

Schutz sandiger Küsten in Abhängigkeit vom Schutzdünen-Strand-Profil

Von Heie Focken Erchinger

Summary

Barrier dunes are the natural protective structures against flooding of low-lying land during storm surges. Their strength and resistance are to be estimated in consideration of the total dune-beach-profile. For standardization of dune beach profiles three types are to be distinguished. For each of these types the necessary and the possible measures for stabilization of the barrier dunes, and also of inshore dune areas, are described.

Einführung

An sandigen Küsten bilden die Sanddünenketten bei Sturmfluten häufig das natürliche Schutzwerk gegen die Überflutung des niedrigen Geländes, der Dörfer oder Städte. Die Festigkeit und Widerstandsfähigkeit dieser Schutzdünen unmittelbar am Strand ist abhängig von der Breite und Höhe der Dünen und der Weite, Höhe und Lagebeständigkeit des Strandes. Da der Strand in vielen Fällen alternierenden Anlandungs- und Abtragungstendenzen infolge wechselnder Seegangs- und Strömungsverhältnisse unterliegt, sind Strand und Schuttdüne regelmäßig zu beobachten und zu vermessen. Tritt ein stärkerer Dünenabbruch ein, so ist er in Verbindung mit der Strandentwicklung zu sehen. Die Entwicklung ist durch Untersuchung des gesamten Schuttdünen-Strand-Profiles zu ergründen und hinsichtlich der künftigen Entwicklungstendenzen systematisch zu untersuchen.

Systematisierung der Schuttdünen-Strand-Profile

Zur Systematisierung und Erleichterung der Diskussion wird zwischen 3 Schuttdünen-Strand-Profilen unterschieden:

- Typ 1 mit Sandüberschuß und einem durch Sandablagerung hohen und breiten Strand,
- Typ 2 mit ausgeglichener Sandbilanz,
- Typ 3 mit Sandmangel und Stranderosion.

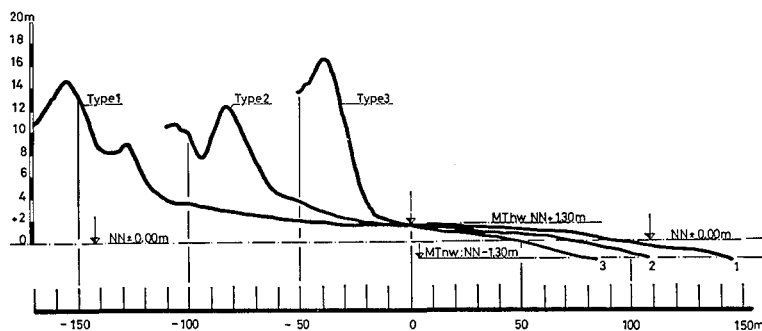
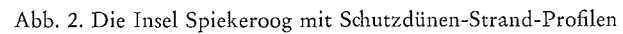


Abb. 1. Schuttdünen-Strand-Profile auf der Insel Spiekeroog



Als Beispiele für die verschiedenen Typen werden Schutzdünen-Strand-Profile der ostfriesischen Insel Spiekeroog gewählt (Abb. 1). In Sturmfluten herrscht hier als Hauptwindrichtung Nordwest vor.

Der Sandtransport geht überwiegend von West nach Ost. Die Riffe passieren das See-gat in einem nach Norden ausschwingenden Riffbogen. Der Anlandungspunkt der Riffe wechselt in gewissen Grenzen. Östlich des Anlandungspunktes herrscht in der Regel Sandüberschuß und westlich Sandmangel vor.

Daher findet sich Typ 1 östlich und Typ 3 westlich des Riff-Anlandungspunktes (Abb. 2).

Typ 1 bezeichnet einen hohen, breiten Strand mit Sandüberschuß. Die Schutzdünen wachsen durch aeolischen Sandtransport und -ablagerung.

Die neu aufwachsenden Dünen und die neuen Sandlagen werden durch natürlichen Bewuchs gefestigt.

Typ 2 weist eine ausgeglichene Sandbilanz und einen weniger breiten und hohen Strand als Typ 1 auf.

