

Detlev Drenckhahn

Vorkommen des Atlantischen Wildkohls (*Brassica oleracea* L. subsp. *oleracea*) an den Kreidefelsen der Ostseeinsel Rügen, Deutschland

Occurrence of Atlantic wild cabbage (*Brassica oleracea* L. subsp. *oleracea*) at the limestone cliffs of the baltic island of Rügen, Germany

Published online: 16 January 2017

© Forum geobotanicum 2017

Abstract The distribution area of the Atlantic wild cabbage (*Brassica oleracea* L. subsp. *oleracea*), hitherto known to be restricted to atlantic coastal cliffs between Northern Spain, Scotland and Helgoland, has expanded this century eastwards to the limestone cliffs of the island of Rügen in the Baltic Sea. The population size is about 50 individuals which are morphologically indistinguishable from Atlantic wild cabbage. The possibility is addressed whether the Rügen population might be derived by backcrossing and naturalization of escaped cultured *Brassica oleracea* varieties. Genetic studies have shown that the main cultured varieties grown today are closely related to Atlantic wild cabbage from which these varieties were most likely raised. Spontaneous reversal from cultured varieties to the atlantic wild phenotype has often been claimed but not been convincingly demonstrated in the literature and it is considered unlikely that such a full reversal would occur in the absence of crosspollination (introgression) with wild type cabbages. However, introgression of cultured varieties with wild types or naturalization of escaped cultured cole varieties to a more archaic phenotype has been reported. Such an introgression or naturalization process is currently taking place at the limestone coast of Zealand/Denmark. As documented and described in this study, the wild growing coles of Zealand look like descendents of kale and (headed) cabbage and differ considerably from the population of Rügen and Helgoland. The currently observed eastward extension of the atlantic range of wild *Brassica oleracea* into the Baltic Sea can be interpreted as a more general phenomenon of eastward expansion of the distribution area of other atlantic species in the course of climate warming.

Zusammenfassung Der Atlantische Wildkohl (*Brassica oleracea* L. subsp. *oleracea*) wächst auf den Küstenfelsen des Atlantiks und der Nordsee zwischen Nord-Spanien, Schottland und der Nordseeinsel Helgoland. 2001 wurde auch ein Vorkommen des Wildkohls an den Kreidefelsen der Ostseeinsel Rügen nachgewiesen, das aus ungefähr 50 Individuen besteht. Die Pflanzen unterscheiden sich phänotypisch nicht von Wildpflanzen der Atlantikküsten. Da alle verbreiteten Kultursorten des Gemüsekohls genetisch sehr eng mit dem Atlantischen Kohl verwandt

sind, vom dem sie höchstwahrscheinlich abstammen, wird die Frage erörtert, ob eine spontane Rückverwandlung (Rückkreuzung) von in die Natur entwichenen Kultursorten in den Wildkohl-Phänotyp möglich ist. Dieses wird als wenig wahrscheinlich angesehen. Dagegen ist Introgression zwischen Kultursorten und Wildsorten gut belegt. Die Frage nach einer möglichen Hybridisierung von Grünkohl mit Pflanzen vom Wildkohlphänotyp oder mit anderen Kultursorten an der Kreideküste der dänischen Ostseeinsel Seeland wird anhand eigener Beobachtungen erörtert. Die dortige Population besteht offensichtlich aus verwilderten Kulturkohlhbriden, die sich deutlich von den Wildpflanzen Rügens unterscheiden. Das neue Vorkommen des Atlantischen Wildkohls in der westlichen Ostsee kann im Zusammenhang mit der Ostausbreitung anderer atlantischer Sippen im Rahmen des Klimawandels gesehen werden.

Keywords Wild cabbage, *Brassica oleracea*, Baltic Sea, Island of Rügen, climate change

Prof. Dr. Detlev Drenckhahn
Julius -Maximilians University
Department of Anatomy & Cell Biology
Koellikerstr 6
D 97070 Würzburg
Detlev.Drenckhahn@uni-wuerzburg.de

Einleitung

Die Wildformen verschiedener kultivierter Kohlsorten bilden ein Pflanzenaggregat, als *Brassica oleracea* Cytodeme klassifiziert (Harberd 1972), das vor allem an Küstenfelsen von Atlantik und Mittelmeer wächst mit Bevorzugung von Kalkgestein (Mitchell 1976, Snogerup et al. 1990). Die atlantische Sippe, *Brassica oleracea* L. subsp. *oleracea* (Atlantischer Kohl), unterscheidet sich durch verschiedene Merkmale von den acht mediterranen Wildkohlsippen (*Brassica montana*, *B. insularis*, *B. rupestris*, *B. cretica*, *B. villosa*, *B. incana*, *B. macrocarpa*, *B. hilarionis*) und der Kanarensippe (*B. bourgeauii*)

(Snogerup et al. 1990). Alle Wildkohlsippen haben einen diploiden Chromosomensatz von $n=18$ und sind voll kreuzungskompatibel sowohl untereinander als auch mit den Kulturformen des Kohls. Der Atlantische Kohl wächst an den Küstenfelsen von Nord-Spanien bis Schottland und erreicht als nordöstlichsten Verbreitungspunkt die Insel Helgoland (Abb. 1). Die Populationen sind oft klein und bestehen aus 1–10 bis einige 100 (44% der Populationen unter 100) und vereinzelt über 1.000–10.000 Pflanzen (in England durchschnittlich 200 Pflanzen, Mitchell & Richards 1979). Viele Vorkommen des Wildkohls gelten als gefährdet. Rund 40% der bis 1970 nachgewiesenen Populationen in Großbritannien waren bis 1990 verschwunden (Fig. 24 in Snogerup et al. 1990). Verschiedene Wildkohlsippen der Mittelmeerinseln sind durch Beweidung, Habitatverlust oder Introgression von Kultursorten vom Aussterben bedroht (Gustafsson & Lannér-Herrera 1997a, Holubec et al. 2013 — Rote Liste der IUCN). Bemerkenswert ist, dass Pflanzen, die phänotypisch dem Atlantischen Wildkohl gleichen, auch an den Kreidefelsen der Insel Rügen wachsen (siehe unten). Seit etwa 20 Jahren ist auch eine phänotypisch dem Atlantischen Wildkohl ähnelnde Kohlpopulation von der Kreideküste der Insel Seeland/Dänemark am südl. Ausgang des Öresunds erwähnt, die lokal mit verwildertem Grünkohl hybridisiert oder aus diesem hervorgegangen ist (Christensen et al. 2011, Details siehe unten).

Ergebnisse

Vorkommen auf Rügen

Brassica oleracea wurde vom Autor erstmals 2001 am Osthang des Viktoriasichtmassivs/Jasmund (MTB 1448.131) bemerkt mit 8 blühenden Pflanzen, 8 nicht blühenden Rosetten und mehreren Jungpflanzen. Eine genaue Bestandserfassung des schwer einsehbaren Felsmassivs wurde damals nicht vorgenommen. Dieser Bestand hat sich in den folgenden 15 Jahren gehalten und offenbar teils vermehrt mit einem derzeitigen Gesamtbestand an der Viktoriasicht von 35–40 mehrjährigen Pflanzen und mehreren Jungpflanzen (November 2016). 2011 wurden auch Pflanzen am Südhang des Königsstuhls gefunden (MTB 1447.224), deren Bestand 2016 neun mehrjährige Pflanzen betrug (Abb.2). Unbekannt ist bisher, ob der Wildkohl auch an anderen Stellen der Kreideküste Rügens wächst.

