

Biologische Kulturmaßnahmen mit dem Queller (*Salicornia herbacea* L.) zur Landgewinnung im Wattenmeer.

Von Erich Wohlenberg.

Inhalt.

I. Einführung	
A. Grundsätzliche Richtlinien zur angewandten Biologie an der Nordseeküste	53
B. Das Wattenmeer-Laboratorium in Büsum	55
II. Das natürliche Salicornietum an der Nordseeküste	
A. Die Samenerzeugung	57
B. Die Samenstreuung und Samenverbreitung	58
C. Der dynamische Zustand im Salicornietum der Küste	60
III. Die praktischen Kulturmaßnahmen mit dem Queller	
A. Voruntersuchungen	62
B. Samengewinnung im Großen	
1. Ernte und Lagerung der Mutterpflanzen	64
2. Drusch und Spülung	66
3. Keimfähigkeit	69
4. Folgen am abgeernteten Standort	70
C. Die Technik der Ansaat	
1. Der Watt-Drillschlitten	70
2. Die Drillschar	72
3. Die Drillkufe	75
D. Die Abhängigkeit der Ansaat von den Eigenschaften der Wattablagerungen	
1. Chemische Standortseigenschaften	76
2. Physikalische Standortseigenschaften	
a) Wassergehalt und Korngrößenaufbau der Sedimente	80
b) Ueberflutungsdauer und Wasserbewegung	82
3. Die biologische Eignung der Standorte	84
E. Durchführung und Ergebnisse der künstlichen Ansaat	
1. Die mengenmäßige Nutzleistung	89
2. Die natürliche Nachfolgeschaft der künstlichen Impfreiheiten auf Sand- und Schlickwatten	93
3. Ansaat und dynamischer Zustand	98
IV. Zusammenfassung und Folgerungen für die praktische Landgewinnung	101
Schriftenverzeichnis	

I. Einführung.

A. Grundsätzliche Richtlinien zur angewandten Biologie an der Nordseeküste.

Auf allen Gebieten der Wissenschaft tritt heute in Deutschland die Forschung mehr und mehr aus ihrem früher vorherrschenden Aufgabenkreis heraus auf eine breitere Ebene, um sich großen nationalen Zielen sinn- und zweckvoll einzugliedern. Bei einer solchen Ausrichtung auf handgreifliche Ziele fallen dem Forscher zweierlei Aufgaben zu, erstens: die wissenschaftlichen Grundlagen überhaupt erst einmal zu schaffen, und zweitens: die aus ihnen gewonnenen Erkenntnisse auf breiter Grundlage in praktische Arbeit und darüber hinaus in praktischen Gewinn umzusetzen. Die dem Forscher bei einer solchen Eingliederung im Vergleich zur Tätigkeit des sogenannten „freien“ Wissenschaftlers auferlegten Bindungen bedeuten nichts angesichts der beglückenden Aufgabe, mit dem Gelernten und Erfahrenen, vor allem aber mit dem im neuen Arbeitsbereich noch zu Erdenkenden, an der Erringung eines großen Zieles zum Wohle der gesamten Nation mithelfen zu dürfen.

Die Aufgabe der Westküstenarbeit heißt: Landerhaltung und Landgewinn! Diese beiden Worte umfassen ein Arbeitsvorhaben, wie es dringender und zeitgemäßer nicht gedacht werden kann.

Entsprechend der natürlichen Ordnung der Verlandungserscheinungen am Wattenmeer fällt eine Teilaufgabe dieser großen Aufgabengruppe „Landerhaltung und Landgewinn“ der biologischen F o r s c h u n g und in aufgabengemäßer Weiterführung der biologischen P r a x i s zu.

Es ist eine allgemein bekannte und anerkannte Tatsache, daß die natürliche Verlandung des Wattenmeeres mit Hilfe der dort beheimateten Wattpflanzen erfolgt. Ueber die Vorgänge aber, in denen die Verlandung in ihren Einzelercheinungen abläuft, ist man nur schlecht unterrichtet, so daß auf viele Fragen, die für die Landbildung und damit auch für die Landgewinnung von grundsätzlicher und entscheidender Bedeutung sind, keine Antwort gegeben werden kann.

Bei der Landgewinnung geht es nicht allein darum, an der Küste möglichst viel Sand oder Schlick anzuhäufen, sondern auch dafür Sorge zu tragen, daß diese Grundstoffe einer bestimmten E n t w i c k l u n g unterworfen werden. Diese Entwicklung ist eine natürliche, jedoch keine im anorganischen Sediment allein ruhende, sondern sie wird hervorgerufen und getragen von einer Unzahl kleinster, eng miteinander gekoppelter biologischer Kräfte. Mit ihnen einher gehen eine Reihe im Einzelnen noch nicht bekannter chemischer Umsetzungen und struktureller Veränderungen. Es ist daher notwendig, sich von der ebenso einfachen wie bequemen Vorstellung freizumachen, daß das Watt vor unseren Deichen nichts anderes darstellt, als eine bloße Anhäufung von mehr oder weniger schlickigen Sandmassen. Diese stellen — mengenmäßig

gesehen — zwar den Hauptanteil dar, aber sie bilden nur den Rohstoff, der erst dann der Gewinnung würdig wird, wenn er nach Zusammensetzung und Höhenlage durch biologische und chemische Vorgänge die oben genannte Entwicklung durchgemacht hat. Die in diesem Ablauf vor sich gehenden Umwandlungen und Anreicherungen heben, zusammen mit den laufenden Beimengungen toniger und aus dem Wasser absinkender organischer Stoffe, den Wattsand aus dem Zustand der rohen Ablagerung heraus und leiten seine Entwicklung zum Boden ein.

Unter dem Einfluß der früheren Forschungsergebnisse aus dem Wattenmeer sind wir daran gewöhnt, die Leistung der Lebewesen für die Landbildung erst von der Verlandungszone an zu würdigen. Das kommt daher, weil sie dort am sinnfälligsten in Erscheinung tritt. Aber die Wirkung der Lebewesen erschöpft sich nicht in derjenigen der höheren Pflanzen, sondern sie umfaßt alle, gleichgültig ob Tier oder Pflanze, abwärts über die Algen bis zu den mit bloßem Auge nicht mehr erkennbaren Mikroorganismen des Wassers und der Sedimente. Die eigentliche Verlandungszone ist in diesem Haushalt lebendiger und toter Stoffe nur das Schlußglied einer langen Kette. Die Vorgänge in dieser Entwicklungsreihe berechtigen zu der Aussage, daß bereits im nackten Watt in gewissem Sinne eine Art „Bodenbildung“ vorhanden ist.

Von dieser breiteren Grundlage her ordnet sich die biologische Fragestellung ein in das große und schwierige Forschungsgebiet der Landentstehung als einen an unserer Küste naturgegebenen Zustand. Eine der neuen Aufgaben des Biologen an der Westküste ist, den natürlichen Entwicklungsgang unserer Seemarschen zu fördern und zu beschleunigen. Damit wird er mitten hineingestellt in die von der Natur vorgeschriebene und darum gesetzmäßige Entwicklungsreihe vom Watt zum ersten grünen Vorland. Die Stellung des Biologen zu den Fragen der Landgewinnung ist eine vielseitige und denkbar eng mit den elementaren Erscheinungen des Wattenmeeres verbundene. Wesen und Maß der biologischen Betätigung im Rahmen der Westküstenaufgaben werden durch die natürliche Ordnung bestimmt.

Jedem Lebewesen sind bekanntlich in der Natur bestimmte Grenzen für die Entfaltung seiner Lebensäußerungen gesetzt. Innerhalb dieser Grenzen richtet es vielfach eindeutig erkennbare und bestimmbare Ansprüche an den von ihm besiedelten Lebensraum. So auch im Wattenmeer. Alle Organismen haben einerseits durch ihre bloße Existenz, andererseits durch den Ablauf ihrer Lebenserscheinungen eine Bedeutung für die Vorgänge bei der Verlandung, und zwar stets eine an ihre Art gebundene; sie verfügen alle über eine individuelle Leistung für den Auf- oder Abbau der Watten. Hieraus ergibt sich, daß erst einmal die Gesamtheit der im Wattenmeer lebenden Organismen in den Kreis der biologischen Forschung einbezogen werden muß. Erst dann ist die Gewähr dafür gegeben, die gewonnenen Einzelerkenntnisse nutzbringend anzuwenden. Dazu bedarf es nicht nur der Kenntnis der im Wattenmeer leben-

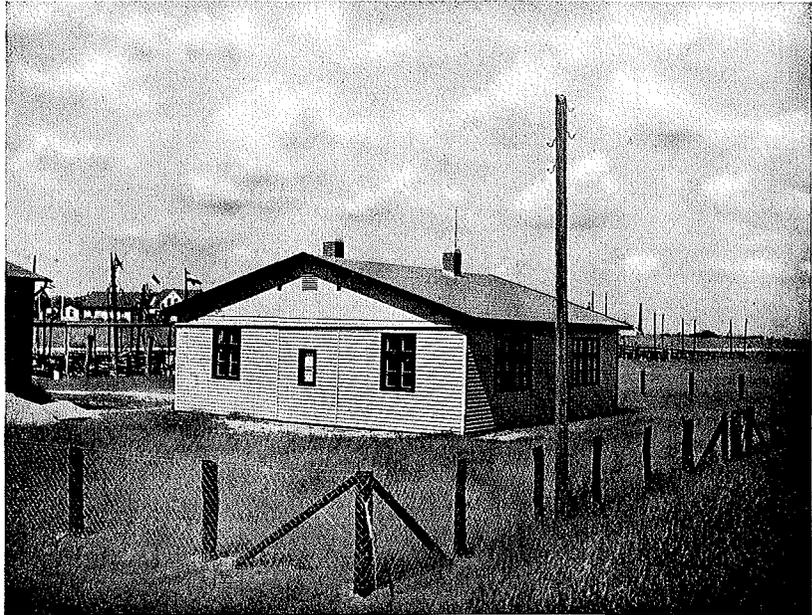
den Pflanzen und Tiere als solcher, sondern darüber hinaus erwächst die Aufgabe, die Lebensweise unter verschiedenen Standortbedingungen, den Lebensablauf des Einzelindividuums sowohl als auch ganzer Gesellschaften, das Vergesellschaftungsbestreben der Arten untereinander, ihre Verbreitung in der Landschaft, sowie die physikalischen und chemischen Eigenschaften ihrer Wohn- und Lebensbezirke klarzulegen. Erst auf Grund dieser Erkenntnisse sind die Voraussetzungen für die planmäßige Nutzenanwendung eines bestimmten, ausgewählten Lebewesens oder einer Organismengruppe erfüllt. Nur so ruht die Beurteilung und Einschätzung der Leistung auf einer sicheren, wissenschaftlich erarbeiteten Grundlage. Nach Erfüllung dieser Voraussetzungen steht und fällt die praktische biologische Arbeit mit der Innehaltung des ebenso einfachen wie klaren Grundsatzes: Mit natürlichen Mitteln die Willkür der natürlichen Kräfte zu lenken, ihr Maß zu steigern und nutzbar zu machen! Auf dieser engen Bindung zum naturgegebenen Gegenstand beruhen Stärke und Umfang, aber auch die Beschränkung der biologischen Arbeitsweise. Die Grenzen sind von der Natur gesetzt, sie müssen innegehalten werden. So hat durch sie der praktische Einsatz des jüngsten Zweiges der Meeresbiologie eine klare Zielsetzung und auch seine Begrenzung gefunden.

B. Das Wattenmeer-Laboratorium in Büsum.

Den neuen Aufgaben gegenüber bestand das dringende Bedürfnis nach einer an der Küste gelegenen Arbeitsstätte. Sie forderten von vornherein die ökologische Ausrichtung der gesamten Wattbiologie und, zur folgerichtigen Erfüllung der arbeitstechnischen Grundlagen, die standortnahe Lage der Arbeitsstätte. So wurde im Herbst 1934 vom Gauleiter und Oberpräsidenten der Provinz Schleswig-Holstein der Bau eines Wattenmeer-Laboratoriums verfügt. Allseitig von Watt und Wasser umgeben, wurde es in Büsum auf der dem Orte nach Süden vorgelagerten Hafensinsel im Mai 1935 errichtet (Abb. 1). Entsprechend der voraussichtlichen Entwicklung und künftigen Aufgabenstellung der Wattenforschung erhielt das Laboratorium durch den Bau einer zerleg- und versetzbaren Holzbaracke von vornherein den Charakter eines vorübergehenden Stützpunktes. Den späteren Bedürfnissen entsprechend sollte eine Versetzung an andere Punkte der Küste möglich sein.*)

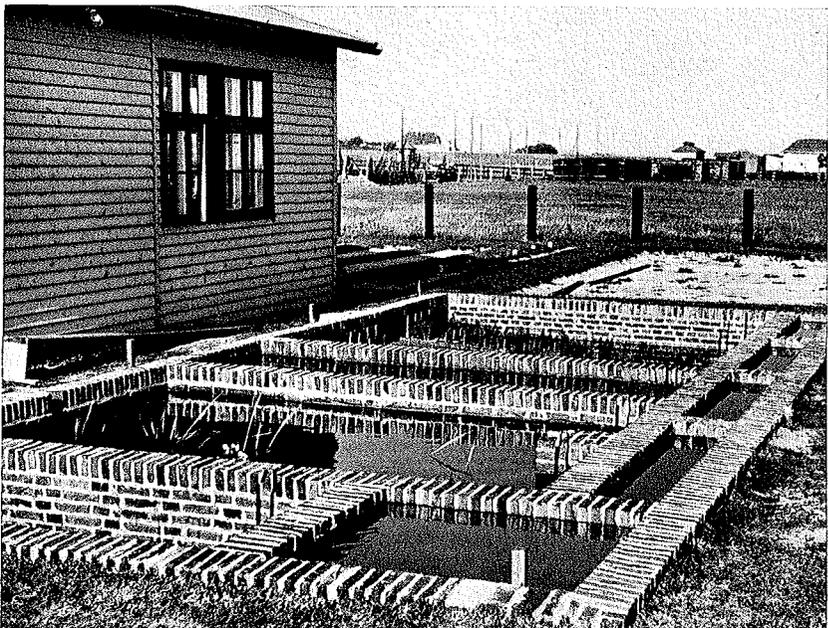
Auf einer Grundfläche von 100 qm enthält das Laboratorium vier Arbeitszimmer, eine Dunkelkammer und einen Wägeraum. Jedes Arbeitszimmer ist mit großen Fenstern versehen und besitzt einen See- und Süßwasseranschluß. Die wissenschaftlich-technische Ausstattung der Räume wurde bestimmt durch die Art der zu erledigenden Aufgaben. Da diese nicht von einem einzigen wissenschaftlichen Fachgebiet zu erledigen waren, mußten auf kleinem Raum viel-

*) Am 1. April 1938 ist der Personal- und Sachbestand des Büsumer Laboratoriums auf die Forschungs-Abteilung Husum übergegangen. Zwei wissensch. Arbeitsplätze und die Freiland-Gezeitenanlage für Wattkulturen bleiben einstweilen in Büsum bestehen.



Bildarchiv Westküste
B — a 595

Abb. 1. Das Wattenmeer-Laboratorium der Staatl. Forschungsabteilung in Büsum.



Bildarchiv Westküste
B — b LXXIV/2
Aufnahmen
E. Wohlenberg

Abb. 2. Die Freilandkulturanlage mit künstlicher Gezeitenbewegung beim Laboratorium in Büsum. Es ist gerade „Hochwasser“. Links: Die verschieden tiefen Kulturbecken. Rechts: Der Bestauungskanal.

seitige Untersuchungsmöglichkeiten geschaffen werden. Hierdurch und vor allem durch die unmittelbare Lage im Untersuchungsgebiete unterscheidet sich das Büsumer Laboratorium von anderen, für den Zweck angewandter Aufgaben errichteten wissenschaftlichen Arbeitsstätten. Es wurde zur Hauptsache für die biologische, daneben aber auch für die geologische und bodenkundliche Arbeitsrichtung ausgestattet. Eines der Arbeitszimmer dient gleichzeitig als Kulturraum für biologische Versuche, während ein anderes mit einer sechsteiligen Schlammvorrichtung nach ATTERBERG und SCHÖNE ausgestattet ist. Für Veraschungsanalysen ist ein Abzug mit Propangas-Feuerung vorhanden. Das Vorbereiten und Trocknen der zu untersuchenden Bodenproben erfolgt in einem elektrischen, selbsttätig auf plus und minus 1 Grad einzustellenden Trockenschrank. Für Plankton- und Sinkstoffuntersuchungen ist eine Standzentrifuge mit einem Umdrehungsvermögen von 3000/Min. auf einer massiven Untermauerung aufgestellt. Die serienmäßigen Wägungen für die Sinkstoffuntersuchungen werden auf einer Schnelldämpfungswaage (Bunge) im besonderen Wägeraum durchgeführt.

Die zur Hauptsache am natürlichen Standort angelegten Versuchskulturen werden beim Laboratorium in einer erstmalig errichteten künstlichen Gezeitenanlage ergänzt und wiederholt. Abbildung 2 läßt die Anordnung der verschieden tiefen, mit verschiedenen Wattarten beschickten Becken erkennen. Ebbe und Flut werden hierin dem natürlichen Rhythmus entsprechend nachgeahmt. Da die ökologischen Faktoren im freien Wattenmeer versuchsmäßig nicht einzuengen oder abzuändern sind, ist der Anlage die Aufgabe zugefallen, eine Auslese unter den verwickelten ökologischen Standortseigenschaften unter sonst gleichbleibenden kosmischen Bedingungen zu erzielen. Es handelt sich um die Einengung der Hauptfaktorengruppen Ueberflutungsdauer—Wasserbewegung einerseits und Bodenaufbau andererseits. Ueber die Ergebnisse dieser Gezeitenanlage wird später berichtet werden. Durch die Lage des Laboratoriums direkt am Watt und die Möglichkeit, die Versuche im freien Gelände mit den Ergebnissen der Gezeitenanlage ständig zu vergleichen, sind die Voraussetzungen für eine den Aufgaben entsprechende Arbeitsweise geschaffen worden.

Im folgenden wird über ein Teilgebiet der angewandten biologischen Forschung an der Westküste berichtet.

II. Das natürliche Salicornietum der Nordseeküste.

A. Die Samenerzeugung.

In einer ersten dynamisch gerichteten Untersuchung des Salicornietums als Pioniergesellschaft (WOHLENBERG, 1933) wurde die Samenerzeugung der Initial- und Optimalphasen behandelt. Auf Grund umfangreicher Zählungen wurde für die obere Optimalphase eine Samenzahl von etwa 250 000 für den Quadratmeter genannt. Es handelt sich hierbei nicht um eine

Höchstzahl. Aber selbst wenn die Durchschnittszahl erheblich kleiner eingesetzt würde, etwa mit 150 000, und man einen örtlich begrenzten Küstenabschnitt (um nicht etwa die ganze Küste mit Tausenden von Hektar einsetzen zu müssen) auf seine Samenerzeugung veranschlagen würde, so käme man — wie so oft in der Meeresbiologie — sehr schnell zu legionenhaften Zahlen. Nehmen wir zum Beispiel die gut vorstellbare Ausgangsfläche von einem Hektar, so würde eine durchaus normale Optimalphase dieser Flächengröße 1,5 Milliarden Samen jährlich hervorbringen. Wir sehen also, daß der Queller als Glied der Chenopodiaceen-Familie selbst am unwirtlichsten Standort — im Gezeitenbereich der Nordsee — einen guten Vertreter seiner Sippe hinsichtlich der Samenerzeugung darstellt, das heißt unter dem hier in Frage kommenden Gesichtspunkt der *m ö g l i c h e n* Vermehrungsziffer. Die Lebenskraft des *Salicornietums* ist in der Tat achtunggebietend.

Nun drängen sich angesichts solcher Zahlen mit Recht zwei Fragen vor, erstens: wo verbleiben diese Samenmengen, und zweitens: warum sich noch der Mühe der künstlichen Ausbreitung unterziehen, wenn der natürliche Samenüberschuß schon so gewaltig ist? Besonders die zweite Frage ist dem Verfasser vor und während der ersten Versuchsjahre immer wieder entgegengehalten worden. Man vertrat den Standpunkt, daß sich der Queller ganz von selber einstelle, und daß das Bestreben, die Watten mit Hilfe künstlicher Ansaaten eher zum Verlanden zu bringen, nicht den Erfahrungen an der Küste entspräche. Dagegen sollen an dieser Stelle nur zwei Gegenfragen gestellt werden, nämlich:

1. Gewiß, der Queller kommt auf natürliche Weise, aber *w a n n* kommt er?!

und 2. In welchem Umfang erscheint die Initialphase und mit welcher *S t o ß k r a f t* schiebt sie sich in die nackten Wattzonen vor?

