Die Küste, 34 (1979), 79-86

Die Profiltypenkarte des Holozän – eine neue geologische Karte zur Darstellung von Schichtenfolgen im Küstenraum für praktische und wissenschaftliche Zwecke

Von Hansjörg Streif

Zusammenfassung

Ein Gliederungs- und Darstellungssystem für die Kartierung von holozänen Schichtenfolgen im Küstenraum wird vorgestellt. Das System ist geeignet, den gesamten, z. T. komplex gebauten Sedimentkörper zu erfassen. Dabei können sowohl regional einheitliche geologische Elemente ausgeschieden als auch hochspezialisierte Feingliederungen durchgeführt werden. In Kombination mit Datenbank-Managementsystemen für geologische Felddaten bildet die Profiltypenkarte eine wichtige Planungsgrundlage für das Küsteningenieurwesen.

Summary

A system of classification and representation is presented for mapping Holocene sedimentary sequences in the coastal zone. The system is suitable for covering the whole, in places complex sedimentary body. Regionally uniform geological elements can be registered and highly sophisticated classifications can be carried out. In combination with data bank management systems for geological field data the sequence map forms an important basis for planning in coastal engineering.

Inhalt

1. Einführung 79
2. Das Gliederungssystem und seine kartenmäßige Darstellung 80
2.1 Komplexe 80
2.2 Sequenzen 81
2.3 Fazieseinheiten 83
3. Praktische Anwendung 84
4. Schriftenverzeichnis 86

1. Einführung

Flachküstenregionen werden in der Regel aus einem bis zu dreißig Meter mächtigen Körper von Lockerablagerungen aufgebaut, die im Verlauf der vergangenen 10 000 Jahre unter dem Einfluß eines ansteigenden Meeresspiegels abgelagert worden sind. In zunehmendem Maße gewinnen diese Küstenzonen Bedeutung für Industrieansiedlung, See-, Strom- und Hafenbauten, für die Verlegung von Pipelines und die Exploration mineralischer Rohstoffe. Daraus ergibt sich ein wachsender Bedarf an Planungsgrundlagen, die eine ausgewogene Nutzung der Küstenzone ermöglichen.

Die Küste, 34 (1979), 79-86

Von besonderem Wert ist hier das Kartenwerk der Geologischen Karte 1 : 25 000, das in Deutschland seit über 100 Jahren von den staatlichen geologischen Diensten herausgegeben wird. Im Küstenraum mit seinen flachliegenden Schichten war es mit Hilfe der konventionellen Karte in der Regel nur möglich, die flächenhafte Verbreitung der bis zwei m Tiefe, maximal vier m Tiefe unter Geländeoberfläche auftretenden Schichten graphisch wiederzugeben (Oberflächenkarte). Bei Maximalmächtigkeiten des Holozän um 25 m bedeutete dies teilweise eine erheblich eingeschränkte Aussagemöglichkeit. Mit der modernen Profiltypenkarte ist nun die Voraussetzung geschaffen, jeweils den Gesamtkomplex der Küstenablagerungen kartenmäßig darzustellen. In einer solchen Profiltypenkarte ist nicht die flächenhafte Ausdehnung einzelner Schichten, sondern das Vorkommen bestimmter Schichtenabfolgen – sog. Profiltypen – wiedergegeben. Damit gewinnt die Profiltypenkarte gegenüber der Oberflächenkarte eine stark erweiterte räumliche Dimension.

Das Prinzip der Profiltypenkarte ist im Rijks Geologische Dienst der Niederlande entwickelt worden (De Jong u. Hageman, 1960, Hageman, 1963). Dieses Grundprinzip wurde von Barckhausen et al. (1977) aufgegriffen und auf ein neuartiges Gliederungsschema für die holozänen Küstenablagerungen im Bereich der Watten, Marschen und Geestrandmoore übertragen. Gleichzeitig erfolgte die Verknüpfung mit einem Dokumentationssystem für geologische Felddaten sowie mit Techniken der automatischen Datenverarbeitung. Diese Kombination von Darstellungsart, Gliederungssystem und Datenbank-Management ist in gleicher Weise für wissenschaftliche und praxisbezogene Auswertungen besonders geeignet.