Habitat

Die meisten Pflanzen (70–80 %) wachsen in nackter, völlig vegetationsloser Kreide, oft an senkrecht abfallenden Kliffwänden und dort gerne in Rinnen und Spalten (chasmophytisch). Auf den Schuttflächen an den Felsfüßen fehlen Kohlpflanzen, obwohl man annehmen muss, dass dort die Dichte herabfallender Samen besonders groß ist. Die Wuchsbedingungen des Wildkohls scheinen auf dem rutschigen Kreideschotter aber ungünstig zu sein. Auf kleinen, oft nur wenige Dezimeter großen Absätzen oder schrägen Kliffabschnitten kommen Wildkohlpflanzen zusammen mit Gräsern (*Festuca spec.*) und teils auch weiteren Blütenpflanzen vor wie *Hieracium umbellatum* (2x), *Hieracium murorum* (5x), *Libanotis pyrenaica* (2x), *Solidago virgaurea* (1x), *Silene vulgaris* (1x), *Arabis hirsuta* (1x) und strauchwüchsiger *Fagus sylvatica* (1x).

Beschreibung der Pflanzen von Rügen

Die Pflanzen sind in den Steilhängen unerreichbar. Morphologische Details konnten nur mit Hilfe von Fernglas und Teleobjektiv erfasst und dokumentiert werden. Sie entsprechen der Abbildung in Snogerup et al. (1990); siehe Abb. 3–5.

Mehrjährige blühende Pflanzen an den Kreidefelsen besitzen basal einen ca. 20–30 cm langen und 2–3 cm dicken, blattlosen, hellbraunen bis dunkelvioletten basalen Stängelabschnitt (Stamm), der schon bei Jungpflanzen sichtbar wird. Der Stamm ist durch quergestellte helle Blattnarben auffällig quergestreift. Die Stängelblätter von mehrjährigen Pflanzen entwickeln sich in der oberen Stammhälfte und bilden eine etwa 20–40 cm breite, gedrängte (rosetten-ähnliche), wintergrüne Blattgruppe. Die Blätter erscheinen (dunkel) blaugrün (glauk) mit grauweißem Oberflächenschimmer (Wachsschicht, siehe Snogerup et al. 1990) und besitzen oft im distalen Zweidrittel eine stumpf zungenförmige Spreite meistens mit schwach gewelltem Rand und flachen, bis mehrere cm tiefen stumpfen bis keilförmigen Einschnitten. Die Blattstiele sind im Querschnitt dreieckig und unregelmäßig geflügelt mit mehreren kleinen voneinander getrennten Spreitenlappen. Stiele und Rhachis sind weißlich grün, oftmals auch violett überlaufen. Außer solchen leierförmig fiederschnittigen Blättern des Stamms kommen auch ungeteilte Blätter vor, besonders in den oberen Abschnitten des Stamms. Der aus dem beblätterten Stamm hervorgehende Blütenstängel verzweigt sich in mehrere blütentragende Äste. Zusätzliche Blütenstängel können aus den Blattachsen der Stammblätter entspringen. Die Blätter der Blütenstängel sind sessil, ohne abgesetzten Blattstiel. Die Spreite ist ganzrandig länglich eiförmig mit öhrchenförmigen, halbstängelumfassenden Basallappen. Die oberen Stängelblätter sind länglich bis schmal linealisch mit unregelmäßiger, bis mehrere mm tiefer Zähnung. Der Blütenstand ist rund 30–70 cm hoch und besteht aus 6–15 (selten auch mehr) Ästen, die jeweils 20 bis über 50 Blüten (Früchte) tragen. Die Blüten sind lang gestielt (Stiele länger als Blüte). Die Kronblätter und die anliegenden Kelchblätter sind schwefelgelb. Die Früchte sind gegen die Fruchtstiele schräg bis fast rechtwinklig aufwärts gerichtet (teils gekrümmt) und besitzen einen kurzen Schnabel (Abb. 5e). Bei Reife sind die Schoten über den Samen manchmal leicht vorgewölbt. Die reifen Früchte sind meistens länger als die annähernd rechtwinklig vom Stängel abstehenden Fruchtstiele (große Variabilität bei den Wildpopulationen, Snogerup et al. 1990). An einem Bruchstück eines Fruchtstandes, das Ende November an den Klippenrad der Viktoriasicht hochgeweht wurde konnten nähere Angaben erhalten werden (Abb. 5). Die Länge von 6 Fruchtstielen betrug 1,8–2,2 cm, die Länge von zwei nicht geöffneten Schoten und 5 entleerten Schoten mit intaktem Replumrahmen betrug 5,3–6,5 cm. Der Durchmesser der kugelförmigen Samen betrug 1,9–2,4 mm. Zwei von 7 Fruchtstieln (Rostren) enthielten je einen ellipsoiden Samen (Rostrumsamen, siehe unten). Rostrumsamen sollen fertil sein (Snogerup et al. 1990). Eine Sollbruchstelle zwischen Schote und Fruchtstiel liegt unmittelbar distal der terminalen Verdickung des Fruchtstiels. An alten Fruchtständen sieht man noch im Winter viele intakte Schoten und auch reichlich Replumrahmen mit Rostren und oftmals auch noch vorhandenen Septen (Abb. 5f). Die Hauptblühzeit liegt zwischen Mitte Mai und Mitte Juni, an beschatteten Stellen (Nordhängen) teils bis in den Juli.

