

# Landgewinnung und Lahnungsbau im Wattgebiet\*)

Von Heie Focken Erchinger

## Einleitung

An der deutschen Nordseeküste wird an zwei ausgedehnten Küstenabschnitten Landgewinnung im Wattgebiet betrieben, und zwar an der schleswig-holsteinischen Westküste und in Ostfriesland entlang der Küste und im Emsästuar bis an die Grenze mit den Niederlanden. Die

Voraussetzungen, die Arbeitsmethoden in der Landgewinnung und die Entwicklung neuer Lahnungsbauweisen an der ostfriesischen Küste werden nachfolgend beschrieben.

### Abhängigkeit des Wellenaufbaus von Wassertiefe $t$ und Vorlandbreite $b$

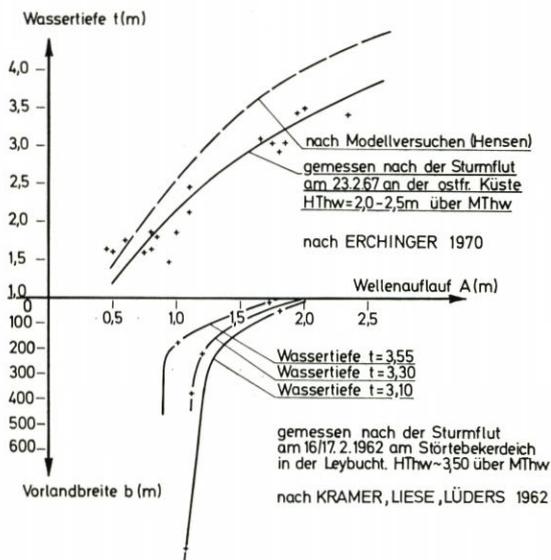


Abb. 1. Abhängigkeit des Wellenaufbaus von der Wassertiefe  $t$  und von der Vorlandbreite  $b$

### Küstenschutz durch Landgewinnung

Bis zur Mitte dieses Jahrhunderts wurde die Landgewinnung vornehmlich mit dem Ziel durchgeführt, neue fruchtbare Böden für die landwirtschaftliche Bewirtschaftung zu gewinnen. Heute ist das Ziel der Landgewinnung nur auf den Küstenschutz ausgerichtet, denn das Vorland wirkt sich in mehrfacher Hinsicht günstig auf den Deich aus:

1. Der Wellenaufbau am Deich wird verringert, da die Wellen auf dem Vorland in Form von Schwallbrechern brechen (3) und daher die Deichböschung nicht mit ungebrochener Energie erreichen. Besonders während der Sturmflut 1962, aber auch in anderen
2. Die Wellenkräfte auf der Deichböschung in Form von Strömungskräften und Druckschlägen werden wesentlich verringert.
3. Das Deichvorland verhindert im Falle eines Deichbruchs einen Grundbruch. Dadurch wird vermieden, daß die See anschließend sogar bei Mittelidehochwasser durch die tiefe Bruchstelle in jeder Tide erneut das Land überfluten kann.
4. Ein teures Deichdeckwerk ist nicht notwendig.
5. Für die Unterhaltung des grünen Kleideiches ist es äußerst vorteilhaft, Soden und Kleiboden in der Nähe des Deiches auf dem Vorland zu finden.

\*) Übersetzung des Vortrages „LAND RECLAMATION AND GROIN-BUILDING IN THE TIDAL FLATS“, veröffentl. in den Proceedings der 12th International Conference on Coastal Engineering, Washington D.C., 1970.

