©Naturwissenschaftlicher Verein für Schwaben, download unter www.biologiezentrum.at

Clemens Abs

Die heimischen Löffelkrautarten und ihre Abstammung

Einleitung

Pflanzenarten mit speziellen Lebensraumansprüchen sind in der Regel selten. Die Nutzungs-Veränderungen in der Historie, aber auch Veränderungen der Umweltbedingungen, haben zu Verschiebungen der räumlichen Ausdehnung vieler Biotope geführt. In besonderem Maße sind hiervon die für die heimischen Löffelkrautarten, *Cochlearia bavarica* und *Cochlearia pyrenaica*, notwendigen Quellhabitate betroffen. Melioration, Flusslaufkorrekturen und Grundwasserentnahmen zeigen infolge der damit verbundenen Grundwasserabsenkungen deutliche Spuren in der Quellschüttung und damit in der Ausdehnung des Quelllebensraumes. Quellige Gebiete mit einer Vielzahl unterschiedlich schüttender, vernetzter Quellbiotope fragmentieren infolge des Versiegens der geringschüttenden Quellen in ein melioriertes Grünland mit einzelnen isolierten Quellrudimenten. Fragmentation des Lebensraumes forciert neben dem direkten Zerstören von Biotopen in besonderem Maße den Artenschwund. Nach der FFH-Richtlinie unterstehen die Kalkquellhabitate einem prioritären Schutzstatus. Das Bayerische Landesamt für Umweltschutz führt ein Artenhilfsprogramm für endemische und stark bedrohte Pflanzenarten Bayerns durch (Sturm 1991, Berg i. Dr.). Hierbei wird entsprechend einem Ökosystemschutz der Erhalt der Lebensräume angestrebt, in kritischen Fällen und je nach Notwendigkeit werden mittels naturschutzfachlicher Eingriffe (Vertragsnaturschutz) aber auch gezielt Arten gefördert. Ziel ist es die Lebensgemeinschaft der bedrohten Art wieder in einen sich selbst erhaltenden Zustand zu führen. Für ein derartiges Management ist die Kenntnis der Lebensweise der Arten und der Einfluss der Umweltbedingungen auf die Regenerationsfähigkeit der Population essentiell (Abs 1994). Für die beiden in Bayern vorkommenden Arten *Cochlearia pyrenaica* und *Cochlearia bavarica* konnten die notwendigen wissenschaftlichen Grundlagen erarbeitet werden (Abs 1999, Abs et al. i. Dr.). Die nachfolgenden Artbeschreibungen sollen den Aktiven in Bayern eine Informationsquelle sein, aber auch einige Irritationen, die der letztjährige Artikel in den Berichten des Naturwissenschaftlichen Vereins für Schwaben hervorgerufen hat, ausräumen.

Die Gattung Cochlearia

Die zu den Kreuzblütlern (*Brassicaceae*) gehörende Gattung *Cochlearia L.* (Löffelkräuter) wird in zwei phylogenetische deutlich getrennte Sektionen, *Glaucocochlearia* und *Cochlearia* untergliedert (Koch et. al. 1998, Vogt 1987). Die Sektion *Cochlearia* umfasst einen hoch polymorphen Artenkomplex, deren Morphologie, Cytologie und Ökologie gut erforscht sind (Gill 1971, Gill et. al. 1978, Koch 1995). Morphologi-

Anschrift des Verfassers:
Dr. Dr. Clemens Abs
Fachgebiet Geobotanik
Department für Ökologie, TUM, Am Hochanger 13, D-85354 Freising-Weihenstephan

©Naturwissenschaftlicher Verein für Schwaben, download unter www.biologiezentrum.at

sche Differenzen sind zum Teil schwach ausgeprägt, was zu entsprechenden Problemen bei der taxonomischen Fassung der Sippen führte (KOCH et al. 1998). Daher empfiehlt sich die traditionelle Gliederung (VOGT 1987, NORDAL 1988, KOCH et al. 1996), welche schwerpunktmäßig auf den sieben Zytotypen (auf der Basis n=6: 2x, 4x, 6x, 8x, 10x und n=7: 2x, 6x) beruht (Tab. 1).

Tab. 1 Sippen der Sektion Cochlearia.

