

# Chemotaxonomische Untersuchung der Gattung *Charybdis* SPETA (*Urgineoideae, Hyacinthaceae*)<sup>1</sup>

LISELOTTE KRENN, BRIGITTE KOPP,  
FRANZ SPETA & WOLFGANG KUBELKA

## Abstract

**Chemotaxonomical investigation of the genus *Charybdis* SPETA (*Urgineoideae, Hyacinthaceae*)**

This chemotaxonomic investigation shows that the species of the genus *Charybdis* SPETA can be distinguished by their bufadienolide pattern. For use in medicine only *Charybdis maritima* (L.) SPETA meets the specifications of the German (DAB 1999) and the British (B.P. 2000) Pharmacopoeia due to its high content of scillarenin glycosides. As rodenticide, red bulbous plants from Sardegna, southern Italy, Albania and the Ionic Islands are recommended. They contain high concentrations of the active substance scilliroside.

## Key words

*Charybdis*, chemistry, bufadienolides.

<sup>1</sup> Teil der Dissertation L. Krenn 1990

## Einleitung

Die Meerzwiebel stellt eine uralte Heilpflanze dar und wurde bereits im antiken Ägypten in der Therapie gegen Wassersucht eingesetzt, wie dem Papyrus Ebers (Abb. 1) zu entnehmen ist. In der griechischen und römischen Medizin fand die

Abb. 1:  
Papyrus Ebers



Zwiebel - *Bulbus Scillae* - in unterschiedlichen Zubereitungsformen auch bei Asthma und Husten, Frauenleiden und Erkrankungen des Magen-Darm-Traktes Anwendung, wobei man üblicherweise "weisse" Zwiebeln einsetzte. Im Mittelalter trat die medizinische Verwendung der Meerzwiebel in Europa etwas in den Hintergrund, um im 18. Jahrhundert durch VAN SWIETEN in der Therapie von Herzerkrankungen wieder eine Renaissance zu erleben. "Rote" Meer- oder Mäusezwiebeln kamen dagegen seit dem Mittelalter als Rattengift zum Einsatz (SPETA 1980). Daraus geht hervor, dass schon vor Jahrhunderten je nach Verwendungszweck zwischen unterschiedlichen "Erschei-

nungsformen" der Meerzwiebel differenziert wurde. Die Unterscheidung zwischen einer "weissen" und einer "roten Varietät" war bis vor wenigen Jahrzehnten unumstritten und ist vielfach noch heute gebräuchlich z.B. in Arzneibuchmonographien.

Erst im 20. Jahrhundert gelang die Isolierung der Wirkstoffe aus der Meerzwiebel. Es handelt sich dabei um herzwirksame Steroide aus der Gruppe der Bufadienolide, die in Form von Glykosiden in der Pflanze enthalten sind (Abb. 2).

Heute kommen in der Behandlung der Herzinsuffizienz wegen der besseren Dosierbarkeit nur mehr Reinsubstanzen zur Anwendung. Eines dieser herzwirksamen Glykoside ist Proscillaridin A (Abb. 2), das aus Meerzwiebeln isoliert wird. Die Droge "*Bulbus Scillae*" ist daher als Ausgangsmaterial für die Isolierung dieses Wirkstoffs im Deutschen (DAB 1999) und im Britischen (B.P. 2000) Arzneibuch offizinell. Sowohl im DAB 1999 als auch in der B.P. 2000 wird die "weißzwiebelige Rasse" gefordert, wobei das DAB 1999 *Urginea maritima* (L.) BAKER und die B.P. 2000 *Drimia maritima* (L.) STEARN als Stammpflanze angibt. Rotschalige Zwiebeln sind nicht zugelassen. Die unterschiedliche Bezeichnung der Stammpflanze in den Arzneibüchern gibt einen Hinweis auf die Schwierigkeiten bei der Einordnung der Meerzwiebel im botanischen System.

1980 wurde durch morphologische und karyologische Untersuchungen nachgewiesen, dass die Einteilung von *Urginea maritima* (L.) BAKER in eine "weiß- und eine rotzwiebelige" Rasse nicht aufrechterhalten ist. Sie ergaben, dass sich *Urginea maritima* (L.) BAKER in mindestens sechs Arten aufgliedert (SPETA 1980). Mit der Neuordnung von *Scilla* L. s. l. wurden die Meerzwiebeln aus der Gattung *Urginea*

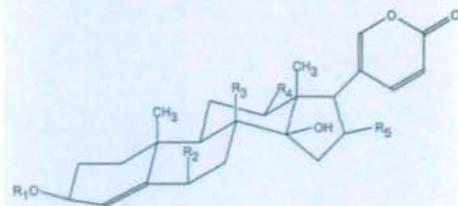
Abb. 2:

Strukturen der wichtigsten Bufadienolide in der Gattung *Charybdis*

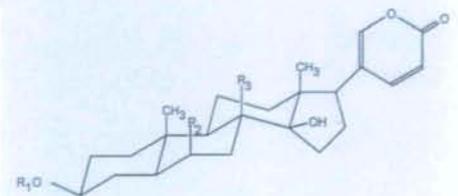
	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	R <sub>3</sub>	R <sub>4</sub>	R <sub>5</sub>
Proscillaridin A	rha	H	H	H	H
Scillarenin-3-O-β-D-glucosid	glu	H	H	H	H
Scillaren A	rha-glu	H	H	H	H
Glucoscillaren A	rha-glu-glu	H	H	H	H
Scillarenin-3-O-a-L-rhamnosido-4'-β-D-glucosido-3"-β-D-glucosid	rha-glu-glu	H	H	H	H
Scillarenin-3-O-a-L-2',3'-diacetylramnosido-4'-β-D-glucosid	diac-rha-glu	H	H	H	H
Scillarenin-3-O-a-L-2',3'-diacetylramnosido-4'-β-D-glucosido-3"-β-D-glucosid	diac-rha-glu-glu	H	H	H	H
Scillarenin-3-O-a-L-2',3'-diacetylramnosido-4'-β-D-glucosido-4"-β-D-glucosid	diac-rha-glu-glu	H	H	H	H
Scillirubrosid	glu	H	OH	H	H
Scilliphaeosid	rha	H	H	OH	H
12-epi-Scilliphäosid	rha	H	H	aOH	H
Scilliphäosidin-3-O-β-glucosid	glu	H	H	OH	H
Glucoscilliphäosid	rha-glu	H	H	OH	H
Desacetylscillirosid	glu	OH	OH	H	H
Scillirosid	glu	OAc	OH	H	H
12β-Hydroxy-scillirosid	glu	OAc	OH	OH	H
16β-O-Acetyl-scillarenin-3-O-β-D-glucoside	glu	H	H	H	OAc

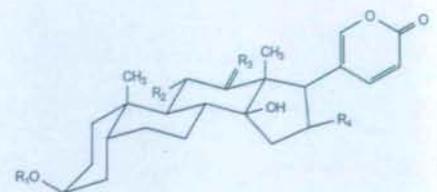
ac	Acetyl	glu	Glucose
rha	Rhamnose	thev	Thevetose



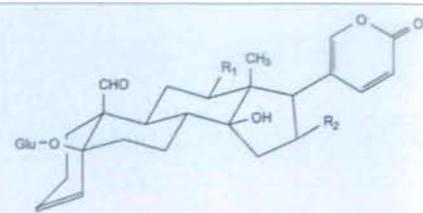
	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	R <sub>3</sub>
5a-4,5-Dihydro-proscillaridin A	rha	H	H
5a-4,5-Dihydro-scillaren A	rha-glu	H	H
5a-4,5-Dihydro-glucoscillaren A	rha-glu-glu	H	H
5a-4,5-Dihydro-scillirosidin-3-O-a-L-thevetosido-4'-β-D-glucosid	thev-glu	OAc	OH
5a-4,5-Dihydro-scillirosidin-3-O-a-L-thevetosido-β-D-glucosido-β-D-glucosid	thev-glu-glu	OAc	OH



	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	R <sub>3</sub>	R <sub>4</sub>
Gamabufotalin-3-O-a-L-rhamnosid	rha	H	H,H	H
Gamabufotalin-3-O-a-L-rhamnosido-β-D-glucosid	rha-glu	H	H,H	H
Arenobufagin-3-O-a-L-rhamnosido-β-D-glucosid	rha-glu	OH	O	H
16β-O-Acetylgamabufotalin-3-O-a-L-rhamnosid	rha	H	H,H	OAc



	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>
Scilliglaucosid	H	H
12β-Hydroxy-scilliglaucosid	OH	H
Scillicyanosid	H	OH



ac	Acetyl	glu	Glucose
rha	Rhamnose	thev	Thevetose

ausgegliedert und in die neue Gattung *Charybdis* gestellt (SPETA 1998).

Bereits aufgrund der Unterteilung von *Urginea maritima* (L.) BAKER in sechs Arten war es von Interesse, ob die Arten Unterschiede in Bufadienolidgehalt und -zusammensetzung zeigen. Erste Untersu-

chungen an einigen morphologisch und karyologisch definierten Proben hatten darauf hingewiesen (KOPF 1983).

