

**Schriften des
Naturwissenschaftlichen Vereins
für Schleswig-Holstein**

Band XXIX
Heft 2

Im Auftrage des Vereins
herausgegeben von **Ekke W. Guenther**

Kiel 1959
Kommissions-Verlag Lipsius & Tischer

INSTITUT FÜR UR- UND PRÄHISTORIE
AN DER UNIVERSITÄT KIEL

8524/49

XXVIII 325

Hochschuldozent
Dr. Fritz Tidder

Zur Ausbreitung^s und Keimungsökologie des Meerkohls
(*Crambe maritima* L.)

Von Herbert STRAKA, Kiel.

Mit 7 Abbildungen.

Herrn Prof. Dr. C. HOFFMANN zum 60. Geburtstag gewidmet.

Die Gattung *Crambe* L. ist — außer in Patagonien und in Ostafrika, auf Madeira und den Kanaren — besonders in Vorder- und Mittelasien verbreitet. MEUSEL (1943) bezeichnet sie für das eurasiatische Gebiet als turanisch-orientalisch-mediterran und nennt das Gesamtareal amphi-submeridional-meridional-kontinental. Nach Mitteleuropa reicht aus dem pannonischen Raum die Steppenpflanze *Crambe tataria* JACQ. (nach MANSFELD 1940 und HERMANN 1956 ist der Autor SEBEÓK), der Tataren-Meerkohl, herein.

Eine überaus eigentümliche Verbreitung, die gar nicht in den Rahmen des Gattungsareals paßt, hat *Crambe maritima* L., der Meerkohl. HULTÉN (1950) reiht ihn in seine Gruppe 18, „europäische Meeresstrandpflanzen“, ein, zu denen auch *Salsola kali*, *Agropyron junceum*, *Ammophila arenaria* u. a., nicht jedoch *Artemisia maritima* zählen. MEUSEL (1943) bezeichnet ihn hingegen als mediterran-atlantische Art eines turanisch-orientalischen Formenkreises von Strand-Steppenelementen (das ist die Sect. *Sarcocrambe* DC.¹⁾). Zu diesen turanisch-orientalischen Strand-Steppenelementen rechnet MEUSEL auch *Artemisia maritima*, sowie *Salsola kali*, *Aster tripolium* u. a. Vergleichen wir unsere Arealkarte (Abb. 1) mit den Arealkarten 73a und b MEUSELS, insbesondere mit der von *Salsola kali*, die sich auf ähnlichen Standorten wie *Crambe maritima* findet, dann fällt das ausgesprochen disjunkte Areal der letzteren auf. Es fehlt bei *Crambe maritima* vor allem das weite vorder- und mittelasiatische Verbreitungsgebiet. Es ist daher nicht verwunderlich, daß HEGI (IV, 1, 1919) den Meerkohl zum „atlantischen Element“ rechnet; das tun auch ROTHMALER (1957) und FOURNIER (1946). Dies trifft allerdings nur für die westlichen Teilgebiete des zerstückelten Areals von *Crambe maritima* zu. Betrachten wir die Karte des europäischen Areals (Abb. 1) und vergleichen wir mit einem typischen Vertreter der ozeanischen Sippen, etwa *Nartheicum ossifragum* (MEUSEL 1943, Karte 33c), dann wird uns klar, daß wir den Meerkohl nicht in das eu-atlantische Element einreihen können. Das ausgedehnte Vorkommen am Schwarzen Meer, ferner die Vorkommen an der östlichen Ostsee, bes. an den Küsten der Inseln Öland, Gotland, Ösel und Dagö, die stark kontinental getöntes Klima und entsprechende Florenelemente aufweisen, sprechen eher für eine Einordnung in das atlantische Element. Der Meerkohl ist wohl als „subatlantische europäische Meeresstrandpflanze mit ausgesprochen disjunktem Areal“ am besten gekennzeichnet.

¹⁾ Vgl. hierzu SCHULZ (1919), S. 228—240.

