

Erfahrungen mit Ex-situ-Erhaltung im Botanischen Garten des Institutes für Botanik der Universität Graz

VON

Herwig TEPPNER¹

Summary: TEPPNER H. 2003. Experiences in ex-situ conservation in the Botanic Garden of the Institute of Botany of the University of Graz. - *Fritschiana* (Graz) 39: 1–22. - ISSN 1024-0306.

Ten endangered or rare extra-European species in the Botanic Garden of the Institute of Botany of the University of Graz (Austria) are commented upon: *Aristolochia arborea*, *Cupressus dupreziana*, *Eucrosia mirabilis* (*Amaryllidaceae*), *Hyophorbe lagenicaulis* (*Arecaceae*), *Nicotiana africana*, *Normania triphylla* (*Solanaceae*), *Onosma inexpectata*, *Prunus africana*, *Theophrasta jussieui* and *Zea diploperennis*. Experiments with species from 10 genera, which are listed in the Red List of Styria or Austria are also described; at present, in all 188 Red List species with 223 accessions are under cultivation in the outdoor section of our Botanic Garden. Ten main points of interest from our experiences and problems encountered with the cultivation of endangered plants are singled out and discussed. New chromosome counts are reported for the following taxa: *Crocus albiflorus* ($2n = 8$), *C. exiguus* ($2n = 18$), *C. ×fritschii* ($2n = 13$, one backcross derivative with $2n = 20$), *Waldsteinia ternata* subsp. *ternata* ($2n = 42$), *W. ternata* subsp. *trifolia* ($2n = 28$) and *W. fragarioides* subsp. *fragarioides* ($2n = 42$).

Zusammenfassung: TEPPNER H. 2003. Erfahrungen mit Ex-situ-Erhaltung im Botanischen Garten des Institutes für Botanik der Universität Graz. - *Fritschiana* (Graz) 39: 1–22. - ISSN 1024-0306.

Zehn gefährdete oder seltene außereuropäische Arten im Botanischen Garten des Institutes für Botanik der Universität Graz werden kommentiert: *Aristolochia arborea*, *Cupressus dupreziana*, *Eucrosia mirabilis* (*Amaryllidaceae*), *Hyophorbe lagenicaulis* (*Arecaceae*), *Nicotiana africana*, *Normania triphylla* (*Solanaceae*), *Onosma inexpectata*, *Prunus africana*, *Theophrasta jussieui* und *Zea diploperennis*. Versuche mit Arten aus 10 Gattungen, die in der steirischen bzw. österreichischen Roten Liste enthalten sind, werden ebenfalls geschildert; insgesamt sind in den Freilandabteilungen unseres Botanischen Gartens zur Zeit 188 Rote-Liste-Arten in 223 Akzessionen in Kultur. Schließlich werden aus den Erfahrungen mit der Kultur gefährdeter Pflanzen und den dabei aufgetretenen Problemen zehn Punkte herausgegriffen und diskutiert. Neue Chromosomenzählungen werden für folgende Taxa mitgeteilt: *Crocus albiflorus* ($2n = 8$), *C. exiguus* ($2n = 18$), *C. ×fritschii* ($2n = 13$, ein Rückkreuzungs-Abkömmling mit $2n = 20$), *Waldsteinia ternata* subsp. *ternata* ($2n = 42$), *W. ternata* subsp. *trifolia* ($2n = 28$) und *W. fragarioides* subsp. *fragarioides* ($2n = 42$).

¹Herwig TEPPNER, Institut für Botanik, Karl-Franzens-Universität, Holteigasse 6
A-8010 Graz, Austria (herwig.teppner@uni-graz.at)

1. Einleitung

Dem Übereinkommen über die Biologische Vielfalt (Convention on Biological Diversity, CBD) ist Österreich mit Wirksamkeit ab 16. November 1994 beigetreten (Bundesgesetzblatt Republik Österreich, Jahrg. 1995, 67. Stück, Nr. 213). Die Konvention hat viel neues, internationales Recht gebracht; unter anderem hat der Naturschutz insofern eine neue Dimension bekommen, als

die Unterzeichnerstaaten in einem internationalen Staatsvertrag die Verpflichtung übernommen haben, ihre eigene Biodiversität, die Vielfalt an Lebensräumen und an Organismenarten (sowie bei Kulturpflanzen bzw. Haustieren die Sorten- bzw. Rassenvielfalt) im jeweiligen Land zu schützen und auf Dauer zu erhalten – auch wenn sich bei der Ratifizierung wohl nur wenige Länder der Bedeutung dieser Verpflichtung und vor allem der damit verbundenen Kosten bewußt gewesen sein dürften.

Was indigene Pflanzen (Wildpflanzen) betrifft (und nur von diesen soll hier die Rede sein), besteht allgemeine Einhelligkeit darüber, daß deren Schutz am besten durch Erhalten ihrer Lebensräume erfolgt. Bei besonders gefährdeten Arten bzw. bei Arten besonders gefährdeter Lebensräume wird dies nicht ausreichen, sondern Zusatzmaßnahmen erfordern, eben die Ex-situ-Erhaltung, die Erhaltung außerhalb der natürlichen Lebensräume.

Ex-situ-Erhaltung wird vor allem in Botanischen Gärten und vergleichbaren Lebendpflanzensammlungen erfolgen. Diese Aufgabe Botanischer Gärten ist in einem Bericht des österreichischen Umweltministeriums (1997: 38) ausdrücklich anerkannt. Bei Pflanzenarten, deren Samen völliges Austrocknen aushalten, können außerdem mit der Tiefkühlagerung von Samen (von in Kultur gehaltenen Individuen geerntet, Entnahme in der Natur nur mit Vorbehalt) sicher relativ lange Zeiträume überbrückt werden bzw. Reservesamen neben den Lebendpflanzen gehalten werden (ohne daß die Grenzen der Tiefkühlagerung ausreichend erforscht sein dürften). In-vitro-Kultur kommt wegen des hohen Aufwandes meist wohl nur als kurzfristige Überbrückung, vor allem als Vermehrungsphase, in Frage.

Es ist wohl selbstverständlich, daß im theoretischen Idealfalle Ex-situ-Erhaltung eine größere Zahl von Individuen umfassen sollte (um Verarmung der genetischen Variabilität möglichst gering zu halten) und im Heimatland (Ursprungsland) der Art erfolgen sollte (um nicht wesentliche genetische Faktoren bei andauernder Kultur unter anderen Umweltbedingungen wegzuselektionieren). Zum Allgemeinen vgl. z. B. CBD, Artikel 9, CHENEY et al. 2000: 31, 35–36 oder besonders RAUER et al. 2000: 53–63, 106–120; als sehr einfaches, konkretes Beispiel: Verlust der Kurztagspflanzen in einer tropischen *Sorghum*-Population bei Kultur in Mitteleuropa: TEPPNER 1989b.

Beide oben genannten Bedingungen werden in vielen Fällen nicht zu realisieren sein. Hinsichtlich der Populationsgröße kann die im Garten zur Verfügung stehende Fläche stark einschränken, ganz besonders z. B. bei Bäumen, aber auch die Verfügbarkeit von Material. In den Heimatländern wird sich die Erhaltungskultur oft nicht bewerkstelligen lassen. Wenn überhaupt nur mehr ganz wenige Individuen einer Art existieren, werden jedwede Art der Erhaltung und Vermehrungsversuche an jedwedem Orte begrüßenswert sein.

Einige Beispiele aus den nicht wenigen, allerdings noch nicht vollständig erfaßten Fällen im Botanischen Garten des Institutes für Botanik in Graz seien herausgegriffen, um verschiedene Möglichkeiten, Gegebenheiten und Probleme, die sich bei Ex-situ-Erhaltung stellen können, aufzuzeigen.

2. Stark gefährdete Arten, bzw. solche mit sehr kleinem Areal, außerhalb Europas

Aristolochia arborea LINDEN (*Aristolochiaceae*) ist ein Strauch oder kleiner Baum aus dem Unterwuchs tropischer Regenwälder S-Mexicos (Chiapas). Pflanzen dieser Art sind von LINDEN ab 1858 verkauft worden. Ein guter Abriß der Geschichte inkl. der Hinweise auf die wenigen Botanischen Gärten, in denen *A. arborea* in Kultur ist, findet sich in NEINHUIS et al. 1994. Es ist denkbar, daß die bisher in Europa in Kultur befindlichen Pflanzen alle auf Stecklinge von einer Pflanze im Botanischen Garten Bogor zurückgehen, die schon CAMMERLOHER 1923 untersucht hat. Selbstfertilität und Samenansatz nach Handbestäubung wurden schon von CAMMERLOHER 1923 beschrieben und nach diesen Angaben wurde im Botanischen Garten Bonn Samenansatz erreicht und in der Folge auch Sämlinge an andere Gärten abgegeben (NEINHUIS et al. 1994). Wir haben am 07.04.1998 eine schöne, große Pflanze vom Botanischen Garten des Institutes für Botanik der Universität Wien erhalten (dessen Material wiederum vom Botanischen Garten der Univ. Bonn stammt), die seither bei uns im Tropenhaus regelmäßig blüht und nach Handbestäubung erwartungsgemäß leicht Früchte ansetzt. So konnten wir schon zweimal reichlich Samen im Wege des internationalen Samentausches anbieten und damit zur weiteren Ausbreitung in Botanischen Gärten beitragen. Unter unseren Kulturbedingungen (28° C) setzte Keimung ca. drei Monate nach der Aussaat ein. Die grünen Keimblattstiele verlängern sich sehr rasch, während die Keimblattspreiten in der Samenschale eingeschlossen bleiben (Abb. 1) und sich nicht, oder erst sehr spät, wenn die Primärblätter schon voll entfaltet sind, aus der Samenschale befreien. Dies erinnert an das Verhalten von Keimblättern bei Monocotylen. Weitergabe ist zur sicheren Erhaltung dieser Art wichtig, da Wildvorkommen nicht bekannt sind und *A. arborea* daher entweder sehr selten sein muß oder womöglich am natürlichen Standort schon ausgestorben sein könnte. Erstaunlicherweise in der IUCN-1997- und IUCN-2002-Liste nicht enthalten.