Durch detaillierte chemotaxonomische Untersuchungen sollte daher geklärt werden, ob nicht nur anhand botanischer Merkmale, sondern auch anhand des Wirkstoffspektrums und -gehaltes eine



Abb. 3

Abb. 3: Standorte der untersuchten Proben aus dem westlichen Mittelmeerraum

- *C. maritima*
- *C. sp.*
- *C. numidica*
- *C. pancration*

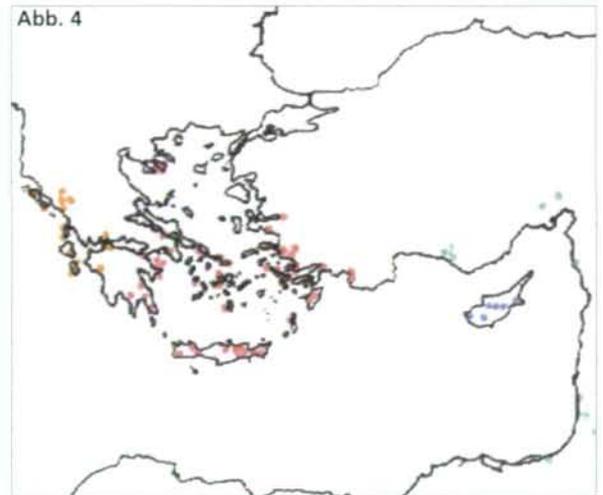


Abb. 4

Abb. 4: Standorte der untersuchten Proben aus dem östlichen Mittelmeerraum

- *C. elata* Zypern
- *C. elata* Naher Osten
- *C. aphylla*
- *C. sp.*



Abb. 5: Zwiebel von *Charybdis pancration*

Differenzierung der Arten der Gattung *Charybdis* möglich ist.

Für die Isolierung von Proscillaridin A ist Droge mit einem hohen Bufadienolidgehalt und einem möglichst großen Anteil der Substanz am Wirkstoffkomplex erforderlich. Daher war ein weiteres Ziel dieser Analysen, festzustellen, ob eine der Arten diese für eine wirtschaftliche Gewinnung der Verbindung notwendigen Eigenschaften aufweist und für die Kultivierung herangezogen werden könnte.

Abb. 6: Zwiebel von *Charybdis aphylla*



Ein weiterer Aspekt betraf die seit dem Mittelalter bis zur Mitte des 20. Jahrhunderts übliche Verwendung der "roten" Meerzwiebel als Rodentizid. Bei dieser Anwendung stellt Scillirosid (Abb. 2) die Wirksubstanz dar. Da die Meerzwiebeln aus Wildaufsammlungen sehr unterschiedliche Scil-

lirosidkonzentrationen aufwiesen und damit die Toxizität des Materials sehr unterschiedlich war, wurden vermehrt andere Substanzen als Rattengift verwendet (VERBISCAR & al. 1986, 1987). Die zunehmende Resistenz und Vorsicht der Ratten gegenüber diesen Rodentiziden



Abb. 7:  
*Charybdis elata*

lenkte die Aufmerksamkeit wieder auf die Meerzwiebel. Die völlig unterschiedliche Wirkweise des Scillirosids ist in diesem Zusammenhang besonders bedeutsam. Es war somit auch von Interesse, ob sich eine der Arten durch einen besonders hohen Gehalt an Scillirosid auszeichnet und damit als Ausgangsmaterial zur Rodentizidgewinnung empfohlen werden könnte.

Zur Klärung dieser Fragen wurden im Rahmen der vorliegenden Arbeit morphologisch und karyologisch definierte Proben der Gattung *Charybdis* von ca. 190 Standorten aus dem gesamten Mittelmeerraum mit Ausnahme von Korsika, Libyen und Algerien untersucht (Tab. 1 und Abb. 3 und 4). Dabei handelte es sich um Muster der

diploiden ( $2n = 20$ ) Art *Charybdis pancration* (STEINH.) SPETA aus Süditalien und von den Balearen (Abb. 5), der tetraploiden Arten *Charybdis aphylla* (FORSKAL) SPETA aus Griechenland und der Türkei (Abb. 6), *Charybdis elata* (ANDR.) SPETA aus dem Nahen Osten und Ägypten (Abb. 7), *Charybdis hesperia* (WEBB & BERTH.) SPETA aus Teneriffa (Abb. 8) und *Charybdis numidica* (JORD. & FOURR.) SPETA aus Tunesien (Abb. 9) sowie der hexaploiden Art *Charybdis maritima* (L.) SPETA aus Portugal, Spanien und Marokko (Abb. 10).

Der Gesamtbufadienolidgehalt der Zwiebeln wurde spektrophotometrisch bestimmt. Das Wirkstoffmuster wurde mit Hilfe der Dünnschichtchromatographie und der Hochleistungsflüssigchromatographie überprüft.

Abb. 8



Abb. 9



Abb.10



Abb. 8:  
Zwiebel von *Charybdis hesperia*

Abb. 9:  
Zwiebel von *Charybdis numidica*

Abb. 10:  
Zwiebel von *Charybdis maritima*

## Material und Methoden

Gesamtbufadienolidbestimmung: entsprechend KOPP & al. 1990.

Bestimmung der Bufadienolidzusammensetzung: Es wurden die Extrakte nach der Quantifizierung des Gesamtbufadienolidgehaltes untersucht. Dünnschichtchromatographie (DC) und Hochleistungsflüssigchromatographie (HPLC): entsprechend KRENN 1996.

Alle verwendeten Vergleichssubstanzen wurden im Institut für Pharmakognosie der Universität Wien isoliert und strukturell aufgeklärt (KIRCHNER 1978, KOPP 1990a, b & al. 1996, KRENN & al. 1988, 1991, 1992a, b, 1993, 1994, 1996a, b, NAIDIS 1989).

Pflanzenmaterial: Es standen über 130 tetraploide, 25 hexaploide, 21 diploide und 2 triploide Proben für die Untersuchungen zur Verfügung. Drei Exemplare wurden karyologisch nicht bestimmt (Appendix 1).

## Ergebnisse und Diskussion

Zur Abklärung der Frage, wie weit der Bufadienolidkomplex von Pflanzen eines Standortes differiert, wurden jeweils 10 Zwiebeln von zwei Fundorten (Sikia,

Griechenland und Gümüldür, Türkei) mittels DC untersucht. Die Proben aus Sikia wiesen identische Wirkstoffspektren auf (Abb. 11). Bei den Zwiebeln aus Gümüldür war festzustellen, dass die qualitative Zusammensetzung des Bufadienolidmusters gleich ist, die mengenmäßige Beteiligung der Einzelkomponenten am Wirkstoffkomplex aber etwas variieren kann. Das Resultat, dass Pflanzen eines Standortes, die zur selben Zeit geerntet werden, qualitativ das gleiche Herzglykosidmuster aufweisen, stellte die Grundlage für den Vergleich des Wirkstoffmusters von Einzelindividuen verschiedener Herkünfte dar.

Eine weitere Voraussetzung für die vergleichende Untersuchung der Proben war die Kenntnis etwaiger Änderungen des Bufadienolidmusters während der Vegetationsperiode. Dazu wurden der Einzel- und Gesamtbufadienolidgehalt der pharmazeutisch verwendeten bzw. rodentizid wirkenden Spezies innerhalb der Vegetationsperiode an *C. maritima*, *C. numidica*, *C. pancraticum*, *C. elata* sowie von Scillirosid-haltigen Meerzwiebeln aus Korfu über mindestens einen Entwicklungszyklus untersucht. Insgesamt zeigten diese Untersuchungen, daß der Gesamtbufadienolidgehalt der verschiedenen Arten,

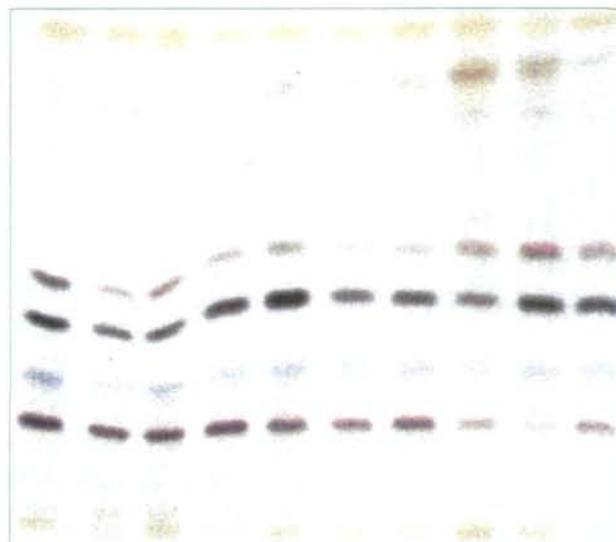


Abb. 11:  
DC der Extrakte von 10 Zwiebeln von *Charybdis aphylla* des Standortes Sikia mit gleichem Erntedatum Bedingungen siehe Material und Methoden

bezogen auf das Frischgewicht, während der Vegetationsperiode nur relativ geringfügig schwankt. Bezogen auf das Trockengewicht waren stärkere Unterschiede beobachtbar. Das Wirkstoffmuster der einzelnen Arten blieb qualitativ während der gesamten Vegetationsperiode konstant. Es konnten allerdings deutliche quantitative Unterschiede beobachtet werden (KRENN & al. 1996a).