Denn, die Westküstenaufgabe heißt ja nicht nur, Land überhaupt zu schaffen, sondern schnell, das heißt in befristeter Zeit eine möglichst große und wirtschaftlich ergiebige Fläche zu gewinnen.

B. Samenstreuung und Samenverbreitung.

Innerhalb des umfangreichen Queller-Schrifttums berichten lediglich BUCHENAU und FOCKE (1873) und der Verfasser (1933) darüber, daß die Samen des Quellers „keineswegs leicht ausfallen“. Von einer Samenstreuung im eigentlichen Sinne des Wortes kann beim Watt-Typus, *Salicornia herbacea f. stricta*, überhaupt nicht die Rede sein. Der Watt-Typ^{*)} streut gar nicht, sondern die Samen werden durch langsame Zersetzung des parenchymatischen Gewebes allmählich frei. Das chlorophyllhaltige Gewebe stirbt nach der Samenreife im Laufe des Herbstes und Winters ab und wird

*) Die Typen und Formen und deren standortliche Bedingtheit sind Gegenstand eingehender Untersuchungen, worüber später zu berichten sein wird (KÖNIG).

weiterhin durch die für das Wattenmeer bezeichnenden Wechselvorgänge wie Ueberflutung, Trockenfallen, Aussüßung, Salzanreicherung, Bewegung durch Wind, Wellen, Strömung, Tiere u. a. so weit zersetzt und mürbe, daß die Samen leicht vom Wasser herausgewaschen werden können.

Wohl gibt es Quellerformen, deren Samen nach dem Absprengen der Perigondeckel herauspringen oder vom Wind herausgeschleudert werden. Diese Formen stehen jedoch nicht so tief im Gezeitenbereich, daß sie täglich vom Meerwasser durchtränkt werden. Der Watt-Typ *Sal. herb. f. stricta* verhält sich stets anders während der Samenreife, nicht nur im Watt, sondern auch an höher gelegenen Standorten. Die Perigondeckel werden bei dieser Form nicht ohne weiteres frei, sondern der Samen verharrt auch nach der Reifung noch lange in der Umklammerung des sich immer enger um das zentrale, verholzte Leitbündel zusammenziehenden Gewebes, nachdem dieses keinerlei Blattgrün mehr enthält. So kommt es, daß man noch im Frühjahr viele Pflanzen des Vorjahres mit einem Teil der Samen besetzt findet (WOHLENBERG, 1933). In der Regel natürlich verläßt der Hauptteil der Samen die Mutterpflanze während des Herbstes und Winters. Nach und nach werden die Fruchtaschen leer. Gerade in dem Umstand, daß dieser Vorgang kein augenblicklicher ist, sondern die Pflanze erst im Laufe der Herbst- und Wintermonate ihre Samen freigibt, liegt eine besondere, bisher vollkommen unbeachtet gebliebene Eigenschaft der Wattform „*stricta*“. Würde nämlich aller Samen schon im Reifemonat Oktober frei, so könnte gegebenenfalls eine einzige ungünstige Flut den ganzen Samenvorrat entführen und durch standortfremde Ablagerungen vernichten. Beim Watt-Typus ist eine solche Gefahr infolge der Art und Weise der Samenabgabe nicht vorhanden. Finden im Oktober Samenverluste statt, so können diese zum Teil in den nächsten Monaten durch Nachschübe ergänzt und wieder gutgemacht werden.

Die durch die „Verwitterung“ freigewordenen Samen werden danach zum größten Teil willkürlich vom Wasser verfrachtet. Sie gelangen zum Teil mit dem Ebbstrom hinaus in die tieferen Wattströme und in diesen unter Umständen sogar bis in die offene Nordsee, zum Teil aber auch in das eigene Herkunftsgebiet, nämlich in die ohnehin dicht besiedelte obere Verlandungszone, auf den Vorlandrasen oder als Spülsaum an den Deichfuß, während ein letzter Teil, vielleicht der geringste, auf den bisher nackten Wattflächen zur Ablagerung kommt. Von diesen letztgenannten Samen wiederum findet nur ein bestimmter Teil solche Gebiete, welche die für das Gedeihen des Quellers notwendigen Bedingungen bieten. Es wird also nur mit einem kleinen Prozentsatz zu rechnen sein, der schließlich in dem für das *Salicornietum* geltenden Bereich verbleibt und unter günstigen Ueberwinterungsbedingungen im folgenden Jahre die Initialphase verkörpern kann. Daß diesem Samenvorrat außerdem noch erhebliche Verminderungsfaktoren begegnen, soll der Vollständigkeit halber erwähnt werden. Sie werden weiter unten behandelt. Wir sehen also,

welch große Anzahl *negativer* Verbreitungsumstände dem auf den ersten Blick übergroß erscheinenden Samenangebot gegenüberstehen.

Ohne Frage ist dem auf- und abflutenden Wasser die größte Bedeutung für die Samenbeförderung zuzuschreiben, so daß die Art der Strömung für die natürliche Besamung neuer Vegetationsgebiete die größte Bedeutung hat. Ist die Strömung in der offenen Nordsee schon verwickelt und nicht von streng wiederkehrender Gesetzmäßigkeit, so erst recht im Wattenmeer. Die bei Hochwasser sehr häufig nur geringen Wassertiefen und die verwickelten Prielsysteme, sowie die jeweils herrschende Wetterlage sind Erscheinungen, die das Strömungsbild im Wattenmeer ganz erheblich beeinflussen und umgestalten können. Es gibt Standorte, die seit Jahren immer wieder große Samenüberschüsse erhalten, ohne daß sie verwertet werden können, andere dagegen, die jahrelang vergeblich auf die erste Besamung warten müssen. Dort gelangt der größte Teil der jungen Pflanzen infolge zu großer Besiedlungsdichte nicht über das erste Keimblattstadium hinaus, und hier kann die Initialphase aus Samenmangel nicht entstehen, obgleich dieser Standort längst all jene Bedingungen erfüllt, die für die Pioniergesellschaft erforderlich wären.

Diese soeben geschilderten Umstände bilden keine Seltenheit, sondern sind an allen Küstenabschnitten zu beobachten. Sie veranlassen uns, die Frage nach der Verbreitung des Quellers ökonomisch zu betrachten, aber die zeitweilig ausgesprochene Willkür in der natürlichen Samenverbreitung läßt keinerlei haushaltmäßige Berechnung, viel weniger Verfügung zu.

C. Der dynamische Zustand im *Salicornietum* der Küste.

Die überschläglichen Untersuchungen über den Samenhaushalt der Küste haben erkennen lassen, daß sich Samennachfrage und Samenangebot durchaus nicht in einem harmonischen Gleichgewicht befinden, sondern daß von Gegend zu Gegend außerordentlich unregelmäßige und sprunghafte Verhältnisse die Regel sein können. Obwohl wir wissen, daß die Quellergesellschaft gerade in der einseitigen Ausbildung an unserer Nordseeküste eine mit einer hervorragenden Arealenergie ausgestattete Pflanzengesellschaft ist, unterliegt diese Eigenenergie — wie im vorhergehenden Abschnitt dargelegt wurde — doch in sehr starkem Maße dem einen, für die Erstbesiedlung vorwiegend entscheidenden Faktor *Strömung*.

Die Tatsache, daß es an der Küste Quellergebiete gibt, die auf verhältnismäßig kleinräumigen Zonen das Vielhundertfache dessen an Samen hervorbringen, was im günstigsten Falle zur örtlichen Neu- und Wiederbesiedlung überhaupt zu verwenden ist, ohne daß es zu einer wirksamen Gebietszunahme kommt, lenkt die Aufmerksamkeit auf die vorherrschenden Westwinde. Wenn gesagt wurde, daß die Winde die Strömungsrichtung besonders in den geringen Tiefen des Wattenmeeres beeinflussen, so ist in ihnen wegen ihrer vorherrschenden West-Ost-Richtung ebenfalls ein entscheidender Standortfaktor ge-

rade für die Westküste Schleswig-Holsteins zu sehen. Soll nämlich die Küste durch Verlandung westwärts gegen das Meer vorrücken, so gilt es, den gerade in entgegengesetzter Richtung wirkenden Verbreitungsfaktor zu überwinden. Hierfür steht der Quellergesellschaft als Ausgleich lediglich die übermäßig starke Erzeugung an Samen zur Verfügung.

Daß die Hauptrichtung der Samenverfrachtung bei bestimmten Wetterlagen tatsächlich auf die Küste gerichtet ist, zeigen vor allem die herbstlichen und winterlichen Spülsäume, die mancherorts zum wesentlichen Teil aus angespülten Quellersamen bestehen. Würde die Samenverfrachtung dagegen von Ost nach West, mithin auf das freie Meer zu, erfolgen, dann würden die Ueberschußgebiete ihren Reichtum in breiter Front an die bisher unbesiedelten, samenbedürftigen Wattflächen abgeben. Mit andern Worten, die Arealenergie der Quellergesellschaft würde erst dann — rein flächenmäßig gesehen — zu einer optimalen Entfaltung kommen können. Die geographischen Gegebenheiten sind jedoch einer solchen Entfaltung im Wege und müssen in Kauf genommen werden. Nunmehr erklärt es sich, daß das Salicornietum luvwärts nur sehr langsam, meistens nur im Schutz der strömungshemmenden bzw. -unterbindenden Landgewinnungswerke, an Boden gewinnt. Weite Gebiete werden schlecht mit neuem Saatgut versorgt, sie bleiben ständig aufnahmefähig, also ungesättigt. Recht bescheiden, ist die Versorgung fast an der ganzen Küste unzureichend. Oftmals sind äußerste Gegensätze einander unmittelbar benachbart. Der Verfrachtungsfaktor ist stellenweise so entscheidend, daß selbst in unmittelbarer Nachbarschaft starker Ueberschußgebiete die Sättigung der anliegenden Wattflächen unterbleibt.

Unter diesen Gesichtspunkten muß der für das Quellerwachstum an sich geeignete Küstenstreifen wie folgt gegliedert werden:

- a) in Queller - B e d a r f s g e b i e t e
(vegetationslose, aber für das Salicornietum an sich geeignete Wattflächen, stets ungesättigt)
- b) in E i g e n v e r s o r g u n g s g e b i e t e
(örtlich gesättigtes Salicornietum mit keinem oder nur geringem Ausbreitungsvermögen)

und

- c) in U e b e r s c h u ß g e b i e t e
(natürliches, übersättigtes Salicornietum mit starkem Ausbreitungsvermögen).

Wenn es im Interesse einer beschleunigten Landgewinnung und Bodenbildung liegt, den Queller so früh und so dicht wie nur irgend möglich im freien Watt anzusiedeln, so gibt die vorstehende Gliederung nicht nur eine Vorstellung von dem Ausbreitungsbestreben der Verlandungsgesellschaft, sondern vor allem praktische Fingerzeige, in welchen Gebieten die Sättigung mit Queller eine vordringliche A u f g a b e ist. Zunächst wurde angenommen, daß

die Ueberschußgebiete für die Versorgung der unmittelbar benachbarten Bedarfsgebiete vollkommen ausreichend seien. Durch ergänzende Beobachtungen wurde indessen festgestellt, daß selbst ein vielfacher Ueberschuß für die Neubesamung sehr häufig wirkungslos sein kann. Die anfangs nur für die Queller-Bedarfsgebiete vorgesehenen künstlichen Maßnahmen sind danach also auch in den Eigenversorgungsgebieten und sogar — wenn auch in kleinerem Maße — in der Nähe besonders ungünstig gelegener Ueberschußgebiete durchzuführen.

In pflanzenkundlicher Hinsicht sei hervorgehoben, daß die oben durchgeführte Gliederung keine biologisch begründete ist. Sie entspringt lediglich dem praktischen Bedürfnis, das vom (nicht-biologischen) Standortsfaktor Strömung bestimmte Bild im Hinblick auf die praktischen Maßnahmen aufzuteilen. Die geschilderte dynamische Abstufung liegt also nicht in der Gesellschaft als solcher begründet, sondern allein in dem physikalisch und geographisch bedingten Faktor: Strömung.

Diese Feststellung bedarf gerade für die pflanzenkundliche Betrachtung immer wieder der Betonung, denn wir sind nicht der Ansicht, das Verbreitungsgebiet des Quellers durch Umgehung bzw. Ueberwindung der natürlichen Gegebenheiten beliebig erweitern zu können. Unter den ökologisch bedeutsamen Faktoren sind es besonders die Ueberflutungsdauer und die Wasserbewegung, die immer den Ausschlag geben werden. Stets werden diese den künstlichen Eingriffen eine feste, unverrückbare Grenze entgegensetzen. Aber der Verlandungsvegetation bis zu dieser Grenze alle Unterstützung zuteil werden zu lassen, ist die neue Aufgabe. In diesem Gebiet sollte alles getan werden, was der Bodenbildung und Landwerdung förderlich ist.

Im folgenden soll dargelegt werden, auf welche Weise die gestellten Aufgaben gelöst wurden.

III. Die praktischen Kultur-Maßnahmen mit dem Queller.

A. Voruntersuchungen.

Der sich mit dem Wattenmeer befassende Wissenschaftler teilt mit dem Bewohner der Küste die Ansicht, daß mit dem Auftreten des Quellers auf bisher nackten Wattflächen eine entscheidende Entwicklungsstufe im Verlandungsvorgang der Watten erreicht worden ist. Als im vorigen Jahrhundert die planmäßige Landgewinnung einsetzte, war man bestrebt, dem Queller als seit altersher wichtigster Pflanze so früh wie möglich Ansiedlungsmöglichkeiten zu verschaffen. Man ging dabei aber nicht von der lebenden Pflanze aus, sondern begnügte sich mit der Unterbindung örtlicher Strömungen in flachen Gebieten, weil die Erfahrung lehrte, daß damit auch die Vorbedingungen für den neuen Schlickfall erfüllt seien. Alsdann überließ man das Erscheinen des Quellers dem Zufall. Man dachte in erster Linie physikalisch.

Die überragende Bedeutung des Quellers für den gesamten Verlandungsvorgang beruht bekanntlich darauf, daß die Initialphase des *Salicornietums* mit größter Regelmäßigkeit — Ausfälle sind Ausnahmen — im Ablauf der genetischen Standortentwicklung die übrigen Phasen dieser Gesellschaft und auch der dann folgenden ausdauernden (*Puccinellietum*, *Armerietum*) nach sich zieht.

Durch frühere, vielfach bestätigte Beobachtungen auf den Watten der Eidermündung konnten folgende Feststellungen gemacht werden:

- 1) Der Quellerbestand ist von Jahr zu Jahr Schwankungen unterworfen,
- 2) überall sind Gebiete anzutreffen, auf denen man dem äußeren Anschein nach Quellerbesiedlung erwarten müßte,
- 3) der bisher so stark betonte ökologische Faktor Höhenlage (bezw. Ueberflutungsdauer) darf nicht zum alleinigen Maßstab der Ausbreitungsweise von *Salicornia* erhoben werden.

Es war von vornherein durchaus nicht zu entscheiden, ob die oben herausgestellten Befunde mehr oder weniger zufälligen äußeren Umständen oder auch irgendwelchen in der Pflanze oder in der Gesellschaftsfolge ruhenden, schwerer erfassbaren Ursachen zuzuschreiben seien. Wenn einerseits Klarheit darüber bestand, daß dem Experiment im freien Wattenmeer größere Schwierigkeiten entgegenstehen würden, so konnte andererseits dem reinen Laboratoriumsversuch zu wenig Ueberzeugungskraft beigemessen werden.

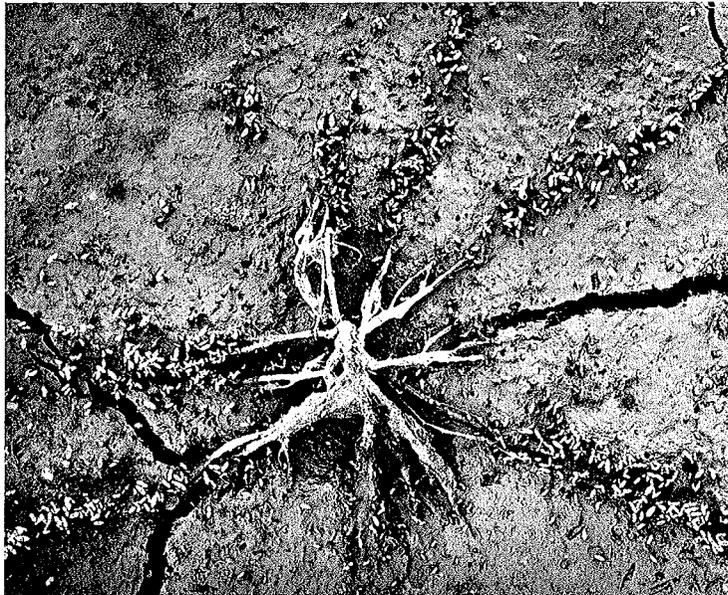
Von diesen Erwägungen ausgehend und auf der Grundlage der dynamischen Gliederung (WOHLENBERG, 1933), wurden im Jahre 1932 die ersten Ansaatversuche mit *Salicornia herbacea* im freien Gelände gemacht. Den persönlichen Mitteln entsprechend konnten diese Versuche nur in geringem Umfang zur Ausführung gelangen. Die kleinen Versuchsfelder befanden sich auf den Schlickwatten bei der Grünen Insel in der Eidermündung und auf den damals noch sandigen Watten nördlich vom Hindenburgdamm. Obwohl es sich in beiden Gegenden nur um wenige Quadratmeter Fläche fassende Versuchsbeete handelte, konnte der Nachweis erbracht werden, daß die Initialphase des *Salicornietums* auf künstlichem Wege auf bisher nackten Wattflächen einzuleiten sei. Im folgenden Jahre (1933) konnten die Versuche mit Unterstützung der Notgemeinschaft der Deutschen Wissenschaft wiederholt werden. Sie bestätigten das Ergebnis vom Vorjahre. Erst durch die Einbeziehung in den Zehnjahresplan des Gauleiters und Oberpräsidenten der Provinz Schleswig-Holstein (vgl. Heft 1 dieser Zeitschrift) erschienen diese Voruntersuchungen unter dem Gesichtswinkel großräumiger praktischer Anwendung. So kam es, daß sie zum Ausgangspunkt der ersten biologischen Landgewinnungsmaßnahmen wurden, als die Forschungs-Abteilung Büsum im Jahre 1934 eingerichtet wurde.

B. Samengewinnung im Großen.

Da Quellersaat bekanntlich im Handel nicht beziehbar ist, war die nächstliegende Aufgabe, den Samen in größeren Mengen zu gewinnen. Mit der gewonnenen Saat galt es, den bisherigen Versuchsrahmen zu erweitern, die Versuchsergebnisse auf verschiedenen Wattarten zu prüfen und die ersten Erfahrungen für den Ausbau der neuen Methode als Ergänzung der bisher geübten praktischen Landgewinnung zu sammeln. Bei der künstlichen Vermehrung des Quellers ist zunächst die Frage nach der technisch geeigneten Ansaatmethode zu entscheiden. Es gibt zwei Möglichkeiten. Wie aus der Abbildung 3 hervorgeht, erscheint es durchaus möglich, die geerntete Mutterpflanze oder Sproßteile von ihr mit dem darin enthaltenen Samen im Frühjahr unmittelbar in den Wattboden einzubringen. Andererseits aber kann man auch den Samen rein gewinnen, um ihn in beliebiger Dichte wie Korn wieder auszusäen. Es stellte sich heraus, daß die ganzen Pflanzen oder Sproßteile von Hand eingebracht werden müssen. Eine solche Arbeitsweise würde jedoch im Hinblick auf den großen Umfang der Arbeit in der Praxis zu zeitraubend und zu kostspielig werden. Dagegen gestattet der gewonnene reine Samen die Anwendung mechanischer Ansaatmethoden. Aus diesen Gründen mußte die Gewinnung des reinen Samens auf ihre praktische Durchführung erprobt werden.

1. Ernte und Lagerung der Mutterpflanzen.

Die auf Seite 57 gemachten Zahlenangaben über die Samenerzeugung der Quellergesellschaft lassen es unbedenklich erscheinen, Quellermutterpflanzen



Aufn.
E. Wohlenberg
1932

Abb. 3. Die Zweige der Mutterpflanze wurden vor dem Freiwerden der Samen auf natürliche Weise in den Schlick eingebettet. Die in den Sprossen verbliebenen Samen keimen im Frühjahr und kennzeichnen die Lage der Zweige im Sediment.



