

Sedimentpetrographische Kartierung des Neuwerker Watts im Sommer 1952¹⁾

Von Wilhelm Georg Simon

Inhalt

I. Aufgabe	130
II. Über die Entnahme und Verarbeitung der Proben von der Oberfläche des Watts	131
III. Sedimentpetrographische Kartierungsergebnisse	
1. Das regionale Bild der Flächen gleicher Wertstufen des gemittelten Korndurchmessers	133
2. Das regionale Bild der Flächen gleicher Wertstufen der Kornanteile unter 0,1 mm Durchmesser	135
3. Das regionale Bild der Flächen gleicher Wertstufen des Verhältnisses Klinkaigit : Epidot · 100	137
IV. Schalengemeinschaften	139
V. Versuch einer Deutung der Kartierungsergebnisse hinsichtlich der Sandbewegung	140
VI. Zusammenfassung	145
VII. Schrifttum	146

I. Aufgabe

Das Neuwerker Watt, zwischen der Insel Neuwerk und Scharhörn gelegen, ist eines der interessantesten Gebiete der Außenelbe. Im Norden liegt die breite Weltverkehrsstraße: die Elbe. Im Süden befindet sich ein mächtiger Wattstrom: Norder Till. Eine Wattwasserscheide etwa auf der Mitte der Wattfläche trennt die Prielsysteme, deren Wasser zur Elbe fließen, von denen, deren Wasser zur Till hin strömt. Zur Elbe hin entwässern die hohen Wattflächen durch das System der Hundebalje, zur Till entwässern Muscheloch, Neuwerker Loch, Robbenloch²⁾. Westlich der grauen Wattrückenlandschaft mit der Wattwasserscheide dehnt sich die hohe, nur bei Hochfluten überspülte, gelblich helle Schwemmsandplate von Scharhörn. Auf den höchsten Teilen dieser Plate ist der lockere Sand ständig ein Spiel der Winde, sie sind vom Flugsand überdeckt. Vor der hohen Plate im Westen befinden sich die flachen Außenwatten und Brandungsbänke. Noch weiter westlich folgen die Außensände: die Robbenplate und das Scharhörnriff.

In den Jahren 1935/36 hat J. F. GELLERT (1952) diese Landschaft durchstreift und die Wattoberflächen zwischen Duhnen und Scharhörn kartiert, ähnlich wie es W. WRAGE (1930) für die Wattflächen zwischen Friedrichskoog und Trischen unternahm. GELLERT beschränkt sich bei seiner Kartierung, ähnlich wie WRAGE, auf die Unterscheidung der Watten in Sandwatten,

¹⁾ Mitteilung aus dem Geologischen Landesamt Hamburg Nr. 26.

²⁾ Die Landschaftsbezeichnungen wurden einer vom Wasser- und Schiffsamt Cuxhaven in den Jahren 1954/55 hergestellten und bisher unveröffentlichten topographischen Karte des Watts zwischen Duhnen und Scharhörn entnommen. Das Robbenloch ist ein in westlicher Richtung entwässerndes und in das Scharhörnloch vor der Robbenplate mündendes Priel (Abb. 1). Die Fläche zwischen dem Robbenloch und dem Wittsandloch wird unterer Wittsand, und die Fläche zwischen dem Wittsandloch und dem Neuwerker Loch oberer Wittsand genannt. Östlich des Neuwerker Lochs befindet sich der Schafsand. Er wird im Osten vom Muschel-Loch begrenzt. Darüber hinaus verdeutlicht Abbildung 1 die beiden großen Landschaftseinheiten. Die eine ist die Schwemmsandplate von Scharhörn, umrissen von der Null-Linie. Östlich anschließend folgt die andere: die Wattrückenlandschaft mit dem die Wattwasserscheide tragenden Wattrücken und den von diesem Wattrücken zur Elbe und zur Till entwässernden Prielen. An der Elbe nordwestlich der Baubude Scharhörn gibt Abbildung 1 die Umriss des Scharhörn-Riffs wieder.

Mischwatten, Schlickwatten, Altschlickvorkommen, Muschelschillvorkommen und anderes mehr. Auf einer kleinen Kartenskizze gibt er die Aufteilung der Wattflächen wieder. Er nennt den Watrückén Scharhörén — Neuwerker Wattplate. Von hier aus zur Elbe folgt das Elbeaufschüttungssandwatt und zur Till hin das Tillaufschüttungssandwatt. Die Scharhörén-Sande umfassen die Flugsandplate und die vor dieser gelegenen Sande.

Die Arbeit von GELLERT ist deshalb interessant, weil sie zeigt, daß mit Ausnahme einiger weniger Änderungen im Verlauf der Wattkanten und der Priele wesentliche Änderungen seit 1935 nicht stattgefunden haben. Selbst die von GELLERT mit Pfeilen im Gebiet zwischen dem Buchtloch und der Küste dargestellten Strömungsverhältnisse haben sich nicht geändert. Verfasser hat die gleichen Strömungsverhältnisse auf Grund sedimentpetrographischer Abbildung im Sediment ermitteln können. Dieses Ergebnis deutet auf eine gewisse Stabilität des Duhnen-Neuwerker Watts hin. Es scheint im Gleichgewicht zwischen strömungs- und brandungsbedingtem Auf- und Abbau seine morphologische Beschaffenheit für längere Zeit mehr oder weniger zu behaupten.

Hiervon kann bei den nördlich der Außenelbe gelegenen Sänden wie Groß-Vogelsand, Gelbsand und Hakensand kaum die Rede sein. Nördlich der Außenelbe ist dieses Gleichgewicht ständig gestört, so daß die Sände dauernden Gestalts- und Lageänderungen unterworfen sind.

Ein Auftrag der Wasser- und Schifffahrsdirektion Hamburg ermöglichte dem Verfasser, das Neuwerker Watt sedimentpetrographisch zu kartieren. Die bisher erzielten Ergebnisse werden auf den folgenden Seiten beschrieben.

II. Über die Entnahme und Verarbeitung der Proben von der Oberfläche des Watts

Von Neuwerk aus wurden mehrere Fußmärsche unternommen, um Oberflächenproben zu gewinnen. Auf vorher festgelegten Wegstrecken wurden bei normaler Gangart alle zehn Minuten oder auch bei Bodenartenwechsel von der Wattoberfläche mit einem Löffel Proben abgehoben und in Glasflaschen gefüllt. Da aber die Ebbezeit nur eine verhältnismäßig kleine Zeitspanne zur Probenentnahme zuließ, wurde darüber hinaus bei auf- und ablaufendem Wasser vom Motorboot aus die Probenentnahme betrieben. Hierfür war ein kleiner Van-Veen-Bodengreifer vorhanden, der mit der Hand bedient wurde. Auch auf den Fahrten mit dem Motorboot wurden vorher festgelegte Kurse gefahren und in gleichen Zeitabständen von drei oder vier Minuten der Anker ausgelegt. Vom verankerten Boot aus wurden die Proben von der Oberfläche gegriffen. Sowohl auf den Fußmärschen als auch auf den Fahrten mit dem Motorboot wurden die Entnahmeorte der Proben mit dem Sextanten eingewinkelt, mit dem Winkeltransporteur auf einer Karte eingestellt und der Entnahmeort kartenmäßig fixiert. Abbildung 1 gibt die kartenmäßige Darstellung der Entnahmeorte wieder. Sie zeigt darüber hinaus die Engmaschigkeit des Probennetzes. Hierauf wurde besonderer Wert gelegt, denn die Erfahrungen auf dem Duhner Watt (SIMON, 1952) haben gelehrt, daß das Beobachtungsnetz nicht engmaschig genug sein kann, wenn man eine Oberflächenkartierung ausführen will. Aus Zeitgründen mußte damals auf größte Engmaschigkeit verzichtet werden, da es hauptsächlich auf eine Probenentnahme aus der Außenelbe ankam (SIMON, 1952). Dennoch ließen sich auf dem Duhner Watt mit den damals gewonnenen Proben bei der petrographischen Bearbeitung wertvolle Anhaltspunkte über die Bewegung des Sandes gewinnen. Erstrebenswert ist es jedoch, auch das Duhner Watt einmal mit einem sehr engmaschigen Probennetz zu überziehen. Die Verarbeitung der Proben ist zeitraubend. Zunächst

müssen sämtliche Proben vom Meeressalz befreit werden, da sie einer Siebanalyse sonst nicht unterworfen werden können. Jede Probe wurde daher in einem Standzylinder untergebracht und mit Ammoniak versetztem destilliertem Wasser ausgewaschen. Nach 24 Stunden wurde das Wasser abgehebert, die Probe aus dem Standzylinder entfernt und getrocknet. Von der getrockneten Probe wurde eine Durchschnittsprobe von 50 g der Siebmachine (Modell Julius