Taxonomisch gehört *A. arborea* nach VOGEL 1978: 361 (entgegen SCHMIDT 1935: 240) in *A. subg. Siphisia* sect. *Siphisia* im Sinne von SCHMIDT 1935: 236–237, bzw. ist nach der differenzierten Gliederung von HUBER 1985: 297–300 in die Gattung *Isotrema*, als *I. arborea* (LINDEN) ...? zu stellen. Zu den faszinierendsten Merkmalen von *A. arborea* zählen Cauliflorie aus ausschließlich bodennahen Knospen, sodaß die Blüten mehr oder weniger dem Boden aufliegen, sowie das Pilzmückenblumen-Syndrom; während meist Mimese von Teilstrukturen von Basidiomycetenfruchtkörpern vorkommt, steht hier ein ganzer, *Marasmius*-ähnlicher „Fruchtkörper“ über dem Kesseleingang. Gedanken zur Entstehung dieser Struktur finden sich bei VOGEL 1978: 365 und HUBER 1985: 298.

Cupressus dupreziana A. CAMUS (*Cupressaceae*), die Tamrit- oder Sahara-Zypresse, erst 1924 entdeckt, bis ca. 20 m hohe Bäume, kommt heute einzig in SO-Algerien auf dem Edehi Plateau im Tassili N'Ajjer Gebirge mit höchstens 200 Bäumen vor. In den überalterten, gelichteten Beständen in ca.



Abb. 1. *Aristolochia arborea*, ca. 15 Tage alter Sämling mit langen Keimblattstielen, in der Samenschale eingeschlossenen Cotyledonarspreiten und den Primärblättern.

1100–2000 m Seehöhe gibt es keine Verjüngung mehr (offenbar wegen nur 20–30 mm Jahresniederschlag und des Fehlens eines Bestandesklimas; auch über extrem niedrige Keimfähigkeit der Samen wird berichtet), sodaß die Art am natürlichen Standort vom Aussterben bedroht ist (PONCHET 1994). IUCN-1997: Endangered, IUCN-2002: Critically endangered.

Inzwischen gibt es in Algerien und Frankreich ausreichend Kulturen verschiedener Klone, die auch auf praktische Nutzungsmöglichkeiten getestet werden, sodaß zumindest Ex-situ-Erhaltung gesichert erscheint (PONCHET 1994). Auch Wiederansiedlung von Jungpflanzen am natürlichen Standort wurde bereits versucht.

Dank des Entgegenkommens von Herrn Johannes KRIEGE (Kittsee, Burgenland) haben wir am 25.03.1996 zwei aus Samen vom natürlichen Standort gezogene Sämlinge erhalten, die damals etwa vier Jahre alt waren; inzwischen haben sie das Dach des Kalthauses erreicht. Im Dezember 2000 gab es einige erste männliche, im Dezember 2001 erste weibliche Blütenzapfen. Inzwischen kommt auch Massenblüte vor, allerdings alternieren die beiden Bäume bisher in der Blüte. Dennoch hoffen wir auf eine baldige erste Samenproduktion und unter den günstigen Bedingungen im Kalthaus natürlich auch auf eine bessere Keimrate, als dies der Art bisher nachgesagt wird.

Eucrosia mirabilis (BAKER) PAX (*Amaryllidaceae-Stenomessae*). *Eucrosia* ist eine andine Amaryllidaceengattung, die mit etwa sieben Arten in NW-Peru und W-Ecuador vorkommt. Die Arten haben mit einem Kranz von mehr oder weniger ausgeprägten Pinselblumen auf langem Schaft einen recht spektakulären Habitus. *E. mirabilis* wurde nach kultiviertem Material aus Peru (ohne nähere Ortsangabe) 1869 beschrieben, war die längste Zeit verschollen (MEEROW 1987: 484–487) und galt schon als ausgestorben (IUCN-1997: Extinct, IUCN-2002: –). Sie ist erst in jüngster Zeit an einer Stelle in Ecuador wiedergefunden worden. Unsere zwei Pflanzen (det. A.W. MEEROW, 2002), die jetzt die Andenabteilung bereichern, konnten aus einer Samenprobe der Fa. Chiltern Seeds (Ulverston, Cumbria, England, 1997: 1195E; dort seit 1992 im Angebot) gezogen werden, die wir 1997 unter dem Namen *Stenomesson aurantiacum* erhalten haben und die aus Ecuador stammen soll (möglicherweise von einer zweiten Lokalität??).

Über Fertilität läßt sich noch nichts sagen, da das Material der ersten Blüte für Herbarbeleg und Bestimmung verbraucht wurde; so hoffen wir darauf, bei der nächsten Blüte, mit der wir April/Mai 2003 rechnen, eine Samenreserve dieser offensichtlich sehr seltenen Art anlegen zu können. Vegetative Vermehrung war bisher gering, nur eine Pflanze hat eine Tochterzwiebel gebildet.

Hyophorbe lagenicaulis (L.H. BAILEY) H.E. MOORE (= *Mascarena lagenicaulis* L.H. BAILEY) (*Arecaceae-Ceroxyloideae-Hyophorbeae*), Flaschen-Palme, Bottle Palm. Die natürlichen Vorkommen aller 5 Arten dieser, auf den Maskarenen im Indischen Ozean endemischen Gattung sind nahezu ausgelöscht. *H. lagenicaulis* kommt nur noch in wenigen Individuen (1984: 9 Bäume lt. MABBERLEY 1993: 287) auf exponierten Felsen auf Round Island vor (MOORE 1978: 229–233, UHL & DRANSFIELD 1987: 302–305). IUCN-1997: Endangered, IUCN-2002: Critically endangered. Von der Erde verschwinden wird

diese Palme dennoch nicht, da sie wegen der dekorativen Gestalt in den Tropen gerne kultiviert wird. Im Gewächshaus sind Palmen wegen ihrer Größe fast immer ein Problem; diese Art bleibt zwar klein, dennoch werden wir die bei uns vorhandenen zwei jungen Exemplare wohl nur auf Dauer erhalten können, wenn sich herausstellt, daß sie auch unter Temperierhausbedingungen gedeihen, da im Tropenhaus kein geeigneter Platz zur Verfügung steht.

Nicotiana africana MERXM. (*Solanaceae-Nicotianeae*), die einzige in Afrika einheimische Tabak-Art, wurde anscheinend 1965 erstmals gesammelt und 1975 als neue Art publiziert. Sie ist nach gegenwärtigem Kenntnisstand – abgesehen von gewissen Ähnlichkeiten mit der australischen sect. *Suaveolentes* – mit keiner anderen, rezenten *Nicotiana*-Art näher verwandt und kann daher wohl nur ein Reliktendemit und Nachkomme früher, gondwanischer Tabak-Vorfahren sein (MERXMÜLLER & BUTTLER 1975, mit Abbildungen). Die Art ist perennierend, halbstrauchig und kann im Gewächshaus bis über 3 m Höhe erreichen, für Pflanzen in der Natur werden ca. 2,5 m angegeben. Die leicht gekrümmte Kronröhre hat ca. 3,5 cm Länge und ± 5 mm Durchmesser, der nahezu radförmige, grünlichweiße Saum hat ca. 2,5 cm Durchmesser und wird von den langen Filamenten um bis zu 2 cm überragt. Das ca. 1 mm hohe, orange Nektarium sezerniert reichlich Nektar. *N. africana* wächst in der mittleren Namib (Damaraland) in einem relativ kleinen Gebiet auf einigen isolierten Granitstöcken im Schatten von Felsspalten oder Felsüberhängen. Sie wurde ursprünglich aus dem Gebiet der Spitzkoppen und des Erongo beschrieben (Karte in MERXMÜLLER & BUTTLER 1975: 103). Unser Material, erhalten 1989, erste Blüte 1992, stammt vom NW davon gelegenen Brandberg, aus Spalten der Orabes-Wand in ca. 2100 m Seehöhe (leg. R. & E. PLANITZER, 22.05. 1989). Die Kultur ist problemlos – falls nicht zuviel gegossen wird. Die Pflanzen blühen fast das ganze Jahr, sind selbstfertil und geben nach Handbestäubung bzw. nicht seltenen Zufalls-(Selbst-)Bestäubungen reichlich Samen. Wir konnten die Art daher schon mehrfach im Samentausch anbieten. IUCN-1997: Rare, IUCN-2002: Vulnerable.