Abb. 4.
 Quellerernte im Wattenmeer.
 Der Queller wird in Überschuß-
 gebieten mit der Sense gemäht.
 Bildarchiv Westküste B — b LXXXII / 18a
 Aufn. D. König

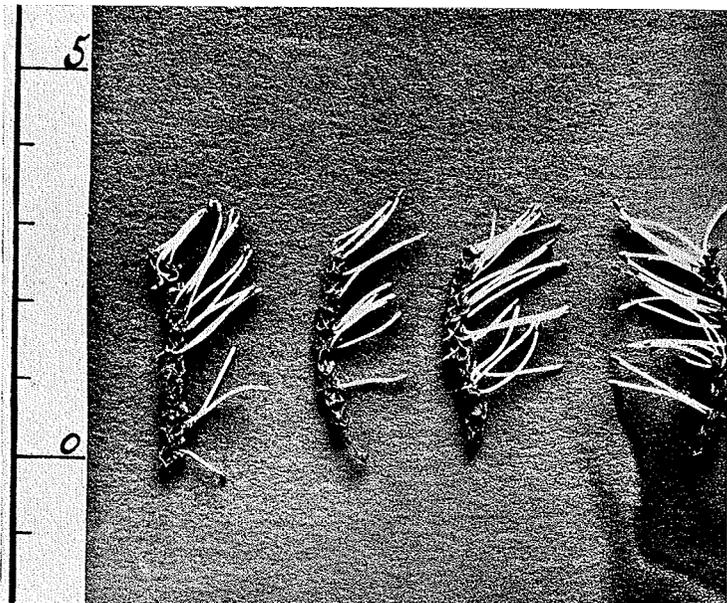
für die Samengewinnung in den örtlichen Ueberschußgebieten in beliebiger Menge abzuernnten. Zunächst geschah das, um möglichst wenig Schlick mitzuernnten, mit Schafscheren, später mit der Sense (Abb. 4). Der Zeitpunkt der Ernte ist von Jahr zu Jahr verschieden. Von Anfang Oktober ab werden die Bestände auf Reife und Eignung für die Ernte untersucht. Die im September für den Reifevorgang so bezeichnende rötliche Verfärbung gibt insofern gute Anhaltspunkte, als diese Stellen vorwiegend Wattböden von sandiger Beschaffenheit anzeigen. Hier gewinnt man also die am wenigsten durch Schlick verunreinigten Pflanzen. Die Verholzung der Stengelglieder hat bereits vorher den höchsten Grad erreicht. Dann folgt nach und nach, vom Grund bis zum Sproßscheidung fort schreitend, die Samenreifung und gleichläufig damit das Absterben des parenchymatischen Gewebes, das durch Zusammenschrumpfung der sonst zylindrischen Aehren erkennbar wird. Für die Ernte ist es wichtig zu wissen, daß die Wattform *stricta* in diesem eben geschilderten Zustand noch alle Samen in den Samentaschen enthält. Bevor also die Einflüsse der Ueberflutung und der Witterung die ehemals grünen Teile der Pflanze zersetzen, muß sie 2—3 cm oberhalb der Wattoberfläche abgemäht werden. Da der abgemähte Teil meistens nur 15 cm mißt, ist es zweckmäßig, den senkrecht umgebogenen Rücken der Sense durch ein Sammelblech, wie es in der Abbildung 4 sichtbar ist, zu vergrößern, um auf diese Weise die durch einen Sensenstrich erfaßten Pflanzen beieinander zu halten. Die möglichst wenig mit dem Watt-

boden in Berührung gekommenen Pflanzen werden an die Deiche befördert und je nachdem, wie der Samen gewonnen werden soll, entweder möglichst trocken auf luftigen Böden oder auch draußen im Freien gelagert. Wegen des günstigen Luftaustausches sind Böden mit Reth- oder Pfannendach für die Ueberwinterung am geeignetsten. Je nach Feuchtigkeitsgehalt werden die geernteten Pflanzen in 30 bis 50 cm hohen Lagen ausgebreitet und wöchentlich mindestens zweimal gewendet. Mäuse sind von den Einlagerungsorten fernzuhalten; sie können in kurzer Zeit beachtliche Lücken in die Vorräte fressen. Von Nachteil ist ferner zu große Feuchtigkeit, verbunden mit verhältnismäßig hohen Temperaturen (Abb. 5). Da an der Küste im Winter (Dezember und Januar) Temperaturen von 7 bis 12 Grad über Null nicht selten sind, ist an solch warmen Wintertagen stets Gefahr für das Auswachsen vorhanden. Bei diesen Grenztemperaturen wachsen jedoch nicht alle Samen zugleich aus, denn ihre Keimungsbereitschaft ist nicht gleich. Nur ein Teil der innerhalb der Aehre vorhandenen Samen treibt aus, so daß meistens nur mit einem geringen Verlust zu rechnen ist, falls eine genügend trockene Einlagerung von Anfang an nicht möglich ist und die Wintertemperaturen sehr hoch liegen.

2. Drusch und Spülung.

Vergegenwärtigt man sich den natürlichen Weg des Samens von der Mutterpflanze bis zum Keimbett im Wattboden, so liegt es im Interesse einer hohen Keimfähigkeit nahe, die künstliche Samengewinnung in möglichst enger Anlehnung an die natürlichen Vorgänge durchzuführen.

Abb. 5.
Während der Wintermonate zu warm und zu feucht gelagerter Queller. Die ausgewachsenen Mutterpflanzen sind für den Drusch wertlos geworden. — Links: Zentimetermaßstab.
Aufn. E. Wohlenberg, 1932



Für die Gewinnung der Samen wurden zwei Verfahren erprobt, und zwar eine Trocken- und eine Feuchtmethode. Bei der ersten handelt es sich um regelrechten Drusch der vorher vorsichtig getrockneten Pflanzen. Die Feuchtmethode beruht dagegen auf dem Grundsatz der mechanischen Spülung der naturfeuchten Pflanzen.

Der Drusch der Mutterpflanzen ist nur dann möglich, wenn diese vorher durch Trocknung so spröde gemacht werden, daß die Schläge des Dreschflegels oder auch die Stiftentrommel der Maschine die Samen aus den Samentaschen herauspressen können.

Auf einer heizbaren Trocknungsanlage werden die Pflanzen bei Temperaturen zwischen 25 und 35 Grad getrocknet, locker in Säcke gefüllt und darauf sogleich in den Säcken mit den Flegeln von Hand bearbeitet. Nach etwa 150 Schlägen ist der Drusch bereits beendet. Nur ein geringer Rest bleibt in den Sprossen. Der mit in den Säcken verbleibende Same wird durch verschiedenmaschige Siebe von der Spreu befreit und den Winter über bis zur Aussaat auf luftigen Böden gelagert (Abb. 6). Infolge der künstlichen Trocknung hat eine leichte Schrumpfung der Samenschale stattgefunden. Zahlreiche Keimanalysen haben jedoch gezeigt, daß diese Fältelung der Samenschale solange keine Einbuße in der Keimfähigkeit bewirkt, als die Schrumpfung nicht durch zu hohe Hitzegrade hervorgerufen wurde.

Einen Nachteil haben die vollkommen windtrocken eingebrachten Pflanzen dann, wenn das Zellgewebe nach der Reifung nicht oder nur wenig im Verband gestört und zersetzt wurde. Die Samen können dann nur schwer, erst durch

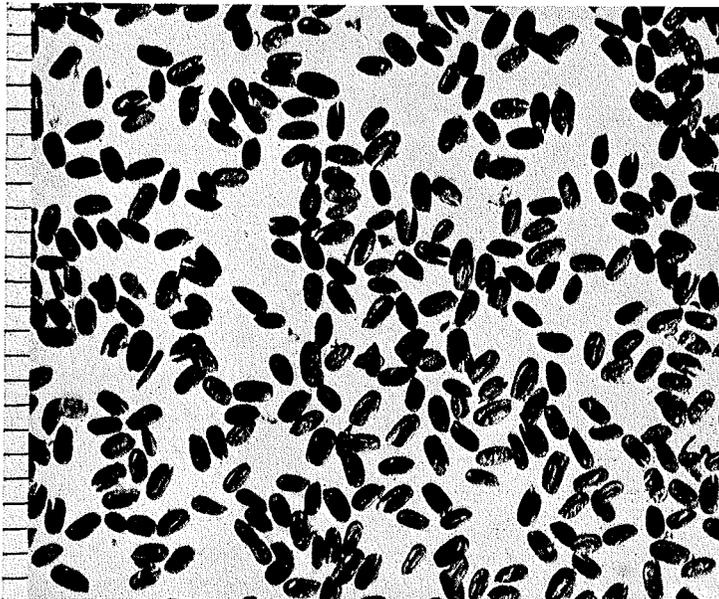


Abb. 6.
Gedroschener
Quellersamen.
Links:
Millimetermaßstab.
Bildarchiv Westküste
B - a 1111
Aufn. D. König

gründliche mechanische Bearbeitung gewonnen werden. Diese Erfahrung führte zu dem bewährten Versuch, die gemähten Pflanzen zunächst einige Wochen allen Witterungserscheinungen auszusetzen und erst danach bei einer einsetzenden Trockenwetterlage auf Böden einzulagern. Die Keimungsprozente der von Hand gedroschenen Samen erreichten durchweg 90%.

Der Maschinendrusch beruht auf dem gleichen Vorgang. Die auf den großen Darrplatten einer Fischmehlfabrik getrockneten Pflanzen wurden mittels einer Stiftendreschmaschine gedroschen. Dadurch, daß vier große Darrplatten gleichzeitig beschickt werden konnten, wurde der Arbeitsgang gegenüber dem Handdrusch sehr beschleunigt. Der Saatertrag blieb jedoch gegenüber dem Handdrusch zurück. Auch die Keimfähigkeit erreichte kaum 50%. Ihre Einbuße muß auf die Gase zurückgeführt werden, die aus dem Koksofen der Fabrik über die mit den feuchten Pflanzen belegten Darrplatten geleitet wurden.

Die beste Möglichkeit bietet das Spülverfahren. Es ist anwendbar, wenn das Zellgefüge der Pflanzen durch Witterungseinflüsse gebührend mürbe geworden ist. Die feuchten Pflanzen werden mit etwas Wasser in einen flachen Bottich gebracht und bei mehrfachem Wenden mit dem elastischen Piassavabesen in der Senkrechten bearbeitet. Nach dem Ablassen des Wassers bleiben die freigewordenen Samen im Bottich zurück.

Leistungsfähiger wird die Spülmethode dann, wenn die auf ein Drahtsieb gelegten Pflanzen mit einem scharfen Wasserstrahl bearbeitet werden. Durch den Wasserdruck werden die Samen herausgeschleudert und gelangen mit dem Spülwasser in einen unter dem Draht befindlichen Behälter, wo nach dem Ablassen des Wassers die Samen zurückbleiben. Dieses Verfahren ist am einfachsten und wegen seiner Leistungsfähigkeit am billigsten. Das Trocknen der Samen erfolgt sogleich danach durch vorgewärmte, strömende Trockenluft bei ständiger Bewegung der Samen. Erfolgt das Trocknen nicht schnell genug und haftet infolgedessen die Feuchtigkeit zu lange dem Samen an, so keimt der im vollen Quellungs Zustand befindliche Same sehr leicht aus und wird wertlos.

Zum Trocknen des gespülten Saatgutes dient ein stehendes, oben und unten offenes Holzgehäuse, das zur Aufnahme der nassen Samen drei auswechselbare Trockensiebe verschiedener Maschenweite hat. Mit einem elektrisch betriebenen Ventilator wird die trockene und warme Luft von unten durch die belegten Siebplatten nach oben gedrückt. Diese „Druck“-Luft hat gegenüber der „Zug“-Luft — durch welche der Ventilator die Luft von oben durch die Siebplatten nach unten saugen würde — den Vorteil, daß die Samen nach dem Verlust der größten Feuchtigkeit allmählich in Bewegung geraten, wodurch die endgültige Trocknung sehr beschleunigt werden kann, ohne daß eine unter Umständen schädliche Temperaturerhöhung die Beschleunigung herbeiführen muß. Bei „Zug“-Luft würden die Samen dagegen fest an die Siebplatten gesaugt werden und mehr Zeit zum Trocknen benötigen.

Der darauf folgenden Reinigung wird keine übertriebene Sorgfalt gewidmet, da mit dem Saatgut kein Handel getrieben werden soll und es für die Praxis belanglos ist, ob beim Drillen kleine Verunreinigungen (Perigonreste oder dergl.) mit in den Wattboden gelangen oder nicht.

3. Keimfähigkeit.

Nach der Samengewinnung blieben noch zwei Hauptfragen zu lösen, von denen die erste die Aufrechterhaltung der Keimfähigkeit der Samen war. Ihr mußte bei der ganzen Aufgabe die größte Sorgfalt zugewendet werden. Der Queller besitzt keine eigentliche Keimruhe. Die Keimungsbereitschaft ist zwar in den ersten Herbstmonaten mit noch hohen Wasser- und Lufttemperaturen sehr gering, nimmt aber mit fallender Wintertemperatur ständig zu, sobald diese durch einen Temperaturanstieg unterbrochen wird. Beim Anstieg auf 7°C sprengt der Embryo bei ausreichendem Wassergehalt die Samenschale und wächst schnell zu einem kräftigen Keimling heran. Um über die Keimungsbereitschaft und das vorhandene Keimungsprozent stets unterrichtet zu sein, werden von Dezember bis zur künstlichen Einsaat im Frühjahr sowie darüber hinaus Keimproben angesetzt. Beim Vergleich der Keimungsprozente der letzten drei Jahre weichen nur die schlechten Ergebnisse des Jahres 1936 von den übrigen ab. Es zeigte sich, daß das Ergebnis von nur 60% auf die schlechte Einbringung der Ernte zurückzuführen war. Die Mutterpflanzen gelangten infolge anhaltender winterlicher Niederschläge im wasserübersättigten Zustand auf die Trockenanlage, so daß die Trocknung sehr langsam vonstatten ging. Dadurch wurde die Keimungsbereitschaft durch die Temperatur im Darraum zuerst geweckt, danach aber das weitere Wachstum mit zunehmendem Wasserverlust nicht schnell genug wieder unterbunden. Außerdem hatte der Dezembermonat 1936 sehr milde Lufttemperaturen, zeitweise 10 und 12 Grad Wärme. Bei vielen Samen führen diese Temperaturen zwar zum ersten Keimungsakt, aber nicht sogleich zur vollständigen Sprengung der den Embryo umgebenden Samenschale. Die nachfolgende Trocknung läßt den Riß wieder zusammenschrumpfen, so daß die Unterbrechung der Keimruhe selbst unter der Lupe nicht zu erkennen ist. Auf solche Weise kann die Saat in ihrem Keimvermögen sehr geschwächt werden.

Die besten Keimzahlen liefert das zuletzt beschriebene Spülverfahren. Das ist leicht verständlich, da die mit ihm verbundenen Maßnahmen im grundsätzlichen am wenigsten von den Vorgängen am natürlichen Standort abweichen. Die Keimzahlen erreichen fast immer 100%.

Im Hinblick auf die praktischen Bedürfnisse soll jedoch hervorgehoben werden, daß eine möglichst hohe Keimzahl nur dann erwünscht ist, wenn sie ohne besondere Mühe, das heißt Kosten erreichbar ist. Für die Praxis darf ihr Wert nicht überschätzt werden, denn infolge der Feinheit der Samen gelangt dieser beim Drillen immer noch so dicht ins Keimbett, daß selbst bei einer Keim-

fähigkeit von nur 60% eine fortlaufende, gut besiedelte Saatreihe mit Sicherheit erwartet werden kann. Also braucht — auf die Praxis gesehen — die Saatgewinnungsmethode nicht mit der Forderung nach dem Keimungsprozent 100 belastet zu werden.

4: Die Folgen am abgeernteten Standort.

In den für das Mähen bestimmten Ueberschußgebieten entstehen durch die Ernte erhebliche Blößen im herbstlichen Bestand. Wenn auch die oben angeführten Zahlen nicht dafür sprechen, daß in solchen abgemähten Bezirken der nächstjährige Quellerbestand schwächer ausgebildet sein wird, so war eine entsprechende Bestandskontrolle doch erforderlich. Durch zwei Jahre hindurch, 1936 und 1937, konnte durch Bestandszählung der Nachweis erbracht werden, daß die gemähten Standorte genau den gleichen Bestand aufzeigten, als die nicht abgeerntete Umgebung. Für diese Kontrolle waren bestimmte Flächen durch Pfähle gekennzeichnet worden. Auch konnte eine anderweitige Veränderung, etwa in den Anlandungsverhältnissen, nicht nachgewiesen werden. Die gewaltige Samenerzeugung der Ueberschußgebiete erträgt also nicht nur die vorzeitige Entfernung gesunder Mutterpflanzen, sondern läßt auch keinerlei nachteilige Folgen für den nächstjährigen Bestand erkennen.

C. Die Technik der Ansaat.

1. Der Watt-Drillschlitten.

Wurde in den vorangegangenen Abschnitten die Keimfähigkeitserhaltung des Samens von der Ernte bis zur Aussaat als eine der beiden wichtigsten Fragen gekennzeichnet, so ist die gegen Ueberflutung unbedingt sichere Einbringung des feinen Samens in den Wattboden die andere Frage von größter praktischer Bedeutung. Es wurde bereits oben darauf hingewiesen, daß die Einbringung der samenerfüllten ganzen Mutterpflanze oder von Sproßteilen keine leistungsfähige wirtschaftliche Methode entwickeln ließ; außerdem ist es im praktischen Betrieb nicht durchführbar, die Sproßteile mit einer weniger als 1 cm starken Schlickschicht zu bedecken.

Man kann auf den Watten nicht, wie auf dem sorgfältig vorbereiteten Acker hinter den Deichen, den Samen von sich werfen, weil ihn die nächste Flut als Spülsaum an den Deichfuß schwemmen würde. So mußte also ein Gerät gefunden werden, das den besonderen Anforderungen des Wattenmeeres gewachsen war, und das vor allem die unbedingt sichere Einsaat des Quellers gewährleistete.

Jeder, der an der See gearbeitet hat, hat die Erfahrung machen müssen, daß diejenigen Geräte am besten den Anforderungen des besonderen Geländes entsprechen und dem Einfluß des Seewassers, des Schlicks und anderem wider-

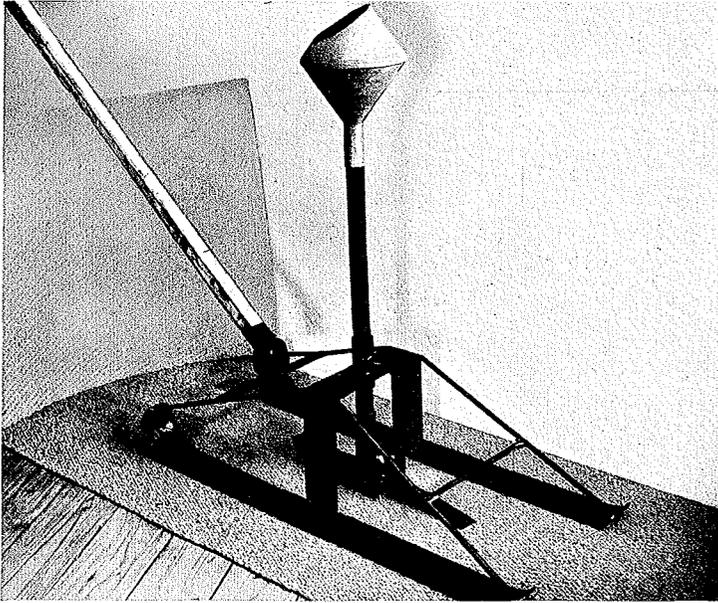


Abb. 7.
Watt-Drillschlitten
mit Drillkufe
und Saattrichter.

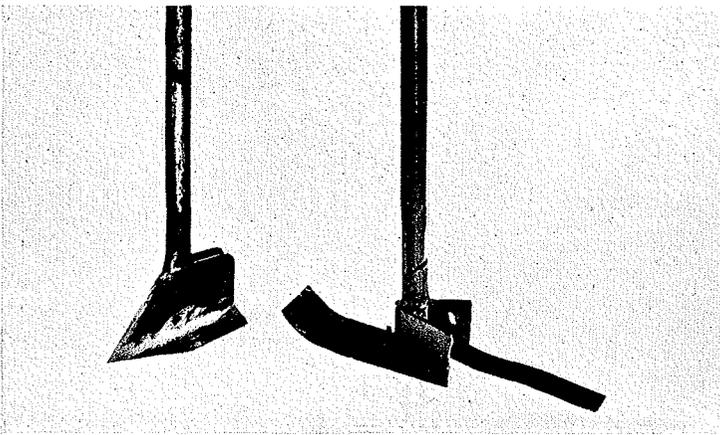


Abb. 8.
Die auswechsel-
baren Saatbett-
bereiter.
Links: Drillschar
für Sandwatten,
Rechts: Drillkufe
für Schlickwatten.