2. Das Gliederungssystem und seine kartenmäßige Darstellung

Tonige bis sandige Sedimente marinen Ursprungs verzahnen sich im Küstenraum mit Torfen, die ein Süßwassermilieu bzw. ein semiterrestrisches Milieu anzeigen. Aus dem räumlichen Verteilungsmuster beider Einheiten wurde ein in drei Ebenen hierarchisch gegliedertes Profiltypensystem (Abb. 1) geschaffen (Barckhausen et al., 1977).

2.1 Komplexe

Auf dem höchsten hierarchischen Niveau des Systems werden drei im Küstenraum nebeneinander vorkommende Einheiten unterschieden. Diese werden im folgenden definiert und mit den in Klammern angegebenen Kurzbezeichnungen nach dem „Symbolschlüssel Geologie" (Barckhausen et al., 1975) benannt.

- *Mineralischer Komplex* (qhMK – seewärtiger Bereich):
  Klastische Sedimentabfolge ohne Einschaltung „schwimmender" Torfe, d. h. in klastische Sedimente eingelagerte Torfe. Torfe können jedoch an der Basis und der Oberfläche des *Mineralischen Komplexes* auftreten.
- *Verzahnungskomplex* (qhVK – Übergangsbereich):
  Sedimentabfolge, in der sich klastische Ablagerungen mit „schwimmenden" Torfen verzahnen.
- *Torfkomplex* (qhTK – landwärtiger Bereich):
  Abfolge von Torfen und Mudden. Geringmächtige Lagen klastischer Sedimente können entweder in den *Torfkomplex* eingeschaltet sein oder als eine einzelne Schicht an der Basis bzw. an der Oberfläche des *Torfkomplexes* auftreten.

Die Küste, 34 (1979), 79-86

Von den Komplexen leiten sich die Haupttypen des Profiltypensystems ab mit den Bezeichnungen X für den *Mineralischen Komplex*, Y für den *Verzahnungskomplex* und Z für den *Torfkomplex*. In der Regel werden die Haupttypen nur in kleinmaßstäblichen Karten dargestellt. Eine weitere Untergliederung der holozänen Sedimentabfolgen im Küstenraum kann auf dem zweiten Niveau des hierarchischen Systems vorgenommen werden.

2.2 Sequenzen

Sequenzen sind die lithologischen Ordnungseinheiten des mittleren hierarchischen Niveaus. Sie bauen die o. g. Komplexe auf und umfassen ihrerseits eine bzw. mehrere Fazieseinheiten.

Bei der Definition der Sequenzen wird von der Anordnung klastischer bzw. organischer Bildungen im Küstenraum ausgegangen, die bestimmte Regeln erkennen läßt (Abb. 1). Da die Sequenzen Elemente einer stratigraphischen Gliederung sind, erhalten sie entsprechend dem „Symbolschlüssel Geologie" (Barckhausen et. al., 1975) die in Klammern nachgestellten stratigraphischen Symbole.

- *Klastische Sequenz* (qhK):
  Klastische Sedimentabfolge ohne Einschaltung „schwimmender" Torfe. Bodenbildungshorizonte und Schilfdurchwurzelungshorizonte bis zu einem Schilfdurchwurzelungsgrad hpr 4 (= stark durchwurzelt) werden zur *Klastischen Sequenz* gerechnet.
- *Organische Basalsequenz* (qhOB):
  Abfolge von Torfen und Mudden bzw. Ah-Horizonte, die an der Basis der klastischen holozänen Küstenablagerungen liegen.
- *Organische Decksequenz* (qhOD):
  Abfolge von Torfen bzw. Mudden, die an der heutigen Oberfläche auftritt und von klastischen Sedimenten des Küstenholozäns unterlagert wird.

Die *Organische Basalsequenz* und die *Organische Decksequenz* können sowohl im *Klastischen Komplex* als auch im *Verzahnungskomplex* auftreten, jedoch auch ausfallen.