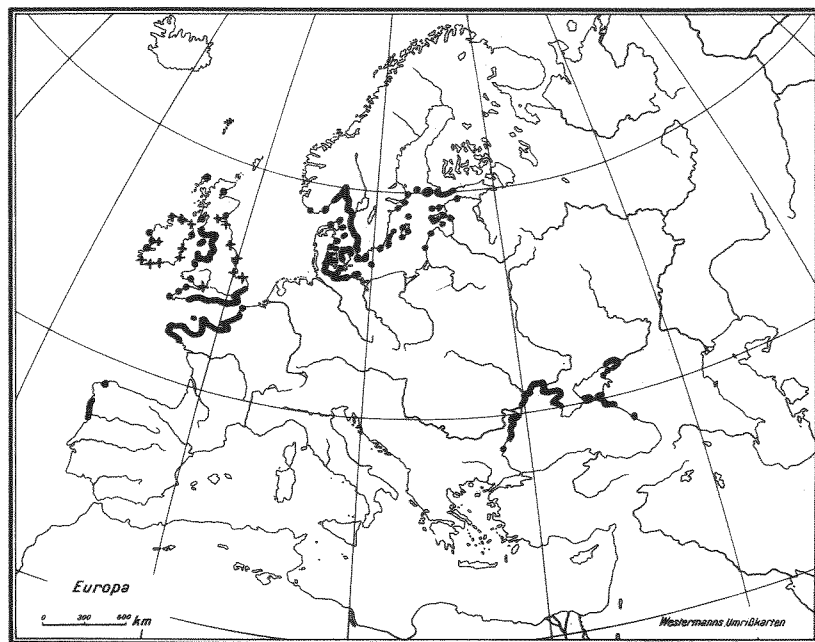


Abb. 1. Gesamtareal von *Crambe maritima* L.

Zusammengestellt für Skandinavien nach HULTÉN (1950), für Schleswig-Holstein nach der Karte der Landesstelle für Pflanzenkunde in Schleswig-Holstein, Kiel (durch Dr. W. CHRISTIANSEN), für Mecklenburg und Rügen nach freundlichen Angaben von Prof. B. KAUSMANN, Rostock, für die britischen Inseln nach einer großmaßstäbigen Punktkarte (unveröffentlicht) von Dr. S. M. WALTERS und Dr. F. PERRING (Distribution Scheme of the Botanical Society of the British Isles), freundlicherweise vermittelt durch Dr. H. GODWIN¹⁾, für Frankreich nach FOURNIER (1946) und BONNIER (o. J.), für die iberische Halbinsel nach HEGI, IV, 1 (1919) und für die Schwarzmeergebiete nach HEGI IV, 1 sowie freundlichen Angaben von Prof. H. GAMS, Innsbruck, und des Instituts für Landesforschung und Naturschutz Halle/S. (Prof. H. MEUSEL und E. WEINERT²⁾).

Das Verbreitungsgebiet des Meerkohls in Schleswig-Holstein und den Nachbargebieten gibt Abb. 2 wieder. Auffällig ist es, daß die Pflanze an den Nordseeküsten Schleswig-Holsteins sowie ganz Jütlands fehlt. Angaben von KNUTH (1887) für Heide i. H. und (1896) für Helgoland (nach GÄTKE), die auch von zahlreichen jüngeren Florenwerken übernommen worden sind, stimmen nicht. Für den Versuch, diese eigentümliche Verbreitung auf der cimbrischen Halbinsel, aber auch in Europa, zu erklären, muß man folgende Ursachen betrachten: 1. Ökologische Ursachen: a. das Vorhandensein zusagender Standorte, b. Ausbreitungs- und Keimungsökologie. 2. Historische Ursachen.

¹⁾ Nur für das Areal auf den Britischen Inseln wurden durch + jene Fundorte bezeichnet, an denen der Meerkohl ausgestorben ist oder im 20. Jahrhundert nicht mehr gemeldet wurde.

²⁾ Die für die Schwarzmeerküsten verwendete Literatur (s. S. 31) ließ keine Klarheit darüber erlangen, ob in Rumänien die var. *pontica*, die im sowjetischen Teil allein (und in Bulgarien neben der var. *pinnatifida*) vorkommt, allein oder zusammen mit der typischen *C. maritima* wächst.

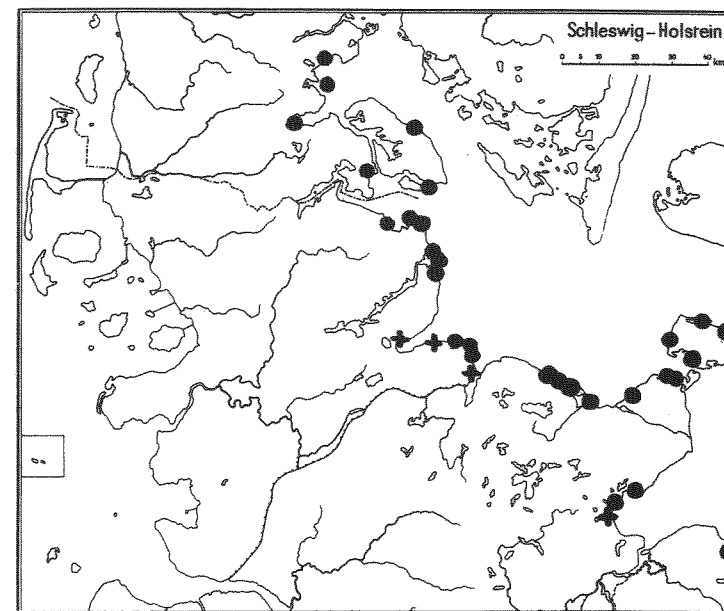


Abb. 2. Arealkarte von *Crambe maritima* L. für Schleswig-Holstein und die Nachbargebiete.