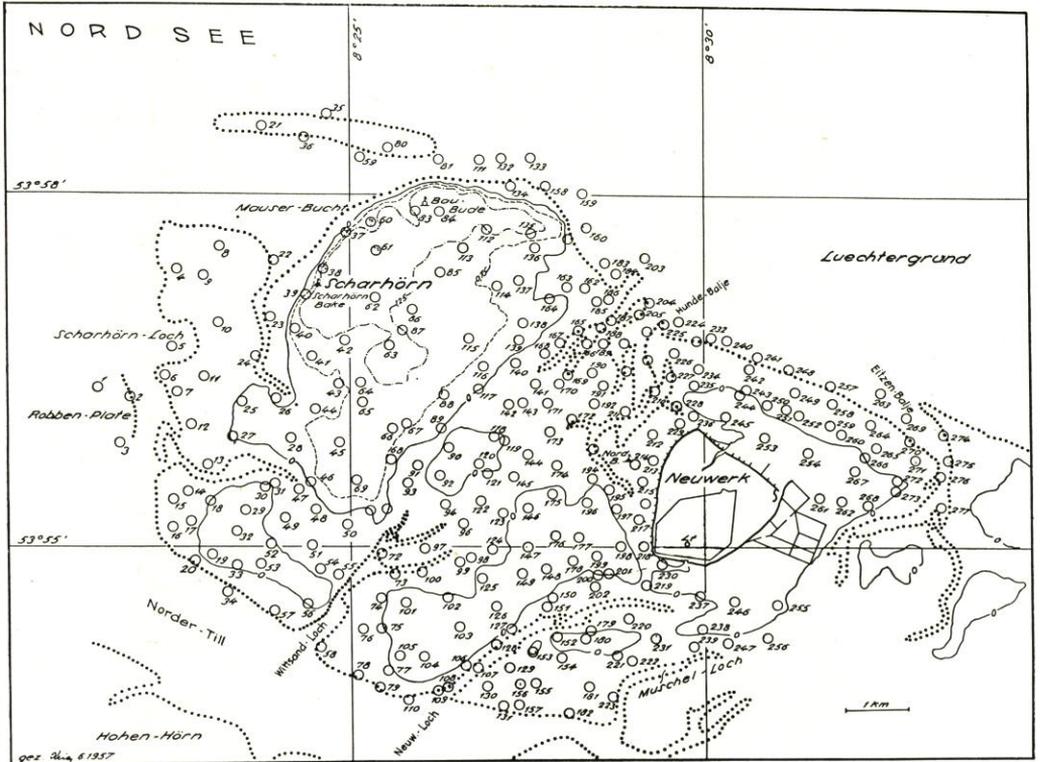


Abb. 1. Entnahmeorte der Proben

Engelsmann, Ludwigshafen Jel. 200) zugeführt und in Kornfraktionen aufgeteilt. Die Mengen jeder Fraktion wurden gewichtsmäßig festgestellt und zur eingewogenen Gesamtmenge in Beziehung gebracht. Auf Grund der Siebergebnisse wurde der gemittelte Korndurchmesser (dg-Wert) ermittelt. Dieser wird wie folgt berechnet:

$$dg = \frac{p_1 d_1 + p_2 d_2 + \dots}{100}$$

dg = gemittelter Korndurchmesser

p_{1,2} = Prozentzahl der einzelnen Fraktion

d_{1,2} = mittlerer Korndurchmesser.

Die stark feinkörnigen Proben wurden anschließend im Atterbergschen Schlämmszylinder weiter bearbeitet.

Mit Hilfe der Fallgeschwindigkeit im destillierten Wasser wurden die Kornanteile unter 0,06 mm Durchmesser aufgeteilt in die Korngrößen

- 0,06—0,02 mm
- < 0,02 mm.

Die Kornfraktion 0,2—0,1 mm bildet das Ausgangsmaterial für die Schwermineraluntersuchung. Mit einem Scheidetrichter, der mit einer schweren Lösung beschickt wurde, ließ sich die Kornfraktion 0,2—0,1 mm in schwere und leichte Mineralien aufspalten. Die schweren Mineralien mit einer Dichte von 3 aufwärts wurden aufgefangen, getrocknet und unter dem Polarisationsmikroskop bestimmt und ausgezählt. Es hat sich gezeigt, daß für das Gebiet der Elbe die Mineralien Klinaugit, hier oft Augit genannt, und Epidot dann gewisse Einblicke gestatten, wenn man ihren Mengenanteil zueinander in Beziehung bringt (SIMON, 1952). Der Augitwert, nämlich das Verhältnis von Klinaugitanteil zu Epidotanteil, mit 100 multipliziert (um die Dezimalstellen zu umgehen), wurde für jede Probe ermittelt. Von einer schwermineralanalytischen Vollanalyse der Proben wurde abgesehen, da eine Reihe solcher Analysen im Gebiet der Außenelbe die A-Gruppenzusammensetzung nach C. H. EDELMAN (1933) außer Zweifel setzte (SIMON, 1952).

Die Tatsachenbefunde sind in Tabellen zusammengefaßt. Eine Einsichtnahme ist möglich beim Geologischen Landesamt Hamburg, bei der Wasser- und Schifffahrtsdirektion Hamburg, beim Wasser- und Schifffahrtsamt Cuxhaven und beim Küstenausschuß Nord- und Ostsee in Kiel.

III. Sedimentpetrographische Kartierungsergebnisse

1. Das regionale Bild der Flächen gleicher Wertstufen des gemittelten Korndurchmessers

Das zusammengetragene Tatsachenmaterial bietet mehrere Möglichkeiten der kartenmäßigen Darstellung. Eine dieser Möglichkeiten ist beispielsweise die Kartierung der Hauptkorngrößen. Bei der Durchsicht der Korngrößenanalysen zeigt sich aber, daß ein solches Verfahren ausscheiden muß, da Unterschiede fehlen. Die hier eingefügte kleine Zusammenstellung mag dies erläutern. Sie zeigt, daß die Hauptkorngrößen der Sedimente des Neuwerker Watts durchweg die Korngrößenstufe 0,2—0,1 mm Durchmesser umfassen. Diese Hauptkorngrößen 0,2—0,1 mm besitzt nicht nur die Oberfläche der Wattrückenlandschaft, sondern auch die Oberfläche der Schwemmsandplate von Scharhörn. Der Wittsand, das Außenwatt vor Scharhörn und der Kleine Vogelsand weisen alle dieselben Hauptkorngrößen 0,2—0,1 mm auf.

Es gibt jedoch noch andere Möglichkeiten der Darstellung. Für die Grundlagenforschung öffnet sich hier ein Betätigungsfeld. Es dürfte wünschenswert sein, an einem petrographisch gut aufgeschlossenen Gebiet, wie etwa dem vorliegenden, verschiedene Darstellungsarten zu versuchen und gegeneinander abzuwägen. In dieser Arbeit allerdings kam es darauf an, eine Darstellungsart zu finden, die der gestellten Aufgabe gerecht wird. Deshalb wurde außer einer Darstellung der Kornanteile unter 0,1 mm wie bereits früher (SIMON, 1952) auch der gemittelte Korndurchmesser herangezogen.

Nach LUCHT (1953) wird der Schwerpunkt einer Kornmischung durch die Darstellung mit Hilfe des gemittelten Korndurchmessers verwischt. Auf diesen Nachteil machte bereits 1938 GRY aufmerksam. Auf den Vorteil der Ermittlung des gemittelten Korndurchmessers wies Verfasser (1953, 1954) hin, z. B. im Hinblick auf die Möglichkeit, den dg-Wert für die Berechnung der Grenzschleppkräfte einzusetzen. Um jedoch der Gefahr zu begegnen, welche die Darstellung mit Hilfe des gemittelten Korndurchmessers in sich birgt, unternahm Verfasser (1953, 1954) die Kartierung von Anteilen an Korngrößengruppen. In der vorliegenden Arbeit wurden die Anteile an Korngrößen unter 0,1 mm kartiert. In einer früheren Arbeit kartierte Verfasser (1953) die Anteile an Korngrößen von 1,0 bis 0,2 mm und in einer noch

unveröffentlichten Arbeit (1954) Anteile an Korngrößen unter 0,06 mm, von 0,06 bis 0,2 mm und von 0,2 bis 1,0 mm. Dieses Verfahren hat den Vorteil, daß das Ergebnis der Körnungsanalyse ohne Einschaltung von Umrechnungen für die Kartierung verwandt wird.

Korngrößen	Scharhorn Schwemmsand-plate	Scharhorn Außenwatt	Unterer Wittsand	Watrücken-landschaft	Kleiner Vogelsand
0,5—0,2 mm	36,0 ‰		12,5 ‰	4,6 ‰	6,6 ‰
0,2—0,1 mm	64,0 ‰	100,0 ‰	87,5 ‰	95,4 ‰	93,4 ‰
Anzahl der Proben	50	14	24	109	30

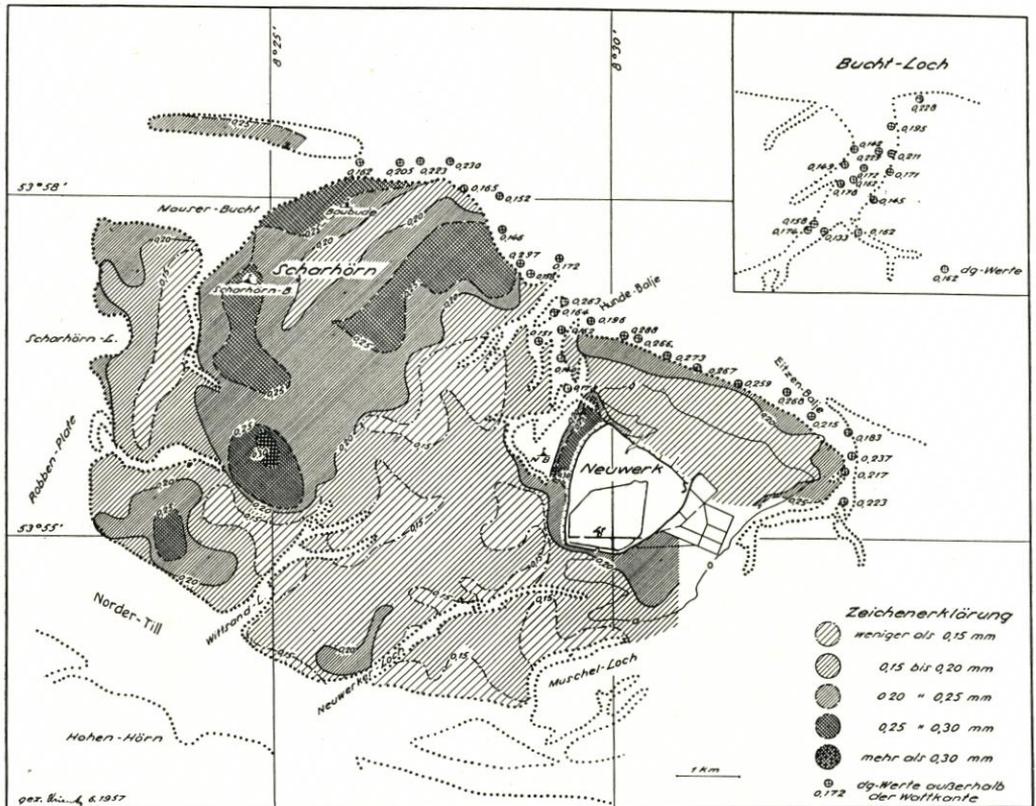


Abb. 2. Korngrößenverteilung nach Maßgabe des gemittelten Korndurchmessers in Millimeter