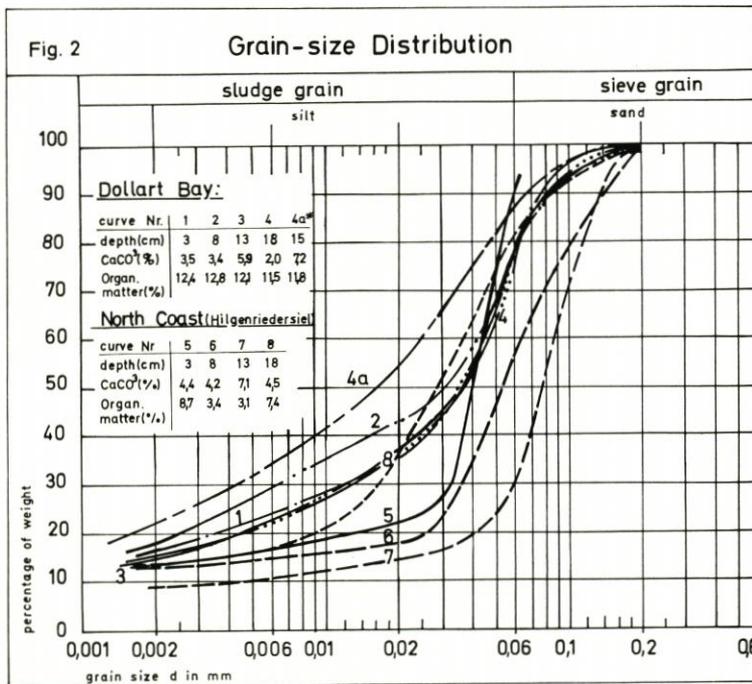
Für den Küstenschutz ist ein etwa 200 m breiter Vorlandstreifen vor den Deichen anzustreben, wie die Versuche von Prof. HENSEN, Technische Universität Hannover, ergeben haben.

Voraussetzungen und Arbeitsmethoden in der Landgewinnung

Um neues Deichvorland zu gewinnen, werden zunächst rechteckige Sedimentationsfelder mit den Abmessungen von 100 × 200 m von Lahnungen umgeben. Dadurch werden in diesen Feldern größere Strömungen und Wellenbewegungen verhindert, so daß sich Sand und Schlack absetzen können. Durch die Öffnung in der Querlahnung an der Seeseite wird das Sedimentationsfeld bei steigendem Tidewasser überflutet, und durch sie verläßt das Wasser bei Ebbe das Feld wieder. Während der Ruhezeit des Wassers um den Kenterpunkt setzen sich ein Teil der Schwebstoffe und die Sinkstoffe auf dem Boden ab.

Die an der Küste vorhandenen Sedimente bestehen aus Sand, Tonmineralien, organischer Substanz und Calcium Carbonat. Der Anteil der einzelnen Komponenten ist auf den verschiedenen Küstenstrecken sehr unterschiedlich. In der Nähe der Brackwasserzone an der Ems und im Dollart ist der Gehalt an Tonmineralien und organischer Substanz relativ hoch. An der Nordküste enthält das Sediment mehr sandiges Material. Der Korndurchmesser > 0,01 mm beträgt im Dollart 58 bis 72 % und an der Nordküste 79 bis 88 %. Die organische Substanz macht im Dollart 11,5 bis 12,8 %, bei Hilgenriedersiel zum Beispiel nur 3,1 bis 8,7 % aus (Abb. 2).

Die Intensität der Sedimentation und die Zusammensetzung des Sediments hängen u. a. auch von dem Wirken der Muscheln ab, die die feinen organischen Bestandteile und die Tonmineralien durch die Bildung kleiner Schlickklümpchen vorbereiten (5). Die Muscheln filtern



\*Sample 4a from the sedimentation field; all the other samples from grass covered foreland

Abb. 2 Körnungskurve der Sedimente im Dollart und an der Nordküste

gewissermaßen ihre Nährstoffe aus dem Meerwasser und nehmen das so Gesammelte durch eine Öffnung auf. Dabei werden Sand und schlickige Bestandteile, die keinen Wert für die Muschel haben, gesammelt und mit schleimiger Substanz gebunden und bedeckt. Die größeren Bestandteile, wie Sand und gewisse organische Bestandteile werden durch die Eintrittsöffnung wieder ausgestoßen, während das feinere Material einschließlich des Schlicks zusammen mit den anderen Resten der Verdauung in Form kleiner, fest zusammengefügt Klümpchen ausgeschieden