Art	Verbreitung	Zytologie	Literaturhinweise
C. groenlandica L.	arktisch-circumpolar	2n=14 (2n=12)	LÖVE & LÖVE 1975, GILL 1971
C. tridactylitits Banks	Nordamerika	2n=14	–
C. oblongifolia DC.	Asien (Japan)	2n=14	HULTEN 1945
C. aestuaria (Loyd) Heywood	Küstensippe (Nordspanien, Südfrankreich)	2n=12	GILL 1971
C. pyrenaica DC.	Inlandsippe (Europa), z.T. Küstenvorkommen (Schottland)	2n=12	GILL 1965, GILL et al. 1978, VOGT 1985, NORDAL 1988
C. officinalis L.	Küstensippe (Europa), z.T. Inlandvorkommen	2n=12	SAUTE 1955, NORDAL & STABBETORP 1990
C. anglica L.	Küstensippe (Frankreich, Großbritannien, Niederlande Deutschland, Dänemark, Südschweden)	2n=36 48, 54, 60	ERIKSON & NORDAL 1989, NORDAL & STABBETORP 1990, SAUTE 1955
C. polonica E. Fröhlich	Endemit in Polen	2n=36	BAYER 1950, HEUBL & VOGT 1985
C. bavarica Vogt	Endemit in Bayern	2n=36	VOGT 1985, HEUBL & VOGT 1985
C. danica L.	Küstensippe	2n=42	SAUTE 1955, GILL 1976
C. tatrae Borbás	Endemit der Tatra	2n=42	BAYER 1951, HEUBL & VOGT 1985

Zur Gattung *Cochlearia* gehören einjährige, zweijährige und wenigjährige ausdauernde Rosettenstauden mit ungeteilten, meist dicklichen Rosettenblättern und oft deutlich andersgestalteten Stengelblättern. Folgende zwei artübergreifende Eigenschaften innerhalb der Sektion sollen bei dieser Kurzbeschreibung nicht unerwähnt bleiben, auch wenn sie im Umfang ihrer Ausprägung artspezifisch variieren: (1) Inhaltsstoffe und (2) Kältetoleranz.

©Naturwissenschaftlicher Verein für Schwaben, download unter www.biologiezentrum.at

(1) Seit Alters her ist *Cochlearia* (insbesondere *Cochlearia officinalis*) als Heilpflanze bekannt, was sich auch in den verschiedenen Volksnamen (Skorbutkraut, scorby grass, Scharbocksheil) widerspiegelt. Das Kraut enthält ein schwefelhaltiges, flüchtiges ätherisches Öl, welches eine gewisse Verwandtschaft zu den familienspezifischen Senfölen zeigt. Aufgrund des Vitamin C – Reichtums war das Kraut bei Seefahrern bekannt (Skorbut). Das ätherische Öl wurde bereits in der Mitte des 17-en Jahrhunderts in deutschen Apotheken destilliert. Weitere Anwendungsgebiete sind Verschleimung der Luftwege, Hautausschläge, desinfizierendes Mittel im Mundbereich (antiseptische Wirkung). *Cochlearia officinalis* wird auch heute noch als Arznei (z. B. als homöopathisches Mittel (Weleda)) verwendet.
(2) Die wintergrünen *Cochlearia*-Arten vermögen sogar noch bei (geringer) Schneebedeckung Photosynthese zu betreiben. KAPPEN (1969) konnte die Eisresistenz von *Cochlearia anglica* belegen, in deren Blätter Eiskristallbildung im Schwammparenchym ohne Schädigung überstanden werden. Die jeweilige Frostresistenzgrenze ist artspezifisch und schwankt zwischen Sommer und Winter. Junge, im Spätsommer-Herbst gebildete Blätter weisen höhere Frostresistenz auf. Für *Cochlearia anglica* und *Cochlearia officinalis* konnte eine resistenzmindernde Wirkung erhöhter Salzgehalte nachgewiesen werden (KAPPEN 1969).