Punkte = rezenter Fundort, Kreuze = in jüngerer Zeit ausgestorben oder doch nicht wiedergefunden. Zusammengestellt nach der Karte der Landesstelle für Pflanzenkunde in Schleswig-Holstein, Kiel, die mir Herr Doz. Dr. WILLI CHRISTIANSEN freundlicherweise zur Verfügung stellte, ergänzt durch freundliche Angaben von Herrn Doz. Dr. E.-W. RAABE, Kiel, und Herrn Prof. Dr. B. KAUSMANN, Rostock. Die Karte ist sicherlich unvollständig. Insbesondere für die Küsten der Insel Fehmarn, ferner zwischen Großenbrode und Neustadt i. H. sowie im Gebiet der Travemündung fehlen genaue Beobachtungen. Verf. bittet, ihm ev. Beobachtungen mitzuteilen.

1a. Ökologie und Soziologie des Meerkohls

In Schleswig-Holstein findet sich *Crambe maritima* auf Sand oder Geröll im Strandwall, jener Zone, in der bei höchstem Hochwasser Algen und tierische

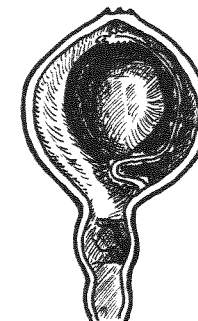


Abb. 3. Schnitt durch ein Gliederschötchen („Nußschötchen“) des Meerkohls (nach HEGI IV, 1, umgezeichnet von Dr. R. VON BISMARCK).

Der untere, basale Teil ist das sterile Valvarglied, der obere ist das fertile, mit einem Samen gefüllte Stylarglied.

Reste angespült werden, liegen bleiben und dort langsam verfaulen. Sie scheint eine ausgesprochene Stickstoffpflanze zu sein. So kann man westlich des Bülker Leuchtturms (am Ausgang der Kieler Förde) beobachten, daß sie in der Nähe der Einmündung der Kieler Kanalisation besonders üppig gedeiht. Nach CHRISTIANSEN (1953) wertet TÜXEN sie als Kennart (Charakterart) der Meerkohl-Gesellschaft (*Crambeetum maritimae*). Da der Boden dieses Standortes oft von Seewasser überspült wird, und da ferner der Meerkohl als ausgesprochener Tiefwurzler im salzigen Grundwasser wurzelt, darf man ihn als Halophyten bezeichnen, der als solcher gewisse „Xeromorphosen“ aufweist (schwache Sukkulenz der mit einer Wachsschicht überzogenen Blätter, dicke fleischige Rübenwurzel). Es sei darauf hingewiesen, daß sich jedoch zahlreiche xeromorphe Halophyten bei genauer Untersuchung entgegen der SCHIMPERschen Theorie von der „physiologischen Trockenheit“ salziger Böden als große Wasserverbraucher entpuppt haben (vgl. WALTER III, 1951, S. 457).

Die bevorzugten Standorte von *Crambe maritima* sind auch an der Nordseeküste der cimbrischen Halbinsel vorhanden. Im Salzgehalt des Meerwassers bestehen zwischen Nord- und Ostsee zwar erhebliche Unterschiede (Tabelle 1). Doch ist es unmöglich, hierin die Ursache für das eigentümliche Areal zu suchen, umspannt es doch Fundorte mit niedrigem und hohem Salzgehalt (Tabelle 1).

Tabelle 1

Salzgehalt in ‰ in verschiedenen Teilen des Areals von *Crambe maritima*¹⁾

Südliches Finnland	5,75—6
Schleswig-holsteinische Ostseeküste bei Kiel	14 —18
Südliches Norwegen	22 —31
Englische Südküste	34,75—35,25
Bretagne	35 —35,5

Inwieweit vielleicht ökologische Rassen vorliegen, konnte ich nach der vorliegenden Literatur nicht entscheiden. In der neueren karyologischen Literatur werden zwei verschiedene Chromosomenzahlen angegeben. MANTON (1932) gibt für *Crambe maritima* $2n = 60$ an und meint, daß in der Gattung die höchste Grundzahl und die höchste Polyploidiestufe der Cruciferae erreicht werden. Bei LÖVE and LÖVE sowie bei TISCHLER (1950) finden wir dieselben Angaben: Für die Gattung *Crambe* $x = 15$, für *C. maritima* $2n = 60$ (nach drei verschiedenen Autoren) und $2n = 30$ (TARNAVSCHI 1943 in Litt., Wurzelspitze, vgl. auch TISCHLER 1954, Bd. II, Ergbd. S. 659). TARNAVSCHI (1948) publiziert die genannte Chromosomenzahl $n = 15$ für *Crambe maritima* L.; für deren var. *pontica* ist nach dieser Arbeit die Zahl noch unbekannt. Leider ist den einschlägigen Floren (SAVULESCU 1955) nicht mit Sicherheit zu entnehmen, ob in Rumänien tatsächlich neben der sonst für den Bereich der Schwarzmeerküsten allein angegebenen *C. maritima* L. var. *pontica* (STEV.) O. E. SCHULZ (so SCHULZ 1919, GROSSHEIM 1950, STANKOW u. TALIJEW 1949, STOJANOFF u. STEFANOFF 1948²⁾) auch die typische *C. maritima* vorkommt. Es ist nicht auszuschließen, daß TARNAVSCHI die nach SCHULZ (1919) nur durch die Gestalt der Früchte unterschiedene var.