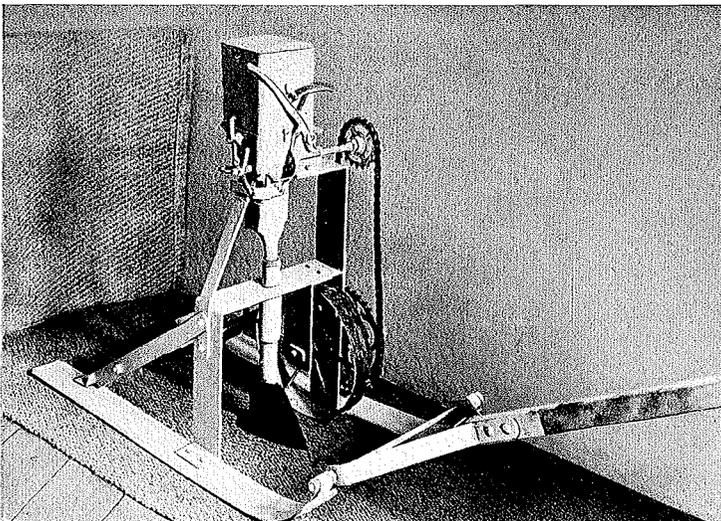


Abb. 9.
Watt-Drillschlitten
mit mechanischer
Samenförderung.
Bildarchiv Westküste
B — a 768, 771, 770
Aufnahmen
E. Wohlenberg

stehen, die keinen verwickelten maschinellen Aufbau haben. Diese Forderung ist für Gebrauchsgeräte im Watt in erhöhtem Maße zu stellen.

Da die für die Quellersaat bestimmten Wattgebiete alle unterhalb der Hochwasserlinie liegen und daher bei Hochwasser drei bis vier Stunden vom Meerwasser überströmt oder bedeckt werden, ist das Hauptfordernis, den Samen so einzubringen, daß das strömende Wasser ihn nicht wieder fortspülen kann. Andererseits darf der Same nur sehr flach unter der Wattoberfläche liegen, da frühere Untersuchungen zeigten, daß er von einer bestimmten, bei verschiedenen Sedimentarten verschiedenen Keimbettiefe ab nicht mehr fähig ist, den Boden zu durchbrechen. Das zu verwendende Hilfsgerät mußte also zunächst diese Forderungen erfüllen, aber außerdem noch jene Forderung nach Leistungsfähigkeit auf allen Wattböden. Das seit drei Jahren verwendete Gerät ist in der photographischen Abbildung 7 wiedergegeben. Aus den oben genannten Gründen ist der Watt-Drillschlitten bewußt einfach gehalten. Das Wesentliche an dem Gerät ist der jeweilige Saatbettbereiter. Der eigentliche Schlitten hat nur die Aufgabe, den Bereitern — Kufe oder Schar — den nötigen Halt und die genau einstellbare Führung zu geben.

2. Die Drillschar.

Infolge der verschiedenartigen Oberflächenbeschaffenheit der Watten sind zwei Saatbettbereiter, die Drillschar für ausgesprochene Sandwatten und die Drillkufe für bindigere Schlickwatten (Abb. 8, 10, 11 u. Abb. 13) hergestellt worden. Da besonders die Oberfläche der Sandwatten nicht immer ganz gleichförmig ist und außerdem die gezogene Saatfurche aus Mangel an bindigem Material nicht immer gut verstrichen werden kann, war ein solches Gerät zu finden, das im Augenblick des Saatfalls die Wattoberfläche bandförmig abhebt und danach sogleich wieder an den Ausgangsort zurücklegt. In der Drillschar (Abb. 8 links u. 10) wurde das geeignete Gerät nach wiederholten Abänderungen und Ueberprüfungen im Watt gefunden*). Zwei Eisenblätter werden bugförmig mit nach vorn und unten ausgezogener Spitze zusammengeschweißt. An ihrer Oberkante umfassen die beiden Scharblätter das aufwärts gerichtete Saatrohr, das am oberen Ende den Saattrichter trägt. Der Trichter (Abb. 12) ist so gebaut, daß auch bei böigem und stürmischem Wetter — wie es während der Saatzeit sehr häufig im Wattenmeer vorherrscht — gedrillt werden kann. Da bereits geringe Feuchtigkeit im Saatrohr zu einer Verstopfung desselben führt, ist der Trichterhals kragenförmig gebaut, so daß in die obere Saatrohrmündung kein Regenwasser von der äußeren Trichterwand einlaufen kann (vgl. Abb. 12c). Außerdem verjüngt sich der Trichter nach oben zum Windschutzkragen mit einseitig gewendeter Oeffnung (Abb. 12a). Der Windschutzkragen des Saattrichters verhindert das unerwünschte Fortwehen der feinen und sehr leichten Samen. Bei böigen Niederschlägen kann die Trichteröffnung noch durch wasserdichten, die Hand umschließenden Stoffverschluß

*) An der Ausbildung der Hilfsgeräte hat besonders der Laborant Etti g mitgearbeitet.

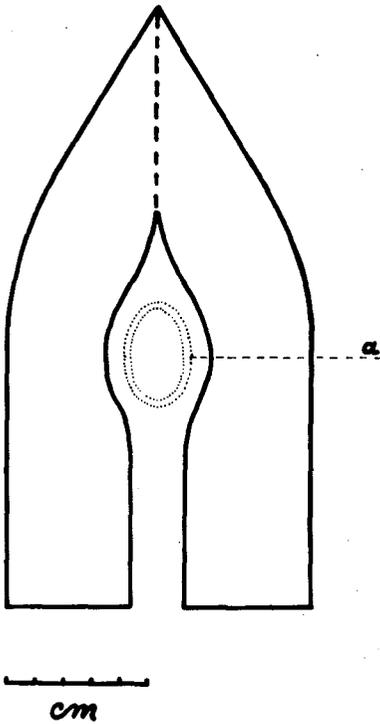


Abb. 10.
Drillschar, Grundriß a=Saatrohr

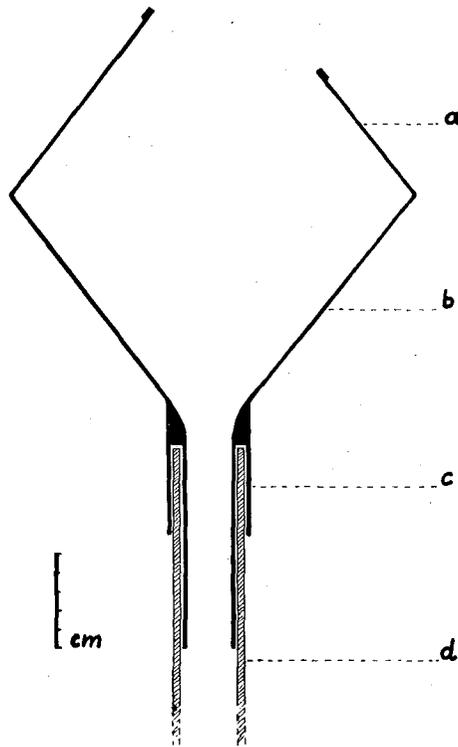


Abb. 12.
Saattrichter für den Watt-Drillschlitten
(Längsschnitt) a=Windschutzkragen
b=Trichter c=Aufsatzkragen (Regenschutz)
d=Saatrohr.

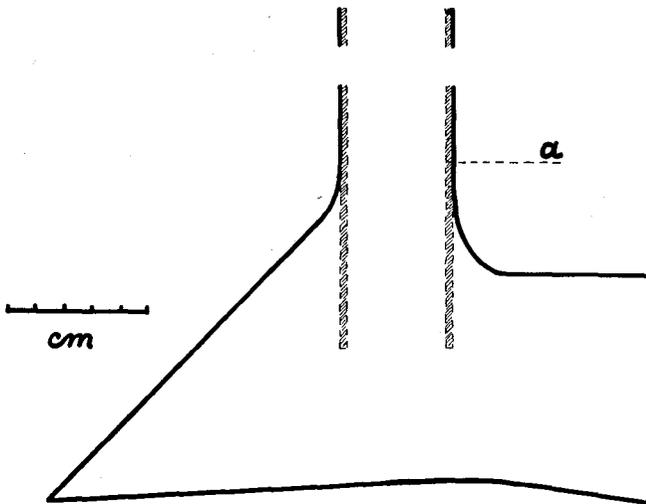


Abb. 11.
Drillschar, Seitenansicht (schematisch) a=Saatrohr

geschützt werden. Die in die Öffnung hineinragende, mit Samen gefüllte Hand des Säers läßt je nach der Geschwindigkeit des Schlittens fortlaufend geringe Mengen in den Trichter fallen (Abb. 24).

Bei der Formgebung der Scharblätter war darauf zu achten, daß mit Hilfe ihrer Wölbung die Wattoberfläche so dünn wie möglich (maximal 10 mm) abgehoben werden konnte. Ferner mußte der mit der Weiterführung des

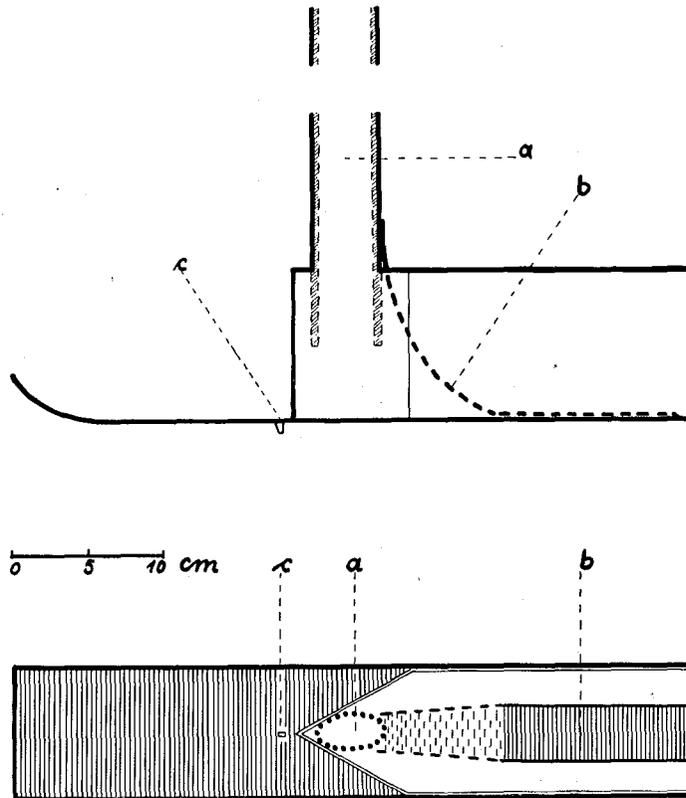


Abb. 13. Drillkufe. Oben: Seitenansicht (schemat.); unten: Grundriß
a = Saatrohr, b = Schleiffeder, c = Drilldorn.

Saatrohres verbundene Spalt so eng wie möglich belassen werden. Die Wölbung der Scharbleche soll weiterhin so gerichtet sein, daß die zu beiden Seiten der Drillschar gleichzeitig angehobenen Wattbänder (vgl. schemat. Abb. 14A) mit der unberührt gebliebenen Wattoberfläche einen möglichst stumpfen Winkel bilden, so daß im Scheitelpunkt dieser Winkel ein offener Bruch im Sediment vermieden wird.

In dem Augenblick, wo die Drillschar mit dem Schlitten weitergezogen wird, sinken die angehobenen Bänder wieder in ihre ursprüngliche Lage zurück.

Eine hinter dem Schlitten angebrachte Schleifplatte von verschiedenem Gewicht (je nach Geländebeschaffenheit) verstreicht den beim Hindurchführen der Schar entstandenen Riß, so daß das von neuem überströmende Wasser so gut wie keine Angriffsflächen in der Wattoberfläche mehr vorfindet. Die Spur wird im Laufe der nächsten Ueberflutungen wieder eingeschlemmt und bleibt meistens bis zum Aufgehen der Saat unerkennbar.

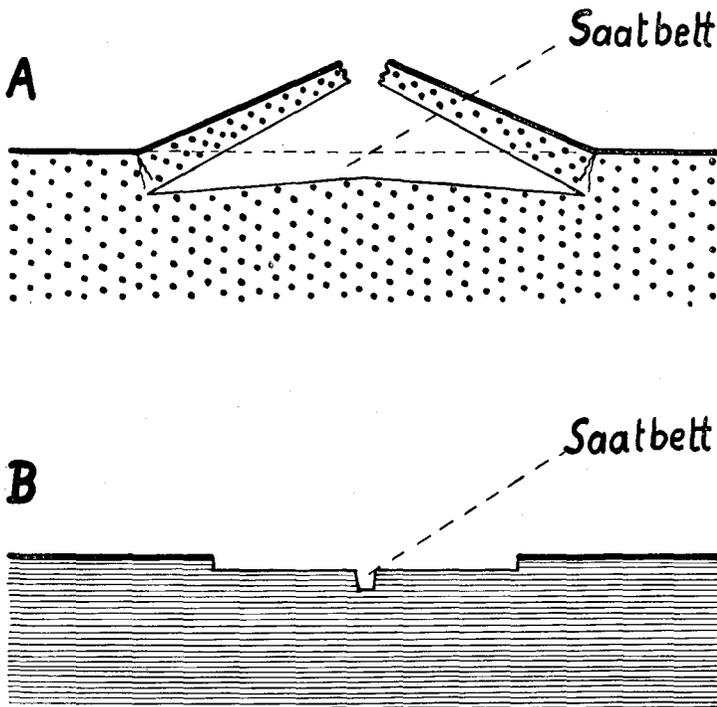


Abb. 14. Die Form der Saatbetten.
Das von der Drillschar im Sandwatt (A)
und von der Drillkufe im Schlickwatt (B) bereitete Saatbett.

3. Die Drillkufe.

Auf schlickigen Watten oder Gebieten mit tonig gebundener Oberfläche kann die Drillschar nicht verwendet werden. Sie vermag in diesen Boden nicht einzuschneiden. In solchen Gebieten kommt die Drillkufe zur Anwendung (Abb. 13 und 8 rechts). Auch in schlickigen Ablagerungen müssen die Quellersamen sehr flach eingebracht werden. Wie aus der Abbildung 13 hervorgeht, sorgt hierfür ein kurzes, nach vorn gebogenes Blatt, an dessen hinterem Ende ein spitzer Winkel ausgespart bleibt. Vor dem Scheitelpunkt dieses Winkels befindet sich der Drilldorn, der die Kufe nach unten um etwa 6 mm durchragt. Um das Oberflächenwasser vom Saatbett fernzuhalten, trägt der

Winkel zwei senkrecht hinter dem Drilldorn sich vereinigende Bleche, die in der gleichen Weise wie bei der Drillschar das nach oben führende Saatrohr umschließen.

Auf Abbildung 8 rechts ist die Ausgangsform der Drillkufe abgebildet. Sie hat inzwischen insofern eine Ergänzung erfahren, als die das Oberflächenwasser führenden Parallelschenkel nach hinten verlängert wurden. Auf diese Weise vermag die Schleiffeder, die abweichend von der Schar unmittelbar am Saatrohr befestigt ist, das Saatbett nach erfolgtem Samenfall zuzustreichen, bevor das vom Kufenblatt abgedrängte Oberflächenwasser von den Seiten her wieder zuströmen kann. Abbildung 25 vermittelt eine genaue Vorstellung von dem Verlaufe der tieferen Spuren der Parallelschenkel und dem dazwischen liegenden flachen, von der Schleiffeder bereits verstrichenen Saatbett.

Die Abbildung 14 gibt ein schematisches Bild von dem Aussehen der Saatbetten in dem Augenblick, wo der Same durch das Saatrohr herabfallen soll. Auf Abbildung 14 A ist die Saatkammer vom Sandwatt im senkrechten Schnitt wiedergegeben. Die Scharblätter der Drillschar haben zu beiden Seiten des abgeplatteten Saatrohres die Wattoberfläche bandförmig angehoben und den darunter liegenden Wattgrund so angeschnitten, daß an der Stelle des Sameneinfalls die flachste Einbettung erreicht wird.

Abbildung 14 B zeigt einen Schnitt durch das Saatbett im Schlickwatt, das von der Drillkufe geschaffen wurde. In diesem Augenblick soll der Same in die schmale vom Drilldorn gezogene Furche fallen. Die gleich danach in Tätigkeit tretende Schleiffeder sorgt für das wasserfreie Zustreichen der Furche.

D. Die Abhängigkeit der Ansaat von den Eigenschaften der Wattablagerungen.

1. Chemische Standortseigenschaften.

Unter den chemischen Faktoren steht im Küstengebiet naturgemäß der Salzgehalt an erster Stelle. Von weit geringerer Bedeutung sind Kalk, Humus, Phosphat, Kali und die Wasserstoffionenkonzentration. Je nach der geographischen Lage der Küstenabschnitte sind die Salzgehaltswerte unterschiedlich und außerdem je nach der Wetterlage erheblichen Schwankungen unterworfen. Mit welchen Schwankungsbereichen z. B. in den Flußmündungen der Elbe und Eider zu rechnen ist, haben die Untersuchungen von NIENBURG und KOLUMBE (1931) bzw. WOHLBERG (1931) gezeigt. Die ersten Salzwerte über die Stärke der Bodenlösungen im eigentlichen Watt sind den grundlegenden ökologischen Arbeiten STOCKERS (1924) zu entnehmen.

Da im Bereich der Nordseeküste eine ganze Anzahl Gebiete vorhanden sind, die sich durch Süßwasserzufluß auszeichnen, galt es für die praktischen Bedürfnisse der Landgewinnung die Frage zu beantworten, ob Wattböden von

Wattbodenuntersuchung von Queller-Ansaatflächen 1935.

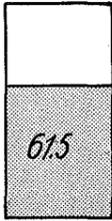
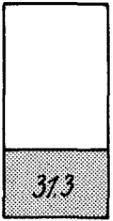
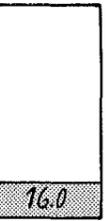
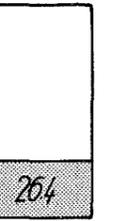
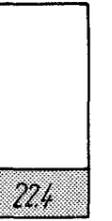
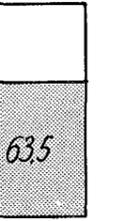
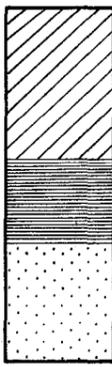
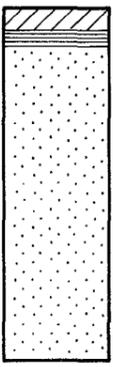
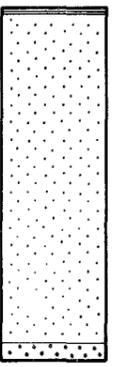
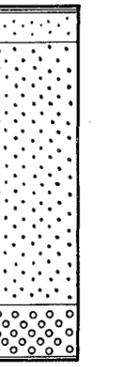
Probenentnahme	1 5.10.1935.	5 5.10.1935.	6 5.10.1935.	15 26.10.1935	1 8.10.1935.	4 8.10.1935.	2 8.10.1935.	13 17.10.1935.	9 17.10.1935.
Gebiet:	Neufeld	Neufeld	Neufeld	Blauort	Wesselburner Kg.	Schülper Siel	Schülper Siel	Olversum	Süderhöft
Lage:	Baggerloch NN+0.98	Werk 7 NN+1.07	Werk 10 NN+1.30	N.O. von Bake	Rasenlahnung 10 NN+ 1.02	Feld Nr. 1 NN+ 0.93	Feld Nr. 5 NN+ 0.81	Feld Nr. 2 NN+0.92	Hauptfeld Nr. 1 NN+0.93
Wassergehalt (% Feuchtgewicht)									
Feste Bodenbestandteile (% Trockengewicht)									
Salzgehalt des Bodenwassers	7.58‰	8.88‰	11.20‰	30.33‰	32.80‰	16.49‰	17.68‰	11.16‰	28.60‰
Haupt-Pflanzenbestand im Gebiet	Scirpus mar.	Scirpus mar.	Scirpus tabern.	keine Vegetation	Queller (Salicornia herb.)				
Haupt-Tierbestand im Gebiet	Tubifex	Tubifex	Nereis		Corophium, Pygospio	Corophium, Heteromastus	Corophium, Heteromastus	Corophium, Heteromastus	Pygospio

Tabelle 1.

Wassergehalt, Salzkonzentration und Korngrößenaufbau der mit Queller besäten Wattablagerungen der Westküste nebst Angaben über die vorhandene Besiedelung durch Pflanzen und Tiere. (Der Wassergehalt bezieht sich auf den gewachsenen feuchten Boden).

Zeichenerklärung.