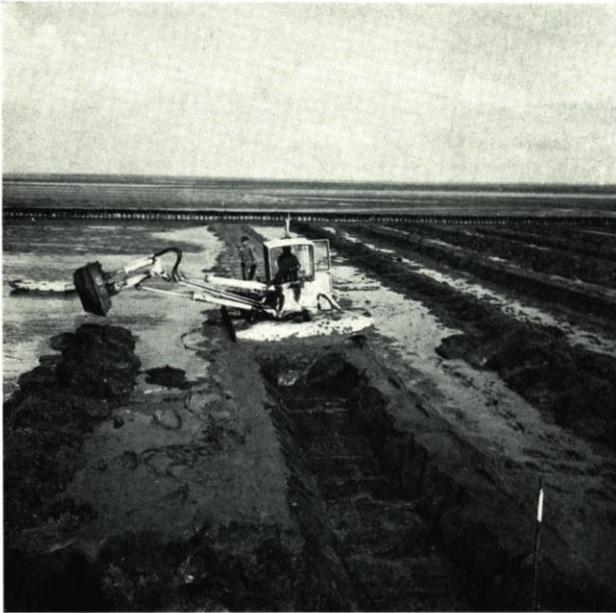


Abb. 3. Gruppenbagger im Landgewinnungsfeld

werden. Für die Landgewinnung ist es von großer Bedeutung, daß diese Klümpchen die Ablagerung eines an Ton und organischer Substanz reichen Sediments bewirken. Die in dieser Hinsicht wichtigsten Muscheln im deutschen Wattgebiet sind die Miesmuscheln (*Mytilus edulis* L.), Herzmuscheln (*Cardium edule* L.) und Sandklaffmuscheln (*Mya arenaria* L.).

Aber noch viele mit dem Absetzen der feinen Schwebstoffe zusammenhängende Fragen sind nicht endgültig geklärt. Zum Beispiel ist RAUDKIVI von Neuseeland der Meinung, daß im Brackwassergebiet der Umfang der Sedimentation abhängig ist von einem Wechsel der elektrischen Ladung der einzelnen Teilchen, wenn sie vom Süßwasser ins Salzwasser eintreten (9).

Auf den Pflanzenwuchs und die Begrüpfung in den Landgewinnungsfeldern soll hier nur kurz eingegangen werden. Wenn das Feld eine Höhe erreicht hat, bei der der natürliche Pflanzenwuchs erwartet werden kann, etwa 30–40 cm unter MThw, werden in regelmäßigen Abständen von zehn Metern Gräben durch Spezialbagger angelegt. Abbildung 3 zeigt den hydraulisch betriebenen Gruppenbagger, der auf einem Ponton montiert ist und sich mit einem Seil über den Boden zieht. Die höheren, festeren Felder mit einem üppigen Bewuchs werden von einer Grabenfräse begrüpft. Die ersten natürlichen Pflanzen, die in einem Landgewinnungsfeld Fuß fassen, sind Queller (*Salicornia herbacea* L.) und Schlickgras (*Spartina Townsendii*). Ein üppiger Pflanzenwuchs führt zu einer größeren Beruhigung des Wassers im Feld und daher zu einer schnelleren Auflandung und einem größeren Tongehalt des Sediments. Das erste Gras, der Andel (*Puccinellia maritima* Parl.), breitet sich aus, wenn das Gelände eine Höhe von etwa MThw erreicht hat. Um die biogen bedingte Verlandung zu fördern, sind Aussaaten mit *Salicornia* (11) und Anpflanzungen mit *Spartina* (6, 10) durchgeführt worden.

### Neue Lahnungsbauweisen

Obwohl die Verfahren in der Landgewinnung sich im flachen und tiefen Watt nicht unterscheiden, so ist doch die Bauweise der Lahnungen stark von der Höhenlage des Watts abhängig.