¹⁾ Nach dem Atlas für Temperatur, Salzgehalt und Dichte der Nord- und Ostsee. Herausgegeben v. d. Deutschen Seewarte in Hamburg, Hamburg, 1927.

²⁾ In Bulgarien auch die var. *pinnatifida* R. BR., die allerdings von SCHULZ (1919) zu *C. tatarica* SEBEÓK gerechnet wird!

pontica untersucht haben könnte, die man dann als gut fundierte pflanzengeographische und zytologische Rasse oder Unterart, ggf. sogar als besondere Art, abtrennen könnte. Erst weitere Untersuchungen können hier Klarheit schaffen.

1b. Ausbreitungs- und Keimungsökologie des Meerkohls

Der Meerkohl wird von HEGI (IV, 1, 1919) in seinem Vorkommen als „unbeständig“ bezeichnet. Tatsächlich kann man feststellen, daß er an vielen Fundorten als erloschen gilt, manchmal jedoch später wieder auftritt. Mancherorts mag das Verschwinden auf die verständnislose Zerstörung der geschützten Pflanze durch Badegäste zurückgehen. An den Fundorten zwischen Strande und dem Bülker Leuchtturm sowie westlich von diesem hatte ich Gelegenheit, von Juni 1956 bis Juni 1957 ausgedehnte Bestände des Meerkohls zu beobachten. Nach einem Hochwasser Mitte November 1956 war der beobachtete Bestand sehr stark zerstört worden. Der größte Teil der vertrockneten Pflanzenstengel und ebenso die Früchte waren fortgespült worden. Im höchsten Spülsaum nahe am Gebüsch (Abb. 5) lagen viele Diasporen¹⁾, von denen zahlreiche aufgesprungen und aus denen die Samen ausgefallen waren. Daneben fanden sich trockene Stengel der Fruchtstände und vertrocknete Blätter. Zahlreiche Wurzeln waren durch die Flut freigespült und aus dem Sand herausgerissen worden; man sah außerdem einige freigewaschene „Kronen“ der Wurzeln mit den Knospen (Abb. 7). Ein Besuch im Frühjahr 1957 zeigte, daß der Bestand durch das Hochwasser stark dezimiert worden war. Eine Zerstörung ganzer Fundorte durch katastrophentartige Hochwasser ist ohne weiteres denkbar.

Der Meerkohl ist eine ausdauernde Staude, die mit Hilfe von fleischigen Wurzeln, welche zahlreiche unterirdische ± horizontale Ausläufer treiben, überwintert (Hemikryptophyt). Relativ früh im Jahr (am 14. April 1957 beobachtet) beginnen die Knospen der Wurzelkrone auszutreiben. In Blüte steht die Pflanze oft schon von Ende Mai ab und, während die letzten Blüten noch im Juli erscheinen, wachsen sehr schnell die kugeligen Früchte heran, die im September (1956) bereits reif gefunden wurden. Sie werden in großer Zahl gebildet. EKLUND (1929) schätzt ihre Anzahl auf durchschnittlich 30000—50000 je Individuum (in SW-Finnland). Das dürfte auch den Verhältnissen an unserer Ostseeküste durchaus entsprechen.

Die Frucht ist ein eigentümlicher Sonderfall einer Gliederschote, die nur aus zwei Gliedern besteht (Abb. 3 und 6). Das untere, basale (Valvarglied) ist steril, kurz und mehr stielartig ausgebildet. Das obere (Stylarglied) ist kugelig, mißt 6—12 (zumeist 8) mm im Durchmesser und enthält den einzigen Samen sowie eine unvollständige Scheidewand. Die Fruchtwand ist etwa 2—3 mm dick. Sie besteht außen (Exokarp) aus 3—5 Schichten kleiner ± isodiametrischer Zellen, denen sich nach innen (Mesokarp) in radialer Richtung gestreckte Zellen anschließen. Eine besondere Ausbildung des Endokarps konnte ich nicht feststellen. Die verholzten Zellwände sind nur wenig verdickt und getüpfelt. In den Lumina (Interzellularen fehlen) befindet sich bei der Reife Luft. Die Frucht springt bei der Reife nicht auf. Das reife Stylarglied wird vielmehr, nachdem es sich von dem Valvarglied gelöst hat, als ganzes abgeworfen und verhält sich daher wie eine Nußfrucht. Die Bezeichnung „Nußschötchen“ (COSSMANN 1918) scheint mir

¹⁾ Als Diaspore bezeichnet man mit SERNANDER (1901, 1927) jedwede Ausbreitungseinheit, also jede Art von Pflanzenteilen, welche der Ausbreitung dienen.

daher sehr treffend gewählt, wenn sie auch nicht berücksichtigt, daß sich nur der obere fertile Abschnitt nach Art einer Bruchfrucht ablöst und somit allein als Diaspore dient.