Normania triphylla (LOWE) LOWE (*Solanaceae-Solaneae*). *Normania* ist eine zwei Arten umfassende, in Lorbeerwäldern Makaronesiens endemische Gattung; beide Arten sind extrem selten, waren ca. 100 Jahre verschollen und zählen wohl zu den seltensten Pflanzen der Welt. *N. nava* (WEBB & BERTHEL.) FRANC.-ORT. & R.N. LESTER wurde 1973 und 1982 auf der Anaga Halbinsel, Teneriffa, wiedergefunden und gesammelt (offenbar je eine Pflanze). *N. triphylla* von Madeira wurde 1991 von einem Amateur-Botaniker, Father Manuel DE NOBREGA, wiederentdeckt und 1994 konnte er von einer einzigen vorhandenen Pflanze einige Samen ernten, die im National Conservatory in Brest, Frankreich, angebaut wurden; auf 10 hier gezogene Pflanzen geht das Samenmaterial zurück, das an verschiedene Botanische Gärten verteilt worden ist (FRANCISCO-ORTEGA et al. 1993, LESTER 1998). In der Natur auf Madeira wurde *N. triphylla* seither m. W. nicht wieder gesehen. IUCN-1997: Endangered, IUCN-2002: –.

Aus zwei didaktischen Gründen haben wir uns um diese Pflanze bemüht: Einmal wegen einer laufenden Diplomarbeit über *Solanum*-Antheren und deren Öffnungsmechanismen; hier versprach *Normania* wegen der ver-

schiedenen, eigenwilligen Antheren mit Poren und Längsspalt eine interessante Ergänzung zu sein. Zum anderen wünschten wir sie als Bereicherung des Unterwuchses unter unseren Lauraceen in der Makaronesien-Abteilung. Samen erhielten wir freundlicherweise von der Solanaceen-Samenbank am Botanischen Garten der Universität Nijmegen (G.M. VAN DER WEERDEN, 22.12.1998); die Pflanzen entwickelten sich bei uns prächtig (mit sehr zarten, durch den dichten Drüsenbesatz sehr stark klebrigen Blättern), wachsen mehr oder weniger als Spreizklimmer und hingen schließlich über; die Sproßlängen erreichten im Kalthaus wohl 4–5 m. Die schönen blauen Blüten bestäubte ich händisch (und bemühte mich, Fremdbestäubung zu fördern, was in dem Dickicht der Triebe aber nicht genau kontrollierbar war. Reicher Fruchtansatz mit leuchtend roten, wenig saftigen Beeren in den vergrößerten Fruchtkelchen lohnte die Mühe. Drei größere Ernten vom 31.08.–25.09.2000 mit insgesamt ca. 170 Früchten ergaben zahlreiche Samen, die nun tiefgekühlt als Reserve für Wiederansiedelungsprojekte bereit liegen.

Onosma inexpectata TEPPNER (= *O. pulchra* H. RIEDL; *Boraginaceae-Lithospermeae*) ist eine Art, die ausschließlich im Amanus-Gebirge (Nur Dağlari, Prov. Hatay, Türkei, nahe der NW-Grenze Syriens) vorkommt. Reife Früchte wurden ein einziges Mal gesammelt, nämlich 1966 von den bekannten Pflanzensammlern ALBURY, CHEESE & WATSON und vom Botanischen Garten Kew verteilt (TEPPNER 1974b: 64). Diese zwei- bis wenigjährig wachsende, auch im Freiland kultivierbare Art ist nicht nur wissenschaftlich interessant, sondern wegen der attraktiven, weiß bis rosa oder rot gefärbten Blüten (TEPPNER 1980: Abb. 1 und 7) auch vom gärtnerischen Standpunkt attraktiv (TEPPNER 1989a: 330). Um die Verantwortung für die Erhaltung dieser Art in Gartenkultur nicht alleine zu tragen, haben wir mehrfach Saatgut im Wege des internationalen Samentausches angeboten, was leider von anderen Gärten nicht angenommen worden ist. IUCN-1997: Rare (als *O. pulchra*), IUCN-2002: –.

Prunus africana (J.D. HOOK.) KALKMAN (*Pygeum africanum* J.D. HOOK.), *Rosaceae-Prunoideae*, Red Stinkwood, African Cherry, ist ein Baum der Bergländer (z. T. der Nebelwälder) des tropischen Afrika, dessen Areal bis S-Afrika und Madagaskar reicht. KOEHNE 1915 hat im Zuge seiner detaillierten systematischen Studien zur Gattung *Prunus* leider *Pygeum* als eigene Gattung anerkannt (KOEHNE 1913), sodaß die tatsächlichen Verwandtschaftsbeziehungen bei ihm nicht zum Ausdruck kommen. KALKMAN 1965 gliedert *Prunus* L. subg. *Laurocerasus* (DUH.) REHD. in drei Sektionen: sect. *Laurocerasus* (mit *P. africana*, 14 altweltliche Arten), sect. *Mesopygeum* (KOEHNE) KALKMAN (34 altweltliche Arten, Hauptmasse der früher zu *Pygeum* gezählten Arten) und eine noch namenlose, amerikanische Sektion; andererseits fällt aber auf, daß *P. africana* und die ostbrasilianische *P. sellowii* KOEHNE 1915: 321–322 praktisch idente, dünnwandige, zweiteilige Steinkerne besitzen.

Neben der Holz-Nutzung (durch Springen und Torsion begrenzt) ist vor allem die *P. africana*-Borke ein begehrtes Rohmaterial zur Herstellung pharmazeutischer Präparate gegen benigne Prostatahypertrophie [VAN WYK et al. 1997: 200–201 (mit Photos), HALL et al. 2000]. Dies hat durch Übernutzung und/oder unsachgemäße Nutzung den Baum leider zu einer gefährdeten Art

gemacht, zeigt aber auf der anderen Seite, daß Modelle für nachhaltige Nutzung der Wildbestände und Kultur möglich sind (z. B. ACWORTH & EWUSI 1999, HALL et al. 2000). IUCN-1997: nicht enthalten, wohl deshalb, weil die Art noch nicht in allen Arealteilen gefährdet ist. Erfahrungsgemäß folgt aber auf die Übernutzung in einem Gebiet rasch der Angriff in einem weiteren, bisher verschonten. IUCN-2002: Vulnerable.

Wir haben uns primär aus didaktischen Gründen um diese Pflanze bemüht und 2000 vom National Tree Seed Project Addis Abeba, Äthiopien, durch Vermittlung von Prof. Ch. PUFF (Wien) tatsächlich eine Samenprobe erhalten. Trotz sehr schlechter Keimrate und hoher Ausfallsrate der Sämlinge gelang es, zwei Bäumchen auf z. Z. 117 bzw. 180 cm Höhe heranzuziehen. So hoffen wir nun, beide bis zur Blühfähigkeit zu bringen und eine allfällige Samenernte mit besserer Keimfähigkeit für Kultur- oder Wiederansiedelungsprojekte im Ursprungsland zur Verfügung stellen zu können.

Theophrasta jussieui LINDL. (*Theophrastaceae*) ist ein sehr langsam wachsendes Schopfrosettenbäumchen mit langen, schmalen, derben, am Rande mit stechenden Zähnen besetzten Blättern. Die Blütenstände entwickeln sich in oder auf dem Detritus, der sich in der Basis des Blattschopfes sammelt oder hängen zwischen den Blättern abwärts. Die Art ist nur an ganz wenigen Lokalitäten im NW von Hispaniola in saisonalen halb- bis immergrünen Wäldern bei 400–850 m gesammelt worden. Unsere Pflanze geht wahrscheinlich, wie die Originalbeschreibung, auf Material zurück, das W. HAMILTON 1814 gesammelt hat und in der Folge im 19. Jh. offenbar weithin in europäischen Gewächshäusern in Kultur war (STÄHL 1987: 536–537); in Graz muß sie wohl schon im alten Joanneumsgarten vorhanden gewesen und im September 1889 mit dem übrigen Bestand in den neuen Universitätsgarten übersiedelt worden sein. Heute sind in Europa offenbar nur mehr ganz wenige Pflanzen in Kultur; außer dem Individuum im Botanischen Garten in Graz ist mir nur noch eines im Botanischen Garten der Jagiellonen-Universität in Krakau bekannt geworden (dort 1985–1989 auf der vierten Umschlagseite des Samenkataloges abgebildet). *T. jussieui* blüht fast jedes Jahr, ist aber anscheinend selbststeril, jedenfalls haben zahlreiche Bestäubungsversuche in Graz, inkl. Vorbehandlung der Narben, bisher keinerlei Fruchtansatz gebracht; wir haben vereinbart, bei nächster Gelegenheit zwischen beiden Gärten Pollen auszutauschen. Vermehrung über Blattstecklinge gelang uns bisher nicht. Wurzelbrut ist ein extrem seltenes Ereignis; sie ist nach Abtrennen von der Mutterpflanze in Graz bald eingegangen. Vielleicht ist es nötig, die Pflanzen größer werden zu lassen, bis sie mehr eigene Wurzeln besitzen.

Trotz des Auffindens einer Wild-Population in jüngster Zeit (STÄHL, briefl. Mitteilung) ist die schon für ausgestorben gehaltene Art wohl zu den gefährdeten Pflanzen zu rechnen, auch wenn die Art in der IUCN-1997- und IUCN-2002-Liste nicht enthalten ist.