Früher wurde die landwirtschaftlich ausgerichtete Neulandgewinnung vorwiegend auf hochliegenden Wattgebieten durchgeführt. Die Hauptbaustoffe für die Lahnungen waren Busch und Boden. Die Buschlahnungen werden aus zwei Pfahlreihen mit fest dazwischengepacktem Busch gebaut und oben mit einem Draht verschnürt. Um eine dichte Lahnung zu erhalten, wird an der Leeseite eine Holztafel miteingebaut (Abb. 4). Gelegentlich wird die vordere Querlahnung durch eine Spreutlage verstärkt (Abb. 5).

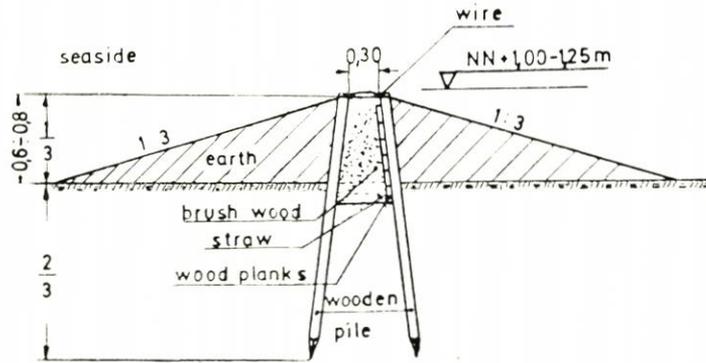
In tieferen Wattgebieten müssen die Lahnungen schwerer und aus anderen Baustoffen gebaut werden. Fünf Lahnungsbauweisen sind hierfür entwickelt worden.

a) Lahnungen bis zu 1 m Höhe

1. Ein Betonfertigteile mit einer Höhe von 50–90 cm. Jedes Teil hat eine Länge von 1 m, das Gewicht beträgt 900, 1200 oder 1800 kg (Abb. 6).

Die Teile werden an jeder Seite auf eine leichte, kurze, dichte Holzspundwand gesetzt. Die Fugen zwischen den einzelnen Fertigteilen werden mit einem Spezialfugenband aus einem geschäumten Polyäthylen gedichtet. Das Fugenband wird von einer Nut in einer Stirnseite des Fertigteils gehalten.

2. Ein Schlauch aus Kunststoffgewebe mit einem Durchmesser von etwa 1 m wird im Naßbaggerverfahren mit Sand gefüllt und erhält so die Form einer großen „Wurst“ (Abb. 7). Bei dem Kunststoffgewebe handelt es sich um ein Niederdruckpolyäthylen-Bändchen-Gewebe. In der Regel kann der einzubringende Wattboden in der Nähe der Einbaustelle entnommen



Brushwood groin

Abb. 4. Buschlahnung



Abb. 5  
Buschlahnung mit  
seeseitiger Spreutlage



Abb. 6  
Betonfertigteile für den  
Lahnungsbau

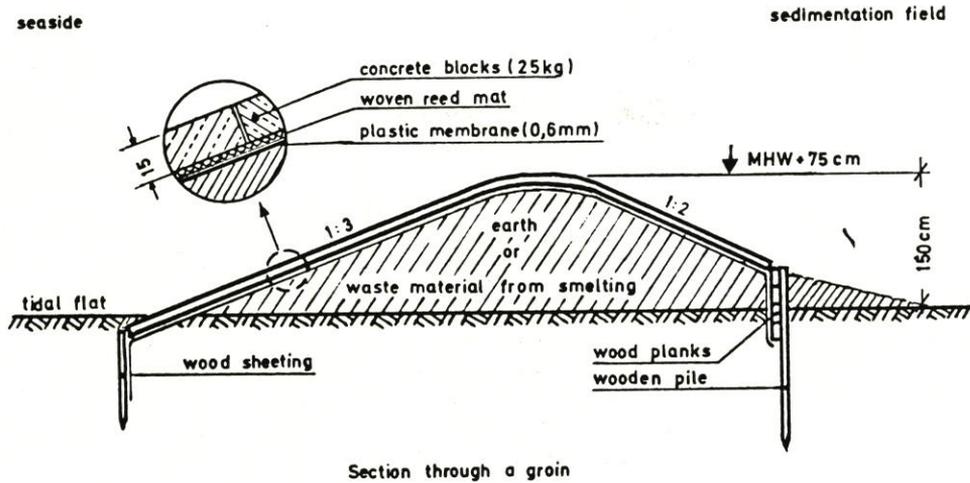
werden, so daß die Spülentfernung sehr gering ist. Dadurch sind auch die Kosten dieser Bauweise relativ gering. In den 1967 begonnenen Versuchsstrecken wurde der Schlauch zunächst zwischen zwei Pfahlreihen gehalten. Neuerdings ist es gelungen, einen runden, gut gefüllten Schlauch ohne jegliche Pfahleinfassung zu erhalten.

