	1	40,4		19.7	-	18,3		21,6		1	- 11	0,49	0,45	1	0,53
April 87 DK 9,00	-	26.1	-	17,4	trin. per	16.8 i		39.7		1	1000	0.67	0,64	-	1,52
April 87 DK 9,20	Total record	33,1	seems seems	32.0	State bear	11.1		23.8		1	1	0.97	0,34	1	0.72

Die Verarmung an feinen Sedimentanteilen gewinnt im Mittelabschnitt besonders an Bedeutung. In den Profilen DK 8.20 und DK 8.40 bestehen 47 % bzw. 51 % der Oberflächensedimente des küstennahen Seegrundes aus Material, dessen Korndurchmesser größer als 0.630 mm ist. Das Flächenverhältnis von riffaufbauendem Feinsand zu Grobsand, Kies und Steinen erreicht Werte bis zu 1:1.84. Ein Vergleich mit früheren Untersuchungen (Abb. 7 u. 8, Tab. 2; mit dem Bau des neuen Deichabschnittes wurde die Kilometrierung geringfügig geändert: alt 7.95 = neu 7.97) zeigt hingegen, daß ein "gesunder" Vorstrandbereich dieses Küstenabschnittes in einer Uferentfernung bis zu 500 m ein charakteristisches Überwiegen des Feinsandes gegenüber "gröberen" Fraktionen aufwies. Nach neueren Untersuchungen

unterlag also dieser Küstenabschnitt im Frühjahr 1987 in einigen Bereichen einem hohen Defizit riffaufbauenden Materials.

In der Abbildung 5 ist für einige ausgewählte Profile zu jeder Sedimentprobe neben dem Entnahmeort innerhalb des morphologischen Profils auch die zugehörige Korngrößen-Häufigkeitsverteilung dargestellt. Größere Abstände in der Abfolge der Kurven beruhen darauf, daß der Seegrund in diesen Bereichen lediglich aus freiliegendem Geschiebemergel bestand bzw. nur eine dünne Sedimentbedeckung, bestehend aus Grobsand, Kies und Steinen, vorhanden war. Die Menge des mit dem Backengreifer entnommenen Sedimentes war daher für eine statistische Auswertung nicht ausreichend.

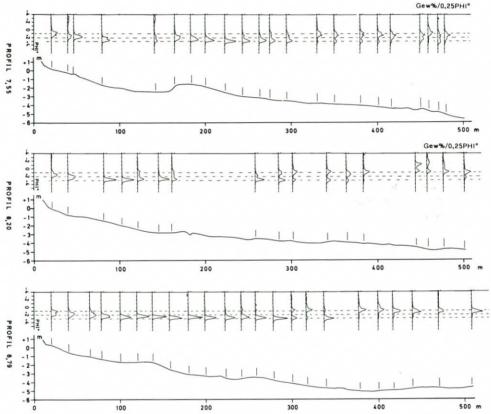


Abb. 5: Korngrößen-Häufigkeitsverteilungen der Sedimentproben in den Profilen DK 7.55, DK 8.20 und DK 8.79

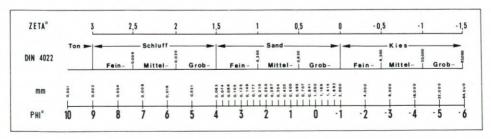


Abb. 6: Vergleichender Korngrößenmaßstab

Jeweils auffallend im Profilabschnitt zwischen 200 m–300 m ist ein markanter Unterschied in der Ausbildung der Korngrößen-Häufigkeitsverteilungen des jeweiligen Probenmaterials. In diesem Bereich mischen sich sehr unterschiedliche Sedimentgruppen, deren eine mit Modalwerten um +3 PHI° (0.125 mm, vgl. Abb. 6) den Riffbereich repräsentiert, hingegen die andere Gruppe mit Modalwerten um +1 PHI° (0.500 mm) der Abrasionsfläche zuzuordnen ist. Im Überschneidungsbereich dieser beiden Sedimentgruppen sind die Kurven deutlich bimodal ausgeprägt. Anhand dieser Darstellung ist die Grenze der seewärtigen Ausbreitung des Riffmaterials klar nachweisbar.