Da aufgrund dieser Resultate je nach Entwicklungsstadium mit variierenden Gesamtwirkstoffmengen in den Zwiebeln gerechnet werden musste, sollte die Quantifizierung des Gesamtbufadienolidgehaltes der verschiedenen Muster zeigen, ob tendenziell Unterschiede im Wirkstoffgehalt der *Charybdis*-Arten bestehen und diese mit dem Ploidiegrad korrelieren. Die Bestimmung erfolgte spektrophotometrisch (KOPP & al. 1990).

Der Wirkstoffgehalt von *C. maritima* lag zwischen 0,22 und 4,08 % (bezogen auf das Trockengewicht = TG) bzw. 0,03 und 0,62 % (bezogen auf das Frischgewicht = FG), der Durchschnittswert bei 1,78 (= TG) bzw. 0,28 % (= FG). Die niedrigsten Konzentrationen wiesen drei Proben aus Marokko und fünf Zwiebeln aus Portugal auf. Alle übrigen Muster enthielten über 1 % Bufadienolide (Tab. 2 und Abb. 12).

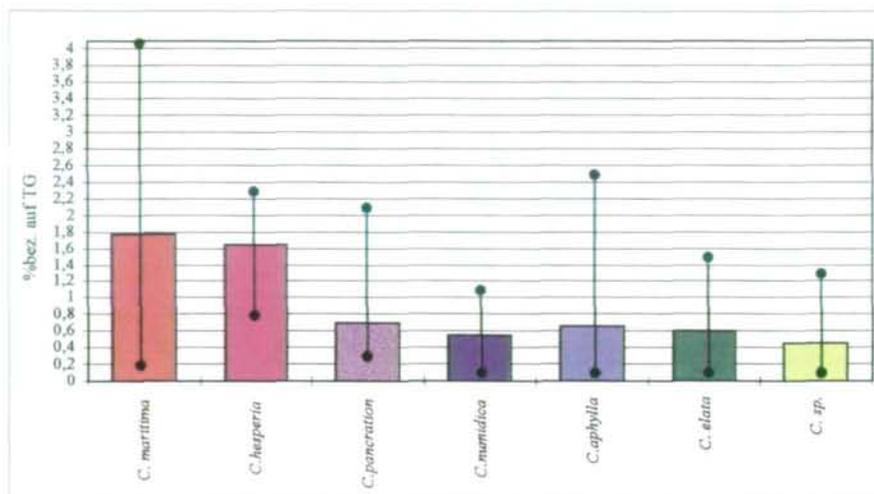
Der Bufadienolidgehalt von *C. hesperia* schwankte zwischen 0,82 und 2,24 % (= TG) bzw. 0,11 und 0,41 % (= FG). Die durchschnittliche Konzentration betrug 1,65 % bzw. 0,28 % (Tab. 2 und Abb. 12).

Die Schwankungen im Glykosidgehalt von *C. pancration* gingen von 0,28 bis 1,49 % (= TG) bzw. 0,04 bis 0,27 % (= FG). Die Durchschnittswerte betragen 0,69 bzw. 0,13 % (Tab. 2 und Abb. 12).

Die Wirkstoffkonzentration von *C. numidica* schwankte zwischen 0,12 und 1,15 % (= TG) bzw. 0,03 und 0,23 % (=

FG), der Mittelwert lag bei 0,55 bzw. 0,09 % (Tab. 2 und Abb. 12).

Auffallend war, daß die meisten Proben einen Gehalt von 0,3 % und weniger aufwiesen. Nur bei drei Mustern (IN-I/35 Hi Bon, LEH III/97-4 Monastir, IN-I/46-Tunesien) lag er um 1%.



Die Schwankungen im Wirkstoffgehalt von *C. aphylla* gingen von 0,08 bis 2,47 % (= TG) bzw. 0,02 bis 0,33 % (= FG). Die Durchschnittswerte betragen 0,65 % bzw. 0,10 %. Ähnliche Ergebnisse erhielten wir mit 0,13 bis 1,52 % (= TG) (Durchschnitt 0,60 %) und 0,02 - 0,26 % (= FG) (Durchschnitt 0,09 %) bei *C. elata* (Tab. 2 und Abb. 12).

Rote, tetraploide Meerzwiebeln aus Sardinien, Süditalien, Albanien und von den Ionischen Inseln (*Charybdis* sp., Abb. 13) enthielten geringe Bufadienolidmengen [0,08 - 1,24 % (= TG), Durchschnitt 0,46 %; 0,01 - 0,23 % (= FG), Durchschnitt 0,09 %].

Abb. 12:

Gesamtbufadienolidgehalt der Muster der untersuchten *Charybdis*-Arten, durchschnittlicher Wert mit Minimal- und Maximalwerten, bezogen auf die Droge

Tabelle 2:

Durchschnittlicher Gesamtbufadienolidgehalt der *Charybdis*-Arten, bezogen auf Trocken- und Frischgewicht

Art	Ploidiegrad	Gehalt in % bez. auf TG	Gehalt in % bez. auf FG
<i>C. maritima</i>	2n = 60	1,78	0,28
<i>C. hesperia</i>	2n = 40	1,65	0,28
<i>C. pancration</i>	2n = 20	0,69	0,13
<i>C. numidica</i>	2n = 40	0,55	0,09
<i>C. aphylla</i>	2n = 40	0,65	0,10
<i>C. elata</i>	2n = 40	0,60	0,09
<i>C. sp.</i>	2n = 40	0,46	0,09

Der Vergleich des Gesamtbufadienolidgehaltes der Proben zeigte Überschneidungen bei den verschiedenen *Charybdis*-Arten. Es wurde deutlich, daß Einzelindividuen nicht anhand der Wirkstoffkonzentration einer der Arten zugeordnet werden können.

Abb. 13:  
Zwiebel von  
*Charybdis* sp.



Die Durchschnittsbufadienolidgehalte der drei Ploidiestufen der Gattung *Charybdis* unterscheiden sich jedoch eindeutig. Die Untersuchungen zeigten, daß die hexaploide *C. maritima* den höchsten Bufadienolidgehalt aufweist. Nur geringfügig weniger Herzglykoside enthält die tetraploide *C. hesperia*, die damit eine Ausnahme unter den tetraploiden Arten bildet. Ungefähr die Hälfte der Wirkstoffkonzentration dieser Arten ist in der diploiden *C. pancration* nachweisbar, ca. ein Drittel in der tetraploiden *C. numidica*. Geringfügig höhere Glykosidmengen als in *C. numidica* sind in tetraploiden Meerzwiebeln der Arten *C. aphylla* und *C. elata* enthalten. Den niedrigsten Bufadienolidgehalt - ca. ein Fünftel bis ein Viertel jenes von *C. maritima* - zeigen rotschalige Zwiebeln aus Sardinien, Italien und von den Ionischen Inseln.

Zum Vergleich des Bufadienolidmusters wurden Extrakte aller Proben mittels DC und HPLC aufgetrennt. Schon im DC-Vergleich zeichneten sich für die einzelnen Arten charakteristische Bufadienolidmuster ab. Bei dieser Unterscheidung durch den Vergleich der Hauptkomponenten der untersuchten Proben konnte

Abb. 14

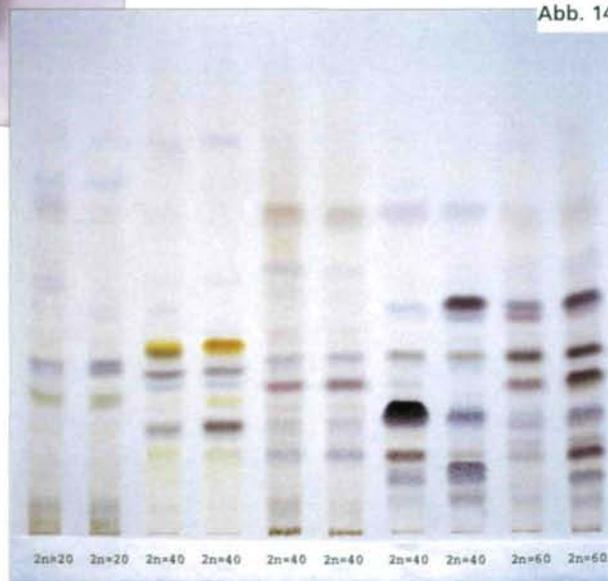


Abb. 14:  
DC der Extrakte von je zwei Mustern von *C. hesperia*, *C. maritima*, *C. aphylla*, *C. sp.* aus Sardinien und *C. pancration*; Bedingungen siehe Material und Methoden

- Bahn 1 und 2: *C. pancration* (2n = 20)
- Bahn 3 und 4: *C. sp.* (2n = 40)
- Bahn 5 und 6: *C. aphylla* (2n = 40)
- Bahn 7 und 8: *C. hesperia* (2n = 40)
- Bahn 9 und 10: *C. maritima* (2n = 60)

der Anteil der einzelnen Bufadienolide am Wirkstoffkomplex nur grob geschätzt werden. Die Identifizierung von Nebenglykosiden gelang nur teilweise, da diese Substanzen oft von Begleit- und/oder Hauptwirkstoffen überlagert waren oder ihre Konzentration an der Nachweisgrenze lag. Dadurch wurde die Zuordnung von Proben zu den einzelnen Arten besonders dann erschwert, wenn Einzelindividuen eine für die jeweilige Art charakteristische Verbindung nur in kleiner Menge enthielten. Zur mengenmäßigen Erfassung der einzelnen Bufadienolide am Gesamtglykosidkomplex, zur Identifizierung und Quantifizierung der Nebenglykoside und zur Trennung von Substanzen, die bei der DC den gleichen Rf-Wert aufwiesen, erfolgte daher die Auftrennung der Extrakte mittels HPLC.