 B. Ton < 0.006 mm
 C. Staub 0.006-0.02 mm
 D. Mehlsand 0.02-0.10 mm

 F. Mittelsand 0.20-0.50 mm
 E. Feinsand 0.10-0.20 mm
 Wassergehalt in %
des Feuchtgewichtes

verschiedenem Salzgehalt ungleich gut geeignet für das Gelingen der Ansaaten wären. Um hierüber Klarheit zu gewinnen, wurden die verschiedenartigsten Wattgebiete der Westküste mit Queller besät. Sie erstrecken sich von den Brackwasserwatten der Elbe über die marinen Watten der Meldorfer Bucht zum Brackwasserbereich der Eidermündung und weiter nordwärts bis zu den Seewasserwatten des nordfriesischen Wattenmeeres. Das Ergebnis der Kulturen war einheitlich. Auf allen Stationen kam der gesäte Queller zur Entwicklung und — abgesehen von zu starken mechanischen Beanspruchungen (Sandschliff) — auch zur Reife. Der Tabelle 1 sind die Wasser- und Salzgehaltswerte der angesäten Flächen zu entnehmen. Die Salzwerte schwanken zwischen 7‰ und 32‰. Bemerkenswert ist das ausgezeichnete Wachstum des gesäten Quellers im Brackwasserbereich der Elbe vor Neufeld. Laut früherer Kartierung der Brackwasserflora (NIENBURG und KOLUMBE, 1931) liegt dieses Gebiet bereits außerhalb des mehr marinen Verbreitungsgebietes von *Salicornia herbacea* L. Trotzdem gelang es, Probefelder anzulegen, deren Pflanzen ebenso üppig wuchsen und zur Reife gelangten wie die des übrigen Wattenmeeres. Wenn auch eine regionale Gliederung durchaus als naturgegeben zu bestätigen ist, so muß unter Hinweis auf die fernergelungenen Ansaaten solcher Watten, die in unmittelbarer Nähe von Süßwasser führenden Sielmündungen liegen, ganz allgemein erwogen werden, ob neben den Salzwerten nicht auch die Gruppe der verbreitungsbiologischen Faktoren am Fernbleiben des Quellers mitbeteiligt sein kann. Es muß bemerkt werden, daß diese Gruppe bisher in der Vorlandökologie der Nordseeküste als Faktortypus ganz vernachlässigt und meines Wissens nicht zur Erklärung herangezogen worden ist.

Die Brackwassergebiete der Elbe haben in pflanzenkundlicher Hinsicht einen anderen — und zwar nicht allein floristisch anderen — Aufbau als die rein marinen Watten. Ihre Pioniervegetation gehört im Raunkier'schen Sinne einer anderen Lebensformengruppe an, nämlich der ausdauernden und rhizomführenden, während das nackte Seewasserwatt von der einjährigen *Salicornia herbacea* zuerst besiedelt wird. Hierauf beruht vor allen Dingen der Wesensunterschied beider Verlandungstypen. Er kann nicht als zufällige Erscheinung erklärt werden. Schon die Beobachtung der Wattoberfläche vor Neufeld läßt erkennen, wie wenig geeignet sie infolge ständiger Umlagerung für die sichere Einbettung der Samen, für die Innehaltung der Keimbetruhe und für das erste Heranwachsen der jungen einjährigen Keimlinge ist. Im Gegensatz hierzu bleiben die starken wurzelstockführenden Pflanzen wie *Scirpus maritimus*, *Scirpus tabernaemontani*, *Phragmites communis* u. a. von diesen Standortseigenschaften mehr oder weniger unberührt.

Die bei Neufeld gewachsenen Pflanzen unterschieden sich nicht von denen der Meldorfer Bucht oder des vollsalzigen nordfriesischen Wattenmeeres, obgleich ein mehrfacher Salzgehalt gegenüber dem bei Neufeld gemessenen vor-

handen war. Wuchsbild und Größe — feinere anatomische Unterschiede bleiben an dieser Stelle unberücksichtigt — scheinen vom Salzgehalt solange unbeeinflusst zu sein, als die Böden auch bei Nichtüberflutung feuchtigkeits-gesättigt sind*).

Aber auch normale Wattgebiete können durch außergewöhnliche Wetterlagen großen Salzgehaltsschwankungen ausgesetzt sein, so zum Beispiel während der Ostwindwetterlagen im Frühjahr. Zu solchen Zeiten kann es vorkommen, daß der obere Teil der Gezeitenzone wegen der ablandigen Winde wochenlang nicht vom Seewasser überflutet wird. Starke Bestrahlung und trockene Luft bringen das im Watt vorhandene Bodenwasser zur Verdunstung, so daß das Salz in den oberen Schichten angereichert wird. In den oberen 2 bis 3 cm konnten Werte bis zu 180‰ Salz nachgewiesen werden. Die an diesem Standort wachsenden Quellerkeimlinge hatten jedoch ihre Wurzeln bereits in größere Tiefen geschickt, so daß sie durch die hohen Salzwerte höchstens eine vorübergehende Hemmung im Wachstum erfahren haben dürften. Weitere Angaben über Wattwerte finden wir bereits in den Arbeiten von STOCKER. Zusammenfassend kann unter Hinweis auf die Tabelle 1 gesagt werden, daß die verschiedenen Salzgehaltswerte keinerlei Einfluß auf das Gelingen der Ansaat ausgeübt haben.

Die Regel von der Unempfindlichkeit der Wattorganismen gegenüber Schwankungen des Salzgehaltes und der Temperatur, wie sie für die im Watt lebenden Tiere bereits ausgesprochen wurde, scheint sich auch für die Pflanzen des Wattenmeeres zu bestätigen. Ihre Lebensmöglichkeiten erschöpfen sich nicht in einem engen Bereich, sondern sie sind „gut an die mit der Tide zwangsläufig verbundenen Schwankungen bezüglich der Temperatur und der chemischen Eigenschaften angepaßt“ (WOHLENBERG, 1937).

Die Wasserstoffzahl zeigt im eigentlichen Watt auffallend geringe Schwankungen. Selbst blauschwarz gefärbte sulfidhaltige Wattböden haben, solange sie sich im reduzierten Zustand befinden, neutrale Reaktion. Aus dem Wattenmeer liegen jedoch allein die Untersuchungen des Verfassers aus dem Königshafen von Sylt (1937) vor, so daß bis zur endgültigen ökologischen Einschätzung der Wasserstoffzahl weiteres Untersuchungsmaterial von möglichst periodischer Entnahme abgewartet werden muß.

Noch lückenhafter sind die Kenntnisse über die Bedeutung des Humusgehaltes**). Es konnte auffallenderweise immer wieder beobachtet werden, daß der Queller auf humusarmen Sandwatten, solange diese auch bei Ebbe stark wasserhaltig bleiben, einen ebenso üppigen Wuchs annimmt, wie auf

*) Diese Unabhängigkeit erlischt, sobald es sich um Standorte mit wechselndem Wassergehalt handelt, besonders dann, wenn die Böden untersättigt sind und oberhalb der eigentlichen Gezeitenzone liegen. Durch die Einwirkung von Wind und Sonne sind die Salzwerte alsdann großen Schwankungen unterworfen. Die Erörterung dieser Fragen liegt jedoch bereits auf physiologischem Gebiet und bleibt einer Sonderuntersuchung vorbehalten (KONIG).

***) Humus in diesem Falle = Sammelbegriff für organ. Substanz.

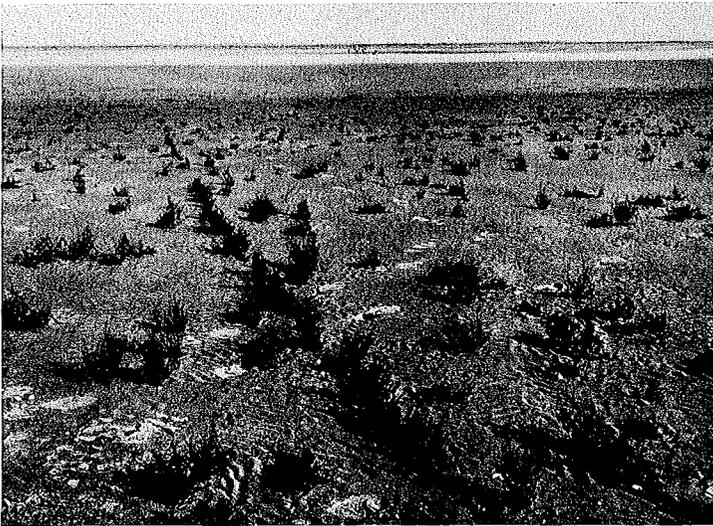


Abb. 15.
Flugsandwatten vor Süderhöft (Eiderstedt). Wasseruntersättigte Sandwatten an der Hochwassergrenze mit Quellerreihe.



Abb. 16.
Reines Sandwatt in der Meldorfer Bucht. Wasserübersättigte, durch Sandwurmbesiedelung und offene Lage unruhige Wattflächen konnten erfolgreich mit Queller beimpft werden.

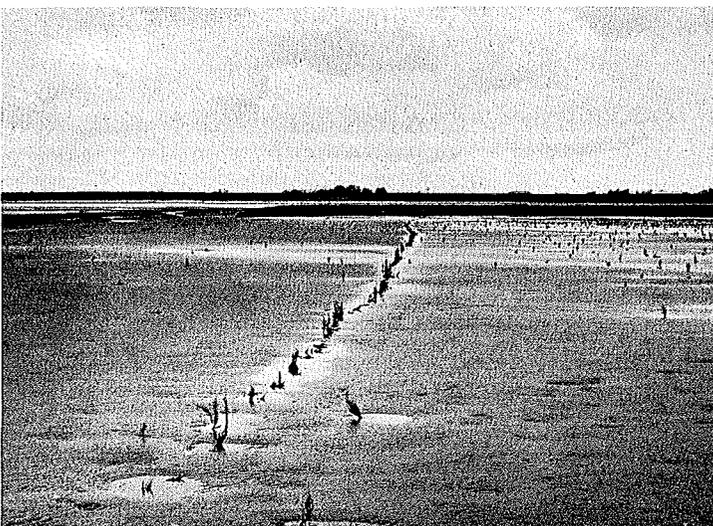


Abb. 17.
Die Kennzeichen der Initialphase (umkolkte Pionierstypen) treten auch hier bei den Einzelpflanzen sowohl als auch bei der Reihe als ganzer auf.

Bildarchiv Westküste
B - a 717, 860
B - b XXXIX / 27
Aufnahmen E. Wohlenberg

humusreichen Schlickwatten. Ob und welche Zusammenhänge hier zum Wassergehalt des Bodens bestehen, kann nur durch Sonderuntersuchungen geklärt werden.

2. Physikalische Standortseigenschaften.

a) Wassergehalt und Korngrößenaufbau der Sedimente.

Aus der Anzahl der physikalischen Eigenschaften sollen der Wassergehalt und das mechanische Gefüge der verschiedenen Ansaatgebiete einander gegenüber gestellt werden. Den schematischen Darstellungen der Korngrößen der Tabelle 1 ist zu entnehmen, daß sehr unterschiedliche Wattböden mit Queller besät wurden. Vom allerfeinsten Schlickwatt ([1, Neufeld] und Nordstrander Damm [Seite 98]) über feinsandige Schlickwatten der Eidermündung (13, Olversum) bis zum „groben“ Flugsand der Hochwassergrenzgebiete (9, Süderhöft) sind die Einsaaten vorgenommen worden. Ähnlich wie beim Salzgehalt zeigte auch der verschiedenartige Bodenaufbau keinen

nennenswerten Einfluß auf das Gelingen der Ansaat. Selbst auf den Watten, die in unmittelbarer Nachbarschaft zu Flugsandplatten lagen (15, Blauort Sand) oder sogar in diese übergingen, waren die Reihen nachweisbar. Abbildung 15 bezieht sich auf die Flugsandgebiete bei Süderhöft. Die Saatreihe ist einwandfrei innerhalb des natürlichen Bestandes erkennbar. Die gesäten Pflanzen hatten zum Unterschied gegen die hier natürlich wachsenden alle Merkmale der Form *stricta* bewahrt.

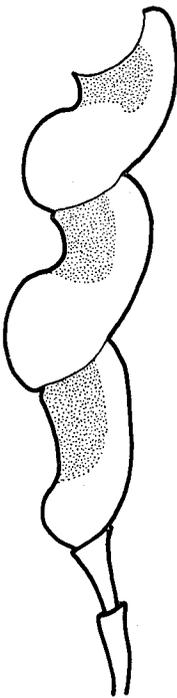


Abb. 18.

Durch Sandschliff
im Wachstum ge-
hemmt und schließ-
lich vernichtete
Salicornia herbacea
f. *stricta*.

Auf der Sandplatte Blauort (Tabelle 1, 15) konnte die Wirkung des Sandschliffs an den gesäten Pflanzen beobachtet werden. Die Pflanzen waren hier dem bei Westwind unentwegt fliegenden Sand ausgesetzt. Zunächst starb der luvseitige Teil der Sproßepidermis ab (Abb. 18). Die vom Sand getroffenen Sprosse krümmten sich dem fliegenden Sand entgegen, bis von der anfangs gesunden Quellerreihe nur noch der Wurzelhals und kleine Stengelreste den Standort überragten und so die ehemalige Reihe kennzeichneten. Hieraus geht eindeutig hervor, daß die Watt-Form vom Queller ebensowenig wie der Anedel (WOHLENBERG, 1937, S. 51—52) an den Sandschliff angepaßt ist, wobei allerdings hervorgehoben sei, daß fliegender Sand in *stricta*-Gebieten normalerweise nicht vorhanden zu sein pflegt.

Auf die Bedeutung des strömenden bzw. durch Wellen bewegten Wassers wurde früher (WOHLENBERG, 1931, Abb. 1, und 1934, Abb. 2—4) bereits hinge-

wiesen. Die dort wiedergegebenen Beobachtungen und Feststellungen konnten auch bei den künstlichen Quellerreihen bestätigt werden. So zeigt Abbildung 17 eine Saatreihe auf feinsandigem Schlickwatt. Hier trägt die Reihe als Ganzes alle Merkmale der Initialphase. Ein Kolk löst den andern in langer Reihe ab. Das gleiche zeigt besonders deutlich die Nahaufnahme von unbeständigen Sandwatten (Abb. 19), wo mehrere Pflanzen einer Saatreihe in scharf umränderten Kolken beieinander stehen.

Von weit größerer Bedeutung ist der Wassergehalt der Watablagerungen. Leider erschwert die Mannigfaltigkeit im Aufbau der Ablagerungen außerordentlich das Festlegen von absoluten Grenzwerten. Nach Tabelle 1 gelang die Ansaat auf Wattböden mit 16% bis 63,5% Wassergehalt. (Diese Zahlen beziehen sich nicht auf das Trockengewicht, sondern auf das Ausgangsfeuchtgewicht der natürlichen Bodenprobe [Mineral plus Wasser]). Bei der Probe 13 (Olversum) schien der Grenzwert mit 63,5% bei dem vorliegenden Korngrößenaufbau (vgl. darunterstehendes Blockdiagramm) gerade erreicht zu sein. Hätte sich der Aufbau dieser Watten bei gleichbleibendem Wassergehalt weiter nach der sandigen Seite verschoben, so wären die Saatreihen wahrscheinlich noch spärlicher ausgefallen, wäre hingegen der Tongehalt bei gleichbleibendem Wassergehalt gestiegen, so hätten sich die Saatreihen weit besser behaupten können. Ganz allgemein kann man sagen, daß der Grenzwert umso höher liegt, je größer die wasserhaltende Kraft der Sedimente ist. Aus diesen Erörterungen ergeben sich für die Landgewinnungspraxis sehr bedeutsame Folgerungen, nämlich die allgemeine, für alle Watten gültige Forderung, den Wassergehalt der Wattböden stets unter dem für den betreffenden Korngrößenaufbau gültigen Höchstwert zu halten. Zu erreichen ist dieses Ziel in allen Fällen durch „Spatenarbeit“, nämlich durch häufiges Ausheben der sogenannten Grüppeln.

An dieser Stelle muß noch auf eine besondere Form des Oberflächenwassers hingewiesen werden. Die oben erwähnten Unregelmäßigkeiten in der Wattoberfläche führen häufig zur Entstehung von flachen Mulden, in denen nach dem Trockenfallen der Watten während der ganzen Dauer der Nichtüberflutung Wasser zurückbleibt. Selbst wenn diese Tümpel nicht tiefer sind als etwa 2 cm, gelangt der Queller hier nicht über das Keimblatt hinaus. Sie bleiben solange vegetationslos, bis dem Wasser durch irgendeinen Umstand, sei es durch natürliche oder künstliche Veränderungen, Abfluß verschafft wird. Innerhalb der Andelwiese hat man den schädlichen Einfluß des stehenden Wassers längst erkannt und setzt zu seiner Beseitigung den Spaten an. In der tieferen Verlandungszone, dem Quellergebiet, dagegen sollten diese Gesichtspunkte noch strenger beachtet werden. Befinden sich solche Vertiefungen in Ufernähe, so werden in ihnen häufig organische Reste, die im Spülsaum herangefrachtet werden, abgelagert. Die Mikroben sorgen für einen mehr oder weniger starken Abbau, wodurch die Tümpel faulschlammartige Eigen-

schaften erhalten. Schwefelwasserstoff (und Methan) im Zustand der Entstehung sind für jeden Pflanzenwuchs verderblich. Offenbar sind die assimilierenden Organe die empfindlicheren Teile der Pflanze, denn die Wurzel ist widerstandsfähiger und anpassungsfähig, indem sie sich nach früheren Untersuchungen beim Eindringen in den reduzierten Wattboden sehr bald und in sehr vollkommener Weise mit einem isolierenden Eisenoxydhydratmantel umgibt (WOHLENBERG, 1933). Eine Begrünung dieser Vertiefungen ist nur durch eine dauerhafte Trockenlegung möglich.

Immer wieder zeigt sich also die Notwendigkeit sorgfältiger, auch kleinräumiger Beobachtung und rühriger Spatenarbeit. Sie kann — rechtzeitig angewendet — mit geringem Aufwand für die spätere Nutzung lange schädlich wirkende Bodeneigenschaften beseitigen.

Hierdurch ist dem Wassergehalt der Wattoberfläche eine entscheidende Bedeutung für das Ziel der Wattbegrünung beizumessen. Es ist im Bereich der Verlandung nicht so sehr die große Flutwelle, die uns Sorge macht, als vielmehr das äußerlich geringfügig scheinende Wasser der kleinen Standorte. Es ist der „kleine Wasserhaushalt“, den es gilt, fest in die Hand zu bekommen.

b) Ueberflutungsdauer und Wasserbewegung.

Ueberprüft man das umfangreiche Queller-Schrifttum hinsichtlich der Angaben über die Ueberflutungsdauer, der die Wattpflanzen täglich zweimal ausgesetzt sein können, so sind bis zu den jüngsten Veröffentlichungen stets nur ungefähre Angaben zu finden. Das liegt in dem Mangel jeglicher Wattvermessungen begründet. Erst seitdem die Watten durch die Arbeiten der Forschungsabteilungen höhenmäßig eingemessen und damit als „weiße“ Flecke von der Landkarte verschwunden sind, können genaue Zahlenwerte genannt und für die praktische Landgewinnung verwendet werden*).

Unter diesem Mangel hatte die praktische Landgewinnung sehr zu leiden, weil gar nicht ermessen werden konnte, ob der dem Queller ökologisch offenstehende Gezeitenbereich auch wirklich von ihm besiedelt wurde. Man wußte nichts über die genauen Höhenlagen, vertrat aber fest die Ansicht, daß der Queller das ihm „zustehende“ Gebiet von sich aus restlos begrünen würde. Neben den praktischen Geländeversuchen hat die genaue Vermessung dazu beigetragen, diese Fragen klarzustellen und die Aufgaben aufzuzeigen. Im Laufe der zurückliegenden Versuchsjahre sind nunmehr umfangreiche, zahlenmäßige Unterlagen über die Höhenlage sämtlicher Quellerversuchsfelder ge-

*) Trotz lebhafter Küstensenkungsforschung gilt außerdem dasselbe von den übrigen Pflanzen der Verlandungszone, auch von denen, deren Standort für die Küstensenkung eine unwiderlegbare Beweiskraft zugeschrieben wurde. Im wissenschaftlichen Schrifttum fehlen mathematisch genaue Einmessungen der Standorte vom Anedel, Meerstrandsdreizack, Schilfrohr, Meerstrandbinse, Salzmelde, Keilmelde u. a. Diese Lücken verdeckte man bisher mit Geländeschilderung oder geschätzten Zahlenwerten. Durch umfangreiche Sondervermessungen konnten die gültigen Zahlen nunmehr festgelegt werden.

schaffen worden. Dadurch, daß anstelle der gefühlsmäßig geschätzten Höhenangaben genaue Zahlenwerte gesetzt werden können, ist ein tieferer Einblick in die tatsächlich vorliegenden Wachstumsverhältnisse gewonnen worden.