Phylogenie

Evolutive Prozesse schreiten in der Sektion *Cochlearia* auch heute voran, wie die geringen Kreuzungsbarrieren und zahlreichen zwischenartlichen Hybriden andeuten (DAVIS 1976, GARVE 1994). Abbildung 1 zeigt den Stammbaum der Arten innerhalb der Sektion *Cochlearia*, welcher auf den genetischen Daten von KOCH et al. (1996, 1998) basiert und weitestgehend mit der morphologischen, cytologischen und ökologischen Charakteristika in Übereinstimmung steht. Als grundlegende Formen der Artbildung in der europäischen Sektion *Cochlearia* sind solche auf diploidem Niveau (z. B. *C. pyrenaica*), primäre Trisomie und Ploidisierungsprozesse zu nennen.
Die heute an den Küsten Nordspaniens und Südwestfrankreichs verbreitete *Cochlearia aestuaria* wurde aufgrund ihrer engen genetischen Beziehung zu *C. pyrenaica* und *C. officinalis* als Ausgangssippe diskutiert. Da dies bei der heutigen *C. aestuaria* nicht sicher nachvollziehbar ist, wird korrekterweise da-

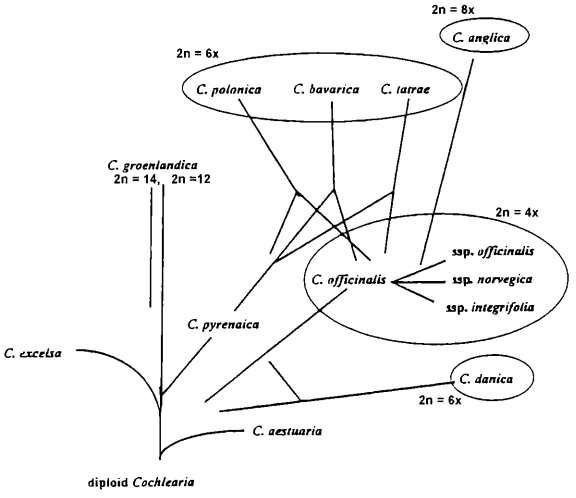


Abb. 1 Phylogenetischer Stammbaum der Sektion Chochlearia (geändert nach KOCH et al. 1998)

©Naturwissenschaftlicher Verein für Schwaben, download unter www.biologiezentrum.at

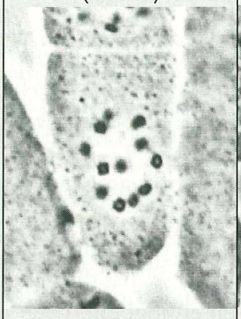
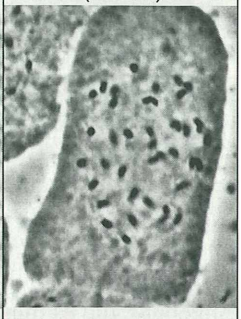
von ausgegangen, dass die diploide Ausgangsart von *C. aestuaria* gleichzeitig die Ursprungssippe für die diploide *C. pyrenaica* und die tetraploide *C. officinalis* (Autopolyploidie) darstellt.
Ein zweiter diploider Formenkreis mit 2n=14 im arktisch-polaren Raum ist unzweifelbar aus *C. pyrenaica* durch Verdopplung eines einzelnen Chromosoms hervorgegangen (Trisomie).
Die nahe Verwandtschaft sowohl zu *C. pyrenaica* als auch zu *C. officinalis* deutet eine allopolyploide Entstehungsweise der drei hexaploiden Sippen *C. bavarica*, *C. polonica* und *C. tatrae* an, wobei die Transition von x = 6 nach x = 7 bei *C. tatrae* noch nicht völlig verstanden ist.
C. anglica als octaploide Form ging durch Autopolyploidie wahrscheinlich aus der *C. officinalis ssp. norvegica* hervor. *C. danica* ist vermutlich aus demselben genetischen Material wie *C. anglica* hervorgegangen. Allerdings zeigt diese winterannuelle Art ausgesprochene Inzuchtlinien. Sie hat die enorme genetische Variablilität der Polyploiden eingebüßt, die es diesen ermöglicht, neue Areale zu besiedeln und Ökotypen hervorzubringen. *C. danica* ist sowohl eng in küstennahen Xerophytengesellschaften (TÜXEN & WESTHOFF 1963) eingenischt als auch an gleichbleibende Standortfaktoren gebunden, wenngleich derzeit im Kontext zur üblichen Straßenenteisung (Schneeräumung) starke Arealexpansionen stattfinden (COOK 1995).