Zea diploperennis ILTIS, DOEBLEY & GUZMÁN (*Poaceae-Andropogoneae*), Diploperenne Teosinte. Die Kulturpflanze *Zea mays* L. subsp. *mays* entstand nach heutiger Kenntnis aus verwandten, annualen Wildgräsern (Teosinte), vor allem kommt *Zea mays* subsp. *parviglumis* ILTIS & DOEBLEY als Ansatzpunkt für die seinerzeitige Domestikation in Betracht. Daneben gibt es

noch zwei perennierende Teosinten, nämlich *Z. diploperennis* ($2n = 20$) und *Z. perennis* (HITCHC.) REEVES & MANGELSD. ($2n = 40$), die beide relikitär an je einem Fundort in Mexico, Prov. Jalisco, vorkommen, *Z. perennis* außerdem noch bei Mexico City, wobei erstere, weil diploid, wohl die ursprünglichste Sippe in der Gattung ist. Allen Teosinten ist gemeinsam, daß im weiblichen, bei der Reife zerbrechlichen Teil der Ähre bzw. in den weiblichen Ähren nicht Ährchenpaare sondern nur einzelne Ährchen mit je einer weiblichen Blüte auftreten, sodaß die Körner in nur zwei Zeilen in der schmalen, dünnen Ähre stehen.

Z. diploperennis ist erst seit ILTIS et al. 1979 bekannt. Sie ist als Kübelpflanze, im Winter im Kalt- oder Temperierthaus, im Sommer im Freiland, leicht zu kultivieren; wir ziehen seit 1983, also kurz nach der Entdeckung, mehrere Klone, die im Kurztag im Winter blühen und meist (in manchen Jahren fehlen männliche Ährchen ganz oder fast ganz) reichlich Früchte ansetzen, von denen wir schon mehrfach Material im Samentausch anbieten konnten. IUCN-1997: Vulnerable, IUCN-2002: –.

3. Makaronesien-Schutzsammlung

Makaronesien (Azoren, Madeira, Kanarische Inseln, Kapverden, Teil der NW-Küste Afrikas) war schon im Altbestand gut vertreten und wir haben in jüngerer Zeit versucht, diesen unter dem Gesichtspunkt der Nutzung für die Lehre zu einer, zwar kleinen, aber repräsentativen allgemeinen Sammlung auszubauen. Unter den über 100 Arten (aus 43 Familien) dieser geographisch umgrenzten Sammlung finden sich viele seltene und bedrohte Arten, sodaß wir diese Sammlung nun als Schutzsammlung besonders betreuen und als Ganzes erhalten wollen (gelistet in KLINGENSTEIN et al. 2002: 76, 151). An einer Dokumentation dieser Sammlung, vergleichbar mit der der Gräser (TEPPER 2002) und ebenfalls international zugänglich, wird gearbeitet.

4. Stark gefährdete Arten Europas außerhalb Österreichs

Darüber soll hier noch nicht berichtet werden, da über den Fortgang der entsprechenden Kulturen (z. B. *Cistus palhinhae* und *Onosma sangiasensis*) noch keine langfristigen Prognosen möglich sind.

5. Gefährdete Arten der Steiermark und der Nachbarländer

Von den gegen 2000 Gefäßpflanzenarten der Steiermark gelten (nach NIKLFELD 1999: 38) 46 Arten als ausgestorben, ausgerottet oder verschollen, während 349 Arten den Gefährdungsstufen 1 (93), 2 (103) und 3 (153) zugeordnet werden.

Verschiedene Kulturversuche solcher gefährdeter Arten wurden in früherer und jüngerer Zeit mit unterschiedlichem Erfolg durchgeführt. Leider wurden diese Populationen im Garten vielfach irgendwann einmal zuwenig gepflegt und überwacht, sodaß sich die Erfolge bisher in Grenzen hielten.

Carex fritschii WAISBECKER (*Cyperaceae*), Fritsch-Segge. Diese Art mit sehr disjunktem Areal, im nördlichen Mitteleuropa äußerst selten, kommt im übrigen vom Tessin, über die Umgebung von Triest bis Westungarn und Slowakei vor (exkl. Steiermark), vgl. z. B. MELZER & BREGANT 1991. In Kärnten sind nur in zwei Quadranten in der Umgebung von Villach aktuelle Vorkommen bekannt; von einer Population ist Material seit 1994 in Kultur, blüht und gedeiht gut, bisher allerdings mit mäßigem Zuwachs. Auch Auflaufen von Sämlingen wurde nur in geringem Maße beobachtet. In Österreich auch noch im Burgenland.

IUCN-1997: –, IUCN-2002: –, NIKLFELD 1999: Stark gefährdet.

Crocus. Die beiden heimischen *Crocus*-Arten *C. exiguus* SCHUR (Syn. *C. vittatus* SCHLOSS. & VUK.; vgl. DIETRICH 2002: 26) und *C. albiflorus* W.K. sind in den höheren Lagen zur Zeit gewiß nicht gefährdet. Die Populationen in den Wiesen mittlerer und tiefer Höhenstufen sind dagegen durch Intensivierung der Nutzung (Düngung), Aufhören der Mahd und im Gefolge Verbuschung und Wiederbewaldung, Aufforstung etc. sehr stark gefährdet. Dies, und der Bedarf, definiertes Material für wissenschaftliche Zwecke greifbar zu haben, machen die Kultur von Wildmaterial dieser Arten sinnvoll. Ein Hauptproblem, das sich auch bei anderen Knollen- oder Zwiebelgeophyten stellt, sind Wühlmäuse, weshalb sich die Kultur über mehrere Jahre hinweg nur in eingesenkten Schalen oder Maschendrahtkörben als möglich erwiesen hat.

Besonders unangenehm war, daß wir durch Mäuse die erste Garnitur von *Crocus ×fritschii* DERGANČ verloren haben. Die Hybride ist zwar an sich gut kenntlich, aber wegen der Variabilität, v. a. von *C. exiguus*, und der Rückkreuzungen muß, wenn man sicher primäre Hybriden in Kultur haben will, jede Knolle karyologisch überprüft werden (*C. ×fritschii*: $2n = 13$, *C. albiflorus* $2n = 8$, *C. exiguus* $2n = 18$). Der Aufbau einer Population ist daher mühsam; ich habe diese Arbeiten ein zweites Mal getan und kann nur hoffen, daß es diesmal gelingt, diese Hybride in Kultur zu erhalten.

Da wahrscheinlich keine andere Gelegenheit kommen wird, um die damit verbundenen Chromosomenzählungen zu publizieren, sei es gestattet, die Resultate hier mitzuteilen. Herkunft allen Materials: W-Steiermark, Koralpe, Reinischkogel-Gebiet, Sommereben ober Stainz, Magerwiesen.

***C. albiflorus*:**

NNW Sommerebenkapelle, ca. 980 m, 9.4.1993, 15.4.2001 5 Individuen, **$2n = 8$**

***C. exiguus*:**

Zwischen Reinbacher und Gregerhansl, ca. 795 m, 19.4.1992;
zwischen Klughiasl und Wassermann, S Gehöft Wölfl, ca. 870 m,
27.3.1997;

NNW Sommerebenkapelle, ca. 980 m, 9.4.1993, 27.3.1997 11 Individuen, **$2n = 18$**

***C. ×fritschii*:**

NNW Sommerebenkapelle, ca. 980 m, 9.4.1993, 15.4.2001 5 Individuen, **$2n = 13$**
Rückkreuzungsabkömmling:

NNW Sommerebenkapelle, ca. 980 m, 9.4.1993 (Merkmale:
Blütengröße intermediär, Griffeläste ca. 2 mm über den
Antherenspitzen, Perigon hell lila, ohne weißlichen Saum und
ohne dunkles Mal, an der Spitze etwas streifig) 1 Individuum, **$2n = 20$**

Bei *Crocus*, in ähnlicher Weise auch bei *Galanthus nivalis*, *Leucojum vernum*, *Helleborus*-Arten etc. stellt sich weiters das Problem, daß Populationen der selben Art und verwandter Arten im Botanischen Garten selbst und in den Nachbargärten überreich vorhanden sind. Man kann daher die gewünschten Populationen nur rein erhalten, solange man sich darauf verlassen kann, daß nach der Anthese alle Blüten bzw. unreifen Früchte entfernt werden, aus allenfalls herantransportierten Samen aufgelaufene Sämlinge gejätet werden und man sich alleine mit der vegetativen Vermehrung begnügt.

IUCN-1997: –, IUCN-2002: –, ZIMMERMANN et al. 1989: –, NIKLFELD 1999: *C. albiflorus*: Regional gefährdet.

Doronicum cataractarum WIDDER (*Asteraceae-Senecioneae*), Sturzbach-Gemswurz, Korallenhauptstock (Steiermark und Kärnten), mit der Bestandessituation dieser Hochstaude der Oberläufe der Gebirgsbäche beschäftigte sich SACKL 1997. Erste Kulturversuche im Botanischen Garten Graz auf einer kleinen Feuchthfläche neben der *Picea omorika* sind gescheitert. Ursache: wie bei vielen *Senecioneae* stellte sich extrem starker Blattlausbefall ein, hier, in tiefer Lage, schon bald nach dem Austrieb im Frühjahr. Regelmäßige Blattlausbekämpfung fand nicht statt. Der bisher letzte Versuch Ende der 80er-Jahre im kleinen Bachlauf am „Farnhügel“ schlug ebenfalls fehl. Ursache: mechanische Zerstörung; es wurde zu spät bemerkt, daß Kinder den Bachlauf zum Spielplatz gewählt hatten.