Die folgenden Elemente werden ausschließlich im *Verzahnungskomplex* angetroffen und sind für diesen kennzeichnend:

- *Untere Klastische Sequenz* (qhKU):
  Klastische Sedimentabfolge von mindestens 5 cm Mächtigkeit im Liegenden des untersten „schwimmenden" Torfes. Sie kann von der *Organischen Basalsequenz* unterlagert werden.
- *Aufspaltungssequenz* (qhA):
  Sedimentabfolge zwischen der Unterkante des tiefsten und der Oberkante des höchsten „schwimmenden" Torfes bzw. Schilfdurchwurzelungshorizontes mit Schilfdurchwurzelungsgrad hpr 5 (= sehr stark durchwurzelt). Die *Aufspaltungssequenz* umfaßt somit Torfe (im Spezialfall nur einen Torf) sowie klastische Sedimente, die zwischen den Torfen liegen.
- *Obere Klastische Sequenz* (qhKO):
  Klastische Sedimentfolge von mindestens 5 cm Mächtigkeit im Hangenden des obersten „schwimmenden" Torfes. Sie kann von der *Organischen Decksequenz* überlagert werden.

Die folgenden Elemente werden ausschließlich im *Torfkomplex* angetroffen und sind für diesen kennzeichnend.

- *Organische Sequenz* (qhO):
  Abfolge von Torfen und Mudden mit höchstens einer normalsedimentären Einlagerung klastischer Sedimente von mehr als 5 cm Mächtigkeit.