Die meisten Angaben in der Literatur sprechen von einer Ausbreitung der Diasporen des Meerkohls durch das Wasser (Hydrochorie). CLAPHAM, TUTIN und WARBURG (1952) geben z. B. an, daß sie durch Meerwasser verbreitet werden, in dem sie mehrere Tage schwimmen können, ohne abzusinken. Im sw-finnischen Schärenhof hat EKLUND die Pflanze näher beobachtet. Er nimmt (1931—32) mit SERNANDER (1901) Hydrochorie an, nachdem er schon früher (1927) festgestellt hatte, daß *Crambe maritima* „in hohem Grade für Drift ausgerüstet“ sei. ROTHMALER (1957) gibt „Wasser- und Windverbreitung“ an.

Meine eigenen Beobachtungen und Versuche bestätigen die letztere Angabe. So konnte man während der Reifezeit im Spülsaum in der Umgebung der Standorte des Meerkohls verschiedentlich Diasporen feststellen, die vom Wellenschlag dort abgesetzt worden sein mußten. In Becken mit dauernd bewegtem und frisch zugeführtem Nord- bzw. Ostseewasser wurden am 20. 9. 1956 im Meereskundlichen Institut der Universität Kiel je 100 Diasporen von *Crambe maritima*, die am 18. 9. 1956 am Standort beim Bülker Leuchtturm geerntet worden waren, auf dem Wasser ausgelegt, auf dem sie längere Zeit vermöge der lufthaltigen Fruchtwandung, die als Schwimmgewebe dient, schwammen. Nach vier Wochen waren die letzten untergetaucht. Diese Zeit würde zweifelsohne ausreichen, um mindestens einzelne Diasporen von *Crambe maritima* durch Meeresströmungen über größere Entfernungen zu transportieren. Jedoch scheinen viele dabei die Keimkraft einzubüßen, wie aus eigenen Versuchen (s. unten!) und älteren Angaben bei BIRGER (1907) u. a. hervorgeht.

Ebenso sicher ist aber eine Ausbreitung durch den Wind möglich. Am Standort südlich des Bülker Leuchtturms beobachtete ich einzelne abgebrochene Stücke von vertrockneten Fruchtständen, die in einiger Entfernung vom Bestande auf dem Strand lagen. Sicherlich sind sie als Bodenläufer („Teilläufer“ ULBRICH 1928) nach Art von Steppenläufern („Steppenhexen“) vom Winde fortgerollt worden. Da die Stylarglieder mit den reifen Samen leicht abbrechen, können während des Rollens auf dem Boden öfters Diasporen abfallen. Aber auch die leichten Diasporen selbst können durch den Wind fortgerollt werden. Das zeigte sich auch bei den im bloßen Sand ausgelegten Diasporen des Versuches (s. unten!). Viele von diesen kleinen Kugeln sind durch den Wind verweht worden.

Zum Studium der Keimungsökologie wurden sieben kleine Versuche in Sandkisten von etwa 30 × 50 cm Größe angesetzt, die auf der Terrasse des Botanischen Instituts Kiel so aufgestellt wurden, daß es dem natürlichen Standort beim Bülker Leuchtturm möglichst entsprach. Die Diasporen sind sämtlich am 16. und 18. 9. 1956 geerntet worden. Bei den Versuchen 2—7 wurde durch öfteres Zugießen von Ostsee- (15—16‰) bzw. Nordseewasser (33‰) dafür gesorgt, daß ein möglichst natürlicher Zustand erhalten blieb und Regenfälle den Sand nicht aussüßten.

1. 100 Diasporen wurden am 24. 9. 1956 in reinem Sand ausgesät. Am 9. 5. 1957 fanden sich jedoch nur 11 nicht-ausgekeimte Diasporen wieder, 89 waren mit einem Teil des Sandes verweht worden.

2. 50 Diasporen wurden am 24. 9. 1956 in Sand von der Ostseeküste ausgesät und mit Tang aus dem Strandwall überdeckt. Am 9. 5. 1957 waren 9 Keim-

pflanzen aufgegangen, 34 Diasporen nicht gekeimt und 4 offenbar durch Verwehung verloren gegangen.

3. 50 Diasporen wurden am 20. 9. 1956 in Becken der Botanischen Abteilung des Meereskundlichen Instituts der Universität Kiel auf Ostseewasser schwimmend ausgelegt. Das Wasser wurde laufend durch eine Zuleitung erneuert und gelüftet, so daß auch hier möglichst natürliche Zustände herrschten. Hier waren sie nach drei bis vier Wochen zu Boden gesunken. Am 24. 11. 1956 wurden sie dem Becken entnommen, noch naß auf Ostseeküstensand ausgelegt und mit Tang zugedeckt. Am 9. 5. 1957 waren nur 4 Keimpflanzen und 46 nicht-gekeimte Diasporen vorhanden.