Da bei den vorliegenden Quelleruntersuchungen stets die praktischen Fragen im Vordergrund stehen, mußte angestrebt werden, den Queller so tief unterhalb der MHW-Linie wie nur irgend möglich zur Entwicklung zu bringen, denn je eher das Watt begrünt werden kann, umso schneller kann es der Bodenbildung und damit auch der Nutzung zugeführt werden. Es war aber weder durch Literaturstudien noch durch Geländebeobachtung möglich, die größte Wachstumstiefe des Quellers zu kennen, denn nirgends im Wattenmeer erreicht der natürliche Bestand seine natürliche untere Wachstumsgrenze. Es sei auf die obigen Ausführungen hingewiesen (Seite 61) und an die örtlich entscheidenden Umstände wie Samenzufuhr und unsichere Einbettung erinnert. Man hätte also früher, selbst wenn man zur höhenmäßigen Einmessung der natürlichen Grenzlinien geschritten wäre und diese allein zur Grundlage gemacht hätte, niemals wirkliche Grenzwerte erhalten, sondern stets nur mäßige bis gute Mittelwerte. Erfahrungsgemäß lagen diese aber einerseits stets zu hoch, und andererseits waren sie mit einer großen Anzahl unentwirrbarer Zufälligkeiten belastet. Sie konnten erst durch den großräumig angelegten Ansaatversuch ausgeschaltet werden. Er wurde zum Teil so angelegt, daß die untere Grenzlinie absichtlich unterschritten wurde, das heißt, die Saatreihen lagen auf abfallendem Gelände. Es waren im allgemeinen drei Abschnitte zu erkennen, ein oberer mit üppiger Entwicklung der Quellerpflanzen, ein mittlerer mit kränkenden Pflanzen — diese zeigten den Grenzwert an — und ein unterer, wo zwar die Keimlinge sichtbar wurden, aber im Keimblattstadium verharren, die grüne Farbe allmählich einbüßten und schließlich eingingen. Die Versuche wurden auf verschiedenartigen Watten wiederholt. Mit ihrer Hilfe war es möglich, für die Landgewinnungspraxis wirklich verwendbare Zahlenwerte zu erhalten. Es wurde die eigenartige Beobachtung gemacht, daß der Queller auf schlickigen Standorten tiefer gedeihen kann als auf sandigen, und daß außerdem der Keimling im Anfang weniger gegen eine längere Ueberflutung empfindlich ist als die etwas weiter entwickelte Pflanze, die bereits über das erste und zweite Stengelglied verfügt. Im fortgeschrittenen, bereits buschigen Zustand dagegen ist die Widerstandsfähigkeit wiederum größer (Versuche im Kulturbecken, Abb. 2).

Es wurde weiter festgestellt, daß die Lage der Versuchsfelder für das Gedeihen der einzelnen Pflanzen nicht gleichgültig ist. Auf schlickigen und geschützten Watten konnten sich die künstlich eingeleiteten Quellersiedlungen in tiefster Lage behaupten. Bei verringertem Schutz und gleichbleibendem Schlickgehalt waren die Tiefenwerte geringer, auf sandigen Watten ohne Schutz wurden die kleinsten Werte festgestellt. Hier klang das Wachstum etwa 10 cm höher aus. Da zehn Zentimeter in der Höhe im flachen Wattenmeer sehr viel

an Fläche bedeuten können, sind diese Feststellungen für die praktische Landgewinnung von großer Bedeutung. Wie im vorigen Abschnitt die Beseitigung des übergroßen Wassergehaltes der Wattoberfläche zur Bedingung gemacht wurde, so zeigen sich hier die Lahnungen in einer neuen Bedeutung. Natürlich bewirken sie in erster Linie einen verstärkten Schlickfall, aber darüber hinaus ermöglicht ihr hemmender Einfluß auf Strömung und Wellenschlag das Wachstum des Quellers in größeren Tiefen. Ob als Ursache hierfür rein äußerlich das Fehlen der *bewegenden* Kraft des Wassers oder die Standfestigkeit der Schlickwatten anzusehen ist, oder ob der schlickige Boden die Pflanze zu höherer Leistung und größerem Widerstand befähigt, wäre durch besondere physiologische Untersuchungen klarzustellen. Wie sehr die Wasserbewegung tatsächlich in den Bedingungs-zusammenhang eingreift und den der Ueberflutungsdauer überdeckt, zeigen die Versuche in der Freilandgezeitenanlage in Büsum, wo Strömungen und Wellenbewegungen unterbunden sind. Das Queller-Tiefbecken sollte dazu dienen, unter Ausschaltung aller übrigen Standortseigenschaften den Grenzwert in bezug auf die Ueberflutungsdauer festzulegen. Da der Versuch erst während einer Vegetationsperiode (1937) durchgeführt werden konnte, sollen vorerst keine Zahlenwerte veröffentlicht werden. Es genüge hier die Feststellung, daß der Queller unter Ausschaltung von Strömung und Wellenschlag noch tiefer als für die Versuche im freien Watt angegeben, das heißt bei noch längerer Ueberflutungsdauer, gedeihen kann.

Fassen wir die Ergebnisse zusammen, so muß hervorgehoben werden, daß die Ueberflutungsdauer zwar einen sehr wichtigen ökologischen Grenzfaktor für den Queller darstellen kann, daß seine entscheidende Bedeutung aber durch Ueberlagerung anderer, bisher unbeachtet gebliebener Einwirkungen (Wasserbewegung und Aufbau der Wattablagerung) im Rahmen der praktischen Landgewinnung noch einer sorgfältigen und versuchsmäßigen Prüfung bedarf.

c) Die biologische Eignung der Standorte.

Nach der Untersuchung der chemischen und physikalischen Standortseigenschaften bleiben noch die *biologischen* hinsichtlich ihrer Bedeutung für die Kulturmaßnahmen zu untersuchen.

Im Bereich der Verlandungszone bildet die Verdrängung des Quellers durch den ausdauernden Andel das sinnfälligste Beispiel eines biologischen Wettbewerbes. Aber es ist bekannt und bedarf im Rahmen der vorliegenden Aufgabe keiner Erörterung. Dieser Kampf um den Verlandungsraum ist sogar erwünscht und erfährt daher jede Unterstützung. An den tieferen Stellen aber, wo die Kulturmaßnahmen ihre Hauptaufgabe zu erfüllen haben, wirken andere biologische Kräfte.

Zunächst ist das Zwergsee-gras, *Zostera nana* Roth., zu nennen. Schon in der bisherigen Landgewinnungstechnik ging das Bestreben dahin, das

Zwergsee gras innerhalb der Lahnungen möglichst schnell zu vernichten. Da es ein Dauerwurzler ist und bereits Bruchstücke von den Rhizomen neue Ausbreitungsherde bilden können, ist das See gras nur dann mit Erfolg zu bekämpfen, wenn die wichtigsten Lebensbedingungen am Standort verändert werden. Zusammenhängende Zwergsee grasrasen halten auch noch nach dem Abfließen des Wassers bei Ebbe sehr viel Wasser an der Standortsoberfläche zurück. In welchem Maße die chemischen Eigenschaften dieses Wassers beeinflusst werden können, konnte im Königshafen von Sylt nachgewiesen werden (WOHLENBERG, 1937: Größte Temperaturschwankungen, Sauerstoffübersättigung bis zu 230%, äußerste pH-Werte u. a.). Hinzu kommt die mechanische Wirkung durch die hin- und herflutenden Blätter sowie die Beschattung der lichtbedürftigen Quellerkeimlinge. Das See gras kann nur durch planmäßige Begrüppelung der Standorte beseitigt werden. Sobald die Wattoberfläche durch die Rundungen der Aecker Gefälle erhält und das Oberflächenwasser restlos abfließen kann, ist die Lebenskraft von *Zostera nana* gebrochen, während für den Queller von jetzt ab erst alle Bedingungen gegeben sind.

Von größerem schädlichen Einfluß können Grünalgenwucherungen werden, so zum Beispiel die im oberen Gezeitendrittel vorkommenden *Enteromorpha*- und *Rhizoclonium*-Kolonien. Bei Hochwasser fluten sie im Wasser hin und her und legen sich mit dem letzten abfließenden Wasser als dichter fesselnder Filz auf die Wattoberfläche und damit auf die jungen Quellerpflanzen. Wie auch aus der Abbildung 21 hervorgeht, werden die jungen Pflanzen unter der dichten Masse begraben und vollständig beschattet. Sie werden gelb und gehen schnell zugrunde. Auf diese Weise bleiben zum Teil große Gebiete innerhalb einheitlich begrünter Flächen ausgespart, die sich im Sommer scharf von ihrer Umgebung abheben, ohne daß man zu jener Zeit eine Erklärung finden kann, weil das Hauptwachstum der Algen in die kühlen Frühjahrsmonate fällt.

Andere Algen wie Diatomeen und Vaucherien können solche Wirkungen nicht ausüben, denn sie fluten meistens nicht von einer Verankerung aus im Wasser hin und her, sondern haften auch bei Hochwasser durchweg der Wattoberfläche an. Die Quellerkeimlinge wachsen ungestört durch deren Vegetationshorizont hindurch und genießen überdies noch alle Vorzüge einer gesicherten, nicht so leicht zerstörbaren Wattoberfläche.

Aber auch unter den Tieren des Wattenmeeres gibt es einen für die Ausbreitung des Quellers sehr wichtigen Schädling. Es ist der weit und in großer Zahl verbreitete Wattwurm *Arenicola marina* L. Da gerade die von ihm dicht besiedelten Sandwatten einer Aufschlickung bedürfen, haben hier die biologischen Kulturmaßnahmen eine besonders dringliche Aufgabe zu erfüllen. 1935 wurde zum ersten Mal versucht, den Queller auf solchen vom Sandwurm dicht besiedelten Watten anzusiedeln. Die Bestandsaufnahme verzeichnete zwar große Einbußen innerhalb der Saatreihen, aber als Ganzes konnte der

Versuch, wie die Abbildung 16 zeigt, als gelungen bezeichnet werden. Der Ausfall an Pflanzen ist auf zwei Ursachen zurückzuführen; erstens auf die größere Wasserbewegung und zweitens auf die röhrenbauende Tätigkeit von *Arenicola marina*. Abbildung 20 läßt erkennen, auf welche Weise die Wurmröhre dem Queller zum Verhängnis wird. Die Augenblicksbilder zeigen, wie die zarten Keimlinge im Bereich des Einsturztrichters der U-förmigen Wohnröhre entwurzelt werden. Der Vorgang ist ein zufälliger, denn der Wattwurm hat — da er die Pflanzen nicht frißt — kein Interesse an der Vernichtung des Keimlings. Je nach dem Grad der Besiedelung und der bauenden Tätigkeit der Würmer können auf diese Weise große Mengen an gesunden Keimlingen zugrunde gehen. Das Uebersichtsbild auf Abbildung 16 zeigt ein besätes typisches Sandwurm watt in der Meldorfer Bucht. Die Reihen sind zwar nicht mit den schnurgeraden Beeten auf den Schlickwatten zu vergleichen, aber trotz der großen Lücken ist das künstliche Reihenbild erhalten geblieben. Die außerhalb der Reihen erkennbare Streusiedlung ist eine Folge der umlagernden Tätigkeit der Würmer. Dadurch wurden viele Samen vorzeitig aus der Saatkammer entfernt, von denen ein kleiner Teil noch wieder Fuß fassen konnte. Der größere Teil wird verschwemmt worden sein*). Ueberschend war die Größe der auf diesem reinen Sandwatt wachsenden Pflanzen. Sie waren üppig, gesund und buschig und zeigten alle Eigenschaften der Pioniertypen.

Unter Hinweis auf Abbildung 16, Seite 79, sei noch hervorgehoben, daß das besäte Sandwatt nicht innerhalb oder in der Nähe von Landgewinnungswerken lag, sondern kilometerweit davon entfernt offen vor der Küste. Das Gelingen der Ansaat in solchen Außengebieten darf deshalb hervorgehoben werden, weil es für die praktischen Ziele zwei neue Möglichkeiten eröffnet. Erstens können hier draußen ohne besondere Kosten kräftige und ergiebige Samen-erzeuger angesiedelt werden, und die hier erzeugten Samen können — wenn die Menge genügend groß ist — weiter innen in Lee gelegene Bedarfsgebiete mit neuer Saat versorgen. Zweitens kann die künstlich erfolgte und vielleicht in Abständen zu wiederholende Besiedelung den Anlaß zur Neulandbildung geben. Ein Blick auf die geschichtliche Entwicklung unserer Marschenküste zeigt deutlich, daß es entlang der ganzen Westküste Neulandbildungen gegeben hat, die in beständiger Weise durch ihre Außenlage das Verlandungsgebiet der Küste verstärkt haben. Zu nennen wären hierfür die Maxqueller und der Franzosen-sand an der dithmarscher Elbmündung, die Inseln des jetzigen Friedrichs-kooges, die Büsumer Insel, als jüngstes und klarstes Beispiel die Grüne Insel in der Eidermündung, die Pohnshällig östlich von Nordstrand und andere mehr. Bei all diesen jungen Bildungen wurde die Verlandung beschleunigt

*) Die Einbuße an Keimlingen ist am geringsten, wenn die Temperaturverhältnisse ein sofortiges Wachstum nach der Einbringung der Samen zulassen, so daß die Zeitspanne für ihre Umlagerung möglichst gering ist.



Abb. 19.

Locker gelagertes, durch Wellenschlag häufig umgelagertes Sandwatt, wo sich die Pflanzen trotz der ungünstigen Standortbedingungen mit reichem Fruchtansatz bis in den Winter hinein behaupten konnten.

Bildarchiv Westküste
B — b LXXIV / 24

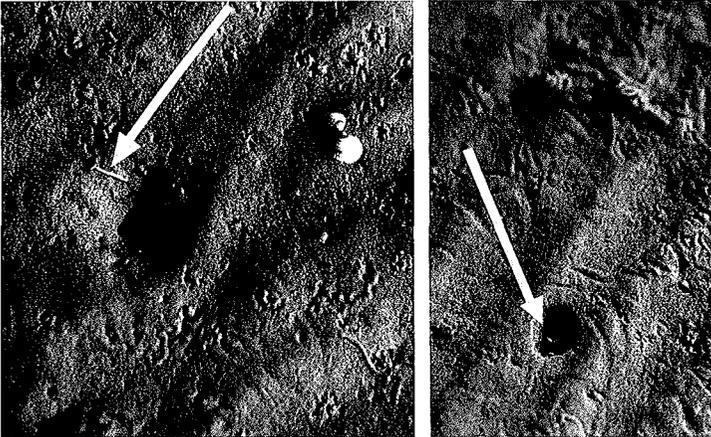


Abb. 20.

Beide Abbildungen lassen erkennen, wie die jungen Pflanzen mit dem ersten Keimblattpaar in den Bereich des Einsturztrichters der Wohnröhre von *Arenicola* gelangen und ent wurzelt werden.

Bildarchiv Westküste
B — a 546 u. 550



Abb. 21.

Ein weiterer Feind der jungen Quellerkeimlinge, der natürlich sowohl wie der künstlich verbreiteten, ist der dicht gesponnene Filz von *Enteromorphen* und von *Rhizoclonium riparium*, den sie nicht durchdringen können.

Bildarchiv Westküste
B — a 548

Aufnahmen E. Wohlenberg

durch das Aufeinanderzuwachsen der äußeren und inneren Verlandungsgebiete. Was sich also in früheren Jahrhunderten im Ablauf natürlicher Entwicklung von selbst anbahnte, nämlich die Inselbildung auf den hohen Sänden der Außenbezirke, das könnte heute mit der künstlichen Quelleransaat beschleunigt und planmäßig eingeleitet werden. Natürlich muß die Entwicklungsrichtung der Watten vorher erkannt sein, beziehungsweise durch Baumaßnahmen dem erwünschten Ziel nähergebracht werden.

Stets wird bei solchen Maßnahmen die Bekämpfung des Sandwurmes vorangehen müssen. Seine Vermehrungskraft ist jedoch so groß, daß man

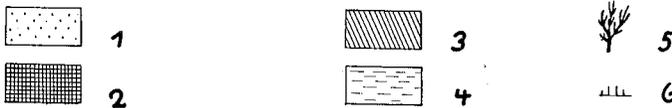
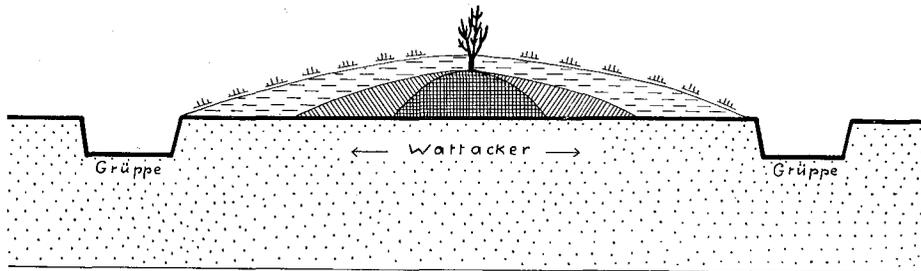


Abb. 22. Frühbegrüpfung und künstliche Quelleransaat (schematisch).

Erklärung: 1 = roher Wattboden; 2 = erster Gruppenaushub mit erstmaliger Quelleransaat; 3 = zweiter Aushub mit Ansaat nach Bedarf; 4 = spätere Aushübe; 5 = Quelleransaat (*Salicornia herbacea*); 6 = Andelrasen (*Puccinellia maritima*).

ähnlich wie beim Seegras zur mittelbaren Bekämpfung, das heißt zur Abänderung der Standortbedingungen schreiten muß. Wir greifen dabei zurück auf die jüngsten Veröffentlichungen über die Lebensweise des Wattwurmes *Arenicola marina* im dänischen und deutschen Wattenmeer (THAMDRUP und WOHLBERG) und entnehmen dort, daß der Wattwurm eine wasseruntersättigte Standortsoberfläche auf die Dauer nicht ertragen kann. Seine Wohnröhre ist auf solchen Watten nicht gebrauchsfähig zu erhalten. Die Art der Gegenmaßnahme liegt somit auf der Hand. Das nach jeder Ueberflutung verbleibende Restwasser ist restlos zu entfernen! Oekologisch heißt das nichts anderes, als den in der Haushaltskunde so entscheidenden Minimumfaktor — in diesem Falle den Wassergehalt der Ablagerungen — in die Hand zu bekommen und ihn aus dem gesamten Bedingungs-zusammenhang herauszulösen. Praktisch gesehen liegt daher abermals in der Grüppel die Lösung. Die Wattoberfläche wird trockengelegt und demzufolge der Standort für *Arenicola* unbewohnbar gemacht. Dieser Eingriff sollte so zeitig wie möglich erfolgen. Man darf nicht, wie es bisher in der Landgewinnung üblich war,

erst dann den Spaten ins Watt setzen, wenn der Queller langsam beginnt sich anzusiedeln. Der notwendige Zeitpunkt liegt viel eher, auch für Sandwatten. Wenn auf ihnen auch nicht die erste Begrüppelung sogleich zum Ziele führt, da die nächsten Ueberflutungen so geartet sein können, daß der Grüppel-aushub restlos wieder vom Wasser vertrifft wird, so wird die jahreszeitlich richtig liegende Wiederholung doch die erstrebte Veränderung herbeiführen können. Aus der nebenstehenden Abbildung mag hervorgehen, wie die künstliche Quellereinsaat geradezu zur Frühbegrüppelung drängt (Abb. 22). Ja, sie erreicht mit Hilfe der Frühbegrüppelung erst ihre größte Bewährung.

Wir sehen, wie in der künftigen Handhabung der Landgewinnungsarbeiten durch die planvolle Verknüpfung alter bewährter Methoden (Lahnungen, Grüppeln) mit der neuen (Frühbegrüppelung und Quelleransaat) eine wesentliche Steigerung der Verlandungsvorgänge erreicht werden kann. Gerade im Abschnitt über die biologische Eignung der Standorte mußte sich die führende Stellung der Grüppel herauschälen. Eine einfache Grüppel bedeutet — biologisch gesehen — eine Umwälzung, sie verändert den Lebensraum von Grund auf. Restlose Beherrschung des kleinen Wasserhaushaltes und frühe, großräumige Ansaaten mit bodenbildenden Lebewesen erfordern im Rahmen einer dringenden Landgewinnung eine starke und beständige Förderung.

E. Durchführung und Ergebnisse der künstlichen Ansaat.

1. Die mengenmäßige Nutzleistung.

Wenn oben von großen Quellerbedarfsgebieten und der Notwendigkeit ihrer Sättigung mit Queller gesprochen wurde, so ist die Frage nach der praktischen Nutzleistung dieser eben beschriebenen Einsaatmethode für die Landgewinnung von entscheidender Bedeutung.

Abbildung 23 zeigt, wie die künstliche Quelleransaat nunmehr im Großen durchgeführt wird. Durch die Ausrüstung vieler Säkolonnen ist die Methode inzwischen aus dem Versuch in die Praxis der Landgewinnung übergeführt worden.

Für die Bedienung eines Schlittens sind zwei Mann erforderlich (vgl. Abb. 24). Der eine zieht den Schlitten, während der zweite seitlich nebenhergeht und den Quellersamen in den Trichter fallen läßt. Dabei preßt er gleichzeitig den Handballen auf den ihm zugewandten Trichterrand und gibt dem ganzen Gerät dadurch eine beständigere Führung.