Die Werte des zu jedem Entnahmeort gehörigen gemittelten Korndurchmessers wurden zu Wertstufen zusammengefaßt und die Wertstufen durch Linien gleicher gemittelter Korndurchmesser voneinander getrennt, wie die Karte (Abb. 2) ausweist. Auf diese Weise erhält man ein regionales Bild von den Bodenverhältnissen der Wattoberflächen. Diese gilt es hier zu beschreiben und Unterschiede klarzulegen. Auf eine Deutung wird zunächst verzichtet, sie wird weiter unten folgen. Die Karte (Abb. 2) läßt Unterschiede in der Verteilung des gemittelten Korndurchmessers erkennen.

Die Schwemmsandplate von Scharhorn zeigt eine andere Korngrößenzusammensetzung als die Watrückenlandschaft zwischen dieser Plate und Neuwerk. Dieses Verhalten macht sich

in den kartierten Flächen gleicher Wertstufen des gemittelten Korndurchmessers bemerkbar. Während die Schwemmsandplate im großen und ganzen gemittelte Korndurchmesser von 0,30 bis 0,20 mm aufweist, besitzt die Oberfläche der Wattrückenlandschaft Werte von 0,20 bis 0,13 mm Durchmesser. Die Oberfläche der Schwemmsandplate ist um wenig feinkörniger als die Oberfläche der Schwemmsandplate. Das letztere gilt auch für den Schafsand und den Oberen Wittsand im Süden. Eine Ausnahme macht der Untere Wittsand mit dg-Werten von 0,264 bis 0,136. Das Außenwatt läßt deutlich eine von Westen nach Osten und von Nordwesten nach Südwesten hin erfolgende Staffelung der Flächen gleicher Wertstufen des gemittelten Korndurchmessers erkennen. Die Werte bewegen sich zwischen 0,228 und 0,152. Der vorgelagerte, durch das Scharhörnloch vom Außenwatt getrennte Außensand „Robbenplate“ besitzt gemittelte Korngrößen von 0,20 an aufwärts. Das Scharhörnriff weist im Norden an der Elbe einen der Brandungsbank entsprechenden Streifen mit gemittelten Korngrößen von 0,270 auf. Auf dem Mittelstreifen mit den Strombänken schwanken die gemittelten Korngrößen zwischen 0,235 und 0,299. Der südliche Teil des Riffs, die Lebensgründe der Herzmuschel, der Seeigel und des Wattwurms *Arenicola*, ist bedeutend feinkörniger. Der dg-Wert beträgt 0,172.

Der Sand mit den höheren dg-Werten befindet sich auch auf den Gründen östlich des Riffs und ist weiter zu verfolgen von der Wattkante über die Mündung der Hundebalje hinaus, am Kleinen Vogelsand und auf dem unteren Teil des Hanges vom Kleinen Vogelsand bis in die Eitzenbalje hinein. Der obere Teil des Kleinen Vogelsandes ist etwas feinkörniger. Die dg-Werte schwanken hier zwischen 0,20 und 0,162. Der Insel Neuwerk im Westen und Nordwesten unmittelbar vorgelagert besteht das Watt in einem schmalen Streifen aus grobkörnigerem Material, als die weitere Umgebung aufweist. Die gemittelten Korndurchmesser schwanken hier zwischen 0,312 und 0,20.

Die Wattrückenlandschaft westlich Neuwerk läßt größere Flächen mit dg-Werten zwischen 0,15 und 0,20 erkennen. Es gibt aber auch Flächen mit dg-Werten unter 0,15. Diese Flächen erstrecken sich einmal aus der Gegend der Wattwasserscheide in Richtung auf die beiderseits der Wasserscheide vorhandenen Prielsysteme. Zum anderen erstrecken sie sich von den Wattflächen in Richtung auf einzelne Prielzüge. Das gilt auch für den Unteren Wittsand. Die Oberfläche der Schwemmsandplate scheint auf den ersten Blick eine ziemlich ungeordnete Korngrößenverteilung aufzuweisen. Bei näherer Betrachtung zeigt sich aber, daß das nicht der Fall ist. Am Nordwestrand kommen auf einem schmalen Streifen Werte von 0,296 vor. Die große Plate selbst besitzt drei große Zentren mit größerem Material. Ein solches Zentrum befindet sich im Südwesten mit Werten zwischen 0,314 bis 0,257. Ein weiteres Zentrum liegt im Westen mit Werten zwischen 0,28 bis 0,25, und das dritte Zentrum erstreckt sich zwischen der Wattkante im Nordosten in etwa südwestlicher Richtung bis ungefähr in die Mitte der Plate. Die breite Front zeigt nach Nordwesten. Es liegt hier zwischen einem Streifen mit etwas feinkörnigerem Material im Westen mit dg-Werten eben unter 0,20 und dem Hundebaljensystem im Osten. Zwischen diesen drei Zentren dehnen sich große Flächen mit nur um wenig geringeren Werten als denen der Zentren, nämlich zwischen 0,25 und 0,20.

2. Das regionale Bild der Flächen gleicher Wertstufen der Kornanteile unter 0,1 mm Durchmesser

Zur Stauwasserzeit, zwischen Tidehochwasser und dem Einsetzen des Ebbestroms, sinkt das feinste Korn zu Boden. Es fällt nicht überall gleichmäßig, sondern hier weniger und dort mehr, je nach den hydrographischen Besonderheiten der Gebietsteile. Im vorliegenden Fall interessiert der Absatz einerseits auf der Wattrückenlandschaft, andererseits der auf der Schwemmsandplate. Aus diesem Grunde wurden die Kornanteile unter 0,1 mm Durchmesser

den Siebergebnissen entnommen und kartiert. Diese Kartierung beruht wie bisher auf dem gleichen Schema. Auf Grund des Beobachtungsnetzes wurden Linien gleicher Anteile der Korngrößenzusammensetzung unter 0,1 mm Durchmesser kartennmäßig dargestellt. Die Flächen zwischen diesen Linien wurden durch Schraffuren als Flächen gleicher Wertstufen der Kornanteile unter 0,1 mm Durchmesser kenntlich gemacht. Die auf diese Weise sich ergebende Abbildung 3 zeigt die Aufteilung in verschiedene Flächen, deren Besonderheiten hier zu schildern sind.