4. Am 13. 12. 1956 wurden 100 Diasporen geöffnet, die Samen auf Ostseeküstensand ausgelegt und mit Tang zugedeckt. Am 9. 5. 1957 waren keine Keimpflanzen und nur 19 nicht-gekeimte Samen zu finden; offenbar waren zahlreiche in die Kiste des Versuches 7 verweht worden, die Nr. 4 am nächsten benachbart stand.

5. 100 Diasporen wurden in gleicher Weise wie bei Versuch 2 auf Nordseeküstensand ausgelegt. 26 Keimpflanzen und 61 nicht-gekeimte Diasporen waren am 9. 5. 1957 vorhanden, 13 verweht worden.

6. 50 Diasporen wurden wie in Versuch 3 in Nordseewasser behandelt und auf Nordseeküstensand ausgelegt. Am 9. 5. waren 5 Keimpflanzen und 42 nicht-gekeimte Diasporen vorhanden, 3 verweht worden.

7. Wie in Versuch 4 wurden 100 Samen auf Nordseeküstensand ausgelegt. Am 9. 5. 1957 wurden 6 Keimpflanzen und 117 nicht-gekeimte Samen gezählt, so daß mindestens 23 aus dem Versuch 4 zugeweht worden sein mußten.

Diese kleinen Versuche zeigen, daß diejenigen Samen anscheinend schlechter keimten, welche aus den im Seewasser gelagerten Diasporen stammten. Ähnlich verliefen Versuche von ROSTRUP (1902). Die Keimkraft von Samen von *Crambe maritima*, die in Gazesäckchen eingnäht und in der Zeit vom 28. 9.—2. 11. 1897 auf einer Reise nach Grönland täglich mindestens einmal in Meerwasser gespült worden waren, war etwa auf die Hälfte reduziert. Unbehandelte Samen keimten zu 45%, behandelte nur zu 24%. 45 Jahre vorher waren DARWIN (1857) und MARTINS (1857) zu einander widersprechenden Ergebnissen gekommen. DARWIN ließ die Samen 37 Tage lang in Flaschen mit Meerwasser liegen, das nicht gewechselt wurde. Sie keimten danach gut. MARTINS hingegen, der ohne Kenntnis der DARWINschen Versuche experimentierte, setzte ganze Diasporen 45 Tage lang schwimmend dem Mittelmeerwasser bei Sète aus. Sie waren nicht zerstört oder verfault, keimten aber im Gegensatz zu den Samen von *Cakile maritima* nicht.

Wir dürfen schließen, daß sowohl anemochor (durch den Wind) als auch hydrochor (durch Meereströmungen) ausgebreitete Diasporen keimen können, d. h. Wind und Meereströmungen sind wirksame Ausbreitungsmittel, welche die Diasporen an passende Standorte des Strandwalles der Ost- und der Nordsee bringen können. Es zeigt sich ferner deutlich, daß der unterschiedliche Salzgehalt des Ostsee- und des Nordseewassers nur geringe Unterschiede in der Keimkraft und dem Auskeimen der Samen bedingt. Jedenfalls können diese Unterschiede nicht für das Fehlen des Meerkohls an der Nordseeküste der cimbrischen Halbinsel verantwortlich sein. Die Zahlen der Versuche 2 und 5 könnten eher für ein besseres Auskeimen auf Nordseeküstensand sprechen. Wenn EKLUND (1931—32) für das südwestfinnische Areal feststellt, daß es fast ausschließlich innerhalb der

6°₀₀-Isohaline liegt (vgl. auch die Reproduktion der Karte bei MEUSEL 1943), so mag das höchstens lokale Bedeutung haben, wie auch das Gesamtareal des Meerkohls zeigt (vgl. Tab. 1, S. 80).

Es wäre in diesem Zusammenhang interessant gewesen, auch die Ausbildung der Keimwurzeln und ihr weiteres Wachstum in verschiedenen Konzentrationen von Meerwasser zu verfolgen, wie es MONTFORT u. BRANDRUP (1927 a u. b) bei verschiedenen Pflanzen getan haben. Infolge einer Forschungsreise kam ich bisher noch nicht zu diesem Vorhaben.

2. Ausbreitungsgeschichte

Fossile Reste von *Crambe maritima* sind m. W. nicht gefunden worden, so daß eine ursächliche Erklärung des Areals nach historischen Gesichtspunkten nicht möglich ist.