Die Küste, 34 (1979), 79-86

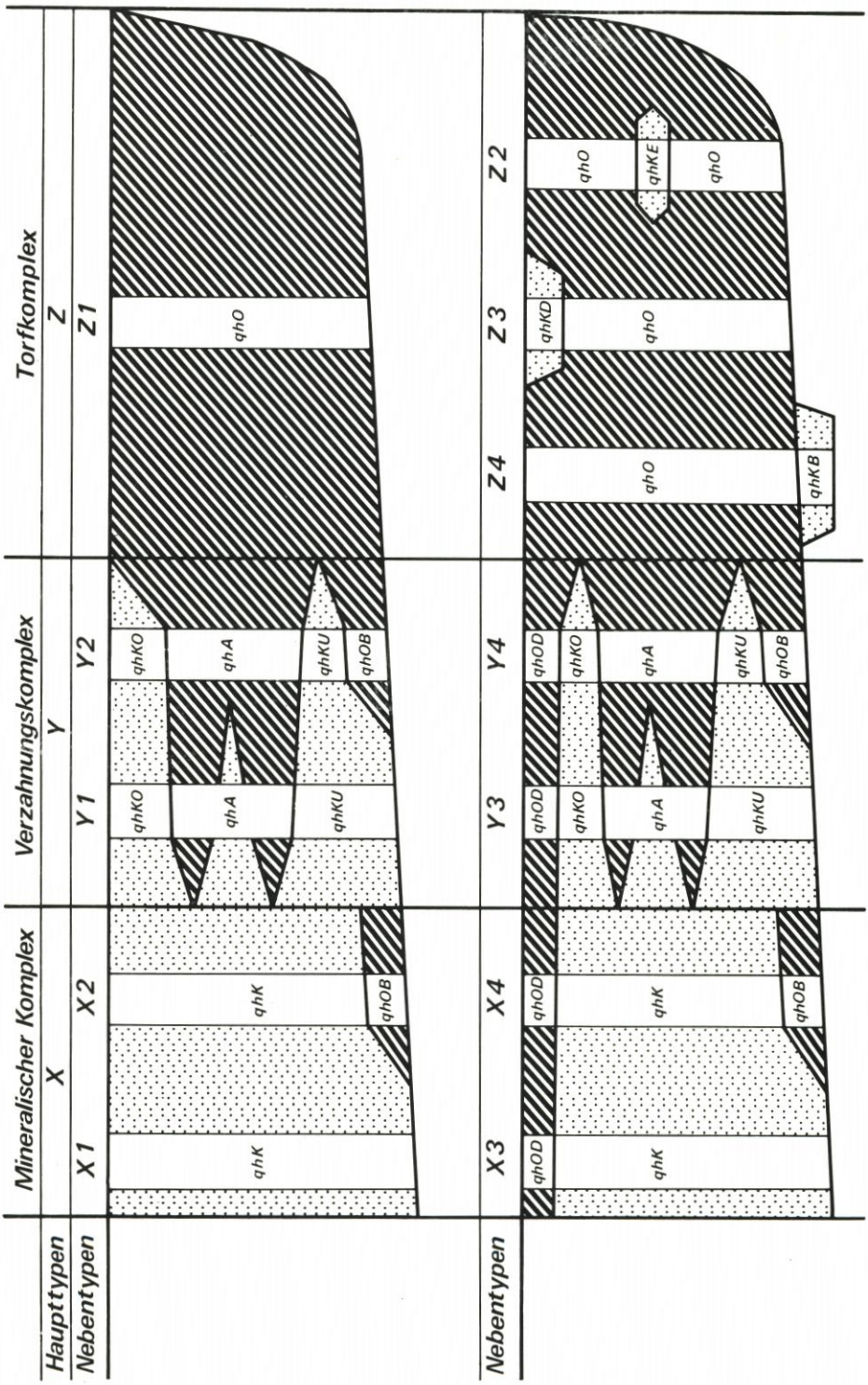

Abb. 1. Schematischer Schnitt durch die holozäne Sedimentfolge im Küstenraum mit den lithologischen Ordnungseinheiten: Komplexe (Mineralischer Komplex, Verzahnungskomplex, Torfkomplex), Hauptprofiltypen (X, Y, Z), Nebenprofiltypen (X1, X2, X3, X4, Y1 . . .etc. Z4) und Sequenzen. (Definition der Sequenzen und Erläuterung der Einschreibungen vgl. Kapitel 2.2)

Die Küste, 34 (1979), 79-86

- *Klastische Basalsequenz* (qhKB):
  Ein klastischer Sedimentkörper, der im Basalteil holozäner Küstenablagerungen auftritt und von der *Organischen Sequenz* überlagert wird. Die Mächtigkeit der *Klastischen Basalsequenz* muß dabei geringer sein als die der sie überlagernden *Organischen Sequenz*.
- *Klastische Einlagerungssequenz* (qhKE):
  Einlagerung klastischer Sedimente in der *Organischen Sequenz* ohne definierte Zuordnung zur *Oberen* und *Unteren Klastischen Sequenz* oder zu klastischen Partien der *Aufspaltungssequenz*. Die Gesamtmächtigkeit der *Klastischen Einlagerungssequenz* darf nur weniger als 50 % der *Organischen Sequenz* ausmachen. Die qhKE kann aus einer einzelnen Schicht bestehen und/oder aus mehreren dünnen Lagen von weniger als 5 cm Mächtigkeit.
- *Klastische Decksequenz* (qhKD):
  Klastischer Sedimentkörper, der an der heutigen Oberfläche auftritt und von der *Organischen Sequenz* unterlagert wird. Die Mächtigkeit der *Klastischen Decksequenz* muß dabei geringer sein als die der unterlagernden *Organischen Sequenz*.

Durch Ausfall und durch Überlagerungen der Sequenzen ergeben sich insgesamt 12 Kombinationsmöglichkeiten, aus denen sich die Nebenprofiltypen herleiten. Die 12 Nebentypen sind in Abb. 1 dargestellt und erhalten die Typenbezeichnung X1, X2, X3, X4, Y1 . . . etc. bis Z4 (Barckhausen et al., 1977).

Jedes Bohrprofil aus dem Küstenraum kann unmittelbar bei der Schichtenbeschreibung im Gelände bzw. beim Bearbeiten von Archivmaterial einem der 3 Haupt- bzw. 12 Nebentypen zugeordnet werden. Falls eine Bohrung nicht die gesamte Abfolge der holozänen Küstensedimente durchdringt, ergeben sich unvollständige Profiltypen. Diese werden durch ein Anhängen von „u" an die Typenbezeichnungen kenntlich gemacht. Folgende unvollständige Nebentypen sind möglich: X1u, X3u, Y1u, Y3u, Z1u, Z2u und Z3u.

2.3 Fazieseinheiten

Eine weiter ins Detail gehende Untergliederung der Sedimentabfolgen kann auf dem unteren hierarchischen Niveau des Gliederungssystems erreicht werden. Für diesen Zweck gilt es, Fazieseinheiten und sog. Spezialtypen auszuscheiden. Im Gegensatz zu dem oberen und dem mittleren hierarchischen Niveau mit ihren verbindlich definierten Elementen und ihrer festliegenden Zahl von Profiltypen ist das untere hierarchische Niveau variabel gehalten.