Um die Bedienungsweise des Schlittens auf einen Mann beschränken zu können, wurde ein Versuch mit dem Einbau einer selbsttätigen Samenförderung gemacht. Bei dem auf der Abbildung 9 auf Seite 71 sichtbaren Modell trägt das Saatrohr an seinem oberen Ende anstatt des Trichters den Samenkasten, dessen

Abb. 23.
 Queller-Drill-
 kolonne besät
 nackte, bisher
 vegetationslose
 Watten.

Bildarchiv Westküste
 B — a 794
 Aufn. E. Wohlenberg



Abb. 24.
 Sobald die Watten
 trockenfallen, wird
 mit dem Drillen
 begonnen und bis
 zur erneuten Über-
 flutung des
 Geländes gesät.

Bildarchiv Westküste
 B — b LXVa / 16
 Aufn. D. König



Abb. 25
 Nahaufnahme von
 der Spur der Drill-
 kufe auf Schlick-
 watten. In der Mitte
 zwischen den gezö-
 genen Bahnen liegt
 die bereits zugedeck-
 te und mit Schlick
 verstrichene Saat-
 bahn.

Bildarchiv Westküste
 B — b LI / 10
 Aufn. E. Wohlenberg



Förderwalze durch ein den Wattboden berührendes Laufrad betrieben wird. Leider traten an diesem Gerät unentwegt Störungen auf. Die auch in einheitlichen Wattgebieten zuweilen auftretenden Unregelmäßigkeiten in der Oberflächenbeschaffenheit verhinderten die ungestörte Samenförderung. Solche Störungszonen bestanden meistens in örtlich begrenzten schllickigen Ablagerungen oder auch in schlüpfrigen Diatomeenwucherungen. Zur Beseitigung dieser Störungen wurde erwogen, das Laufrad als Antrieb fallen zu lassen und durch ein starkes, genau einstellbares Federwerk, das die Walze vom Förderkasten drehen sollte, zu ersetzen. Dagegen sprachen jedoch einerseits die kurze Lebensdauer, die solchen Dingen an der See unter dem Einfluß von Salzwasser und Schlick beschieden ist und andererseits die weniger beständige Führung des Schlittens. Denn der Säer kann mit dem Druck der säenden Hand einen bestimmten, den verschiedenartigen Oberflächenverhältnissen jeweils angepaßten Einfluß auf die Führung des Schlittens gewinnen, der beim Einmannmodell fortfallen würde. Dieser Mangel ist durch schwerere Ausfertigungen des ganzen Gerätes nicht zu beheben, denn hierdurch würde der Schlitten so schwerfällig gebaut werden müssen, daß eine einzelne Zugkraft bei den zu leistenden Kilometermärschen wiederum nicht ausreichen würde. Als einziger Vorteil dieses Gerätes mit der selbsttätigen Samenförderung gegenüber den andern verblieb schließlich der, daß die Saat äußerst gleichmäßig und wirtschaftlich in den Wattgrund gelangte. Dieser wog jedoch nicht die angeführten Nachteile auf, so daß das auf Abbildung 9 abgebildete Modell aufgegeben und das Ausgangsmodell (Abb. 7) in verbesserter Form beibehalten wurde.

Der Gedanke, die Drilleistung zu erhöhen, um dadurch die Einsaaten zu verbilligen, wurde weiterhin dadurch geprüft, daß eine Vervielfachung der Saatbettbereiter an einem und demselben Schlitten in Erwägung gezogen wurde. Es sollten zwei oder mehrere Drillkufen nebeneinander gleichzeitig an einem Gerät tätig sein. Wegen der damit verbundenen Verbreiterung des Schlittens (Vergrößerung des Abstandes der beiden Schlittenkufen) mußte dieser Versuch wegen der Geländeverhältnisse im Wattenmeer aufgegeben werden. Wohl pflegen wir die Wattoberfläche im gewöhnlichen Sinne als eben anzusprechen, aber bei örtlich genauer Beobachtung zeigen sich viele Unebenheiten, so daß an solchen Stellen die gleichmäßig sichere Führung der Drillkufen unterbrochen werden und infolgedessen die Drillfurche streckenweise gar nicht erst entstehen würde. Auf diese Weise würde sehr viel Saat auf die nackte und unvorbereitete Wattfläche fallen und damit verloren gehen.

Das aus diesen Erwägungen nunmehr in Dienst gestellte Zweimannmodell verfügt über eine beachtliche Nutzleistung. Sie hängt jeweils von der Geschwindigkeit der Schlittenbewegung, das heißt von der Beschaffenheit der zu besäenden Wattoberfläche ab. Durchweg können in einer Stunde 2 Kilometer Saatlinie gedrillt werden. Für 1 km Saatlinie werden etwa 500 g Samen

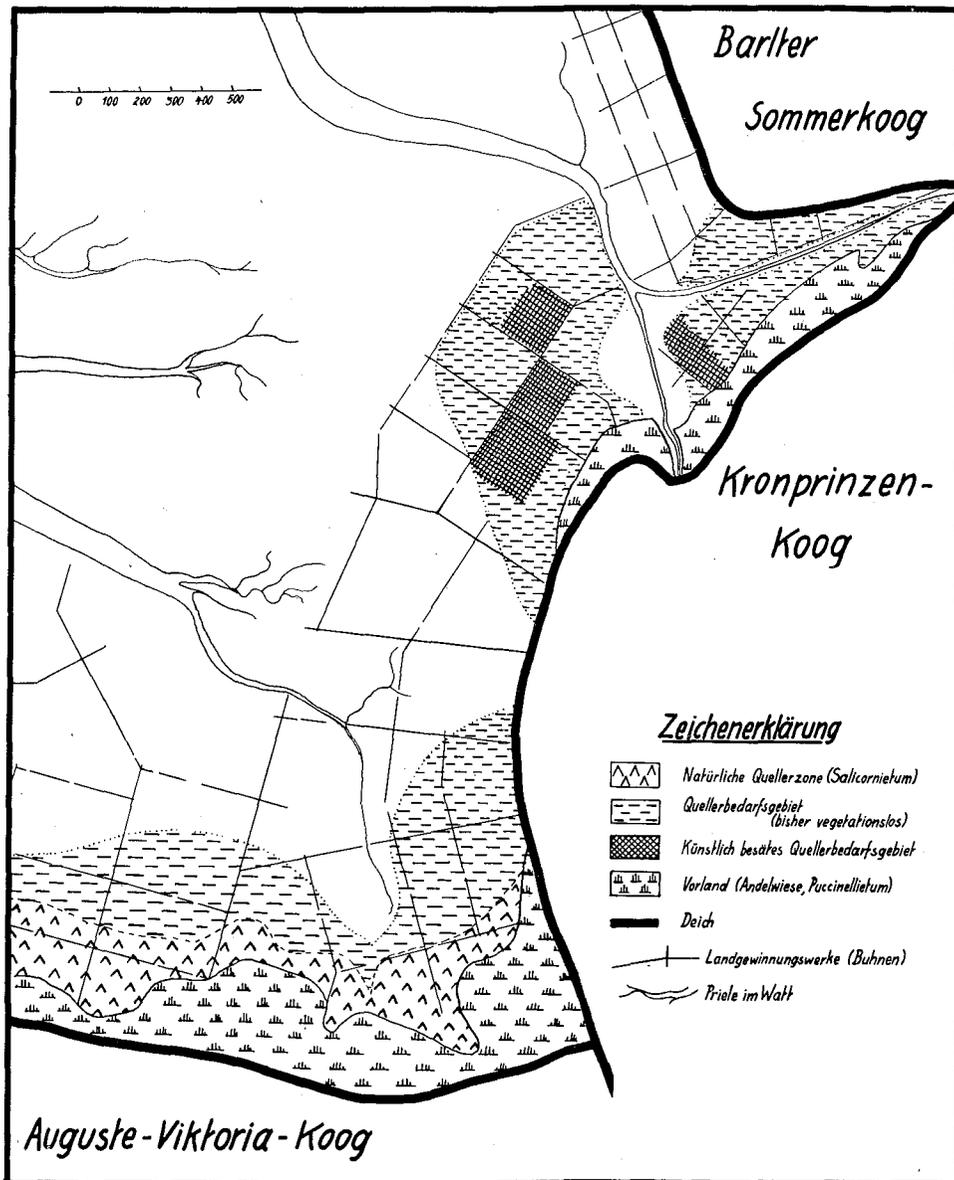


Abb. 26. Die Queller-Bedarfsgebiete (1935) vor dem Kronprinzenkoog (Süderdithmarschen).

benötigt. Wie schon oben erwähnt, ist der Quellersamen sehr leicht und feinkörnig. 70 Samen haben dasselbe Gewicht wie ein einziges Gerstenkorn. Mit einem Zentner Quellersamen können etwa 100 Kilometer Saatlinie gedrillt werden.

2. Die natürliche Nachfolgeschaft der künstlichen „Impf“-Reihen auf Sand- und Schlickwatten.

Es gibt sehr viele Bedarfsgebiete an der Küste, die nur ein einziges Mal besät, sozusagen nur „beimpft“ zu werden brauchen. In solchen Gebieten gelingt es bereits mit der erstmaligen Einsaat, die Brücke zum sich darauf von selbst weiter entwickelnden natürlichen Salicornietum zu schlagen. Mit einem Male wird die Initialphase künstlich eingeleitet. Alles Weitere kann der natürlichen Samenverbreitung, die auf die Impfreiheiten zurückgeht, überlassen werden.

Welch eine starke Nachfolgeschaft die einmal gelungene Ansaat haben kann, zeigen die Abbildungen 27 bis 29 und 31 bis 33. Bei der ersten Bildreihe sind es sandige, bei der zweiten sehr feinschlickige Wattflächen. Bei der auf den Abbildungen 27 bis 29 sichtbaren Impfung handelt es sich um leichte und sandige Wattflächen vor der süderdithmarscher Küste, die trotz vorsorglicher Landgewinnungsmaßnahmen (Lahnungen usw.) keinerlei Anzeichen einer natürlichen Begrünung mit den Wattengesellschaften zeigen wollten, obwohl die Höhenlage dieser Wattflächen längst den Anforderungen des Quellers genügt hätte (vgl. Lageplan Abb. 26). Das Watt zeigte folgenden Korngrößenaufbau (Durchschnitt aus 7 Schlämmanalysen):

unter 0,02	0,02—0,10	0,10—0,20	0,20—0,50 mm	
1,33	46,64	51,86	0,17	%

Die auf Abbildung 27 erkennbaren Drillfurchen wurden im Monat März 1935 in einem Abstand von 3 Metern gezogen. Der darauf folgende Sommer brachte zahlreiche unruhige Wetterlagen mit übernormal hohen Ueberflutungen. Der lebhaft Wellenschlag veränderte die Oberfläche des Standortes trotz seiner Höhenlage (0,10 bis 0,35 cm unter MHW) sehr häufig. Aber die Saatzeilen wuchsen dennoch heran. Abbildung 28 vermittelt eine deutliche Vorstellung vom Befund im September desselben Jahres. Die auf der Aufnahme erkennbaren Pflanzen waren die ersten, die auf dieser Wattfläche festen Fuß faßten. Sie bildeten also im wirklichen Sinne des Wortes die Initialphase der Verlandungsgesellschaft. Aus methodischen Gründen wurde in diesem Gebiet, das nach der Kartenskizze, Abbildung 26, als größeres Bedarfsgebiet angesprochen werden mußte, die Einsaat nicht wiederholt, da die auf die künstlichen Impflinien zurückgehende Eigenvermehrung der nächsten Jahre zum Wertmaß der Methode erhoben werden sollte. Der Standort blieb somit sich selber überlassen mit der Fragestellung: Wie wird die oft erwähnte Arealenergie in diesem Gelände zum Ausdruck kommen? Bereits ein Jahr darauf (1936) hatte die Samenstreuung der Impfreiheiten zu einer gleichmäßigen Begrünung der Wattflächen geführt und ein weiteres Jahr später (1937) war der Standort sehr dicht mit Queller bestanden (vgl. Abb. 29). Ja, nicht allein das; mit Unterstützung der bewährten, auf diesen Wattflächen 1937

Abb. 27.
Vegetationsloses Watt
im SO-Winkel der Mel-
dorfer Bucht (Kronprin-
zenkoog Nord) unmit-
telbar nach der Ansaat.
Die Spuren der Drill-
schar sind noch zu er-
kennen.
Einsaat: März 1935.

Bildarchiv Westküste
B — a 528

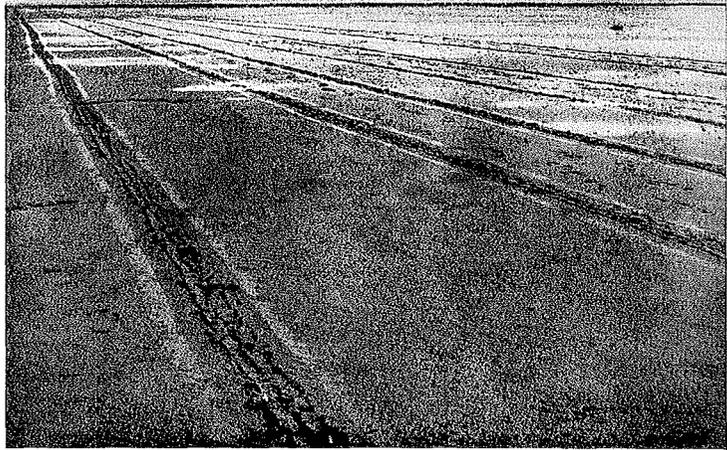


Abb. 28.
Dasselbe Watt im Herbst
1935. Die im Frühjahr
gedrillten Quellerrei-
hen sind deutlich
erkennbar.

Bildarchiv Westküste
B — a 677



Abb. 29.
Dasselbe Watt zwei Jah-
re später, im Herbst
1937. Das 1935 künstlich
eingeleitete *Salicornie-*
tum beginnt bereits nach
zwei Jahren in die De-
generationsphase über-
zugehen. *Puccinellia*
dringt vor.

Bildarchiv Westküste
B — b LXXIV/33
Aufnahmen E. Wohlenberg





Abb. 31.
Vegetationsloses Watt
südlich des Nordstran-
der Dammes unmittel-
bar nach der Queller-
einsaat im April 1936.
Im Hintergrund der
Nordstrander Damm.

Bildarchiv Westküste
B — a 798



Abb. 32.
Dasselbe Watt einein-
viertel Jahr später. Die
1936 künstlich einge-
brachte einzeilige Saat-
reihe ist noch erkenn-
bar. Aus den von ihr im
Herbst 1936 gestreuten
Samen sprossen zahl-
reiche Keimlinge
hervor.

Hintergrund: Nord-
strander Damm.

Bildarchiv Westküste
B — b LXII / 33

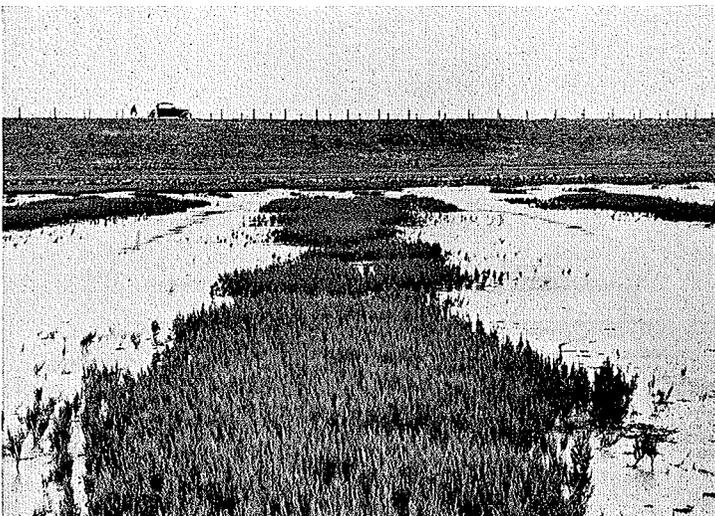


Abb. 33.
Dasselbe Watt im
Herbst 1937. Die 1936
künstlich eingeleitete
Initialphase geht bereits
in die Optimalphase
über.

Hintergrund: Nord-
strander Damm.

Bildarchiv Westküste
B — b LXX / 34

Aufnahmen E. Wohlenberg

zum ersten Mal durchgeführten Grüppelarbeit konnte die Entwicklung des Salicornietums derart beschleunigt werden, daß in der letzten Bestandsaufnahme vom Herbst 1937 stellenweise bereits die Degenerationsphase des Salicornietums und die ersten Andelsiedlungen festgestellt werden konnten. Bei der Einsaat im Frühjahr 1935 konnte mit einer derart schnellen Fortentwicklung des Verlandungsvorganges nicht gerechnet werden. Der schnelle Fortschritt von den spärlichen Impfreiheiten bis zum dichten Quellerrasen innerhalb des denkbar kurzen Zeitraumes von zwei Jahren bestätigt in überzeugender Weise, daß dieser Standort in der Tat ein *Bedarfsgebiet* war und gleichsam nur auf die Erstbesiedelung mit dem Queller „*gewartet*“ hatte, um danach mit größter Eigenenergie die nächsten Stufen der Verlandung in kürzester Zeit zu durchlaufen. Rein zahlenmäßig gesehen kommt das Maß der Entwicklung durch folgende, jeweils für einen Quadratmeter ermittelte Werte zum Ausdruck:

1934	0 Pflanzen je Quadratmeter
1935 (künstl. Impfreiheit)	14 Pflanzen je Quadratmeter
1937 (Eigenvermehrung)	740 Pflanzen je Quadratmeter

Daß das vorstehende Ergebnis kein vereinzelt dastehendes und auch nicht etwa auf eine besondere Eignung des Wattbodens zurückzuführen ist, zeigen die Abbildungen 31 bis 33. Hier handelt es sich um ein weichgründiges, fettes Schlickwatt südlich und nördlich des Nordstrander Dammes in der Husumer Bucht. Nach Abbildung 31 wurde im April 1936 nur eine einzige Saatlinie längs der aufgeworfenen Mitte eines 10 Meter breiten Wattackers gedrillt. Es handelt sich um das auf der Kartenskizze (Abb. 30) im Südwesten des Dammes liegende Versuchsfeld. Das nächstfolgende Bild, Abbildung 32, zeigt dasselbe Watt im Juni 1937. Man erkennt noch die Reste der einzeiligen Impfreiheit von 1936 und um diese herum die Quellerkeimlinge, die auf die Samenstreuung der vorjährigen Impfreiheit zurückgehen. Auf Abbildung 33 sind die eben erwähnten Keimlinge zu samentragenden kräftigen Pflanzen herangewachsen. Das erst vor einem Jahr künstlich eingeleitete Salicornietum befindet sich jetzt in einem beständigen, im Sinne der Landwirtschaft *aufbauenden* Zustand. Konnten im Sommer 1936 durchschnittlich 19 große Pflanzen mit einer Samenerzeugung von insgesamt etwa 80 000 Samen pro Quadratmeter gezählt werden, so trug derselbe Standort im folgenden Jahre, 1937, 149 Pflanzen pro Quadratmeter, wovon im Herbst 450 000 Samen für das nächste Jahr erzeugt wurden.

Wie aus der Uebersichtsskizze (Abb. 30) hervorgeht, wurden auch an der Nordseite des Nordstrander Dammes Ansaatversuche gemacht. Die Abbildungen 34 bis 36 zeigen den östlichen Wattwinkel zwischen Damm und Hattstedter Seedeich während der Ansaat (Abb. 34) und nach dem Heranwachsen der Saatreihen (Abb. 35 und 36). Auch dieses Watt ist außerordentlich weich

Zeichenerklärung

- Natürliche Quellezone (Salicornietum)
- Quellbedarfsgebiet (bisher vegetationslos)
- Künstlich besetztes Quellbedarfsgebiet
- Vorland (Andelwiese, Fuccinellietum)
- Deich
- Landgewinnungswerke (Bühnen)
- Freile im Watt
- Damm
- Geestrand



Abb. 30. Die Queller-Bedarfsgebiete am Nordstrander Damm.

und tiefgründig. Es besteht aus feinstem Schlick, der zur Hauptsache aus der Staub- und Tonfraktion aufgebaut wird. Die Durchschnittswerte aus 6 Analysen lauten:

unter 0,02	0,02—0,05	0,05—0,10	0,10—0,20 mm
38,8	44,2	16,0	1,0 %

Aus Abbildung 35 geht hervor, daß sich die Quellerpflanzen im Gegensatz zum Sandwatt fast vollständig auf das von der Drillkufe geschaffene Saatbett beschränken. Nur ein sehr geringer Teil der eingestreuten Samen wurde durch den Wind in die unmittelbare Umgebung verfrachtet. Im Uebersichtsbild (Abb. 36) beschränken sich die Reihen noch strenger auf die Drillspur.