Typ 3 wird gekennzeichnet durch einen niedrigen, schmalen Strand mit einem Kliff an der im Abbruch liegenden Schutzdüne. Bei Sturmfluten kommt es zu beträchtlichem Dünenabbruch.

Folgende Angaben sind kennzeichnend für die 3 Schutzdünen-Strand-Typen mit einem mittleren Korndurchmesser von Düne und Strand von 0,2 mm:

Typ 1	Typ 2	Typ 3
Strandneigung zwischen MThw und MThw — 1 m 1 : 90	Strandneigung zwischen MThw und MThw — 1 m 1 : 60	Strandneigung zwischen MThw und MThw — 1 m 1 : 40
Entfernung von der MThw-Linie zum Dünenfuß: 110 m	Entfernung von der MThw-Linie zum Dünenfuß: 65 m	Entfernung von der MThw-Linie zum Dünenfuß: 20 m
Neigung der Dünenböschung der natürlichen, bewachsenen Düne: 1 : 2 des Kliffs auf der Abbruchstrecke: 1 : 1,3.		

Im November/Dezember 1973 traten 21 Sturmfluten auf, davon 5 schwere an unserer Küste.

Diese Sturmfluten führten besonders beim Typ 3 zu beträchtlichem Dünenabbruch und entsprechender Aufhöhung des Strandes.