Die Fazieseinheiten sind variabel in ihrer Zahl, ihrem Inhalt und in ihrer Dimension. Auf diese Weise können petrographische, genetische, strukturelle und andere Kriterien berücksichtigt und in einer unbegrenzten Anzahl von Spezialtypen dargestellt werden (Barckhausen et al., 1977). Folglich müssen die Fazieseinheiten und die Spezialtypen jeweils im Hinblick auf eine spezifische Fragestellung bzw. auf die örtlichen Gegebenheiten definiert und ausgewählt werden. Neben geologischen Befunden können somit technische oder ökonomische Faktoren berücksichtigt und in Profiltypenkarten dargestellt werden. Dies trifft z. B. für die räumliche Abgrenzung nach folgenden Gesichtspunkten zu:

- Setzungsfähigkeit der Sedimente (Aspekt der Baugrunduntersuchung),
- Bindigkeit der Ablagerungen (Aspekt der Baggertechnik),
- Gehalt an Kies, Sand und Schwermineralien (Aspekt der Prospektion).

Diese Anwendungsbeispiele ließen sich nahezu beliebig erweitern. Die lithologische Gliederung des Küstenholozäns und die Profiltypendarstellung eröffnen somit neue Aspekte, die über die Möglichkeiten der konventionellen geologischen Karte hinausgehen.

Die Küste, 34 (1979), 79-86

3. Praktische Anwendung

Die geologische Kartierung im Küstenraum stützt sich im wesentlichen auf eine Auswertung von Schichtenverzeichnissen von Flachbohrungen. Direkte Beobachtungen an der Geländeoberfläche spielen eine nachgeordnete Rolle. Im Zuge einer Spezialkartierung im Maßstab 1 : 25 000 fällt somit eine immense Menge geologischer Basisdaten an, die für die

Formblatt für einen Aufschluß

Nr. der TK	Name Aufschluß	Nummer	LK-Zähler	Einlieferer	Koordinaten	Höhe über NN [m]	
2608		216	0	GEK	R 2567660 H 5917200	-0.75	Spalten 1–39 allgemeiner Teil

Bearbeiter	Jahr	W	AA	M	V	Dateihinweise, z.B. Fachbereiche		
Barckhausen	973	1	SR				Bohr-Archiv GE 73	Spalten 40–80 Fachteil

Tiefe bis [m] bzw. Mächtigkeit	Stratigraphie	Petrogr./Genese/Farben/Formenelemente und Zusatzzeichen/ Proben [Entnahmebereich, Probenmaterial, Untersuchungsmethode, Ergebnis]	Persönliche Notizen [nicht zur ADV] Tag, Monat:
0.50	qhKO	U-fS;k/bo,u	
1.00	qhKO	U-fS;t,efle2,k/br,wa/gr	
1.50	qhKO	fS;u,t1,wg,efle,k4/wa/gr,rf	
1.90	qhKO	U;fs5,wg,t,k/wa/blgr	
3.80	qhKO	U;t,fs,lag(wg),lag(T,u),k/wa/blgr-dgr	
8.75	qhKO	U;t,fs,lag(fS,u),ss,k/br,wa/gr/XE	
8.95	qhA	F;pr3,pf	
9.05	qhA	Hc;F,pr3	
9.15	qhA	Hp;f	
9.25	qhKU	T;ssmm,pfh,kf/la/dgr	
9.80	qhKU	T;pr2,pf	
10.80	qhKU	T;pr1,hw,pf,kf/la/bngr	
11.30	qhKU	T;pr1,pf4,hwa/la/gr	
12.30	qhKU	T;u,hlw1,k2/br/gr	
12.46	qhKU	T-F/la,l/grbn	
12.70	qhOB	F;sub(Hl)	
12.91	qhOB	Hl;Hle////,,(Y2)	
12.95	qp,qh	fS;h2//dgr	
.			360/77
.			
.			

Abb. 2. Beispiel einer Schichtenbeschreibung auf Formblatt mit Titeldaten zur Identifikation der Bohrung und Beschreibung der Schichtenfolge nach dem „Symbolschlüssel Geologie". Die verschiedenen Elemente der Beschreibung (Tiefe, Stratigraphie, Petrographie etc.) sind durch Schrägstriche voneinander getrennt. Die Symbole für die Sequenzen (qhKO, qhA, qhKU und qhOB) sind im Symbolteil „Stratigraphie" angegeben, der Profiltyp (Y2) wird in der untersten Schicht der holozänen Schichtenfolge vermerkt.