IUCN-1997: Rare, IUCN-2002: –, ZIMMERMANN et al. 1989: Stark gefährdet, NIKLFELD 1999: Potentiell gefährdet.

Iris sibirica L. (*Iridaceae*), Sibirische Schwertlilie, die früher in den Ennstalwiesen fast allgegenwärtig war, wird immer stärker zurückgedrängt, auch wenn es einzelne schöne Bestände noch gibt. Von einer Wiese bei Selzthal, die inzwischen dem Autobahnbau zum Opfer gefallen ist, wird ein kleiner Bestand seit 1974 kultiviert. Zur Vermeidung von Hybridisierung wurde die Kultur in einem Privatgarten belassen, wo nur *I. germanica*, *I. pallida* und *I. pseudacorus* daneben wachsen, die sich nicht mit *I. sibirica* kreuzen. Durch die vegetative Vermehrung über das Rhizom ist der Original-Genotyp neben den aus Samen entstandenen Tochterpflanzen noch vorhanden. Dank der reichlichen Samenproduktion war die Art schon mehrfach im Samenkatalog angeboten.

IUCN-1997: –, IUCN-2002: –, ZIMMERMANN et al. 1989: Gefährdet, NIKLFELD 1999: Stark gefährdet.

Menyanthes trifoliata L. (*Menyanthaceae, Asterales*), Bitterklee, ist in der Ober-Steiermark zwar noch keine Rarität, viele Bestände gehen aber durch Trockenlegung immer mehr zurück (für Österreich: Gefährdungsstufe 3, NIKLFELD 1999: 86). Da die Art für didaktische Zwecke (Heilpflanzenabteilung) benötigt wird, wurde sie von einem steirischen Vorkommen (Furtnersteich bei Neumarkt) in Kultur genommen; seit über 20 Jahren hält sie sich in einem eingesenkten Betonring ohne Probleme und vermehrt sich ausreichend vegetativ. Entweder bestand schon das Ausgangsmaterial nur aus einem Klon, oder ein Klon hat sich im Zuge der Kultur durchgesetzt, jedenfalls unterbleibt die Ausbildung von Samen fast völlig.

IUCN-1997: –, IUCN-2002: –, ZIMMERMANN et al. 1989: –, NIKLFELD 1999: Gefährdet.

Pedicularis sceptrum-carolinum L., Karlsszepter, Moorkönig. Am einzigen verbliebenen Standort in der Steiermark, im Paltental (STADLER 1978), unseres Wissens der einzige in den Alpen, jedenfalls der letzte in Österreich, war die Samenproduktion 2002 so ausgezeichnet, daß die Entnahme einer Probe vertretbar war und wir nun optimistisch sind, auf einer kleinen Flachmoorfläche im Botanischen Garten einen Bestand etablieren zu können.

IUCN-1997: –, IUCN-2002: –, ZIMMERMANN et al. 1989: In kritischem Maß gefährdet, NIKLFELD 1999: Vom Aussterben bedroht.

Saxifraga paradoxa STERNBERG (*Saxifragaceae*), Glimmer-Steinbrech, ein Endemit der Koralpe (vom Sallagraben nach S) und des Bachergebirges, gedeiht vor allem unter Gneisfels-Überhängen (Balmen; TEPPNER 1982: 67). Die Art gedieh im Botanischen Garten über Jahrzehnte ohne Probleme in einer nach N offenen Höhle aus Gneisplatten, die Prof. F. J. WIDDER speziell dafür hatte anlegen lassen; sein Gartenleiter J. GALATIK baute zur Sicherheit im Garten geerntete Samen alljährlich in einem gedeckten Kasten in einer Schale an, sodaß im Bedarfsfalle nachgepflanzt werden konnte. In jüngerer Zeit ist die Pflanze mangels Betreuung während der Sommer verschwunden. Jüngst in Töpfen in einem tiefen, gedeckten Kasten gezogene Pflanzen haben sich nicht gehalten, sie sind im Gegensatz zu *Silene veselskyi* der Konkurrenz stark aufkommender Laubmoose erlegen. Ein neuer Anlauf in der noch bestehenden Höhle, mit besserer Betreuung, wäre nötig.

IUCN-1997: –, IUCN-2002: –, ZIMMERMANN et al. 1989: Nicht gefährdet, aber endemisch, NIKLFELD 1999: Gefährdet.

Silene veselskyi (JANKA) BÉG. **subsp. *widderi*** KOFOL-SELIGER & T. WRABER 1980 (*Caryophyllaceae*), Widder-Woll-Strahlensame. Diese Subspecies ist nur aus dem südlichen Koralpengebiet, nämlich dem Bistrica-Tal in Slowenien und dessen Seitental, dem Krumbach-Graben in der Steiermark, bekannt; sie gedeiht hier unter überhängenden Silikatfelsen, während die übrigen, südlich anschließenden Sippen dieser Art über Kalk vorkommen. Gleichgültig, wie die taxonomische Einstufung in diesem schwierigen Formenkreis in Zukunft aussehen sollte (einige Möglichkeiten sind z. B. in MELZER 1982: 131–133 andiskutiert), handelt es sich um eine sehr lokale Rarität in der Steiermark.

Die Kultur in Töpfen in einem tiefen, im Winter gedeckten Kasten war bisher über einige Jahre möglich, es gelang jedoch noch nicht, die Pflanze im Botanischen Garten an einer, dem natürlichen Standort nachgebauten Stelle zu etablieren.

IUCN-1997: –, IUCN-2002: –, ZIMMERMANN et al. 1989: nicht enthalten, NIKLFELD 1999: Stark gefährdet.

Tephrosieris aurantiaca (WILLD.) GRISEB. & SCHENK (*Asteraceae-Senecioneae*), Oranges Aschenkraut, geht im Grazer Bergland immer stärker zurück, weil entsprechende Magerwiesen in der Hügel- und unteren Bergstufe durch Unterbleiben der Mahd (damit Überhandnehmen der Horstgräser und

Verbuschung) oder Aufforstung verloren gehen. Mit einer kleinen Samenprobe von den Osthängen des Plabutsch, wo nach Angabe des Sammlers A. DRESCHER die wenigen, noch vorhandenen Individuen wegen der Dichte der Horstgräser (*Bromus erectus* und 7 weitere dominierende Arten) kaum Chancen auf Neuetablierung haben, wollen wir nun eine Population aufbauen, wobei von vornherein klar ist, daß das Vermeiden von Hybridisierung eine Herausforderung sein wird.

IUCN-1997: –, IUCN-2002: –, ZIMMERMANN et al. 1989: In kritischem Maß gefährdet, NIKLFELD 1999: Vom Aussterben bedroht.

***Waldsteinia ternata* (STEPHAN) FRITSCH subsp. *trifolia* (KOCH) TEPPNER** (*Rosaceae*), Dreiblättrige Waldsteinie. Die im Zuge der Dissertation von TEPPNER 1968, 1974a zusammengetragene Spezielsammlung der Gattung *Waldsteinia* ging danach weitgehend verloren. Vor allem Teile des mitteleuropäischen Materials wurden damals im Botanischen Garten ausgepflanzt, die Pflanzen haben sich zum Teil gehalten, sind aber durch Verlust der Etiketten für wissenschaftliche Zwecke praktisch wertlos geworden. Von dem, was 1999 noch brauchbar war, sind Lebendpflanzen für embryologische Studien an das Botanische Institut der Universität Krakau abgegeben worden.

W. ternata kommt in O-Asien, im Gebiet des Baikalsees und mit der subsp. *trifolia* in Europa vor. In Rumänien findet sich eine dort relativ weit verbreitete Form mit $2n = 6x = 42$ Chromosomen. In SO-Kärnten, im angrenzenden Slowenien und in der Slowakei kommen jeweils Pflanzen mit $2n = 4x = 28$ und $2n = 5x = 35$ Chromosomen sporadisch an wenigen Stellen vor (TEPPNER 1974a).

W. ternata subsp. *trifolia* mit $2n = 5x = 35$ aus dem Tal des Wölfnitzbaches bei Lippitzbach in Kärnten (MAURER et al. 1975), durch Erosion einer der gefährdetsten Standorte, wurde seit 1973 in einem Privatgarten gezogen und davon 1991 im Botanischen Garten an halbschattiger Stelle (bei der Einfahrt auf das „Postgrundstück“) gepflanzt. Die durch die vegetative Vermehrung dichte Decke muß inzwischen regelmäßig reduziert werden, damit die Nachbarpflanzen nicht erdrückt werden. Material einer weiteren pentaploiden Population, vom Burgstallkogel bei Lavamünd, ist im vollen Waldesschatten in Kultur und vermehrt sich dort naturgemäß schwach.