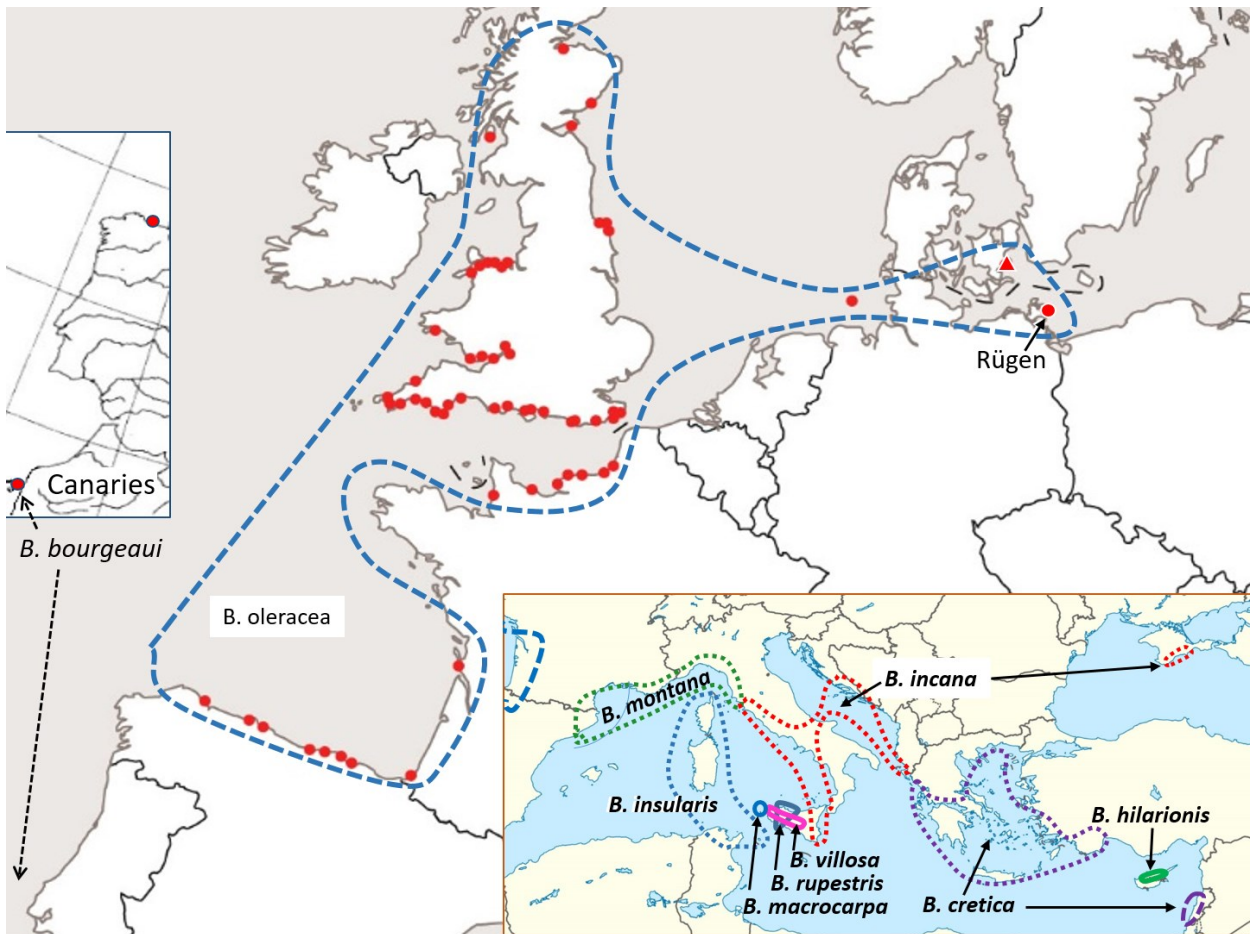


Abb.1. Verbreitung des Atlantischen Wildkohls (rote Punkte). Die wildwachsende Klippenpopulation auf Seeland (Dreieck) besteht aus Kohlhhybriden. Die Vignette zeigt die Verbreitung der mediterranen Sippen. Zusammenstellung von Angaben in Snogerup et al. (1990), Wichmann et al. (2008), Fagúndez et al. (2015)

Fig. 1. Distribution of Atlantic cabbage. Inset shows distribution of mediterranean species of the *brassica oleracea* cytodeme (red dots). The wild growing population at the limestone coast of Zealand (triangle) consists of cabbage hybrids. Compilation from data in Snogerup et al. (1990), Wichmann et al. (2008), Fagúndez et al. (2015)

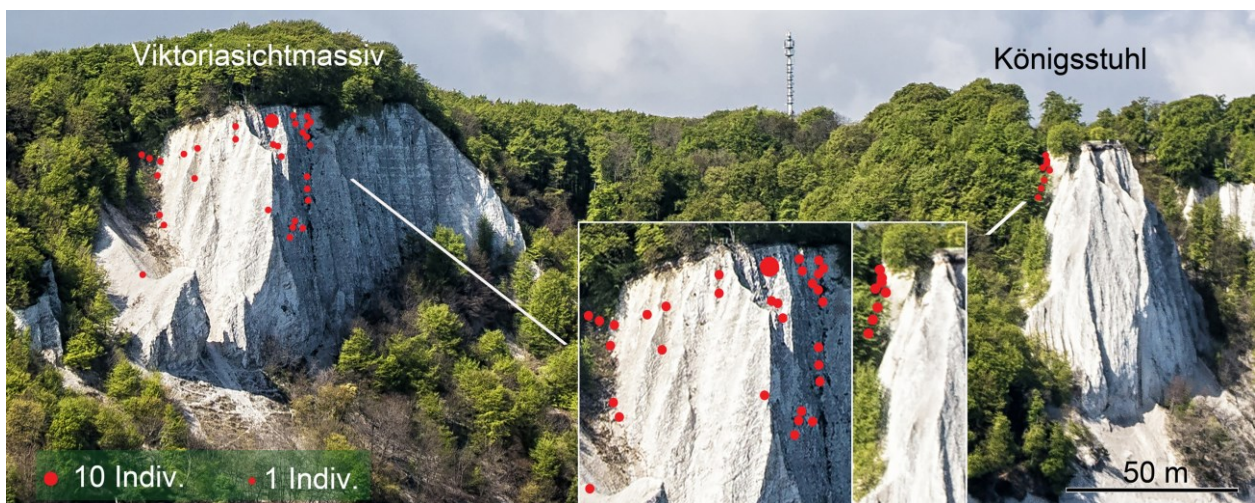


Abb. 2 Verbreitung von des Wildkohls an Viktoriamassiv und Königsstuhl auf der Insel Rügen 2016

Fig. 2 Distribution of wild cabbage at the cliffs of Viktoriamassiv and Königsstuhl on the island of Rügen in 2016

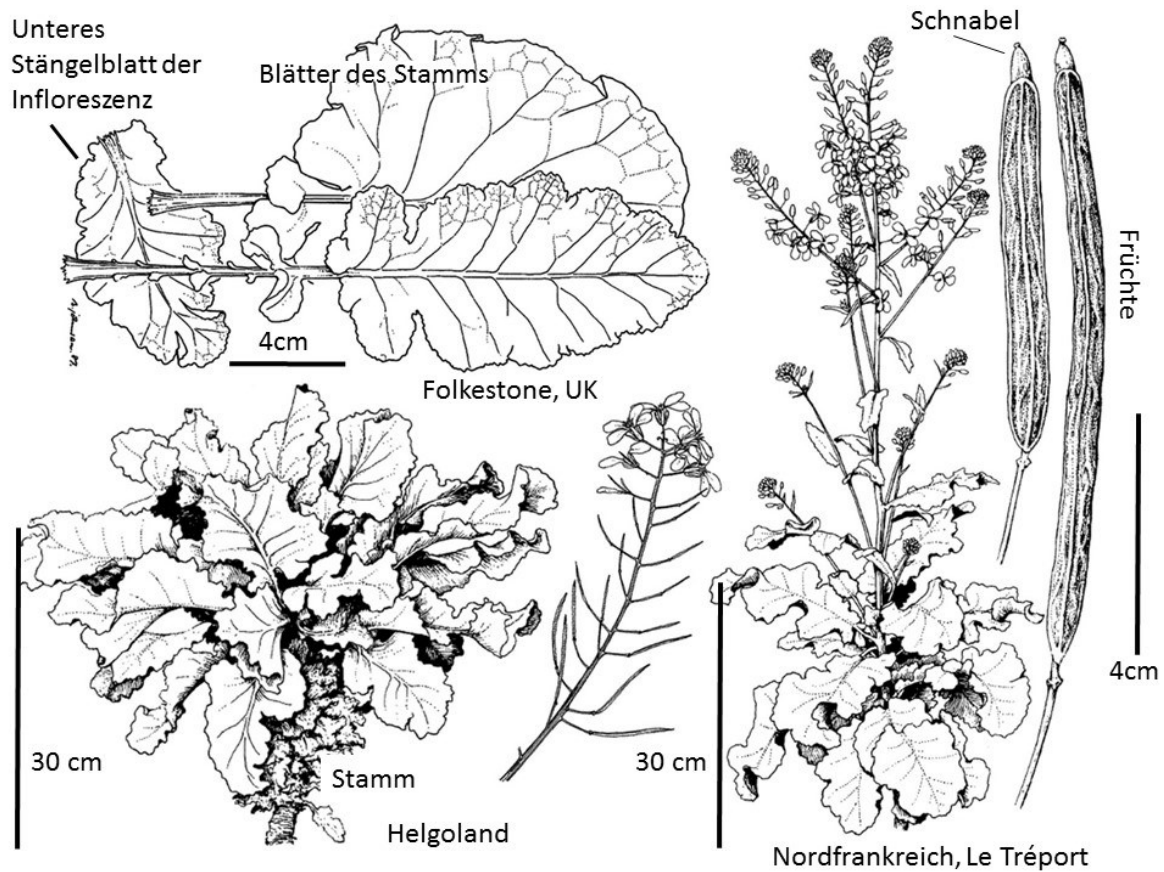


Abb. 3 Wuchsform, Blatt-, Blüten- und Fruchtmerkmale von *Brassica oleracea* L. subsp. *oleracea* von Helgoland, der Kanalküste Nordfrankreichs und der Südküste Englands (nach Snogerup et al. 1990, hier neu arrangiert und modifiziert). Mit freundlicher Genehmigung von Willdenowia