Artentstehung des bayerischen Endemiten

Die in Bayern vorkommenden Arten *Cochlearia bavarica* Vogt und *Cochlearia pyrenaica* DC. sind nah miteinander verwandt (HEUBL &VOGT 1985). *C. bavarica* ist ein durch Polyploidie stabilisierter triploider Hybrid der beiden Arten *C. pyrenaica* und *C. officinalis*. Einen ersten Hinweis darauf geben die Ploidiestufen der Arten: *C. pyrenaica* (2n =12) ist diploid, *C. officinalis* (2n=24) tetraploid. *C. bavarica* (2n=36) hexaploid (Tab. 2). ROHNER (1954) berichtet über die daraus entstehenden Hybriden (2n=18). Durch Verdopplung des Chromosomensatzes entstand der bayerische Endemit *C. bavarica*. Diese polyploide Entstehungshypothese wurde von HEUBLE & VOGT (1985) nach Untersuchungen phenolischer Inhaltsstoffe präferiert und konnte von KOCH (1995) mittels molekularer DNA-Marker und Isoenzymanalysen bestätigt werden.
Beide *Cochlearia*-Arten sind Rosettenpflanzen. Sie sind relativ kurzlebig (zwei bis wenigjährig) und zeigen klonales Wachstum. Blühende Individuen beider Arten bilden im Mai einen zentralen Blütenstand aus, der vielfach verzweigt ist. Die untersten, lateral ansetzenden Teilblütenstände wachsen oftmals zunächst horizontal und richten sich erst später auf. Durch das gestaffelte Öffnen der Blüten können auch kleine Populationen der Art relativ lange ein imposantes Blütenmeer bilden und wie für kurzlebige Arten typisch, erfolgt eine hohe Samenproduktion. Doch hohe Mortalitätsraten (90-98%) der Samen und der sich etablierenden Keimlinge relativieren dieses vitale Blütenschauspiel.
VOGT (1985) gibt eine Reihe von quantitativen Unterscheidungsmerkmalen zur morphologischen Trennung der beiden *Cochlearia*-Arten an, die sich zum Teil jedoch erheblich überlappen (Tab. 2). Aufgrund der Überlappung vieler quantitativer Merkmalsausprägungen beider Arten ist es mit rein morphologischen Methoden nur bedingt möglich, jedes Individuum eindeutig als *C. pyrenaica* oder *C. bavarica* zu identifizieren. Dies ist cytologisch (Chromosomenzahl) jedoch möglich (Tab. 2). VOGT (1985)

©Naturwissenschaftlicher Verein für Schwaben, download unter www.biologiezentrum.at

Tab. 2: Morphometrische Differenzierungsmerkmale von C. pyrenaica und C. bavarica (nach VOGT 1985)

	C. pyrenaica (2n=12)	*C. bavarica* (2n=36)
		
Höhe der blühenden Pflanze (cm)	10 – 30 (40)	25 – 45 (55)
Breite der Grundblätter (cm)	1.2 – 4.5 (8.0)	2.0 – 6.0 (11.5)
Länge der sitzenden Stengelblätter (cm)	2.5 (3.5)	4.0 (6.5)
Länge der Blütenblätter (mm)	6.0 (7.2)	7.5 (8.5)
Pollengröße (µm)	26 – 30	31 – 36
Griffellänge an reifen Früchten (mm)	(0.2) 0.3 – 0.5 (0.6)	0.4 – 0.8 (1.0)
Samenlänge (mm)	(1.3) 1.5 – 2.2 (2.6)	(1.4) 1.8 – 2.4 (2.6)

ermittelte in einem Skreaning verschiedener *Cochlearia*-Populationen in Bayern an zufällig ausgewählten Individuen die Chromosomenzahlen. Die Chromosomenzählungen an Individuen in *C. bavarica*-Populationen ergaben einheitlich 2n=36 und in *C. pyrenaica*-Populationen 2n=12. Auf der Basis dieser umfangreichen cytologischen Untersuchungen von VOGT (1985) kann die Existenz von Mischpopulationen beider Arten ausgeschlossen werden.