Beim Typ 1 war nur eine geringe Veränderung festzustellen (Abb. 3). Beim Typ 2

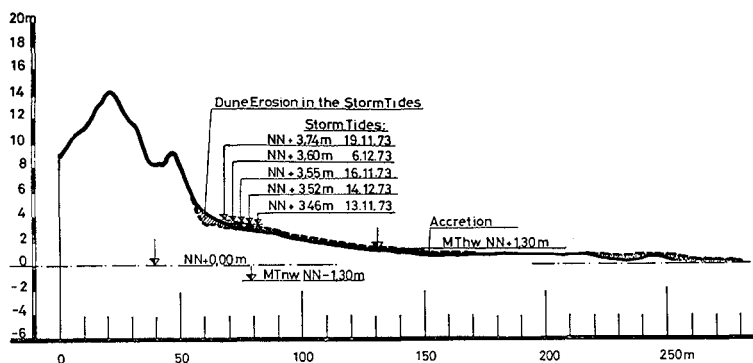


Abb. 3. Typ 1 mit geringer Erosion und Auflandung

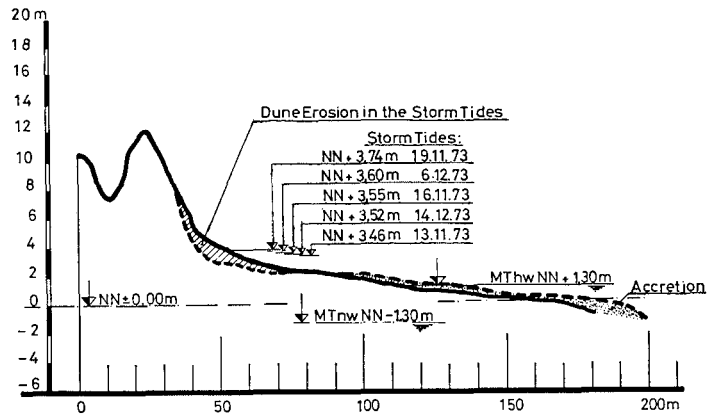


Abb. 4. Typ 2 mit mittlerer Erosion und Auflandung

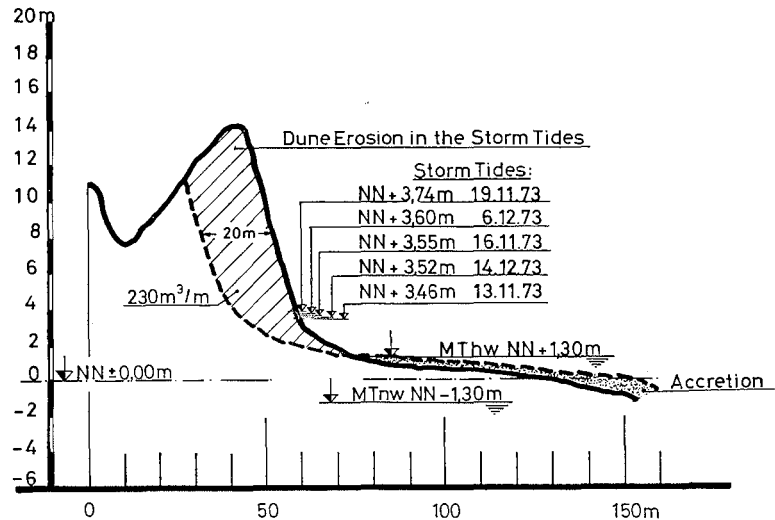


Abb. 5. Typ 3 mit beträchtlicher Erosion und Auflandung

war eine deutliche Brandungskehle ausgeräumt, die inzwischen durch aeolische Ablagerung wieder aufgefüllt worden ist (Abb. 4). Beim Typ 3 war der größte Teil der Randdüne in 20 m Breite und mit einem Verlust von etwa 230 m³/lfdm abgebrochen. Aber ein großer Teil des Sandes blieb dem Strand erhalten, der beträchtlich aufgehöhht wurde (Abb. 5).

Sicherung der Schuttdünen

Die Suche nach geeigneten Maßnahmen zur Sicherung der Schuttdüne zur Erhaltung ihrer Schutzwirkung ist wichtig, da feste, natürliche Sanddünen auf geeigneten Strandstrecken einen ebenso wirkungsvollen und vor allem billigeren Schutz bieten als Deckwerke und Strandmauern. Brauchbare Sicherungsmaßnahmen sind für jede der 3 Schuttdünen-Strand-Typen verschieden und auf diese abzustimmen.

Typ 1: Die Randdüne hinter dem hohen, breiten Strand wächst durch aeolische Sandablagerung.

Neu gebildete Dünen und neue Sandlagen werden gesichert durch natürlichen Bewuchs, überwiegend durch zwei Dünengräser: Strandquecke (*Agropyron junceum*) am Dünenfuß und auf niedrigen Dünenteilen und Strandhafer (Helm) (*Ammophila arenaria*) auf der Böschung und auf höheren Dünenpartien.

Dieser Bewuchs entwickelt sich natürlich und Sicherungsmaßnahmen sind in der Regel nicht notwendig. Gegebenenfalls mag es sich als günstig erweisen, auf niedrigeren Dünenabschnitten die Sandablagerung durch Sandfangzäune und Strandhaferbepflanzung zu fördern, um ununterbrochene, gleichmäßig hohe und starke Randdünenketten zu erhalten.

Typ 2 weist einen weniger hohen und breiten Strand als Typ 1 auf. In Sturmfluten entsteht in der Regel eine Brandungskehle mit mäßigem Abbruch im unteren Dünenbereich. Um diese Kehle bald wieder mit Sand aufzufüllen und einen flachen Dünenfuß zu bilden, werden Sandfangzäune aus Busch oder Kunststoffserzeugnissen auf dem Strand am Dünenfuß aufgestellt.

Früher wurden Sandfangzäune überwiegend aus Naturprodukten, wie Busch oder Schilfrohrmatten, gefertigt. Heute werden aus Gründen der Wirtschaftlichkeit und größeren Haltbarkeit Kunststoffprodukte bevorzugt.

Polyäthylenfolien oder -tafeln mit 2 mm Stärke und Langlöchern 2×8 cm sind bei grobkörnigem Sand gebräuchlich. Die Tafeln werden an Holzpfehlen oder Rundstahlenden befestigt. Die Löcher bedecken 28 % der Oberfläche (Abb. 6). Bei feinem Dünensand mit 0,2 mm mittl. Korndurchmesser hat sich das Polyester-Gewebe Trevira bewährt (Abb. 7). Es wird an Holzpfehlen befestigt. Dieses dünnfädige Gewebe hat einen Öffnungsanteil von etwa 70 % der Oberfläche. Die Höhe dieser Kunststoff-Sandfangzäune liegt zwischen 0,60 und 1,20 m, sie sind billiger als Buschzäune und haben eine wesentlich längere Lebensdauer, da sie nahezu unvergänglich sind.