Fig. 3 Morphological features of specimen of *Brassica oleracea* L. subsp. *oleracea* from Helgoland, the Channel coast of France and England. Compiled and modified from Snogerup et al. (1990). With kind permission of Willdenowia

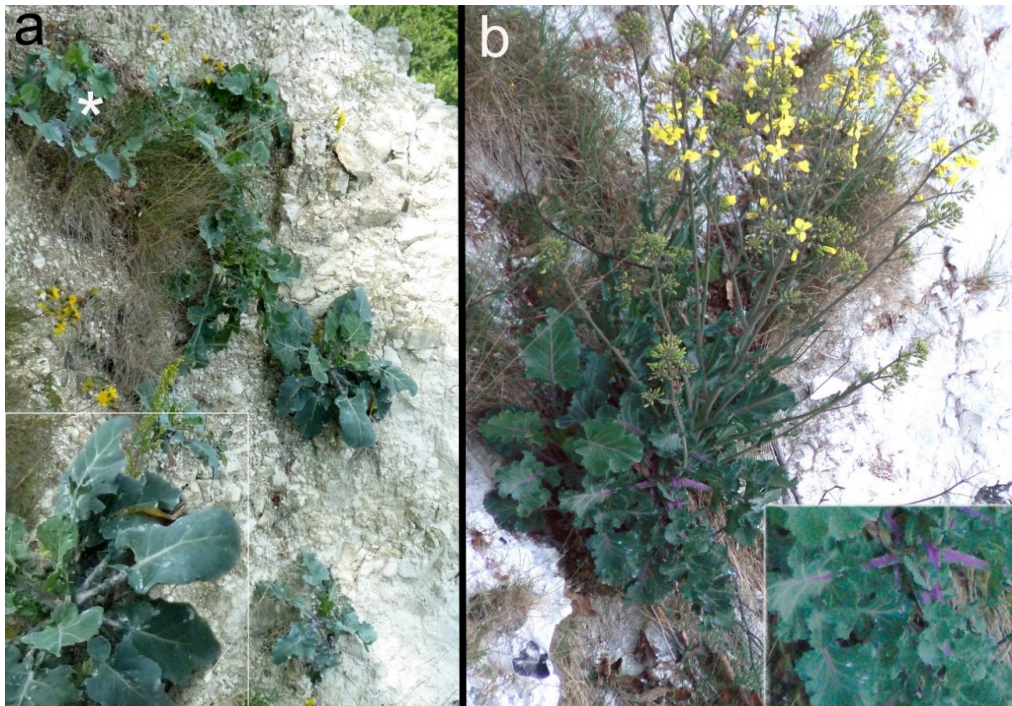


Abb. 4 Wildkohlpflanzen am Osthang des Viktoriamassivs mit (a) einjährigen (*) und 2–3 jährigen Exemplaren mit weißlichen Blattstängeln und Rhachis und (b) einer blühenden Pflanze mit violetten Blattstängeln/Rhachis

Fig. 4 Images of wild cabbage from the eastern cliff side of the Viktoriamassiv showing (a) one year (*) and 2–3 year old plants with whitish pedicels and rhachides and (b) a flowering plant with purple pedicels/rhachides

Der Anteil blühender Pflanzen variiert jahrweise erheblich, wie das auch von den Populationen der Atlantikküste beschrieben wurde, wo in machen Jahren nur wenige Prozent der Pflanzen blühen (Gustafsson & Lannér-Herrera 1997a, Snogerup et al. 1990).

Phänotyp des Atlantischen Wildkohls

Die Rügener Pflanzen gleichen in allen morphologischen Details dem Atlantischen Kohl (Abb. 3). Die Färbung der Blattstiele von Helgoländer Wildpflanzen variiert ebenfalls zwischen rötlich-violett und weißlich grün (Anonymus 2016). Auch die Wildpflanzen an der Atlantikküste von Südküste und am südlichsten Verbreitungspunkt in Galizien/Spanien (Fagúndez et al. 2015) sind morphologisch nicht von den Rügener Wildpflanzen zu unterscheiden (Beurteilung der Abb. 4 und 5 durch die Brassica-Forscher Dr. D. J. Hodgson, University Exeter, UK und Dr. J. Fagúndez, Universität Coruña, Spanien). Eine große Variabilität von Stiefelfärbung, Enzymausstattung, Pollenfertilität und Schädlingsresistenz ist charakteristisch für die Wildformen des Atlantischen Kohls sowohl innerhalb lokaler Populationen als auch noch ausgeprägter zwischen räumlich getrennten Populationen, die manchmal nur wenige km auseinander liegen (Gustafsson & Lannér-Herrera 1997a und b, Newton et al. 2009). Die Lebensdauer der Wildpflanzen wird mit sechs bis über zehn Jahren angegeben (Gustafsson & Lannér-Herrera 1997a, Snogerup et al. 1990).

Herkunft

Die Ansiedelung des Wildkohls an den Kreidefelsen von Rügen ist wohl erst Ende des vorigen Jahrhunderts erfolgt. Die Pflanzen können großenteils nur jenseits der Sicherheits-Absperrungen oder mit dem Fernglas (am besten im Winterhalbjahr nach Entlaubung der Buchen) erfasst werden, so dass sie möglicherweise viele Jahre lang übersehen wurden. Fukarek & Henker (2005) erwähnen kein aktuelles oder historisches Wildvorkommen von *Brassica oleracea* in Mecklenburg-Vorpommern.

Nächstgelegene wild wachsende Kohlpopulationen Die geographisch am nächsten gelegenen Population mit Wildkohlphänotyp befindet sich etwa 110 km nordwestlich an der Kreideküste von Seeland/Dänemark (Christensen et al. 2014). Dort ist die Sippe ebenfalls seit ca. 20 Jahren bekannt. Es handelt sich phänotypisch aber nicht um Wildkohlpflanzen (siehe unten). Sie scheiden als mögliche Samenquelle für die Rügener Pflanzen deshalb aus. Eine große Wildkohlpopulation von mehreren tausend Pflanzen wächst 360 km westlich auf den Rotsandsteinfelsen und Schotterflächen der Insel Helgoland. Für Helgoland wird der Wildkohl bereits von Hoffmann (1829) und 1832 von Nolte in der Flora Danica erwähnt (Schultze-Motel 1986) und später von Christiansen & Kohn (1958), Dierschke & Walbrun (1986) und Walbrun (1988) behandelt. Christiansen (1962) hielt das Helgoländer Vorkommen für urwüchsig. Helgoland ist die wahrscheinlichste Quelle von Samen für die Ansiedlung der Pflanzen auf Rügen (siehe Diskussion).