Der Entstehungszeitpunkt von *C. bavarica* muss allerdings diskutiert werden. Seit alters her ist *C. officinalis* aufgrund seiner Inhaltstoffe ein geschätztes Heilkraut. Derartige Heilkräuter wurden in der Historie besonders gepflegt (Klostergärten) und verbreitet. Früheste, leider nicht validierbare Aufzeichnungen der Kultur von *Cochlearia* stammen von C. GESNER (1557; zitiert in HEGI 1958) aus Brabant. Aktuell wird *C. officinalis* auch heute noch in Deutschland angebaut (z.B. in Offstein, Firma Bornträger & Schleicher). Das bislang einzige Indiz für eine Einführung nach Süddeutschland von *C. officinalis* aus den Niederlanden oder Norddeutschland im 17ten Jahrhundert beruht auf der Interpretation von „Wildem Feldsalat" (ZOEPFL 1923) als Löffelkraut (HACKEL 1999). Diese Hypothese einer anthropogen bedingten Artentstehung besticht zunächst durch ihre Einfachheit, allerdings sind anhand folgender drei Punkte Einwände anzumerken:

- Die zwei geographisch isolierten Teilareale von *C. bavarica* haben eigene Allele und abweichende Allelfrequenzen, sind also genetisch differenziert. KOCH (1995) nahm eine polytope Entstehung der Art an. Jedoch weist die starke genetische Differenzierung zwischen den Populationen auf eine längere getrennte Entwicklung der Art (genetische Drift) hin.

©Naturwissenschaftlicher Verein für Schwaben, download unter www.biologiezentrum.at

- *C. bavarica* kommt vorzugsweise an sehr naturnahen Quellhabitaten vor. Zudem ist *Cochlearia bavarica* mit einer Ausbreitungsfähigkeit von max. 80 cm sehr ortstreu (ABS 1999).
- *C. pyrenaica* besitzt innerhalb der Vorkommensgebiete von *C. bavarica* trotz der eingeschränkten Okkupationspotenz von *C. bavarica* nicht einmal ein Reliktvorkommen.

Heute noch bestehende Inlandvorkommen von *C. officinalis* (England, *C. off. ssp. integrifolia* in Skandinavien) sowie Vorkommensbelege aus jüngerer Zeit (ROHNER 1954, DERSCH 1961, WINTERHOFF & HUBER 1967) sprechen für die alternative Hypothese, dass natürliche *C. officinalis*-Populationen im süddeutschen Raum existierten. Biogeographisch wären solche Inlandvorkommen von der tetraploiden *C. officinalis* analog der Rückbesiedlung von vom Gletschereis freigewordenen Flächen durch polyploide Sippen zu sehen, wie es sowohl für die arktische als auch für die alpine Flora zutrifft (EHRENDORFER 1980, STEBBINS 1980). Der von HACKEL (1999) gegebene Hinweis auf die Gebetsverbrüderungen zwischen der Abtei Ottobeuren und den oberbayerischen Benediktinerabteien Ebersberg und Tegernsee und des damit verbundenen Tauschhandels kultureller Güter und Pflanzen der „Baum- und Kräutergärten" ist von besonderer Bedeutung. Die Vorkommen von *Cochlearia bavarica* im Allgäu und Oberbayern sind genetisch so deutlich voneinander getrennt, dass ein Transfer von Pflanzen im historischen Zeitraum ausgeschlossen ist. Der damalige Handel von Pflanzen umfasste also sicherlich nicht *Cochlearia*. Auch dieses Argument spricht gegen eine anthropogen bedingte oder gestützte Aus- oder Verbreitung von *Cochlearia*.
Entsprechend der alternativen und widerspruchsfreien Entstehungsgeschichte basiert die Artbildung auf natürlichen Vorkommen von *C. officinalis,* und das Alter der Art *C. bavarica* wäre wesentlich höher anzusetzen.