Die Küste, 34 (1979), 79-86

verschiedensten Anwendungsbereiche der Praxis genutzt werden können. Eine gezielte Auswertung der umfangreichen Basisdaten läßt sich mit Hilfe der automatischen Datenverarbeitung in sehr kurzer Zeit erreichen.

Eine enge Verknüpfung des oben erwähnten Gliederungssystems für Küstenablagerungen einerseits und Datenbank-Managementsystemen andererseits wurde auf die folgende Weise erreicht. – Alle geologischen Basisdaten werden bereits bei der Datenerfassung im Gelände auf einem speziellen Formblatt für Schichtenverzeichnisse registriert (Abb. 2). Entsprechend dem „Symbolschlüssel Geologie" (BARCKHAUSEN et al., 1975) werden die verfügbaren Informationen über Tiefe, Stratigraphie, Petrographie, Genese, Farbe, Formenelemente und Zusatzangaben sowie Proben in das Formblatt aufgenommen. Diese Beschreibungen werden dann auf Lochkarten, Magnetbändern oder -platten gespeichert.

Die zur Identifikation einer einzelnen Bohrung erforderlichen „Titeldaten" (wie Nummer der topographischen Karte, Bohrungsnummer, Koordinaten, Höhe des Ansatzpunktes über NN, Bearbeiter etc.) werden im „festen Format" erfaßt. Die Schichtenbeschreibung (Tiefe/Stratigraphie/Petrographie/Genese/Farbe/Formenelemente und Zusatzzeichen/Proben) erfolgt dagegen im „freien Format", wobei die einzelnen Elemente durch einen Schrägstrich voneinander getrennt sind.

Für die Geologische Karte von Niedersachsen, Blatt 2608 Emden West (BARCKHAUSEN u. STREIF, 1978) wurden ca. 650 Bohrungen ausgeführt. Insgesamt wurden ca. 10 000 m Sedimentkerne beschrieben und etwa 25 000 bis 30 000 einzelne Schichten ausgeschieden und sedimentologisch charakterisiert.

Das Dokumentations- und Abfrageprogramm DASCH (MUNDRY, 1973) wurde entwickelt, um die auf solche Weise anfallenden Datenmengen handhaben zu können. Die Schichtenbeschreibungen, die in freiem Format erfaßt und gespeichert wurden, können mit Hilfe von DASCH in Dokumentationslisten mit festem Format übergeführt werden. Die verschiedenen Elemente der Beschreibung wie Tiefe, Stratigraphie, Petrographie etc. werden in diesen Listen in festliegenden Kolumnen angeordnet.

Der wichtigste Teil des DASCH-Systems ist das Abfrageprogramm. Mit diesem kann aus der Masse aller Basisdaten eine spezifische Auswahl von Daten selektiert werden. Zu diesem Zweck werden sog. Retrieval-Fragen formuliert, mit denen der gesamte Basisdatensatz sequentiell nach spezifischen Merkmalen durchmustert wird. Solche Basisdaten, die der Retrieval-Frage entsprechen, können dann gekennzeichnet und ausgedruckt oder für weitere Verarbeitungsschritte auf Magnetband oder -platte gespeichert werden.

Für die praktische Anwendung ist es wichtig, daß die Struktur der Retrieval-Frage derjenigen der Schichtenbeschreibung entspricht. Dadurch kann das DASCH-System leicht von Feldgeologen oder Technikern genutzt werden, die unmittelbar mit den speziellen geologischen Aspekten vertraut sind.

Weitere Datenverarbeitungs-Programme sind für die Herstellung geologischer Karten, Säulenprofile und geologischer Schnitte entwickelt worden (BARCKHAUSEN, 1973, MUNDRY, 1975, VINKEN, 1979). Gegenwärtig können, von den Basisdaten ausgehend, folgende Konstruktionen durchgeführt werden:

- Säulenprofile, geologische Schnitte, Profilsäulenkarten;
- Isolinienpläne (Höhenlinien, Mächtigkeitslinien, Konstruktionen geologischer Grenzlinien);
- Bohrpunktkarten, Bohrpunkt-Signaturenkarten;
- Profiltypenkarten.