Hybridisierung zwischen Wildkohl und Kulturkohlsorten—die Seelandpopulation Alle Wildkohlsorten und deren Kultursorten sind kreuzungskompatibel (Snogerup et al. 1990, Bothmer et al. 1995). Hybride zwischen Atlantischem Wildkohl und Kulturkohlsorten sollen sich phänotypisch dem Wildkohl nähern (Schwanitz 1960 zit. in Maggioni 2015), so dass für die Angleichung von

Kulturpflanzen an den Wildkohl-Phänotyp Einkreuzungen von Wildpflanzen zu fordern sind. Dafür sprechen auch Beobachtungen aus England, die in aufgelassenen Gärten am Rande von Küstenstandorten eine Angleichung von Kultursippen (u.a. von Rotkohl) in Wild-Phänotypen innerhalb weniger Generationen beschreiben (Mitchell 1976). Ein solcher Prozess könnte derzeit auch an der Kreideküste auf der dänischen Insel Seeland östlich der Stadt Rødvig stattfinden. Die dortige Kohlpopulation wurde als „putative wild population“ angesehen mit Phänotyp des Atlantischen Wildkohls (Christensen et al. 2014, Maggioni 2015, Maggioni brieflich). Genetische Untersuchungen dieser Autoren ergaben einerseits keine Unterschiede zu Wildpopulationen von Helgoland, England oder Frankreich und andererseits eine Nähe zu einer Landrasse des Grünkohls von Seeland. Eine Begehung des Wuchsortes östlich von Rødvig durch den Verfasser am 30. Dezember 2016 ergab einen Bestand von 72 mehrjährigen, wildwachsenden Kohlpflanzen, davon 42 mit abgeblühten Infloreszenzen. Eine am verholzten Stamm abgesägte, verblühte Pflanze besaß 4 Jahresringe (Blüte im 4. Jahr, Abb. 6). Mehrere abgestorbene Pflanzen besaßen 3–4 Jahresringe. Alle Pflanzen unterscheiden sich vom Wildkohl durch mäßig bis stark gekräuselte Blattränder (Grünkohleinschlag), vielfach blasig vorgewölbte Blattflächen zwischen den Nerven (ähnlich Wirsingkohl), Tendenz zur Kompaktierung der Blattrossetten (ohne echte Kopfbildung), Bildung von geschlossenen Blattsprossen in den Blattachsen der Stammblätter (ähnlich Rosenkohl) und Bildung von neuen Trieben an vital bleibenden basalen Abschnitten von Infloreszenzästen bei dann meist blattlosem Hauptstamm. Die meisten dieser strukturellen Ausprägungen hat Kristoffersen (1924) durch Kreuzungen zwischen Grünkohl und Kopfkohlsorten beobachtet und durch Fotografien dokumentiert. Einige Pflanzen bei Rødvig hatten dunkelviolette Blätter wie Rotkohl. Solche Rötlinge wurden von Kristoffersen (1924) auch regelmäßig bei einzelnen Hybriden zwischen grünen Kohlsorten beobachtet (u.a. zwischen Grünkohl und Rosenkohl) und lassen nicht auf Rotkohl als eine der Elternarten schließen (zum Erbgang von „kohlrot“, siehe Kristoffersen 1924). Zur Klärung möglicher Hybridisierungsvorgänge ist hervorzuheben, dass am Rande des Bestandes bei Rødvig eine aktive Kippe für Gartenabfälle liegt mit Verwilderungen von *Alcea rosea*, *Bergenia spec.*, *Cotoneaster horizontalis* und verschiedenen anderen Ziersträuchern. Dort wurden Mitte der 1990er Jahre wurzelnde Exemplare von über die Klippenkante entsorgten Kulturkohlpflanzen gesehen (Jacobsen pers. Mitt.). Maggioni fotografierte 2005 eine am Kliff blühende Grünkohlpopulation mit charakteristisch dicht gekräuselten Blättern. Aus diesen Beobachtungen kann gefolgert werden, dass die heute dort in den angrenzenden Kreidehängen wachsenden Pflanzen keine Wildkohlpopulation sondern Hybride von Kultursorten mit und ohne Beteiligung möglicher dort ursprünglich vorhandener Wildkohlpopulationen sind. Alle Pflanzen der Rødvig-Population wurden als Grundlage für eine weitere Verfolgung der phänotypischen Entwicklung dieser hybridogenen Kohlpopulation fotografiert. Ob allmählich eine phänotypische/genotypische Angleichung an den Atlantischen Wildkohl erfolgt und über welchen Zeitraum eine solche Angleichung an den Wildtyp möglich wäre, ist eine durchaus wichtige Fragestellung der Kohlforschung (siehe oben).

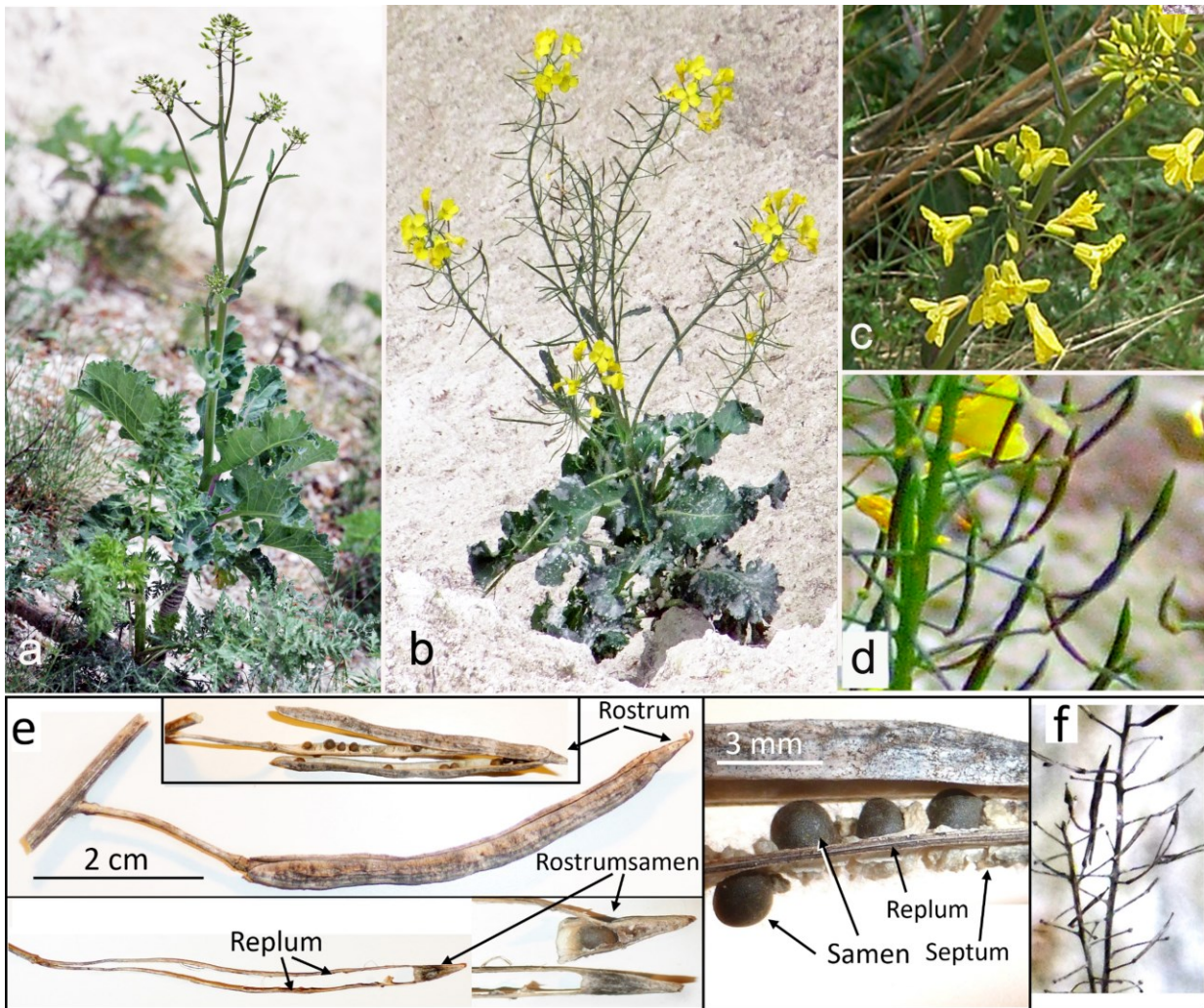


Abb. 5 Wildkohlpflanzen am Westhang des Königsstuhls in Blüte (a, b) mit Ausschnitten von Blütenstand (c, d) und Früchten (e, f). Rostrumsamen mit anhängendem Replumrahmen (mit Septum) wie auch nicht geöffnete Schoten wären für die Windverbreitung von Samen besonders geeignet. Die Sollbruchstelle liegt an der Verdickung des Fruchtstiendes (f)

Fig. 5 Flowering wild cabbage from South side of Königsstuhl cliff (a, b) with details of inflorescence (c, d) and siliques (e, f). Rostrum seeds with attached replum frame/septum as well as siliques with closed valves would considerably improve distribution of seeds by storms. The breaking point of siliques is located at knob-like thickenings at the end of pedicles (f).