Zusammenfassung

Das gesamte und das schleswig-holsteinische Areal von *Crambe maritima* L. werden auf Karten dargestellt. Standortbeobachtungen zeigen, daß die Diasporen — d. s. hier die abgebrochenen Stylarglieder einer als „Nußschötchen“ bezeichneten Gliederschote — hydrochor (durch Meereströmungen) und anemochor (durch den Wind, als Bodenläufer) verbreitet werden können. Auch Teile des Fruchtstandes können als Bodenläufer vom Wind verbreitet werden. Die Keimkraft mindestens eines Teils der Samen bleibt auch nach mehrwöchigem Flottieren und anschließendem Untertauchen in Nordsee- und Ostseewasser erhalten. Die Samen keimen sowohl auf Nordsee- als auch auf Ostseesand gut, so daß in dem Salzgehaltsunterschied nicht die Ursache für das Fehlen des Meerkohls an der schleswig-holsteinischen Nordseeküste gesucht werden kann.

Herr Prof. Dr. C. HOFFMANN hat mir freundlicherweise die Versuchsbecken zur Verfügung gestellt und sie überwacht, wofür ich ihm herzlich danken möchte.

Schriften

- BIRGER, S.: Über den Einfluß des Meerwassers auf die Keimfähigkeit der Samen.—Beih. Bot. Cbl. (1) 21, 263—280 (1907).
BONNIER, G.: Flore complète illustrée en couleurs de France, Suisse et Belgique, Bd. 1 (o.J.).
CHRISTIANSEN, W.: Neue kritische Flora von Schleswig-Holstein. — Rendsburg 1953.
CLAPHAM, A. R., TUTIN, T. G., and WARBURG, E. F.: Flora of the British Isles. — Cambridge 1952.
COSSMANN, H.: Deutsche Flora. 5. Aufl. Breslau 1918.
DARWIN, CH.: On the Action of Sea-Water on the Germination of Seeds. — J. Proc. Linn. Soc. (London) Botany 1 (1857).
EKLUND, O.: Versuche über das Keimungs- und Schwimmvermögen einiger Samen und Früchte in Ostseewasser. — Mem. Soc. Fauna et Flora Fenn. 2, 13—29 (1927).
EKLUND, O.: Die quantitative Diasporenproduktion einiger Angiospermen. — Ebendort 5, 11—28 (1929).
EKLUND, O., *Crambe maritima* L. im Nordbaltischen Gebiet. — Ebendort 7, 41—51 (1931—32).
FOURNIER, P.: Les quatre flores de la France. 2. Aufl. Paris 1946.
GROSSHEIM, A. A.: Flora des Kaukasus. Bd. 4 (Russ.). Moskau—Leningrad 1950.
HEGI, G.: Illustrierte Flora von Mitteleuropa. Band IV, 1. München 1919.
HERMANN, F.: Flora von Nord- und Mitteleuropa. Stuttgart 1956.
HULTËN, E.: Atlas över växternas utbredning i Norden. Fanerogamer och ormbunksväxter. Stockholm 1950.
KNUTH, P.: Flora der Provinz Schleswig-Holstein, des Fürstentums Lübeck sowie des Gebietes der freien Städte Hamburg und Lübeck. Leipzig 1887.
KNUTH, P.: Flora der Insel Helgoland. — Die Heimat (Kiel) 6, 13—17 u. 55—60 (1896).

- LÖVE, A., and LÖVE, DORIS: Chromosome Numbers of Northern Plant Species. Reykjavik 1948.
MANSFELD, R.: Verzeichnis der Farn- und Blütenpflanzen des Deutschen Reiches. Jena 1940.
MANTON, IRENE: Introduction to the General Cytology of the Cruciferae. — Ann. Bot. 46, 509—556 (1932).
MARTINS, CH.: Expériences sur la persistance de la vitalité des graines flottantes à la surface de la mer. — Bull. Soc. bot. France, 4, 324—335 (1857).
MEUSEL, H.: Vergleichende Arealkunde. 2 Bde. Berlin 1943.
MONTFORT, C., u. BRANDRUP, W.: Physiologische und pflanzengeographische Seesalzwirkungen II. Ökologische Studien über Keimung und erste Entwicklung bei Halophyten. — Jahrb. wiss. Bot. 66 (5), 902—946 (1927a).
MONTFORT, C., u. BRANDRUP, W.: Dasselbe III. Vergleichende Untersuchung der Salzwachstumsreaktion von Wurzeln. — Ebendort 67 (1), 105—173 (1927b).
PRANTL, K.: Cruciferae. In: ENGLER-PRANTL, Die natürlichen Pflanzenfamilien, III, 2. Leipzig 1891.
ROSTRUP, O.: Aarsberetning fra „Dansk Frøkontrol“ for 1899—1900. XVII. Havvandets Indflydelse paa Frøs Spireevne. — Tidsskr. Landbrugets Planteavl. (Kopenhagen) 8 37—40 (1902).
ROTHMALER, W.: Exkursionsflora. Berlin 1955.
SAVULESCU, T.: Flora reipublicae popularis romanicae. Bd. III. Bukarest 1955.
SCHULZ, O. E.: Cruciferae — Brassicaceae. Subtribus I Brassicinae et II Raphaninae in A. ENGLER, Das Pflanzenreich IV, 105. Leipzig 1919.
SERNANDER, R.: Den skandinaviska vegetationens spridningsbiologi. Berlin und Uppsala 1901.
SERNANDER, R.: Zur Morphologie und Biologie der Diasporen. — Nova Acta Reg. Soc. Sci. Upsaliensis, Vol. extraord. edit. Uppsala 1927.
STANKOW, S. S., and TALIJEW, W. S.: Bestimmungsbuch der höheren Pflanzen des europäischen Teiles der UdSSR. (Russ.) Moskau 1949.
STOJANOFF, N., und STEFANOFF, B.: Flora von Bulgarien. (Bulgarisch.) Sofia 1948.
TARNAVSCHI, I. T.: Die Chromosomenzahlen der Anthophytenflora von Rumänien mit einem Ausblick auf das Polyploidie-Problem. — Bul. Grad. bot. Muz. bot. Univ. Cluj, 28 (1947), Suppl. I. Cluj 1948.
TISCHLER, G.: Die Chromosomenzahlen der Gefäßpflanzen Mitteleuropas. 's-Gravenhage 1950.
TISCHLER, G.: Allgemeine Pflanzenkaryologie. Erg. Bd. Angewandte Pflanzenkaryologie. 4. Lfg. Fortgef. von H. D. WULFF. Handbuch der Pflanzenanatomie. I. Abt., 1. Teil, Bd. II. Berlin 1956.
ULBRICH, E.: Biologie der Früchte und Samen (Karpobiologie). Berlin 1928.
WALTER, H.: Grundlagen der Pflanzenverbreitung. 1. Teil: Standortlehre. Stuttgart/Ludwigsburg 1951.