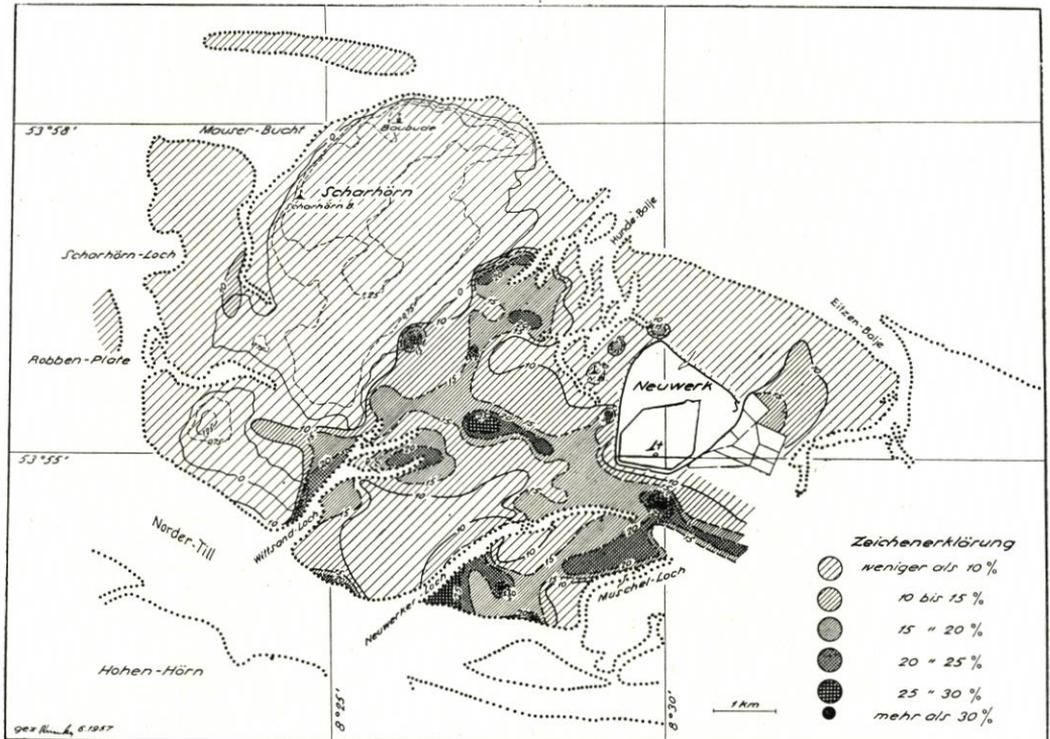


Abb. 3. Korngrößenverteilung der Korngrößen unter 0,1 mm Durchmesser

Sowohl die Außensände als auch das Außenwatt bzw. die große Schwemmsandplate besitzen weniger als 10% Anteil an Korngrößen unter 0,1 mm Durchmesser. Nur eine kleinere Fläche im Osten des Außenwatts, am Priel, der zur Mauerbucht hin entwässert, zeigt eine Beteiligung der Korngrößen unter 0,1 mm mit über 10%. Ein ganz anderes Bild vermittelt die zwischen der Schwemmsandplate und Neuwerk gelegene Watt Rückenlandschaft. Noch klarer als die Karte der gemittelten Korndurchmesser zeigt die Karte mit den Flächen gleicher Wertstufen der Kornanteile unter 0,1 mm den Charakter dieser Watt Rückenlandschaft. Der hohe Watt Rücken zeigt die höchsten Anteile der Korngrößen unter 0,1 Millimeter, und zwar über 25%; im Süden von Neuwerk sogar mit über 30%.

Von der Höhe des Watt Rückens nach Norden und Süden nimmt der Anteil an feinstem Korn bis auf 10% ab, während der hohe Anteil an die Längserstreckung des Watt Rückens gebunden bleibt. Im Norden folgt um das System der Hundebalje bis auf den Kleinen Vogel sand hinauf ein geringerer Anteil der Körnung unter 0,1 mm, und zwar unter 10%.

Ein ähnliches Bild ergibt sich im Süden. Dort folgen auf dem oberen Wittsand Korngrößenzusammensetzungen mit weniger als 10% Anteilen unter 0,1 mm. Sowohl nach dem

Wittsandloch als auch nach dem Neuerker Loch hin ergibt sich von dieser großen Fläche mit geringem Anteil eine Staffelung zu höheren Anteilen, nämlich 15 % und darüber. Die Randschlickwatten an den Prielen weisen naturgemäß auch höhere Anteile auf, so im Wittsandloch über 20 % bzw. 25 % und im Neuerker Loch ebenfalls über 20 % und 25 %. Sehr hohe Anteile ergeben sich auch auf dem Wattrücken dort, wo es die hydrographischen Verhältnisse ermöglichen. Eben solche kleinen Gebiete finden sich im Westen und Nordwesten der Insel Neuwerk unmittelbar vorgelagert. Während der Kleine Vogelsand im allgemeinen eine Kornzusammensetzung besitzt, deren Anteile unter 0,1 mm nur weniger als 10 % betragen, zeigt sich, daß sich vom Anlandungsgebiet her im Osten der Insel Neuwerk ein breiter Streifen in Richtung auf die Elbe hin erstreckt mit Anteilen von 10 % bis 15 %. Der im Süden der Insel Neuwerk gelegene Schafsand zeigt verwickeltere Verhältnisse. Ein schmales Gebiet mit hohen Anteilen unter 0,1 mm, nämlich über 20 %, erstreckt sich von Nordosten her auf den Schafsand eben nördlich des Neuerker Lochs und diesem Priel fast parallel ziehend. Sowohl zum Neuerker Loch als auch zum Muschelloch hin nehmen die Anteile ab. Diese Abnahme erfolgt zum Muschelloch hin schneller, zum Neuerker Loch hin allmählich, und zwar bis zu Anteilen unter 10 %. Im Südwesten des Schafsandes nehmen die Anteile wieder zu und erreichen Werte bis zu 28,4 %.

3. Das regionale Bild der Flächen gleicher Wertstufen des Verhältnisses Klinaugit : Epidot · 100

Das regionale Bild der Flächen gleicher Wertstufen des gemittelten Korndurchmessers läßt ebenso wie das regionale Bild der Kornanteile unter 0,1 mm eine petrographisch gegliederte Landschaft erkennen. Im Westen befindet sich die hohe Schwemmsandplate mit den drei ausgeprägten Zentren ausgesonderten wenig gröberen Materials als in der Umgebung, als Zeichen der Brandung von Südwesten, Westen und Nordwesten. Weiter nach Osten aber folgt die hohe Wattrückenlandschaft mit der Konzentration des feinkörnigen Materials auf dem Wattrücken und im Schutz der Ostflanke der Schwemmsandplate. Dieser Landschaft eigentümlich sind die vom Rücken nach Norden und Süden entwässernden Prielzüge, die sich petrographisch durch eine in diesen Richtungen vollziehende Materialsonderung zu erkennen geben. Demnach zeichnet sich eine Anfrachtung von Sand aus westlichen Richtungen ab. Der herangeführte Sand wird über die Schwemmsandplate verteilt und abgesetzt. Ein Teil dieses Materials jedoch gelangt schließlich in das Gebiet der Wattrückenlandschaft. Hier wird ein Teil des wandernden Materials durch die Prielzüge nördlich und südlich des Wattrückens abgefangen und weiter ausgelesen, während ein Restteil über den Rücken in östlicher Richtung verfrachtet wird.

Um dieses Ergebnis zu festigen, wurde nach dem Vorbild früherer Arbeiten des Verfassers das Verhältnis Klinaugitanteil : Epidotanteil berücksichtigt und ein regionales Bild der Flächen gleicher Wertstufen dieses Verhältnisses gezeichnet (Abb. 4). Es stimmt grundsätzlich mit den oben beschriebenen Untersuchungsergebnissen überein.

Aus westlichen Richtungen wird Sand mit etwas mehr Klinaugit als Epidot bei Scharhörn angefrachtet und auf dem flachen Außenwatt und auf dem Unteren Wittsand kommt es zu einer Sonderung des Materials durch die Brandung. Auch über die hohe Schwemmsandplate wird das Material unter ständiger Abnahme des Klinaugitanteils zugunsten des Epidotanteils verteilt. Der schmale von Norden nach Süden bis zum Robbenloch greifende Streifen mit einer auf diesen Priel hin gerichteten Auslese des Materials ändert an dem aufgezeigten großflächig verlaufenden Vorgang nichts. Denn auch die Wattrückenlandschaft zeigt bis östlich der Insel Neuwerk eine von Westen nach Osten greifende Verfrachtung und Auslese.

Die Prielzüge jedoch lassen deutlich ein teilweises Abfangen des wandernden Materials erkennen. Die Anfrachtung des wandernden Materials erfolgt aus westlichen Richtungen. Von Westen nach Osten wird dieses Material über das Watt bewegt. Von woher allerdings das Material kommt, ist noch unklar. Da das angefrachtete Material jedoch etwas mehr Augit als Epidot enthält, könnte es sein, daß es mit gleichartigem in Aufarbeitung begriffenem postglazialen Material am äußersten Ende der Außenelbe im Zusammenhang steht, was noch zu beweisen wäre.