Diskussion

Verwilderung Eine vielfach vertretene Hypothese besagt, dass sich der Atlantische Kohl durch Verwilderung mediterraner Kultursorten des Kohls entwickelt hat (Übersicht in Maggioni 2015), die aus dem Mittelmeerraum von Römern oder Kelten an die Atlantikküste gebracht worden seien. Es ist aber schwer zu erklären, warum die Verwilderung von *Brassica oleracea* nicht auch im Mittelmeerraum stattgefunden hat, wo nach dieser Hypothese die vermuteten Kulturformen gezüchtet worden seien. Es ist zwar historisch gut belegt, dass zurückgehend bis in die Antike verschiedene mediterrane Kohle lokal gezüchtet wurden, in Griechenland wohl vor allem als Medizinalpflanzen (siehe u.a. Neutfal 1927, Schulz 1936, Gates 1950, Schwantz 1967, Schultze-Motel 1986). Diese sind aber sehr wahrscheinlich nicht die Ursprungssippen der jetzt weltweit verbreiteten Kultursorten (Grünkohl, Rosenkohl, Kopfkohle, Blumenkohl bis Broccoli). Das Chloroplastengenom und die Oberflächenwachse der Kul-

tursorten stimmen weitestgehend mit dem Atlantischen Kohl überein, so dass dieser heute als die Wildform der wichtigsten Kultursorten des Kohls anzusehen ist (Snogerup et al. 1990, Allender et al. 2007). Der atlantische Kohl hat den Mittelmeerraum im Rahmen der Westausbreitung der Wildkohle (Ursprung im afroarabischen Übergangsareal) wohl nach Durchlaufen einer genetischen Flaschenhalssituation unter Verlust einer Reihe genetischer Gemeinsamkeiten mit anderen mediterranen Kohlsippen (Allender et al. 2007, Mei et al. 2010) an die etwa 400 km entfernte Atlantikküste verlassen. Dort könnte sich *Brassica oleracea* allmählich spontan entlang der Küstenfelsen west- und nordwärts bis England (Mittelalter) und später nach Helgoland (und jetzt Rügen) ausgebreitet haben. Vögel (vor allem Möwen) haben wahrscheinlich bei der Ausbreitung in die nahrungsreichen menschlichen Siedlungsbereiche mit Fischereihäfen und Abfalldeponien eine Rolle gespielt (Mitchell 1976). Wann und wo die wichtigen heutigen Kultursorten entstanden sind, ist unbekannt. Kultursorten (Kopfkohle) sind seit dem 12. Jahrhundert aus Deutschland bekannt (Physica der Hildegard von Bingen, 1150-1160).

Aus der Hypothese, dass der Atlantische Wildkohl aus eingeführten mediterranen Kultursorten entstanden sei (Verwildierungshypothese) wird verbreitet gefolgert, dass wildtypisch aussehende Kohlpflanzen durch Verwildering der Kultursorten von *Brassica oleracea* spontan entstehen können. Das wurde u.a. durch Gates (1953) nahegelegt, der Kreuzungsexperimente zwischen Kultursorten des Kohls von Sutton (1908) und Kristoffersen (1924) inkorrekt dahingehend interpretierte, dass Pflanzen mit Wildkohl-Phänotyp spontan aus Kreuzungen zwischen Kultursorten entstehen würden. Solche Kreuzungen resultieren jedoch in phänotypisch klassischen intermediären F1- und F2-Hybriden zwischen den Eltern, die sich auffällig von den Wildformen unterscheiden (siehe auch Schultze-Motel 1986). Echte Rückkreuzungen zum Wildtyp-Phänotyp sind u.a. auch wegen ausgeprägter Selbstinkompatibilität (Selbstbestäubungsblock) der *Brassica*-Sippen erschwert (sporo- als auch gametophytisch wirksame S-Gene, Kemp & Doughty 2003). In Gartenerde ausgesäte Helgoländer Wildkohlsamen sollen spontan zur Entwicklung verschiedener Kulturformen geführt haben (Hoffmann 1829). Das widerspricht allen Erfahrungen mit in Kultur gebrachten Wildkohlpflanzen: Die ausgesäten Wildpflanzen wachsen nur üppiger, bleiben aber sonst phänotypisch unter Kulturbedingungen unverändert (u.a. Gates 1953).

Demzufolge gibt es keine überzeugenden Beweise für die Hypothese, dass aus Kultursorten des Kohls durch Selbst-Rückkreuzung oder durch (epigenetische) Aktivierung putativer dominanter Wildphänotyp-Gene spontan Pflanzen mit dem Phänotyp von Wildpflanzen entstehen könnten. Auch müsste bei einem solchen Mechanismus der 1-2 (3)-jährige Lebenszyklus der meisten Kultursorten zugunsten des multiannuellen (bis 10-jährigen) Zyklus der Wildkohlpflanzen überwunden werden.

Kurzfristige, meist annuelle Ansiedlungen von Kultursippen sind von Ruderalstellen, Steinbrüchen, Gewässerufeln beschrieben worden (Schultze-Motel 1986, Mitchell 1976, Rich 1991). Diese unterscheiden sich aber, wie oben ausgeführt und in Abb.6 illustriert, morphologisch eindeutig von den Wildkohlpflanzen der Küstenfelsen (siehe auch Mitchell & Richards 1979, Rich 1991).

Verbreitung von Samen über größere Distanzen Die Quelle der Samen der Rügener Wildkohlpopulation ist unbekannt. Helgoland ist die am nächsten gelegene Population des Atlantischen Wildkohls. Verschleppung von Samen durch Zyklone (Anemochorie) ist als natürlicher Ausbreitungsmechanismus zu diskutieren. Für die Windausbreitung geeignete Strukturen sind Samen in ungeöffneten Fruchtklappen und im Fruchtschnabel eingeschlossene Samen (Rostrumsamen), die bei Zerfall der Pflanzen abbrechen und durch Stürme verschleppt werden können. Der meist intakte Replumrahmen (Abb.6) könnte die Flugfähigkeit verbessern, insbesondere wenn das Septum erhalten bleibt. In beiden Fällen von geschnäbeltem Fruchtrahmen mit und ohne Septum führten diese Schoten-teile schraubenförmige Bewegungen beim Herabfallen aus (Beobachtung des Verfassers). Die Zunahme winterlicher Zyklone wird beispielsweise als Ursache der rezenten Ostausbreitung bestimmter atlantischer Moose nach Deutschland gesehen (Frahm & Klaus 1997). Seevögel sollen für die Ausbreitung des Wildkohls in Großbritannien maßgeblich sein (Mitchell & Richards 1979, Rich 1991) und könnten auch für die Ausbreitung (Ornithochorie) in

den Ostseeraum eine Rolle gespielt haben. Schließlich ist zu erwähnen, dass Samen von „Helgoländer Wildkohl“ im Saatguthandel vertrieben werden, u.a. auch in Mecklenburg (<http://www.manfredhans.de>).