Tetraploides Material aus Österreich ist zur Zeit nicht in Kultur, sollte aber wieder besorgt werden. Zur Zeit haben wir nur solches aus Slowenien von einer Stelle bei Mislinja. Dieser Punkt N der Schlucht Huda Lukja dürfte ca. 3 km N der von NAGLIČ 1979 beschriebenen Vorkommen (bei 450–460 m) liegen. Wahrscheinlich werden letztere Pflanzen auch tetraploid sein, aber nach den Erfahrungen in Österreich, wo im Feistritzbachtal bei St. Luzia Klone beider Ploidiestufen wachsen (TEPPNER 1974a: 285–286, 293), darf man dies nicht automatisch annehmen, sondern müßte sicherheitshalber aus dem Hauptvorkommen auch noch eine Stichprobe untersuchen.

MÁJOVSKÝ in MÁJOVSKÝ et al. 1978: 10–13, 40 hat die Klone nach den Chromosomenzahlen zu Taxa zusammengefaßt, danach wären die Tetraploiden *W. ternata* subsp. *magicii* MÁJOVSKÝ und die Pentaploiden *W. teppneri* MÁJOVSKÝ. Ob bei weitgehenden Apomikten eine solche Aufsplitterung gerechtfertigt ist, sei dahingestellt; dies ließe sich, wenn Material greifbar ist,

durch Allozym- oder DNA-Studien leicht nachweisen, denn dann müßten die Tetraploiden in Kärnten, Slowenien und der Slowakei auf der einen Seite und die Pentaploiden in Kärnten, Slowenien und der Slowakei auf der anderen Seite einander näher stehen, als z. B. die Tetraploiden und Pentaploiden in Kärnten oder einem der anderen Teilareale. Da es in den anderen Arealteilen ähnliche Reihen gibt ($2n = 28, 42$ bei subsp. *maximowicziana* in Ostasien; $2n = 14, 42$ bei subsp. *ternata* im Raume Baikalsee) und bei der amerikanischen *W. fragarioides* subsp. *fragarioides* $2n = 14, 21, 42$, tendiere ich z. Z. eher zur letztgenannten Möglichkeit, d. h. zu konvergenter Entstehung der höheren Ploidiestufen in den verschiedenen Teilarealen aufgrund ähnlicher Fortpflanzungsmodi.

IUCN-1997: –, IUCN-2002: –, NIKLFELD 1999: Stark gefährdet.

Bisher unpublizierte Chromosomenzählungen:

- W. ternata*** (STEPHAN) FRITSCH **subsp. *trifolia*** (KOCH) TEPPNER (Abb. 2 A):
Slowenien, zwischen Velenje und Slov. Gradec, Paka-Tal, SW Mislinja, N-Ende der Schlucht Huda Lukja, rechtes Ufer, ca. 520 m, Quadrant 9557/3; 25.5.1995; leg. H. TEPPNER & R. KARL **$2n = 28$**
- W. ternata*** (STEPHAN) FRITSCH **subsp. *ternata*** (Abb. 2 B):
Rußland, Gebiet des Baikalsees, Sajan; leg. L.I. MALYSHEV (Irkutsk) (erhalten Oktober 1970) **$2n = 42$**
- W. fragarioides*** (MICHX.) TRATT. **subsp. *fragarioides*** (Abb. 2 C):
U. S. A., Virginia, Franklin County, Smart View - Blue Ridge Parkway, offener Wald, feucht; leg. Carroll WOOD. Erhalten 1971 vom Arnold Arboretum, vermittelt von Ch. PUFF **$2n = 42$**

6. Die Freiland-Abteilungen des Botanischen Gartens und Rote-Liste-Arten

Der Pflanzenbestand der Freilandabteilungen reicht z. T. sicherlich weit zurück und ist über viele Jahrzehnte, bis zu unseren heutigen Aktivitäten hin, laufend ergänzt und verändert worden. Die Gründe für die Aufnahme einer bestimmten Art in die Kultur sind sehr vielfältig und reichen von ganz speziellen didaktischen Zwecken oder Forschungsvorhaben über Bestrebungen, eine Übersicht über die Vielfalt der Blütenpflanzen oder der Pflanzen eines geographischen Raumes zu geben, bis zu \pm zufallsbedingten Gründen. Als in der Arbeitsgemeinschaft Österreichischer Botanischer Gärten eine intensive Diskussion um Ex-situ-Erhaltung begann, erschien es uns wünschenswert zu wissen, was, außer den im Abschnitt 5 behandelten Arten, insgesamt an bedrohten Arten Österreichs bei uns kultiviert wird. Wir haben daher im Herbst 1997 unseren gesamten Bestand nach Arten, die in der Roten Liste für Österreich (NIKL FELD 1999) bzw. für Steiermark (ZIMMERMANN et al. 1989) als gefährdet eingestuft sind, durchforstet und diese Taxa samt ihren Herkunftsdaten erhoben (DRESCHER et al. 1998). Diese Liste wurde im Jahre 2000 einer Revision unterzogen, sodaß für den internen Gebrauch eine zweite Version vorliegt.

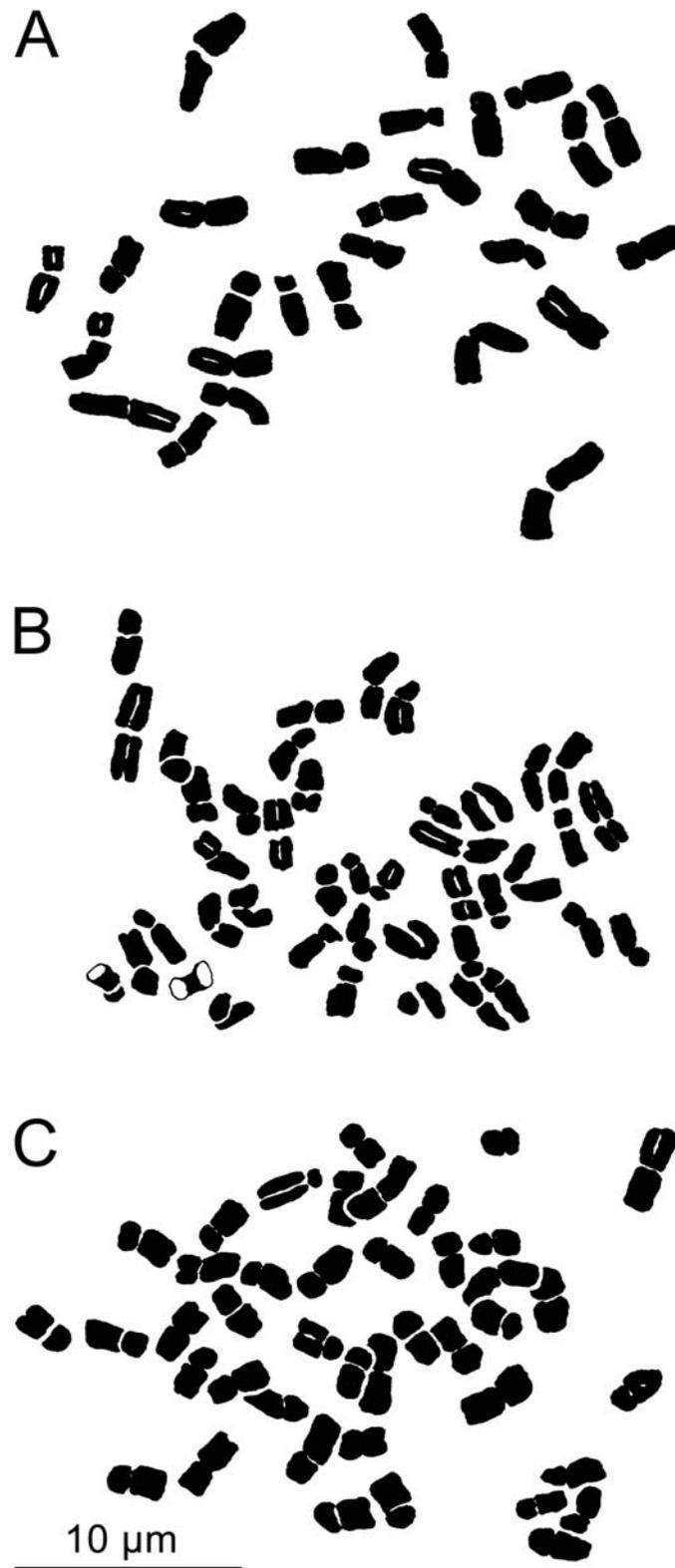


Abb. 2. Mitotische Metaphase-Chromosomen aus Wurzelspitzen (8-Hydroxychinolin-Vorbehandlung, Karmin-Essigsäure-Quetschpräparate).

A. *Waldsteinia ternata* subsp. *trifolia*, Slowenien, Mislinja, $2n = 28$.

B. *Waldsteinia ternata* subsp. *ternata*, Baikalsee, $2n = 42$.

C. *Waldsteinia fragarioides* subsp. *fragarioides*, U.S.A., Virginia, $2n = 42$.

Eines ergab sich gleich: Es erschien nicht zielführend, nur in relativ kleinen Arealteilen regional gefährdete Arten mitzubedenken. Um ein Beispiel zu nennen: Es macht in der Steiermark keinen Sinn, *Alnus alnobetula* als bedrohte Art zu berücksichtigen, weil Vorkommen im Vorland nördlich der Alpen gefährdet sind.