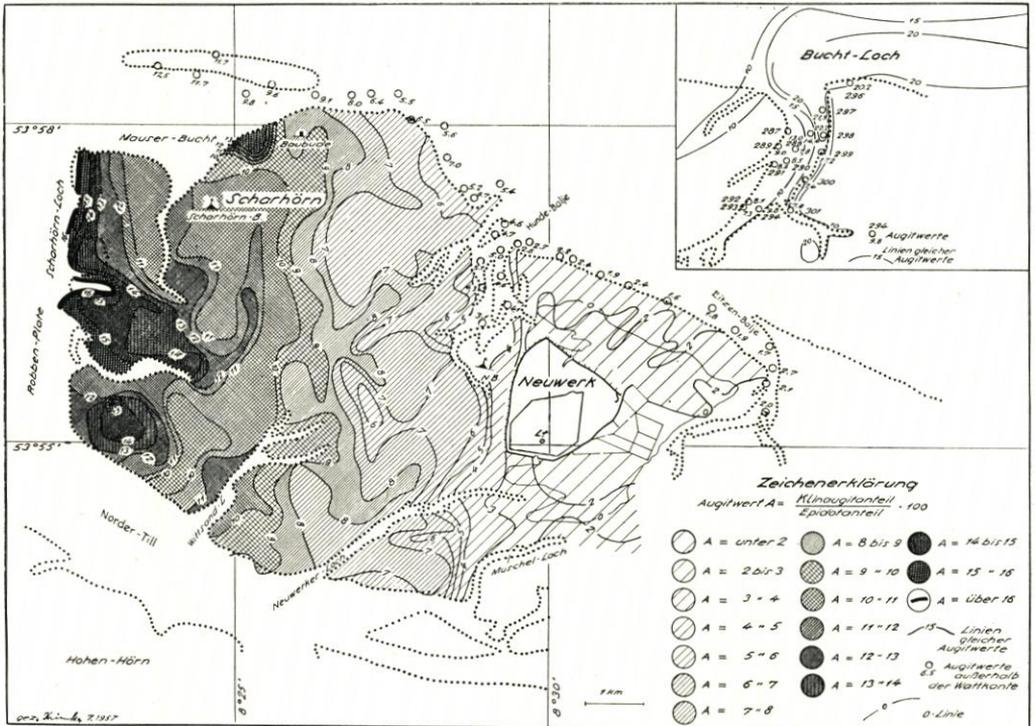


Abb. 4. Linien gleicher Augitwerte

Verfasser hat in seiner ersten Arbeit (1952, S. 22 u. 23) darauf hingewiesen, daß Sand zu Beginn der Ebbezeit mit dem Ebbestrom aus der Gegend der Tonne 0 in Richtung auf die Buchtlochmündung verdriftet wird. Der nachfolgende Flutstrom läßt das bis hierher gelangte Material in das Buchtloch eindringen und verfrachtet und verteilt es buchtlochaufwärts bis zur Wattwasserscheide. Hier wird ein Teil des Materials abgesetzt. Bekannt war seinerzeit das Vorhandensein des mit Klinaugit durchsetzten Materials auf der Wattwasserscheide und vor der Buchtlochmündung. Im Buchtloch selbst fehlten Beobachtungen. Sie wurden nachgeholt und damit der folgende Nachweis erbracht, daß sich der Vorgang so abspielt, wie er in der ersten Arbeit geschildert wurde. Abbildung 4 zeigt in der oberen rechten Ecke eine Sonderdarstellung vom Buchtloch. Aus ihr geht hervor, daß das vom Ebbestrom bis zur Buchtlochmündung herangeführte Material vom nachfolgenden Flutstrom tatsächlich in das Buchtloch hineingespült wird. An der Ostseite des breiten Priels wandert es buchtlochaufwärts und büßt hierbei zugunsten des Epidotanteils etwas von seinem Augitanteil ein. Schließlich gelangt dieses Material auf die Wattflächen der Wattwasserscheide, wo es zum Absatz gelangt. Im Westteil

des breiten Prieles jedoch ist nichts von dem buchtlochaufwärts wandernden Material zu erkennen. Hier wandert Wattensand mit dem Ebbestrom buchtlochabwärts. Dieser Nachweis ist deshalb erfreulich, weil er zeigt, wie empfindlich Schwerminerale oft auf Verteilungsvorgänge reagieren.

LUCHT (1953) bezweifelt wegen des Unterschiedes im spezifischen Gewicht, daß die Schwermineralkörner ebenso stark wie Quarzkörner wandern. Hierzu ist zu bemerken, daß es in einer Sandmischung mit verschiedenen Korngrößen Schwerminerale geben wird, die mit Quarzkörnern dieser Mischung gemeinsam und gleich stark wandern. Für jede Quarzsandkorngröße gibt es gleichschwere Schwermineralkörner. Quarzkörner z. B. von 0,212 mm Durchmesser besitzen ein Gewicht von $1,32 \cdot 10^{-5}$ g. Das gleiche Gewicht haben Klinkerpartikel von 0,2 mm Durchmesser, wenn man Kugelform voraussetzt. Quarzkörner von 0,217 mm Durchmesser entsprechen gewichtsmäßig Epidotkörnern von 0,2 mm Durchmesser. Bei gleichem Gewicht weichen die Durchmesser dieser Schwermineralkörner von denen der Quarzkörner nur um etwas mehr als ein Hundertstel Millimeter ab. Ähnliche Rechnungen lassen sich für andere Schwerminerale durchführen. Bei einer solchen Rechnung ist jedoch daran zu denken, daß erfahrungsgemäß die Korngrößengruppe 0,2 bis 0,1 mm für Analysen herangezogen wird.

IV. Schalengemeinschaften

Das Neuwerker Watt mit dem größten Teil der Schwemmsandplate von Scharhorn und dem Watrück zwischen dieser Plate und Neuwerk sowie die Watten im Süden: der Untere und Obere Wittsand und der Schafsand wie auch der Kleine Vogelsand im Norden von Neuwerk weisen eine Schalengemeinschaft auf, die der des Watts entspricht (SIMON 1952, Zone III b). Als Schalengemeinschaft wurde aus guten Gründen die Gemeinschaft der aus ihren Wattwohngründen ausgespülten Schalen bezeichnet. Es ist eine recht artenarme Fauna. Die Vorherrschaft besitzen unbestreitbar die Sandklaffmuschel (*Mya arenaria* L), die Herzmuschel (*Cardium edule* L) und die Tellmuschel (*Macoma balthica* L), im großen und ganzen etwas weniger häufig, dafür aber örtlich an mehr oder weniger flachen Prielhängen mit reichlich feinkörniger Komponente angereichert, wie es im Muscheloch beispielsweise der Fall ist, die Miesmuschel (*Mytilus edulis* L). Auf höhergelegenen Wattflächen finden sich hin und wieder die Schalen der Pfeffermuschel (*Scrobicularia plana* Da Costa). Die kleinen Schneckengehäuse der Wattschnecke (*Hydrobia ulvae* Pennant) sind oft recht zahlreich über die Wattflächen verstreut. Damit ist die Schalengemeinschaft des Watts bereits umrissen. Die gleiche Gemeinschaft findet sich in den Prielen und vor den Prielmündungen. Die Priele bringen diese Gemeinschaft im Süden in den großen Wattstrom Norder Till und im Norden in die Außenelbe, wo sie von Gezeitenströmungen verteilt wird. Die Karte der Schalengemeinschaften (Abb. 5) zeigt jedoch von der Wattkante im Norden eine über die Schwemmsandplate von Scharhorn in Richtung auf das Robbenloch hin verlaufende Grenze. Östlich dieser Grenze befindet sich das große Gebiet mit der eintönigen Schalengemeinschaft des Watts. Westlich dieser Grenze jedoch ist die Schalengemeinschaft des Watts mit Formen aus tieferem Wasser (Zone II der Außenelbearbeit 1952) und einzelnen Formen aus der Deutschen Bucht (Zone I b) untermischt. Außer den vorgenannten Schalen des Watts finden sich hier die Muschelschalen *Macra corallina*, *Donax vitatus*, *Ensis ensis*, *Spisula subtruncata*, *Venerupis pullastra*, *Abra alba*, *Angulus tenuis*, *Angulus fabula*. An Schneckengehäusen kommen *Littorina litorea* und *Buccinum undatum* vor. Es wurde aber auch im Spülsaum zwischen der Scharhorn-Bake und der Düne ein Gehäuse der Turmschnecke *Turritella communis* und im Spülsaum 100 m nördlich der Rettungsbake ein gut erhaltenes Gehäuse der Süßwasserschnecke *Viviparus fasciatus forma penthicus* gefunden.

Nördlich des Scharhörnriffs erstreckt sich von Westen, eben nördlich der Wattkante des Kugelbakenfahrwassers aufwärts ein schmaler Streifen mit einer Schallengemeinschaft der Außenelbe, vermischt mit Schalen aus den Schlickgründen der Außenelbe. Auf seiner Osterstreckung, das Kugelbakenfahrwasser aufwärts, erfolgt eine stetige Zunahme des Anteils der Wattgemeinschaft durch die Tätigkeit der Priele. Dieser schmale Streifen beherbergt außer den Schalen des Watts folgende Schalen:

Abra alba, *Mysella bidentata*, *Nucula nitida*, *Corbula gibba*, *Thracia papyracea*
und vereinzelt

Donax vittatus, *Mactra corallina*, *Angulus tenuis*.

Es ist zu bemerken, daß die hier aufgezeigte Grenze keine absolut feste sein kann. Sie wird Schwankungen unterliegen, die ihre Ursachen in Witterungsbedingungen und hydrographischen Zustandsänderungen haben werden. Abbildung 5 zeigt jedoch ebenso eindringlich wie deutlich eine aus westlichen Richtungen erfolgende Anfrachtung von Schalen aus tieferem Wasser und aus der Deutschen Bucht. Die Verteilung der Schalen auf der Schwemmsandplate läßt bis zur Verteilungsgrenze hin erkennen, daß sie von Westen nach Osten vor sich geht, wenn der Wasserstand so hoch ist, daß die Plate überflutet. Dieses Ergebnis deckt sich mit dem oben aufgezeigten des petrographischen Zustands.

V. Versuch einer Deutung der Kartierungsergebnisse hinsichtlich der Sandbewegung

Faßt man die oben beschriebenen Ergebnisse zusammen, so ergibt sich ein einheitliches Bild von jeder der Wattlandschaften. Die Oberflächenkartierung scheidet deutlich die Watt Rückenlandschaft von der Schwemmsandplate. Sie gibt aber auch eine Reihe von Einzelheiten wieder, die das Bild vom Zustand des Watts abrunden. Das Werden und Erhalten dieses Zustandes wird möglicherweise aus regionalen Untersuchungsergebnissen abzulesen sein. Infolge der komplexen Natur des Beobachtungsgegenstandes wird eine Deutung dieser Spuren nicht einfach sein. Erst wachsendes Beobachtungsmaterial bringt hier wachsende Einsichten mit sich. Deshalb soll nur der Versuch einer Deutung unternommen werden, gleichviel, ob diese Deutung später einmal eingeschränkt oder ergänzt werden muß. Bei diesem Versuch beschreiben wir die einzelnen Landschaften am zweckmäßigsten von Westen nach Osten gehend. Wir kommen also von den Außensänden und gehen über das Außenwatt, über die Schwemmsandplate auf die Watt Rückenlandschaft und betrachten dabei alles, was zum Werden und Erhalten des Zustandes beigetragen hat und gegenwärtig immer noch beiträgt. Auf der Robbenplate finden wir reinen Sand. Der Anteil der Korngrößen unter 0,1 mm beträgt weniger als 10 %, meistens nur 1 bis 2 %. Die gemittelten Korndurchmesser haben Werte zwischen 0,20 und 0,232 mm. Die Oberfläche der Plate ist mit Rippelmarken überzogen und nur wenige hierher verdriftete und zum Teil beschädigte Muschelschalen hat der Ebbestrom zurückgelassen. Dies sind Schalen der Muscheln *Mactra corallina*, *Spisula subtruncata*, *Donax vittatus*, *Abra alba*, *Scrobicularia plana*, *Angulus tenuis*, *Angulus fabula*, *Barnea candida*. Außer sehr selten zu beobachtenden Kothaufen von *Arenicola maritima* finden sich keine Lebensspuren. Die Plate ist lebensfeindlich. Sie steigt von Westen nach Osten ganz allmählich, ja kaum merklich über den Niedrigwasserspiegel und erreicht ihre höchste Erhebung im Osten. Hier, aber auch im Süden fällt sie steil ab. Im Osten am Scharhörnloch sind Flutstrombänke ausgebildet, die den Überfall des kräftigen Flutstroms über die Robbenplate anzeigen. Faßt man diese Beobachtungen zusammen, so ist zu sagen, daß die Robbenplate der aus westlichen Richtungen brandenden Dünung ihr Dasein verdankt. Sie ist eine riesige Brandungsbank und deshalb