Bei näherer Betrachtung der einzelnen Darstellungen zeigt sich, daß die Sedimentgruppe, deren Modalwert um +1 PHI° schwankt, scheinbar von Nordosten her langsam auf den Mittelabschnitt der Küste zuwandert. Dieses Vorrücken der bimodalen Kurven gegen die Uferlinie ist mit der von Köster (1979) postulierten, langsam von Ost nach West fortschreitenden Erosionsfront in einem direkten Zusammenhang zu sehen. Sie erscheint nach dem Sturmereignis im Vergleich zu früheren Untersuchungen weiter nach Südwesten vorgerückt.

### 5. Entwicklung des Untersuchungsraumes seit 1976

In den Abbildungen 7 und 8 sowie in der Tabelle 2 ist für zwei ausgewählte Profile die Entwicklung des Sedimenthaushaltes seit 1976 dargestellt. Die Ergebnisse bis Juni 1979 basieren auf den Untersuchungen von Köster (1979, 1982). Während es ihm durch Wiederholungsbeprobungen in relativ kurzer zeitlicher Abfolge darauf ankam, kurzfristige Veränderungen – vornehmlich nach Extremereignissen – aufzuzeigen, läßt sich unter Einbeziehung dieser hier vorliegenden Beprobung der bereits erwähnte Trend für die Entwicklung dieses Gebietes untermauern. Die Beobachtungen zeigen deutlich, daß im Mittelabschnitt Feinmaterial zugunsten gröberer Fraktionen verarmt.

Sowohl aus der Abbildung 7 als auch aus der Tabelle 2 ist ersichtlich, daß das Verhältnis von Feinsand zu Grobsand, Kies und Steinen im Gegensatz zu den früheren Untersuchungen nie derart hohe Werte zugunsten des Grobmaterials annahm, wie in der Aprilbeprobung 1987. Durch die vorliegenden Ergebnisse wird daher die Vermutung bestärkt, daß sich diese Entwicklung stetig und noch forciert durch Sturmereignisse fortsetzt.

Auffallend ist weiterhin die schon im Oktober 1978 festgestellte, sehr deutliche Verbreiterung der Rinne zwischen Strand und Riff. Im April 1987 hat dieser Bereich ebenfalls die bis zum jetzigen Zeitpunkt größte Ausdehnung erreicht.

Die Kornverteilungsdiagramme des Profils DK 9.20 deuten im April 1987 auf ein abweichendes Bild gegenüber älteren Sedimentaufnahmen hin. Das riffaufbauende Material ist durch das Sturmereignis vom Januar 1987 im Gegensatz zu früheren Zeitpunkten über ein größeres Gebiet verteilt. Die Riffzone wirkt etwas "entzerrt". Derartige, auf Extremereignisse zurückzuführende Auswirkungen auf die Sedimentverteilung hat Köster (1979) häufig beobachtet. Die Materialbilanz der riffbildenden Feinsande ist aber im Profil DK 9.20 über den betrachteten Zeitraum hinweg ausgeglichen.

Tabelle 2: Beprobungen September 1976-April 1987. Vergleich der %-Anteile bestimmter Sedimentgruppen innerhalb der Profile DK 7.97 und DK 9.21

### % - Anteil am Gesamtsediment

	l a	1 b	¢	d					
Datum/ Profil (Deichki- lometer)	Feinsand		sand	und Steine	a			c :	
Tometer:	: ( U, 200MM	0,200 MR - 0,330 MR	. 0.330 ME - 0.030 ME	, / U, 03U HR :	a				
Sept. 76 DK 7.97	45.4	27.4	8,3	18.9	1		0.60	0,18	1 0.42
Juli 77 DK 7,97	39.3	21.8	13,8	26.1	1		0,55	0,35	0.66
Sept. 77 DK 7.97	39.7	1 21.6	10,8	27.9	1		0,54	0.27	0.70
Mai 78 DK 7.97	38,5	14.7	16,7	30.1	1	1	0,38	0,43	0,78
Okt. 78 DK 7,97	39,8	22.1	16.7	21.4	1		0.55	0.42	1 0.54
April 87 DK 7,97	27.8	1 - 15,5	17,3	39.4	1	THE STATE OF THE S	0,56	0.62	1 1,42
Juni 76 DK 9,20	29,5	31,0	20.2	19,3	1		1,05	0,68	0.65
Juni 77 DK 9.20	30,9	17.7	7,9	43.5	1	-	0,57	0.26	1,41
April 87 DK 9.20	31,9	29.7	13,0	25,4	1	Marry street	0,93	0.41	1 0.80