Atlantische Arealerweiterung Ein Trend zur ostwärtigen Ausbreitung atlantischer Pflanzenarten ist in den letzten Jahren mehrfach berichtet worden. Zur Frage atlantischer Florenelemente in Mecklenburg-Vorpommern siehe Fukarek (1969). Beispiele für dieses Phänomen sind die Ostausbreitung von *Ilex aquifolium* (Skou et al. 2012), von *Crithmum* nach Helgoland und Nordfriesland (Kremer & Wagner 2001, Eigner 2014), *Oenanthe crocata* (Borcherding et al. 2015/ 2016) und *Euphorbia paralias* (Haacks et al. 2015/ 2016) nach Nordfriesland, oder die Ostausbreitung von *Ceratocarpus claviculata* in die Altmark und bis nach Vorpommern (Fukarek & Henker 2005, Rattay 2015). Auch das Vordringen von *Rubus ulmifolius* nach Helgoland (Martensen 1979 zit. in Jansen 2006) und an die Nordseeküste (Drenckhahn, unveröffentlicht) sowie nach Rügen (Henker & Kiesewetter 2006) könnte als atlantische Expansion interpretiert werden.

Danksagung

Mein besonderer Dank gilt Dr. Lorenzo Maggioni, (Rom/Italien) und Prof. Roland von Bothmer (Universität Lund/Schweden) für Angaben zur Population bei Rødvig und für Korrespondenz zu Evolutionsfragen von *Brassica oleracea*. Mein Dank gilt ebenfalls Dr. David Hudson (University of Exeter) und Dr. Jaime Fagúndez (University of A Coruña, Spanien) für hilfreiche Diskussionen und die Inspektion von Fotos von Wildkohlpflanzen auf Rügen. Herrn Jens Christian Schou (Hobro/Dänemark) und Herrn Prof. Niels Jacobsen (Universität Kopenhagen), danke ich für Auskünfte zum Vorkommen der wild wachsenden Kohlpopulation auf Seeland. Dr. Ingo Stodian (Nationalparkamt, Sassnitz) hat freundlicherweise die Fig. 5 c, d überlassen.

Literatur

- Allender CJ, Allainguillaume J, Lynn J & King GJ (2007) Simple sequence repeats reveal uneven distribution of genetic diversity in chloroplast genomes of *Brassica oleracea* L. and (n = 9) wild relatives. *Theor Appl Genet* 114: 609–618
- Anonymus (2016) Klippenkohl. <https://www.google.de/search?q=klippenkohl&tbm=isch&tbo>
- Borcherding R, Gettner S & Slim PA (2015/2016) Der Safran-Wasserfenchel (*Oenanthe crocata* L.) eine für Deutschland neue Blütenpflanze an der Nordseeküste. *Kiel Not Pflanzenkd* 41: 54–57

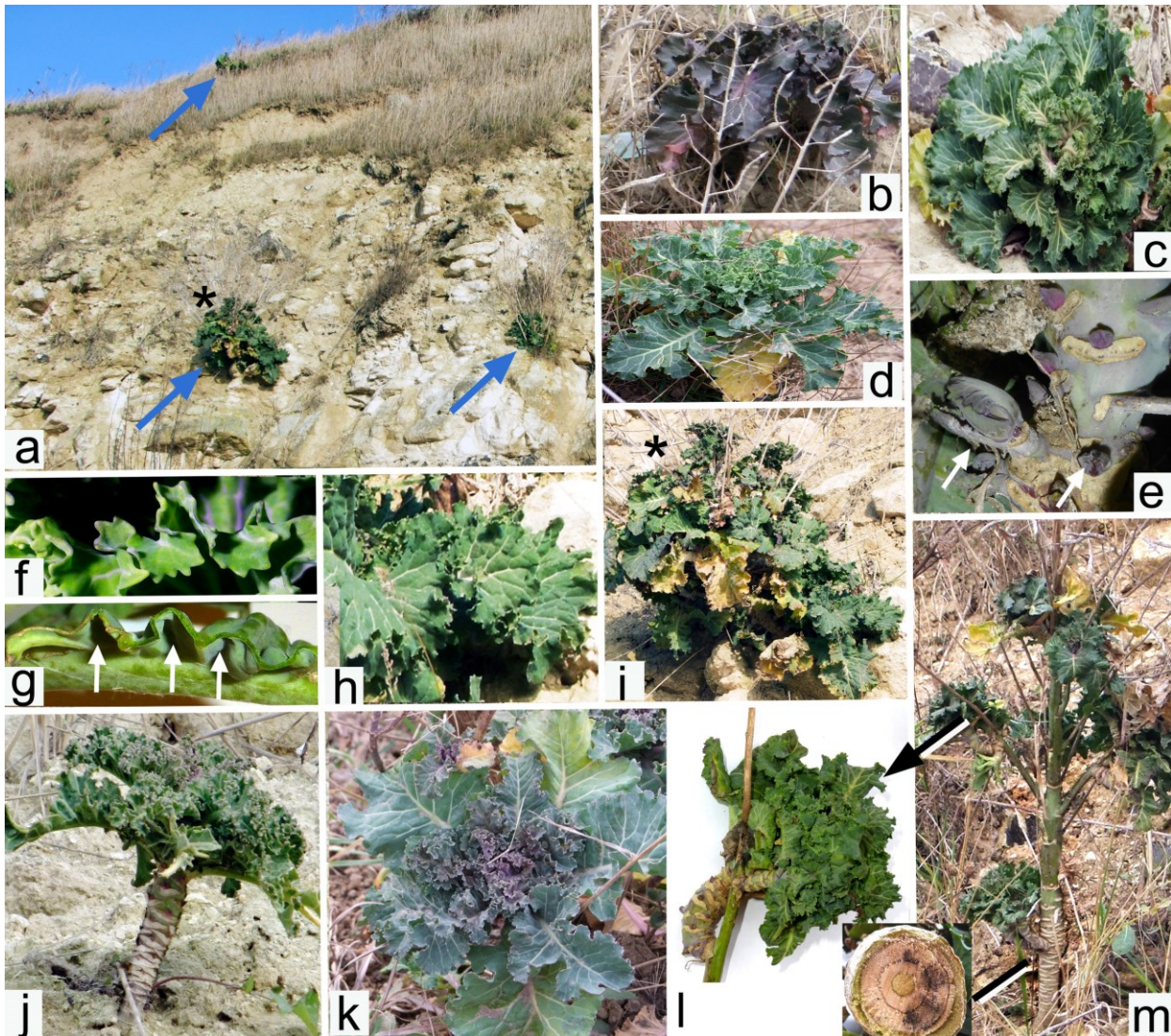


Abb.6 Wildwachsende Kohlhybride im Kreideküstenkliff am Ostrand von Rødvig auf Seeland (Pfeile in a). Die Pflanzen zeigen Merkmale von Grünkohl (Kräuselung der Blattränder in c, d, f, j, k, l), Wirsingkohl mit breiten Blättern und Wölbungen der Blattfläche zwischen den Nerven (c, g, h, i), Rosenkohl (Stammknospen in e), Rotkohl (b). Die Kohlhybride blühen im 3.–4. Kalenderjahr (Jahresringe) mit Erschöpfung der Blattbildung am Stamm (m). Neue Rosetten werden an Stammästen und Ästen des Blütenstands gebildet (i, l, m). Ähnliche phänotypische Erscheinungsformen, einschließlich einzelner rotblättriger Pflanzen wurden durch experimentelle Kreuzungen zwischen Grün- und Weißkohl erhalten (Kristoffersen 1924).