Der Abstand zwischen den beiden Erhebungen ist zu gering, um irgendeinen längerfristigen Trend mit Sicherheit herauslesen zu können; immerhin hat sich ergeben, daß in der untersuchten Zeitspanne 14 Akzessionen verloren gegangen, während 22 hinzugekommen sind.

Bei ca. 3000 in Österreich einheimischen Gefäßpflanzen sind nach NIKL-FELD 1999: 38 bereits 1021 Arten den Gefährdungskategorien 0 (36), 1 (172), 2 (348) und 3 (465) zugeordnet. Dazu kommen noch 166 Stufe 4-Arten, sodaß sich eine Gesamtzahl von 1187 Arten ergibt. Davon sind 188 Arten (ca. 1/6) in 223 Akzessionen in unserem Garten in Kultur. Nach der Herkunft des Materials ergibt sich folgende Aufschlüsselung:

Österreichisches Material	87 Akzessionen
Herkunft außerhalb Österreichs	53 Akzessionen
ohne Herkunftsangabe	83 Akzessionen
Zwei oder mehr Akzessionen pro Art	33 Arten

Aus dieser sicherlich unbefriedigenden Herkunftssituation ergeben sich als wichtige Schlußfolgerungen für das Management und die zukünftige Entwicklung der Sammlung:

1. bei Neuerwerb Berücksichtigen österreichischer Populationen
2. Ersatz von Material unbekannter Herkunft
3. Bereinigung auf eine Herkunft pro Art oder Maßnahmen, die Kreuzung der Herkünfte einer Art verhindern (bei einem kleinen Garten schwierig; als Notlösung wurde bei wertvollen Akzessionen z. T. Auslagerung in Privatgärten praktiziert).

7. Erfahrungen aus 2. – 6.

7.1. Zahl bedrohter Arten : Zahl der Gärten

Da eine Ex-situ-Erhaltungskultur sehr aufwendig sein kann, ist es theoretisch sicher sinnvoll, wenn sich ein Garten, besonders ein kleiner, auf ganz wenige, besonders gefährdete, heimische Arten konzentriert (z. B. CHENEY et al. 2000: 35). Dem steht zweierlei entgegen.

a) Die hohe Zahl gefährdeter Arten. Der Arbeitsgemeinschaft Österreichischer Botanischer Gärten gehören 17 Gärten sehr unterschiedlicher Größe an. Die Zahl der Rote-Liste-Arten in Österreich in den Gefährdungsstufen 0–1 beträgt 208, in den Stufen 0–3 1021. Die Zahl der Botanischen Gärten der Welt wird auf ca. 1700 geschätzt. Die IUCN Liste 1997 – bei allen Vorbehalten gegenüber vielen Details spiegelt sie doch eine Größenordnung wider, mit der man als Untergrenze zu rechnen hat – enthält neben 751 in der Natur ausgestorbenen oder vermutlich ausgestorbenen Arten alleine über 6500 in der

höchsten Gefährdungsstufe. [IUCN 2002: 92 bzw. 2337; über die speziellen Probleme mit dieser Version der IUCN-Liste und der nur formal bedingten und allen regionalen, praktischen Erfahrungen entgegenstehenden, scheinbaren Reduktion der Zahl gefährdeter Arten vgl. den Kommentar von HEYWOOD 2003. Die Problematik klingt auch beim Vergleich der Angaben aus beiden Listen im Abschnitt 2 an, ebenso beim Vergleich der IUCN-Daten mit den Rote-Liste-Angaben in ZIMMERMANN et al. 1989 und NIKLFELD 1999 im Abschnitt 5.]

b) Da die Dichte der Botanischen Gärten auf der Erde sehr ungleich verteilt ist, wird sich kein Garten so ohneweiters der Erhaltung in seiner Umgebung nicht heimischer Pflanzen entziehen können, insbesondere, wenn solche schon zum Bestand des Gartens gehören.

7.2. Mehrfach-Absicherung

In jedem Garten kann es, auch bei bester Organisation und größtem Verantwortungsbewußtsein, zu Zwischenfällen kommen, die zum Verlust einer Art führen (Extremfall: Schließung von Gärten). In der Natur schon ausgestorbene, oder unmittelbar vor dem Verschwinden stehende Arten sollten daher nach Möglichkeit in mehreren Gärten erhalten werden.

7.3. Lokal bedrohte Populationen

Individuen aus lokalen, abgesprengten Populationen anderwärts weiter verbreiteter und häufiger Arten können nur lokal erhalten werden.

7.4. Erhaltung von Variabilität

Die Forderung nach genetischer Vielfalt des Ausgangsmaterials wird oft nicht zu erfüllen sein (vgl. z. B. *Normania triphylla* oder *Theophrasta jussieui* im Abschnitt 2). Ab zwei Individuen kommt der Erhaltung der (noch) vorhandenen Variabilität größte Bedeutung zu, wobei die Methoden sehr von Lebensform und Fortpflanzungsmodus abhängen werden. Im Falle vegetativer Vermehrung oder Verjüngung ist strikt darauf zu achten, daß die Individuen markiert sind und beim Abstecken, Absenken oder Teilen alle Individuen erhalten werden (und nicht nur eines vermehrt wird und die anderen verlorengehen). Bei diözischen Arten oder bei selbststerilen steht man sonst rasch vor dem Problem, daß nur mehr ein Klon vorhanden bleibt und damit generative Vermehrung überhaupt entfällt [z. B. sind von *Neoalsomitra podagrica* STEENIS (*Cucurbitaceae*) und *Pentastemona sumatrana* STEENIS (*Pentastemonaceae*, früher *Stemonaceae*) in Europa zur Zeit offenbar nur männliche Pflanzen greifbar oder von der großblättrigen, in europäischen Gewächshäusern üblichen *Erythroxylum*-Art (wohl *E. coca* LAM.), die steril bleibt, nur der Kurzgriffel-Typ (während die kleinblättrigen Pflanzen, wohl *E. novogranatense* (MORRIS) Hieron. zwar Langgriffel-Blüten besitzen, aber selbstfertil und, anscheinend durch Krümmungen des Griffels, auch selbstbestäubend sind)].

7.5. Gefahr der Hybridisierung

Bei Taxa mit der Potenz zu Fremdbestäubung darf nur eine Akzession pro Garten bzw. pro Gewächshaus gehalten werden, wenn die Reinheit erhalten bleiben soll.

Gibt es Gründe für das Halten mehrerer Akzessionen, müssen Maßnahmen gesetzt werden, um Kreuzung zu verhindern; wir haben in einigen Fällen die Auslagerung in Privatgärten gewählt. Alternativ wären die blühenden Teile nach der Anthese zu entfernen (vgl. Abschnitt 5 unter *Crocus*).

Bei Gattungen, deren Arten zum Hybridisieren neigen, kann nur eine Art oder eine kleine Auswahl von möglichst verschiedenen Arten gehalten werden. Z. B. *Dianthus*, *Delphinium*, *Aconitum*, *Pulsatilla*, *Helleborus*, *Monarda*, *Onosma* etc. sind bei Kultur verwandter Taxa ohne gravierende Zusatzmaßnahmen (einige Meter Distanz reichen nicht) keinesfalls über längere Zeit rein zu erhalten. Völlig sinnlos ist es etwa, verschiedene Akzessionen ein und derselben Art einfach frei abblühen zu lassen und dann Samen zu ernten und womöglich noch anderen Botanische Gärten mit Herkunftsangabe anzubieten.

7.6. Dokumentation

Daß nach heutigen Erfordernissen die genaue Dokumentation der Akzessionen inkl. Herkunftsdaten essentiell ist, ist unbestritten (z. B. LEADLAY & GREENE 1998: 88–100 oder RAUER et al. 2000: 103–106), auch wenn über die Methoden noch viel diskutiert werden kann. Es ist noch kein besonderes Kunststück, beim Erwerb die Daten zu erfassen und am Etikett festzuhalten. Das Problem liegt beim dauerhaften Erhalten! Damit die Daten bei jedem Umtopfen, Abstecken, Teilen und Nachbauen in adäquater Form erhalten bleiben, nicht durch Etikettenverlust oder Unleserlichwerden verlorengehen, ist viel Sorgfalt, Aufmerksamkeit und Konsequenz notwendig (vgl. dazu 7.4). Insbesondere wenn Akzessionsdaten auf einem Schautikett neben dem für den Besucher bestimmten Text vermerkt sind, ist die Versuchung groß, das Etikett beim Wechsel der Akzession weiterzuverwenden. Wir verwenden zwei Platten, eine, in die die Besucherinformation gefräst wird und eine zweite, die die Akzessionsdaten trägt. Beide werden zusammengeschraubt; aber auch hier muß jemand mitdenken und bei Akzessionswechsel den entsprechenden Teil austauschen.

Die uns zur Zeit vorschwebende Art der Dokumentation ist am Beispiel von Gräsern in TEPPNER 2002 dargestellt. Inzwischen haben wir sie um eine Zeile für Herbarbelege erweitert und der eine oder andere Punkt wird sich wohl noch als notwendig erweisen, z. B. eine Spalte für das „Sterbedatum“ (das Festhalten von Akzessionsverlusten in der Datenbank ist ganz wichtig) oder Hinweise auf Samenreserven. Diese Dokumentation enthält zugleich alle Informationen, die zum Herstellen der Schau-Etiketten für die Besucher notwendig sind, sodaß dafür nicht nochmals Unterlagen gesucht und in die Hand genommen werden müssen.