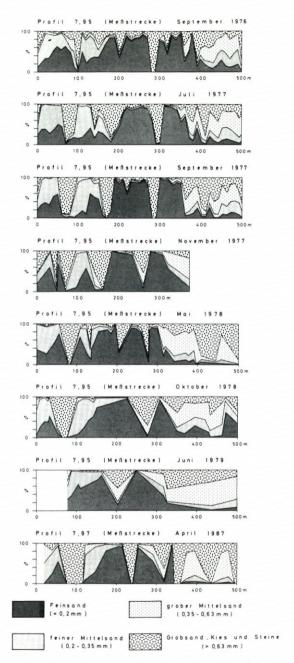


Abb. 7: Entwicklung der Sedimentverteilung in dem Profil DK 7.95 (Meßstrecke) von 1976-1987

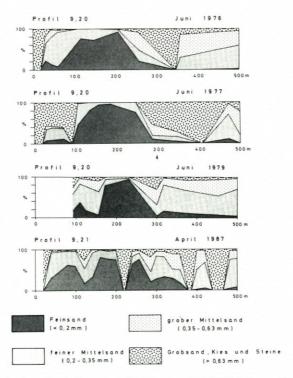


Abb. 8: Entwicklung der Sedimentverteilung in dem Profil DK 9.20 von 1976-1987

#### 6. Schriftenverzeichnis

Bressau, S. u. Schmidt, R.: Geologische Untersuchungen zum Sedimenthaushalt an der Küste der Probstei und erste Erkundungen zur Sandgewinnung in der westlichen Ostsee. – Mitt. d. Leichtweiß Inst. d. TU Braunschweig, H. 65, 1979.

DIETHELM, R. u. PITZKA, H.: Zur geologischen Entwicklung an der Probstei-Küste (Schleswig-Holstein). – Meyniana 39, 1987.

EIBEN, H.: Wind, Wasserstände und Seegang während der Sturmperioden an der Ostsee im Winter 1986/87. – Küste, H. 50, 1989.

EIBEN, H. u. MÖLLER, M.: Zur quantitativen Erfassung von morphologischen Änderungen im Küstenvorfeld der Ostsee. – Mitt. d. Leichtweiß Inst. d. TU Braunschweig, H. 65, 1979.

GUENTHER, E. W., SCHÜTTRUMPF, R., NOBIS, G. u. RADDATZ, K.: Frühgeschichtliche Moorfunde von Barsbek (Kreis Plön). Fundumstände und Geologie des Moores und seiner Umgebung. – Meyniana 1, 1952.

KACHHOLZ, K.-D.: Statistische Bearbeitung von Probendaten aus Vorstrandbereichen sandiger Brandungsküsten mit verschiedener Intensität der Energieumwandlung. – Diss. Geol. Inst. d. Univ. Kiel, 1982.

Kachholz, K.-D.: Vergleich einiger sandiger Brandungsküsten Schleswig-Holsteins. – Meyniana 36, 1984.

KÖSTER, R.: Die Sedimente im Küstengebiet der Probstei. – Ein Beitrag zu Sedimenthaushalt und Dynamik von Sandriffen und Abrasionsfläche. – Mitt. d. Leichtweiß Inst. d. TU Braunschweig, H. 65, 1979.

Köster, R.: Bericht über die geologischen Untersuchungen an der Küste der Probstei, Teil I, Bestandsaufnahme. – Geol. Inst. d. Univ. Kiel (unveröff.), 1982.

KÖSTER, R.: Bericht über die geologischen Untersuchungen an der Küste der Probstei, Teil II, Veränderungen 1976–1979. – Geol. Inst. d. Univ. Kiel (unveröff.), 1983.

- KÖSTER, R. u. SCHWARZER, K.: Geologische Untersuchungen zur Sandvorspülung vor der Probstei/Ostsee. Untersuchungszeitraum: 4/87 bis 6/88. – Geol. Inst. d. Univ. Kiel (unveröff.), 1988.
- Werner, F.: Die Sedimentverteilung außerhalb der Riffzone vor der Probstei aufgrund von Sidescan-Sonar-Aufnahmen. Mitt. d. Leichtweiß Inst. d. TU Braunschweig, H. 65, 1979.