Es konnten 64 verschiedene Bufadienolide in den Extrakten nachgewiesen werden, von denen mehr als 40 durch Cochromatographie mit authentischen Vergleichssubstanzen identifiziert wurden. Die quantitative Bestimmung der einzelnen Substanzen erfolgte durch Ermittlung der prozentuellen Flächenanteile bezogen auf die Gesamtpeakfläche. Da 23 Bufadienolide nur in wenigen Proben in geringer Konzentration vorlagen, wurden für die Beurteilung der Meerzwiebeln 41 Substanzen herangezogen.

Im Gegensatz zur Gesamtwirkstoffkonzentration kann das Herzglykosidmuster von einzelnen Meerzwiebeln für die Zuordnung zu einer der *Charybdis*-Arten herangezogen werden (Abb. 14). Die DC- und HPLC-Untersuchungen zeigten aufgrund der Einheitlichkeit der Einzelindividuen besonders für *C. maritima*, *C. pan-cration* und *C. numidica* charakteristische Bufadienolidspektren, anhand derer Proben der einzelnen Arten identifizierbar sind. Aber auch die anderen Arten sind

anhand des Wirkstoffkomplexes unterscheidbar:

Für *C. maritima* stellen Glucoscilliphäosid, Scillicyanosid, Scilliphäosid, Glucoscillaren A, 5a-4,5-Dihydroglucoscillaren A, Scillaren A, 5a-4,5-Dihydroscillaren A, Proscillaridin A und 5a-4,5-

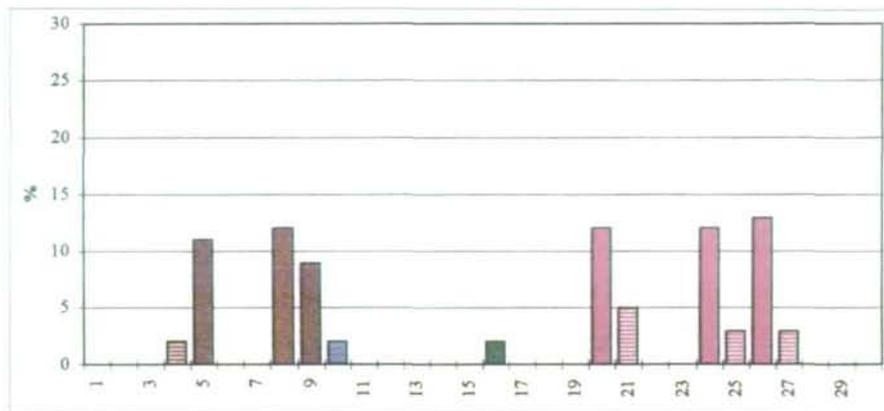


Abb. 15:

Charakteristisches Wirkstoffspektrum von *C. maritima*; Anteil Einzelkomponenten in % des Gesamtbufadienolidkomplexes

Es wurden folgende für die Beurteilung wichtigsten Bufadienolide in die Abbildung aufgenommen:

- 1 12β-Hydroxy-scilliglaucosid
- 2 12β-Hydroxy-scillirosid
- 3 Scilliphäosidin-3-O-β-D-glucosid
- 4 Scillicyanosidin-3-O-β-D-glucosid
- 5 Glucoscilliphäosid
- 6 Gamabufotalin-3-O-a-L-rhamnosido-β-D-glucosid
- 7 16β-O-Acetylgamabufotalin-3-O-a-L-rhamnosid
- 8 Scillicyanosid
- 9 Scilliphäosid
- 10 Gamabufotalin-3-O-a-L-rhamnosid
- 11 Arenobufagin-3-O-a-L-rhamnosido-β-D-glucosid
- 12 12-epi-Scilliphäosid
- 13 16β-O-Acetyl-scillarenin-3-O-β-D-glucosid
- 14 Desacetylscillirosid
- 15 Scillirubrosid
- 16 Scilliglaucosid
- 17 Scillirosid
- 18 Scillarenin-3-O-β-D-glucosid
- 19 5a-4,5-Dihydroscillirosidin-3-O-a-L-thevetosido-β-D-glucosido-β-D-glucosid
- 20 Glucoscillaren A
- 21 5a-4,5-Dihydro-glucoscillaren A
- 22 Scillarenin-3-O-a-L-rhamnosido-4'-β-D-glucosido-3''-β-D-glucosid
- 23 5a-4,5-Dihydroscillirosidin-3-O-a-L-thevetosido-β-D-glucosid
- 24 Scillaren A
- 25 5a-4,5-Dihydro-scillaren A
- 26 Proscillaridin A
- 27 5a-4,5-Dihydroproscillaridin
- 28 Scillarenin-3-O-a-L-2',3'-diacetyl-rhamnosido-4'-β-D-glucosido-4''-β-D-glucosid
- 29 Scillarenin-3-O-a-L-2',3'-diacetyl-rhamnosido-4'-β-D-glucosido-3''-β-D-glucosid
- 30 Scillarenin-3-O-a-L-2',3'-diacetyl-rhamnosido-4'-β-D-glucosid

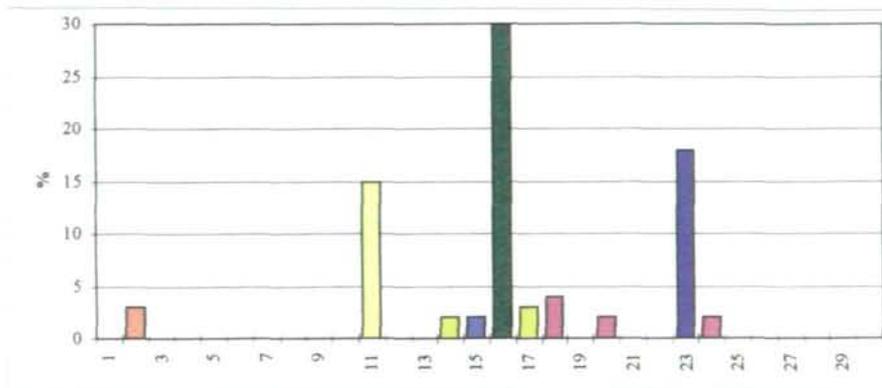


Abb. 16:  
Charakteristisches Wirkstoffspektrum von *C. pancration*; Anteil der Einzelkomponenten in % des Gesamtbufadienolidkomplexes; Legende s. Abb. 15

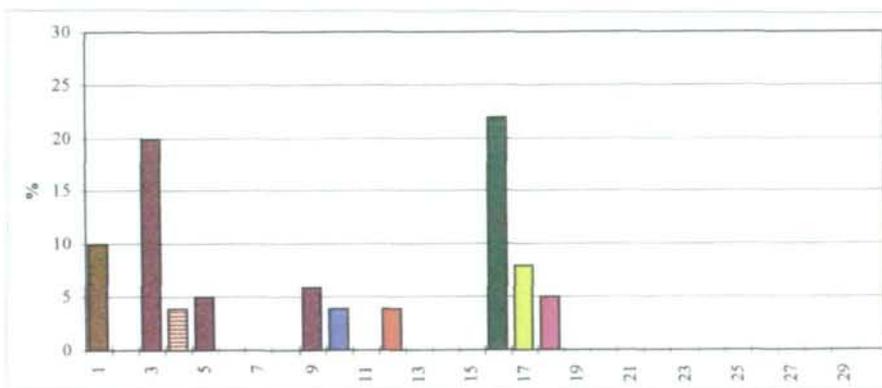


Abb. 17:  
Charakteristisches Wirkstoffspektrum von *C. numidica*; Anteil der Einzelkomponenten in % des Gesamtbufadienolidkomplexes; Legende s. Abb. 15

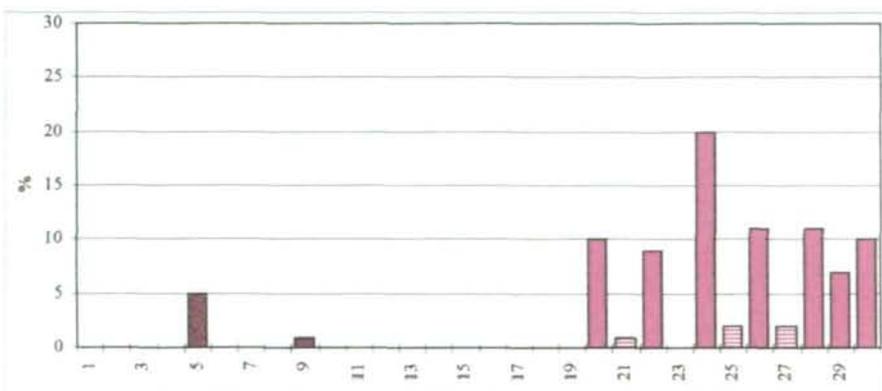


Abb. 18:  
Charakteristisches Wirkstoffspektrum von *C. hesperia*; Anteil der Einzelkomponenten in % des Gesamtbufadienolidkomplexes; Legende s. Abb. 15

Dihydroproscillaridin die typischen Bestandteile des Glykosidkomplexes dar. Die 5a-4,5-Dihydroscillareninglykoside sind allerdings nur mittels HPLC erfassbar, da sie in den üblicherweise für Bufadienolide verwendeten DC-Systemen nicht von den entsprechenden Scillareninglykosiden getrennt werden können (Abb. 15).