3. Ansaat und dynamischer Zustand.

Die Kartenskizze (Abb. 30) vermittelt für das Dammgebiet zwischen dem Festland und der Insel Nordstrand eine klare Vorstellung von der dynamischen Lage des Salicornietums. In Lee der Insel Nordstrand wächst zu beiden Seiten des Dammes das Andelvorland ostwärts ins nackte Watt vor. Vor der Andelzone liegt gürtelförmig die Quellerzone. Nur südlich des Dammes ist ein kleines Quellergebiet als Ueberschußgebiet zu bezeichnen. Die übrigen natürlichen Quellerflächen versorgen zur Hauptsache die ihnen örtlich benachbarten Gebiete. Zu einer fernwirkenden Abgabe scheint es nicht zu kommen. Viel ungünstiger, zum Teil denkbar ungünstig, liegen die Verhältnisse an der Festlandküste in unmittelbarer Dammnähe sowohl als auch weiter südlich und nördlich davon. Das Nordufer vor der Hattstedter Marsch ist vollkommen frei von natürlichem Quellerwuchs. Erst nördlich der Arlauschleuse (außerhalb der Skizze liegend) beginnen natürliche Quellerbestände. Südlich des Dammes sind die Watten bis auf einen kleinen Streifen, der unterhalb der diluvialen Geestkante liegt, ebenso arm. Dasselbe gilt auch für die südwärts anschließende Dockkoogbucht. Wir haben also zu beiden Seiten des Dammes mit großräumiger Fortsetzung nach Norden und Süden längs der Festlandküste ausgesprochene Quellerbedarfsgebiete. Benachbarte Versorgungsgebiete (Queller-Ueberschußgebiete) mit dauerhaftem Leistungsvermögen sind mit einer örtlich begrenzten Ausnahme zu Südwesten des Dammes, nicht vorhanden. Die Folge davon ist, daß die durch Begrüppungsmaßnahmen an sich aufnahmefähig gemachten Wattflächen außerhalb der Bereiche von natürlichen Samenzufuhren liegen und infolgedessen die natürliche Begrünung mit Queller ausbleiben muß, und zwar so lange, bis die benachbarten Ueberschußgebiete ihre Versorgungskraft vervielfacht haben und ihren Ueberschuß in wirksamer Weise an die Bedarfsgebiete abgeben können. Hier kann durch künstliche Ansaat ein Vorsprung von Jahren erreicht werden.

Wie aus der Kartenskizze (Abb. 30) hervorgeht, blieben bei der Ansaat am Nordstrander Damm zwischen den Ansaatgebieten Zwischenflächen ausgespart,



Abb. 34.
Vegetationsloses Watt
nördlich des Nordstran-
der Dammes wurde am
8. April 1936 mit Queller
besät. — Rechts:
Nordstrander Damm.
Links: Deich der Hatt-
stedter Marsch.
Bildarchiv Westküste
B — a 801

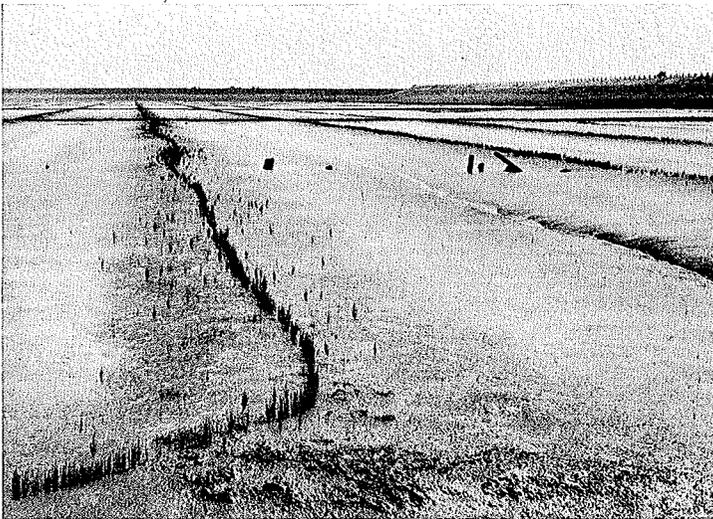


Abb. 35.
Derselbe Standort drei-
einhalb Monate später.
Die Drillfurche wird
scharf durch die heran-
wachsenden Queller-
pflanzen gekenn-
zeichnet.
Bildarchiv Westküste
B — b XV/5

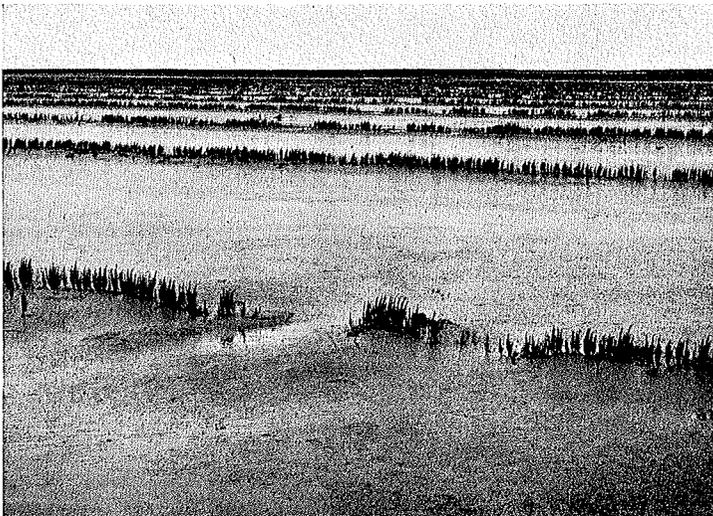


Abb. 36.
Übersichtsbild über
Saatfeld I nördlich des
Dammes. Die Initial-
phase des Salicornie-
tums konnte in diesem
Gebiet schlagartig auf
35 ha Wattfläche ein-
geleitet werden.
Bildarchiv Westküste
B — b XV/5
Aufnahmen E. Wohlenberg

die aus methodischen Gründen nicht künstlich besät wurden. Sie sollten dazu dienen, nachzuweisen, ob nicht doch im Ansaatjahre eine natürliche Samenzufuhr von irgendwoher stattgefunden habe. Wäre dieses zugetroffen, dann hätte es auf diesen Wattflächen, die über genau die gleichen Lebensbedingungen für den Quellerwuchs verfügten wie die angesäten, zur Begrünung kommen müssen. Aber die freigelassenen Flächen blieben ohne jede Besiedelung. Hierdurch wurde die Richtigkeit und Notwendigkeit der künstlichen Maßnahme bestätigt. Es kann zwar nicht genau vorausgesagt werden, wann — ohne künstliche Besiedelung — die natürliche Begrünung dieser Wattflächen einsetzen wird, aber durch das Aussparen von unbehandelten Flächen konnte der sichere Nachweis erbracht werden, daß durch die künstliche Schaffung der Initialphase ein beachtlicher Vorsprung im Verlandungsprozeß der Watten zu erreichen ist. Wieviel Jahre dieser Vorsprung im einzelnen betragen kann, ist von Wattgebiet zu Wattgebiet verschieden. Sicher wird in vielen Fällen eine Annahme von vier bis sechs Jahren dem wirklichen Entwicklungsvorgang entsprechen. Gegründet ist diese Annahme auf die Erfahrungen der bisherigen Landgewinnung. Außerdem wird sie gestützt durch die oben erörterten Beziehungen zwischen den Bedarfs- und Ueberschußgebieten.

Es wurde bereits hervorgehoben, daß mit dem Vorhandensein von Samenüberschußgebieten allein die Voraussetzungen für die Versorgung der Bedarfsgebiete noch nicht erfüllt sind. Die Samenbeförderung sowohl als auch die sichere Ablagerung und Einbettung am bedürftigen Standort sind alsdann die entscheidenden Umstände. Für die Samenzufuhr ist der örtliche Verlauf der Strömung wichtig, zum Teil auch für die Ablagerung. Außerdem entscheidet gerade über den letzten Punkt das im Herbst, Winter und Frühjahr herrschende Wetter und dessen Einfluß auf die Standortsveränderungen. Wie unmittelbar sich solche Einflüsse bemerkbar machen, wurde besonders nach den schweren Sturmfluten vom Oktober des Jahres 1936 fühlbar. Der laut Abbildung 36 gut gelungene Versuch im nordöstlichen Winkel des Dammes hatte unter den Einwirkungen der Stürme schwer zu leiden. Die für das Jahr 1937 erwartete Begrünung, die sich an der Südseite des Dammes in bester Weise auch vollzogen hat, blieb an der Nordseite zum größten Teil aus, weil der Wellenschlag die samentragenden Mutterpflanzen zerstört oder fortgeschwemmt hatte. Außerdem war der Wassergehalt der oberen Schlicklagen durch Zuschlemmung der entwässernden Grüppeln so hoch gestiegen, daß die Wattoberfläche halbflüssige Eigenschaften angenommen hatte. In solchen und ähnlichen Fällen ist es mit der einmaligen Ansaat nicht getan. Sie muß genau so wie das Auswerfen der Grüppeln wiederholt werden.

Aus diesen Darlegungen mag hervorgehen, daß die Dinge um die Erstbesiedelung der Watten durchaus nicht so einfach liegen, und daß die althergebrachte Ansicht, der Queller komme ganz ohne unser Zutun, der kritischen Prüfung vor allem von der dynamisch-vegetationskundlichen Untersuchungs-

richtung her bedurfte. Die biologischen Verhältnisse im Wattenmeer sind nicht so geartet, daß man von einem floristischen Gleichgewicht sprechen darf. Die vor den Deichen wirksamen, übergeordneten Kräfte wie Flut und Ebbe und alle auf sie zurückgehenden Standortsbedingungen sowie die auf die Küste zuströmenden Westwinde können das für die Wattenbesiedelung örtlich vorhandene Verhältnis zwischen Samenangebot und Samennachfrage augenblicklich sowohl als auch auf längere Sicht stören und damit ein harmonisches Gleichgewicht unter Umständen dauernd unterbinden. Hier aber setzt die künstliche Ansaat ein. Sie macht uns in weitem Maße unabhängig und eröffnet einen breiten Raum für fortgeschrittene Landgewinnungsarbeiten im Wattenmeer.

IV. Zusammenfassung und Folgerungen für die praktische Landgewinnung.

1. In der Einleitung werden die Richtlinien der auf biologischer Grundlage zu fördernden Landgewinnungsarbeit grundsätzlich herausgestellt und Einrichtung und Aufgaben des im Jahre 1934 von der Forschungsabteilung in Büsum errichteten Wattenmeer-Laboratoriums geschildert.

2. Auf Grund zahlenmäßiger Untersuchungen wird im Abschnitt II die *Ausbreitungskraft* — Samenerzeugung, Samenstreuung und -verbreitung — der Quellergesellschaft erörtert. Das natürliche Salicornietum besiedelt an wohl kaum einer Stelle der Küste restlos den Wattenraum, der — rein höhenmäßig gesehen — für die Besiedelung geeignet wäre.

Als wirksame Hilfe für die praktische Landgewinnungsarbeit erfährt das natürliche Salicornietum eine Aufteilung nach dynamischen Gesichtspunkten. Die haushaltmäßige Betrachtung gliedert das Küstengebiet

- a) in Queller - *Bedarfsgebiete*,
- b) in Queller - *Eigenversorgungsgebiete* und
- c) in Queller - *Ueberschußgebiete*.

Diese Aufteilung zeigt dem Praktiker unter anderem, an welchen Orten der Küste eine Steigerung der Verlandungsvorgänge erfolgversprechend erscheint.

3. Im Abschnitt III wird die Entwicklung der praktischen *Kulturmaßnahmen* vom einleitenden, kleinräumigen Gelände- und Laboratoriumsversuch bis zur großangelegten, nicht allein die Westküste der Provinz Schleswig-Holstein, sondern auch die übrige deutsche Nordseeküste und westfriesische holländische Küste umfassenden Methode geschildert.

4. Die *Technik* der Samengewinnung wird besprochen. Die Queller-mutterpflanzen werden im Oktober gemäht und eingelagert. Wegen ihrer Einfachheit und weitgehenden Uebereinstimmung mit den natürlichen Vorgängen

am freien Standort wird das Spülen unter Wasserdruck zum Hauptverfahren erklärt. Die gewonnenen Samen behalten ihre volle Keimfähigkeit.

5. Zur flutsicheren Einbringung der Samen auf nackten Wattflächen wird ein neues Gerät — der Watt-Drillschlitten — hergestellt, und zwei Saatbettbereiter, die Drillkufe für Schlickwatten und die Drillschar für Sandwatten, werden in Betrieb genommen.

6. Durch Ansaatversuche auf den Watten entlang der ganzen Küste wurde nachgewiesen, daß der Salzgehalt der Bodenlösungen in ständig wassergesättigten Wattböden von 7^{0/00} bis 32^{0/00} betragen kann, ohne daß Unterschiede im Gelingen der Ansaat erkennbar werden. Im Gegensatz dazu ist der Schwefelwasserstoffgehalt des in flachen Resttümpeln verbleibenden Oberflächenwassers jedem Quellerwuchs schädlich.

7. Die physikalischen Standortseigenschaften werden aufgeteilt in Wassergehalt und Korngrößen Aufbau der Wattablagerungen einerseits und Ueberflutungsdauer und Wasserbewegung andererseits. Je wasserärmer die zu besäende Wattoberfläche ist, umso größer und sicherer ist der Erfolg der Ansaat. Ueber Zweckmäßigkeit, Notwendigkeit und Erfolg der künstlichen Ansaat muß das auf Erfahrung beruhende Ansprechen der Wattablagerung entscheiden. Ein hoher Wassergehalt ist immer schädlich, auch dann, wenn das Wasser chemisch einwandfrei ist.

8. Der Korngrößen Aufbau der besäten Watten wurde gebietsmäßig untersucht. Ihm konnte für das äußere Wuchsbild keine Bedeutung beigemessen werden. Die Reifung der Pflanzen erfolgt auf sandigen Watten früher als auf schlickigen. Die Wattform des Quellers, *Salicornia herbacea* L. f. „*stricta*“, ist nicht an Flugsand angepaßt. Die Epidermis wird durch Sand-schliff zerstört.

9. Uebereinstimmend mit den früheren Ansichten wird dem Faktor Ueberflutungsdauer eine große Bedeutung beigemessen. Abweichend davon wird jedoch vor einer einseitigen, übertriebenen Bewertung gewarnt. Sein ökologischer Wert wird durch die Standortseigenschaften: Bodenaufbau und Wasserbewegung überlagert. Je schlickiger und wasserärmer das Watt und je ruhiger die Lage ist, um so später macht sich die Ueberflutungsdauer als begrenzender Faktor bemerkbar.

10. Von praktischer Bedeutung ist die Kenntnis der Merkmale der biologischen Eignung der Wattablagerung. Schädlich wirken solche Kräfte, die den Standort beschatten (Algen, Seegras) oder beunruhigen und mit Wasser anreichern (Sandwürmer, flutende Algenkolonien bzw. Seegras und Würmer). Als Maßnahmen von dauerhafter Gegenwirkung gelten allein solche, die die ökologischen Bedingungen abzuändern vermögen.

11. Die entscheidende Frage liegt stets beim Wasser. So sehr der Verlandungsvorgang der täglichen Wiederkehr des Wassers als bewegender und erzeugender Kraft bedarf, so sehr sollte jeder Wasserrest mit einsetzender

Ebbe bis zur erneuten Ueberflutung von der Wattoberfläche verschwinden. Je eher dieser Zustand durch natürliche oder künstliche Gliederung erreicht wird, umso eher erscheinen die bodenbildenden Kräfte. Das nicht abfließende Wasser ist der Hemmschuh aller Landbildungsvorgänge. Alle wichtigen Grunderscheinungen — die physikalischen, chemischen und biologischen — finden im Wasser das Mittel, um wirksam zu werden. Das restlose Inderhandhaben der so vielfältigen Erscheinungsformen des Wassers ist schlechthin die Aufgabe an der Küste. Der Spaten beherrscht den kleinen Wasserhaushalt. Nicht große Werke allein schaffen das Land; erst die mühevoll, auf die Entwicklung sehende, planvolle Kleinarbeit bereitet und bewahrt den künftigen Boden. Zur Beschleunigung der Verlandungsvorgänge wird die Einführung der Frühbegrüppelung mit sogleich anschließender Ansaat gefordert.

12. Zum Abschluß der Untersuchungen werden Durchführung und Ergebnisse der künstlichen Ansaat besprochen. Das einfachste Modell des Drillschlittens ist im Watt das zweckmäßigste und betriebsicherste. Viele Bedarfsgebiete bedürfen nur der einmaligen Impfung. Widrige, im Boden oder auch in der Witterung ruhende Einflüsse können sich in hemmender Weise bemerkbar machen, so daß die Impfung im folgenden Jahre zu wiederholen ist. Die Initialphase des Salicornietums konnte auf sandigen und schlickigen Watten erfolgreich eingeleitet werden. Wo bis 1935 ausgesprochene Bedarfsgebiete, die keine Aussicht auf günstige Weiterentwicklung boten, vorlagen, konnten bereits zwei Jahre später nach einmaliger Impfung starke Ueberschuß-, ja sogar Erntegebiete vermerkt werden.

Die Bedeutung der künstlichen Ansaat für den dynamischen Zustand wird durch die Ansaat- und Vermehrungsergebnisse aufgezeigt. Mit dem örtlichen Samenüberschuß allein ist es nicht getan. Verbreitung, Ablagerung und Einbettung der Samen bestimmen letztlich den Zustand. Stellen sich diese verbreitungsbiologischen Faktoren den Zielen der Landgewinnung hindernd in den Weg, so müssen sie durch die künstliche Quelleransaat mit Hilfe des oben geschilderten, bereits im großen Maßstab in die Landgewinnungspraxis eingeführten Verfahrens schlagartig überwunden werden.

V. Schriftenverzeichnis.

- BRAUN — BLANQUET, J. und W. C. DE LEEUW: Vegetationsskizze von Ameland. Nederlandsch Kruidkundig Archief, Deel 46, 1936.
- BUCHENAU, FRANZ und W. FOCKE: Die Salicornien der deutschen Nordseeküste. Abhdl. Naturw. Ver. Bremen, III, 1873.
- CHRISTIANSEN, WILLI: Die Außendeichvegetation v. Schleswig-Holstein mit besonderer Berücksichtigung von Föhr. Föhrer Heimatbücher, 1927.
- FEEKES, W.: De ontwikkeling van de natuurlijke vegetatie in de Wieringermeerpolder, de eerste groote Droogmakerij van de Zuiderzee. Nederlandsch Kruidkundig Archief, Deel 46, 1936.

- KÖNIG, DIETRICH: Die deutschen *Salicornia*-Formen, insbesondere der Nordseeküste. In Vorbereitung.
- KOLUMBE, E.: Die Bedeutung der Pflanzen für die Landgewinnung an der schleswig-holsteinischen Westküste. *Heimat* 42, 9 — 1932.
- KOLUMBE, E.: Die Landgewinnung an den Küsten der Nordsee auf biologischer Grundlage. *Der Biologe*, 1933.
- NIENBURG, W. und E. KOLUMBE: Zur Oekologie der Flora des Wattenmeeres, II. Teil. Das Neufelder Watt im Elbmündungsgebiet. *Wiss. Meeresunters. Abt. Kiel*, 1931.
- NITZSCHKE, H.: Die Halophyten im Marschgebiet der Jade. *Vegetationsbilder*, Reihe 14, 4. 4. 1921/22.
- STOCKER, O.: Beiträge zum Halophytenproblem, I u. II. *Zeitschrift f. Botanik* 16 u. 17 — 1924 u. 1925.
- THAMDRUP, H. M.: Beiträge zur Oekologie der Wattenfauna auf experimenteller Grundlage. *Medd. Komm. f. Danmarks Fiskeri-og Havundersøgelse. s. Fiskeri* X. 2, 1935.
- WOHLENBERG, ERICH: Die Grüne Insel in der Eidermündung. *Arch. d. Deutschen Seewarte*, 50. Bd. Nr. 2. 1931.
- WOHLENBERG, ERICH: Ueber die tatsächliche Leistung von *Salicornia herbacea* L. im Haushalt der Watten. *Wiss. Meeresunters. Abt. Helgoland* Bd. XIX, 3 — 1933.
- WOHLENBERG, ERICH: Biologische Landgewinnungsarbeiten im Wattenmeer. *Der Biologe*, 1934.
- WOHLENBERG, ERICH: Biologische Forschung und Praxis an der Westküste. *Jahrbuch Heimatbund Nordfriesland* Bd. 23 — 1936.
- WOHLENBERG, ERICH: Die Wattenmeer-Lebensgemeinschaften im Königshafen von Sylt. *Helgoländer wiss. Meeresuntersuchungen*. Band I, H. 1 — 1937.