Die Sandfangzäune werden parallel zum Dünenfuß gestellt, und zwar in einer oder mehreren Reihen mit Querenden oder Querzäunen dazwischen. Sie sind in Abhängigkeit zur Lage und Windrichtung so zu stellen, daß die zur Ablagerung kommende Vordüne sich mit gleichmäßigem Übergang an die vorhandene Düne anlehnt (Abb. 8).

Nachdem der Sand sich abgelagert hat, wird er durch Bepflanzung und daraus sich entwickelnden Bewuchs gegen Winderosion gesichert.

Als geeignete Pflanze bietet sich Strandhafer (*Ammophila arenaria*) an, eine ausdauernde Pflanze mit einem ausgedehnten, tiefreichenden Wurzelsystem. Strandhafer wächst schnell an, sichert die Oberfläche und gedeiht gut bei weiterer Sandzufuhr. Ein üppiger Bewuchs stellt sich bei ständig neuer Sandablagerung ein, da die Pflanzen ihre Nährsubstanz aus dem Sand ziehen. Eine völlige Bedeckung sollte allerdings verhindert werden.

Strandhafer wird in Reihen mit 30 cm Abstand und einem Pflanzenabstand in der Reihe von ebenfalls 30 cm gepflanzt. Im Frühjahr, Herbst und Winter sind in der hiesigen Klimazone Anwuchsschwierigkeiten nicht zu befürchten.

Typ 3 mit dem niedrigen, schmalen Strand und dem Kliff der abbrechenden Randdüne weist in Sturmfluten einen erheblichen Dünenabbruch auf (Abb. 9). Auf dem niedrigen Strand besteht keine Aussicht auf Bildung künstlicher Vordünen. Der Bau von Sandfangzäunen und das Pflanzen von Strandhafer verspricht allenfalls einen gewissen Erfolg, wenn der Strand durch den Abbruch der Randdüne in einer Sturmflut erheblich aufgehöhht wurde oder Sandwehen aus benachbarten höheren Strandabschnitten zu erwarten ist. Das Pflanzen von Strandhafer auf den steilen Böschungen der abbrechenden Düne sollte unter-