lebensfeindlich. Die Flutstrombänke im Osten der Plate deuten an, daß sie, außer von der Brandung, auch von den Gezeitenströmungen stark beeinflusst wird, wie es ihrer Lage vor Scharhörn zwischen der Elbe und dem großen Wattstrom Norder Till entspricht.

Auch das Scharhörnriff gehört zu den Außensänden. Dieses Sandriff ist aus reinen Sanden aufgebaut. Der Anteil der Zusammensetzung unter 0,1 mm beträgt zwischen 0,6 und 2,4%. Die gemittelten Korndurchmesser bewegen sich zwischen 0,172 und 0,270 mm. Der nördliche

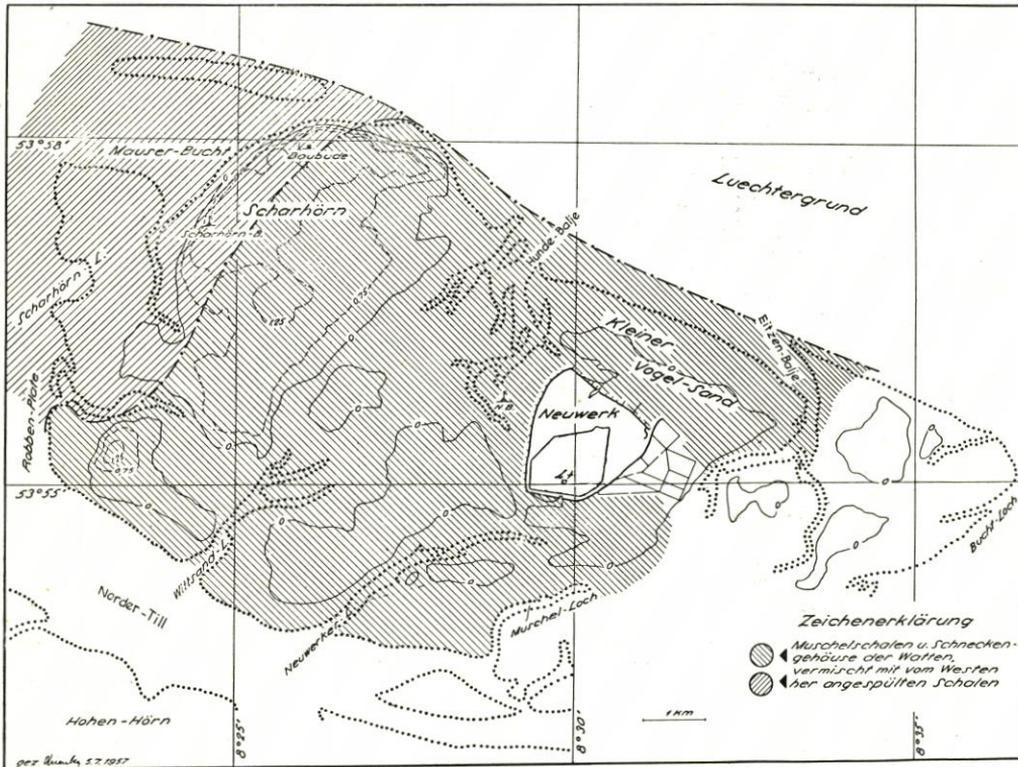


Abb. 5. Ostgrenze der vom Westen her auf das Watt verdrifteten Muschelschalen im Sommer 1952

Teil des Riffs an der Elbe zeigt eine glatte Oberfläche infolge brandender Wellen und besitzt die größte Körnung mit einem dg-Wert von 0,270 mm. Der mittlere Teil des in westöstlicher Richtung langgestreckten Riffs ist mit einer Ebbestrombankserie überzogen.

Die dg-Werte dieser Sandflächen schwanken zwischen 0,229 und 0,235 mm. Sowohl der nördliche als auch der mittlere Streifen des Riffs sind lebensfeindlich. Im Süden des Riffs jedoch sinkt eine etwas feinkörnigere Sandfläche ganz allmählich bis zur Niedrigwasserlinie und setzt sich sehr flach unter dieser in südlicher Richtung fort. Der dg-Wert dieses Sandes beträgt 0,172 mm und der Anteil der Körner unter 0,1 mm ist mit 2,4% etwas höher als auf den mittleren und nördlichen Streifen. Hier im Schutze der Brandung ist Leben. Etwas außerhalb der Strombankserie beginnen in südlicher Richtung erst vereinzelt, dann immer häufiger die Kothaufen von *Arenicola* aufzutreten. Eben unter der Oberfläche siedeln sehr eng beieinander Herzmuschel und Seeigel. Brandung und Gezeitenströmung bilden die Voraussetzungen für den Aufbau des Riffs.

Zwischen dem Robbenloch im Süden und der Mauserbucht im Norden dehnt sich ein flaches Außenwatt vor der Schwemmsandplate von Scharhörn. Es steigt vom Westen her kaum merklich über die Niedrigwasserlinie und erreicht seine höchsten Erhebungen am Priel, der das Außenwatt von der hohen Schwemmsandplate trennt. Hier fällt das Watt steil zum Priel hin ab. Mit Ausnahme eines kleinen, sehr flachen Gebietes bei den Entnahmeorten 24 und 25 ist der Anteil der Körner unter 0,1 mm geringer als 10%. Die gemittelten Korngrößen bewegen sich zwischen 0,299 und 0,152 mm. Sie zeigen, wie Abbildung 2 zu erkennen gibt, auf der Wattfläche eine planmäßige Verteilung an. Das gröbere Korn liegt im Westen und Nordwesten und entspricht dem der Robbenplate und des Scharhörnriffs. Von Westen nach Osten und von Nordwesten nach Südosten jedoch nehmen die Werte der gemittelten Korndurchmesser ab. Es findet eine Kornsonderung statt, die durch Brandung erfolgt. Brandungsauslese zeigt auch in diesem Gebiet die Abbildung 4 der Flächen gleicher Wertstufen des Verhältnisses Klinaugit/Epidot. Die Brandung von Nordwesten her wird überdies durch eine auf das Watt aufgesetzte große Brandungsbank gekennzeichnet, deren Steilkante nach Südosten zeigt und bogenförmig ausgebildet ist (Abb. 2). Leben ist auf dem Außenwatt kaum zu finden. Sehr selten sind Kothaufen von *Arenicola* auf der von Rippelmarken überzogenen Oberfläche zu entdecken. Vom Ebbestrom zurückgelassene Schalen von *Mactra corallina*, *Spisula subtruncata*, *Scrobicularia plana*, *Angulus tenuis*, *Angulus fabula*, *Ensis ensis* und *Petricola pholadiformis* finden sich selten. Ebenfalls sehr selten sind die Gehäuse der Schnecke *Buccinum undatum* und leere Seeigelgehäuse. Die Brandung ist die Gestalterin dieses Außenwatts, denn das allmähliche Ansteigen des Watts von Westen nach Osten und die im nördlichen Teil auf das Watt aufgesetzte Brandungsbank zeigen, daß das ganze Außenwatt einer sehr großen Brandungsbank entsprechen dürfte. Den Brandungsbankcharakter unterstreicht die von Westen nach Osten und von Nordwesten nach Südosten gerichtete Kornsonderung. Der Priel zwischen der Schwemmsandplate und dem Außenwatt läßt sich mit einem Brandungspriel vergleichen.