Erläuterung zur gegenüberliegenden Tafel.

Abb. 4: *Crambe maritima* am Standort zwischen Strande und dem Bülker Leuchtturm, fruchtend am 16. 9. 1956.

Abb. 5: Derselbe Standort am 6. 1. 1957. Durch die Hochwässer sind die fruchtenden Pflanzen vollständig fortgespült worden.

Abb. 6: Früchte und Diasporen von *Crambe maritima* (vgl. Abb. 3!).

Links und Mitte: Aufgebrochene Stylarglieder, die oberen Hälften jeweils den einzigen Samen enthaltend.

Rechts oben: Abgebrochene Stylarglieder der reifen Frucht, die Diasporen des Meerkohls.

Rechts unten: Vollständige Frucht mit Stiel (etwa natürliche Größe).

Abb. 7: Herausgerissene Wurzeln und (im linken unteren Teil des Bildes) drei Wurzelkronen mit Knospen (etwa $\frac{1}{3}$ verkleinert). Standort und Zeit wie Abb. 5.

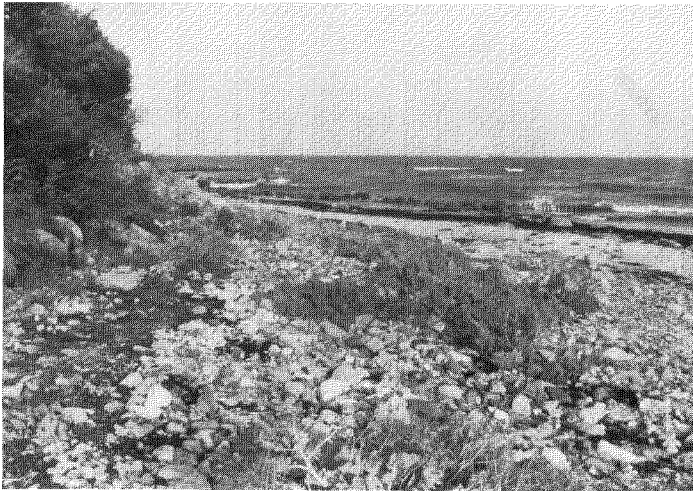


Abb. 4



Abb. 5

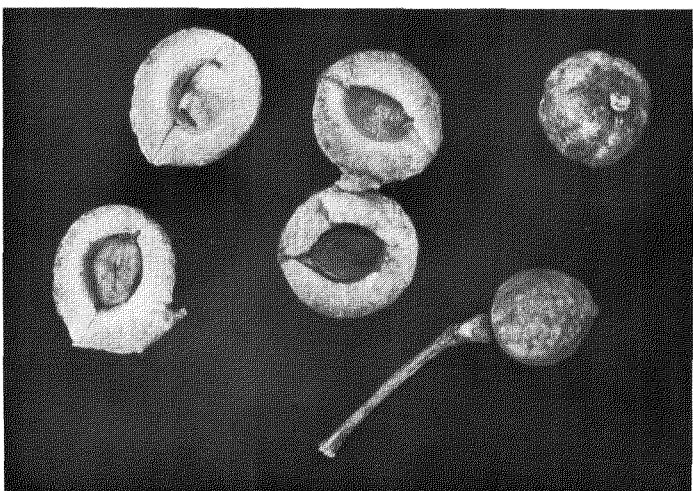


Abb. 6



Abb. 7