Fig. 6 Wild growing cabbage hybrids on the limestone cliff east of Rødvig on Zealand/Denmark (arrows in a). Plants resemble hybrids between cultured kale/cabbage varieties with features of kale (curled and lobed leaf margins in c, d, f, j, k, l), Savoy cabbage with broad leaves and embossed leaf parts between secondary veins (c, g, h, i), Brussels Sprouts (small heads in leaf axils in e), red cabbage (b). The plants flower in the 3rd–4th year (judged by year rings in cross section of stem, see m) when leaf formation at stem becomes exhausted (m). Several dead specimen were also 3–4 years old. New rosettes are formed at sprouts of stem and at basal parts of branches of the inflorescence (i, l, m). Many of these morphological features were obtained by experimental crossings between kale and (white headed) cabbage including red leaf colour of some offsprings (Kristoffersen 1924).

Christensen S, von Bothmer R, Poulsen G, Maggioni L, Phillip M, Andersen BE & Jørgensen RB (2011) AFLP analysis of genetic diversity in leafy kale (*Brassica oleracea* L. convar. *acephala* (DC.) Alef.) landraces, cultivars and wild populations in Europe. *Genet Resour Crop Evol* 58: 657–666

Christiansen W (1962) Neue Pflanzenfunde von Helgoland. *Die Heimat* 69: 173–175

Christiansen W & Kohn H-L (1958) Flora von Helgoland. *Abh Naturw Ver Bremen* 35: 209–227

Dierschke H & Walbrun B (1986) Die Vegetation der Fels-Steilküste von Helgoland. *Schr Naturw Ver Schlesw-Holst* 56: 35–46

Eigner J (2014) Der Meerfenchel (*Crithmum maritimum*) auf Pellworm. *Kiel Not Pflanzenkd* 40: 53–55

Fagúndez J, Cartea ME & Lema M (2015) New wild *Brassica oleracea* L. germplasm at its western distribution limit in the Iberian Peninsula. *Lazaroo* 36: 51–57

- Frahm J-P & Klaus D (1997) Moose als Indikatoren von Klimafluktuationen in Mitteleuropa. *Erdkunde* 51 (3): 181-190
- Fukarek F (1969) Zur Verbreitung des atlantischen und borealen Geoelementes in Mecklenburg *Vegetatio* 19 (1/6): 1-7
- Fukarek F & Henker H (2005) Flora von Mecklenburg Vorpommern – Farn- und Blütenpflanzen. Hrsg Henker H & Berg C, Weissdorn-Verlag, Jena
- Gates R (1950) Genetics arid taxonomy of the cultivated *Brassica* and their Wild relative. *Bull Torrey bot Club* 77: 19-28.
- Gates RR (1953) Wild cabbage and the effects of cultivation. *J Genetics* 51: 363-372
- Gustafsson M & Lannér-Herrera C (1997a) Overview of the *Brassica oleracea* complex: their distribution and ecological specificities. *Bocconea* 7: 27-37
- Gustafsson M & Lannér-Herrera C (1997b): Diversity in natural populations of wild cabbage (*Brassica oleracea* L.) *Bocconea* 7, 95-102
- Haacks M, Janinhoff N, Petersen J, Stock M, Dauck H-P & Bertram G (2015/2016) Floristische Besonderheiten der Nordseeküstendünen Schleswig-Holsteins 2012-2014. *Kiel Not Pflanzenkd* 41: 105–123
- Harberd DL (1972) A contribution to the cyto-taxonomy of *Brassica* (*Cruciferae*) and its allies. *Bot. J. Linnean Soc* 65: 1-23
- Hoffmann F (1829) Einige Bemerkungen über die Vegetation und die Fauna von Helgoland. *Verh Ges naturf Freunde Berlin* 1:228-260
- Holubec V, Uzundzhaliyeva K, Vorosvary G, Donnini D, Bulińska Z & Strájeru S (2013) *Brassica oleracea*. The IUCN Red List of Threatened Species 2013: e.T170110A6717557. <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2011-1.RLTS.T170110A6717557.en>
- Jansen W (2006) Die Farn- und Blütenpflanzen Schleswig-Holsteins. Landesamt für Natur und Umwelt des Landes Schleswig-Holstein, Rote Liste, Band 2 Brombeeren1-45
- Kemp P & Doughty J (2003) Just how complex is the Brassica S-receptor complex? *J Exp. Bot.* 54: 157-168
- Kristofferson, KB (1924) Contribution to the genetics of *B. oleracea*. *Hereditas* 5: 297-364
- Maggioni L (2015) Domestication of *Brassica oleracea* L. Doctoral Thesis No 2015:74. Faculty of Landscape Architecture, Horticulture and Crop Production Science. Altnarp, Sweden
- Mei J, Li Q, Yang X, Qian L, Liu L, Yin J, Frauen M, Li J & Qian W (2010) Genomic relationships between wild and cultivated *Brassica oleracea* L. with emphasis on the origination of cultivated crops. *Genet Resour Crop Evol* 57: 687–692
- Mitchell ND (1976). The Status of *Brassica oleracea* L. subsp. *oleracea* (wild cabbage) in the British Isles. *Watsonia* 11, 97–103
- Mitchell ND & Richards AJ (1979) Biological flora of the British Isles — *Brassica oleracea* L.. *J Ecol* 67: 1087-1096
- Neutrofal F (1927): Zytologische Studien über die Kulturrasse von *Brassica oleracea*. *Oesterr Bot Z* 76: 105–115
- Newton EL, Bullock JM & Hodgson DJ (2009) Glucosinolate polymorphism in wild cabbage (*Brassica oleracea*) influences the structure of herbivore communities. *Oecologia* 160: 63–76
- Rathey F (2015): Das atlantische Element in der Flora der nordwestlichen Altmark (Sachsen-Anhalt). *Meeresbiolog Beitr* 26:17-24
- Rich TC (1991) Crucifers of Great Britain and Ireland. *BSBI Handbook* 6. Botanical Society of the British Isles, London
- Schulz OE (1936) *Cruciferae* In Engler A & Harms H (eds), *Die natürlichen Pflanzenfamilien*, Band 17b: 227-658. Wilhelm Engelmann, Leipzig
- Schultze-Motel W (1986) Hegi, G. *Illustrierte Flora von Mitteleuropa* IV/1, 3. Aufl. Paul Parey, Berlin und Hamburg
- Schwanitz F (1967) Die Evolution der Kulturpflanzen. Bayerischer Landwirtschaftsverlag. München, Basel, Berlin
- Skou AMT, Toneatto F & Kollmann J (2012) Are plant populations in expanding ranges made up of escaped cultivars? The case of *Ilex aquifolium* in Denmark. *Plant Ecology* 213, 1131–1144
- Snogerup S, Gustafsson M & von Bothmer R (1990) *Brassica* sect. *Brassica* (*Brassicaceae*) I. Taxonomy and Variation. *Willdenowia* 19: 271-365
- Walbrun WB (1988) Die Vegetation der Insel Helgoland mit ihren pflanzensoziologischen Einheiten. – Seevögel, Zeitschrift Verein Jordsand, Hamburg, 9 (Sonderband): 61-71
- Wichmann MC, Alexander MJ, Hails RS & Bullock M (2008) Historical distribution and regional dynamics of two *Brassica* species. *Ecography* 31: 673-684