Schutzstatus

Die gesamte Gattung *Cochlearia* steht nach dem Naturschutzgesetz des Bundes unter Schutz. In dem 1998 in Kraft getretenen neuen Bayerischen Naturschutzgesetzt werden in § 13 d „Gesetzlich geschützte Biotope" (vgl. § 19 des Bundesnaturschutzgesetzes) unter anderem Röhrichte, Nass- und Feuchtwiesen, Pfeifengraswiesen, Quellbereiche, Moor-, Bruch- und Sumpfwälder sowie natürliche und naturnahe Fluss- und Bachabschnitte und die Verlandungsbereiche stehender Gewässer per se unter Schutz gestellt (STMLU 1998). Damit unterliegen alle naturnahen, von den beiden *Cochlearia*-Arten besiedelten Habitate einem strengen Schutzstatus. Letztlich fallen viele Wuchsorte beider *Cochlearia*-Arten (Kalkquellmoorstandorte und Sinterkaskaden) als prioritäre Lebensraumtypen (Nr. 7210, 7220) unter die Schutzbestimmungen der Fauna-Flora-Habitat-Richtlinie (StMLU 1999; 92/43/EWG).
Sowohl *C. bavarica* als auch *C. pyrenaica* sind infolge des Erlöschens vieler Wuchsorte in den letzten Jahrzehnten als stark gefährdet zu bezeichnen (BERG i. Dr.). In Bayern stehen beide Arten auf der Roten Liste, Gefährdungskategorie 2. In der im Entwurf befindlichen Neufassung der Roten Liste der Gefäßpflanzen Bayerns wird eine Regionalisierung der Angaben zur Gefährdungssituation angestrebt. Nachfolgende Tabelle basiert auf der populationsbiologischen Erfassung der Wuchsorte der beiden untersuchten Arten. Lediglich im Molassehügelland finden sich große zusammenhängende Populationen, die eine abgeschwächte Gefährdungsstufe rechtfertigen. Die Emp-

©Naturwissenschaftlicher Verein für Schwaben, download unter www.biologiezentrum.at

findlichkeit der Quellstandorte und die Seltenheit der Löffelkrautarten mahnen ein verantwortliches Handeln an und unterstreichen die besondere Bedeutung der Vorkommen von *Cochlearia bavarica* in Schwaben. Wie die vegetationskundlichen Erhebungen zu beiden Arten belegen (ABS 1999), besitzt weder *C. bavarica* noch *C. pyrenaica* einen artspezifischen Lebensraum. Beide Arten besiedeln das gesamte, schutzwürdige Spektrum der Quellstandorte, wobei sie pflanzensoziologisch nicht an bestimmte Pflanzengesellschaften bzw. Assoziationen gebunden sind (ABS 1999). Ihre Sensibilität bzgl. bestimmter Pflegemaßnahmen ist allerdings äußerst unterschiedlich, so dass artspezifische Eigenheiten im Naturschutzmanagement unbedingt berücksichtigt werden müssen (ABS et al. i. Dr.)

Tab. 3: Regionalangaben zur Gefährdungssituation von Cochlearia bavarica Vogt und Cochlearia pyrenaica DC. in Bayern.
Legende: Regionen S = Spessart-Rhön, P = Mainfränkische Platten, K = Keuper-Lias-Land, J = Jura, O = Ostbayerisches Grenzgebirge, H = Mollassehügelland, M = Moränengürtel, A = Alpen, By = Bayern; Verantwortlichkeit = V: !! = sehr hoch, ! hohe Verantwortlichkeit; Areal = A: E = Endemit, R = Relikt, und Status: i = indigen; Gefährdungskategorien: 2 = stark gefährdet, also seltene bis mäßig häufige Sippen, die stark zurückgegangen oder durch laufende bzw. absehbare Gefährdungsfaktoren stark bedroht sind und für die Schutzmäßnahmen zum Erhalt dringend erforderlich sind. 3 = gefährdet, also im Bezugsraum oder in größeren Teilen davon durch starken bis mäßigen Rückgang und/oder laufende bzw. absehbare Beeinträchtigungen gefährdete Sippen, für die Schutzmäßnahmen erforderlich sind, weil ansonsten eine stärkere Gefährdung absehbar ist, ein langfristiges (zahlreiche Sippengenerationen) Überleben der Sippe auch bei Fortbestehen der Gefährdungsursachen nicht gesichert ist. (SCHÖNFELDER et al. unveröff.)