*C. pancration* zeigt mit den Hauptkomponenten 5a-4,5-Dihydroscillariosidin-3-O- $\alpha$ -L-thevetosido- $\beta$ -D-glucosid, Scilliglaucosid und Arenobufagin-3-O- $\alpha$ -L-rhamnosido- $\beta$ -D-glucosid ein sehr einfaches Glykosidmuster. Daneben sind in geringer Konzentration häufig Scillirosid und Scillarenin-3-O- $\beta$ -D-glucosid enthalten (Abb. 16).

Das typische Wirkstoffspektrum von *C. numidica* weist hauptsächlich Scilliphäosidinglykoside wie Scilliphäosidin-3-O- $\beta$ -D-glucosid als Hauptkomponente, Scilliphäosid und Glucoscilliphäosid sowie Scilliglaucosid und 12 $\beta$ -Hydroxyscilliglaucosid auf. Scillirosid tritt in dieser rotzwiebeligen Art nur als Nebenkomponente auf (Abb. 17).

Im komplexen Glykosidspektrum von *C. hesperia* sind ausschließlich Scillarenin- und Scilliphäosinderivate enthalten, wobei polare Triglykoside überwiegen. In dieser Art wurden erstmals Bufadienolidglykoside nachgewiesen, die als Zuckerkomponente 2,3-Diacetyl-rhamnose aufweisen (KRENN & al. 1988). Trotz dieser charakteristischen Substanzen ist aufgrund der geringen Zahl der zur Verfügung stehenden Zwiebeln eine Aussage über den typischen Bufadienolidkomplex dieser Art jedoch nur mit Vorbehalt möglich (Abb. 18).

Für *C. aphylla* typisch sind Gamabufotalin-3-O- $\alpha$ -L-rhamnosid und Scilliglaucosid, daneben enthalten fast alle Proben Scillicyanosidin-3-O- $\beta$ -D-glucosid,

Gamabufotalin-3-O- $\alpha$ -L-rhamnosido- $\beta$ -D-glucosid, 16 $\beta$ -O-Acetylgamabufotalin-3-O- $\alpha$ -L-rhamnosid und Scillicyanosid. Bei den Nebenkomponenten des Bufadienolidkomplexes sind regionale Unterschiede zu beobachten: In den meisten Mustern vom Peloponnes und den Kykladen können Scilliphäosidin-3-O- $\beta$ -D-glucosid und 12 $\beta$ -Hydroxy-scillirosid nachgewiesen werden. Einige dieser Meerzwiebeln zeigen damit Ähnlichkeiten im Glykosidspektrum mit den Proben von den Ionischen Inseln. Der Wirkstoffkomplex von Exemplaren von *C. aphylla*, die von den Sporaden oder aus der Türkei stammen, ähnelt dagegen in den Nebenglykosiden jenem von *C. elata* (Abb. 19).

Das Bufadienolidmuster von *C. elata* ist sehr komplex zusammengesetzt. Die eindeutige Identifizierung ist durch den Gehalt an 16 $\beta$ -O-Acetyl-scillarenin-3-O- $\beta$ -D-glucosid und 16 $\beta$ -O-Acetyl-scillarenin-3-O- $\alpha$ -L-rhamnosid möglich, die in *C. aphylla* fehlen. Weitere charakteristische Bufadienolide des Wirkstoffspektrums dieser Art sind Scillirosid, Scillarenin-3-O- $\beta$ -D-glucosid, 5 $\alpha$ -4,5-Dihydro-scillirosidin-3-O- $\alpha$ -L-thevetosido- $\beta$ -D-glucosido- $\beta$ -D-glucosid, Glucoscillaren A, 5 $\alpha$ -4,5-Dihydroscillirosidin-3-O- $\alpha$ -L-thevetosido- $\beta$ -D-glucosid und Proscillaridin A. Typische Bestandteile des Bufadienolidkomplexes von Meerzwiebeln aus Nahost sind 12 $\beta$ -Hydroxy-scillirosid und 5 $\alpha$ -4,5-Dihydro-12 $\beta$ -hydroxy-scillirosidin-3-O- $\alpha$ -L-thevetosid. Dagegen zeigen die Proben dieser Art aus Zypern durch das Auftreten von Scillicyanosidin-3-O- $\beta$ -D-glucosid, 16 $\beta$ -O-Acetylgamabufotalin-3-O- $\alpha$ -L-rhamnosid, Scillicyanosid und Gamabufotalin-3-O- $\alpha$ -L-rhamnosid Ähnlichkeiten mit dem Glykosidmuster von *C. aphylla* (Abb. 20).

Für die tetraploiden, rotzwiebeligen Proben aus Süditalien, Sardinien, Albani-

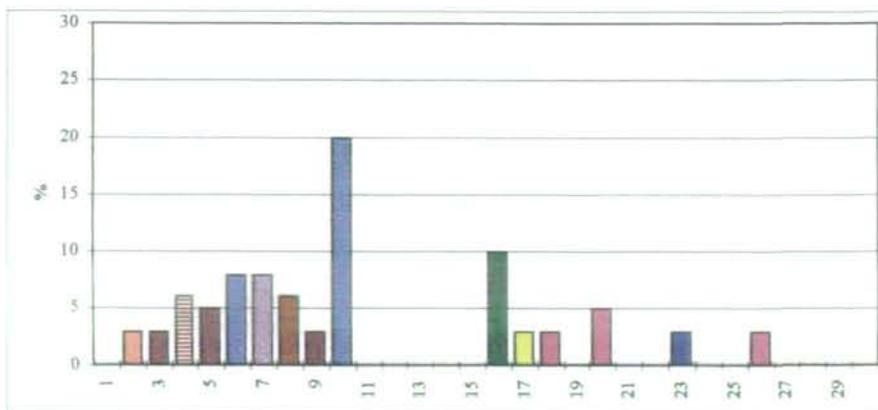


Abb. 19:

Charakteristisches Wirkstoffspektrum von *C. aphylla*; Anteil der Einzelkomponenten in % des Gesamtbufadienolidkomplexes; Legende s. Abb. 15

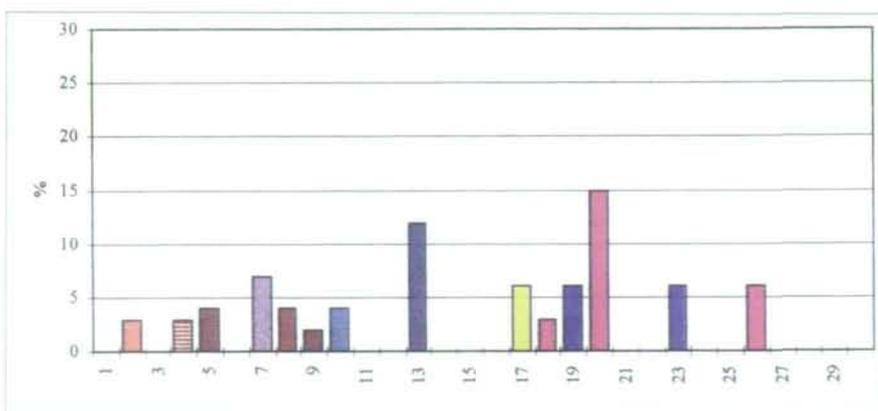


Abb. 20:

Charakteristisches Wirkstoffspektrum von *C. elata*; Anteil der Einzelkomponenten in % des Gesamtbufadienolidkomplexes; Legende s. Abb. 15

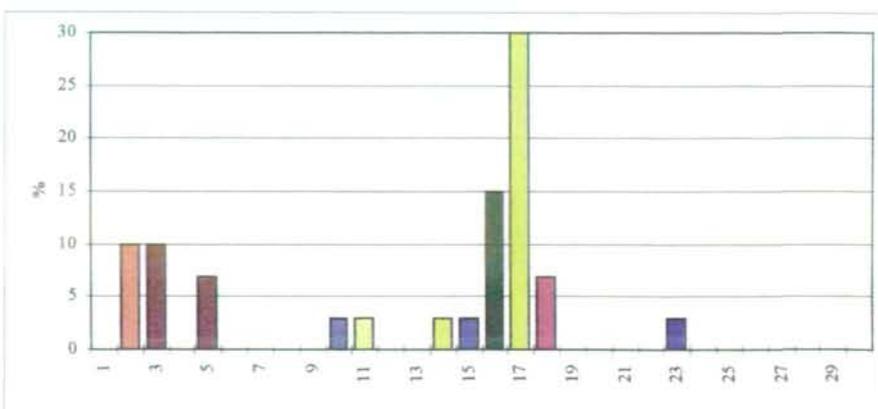


Abb. 21:

Charakteristisches Wirkstoffspektrum von *C. sp.* aus Sardinien, Süditalien, Albanien und von den Ionischen Inseln; Anteil der Einzelkomponenten in % des Gesamtbufadienolidkomplexes; Legende s. Abb. 15

en und von den Ionischen Inseln, die ursprünglich *C. numidica* zugerechnet wurden und dieser Art auch im Habitus ähneln, ist ein hoher Anteil an Scillirosid und Scilliglaucosid am Gesamtbufadienolidkomplex charakteristisch. Daneben sind meist  $12\beta$ -Hydroxy-scillirosid, Scilliphäosidin-3-O- $\beta$ -D-glucosid und Scillarenin-3-O- $\beta$ -D-glucosid nachweisbar. In den italienischen Proben treten häufig Arenobufagin-3-O- $\alpha$ -L-rhamnosido- $\beta$ -D-glucosid und 5 $\alpha$ -4,5-Dihydroscillirosidin-3-O- $\alpha$ -L-thevetosido- $\beta$ -D-glucosid als Nebenglykoside auf, in den Mustern von den Ionischen Inseln dagegen nur selten. Dies könnte darauf zurückzuführen sein, daß in Italien *C. pancration* mit diesen Substanzen als Hauptkomponenten das gleiche Verbreitungsgebiet hat, wie diese roten tetraploiden Meerzwiebeln. Ein mögliches Differenzierungsmerkmal zu *C. numidica* ist  $12\beta$ -Hydroxy-scillirosid, das in den rotzwiebeligen Proben aus dem nördlichen Mittelmeerraum sehr häufig und oft in hoher Konzentration auftritt, in *C. numidica* dagegen fehlt bzw. das für *C. numidica* charakteristische  $12\beta$ -Hydroxy-scilliglaucosid. Diese Meerzwiebeln enthalten die für "*Urginea maritima* var. *rubra*" als charakteristisch angegebene (KIRCHNER 1978) Bufadienolidzusammensetzung. Aufgrund der chemischen Analysen sind diese Individuen von den anderen *Charybdis*-Arten unterscheidbar (Abb. 21). Ob es sich um eine eigene Art handelt, ist in weiteren botanischen Untersuchungen abzuklären.

Die triploiden Muster aus Italien, die Proben von den Balearen und ein Exemplar aus Malta konnten anhand der chemischen Analysen nicht eingeordnet werden.

Der Vergleich dieser zahlreichen Proben bestätigte die Ergebnisse der ersten orientierenden Untersuchungen (KOPP 1983), der Aufarbeitung von Zwiebeln der

einzelnen Arten (KOPP & al. 1990b, KOPP & al. 1996, KRENN & al. 1988, 1991, 1992a, b, 1994, 1996) und der Überprüfung des Bufadienolidkomplexes von sechs Populationen während der Vegetationsperiode (KRENN & al. 1996a).

Im Rahmen der vorliegenden Untersuchungen konnte nachgewiesen werden, dass die Arten der Gattung *Charybdis* anhand der Zwiebelfarbe nicht unterscheidbar, sehr wohl jedoch anhand ihres Bufadienolidmusters differenzierbar sind. Während die Arten *C. maritima*, *C. pancration*, *C. hesperia* und *C. elata* grünliche bis weiße Zwiebeln und *C. numidica* rote Zwiebeln aufweisen, konnten bei *C. aphylla* grünlich-weiße bis tiefrot gefärbte Zwiebeln beobachtet werden, die jedoch anhand ihres Wirkstoffspektrums eindeutig zuzuordnen waren.

Die erhaltenen Resultate stehen im Einklang mit molekulargenetischen Untersuchungen zahlreicher Meerzwiebeln mittels Mikrosatelliten-Markern, in denen eine vergleichbare Einteilung der Muster erzielt wurde (PFOSSER & SPETA 2001). Die ursprünglich in der Gattung *Urginea* verbliebene Art *Urginea undulata*, die als Hauptbufadienolid Scillirosid enthält, wurde bei diesen Untersuchungen interessanterweise zu den tetraploiden, rotzwiebeligen Proben aus Süditalien, Sardinien, Albanien und von den Ionischen Inseln mit der derselben Leitsubstanz gestellt und sie gehört zweifellos noch zur Gattung *Charybdis*. Bei *Urginea fugax* hingegen, in der nur bisher unbekannte Bufadienolide detektierbar waren, wurde eine Verwandtschaft zu indischen Vertretern der Urgineoideae festgestellt.

Für die pharmazeutische Verwendung sind aufgrund der Anforderungen der Arzneibücher ausschließlich *C. maritima* und *C. hesperia* geeignet. Nur sie erfüllen mit der weißen Zwiebelfarbe in Verbindung

mit dem Gehalt an Scillaren A und Proscillaridin A sowie dem Fehlen von Scillirosid die Forderungen des DAB 1999. Da allerdings *C. hesperia* eine auf Teneriffa endemische Art darstellt, sollte bei einer Revision der Monographie "Meerzwiebel" als Stammpflanze *C. maritima* (L.) SPETA angegeben werden.

Für die Gewinnung von Scillirosid als Rodentizid wären rote Meerzwiebeln aus Süditalien, Sardinien, Albanien und von den Ionischen Inseln am besten geeignet.

### **Zusammenfassung**

In umfangreichen chemotaxonomischen Untersuchungen konnte an ca. 190 Proben der Gattung *Charybdis* aus dem gesamten Mittelmeerraum gezeigt werden, dass die Arten *C. maritima*, *C. hesperia*, *C. numidica*, *C. aphylla*, *C. elata* und *C. pancraticum* anhand ihres Bufadienolidmusters unterscheidbar sind. Tetraploide, "rote" Meerzwiebeln aus Sardinien, Süditalien, Albanien und den Ionischen Inseln differieren in ihrem Wirkstoffkomplex von jenem der anderen Arten. Für die pharmazeutische Verwendung kommt aufgrund der Anforderungen des Deutschen (DAB 1999) und des Britischen (B.P. 2000) Arzneibuches nur *Charybdis maritima* (L.) SPETA in Frage. Zur Gewinnung von Scillirosid als Rodentizid sind rote Meerzwiebeln aus Süditalien, Sardinien, Albanien und von den Ionischen Inseln am besten geeignet.

Tabelle 1: Bezeichnung und Ploidiegrad der untersuchten Proben

Probenbezeichnung	Chromosomenzahl	Probenbezeichnung	Chromosomenzahl
<b>TENERIFFA</b>			
<b>LEH II/61 Teneriffa</b> nw. Buenavista	2n = 40	<b>LEH II/164 Teneriffa*</b>	2n = 40
<b>LEH III/98-2 Teneriffa</b> 1,5 km nw El Medano	2n = 40	<b>LEH II/168-2 Teneriffa</b> LI-1498	2n = 40
<b>MAROKKO</b>			
<b>Marokko*</b>	2n = 60	<b>LEH III/90-2 Larache</b>	2n = 60
<b>LEH III/90-1 Tetouan</b> Souk Larbaa	2n = 60	ca. 10 km Richtung Tetouan	
		<b>LEH III/99-2 Asni</b> Kiefernwald bei Asni	2n = 60
<b>PORTUGAL</b>			
<b>Figueira da Foz</b>	2n = 60	<b>IN-I/4 Haut Alentejo 3</b>	2n = 60
<b>Coimbra</b>	2n = 60	Mamedegebirge, Strecke n. San Antonio	
<b>IN-I/2 Oeiras weiß</b> Estacao Agronomica National	2n = 60	<b>IN-I/61 Haut Alentejo 4</b>	2n = 60
<b>IN-I/2 Oeiras rot</b> Estacao Agronomica National	2n = 60	Mamedegebirge, zw. Portagem u. Porto da Espada	
<b>IN-I/3 Lissabon-2*</b>	2n = 60	<b>IN-I/61 Haut Alentejo 5</b>	2n = 60
<b>IN-I/3 Lissabon-3*</b>	2n = 60	Portel – a. d. Strecke n. Vera Cruz	
<b>IN-I/4 Haut Alentejo 1</b> Straßenrand b. Elvas, Vedor	2n = 60	<b>IN-I/62 Haut Alentejo 6</b>	2n = 60
<b>IN-I/4 Haut Alentejo 2</b> Arronches – a. d. Strecke nach Portoalegre	2n = 60	Portel – a. d. Strecke n. Monte do Triga	
		<b>IN-I/62 Haut Alentejo 7</b>	2n = 60
		Portel – a. d. Strecke n. S. Pedro	
<b>SPANIEN</b>			
<b>IN-I/19 Sevilla</b> Feld zw. Gines und Espartinas	2n = 60	<b>LEH III/101-3 Loja</b>	2n = 60
<b>IN-I/20 Sevilla</b> Cadiz – Villamenga del Rosario	2n = 60	in Steineichenwald	
<b>LEH III/97-3 Madrid</b> zw. Tarifa und Algeciras	2n = 60	<b>LEH II/167-4 Cordoba*</b>	2n = 60
<b>Ronda</b> südl. des Ortes	2n = 60	<b>LEH III/99-1 Barcelona</b>	2n = 20
		Botan. Garten	
		<b>LEH II/60 Alicante</b>	2n = 60
		Pega	
		<b>La Herradura</b>	2n = 60
<b>BALEAREN</b>			
<b>LEH II/162 Formentera</b> La Mola, Formentera		<b>LEH II/168-1 Mallorca</b> LI-1498	2n = 20