Abb. 6
Sandfangzaun aus Polyäthylen

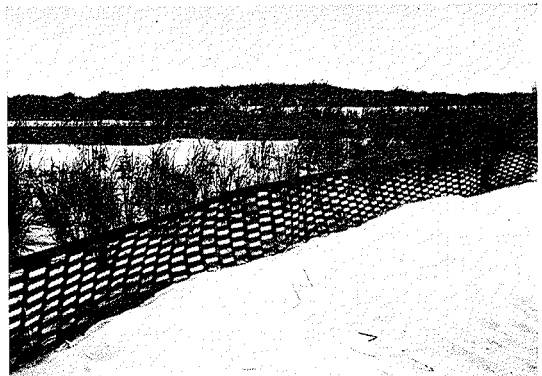


Abb. 7
Sandfangzaun aus Polyester-Gewebe
„Trevira“

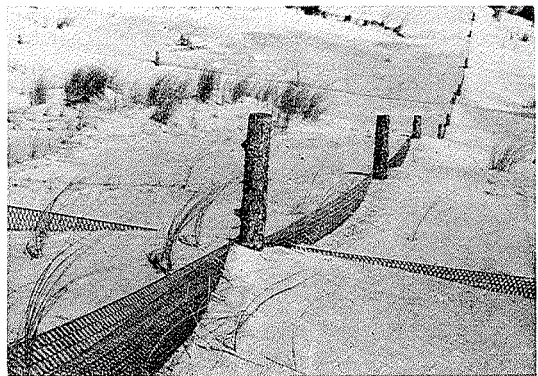


Abb. 8
Sandfangzäune am Schutzdünenfuß



Abb. 9
Kliff der Schutzdüne Typ 3



bleiben, denn es bringt keine Festigung der Düne gegen Sturmfluten mit sich. Die einzig mögliche Maßnahme besteht in einem Abflachen der steilen Dünenböschung, damit die aeolische Rückverlagerung der Düne ermöglicht und der umgelagerte Sand vor einem Verlust durch den küstenparallelen Transport bewahrt wird (Abb. 10). Auf Spiekeroog wurde eine aeolische Rückverlagerung über das 12 m hohe Kliff bei einer Böschungsneigung von 1 : 1,9 im unteren, bis 1 : 1,4 im oberen Böschungsbereich beobachtet.

Eine andere Möglichkeit der Rückverlagerung ist auf der Insel Texel in den Niederlanden erprobt. Hier wurde die im Abbruch liegende Randdüne mit Planiererraupen zurückgeschoben.

Sofern die weitere Strandentwicklung und der Sandtransport bei einer im Abbruch liegenden Schutzdüne des Typs 3 ungünstig bleiben und bei weiterem Abbruch Siedlungen

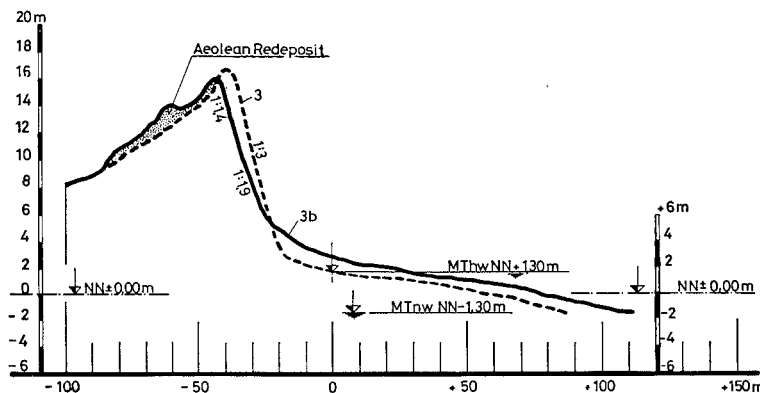


Abb. 10. Schutzdünen-Strand-Profil Typ 3 mit aeolischer Rückverlagerung
Böschungsneigung oben 1 : 1,3 (gestrichelte Kurve)

und Gebäude zerstört zu werden drohen, müssen Schutzbauwerke wie Deckwerke, Strandmauern und Bühnen errichtet bzw. andere Schutzmaßnahmen eingeleitet werden. Ist ein breites strandnahes Dünengebiet von jeglicher Bebauung freigehalten, so kann der Dünenabbruch eine Zeitlang hingenommen werden, ohne daß Schutzmaßnahmen zu ergreifen sind. An Küsten mit alternierenden Abbruchs- und Anlandungsphasen ist es bei entsprechenden bebauungsfreien Zonen häufig möglich, sich dem dynamischen Geschehen anzupassen und Abbruchsphasen ohne Schutzmaßnahmen zu überstehen. Sollten aber Schutzmaßnahmen unvermeidbar sein, so sollten massive Bauwerke nur zur Ausführung kommen, wenn sich keine andere Schutzmöglichkeit bietet; denn derartige Eingriffe in die natürliche Strandentwicklung können unerwünschte Begleiterscheinungen wie Lee-Erosion und Wellenreflexion und deren Folgen auslösen.

Daher sind naturähnliche Schutzmaßnahmen wie Strandaufspülungen den massiven Bauwerken in der Regel vorzuziehen.

Sicherung der Binnen-Dünen

Nicht nur der äußere Dünenhang der Randdüne, sondern auch das rückwärtige Dünengebiet ist gegen Winderosion zu festigen. Es gibt Fälle, in denen das Dünengebiet unmittelbar hinter der schmalen Randdüne bis auf den Grundwasserspiegel ausgeblasen ist.

Die Schutzdüne ist infolgedessen nur schwach und deshalb stark gefährdet. Um sie durch Sandfang zu verstärken und weitere Erosion zu verhindern, sind Dünensicherungsarbeiten einzuleiten.