#### b) Schwere höhere Lahnungen



Abb. 7. Füllen eines Kunststoffgewebeschlaches als Lahnung

3. Eine schwere Lahnung neuer Bauweise besteht aus einem Kern aus Wattboden mit einer Kunststoff-Folie aus Polyäthylen darüber und diese wiederum abgedeckt mit einem Betonsteinpflaster mit horizontalem und vertikalem Verbund. Eine Holzspundwand und eine Holztafel an Stackpfählen fassen die Lahnung am äußeren und inneren Fuß fest und dicht ein. Eine Schilfrohrmatte schützt die Kunststoff-Folie vor Beschädigungen (Abb. 8) (1).
4. Ähnlich der unter 3. beschriebenen ist die Schüttsteinlahnung, die sich nur insofern von dieser unterscheidet, als die Oberfläche mit Schüttsteinen bepakt und nicht mit Betonsteinen gepflastert ist. Da die Schüttstein-

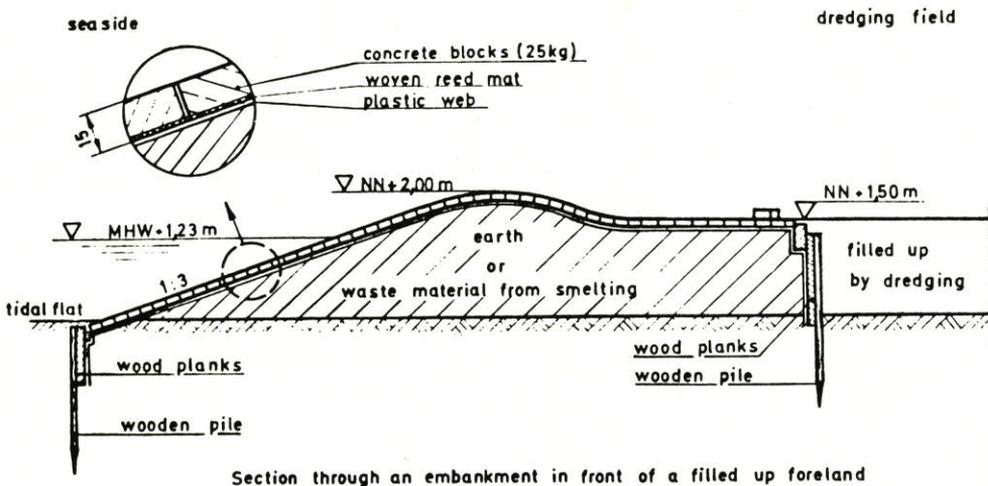


Section through a groin

Abb. 8. Schwere Lahnung mit Betonsteinabdeckung und einem Kern aus Wattboden oder Hüttenrückständen

schicht etwa 40 cm stark ist, wird für diese Bauweise wesentlich mehr Material gebraucht als für die Bauweise mit Betonsteinen, und dieses wirkt sich vor allen Dingen ungünstig im Hinblick auf den Transport aus. Denn der Transport im Wattengebiet ist schwierig und teuer.

- Die Bauweise einer schweren Lahnung mit Hinterpflasterung wird gewählt, wenn ein Deichvorland künstlich aufgespült wird und einer vorderen Sicherung bedarf. Anstelle der Kunststoff-Folie wird hierbei ein Kunststoffgewebe mit sehr dichter Webart verwendet, so daß selbst die feinsten Bodenteilchen zurückgehalten werden (Abb. 9). Das ist notwendig, um den Porenwasserdruck im Kern gering zu halten und einen Wasserdruck unter der Oberfläche zu vermeiden.