Probenbezeichnung	Chromosomenzahl	Probenbezeichnung	Chromosomenzahl
<b>ITALIEN</b>			
<b>IN-I/16 Neapel</b>	2n = 20	a.d. Autobahn nördl. Bari	
Umgebung d. Stadt		<b>LEH II/164 Puglia*</b>	2n = 40
<b>LEH III/106-3 Gargano</b>	2n = 20	<b>IN-I/15 Palermo</b>	2n = 40
<b>LEH III/109-2 Gargano</b>	2n = 20	Umgebung d. Stadt	
<b>LEH II/62 Grottaglie</b>	2n = 20	<b>IN-I/17 Sta. Gilla</b>	2n = 40
zw. Grottaglie und Martina-Franca		<b>LEH II/164 Osilo</b>	2n = 40
<b>LEH II/62 Paolo VI</b>	2n = 20	Su Paris de Coloru	
Quartiere Paolo VI di Taranto		<b>LEH II/149 Sardinien 3</b>	2n = 40
<b>Marina di Pulsano</b>	2n = 20	zw. Sassari u. Palmadula, b. Saccheddu	
<b>LEH III/105 Frascineto</b>	2n = 20	<b>LEH II/149 Sardinien 6</b>	2n = 40
<b>Squillace</b>	2n = 20	Capo Caccia	
<b>Tropea</b>	2n = 20	<b>LEH II/149 Sardinien 8</b>	2n = 40
<b>IV/1982 Äol. Inseln</b>	2n = 20	Porto Conte Bucht b. Fertilia	
<b>LEH II/6 Messina</b>	2n = 20	<b>LEH II/149 Sardinien 11</b>	2n = 40
Strand bei Messina		Mte. Pettenadu zw. Alghero u. Villanova	
<b>IN-I/13 Messina</b>	2n = 20	<b>LEH II/149 Sardinien 12</b>	2n = 40
Strand a. d. Meerenge v. Messina		6km südl. Villanova Richtg. Bosa	
<b>LEH III/162-2 Mte. Venere</b>	2n = 20	<b>LEH II/149 Sardinien 15</b>	2n = 40
westl. Taormina		Strand bei La Caletta	
<b>LEH II/165 Catania</b>	2n = 20	<b>LEH II/149 Sardinien 16</b>	2n = 40
<b>LEH III/102-1 San Angelo</b>	2n = 20	Capo Comino	
S. Angelo Muxaro b. Agrigento		<b>LEH II/149 Sardinien 19</b>	2n = 40
<b>IN-I/16 Palermo</b>	2n = 20	Ölbaumkulturen b. Orosei	
<b>Inv. della Beffa*</b>	2n = 20	<b>LEH II/149 Sardinien 21</b>	2n = 40
<b>San Pancrazio</b>	2n = 20	zw. La Traversa u. Nuoro	
<b>IN-I/15 Siena</b>	2n = 30	<b>LEH II/149 Sardinien 22</b>	2n = 40
<b>LEH II/165 Perugia</b>		b. Nouro in Richtg. Abbasanta	
Botan. Garten		<b>LEH II/149 Sardinien 52</b>	2n = 40
<b>IN-I/14 Giannutri</b>	2n = 30	westl. Pula, Tal nach Ismolas	
<b>LEH II/169-1 Bari</b>	2n = 40		
<b>MALTA</b>			
<b>Malta*</b>	2n = 20		
<b>GRIECHENLAND</b>			
<b>LEH II/168-3 Korfu</b>	2n = 40	<b>LEH III/85-2 Zakynthos</b>	2n = 40
<b>LEH III/106-2 Palaeo-Chlomos</b>	2n = 40	b. Katastari	
ssw Messonghi am See Korrison		<b>LEH III/85-3 Zakynthos</b>	2n = 40
<b>LEH II/62 Igoumenitsa</b>	2n = 40	1km nördl. Limni Keri	
<b>Lefkas*</b>	2n = 40	<b>Patras Astakos</b>	2n = 40
<b>LEH III/104-2 Lefkas</b>	2n = 40	<b>IN-I/10 Parga</b>	2n = 40
Südküste d. Insel		<b>IN-I/8 Pyrgos</b>	2n = 40
<b>LEH II/97-1 Kephalinia</b>	2n = 40	Athanasios Diakos	
<b>IN-I/9 Zakynthos*</b>	2n = 40	<b>IN-I/10 Antirion</b>	2n = 40
<b>LEH III/85-1 Zakynthos</b>	2n = 40	<b>1660-67 Taygetos</b>	2n = 40
2 km westl. Ay. Nikolaos		<b>1650-52 Apidhias</b>	2n = 40

Probenbezeichnung	Chromosomenzahl	Probenbezeichnung	Chromosomenzahl
<b>1653-55 Monemvasia</b>	2n = 40	<b>2055 Aski</b>	2n = 40
<b>LEH III/87-1 Tiros</b>	2n = 40	<b>2075 Gonies</b>	2n = 40
<b>LEH II/156 Hydra</b>	2n = 40	<b>2068-75 Avdou</b>	2n = 40
Steilküste 5 km westl. Hydra		<b>Mesa Lasithi</b>	2n = 40
<b>LEH II/156 Methana</b>	2n = 40	<b>2159-63 Istro</b>	2n = 40
i. d. Nähe des Orts		<b>2214-15 Ferma</b>	2n = 40
<b>IN-I/8 Ägina Ag. Marina</b>	2n = 40	<b>2209-10 Lithines</b>	2n = 40
Alones		<b>IN-I/9 Kreta*</b>	2n = 40
Ägina*	2n = 40	<b>LEH III/104-1 Karpatos</b>	2n = 40
<b>1482 Piräus</b>	2n = 40	Felsküste bei Lefkos	
<b>LEH II/156 Halkida</b>	2n = 40	<b>LEH II/61 O-Rhodos</b>	2n = 40
<b>1307-30 Andros</b>	2n = 40	oberhalb Gaduras-Ebene	
<b>1474 Tinos</b>	2n = 40	<b>LEH II/61 W-Rhodos</b>	2n = 40
<b>LEH III/104-3 Mykonos</b>	2n = 40	Bambikaf	
nahe d. Stadt Mykonos a. Steilküste		<b>LEH III/87-3 Kos-Pili</b>	2n = 40
<b>LEH II/156 Serifos</b>	2n = 40	<b>LEH III/87-2 Kos</b>	2n = 40
östl. d. Orts		in Kos Stadt	
<b>IN-I/7 Antiparos</b>	2n = 40	<b>LEH III/162-3 Kos</b>	2n = 40
<b>IN-I/6 Paros Monastiri</b>	2n = 40	b. Kreuzritterburg i. Antimachia	
<b>IN-I/5 Paros Ag. Irini</b>	2n = 40	<b>LEH III/88-1 Lipsi</b>	2n = 40
<b>IN-I/5 Paros Alikes</b>	2n = 40	<b>LEH III/86-2 Patmos</b>	2n = 40
<b>LEH III/86-3 Folegandros</b>	2n = 40	<b>LEH III/92-3 Samos</b>	2n = 40
<b>LEH III/97-2 Santorini</b>	2n = 40	a. d. Küste b. Kokkari	
Red Beach b. Akrotiri		<b>IN-I/6 Sikia</b>	2n = 40
<b>LEH III/86-1 Kreta</b>	2n = 40	<b>Sikia, Garten</b>	2n = 40
Paleochora		<b>Sikia</b>	2n = 40
<b>1531-36 Kalives</b>	2n = 40	<b>BK IV-171-3 Paralia</b>	2n = 40
<b>Skaloti-Patrianos</b>	2n = 40	<b>BK IV-171-2 Toroni</b>	2n = 40
<b>1490 a Heraklion</b>	2n = 40		