Mit der Schwemmsandplate betritt man eine völlig andersgeartete Landschaft. Sie ragt hoch über das flache Außenwatt empor und fällt mit starkem Gefälle nach Westen und Nordwesten ab. Nach Süden und Südwesten ist der Abfall sanfter. Große Teile dieser ausgedehnten Schwemmsandplate ragen drei Meter und wenig mehr über die Niedrigwasserlinie heraus. Sie werden nicht mehr ständig von der Flut überspült. Der Sand dieser hohen Flächen ist ein Spiel der Winde und daher so locker gelagert, daß der Fuß an manchen Orten um wenig in diesen Flugsand einsinkt. Der Sand wird schon bei mäßigem Wind fortgetragen und weht über die Oberfläche, bis er irgendwo zum Absatz gelangt oder mithilft, die Plate und die künstlich erzeugte Düne weiter aufzubauen. Nach Regenfällen zeigen Regentropfeneindrücke auf der Oberfläche, daß der Sand von dem flutenden Wasser längere Zeit nicht erreicht wurde. Diese hochgelegene Fläche wird von einem Kranz gestaffelter Spülsaume umgeben. Diese zeigen die verschiedenen Hochwasserstände an. Außerhalb dieser Spülsaumringe befinden sich diejenigen Flächen der Schwemmsandplate, die ständig, täglich zweimal, überflutet werden. Leichte Rippelmarken weisen auf diesen Vorgang hin. Im Westen aber, dort, wo die Brandung der hohen Dünung gegen das Watt schlägt, und im Nordwesten und Norden befinden sich mehrere Strandwälle übereinander. Hinter jedem Strandwall liegt eine flache Senke, über dieser Senke ein weiterer Strandwall und so fort bis zur Hochwasserlinie. Je höher jedoch das Wasser bei starken Winden um West steigt, um so mehr wird die Schwemmsandplate überflutet und die von der Brandung herangetragenen Schalen der Muschel *Mactra corallina* über die Plate verteilt (Abb. 5). Ebenso ergeht es dem von der Brandung herangetragenen Treibgut. Der Sand der Schwemmsandplate ist rein. Sein Anteil an Körnern unter 0,1 mm beträgt weniger als 10%. Die gemittelten Korngrößen liegen zwischen 0,314 und 0,191 mm. Bemerkenswerterweise gibt es drei Zentren mit etwas höheren dg-Werten auf dieser

großen Plate. Es sind durch die Brandung hervorgerufene Aussonderungszentren. Ein solches Zentrum im Südwesten verdankt sein Dasein den Südweststürmen, deren hohe brandende Dünung den sanfteren Hang hinaufrollt. Ein anderes Zentrum erstreckt sich aus der Gegend der Rettungsbake nach Süden und wird von den Weststürmen erzeugt (Abb. 2). Das dritte Zentrum liegt etwas im Hintergrund vor dem Hundebaljensystem. Nordweststürme haben es entstehen lassen. Im Nordwesten am Rande der Plate befindet sich ein Streifen höherer dg -Werte. Er zeigt die Auslese bei Brandung unter normalen Verhältnissen. Erst wenn das Wasser höher steigt, wird über größere Flächen weiter sortiert. Dies zeigt die mit der 0,20 mm-Linie umrissene Fläche an. Erst hinter dieser liegt die Aufbereitungszone bei noch weiter steigendem Wasser. Der Spülsaum im Westen und Nordwesten enthält verdriftete und von der Ebbe zurückgelassene Schalen in großer Menge. Außer den Formen des Watts finden sich hier Formen der Außenelbe und der Deutschen Bucht. Das vereinzelte Vorkommen des verdrifteten Süßwasserschneckengehäuses von *Viviparus fasciatus forma penthicus* zeigt den verdriftenden Einfluß der Gezeitenströme an. In der Außenelbe trifft man zuweilen im Schill Reste von Süßwassermolluskenschalen an.

Aus allen diesen Beobachtungen geht hervor, daß die Schwemmsandplate von Scharhörn der Brandung und teilweisen Überflutung ebenso wie dem Flugsand auf den höheren Teilen ihr Dasein verdankt. Dieser Eindruck wird verstärkt durch eine von Westen bzw. Westnordwesten nach Osten hin erfolgende großflächige Abnahme des Klinaugitanteils zugunsten des Epidotanteils. Die Sonderverteilung auf einem schmalen von Norden nach Süden bis zum Robbenloch greifenden Streifen zeigt den Einfluß des Priels, ändert aber an der Tendenz der von Westen nach Osten gerichteten großflächigen Verteilung nichts. Die brandenden Wellen schlagen bei Stürmen um West und sehr hohen Wasserständen über die Plate, und ausgespülte Sandmassen werden hierdurch den Prielen Wittsandloch im Süden und Hundebalje im Norden der Wattwasserscheide zugeführt (Abb. 2). Ähnlich wie die große Schwemmsandplate von Scharhörn ist der Untere Wittsand der Brandung und den Stürmen ausgesetzt. Das Robbenloch im Norden trennt dieses Wattgebiet von dem flachen Außenwatt (Abb. 2). Im Osten wird der Untere Wittsand von dem Wittsandloch, im Süden von der Norder Till begrenzt. Nach Westen hin fällt das Watt ganz allmählich unter die Niedrigwasserlinie. Flächen geringen Umfangs zeigen auf diesem Watt Höhen von 3 m über Kartennull. Das Bild der gemittelten Korngrößen (Abb. 2) zeigt, wenn auch sehr viel engräumiger, gewisse Ähnlichkeiten mit dem der Schwemmsandplate. Auf den höchsten Warteilen sind, durch die Brandung angereichert, die gemittelten Korndurchmesser mit $dg = 0,262$ und $0,264$ ermittelt am größten.

Rings um dieses Gebiet scharen sich Flächen mit geringeren gemittelten Korndurchmessern. Sie zeigen eine Sonderung bei ablaufendem Wasser an. Ebbestrombänke im nördlichen Teil des Unteren Wittsandes, im Einflußbereich des Robbenlochs, weisen ebenfalls auf diesen Vorgang hin. Im Norden des Watts beginnt sich eine Fläche mit geringen dg -Werten, nämlich unter 0,15 mm in Richtung auf das Wittsandloch auszubreiten. Diese Fläche zeigt eine Verteilung von Material zum Wittsandloch an. Kleinere Seegrasrasenflächen südlich des Gebietes mit den geringen dg -Werten lassen vermuten, daß hier keine Erosion mehr, sondern vielmehr Wachstum des Watts vorliegen dürfte. Dieser Vorgang scheint deswegen einleuchtend, weil diese Seegrasflächen östlich des Gebietes liegen, dessen Korngrößen durch Brandung ausgelesen wurden. Die fortgespülten Körner kommen bei westlichen Winden östlich dieses Gebietes zum Absatz, falls sie nicht weiter ausgesondert und weiter fortgeführt in dem Gebiet mit den Korngrößen unter 0,15 zum Absatz kommen. Von hier werden sie dem Wittsandloch allmählich zugeführt. Während der Untere Wittsand im allgemeinen weniger als 10 % Kornanteile unter 0,1 mm Durchmesser aufweist, zeigt gerade die Fläche mit den geringen dg -Werten zum Wittsandloch zunehmend Anteile unter 0,1 mm (Abb. 3). Am Wittsandloch selbst

liegen schließlich Anteile über 25 % vor. Mit Ausnahme der Watthänge am unteren Robbenloch finden sich auf den Flächen des Unteren Wittsandes nur die Muscheln und Schnecken des Watts. Die Sandklaffmuschel bestreitet vor allem auf den höchstgelegenen Teilen in der Brandungszone die Hauptmenge der ausgespülten Schalen. Daneben treten die Schalen der Herzmuschel, der Tellermuschel und seltener die der Miesmuschel auf. Weiter nach Osten hin wird der Einfluß der Brandung auf das Sediment schwächer. Auf dem Oberen Wittsand ist dieser Einfluß noch erkennbar, aber nicht mehr auf dem Schafsand (Abb. 2). Der aufbauende und verteilende Einfluß der Gezeitenströme tritt immer stärker hervor. Durch Brandung angeereicherte Korngrößen machen sich im südöstlichen Teil des Oberen Wittsandes bemerkbar. Die dg-Werte erreichen hier Größen von 0,215 mm. Der Hauptteil der Flächen nimmt ein Sediment ein mit dg-Werten zwischen 0,20 und 0,15 mm. Auf diesen Flächen siedelt Seegras und zeigt zumindest Ruhe, wenn nicht sogar Aufbau an. Nur in Nähe der Priele, des Wittsandlochs im Westen und des Neuwerker Lochs im Osten sinkt der gemittelte Korndurchmesser auf kleinen Flächen unter 0,15 mm. Dieses Wattgebiet weist hauptsächlich weniger als 10 % Anteile unter 0,1 mm auf. Von dieser großen zentralen Fläche (Abb. 2) nehmen die gemittelten Korndurchmesser in Richtung auf die Priele und auf die Norder Till hin ab. Es ist der Einfluß der Gezeitenströme mit den Stauzeiten, der hier verteilend und niederschlagend wirkt. Dieser Einfluß wird weiter östlich auf dem Schafsand noch stärker. Die Tätigkeit der Brandung ist hier nicht zu entdecken. Die Gezeiten bewegen und verteilen den Sand. Die Stauzeiten bringen das feinste Korn zum Absatz. Abbildung 3 zeigt deutlich von Westen nach Osten, vom Unteren Wittsand über den Oberen Wittsand zum Schafsand die Zunahme dieser Anteile unter 0,1 mm.