Art	S	P	K	J	O	H	M	A	By	V	A	Status
C. pyrenaica	2	–	–	2	–	3	2	2	2	!	R	i
C. bavarica	–	–	–	–	–	2	2	–	2	!!	E	i?

Literatur

Abs, C. 1994: Populationsökologie als geobotanische Kausalanalyse. Ber. D. Reinh.-Tüxen-Ges. 6, 149-163, Hannover.

ABS, C. 1999: Reproduktion und Lebenszyklusdifferenzierung zweier nah verwandter Quellflurarten. Verhandlungen der GfÖ Band 29, Jahrestagung 1998 Ulm, 403-415.

ABS, C., FRIELINGSDORF, D. & PASCHKE, M. i. Druck: Populationsbiologische Untersuchungen als Beitrag für Artenhilfsprogramme bedrohter Pflanzenarten. Schriftenreihe Bayerisches Landesamtes für Umweltschutz 156, Beiträge zum Artenschutz 23: München.

BAYER, A. 1950: Cytological studies on Cochlearia polonica. Acta Soc. Bot. Poloniae 20: 635-646.

BAYER, A. 1951: Cytological studies on Cochlearia tatrae Borb. Bull. Int. Acad. Polon. Sci. Lett 3B(1): 89-118.

BERG, M. i. Druck: Artenhilfsprogramm für endemische und stark bedrohte Pflanzenarten Bayerns - Schriftenreihe Bayerisches Landesamt für Umweltschutz 156, Beiträge zum Artenschutz 23.

COOK, P. J. 1995: Road verge halophytes in S.E. Yorkshire. Naturalist (Doncaster) 120 (1012): 36-39.

DAVIS, T. A. W. 1976: Cochlearia danica L. x C. officinalis L. in Pembrockshire. Watsonia 11:178.

DERSCH, G. 1961: Cochlearia officinalis s. str. und Cochlearia pyrenaica in Hessen. Hess. flors. Briefe 10: 9-12.

©Naturwissenschaftlicher Verein für Schwaben, download unter www.biologiezentrum.at