Sandfangzäune werden als Quadratwerk mit je 25 m Seitenlänge auf den kahlen Dünenflächen aufgestellt. Danach wird Strandhafer netzartig in Streifen oder flächenhaft gepflanzt (Abb. 11).

Sandfangzäune und Strandhaferpflanzungen schaffen eine Oberflächenrauigkeit, die die Windbewegung ablenkt und hemmt, so daß die Erosion aufhört und Sandablagerung



Abb. 11. Sicherung der Binnendünen. Trevira-Zäune als Quadratwerk, darin links Strandhafer netzartig, rechts an der Böschung Strandhafer flächenhaft gepflanzt

ermöglicht wird. Diese Beruhigung der Oberfläche führt dazu, daß typische standortgerechte Dünenpflanzen Fuß fassen können und die Dünen durch sich allmählich entwickelnden Bewuchs festigen.

Zusammenfassung

Schutzdünen bilden die natürlichen Schutzwerke gegen die Überflutung niedrig gelegenen Hinterlandes bei Sturmfluten. Ihr Schutzwert ist abhängig vom gesamten Schutzdünen-Strand-Profil. Zur Systematisierung werden 3 Typen von Schutzdünen-Strand-Profilen unterschieden und erläutert. Für jeden Typ werden die notwendigen und die möglichen Maßnahmen zur Festigung und Sicherung der Schutzdünen sowie der Binnendünen beschrieben.

Schriftenverzeichnis

1. DIEREN, J. W. VAN: Organogene Dünenbildung, Den Haag 1934.
2. ERCHINGER, H. F.: Die Erhaltung der Dünen zum Schutze der Inseln in Ostfriesland, Bauwirtschaftliche Informationen Nr. 11, Neumünster, 1970.
3. ERCHINGER, H. F.: Dünenschutzmaßnahmen und Versuche zur Dünenbegrünung auf Norderney, Deutscher Rat für Landespflege, Heft 14/1970.

4. ERCHINGER, H. F.: Kunststoffe im Dünenbau, Wasser und Boden, Heft 11/1972.
5. ERCHINGER, H. F.: Protection of Sandy Coasts in Dependence of the Dune-Beach-Type. Proceedings of the 14th Conference on Coastal Engineering 1974, Vol. II.
6. FÜHRBÖTER, A.: A Refraction Groyne built by Sand, 14th Intern. Conference on Coastal Engineering, Copenhagen, 1974, Vol. II.
7. KRAMER, J.: Künstliche Wiederherstellung von Stränden unter besonderer Berücksichtigung der Strandaufspülung Norderney 1951/52. Bd. 9. Jahresbericht der Forschungsstelle Norderney 1957.
8. KRAMER, J., FÜHRBÖTER, A., KÖSTER, R., SCHWITTERS, J. u. SINDERN, J.: Sandbühne vor Sylt zur Stranderhaltung. Die Küste 23/1972.
9. LUCK, G.: Bericht über die zweite Strandaufspülung am Weststrand von Norderney. Bd. 20. Jahresbericht der Forschungsstelle Norderney 1968.
10. LÜDERS, K., FÜHRBÖTER, A. u. RODLOFF, W.: Neuartige Dünen- und Strandsicherung im Nordwesten der Insel Langeoog. Die Küste 23/1972.
11. LUX, H.: Die biologischen Grundlagen der Strandhaferpflanzung und Silbergras-ansaat im Dünenbau. In: Angewandte Pflanzensoziologie (Stolzenau/Weser), H. 20/1964.
12. LUX, H.: Planmäßige Festlegung der schadhafte Binnendünen auf den nordfriesischen Inseln Sylt und Amrum. Natur und Landschaft, H. 6/1969.
13. WITTE, H.-H.: Die Schutzarbeiten auf den Ostfriesischen Inseln. Die Küste, H. 19/1970.
14. ZITSCHER, Fr. F.: Kunststoffe für den Wasserbau. Verlag W. Ernst u. Sohn, Berlin, München, Düsseldorf, 1971.