All diese Konstruktionen dienen dazu,

- spezifische Daten für einen generellen Überblick graphisch wiederzugeben und

Die Küste, 34 (1979), 79-86

– eine Basis für spezielle Auswertungen zu schaffen, wobei mühevolle und zeitraubende manuelle Arbeiten vermieden werden.

Als erstes Blatt der – für den Küstenraum der Bundesrepublik Deutschland neuartigen – Profiltypenkarte des Holozän ist Blatt 2608 Emden West der Geologischen Karte von Niedersachsen 1 : 25 000 erschienen (BARCKHAUSEN u. STREIF, 1978). Zwei weitere Blätter (2414 Wilhelmshaven, 2609 Emden) sind in Arbeit.

Die Vorzüge des neuen Kartentyps sind offensichtlich. In der Profiltypenkarte ist jeweils die Verbreitung kompletter Sedimentabfolgen wiedergegeben, aus denen sich der Gesamtkörper der Küstensedimente aufbaut. Gegenüber der konventionellen geologischen Karte – im Bereich flachliegender Schichten eine Oberflächenkarte mit einer Aussagetiefe bis 2 m unter Gelände – besitzt die Profiltypenkarte eine stark erweiterte räumliche Dimension.

Durch die festliegend definierten Einheiten und Profiltypen des oberen und mittleren hierarchischen Niveaus werden einerseits die regional einheitlichen geologischen Elemente des Küstenraumes erfaßt. Andererseits erlaubt das variabel gehaltene untere hierarchische Niveau eine hochspezialisierte Feingliederung unter verschiedenen wissenschaftlichen und praktischen Gesichtspunkten. Damit wird die Profiltypenkarte den Anforderungen, die Wissenschaft und Praxis an eine geologische Karte stellen, gerecht und ist insbesondere als Planungsgrundlage geeignet.

Kombiniert mit Datenbank-Managementsystemen eröffnet die Profiltypenkarte völlig neue Aspekte der geologischen Kartierung in Küstenregionen. Dies betrifft sowohl die Herstellung geologischer Karten als auch die praktische Auswertung der bei der Kartierung anfallenden Basisdaten. Da dieses System der Gliederung und Profiltypendarstellung auf nahezu alle Flachküstenregionen übertragen werden kann, darf es als wichtiger Beitrag zum wissenschaftlich-technischen „know how" des Küsteningenieurwesens angesehen werden.

4. Schriftenverzeichnis

BARCKHAUSEN, J.: Automatisch gewonnene Informationen aus geologischen Schichtenverzeichnissen und ihre Weiterverarbeitung. Geol.Jb., A7, 1973.

BARCKHAUSEN, J., LOOK, E. R., VINKEN, R. u. VOSS, H. H.: Symbolschlüssel Geologie, Symbole für die Dokumentation und automatische Datenverarbeitung -ADV- Geologischer Feld- und Aufschlußdaten. Niedersächs. Landesamt f. Bodenforsch. und Bundesanstalt f. Geowissenschaften und Rohstoffe, Hannover, 1975.

BARCKHAUSEN, J., PREUSS, H. u. STREIF, H.: Ein lithologisches Ordnungsprinzip für das Küstenholozän und seine Darstellung in Form von Profiltypen. Geol.Jb., A44, 1977.

BARCKHAUSEN, J. u. STREIF, H.: Erläut. geol. Karte Niedersachs., 1 : 25 000, Bl. 2608 Emden West, 1978.

DE JONG, J. D. u. HAGEMAN, B. P.: De legenda voor de holocene afzettingen op de nieuwe geologische kaart van Nederland, schaal 1 : 50 000. Geologie en Mijnbouw, 39, 1960.

HAGEMAN, B. P.: De profiltype – legenda van de nieuwe geologische kaart voor het zeeklei – en rivier – kleigebied. Tydschrift van het Nederlands Aardrykskundig Genootschap, 80, 1963.

MUNDRY, E.: Zur automatischen Herstellung von Isolinienplänen. Geol.Jb. 98, 1970.

MUNDRY, E.: Ein Dokumentations- und Abfrageprogramm für Schichtenverzeichnisse (DASCH). Geol.Jb., A7, 1973.

VINKEN, R.: Automatische Datenverarbeitung in der geowissenschaftlichen Kartierung – dargestellt am Beispiel Geologie. Berliner Geograph. Abh. (im Druck).