Zwischen der Schwemmsandplate im Westen und der Insel Neuwerk im Osten erstreckt sich der hohe Wattrücken. Der größte Teil dieser Wattflächen wird von einem Sediment mit gemitteltem Korndurchmesser zwischen 0,20 und 0,15 mm eingenommen. Von den Prielen, der Hundebalje im Norden und dem Wittsandloch, wie auch vom Neuwerker Loch im Süden greifen zungenförmige Flächen mit geringen dg-Werten in diese große Fläche hinein. Sie verdeutlichen die Sonderung und Verteilung der Korngrößen diesseits und jenseits von der Wattwasserscheide in Richtung auf die Priele. Ausgespülte Schalen der Sandklaffmuschel, die auf dem Wattrücken umherliegen, weisen auf eine schwache Denudation des Wattrückens hin. Die Erosion zwingt das ausgespülte Sediment in die Prielsysteme. Vor allem aber wird es die Ostkante der großen Schwemmsandplate sein, die hier von den Gezeitenströmen angegriffen wird. Ihr Material wird hierbei gesondert und der Hundebalje und dem Wittsandloch zugeführt. Bei sehr hohem Wasserstand und Stürmen aus West wird der Sand der Schwemmsandplate aufgewirbelt und nach Osten verschleppt. Von hier aus gelangt er aufbereitet durch die Hundebalje in die Elbe und durch das Wittsandloch in die Norder Till, während ein Restteil weiter nach Osten wandert. Dieses verdeutlicht auch die Karte der Anteile unter 0,1 mm Durchmesser (Abb. 3). Der hohe Wattrücken besitzt auf seiner Längserstreckung hohe Anteile des feinsten Kornes. In nördlicher und südlicher Richtung nehmen diese Anteile ab, bis sie die 10 %-Grenze erreichen. Auf dem hohen Wattrücken wird zur Stauzeit das feinste Korn niedergeschlagen. Es wird aber nicht durch die Gezeitenströme wieder entfernt. Von der Schwemmsandplate im Westen findet in östlicher Richtung nicht nur Kornverteilung, sondern auch Anreicherung des feinsten Kornes statt. Hier findet im Schutz der Schwemmsandplate zur Stauzeit sein Absatz statt. Der Ebbestrom verfrachtet das feinste Korn in die Priele, wo es teilweise auf den Prielhängen zum Niederschlag kommt. Der Klinaugitanteil nimmt auch in dem Gebiet zwischen der Schwemmsandplate und Neuwerk von Westen nach Osten zugunsten des Epidotanteils ab und zeigt damit eine Sonderung und Verteilung des bei Scharhörn angefrachteten Materials über das Watt. Nur die Prielzüge

beiderseits des hohen Wattrückens bringen einen Teil des wandernden Materials zur Elbe, einen anderen Teil zur Norder Till (Abb. 4).

Nördlich der Insel Neuwerk befindet sich der Kleine Vogelsand. Der Sand dieses Watts besitzt dg-Werte zwischen 0,154 und 0,20 mm. Auf dem von Süden nach Norden hin abfallenden Watt finden sich oberhalb der Niedrigwasserlinie in einer Erstreckung von etwas über 500 m Länge Flutstrombänke, die einen Materialtransport zur Mündung der Eitzenbalje verdeutlichen (Abb. 2). Eben über der Niedrigwasserlinie und darunter kommt etwas größerer Sand mit dg-Werten zwischen 0,213 und 0,288 vor. Dieser Sand erstreckt sich streifenförmig bis in die Eitzenbalje hinein. Die Anteile der Korngrößen unter 0,1 mm liegen unter 10 %. Nur nordöstlich Neuwerk erreichen sie mehr als 10 und 15 %. Der Einfluß der Schlickfanganlage im Osten von Neuwerk macht sich hier bemerkbar. Im Westen und Nordwesten von Neuwerk zeigen die höheren dg-Werte die auslesende Tätigkeit der Brandung vor der Insel an. Vom Scharhörnriff her, der Nordkante der Schwemmsandplate folgend, erstreckt sich unter der Niedrigwasserlinie ein Sandstreifen mit dg-Werten, die das Riff und die Schwemmsandplate aufweisen. Dieser Streifen ist über die Mündung der Hundebalje zu verfolgen und erstreckt sich weiter an dem Kleinen Vogelsand entlang und auf diesen übergreifend bis in die Eitzenbalje hinein. Er verdeutlicht den Abbruch des Materials von der Nordkante der Schwemmsandplate von Scharhörn. Das abgspülte Material wird stromauf mit dem Flutstrom verfrachtet. Ein Teil des Materials wird über die nördlichen niedrigwasser-nahen Wattflächen des Kleinen Vogelsandes verteilt und abgesetzt. Ein anderer Teil gelangt in die Eitzenbalje und kommt hier am Westhang des Priels auf dem Kleinen Vogelsand zum Absatz. Während also die Schwemmsandplate als Ganzes noch im Aufbau begriffen sein dürfte, wird sie an ihrer Nordseite vom Flutstrom, der in das Kugelbakenfahrwasser einläuft, angegriffen und abgebaut.

VI. Zusammenfassung

Die vorliegende Arbeit befaßt sich mit dem Neuwerker Watt. Es werden die Wattlandschaften geschildert, die einer sedimentpetrographischen Kartierung unterzogen wurden. Diese Kartierung gründet sich auf Entnahmen von Wattoberflächenproben. Hierbei wurde Wert darauf gelegt, das Netz der Probenentnahmeorte möglichst engmaschig zu gestalten. Die Ergebnisse der Körnungsanalysen und der Schwermineralanalysen wurden für eine kartenmäßige Darstellung des sedimentpetrographischen Zustandes verwandt. Dieser Zustand erlaubt Schlüsse auf die Sandbewegungen. Die Kartierung zeigt in diesem Sinne einen von Westen nach Osten gerichteten Sandtransport über das Neuwerker Watt. Jede der hier beschriebenen Wattlandschaften zeichnet sich durch Sandbewegungen aus, die ihr angemessen sind, Sandbewegungen, welche die einzelnen Landschaften haben entstehen lassen und die sie erhalten. Die Schwemmsandplate von Scharhörn wird von Südwesten, Westen und Nordwesten her durch die brandende Dünung des Meeres und Überflutungen bei Stürmen aufgebaut. Sie bricht aber an ihrer Nordkante ab. Der in das Kugelbakenfahrwasser einströmende Flutstrom sorgt für den Abbau und die Zerstreung des Materials der nördlichen Kante der Schwemmsandplate von Scharhörn. Der hohe Wattrücken, zwischen dieser und der Insel Neuwerk, ist als hochgelegene Wattwasserscheide das Absatzgebiet der feinkörnigen Komponente zur Stauwasserzeit. Nördlich und südlich des Rückens findet ein Materialtransport vom Rücken zu den Prielmündungen hin statt. Auf den im südlichen Teil des Neuwerker Watts gelegenen Flächen des Unteren und Oberen Wittsandes sowie des Schafsandes wird der von Westen

nach Osten hin abnehmende Einfluß der Brandung zugunsten der gestaltenden Tätigkeit der Gezeitenströme geschildert.

Zum Abschluß erlaube ich mir, Herrn Präsident KRAUSE, Herrn Regierungsbaudirektor MEISEL, Herrn Oberregierungsbaurat SCHULZ und Herrn Oberregierungsbaurat SCHMIDT sowie Herrn Regierungsbaurat GRULICH und Herrn Dr. LUCHT meinen Dank auszusprechen für die mir gewährte Unterstützung. Dank gebührt auch dem ehemaligen Leiter des Geologischen Landesamts, Herrn Professor KOCH, für das Interesse, das er der Arbeit entgegenbrachte. Dank sage ich ferner Fräulein Dr. LOESER, die sich der zeitraubenden Anfertigung der Analysen widmete. Herrn BUTZKE gebührt Dank für die navigatorische Arbeit bei der Entnahme der Proben. Dem Bootsführer, Herrn LAU, habe ich für seine stets willige Bereitschaft zu danken.

VII. Schrifttum

1. BAAK, J. A.: Regional Petrology of the Southern North Sea. Diss. Leiden 1936.
2. CROMMELIN, R. D.: De herkomst van het zand van de Waddenzee. Tijdschr. Kon. Ned. Aadr. Gen. 57, 3, 1940.
3. EDELMAN, C. H.: Petrologische Provincies in het Nederlandsche Kwartair. Proefschr. Amsterdam 1933.
4. GELLERT, J. F.: Das Außenelbwatt zwischen Cuxhaven, Duhnen und Scharhörn. Peterm. Mitt. 96, H. 2, 1952.
5. GRY, H.: Eine Methode zur Charakterisierung der Kornverteilung klastischer Sedimente. Geol. Rundschau 19, 1938.
6. HENSEN, W.: Die Entwicklung der Fahrwasserverhältnisse in der Außenelbe. Jahrb. Hafenbautechn. Ges. 18, 1941.
7. LUCHT, Fr.: Die Sandwanderung im unteren Tidegebiet der Elbe. Dtsch. Hydr. Z. 4/5/6, 1953.
8. SIMON, W. G.: Untersuchungsergebnisse an Grundproben aus dem Gebiet der Außenelbe und ihre Ausdeutung hinsichtlich der Sandwanderung 1949/50. Mitt. Wasser- u. Schiffsdir. Hamburg, zugleich Mitt. Geol. Landesamt Hamburg Nr. 1, 1952.
9. SIMON, W. G.: Untersuchungsergebnisse an Grundproben aus dem Gebiet der Elbe zwischen Scheelenkühlen und Cuxhaven und ihre Ausdeutung hinsichtlich der Sandwanderung 1951. Mitt. Wasser- u. Schiffsdir. Hamburg, zugleich Mitt. Geol. Landesamt Hamburg Nr. 11, 1953.
10. SIMON, W. G.: Ergebnisse petrographischer Untersuchungen an Sedimenten der Unterelbe. Mitt. Geol. Staatsinst. Hamburg 23, 1954.
11. SIMON, W. G.: Sedimentpetrographische Kartierung der neuen Ostebank, des Neufelder Watts und des Medemsandes im Gebiet der Elbe und Außenelbe im Sommer 1954. Unveröffentlichter Bericht für die Wasser- und Schiffsdirektion Hamburg.
12. WRAGE, W.: Das Wattenmeer zwischen Trischen und Friedrichskoog. Diss. Univ. Hamburg 1930.