## TÜRKEI

<b>LEH II/170-2 Gümüldür</b>	2n = 40	<b>LEH II/157 Bodrum</b>	2n = 40
kultiviert im botan. Garten v. Izmir		<b>LEH II/168-4 Bodrum</b>	2n = 40
<b>LEH II/172-1 Bafa Gölü</b>	2n = 40	1,5 km nördl. d. Stadt	
kultiviert im botan. Garten v. Izmir		<b>LEH II/170-3 Gerekuyu</b>	2n = 40
<b>IN-I/12 Gümüldür</b>	2n = 40	15 km südl. Bodrum	
a. d. Küste		<b>LEH II/169-2 Gürece</b>	2n = 40
<b>LEH II/163-1 Bafa Gölü</b>	2n = 40	zw. Gürece und Turgutreis	
Südküste des Sees		<b>Marmaris</b>	2n = 40
<b>LEH II/163-2 Bafa Gölü</b>	2n = 40	<b>LEH II/172-2 Marmaris</b>	2n = 40
Olivenhain am See		kultiviert im botan. Garten v. Izmir	
<b>LEH II/163-3 Bafa Gölü</b>	2n = 40	<b>LEH II/157 Ölü Deniz</b>	2n = 40
Westküste des Sees		<b>Fethiye</b>	2n = 40
<b>LEH II/169-3 Bafa Gölü</b>	2n = 40	<b>LEH III/91-2 Antalya</b>	2n = 40
an der Straße nach Bodrum		<b>LEH III/91-3 Antalya</b>	2n = 40
<b>LEH II/170-1 Gökceeler</b>	2n = 40	8 km nach Antalya Richtg. Manavgat	
bei Bodrum		<b>LEH III/92-1 Antalya</b>	2n = 40
<b>LEH II/170-4 Ardıctepe</b>	2n = 40	in der Ebene von Aksu	
1 km östl. Bodrum		<b>IN-I/35 Alanya</b>	2n = 40

Probenbezeichnung	Chromosomenzahl	Probenbezeichnung	Chromosomenzahl
<b>LEH III/91-4 Alanya</b> 5km ausserhalb der Stadt	2n = 40	<b>LEH III/101-1 Adana</b>	2n = 40
<b>LEH III/92-4 Alanya</b> Strand bei Alanya	2n = 40	<b>LEH III/105-1 Yilan Kalesi</b> 10 km westl. v. Ceyhan	2n = 40
		<b>LEH III/162-1 Pita See</b>	2n = 40
<b>ZYPERN</b>			
<b>LEH II/61 W-Polis</b> Platres	2n = 40	<b>BK IV/172-3 Nikosia</b> 20 km südl. d. Stadt	2n = 40
<b>LEH III/107-1 Dhenia</b>	2n = 40	<b>LEH II/60 Ayia Napa</b>	2n = 40
<b>BK IV/172-2 Nikosia</b> 20 km südl. d. Stadt	2n = 40	<b>IN-I/39 Zypern</b> nahe Nikosia	2n = 40
<b>SYRIEN</b>			
<b>LEH III/90-3 Lattakia</b> Gelände d. arab. Forstinstitutes	2n = 40	<b>IN-I/44 Damaskus*</b>	2n = 40
<b>ISRAEL</b>			
<b>LEH III/92-2 Caesarea</b>	2n = 40	<b>LEH III/88-2 Tel Aviv</b> Botan. Garten d. Universität	2n = 40
<b>LEH III/91-1 Vadi Gilo</b> Jerusalem	2n = 40	<b>IN-I/27 Givat Ram</b> Anlage d. Hebrew University	2n = 40
Botan. Garten	2n = 40	<b>IN-I/27 Beer Sheva</b>	2n = 40
<b>IN-I/28 Tel Aviv</b>	2n = 40		
<b>JORDANIEN</b>			
<b>LEH II/167-1 Petra</b>	2n = 40	<b>LEH III/89-4 Irbid</b>	2n = 40
<b>LEH III/89-1 Amman</b> zw. Ain Gazzal u. Marka	2n = 40	Mukhayim El Husun	
<b>ÄGYPTEN</b>			
<b>LEH III/106-1 Cairo</b> Handelsmuster v. Markt		<b>LEH III/88-3 El Arish</b>	2n = 40
<b>TUNESIEN</b>			
<b>IN-I/35 Hi Bon</b>	2n = 40	<b>LEH III/102-3 Ain Draham</b> 5 km nördl. d. Ortes	2n = 40
<b>El Kef</b>	2n = 40	<b>LEH III/108-3 Ischkeul See</b>	2n = 40
<b>IN-I/46 Monastir</b>	2n = 40+1	<b>LEH III/163-1 Tabarka</b> Hotelanlage	2n = 40
<b>LEH III/89-2 Ariana</b> Versuchsanlage d. I.N.R.A.T.	2n = 40		
<b>LEH III/97-4 Monastir</b>	2n = 40		

## Literatur

- KIRCHNER H. (1978): Über die herzwirksamen Inhaltsstoffe von *Urginea maritima* (L.) BAKER. — Dissertation, Universität Wien.
- KOPP B. (1983): Bufadienolidgehalt, -zusammensetzung und -verteilung in einigen Mustern von *Urginea maritima* Agg. — Sci. Pharm. **51**: 238-248.
- KOPP B., KRENN L., JURENITSCH J. (1990a): Bufadienolide in Meerzwiebeln. — Deutsche Apotheker-Zeitung **130**: 2175-2180.
- KOPP B., UNTERLUGGAEUER M., ROBIEN W., KUBELKA W. (1990b): Bufadienolide aus *Urginea pancrati*. — Pl. Med. **56**: 193-197.
- KOPP B., KRENN L., DRAXLER M., HOYER A., TERKOLA R., VALLASTER P., ROBIEN W. (1996): Bufadienolides from *Urginea maritima* from Egypt. — Phytochemistry **42**: 513-522.
- KRENN L., JAMBRITS M., KOPP B. (1988): Bufadienolide aus *Urginea hesperia*. — Pl. Med. **54**: 227-232.
- KRENN L. (1990): Über die Bufadienolide des *Urginea maritima* Aggregates. — Dissertation, Universität Wien.
- KRENN L., FERTH R., ROBIEN W., KOPP B. (1991): Bufadienolide aus *Urginea maritima* s. str. — Pl. Med. **57**: 560-565.
- KRENN L., BAMBERGER M., KOPP B. (1992a): Ein neues Bufadienolid aus *Urginea pancrati* — Pl. Med. **58**: 284-285.
- KRENN L., KOPP B., GRIESMAYER-CAMUS E., KUBELKA W. (1992b): Bufadienolide aus *Urginea aphylla* (FORSKAL.) SPETA. — Sci. Pharm. **60**: 65-72.
- KRENN L., KOPP B., BAMBERGER M., BRUSTMANN E., KUBELKA W. (1993): Bufadienolides and a Steroidal Sapogenin from *Urginea sanguinea* (Hyacinthaceae) — Nat. Prod. Lett. **3**: 139-143.
- KRENN L., KOPP B., DEIM A., ROBIEN W., KUBELKA W. (1994): Zum Bufadienolidmuster der "roten Meerzwiebel". — Pl. Med. **60**: 63-69.
- KRENN L., KOPP B., FERNANDEZ M., MACAL A., MACHHERNDL U., STEINLECHNER A., ABOUTABL E. A., KUBELKA W. (1996a): Bufadienolidgehalt und -zusammensetzung verschiedener Arten des *Urginea maritima* Aggregates: Änderungen während der Vegetationsperiode. — Sci. Pharm. **64**: 511-521.
- KRENN L., KOPP B., STEURER S., SCHUBERT-ZSILAVECZ M. (1996b): 9-Hydroxycilliphaeoside, a New Bufadienolide from *Urginea maritima*. — J. Nat. Prod. **59**: 612-613.
- NAIDIS I. (1989): Über die herzwirksamen Glykoside aus *Urginea indica* (ROXB.) KUNTH. — Dissertation, Universität Wien.
- PFOSSER M. F. & SPETA F. (2001): Bufadienolide und DNA-Sequenzen: Über Zusammenhalt und Aufteilung der *Urgineoideae* (Hyacinthaceae). — Stapfia **75**:
- SPETA F. (1980): Karyosystematik, Kultur und Verwendung der Meerzwiebel (*Urginea* STEINH., Liliaceae s. l.). — Linzer Biol. Beitr. **12**: 193-238.
- SPETA F. (1998): Systematische Analyse der Gattung *Scilla* L. s. l. (Hyacinthaceae) — Phytion (Horn) **38**: 1-141.
- VERBISCAR J. A., BANIGAN T. F., SCHATZ R. A. (1987): Modification of red squill by *Aspergillus niger* — J. Agric. Food Chem. **35**: 365-368.
- VERBISCAR A. J., PATEL J., BANIGAN T. F., SCHATZ R. A. (1988): Scilliroside and other *Scilla* compounds in red squill — J. Agric. Food Chem. **36**: 973-979.

Anschrift der Verfasser:

A.o. Univ.-Prof.  
Dr. Liselotte KRENN  
Institut für Pharmakognosie  
Universität Wien  
Althanstr. 14  
A-1090 Wien

Doz. Dr. Franz SPETA  
Biologiezentrum des  
Ö. Landesmuseums  
J.-W.-Klein-Strasse 73  
A-4040 Linz





# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Stapfia](#)

Jahr/Year: 2001

Band/Volume: [0075](#)

Autor(en)/Author(s): Krenn Liselotte, Kopp Brigitte, Speta Franz, Kubelka Wolfgang

Artikel/Article: [Chemotaxonomische Untersuchungen der Gattung Charybdis Speta \(Urgineoideae, Hyacinthaceae\) 101-120](#)