Section through an embankment in front of a filled up foreland

Abb. 9. Vorlanddeckwerk bei Aufspülung des Deichvorlandes, Kern aus Wattboden oder Hüttenrückständen. Abdeckung aus Betondeckwerksteinen mit horizontalem und vertikalem Verbund

Verschiedentlich sind für Lahnungsbauten der zuletzt beschriebenen drei Bauweisen Hüttenrückstände als Kern eingebaut worden. Dieses Material hat sich gut bewährt. Eine 50 cm starke, auf dem Watt eingebaute Schicht wird infolge der enthaltenen hydraulischen Faktoren so fest, daß hierauf Lastwagen verkehren können und die Spur als Zufahrtstraße für den Transport des Materials zur Baustelle benutzt werden kann. Die Spur dient ferner als Kern und Sicherung der zu bauenden Lahnung. So läßt sich dieser Abfallstoff günstig in der Landgewinnung und für den Küstenschutz verwenden.

1965 haben die Hüttenwerke der HOESCH AG einen Großversuch mit 100 000 t Hüttenrückständen durchgeführt, die zusammengesetzt waren aus Gießereirückständen, Formsanden, Abraumhalden sowie Schutt und Staub. Hiermit wurde ein rund 2 Hektar großes Feld vor dem Deich aufgeschüttet. Der Versuch wurde durchgeführt in der Erwartung, diese Abfallstoffe künftig für den Küstenschutz einsetzen zu können. Ferner suchte die Hüttenindustrie aus Mangel an ausreichendem Haldengelände in der Umgebung der Hütten und im dicht besiedelten Industriegebiet neue Deponien zu erschließen (4). Die Einflüsse dieser Rückstände in chemischer und biologischer Hinsicht auf das umliegende Watt sind wissenschaftlich untersucht worden. Es konnten keine negativen Auswirkungen festgestellt werden (8).

### Schriften

1. ERCHINGER, H. F.: Küstenschutz durch Vorlandgewinnung – neue Baustoffe und Bauverfahren. *Wasser und Boden* 19 (1967), H. 10.
2. ERCHINGER, H. F.: Küstenschutz durch Vorlandgewinnung, Deichbau und Deicherhaltung in Ostfriesland. *Die Küste* 19 (1970).
3. FÜHRBÖTER, A.: Der Druckschlag durch Brecher auf Deichböschungen. *Mitt. Franzius-Inst.* 28 (1966).
4. HAUKE, M.: Deichsicherung mit Verhüttungsrückständen. *Helgol. wiss. Meeresunters.* 17 (1968).
5. KAMPS, L. F.: Mud Distribution and Land Reclamation in the Eastern Wadden Shallows. *Rijkswaterst. Commun.* 4 (1962).
6. KOLUMBE, E.: Die Bedeutung der Pflanzen für die Landgewinnung an der schleswig-holsteinischen Westküste. *Die Heimat* (1932).
7. KRAMER, J., LIESE, R., LÜDERS, K.: Die Sturmflut vom 16./17. Febr. 1962 im Nieders. Küstengebiet. *Die Küste* 10 (1962), H. 1.
8. KÜSTENAUSSCHUSS NORD- UND OSTSEE: Deichsicherung durch Verhüttungsrückstände. *Die Küste* 18 (1969).
9. RAUDKIVI, A. J.: *Loose Boundary Hydraulics*. Pergamon Press, Oxford a. o. (1967).
10. WENHOLT, K.: Pflanzen im Kampf gegen das Meer. *Ostfreesland-Kalender* 1954.
11. WOHLBERG, E.: Biologische Kulturmaßnahmen mit dem Queller (*Salicornia herbacea* L.) zur Landgewinnung im Wattenmeer. *Ztschr. Westküste* I, 2 (1938).