ELLENBERG, H., WEBER, H.E., DÜLL, R., WIRTH, V., WERNER, W. & PAULIßEN, D. 1992: Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa, Scripta Geobotanica XVIII, Erich Goltze KG, Göttingen.
ERISKEN, A. B. & NORDAL, I. 1989: Ecotypic differentiation in relation to soil nitrogen in Northen Scandinavian Cochlearia officinalis. Holarctic Ecology 12: 31-38.
GARVE, E. 1994: Atlas der Farn- und Blütenpflanzen in Niedersachsen und Bremen. 1. Teil. Naturschutz und Landschaftspflege in Niedersachsen 30/2.
GILL, J. J. B. 1965: Diploids in the genus Cochlearia. Watsonia 6 (3): 188-189.
GILL, J. J. B. 1971: Cytogenetic studies in Cochlearia L. (Cruciferae). Ann. Bot. 35: 947-956.
GILL, J. J. B. 1976: Cytogenetic studies in Cochlearia L. (Cruciferae). The chromosomal constitution of C. danica L. Genetica 46: 115-127.
GILL, J. J. B., MCALLISTER H. A. & FEARN, G. M. 1978: Cytotaxonomic studies on the Cochlearia officinalis L. group from inland stations in Britain. Watsonia 12: 15-21.
HACKEL, H. 1999: Das Bayerische Löffelkraut (*Cochlearia bavarica* Vogt 1984). Berichte der Naturwissenschaftlichen Vereins für Schwaben e.V. Bd. 103, 41-44.
HEGI, G., 1958: Illustrierte Flora von Mittel-Europa. Bd. IV/1, - J.F. Lehmanns Verlag, S. 329 ff. München.
HEUBL, G. R. & VOGT, R. 1985: Chemosystematische Studien in der Gattung *Cochlearia* L. (*Cruziferae*), Bot. Jahrb. Syst. 107: 177-194.
HULTÉN, E. 1971: The circumpolar plants. II. Dicotyledons. K. V. A. Handl. Vol. 13 (1).
KAPPEN, L. 1969: Frostresistenz einheimischer Halophyten in Beziehung zu ihrem Salz-, Zucker- und Wassergehalt im Sommer und Winter. Flora 158 Abt. B: 232-260.
KOCH, M. 1995: Biogeographie und Artbildung in Polyploidkomplexen. Molekularsystematische Untersuchungen an *Microthlaspi* F. K. Meyer und *Cochlearia* L. (*Brassicaceae*). Ph-D.thesis, Department of Botany, University of Osnabrück: 156 S.
KOCH, M., MUMMENHOFF, K. & HURKA, H. 1996: Chloroplast-DNA restriction site variation and RAPD-analyses in *Cochlearia* (*Brassicaceae*). Biosystematics and speciation. - Nordic J. Bot. 16: 585-603.
KOCH, M., HUTHMANN, M. & HURKA, H. 1998: Isozyme analysis in genus *Cochlearia* L. (*Brasicaceae*): Genetic isozyme systems reflects polyploidisation and reticulate evolution. Bot. Acta 111: 411-425.
LÖVE, A. & LÖVE, D. 1975: Cytotaxonomical atlas of the arctic flora. Cramer, Vaduz.
NORDAL, I. 1988: Cochlearia pyrenaica DC, a species new to Scotland. Wasonia 17: 49-52.
NORDAL, I., ERIKSON, A. B., LANNE, M. M. & SOLBERB, Y. 1986: Biogeographic and biosystematic studies in the genus Cochlearia in Northern Scandinavia. Acta Univ. Ups., Symb. Bot. Ups. 27: 83-93.
NORDAL, I. & STABBETORP, O. E. 1990: Morphology and taxonomy of the genus Cochlearia (Brassicaceae) in Northern Scandinavia. Nord. J. Bot. 10 (3): 249-263.
ROHNER, P. 1954: Zytologische Untersuchungen an einigen Schweizer Hemi-Oreophyten. Mitt. Naturf. Ges. Bern 11: 43-107.
SAUTÉ, L. H. 1955: Cytogenetical studies in the Cochlearia officinalis group. Hereditas 41: 499-515.
STEBBINS, G. L. 1980: Polyploidy in plants: Unsolved problems and prospects. In: LEWIS W. H. (ed.): Polyploidy: biological relevance. New York, 495-520.
STEBBINS, G. L. 1984: Polyploidy and the distribution of the arctic-alpine flora: new evidence and a new approach. Botanica Helvetica 94 (1): 1-13.
StMLU 1998: Das Bayerische Naturschutzgesetz. Bayerisches Staatministerium für Landesentwicklung und Umweltfragen. 96 S. München.
StMLU 1999: Europas Naturerbe sichern – Bayern als Heimat bewahren. Natura 2000 – Rechtsgrundlagen zur Umsetzung der FFH- und Vogelschutz-Richtlinie der Europäischen Union. Bayerisches Staatsministerium für Landesentwicklung und Umweltfragen. 71 S. München.
STURM, P. 1991: Artenhilfsprogramm für endemische und subendemische Farn- und Blütenpflanzen Bayerns, Schriftenreihe Bayer. Landesamt für Umweltschutz, Heft 102, München.
VOGT, R. 1985: Die *Cochlearia pyrenaica*-Gruppe in Zentraleuropa. Ber. Bayer. Bot. Ges. 56, 5-52, München.
VOGT, R. 1987: Die Gattung Cochlearia L. (Cruciferae) auf der Iberischen Halbinsel. Mitt. Bot. Staatssamml. München 23: 393-421.
WINTERHOFF, W. & HUBER, M. 1967: Einge pflanzengeographisch bemerkenswere Funde in Oberschwaben. Beitr. Naturk. Forsch. SWDeutschl. 27: 32-38.
ZOEPFL, F. 1973: Beitrag über die Hofhaltung der Frundsberg. In: Studien zur Frundsberggeschichte, Reprint der Sparkasse Mindelheim 1973.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Berichte des naturwiss. Vereins für Schwaben, Augsburg

Jahr/Year: 2000

Band/Volume: 104

Autor(en)/Author(s): Abs Clemens

Artikel/Article: Die heimischen Löffelkrautarten und ihre Abstammung 26-33