7.7. Verweildauer

RAUER et al. 2000: 52–53 haben sich die Mühe gemacht, der Verweildauer (Lebensdauer) einer Akzession in Botanischen Gärten nachzugehen,

wobei sie allerdings nur von zwei Gärten ausreichend genaue Unterlagen in die Hand bekamen. Nach Herausnehmen der Gehölze und Annuellen schätzen sie die mittlere Verweildauer auf ca. 10 Jahre, während eine andere, dort zitierte Schätzung auf 4,5 Jahre kam. Nach unseren Erfahrungen sind bei krautigen Pflanzen Verweildauer-Werte von 10 Jahren sehr oft schwer, d. h. nur mit konstanter Pflege und/oder gezielter Verjüngung zu erreichen. Im Tropenhaus liegen wir sogar bei Gehölzen z. T. weit unter 10 Jahren (Welkekrankheiten, durch Pilzinfektionen?, ungenügendes Ertragen von Rückschnitt).

Solche Werte sind aus der Sicht der Ex-situ-Erhaltung absolut uninteressant, hier müssen durch besondere Aufmerksamkeit und Pflege selbstverständlich höhere Werte erreicht werden. Aber auch bei allgemeinen Sammlungen mit Material definierter Herkunft ist möglichst lange Lebensdauer wünschenswert. Je höher der jährliche Durchsatz an Akzessionen ist, desto größer bis nicht mehr bewältigbar wird der Aufwand für das Aktualisieren der Dokumentation (inkl. Erfassen der „Todesfälle“) und desto geringer wird die Wahrscheinlichkeit, in einem bestimmten Garten mit dem Vorhandensein eines bestimmten Pflanzenmaterials rechnen zu können.

Die Entscheidung über Akzession, Ausscheiden und Weitergabe muß in einer Hand liegen (je nach Personalstruktur zu regeln, im allgemeinen wohl beim wissenschaftlichen Leiter).

7.8. Permanente Kontrolle

Sowohl eine Anzahl von Pflanzen in spezieller Erhaltungskultur, als auch Abteilungen mit Anteil von Wildmaterial, das als solches erhalten werden soll, bedürfen einer permanenten Kontrolle und Überwachung, d. h. eines hohen Personaleinsatzes.

7.9. Leitfaden

Unsere Erfahrungen decken sich weitgehend mit RAUER et al. 2000, sodaß wir dieses Werk für viele Punkte als eine sehr gute und brauchbare Informationsquelle oder Arbeitsgrundlage ansehen. Von den dort gesteckten Zielen werden viele, vor allem für kleine Gärten, unerreichbar oder nur sehr langfristig erreichbar sein. Das ändert nichts an der Bedeutung und Richtigkeit von Zielvorgaben.

7.10. Engagiertes Personal

Eine der wichtigsten Voraussetzungen für eine erfolgreiche, langfristig gesicherte Ex-situ-Erhaltung ist gärtnerisches Personal, das sich mit den Aufgaben identifiziert, sich für die Pflanzen begeistert, mit diesen mitlebt und sich der Verantwortung bewußt ist. Mit Lenkung und Vorgaben von der wissenschaftlichen Leitung alleine werden die Aufgaben von Ex-situ-Erhaltung nicht mit der nötigen Kontinuität zu bewältigen sein.

8. Literatur

ACWORTH J. & EWUSI P.N. 1999: *Prunus africana*: Striving for sustainable and equitable resource management in Cameroon. - Medicinal Plant Conservation 5: 15–18.

- Bundesministerium für Umwelt, Jugend und Familie (editor) 1997: Erster nationaler Bericht Österreichs über das Übereinkommen über die biologische Vielfalt. - Schriftenreihe des BMUJF 20. Wien.
- CAMMERLOHER H. 1923: Unfruchtbarkeit als Folge vorübergehender Kleistopetalie bei *Aristolochia arborea*. - Berichte der deutschen botanischen Gesellschaft 40(10): 385–393, 1 Taf.
- CHENEY J., NAVARRO J.N. & JACKSON P.W. (editores) 2000: Action plan for Botanic Gardens in the European Union. - Scripta botanica belgica 19.
- DIETRICH G. 2002: Beiträge zur Biosystematik der *Crocus vernus*-Gruppe. - Diplomarbeit, Formal- und Naturwissenschaftliche Fakultät der Universität Wien.
- DRESCHER A., STEFFAN F. & TEPPNER H. 1998: „Rote Liste-Arten“ Österreichs, die im Botanischen Garten der Universität Graz kultiviert werden. - Samentauschverzeichnis (Bot. Garten Inst. Bot. Univ. Graz): 46–58. Graz.
- FRANCISCO-ORTEGA J., HAWKES J.G., LESTER R.N. & ACEBES-GINOVÉS J.R. 1993: *Normania*, an endemic Macaronesian genus distinct from *Solanum* (*Solanaceae*). - Plant Systematics and Evolution 185: 189–205.
- HALL J.B., O'BRIEN E.M. & SINCLAIR F.L. (editores) 2000: *Prunus africana*: a monograph. - Multipurpose Tree Monograph Series. School of Agricultural and Forest Sciences, Publication 10. Bangor, U.K.: University of Wales [nicht gesehen].
- HEYWOOD V. 2003: Red Listing – too clever by half? - Plant Talk 31: 5.
- HUBER H. 1985: Samenmerkmale und Gliederung der Aristolochiaceen. - Botanische Jahrbücher für Systematik, Pflanzengeschichte und Pflanzengeographie 107(1-4): 277–320.
- ILTIS H.H., DOEBLEY J.F., GUZMÁN-M. R. & PAZY B. 1979: *Zea diploperennis* (*Gramineae*): A new Teosinte from Mexico. - Science 203: 186–188.
- IUCN-1997 = WALTER & GILLET 1998
- IUCN-2002 = 2002 IUCN Red List of threatened species. Downloaded 25. 2. 2003. - <http://www.redlist.org/>
- KALKMAN C. 1965: The Old World species of *Prunus* subg. *Laurocerasus* including those formerly referred to *Pygeum*. - Blumea 13(1): 1–115.
- KLINGENSTEIN F., DRIESCH M. VON DEN & LOBIN W. 2002: Pflanzensammlungen in Deutschland, Österreich und der Schweiz. Ein erstes Verzeichnis bedeutender Lebendsammlungen. - Bonn: Bundesamt für Naturschutz. Schriftenvertrieb im Landwirtschaftsverlag D-48084 Münster.
- KOEHNE E. 1913: Die Gattung *Pygaeum* GAERTN. - Botanische Jahrbücher für Systematik, Pflanzengeschichte und Pflanzengeographie 51(2): 177–224.
- 1915: Zur Kenntnis von *Prunus* Grex *Calycopadus* und Grex *Gymnopadus* Sect. *Laurocerasus*. - Botanische Jahrbücher für Systematik, Pflanzengeschichte und Pflanzengeographie 52(4-5): 279–333.
- KOFOL-SELIGER A. & WRABER T. 1980 („1979“): Eine neue Unterart des Wolligen Strahlensamens (*Silene veselskyi* subsp. nova) vom Dravski Kozjak in Slowenien. - Biološki Vestnik (Ljubljana) 27(2): 123–134; [nach brieflich mitgeteilter Notiz von T. WRABER erschienen am 23.07.1980].
- LEADLEY E. & GREENE J. 1998: The Darwin technical manual for Botanic Gardens. - London, U.K.: Botanic Gardens Conservation International (BGCI).
- LESTER R. 1998: “Saved from extinction: *Normania* flowers in Birmingham” (or “The rarest plants from Macaronesia”). - 3 Seiten, vervielfältigt. Birmingham.
- MABBERLEY D.J. 1993: The plant-book. - Cambridge: Cambridge University Press.
- MÁJOVSKÝ J. et al. 1978: Index of chromosome numbers of Slovakian flora (part 6). - Acta Facultatis Rerum Naturalium Universitatis comenianae, Botanica 26: 1–42.
- MAURER W., PAGITZ W. & TEPPNER H. 1975: Ein weiterer Fund von *Waldsteinia ternata* (*Rosaceae*) in Kärnten. - Carinthia II 164 (= 84): 245–247.
- MEEROW A.W. 1987: A monograph of *Eucrosia* (*Amaryllidaceae*). - Systematic Botany 12(4): 460–492.
- MELZER H. 1982: Neues zur Flora von Steiermark, XXIV. - Mitteilungen des Naturwissenschaftlichen Vereines für Steiermark 112: 131–139.

- & BREGANT E. 1991: Über *Carex fritschii* und *Festuca tenuifolia* auf der Vremščica (Jugoslawien, Slowenien). - Linzer biologische Beiträge 23(1): 245–250.
- MERXMÜLLER H. & BUTTLER K.P. 1975: *Nicotiana* in der Namib – ein pflanzengeographisches und phylogenetisches Rätsel. - Mitteilungen der botanischen Staatssammlung München 12(1): 91–103.
- MOORE H.E. Jr. 1978: The genus *Hyophorbe* (*Palmae*). - Gentes Herbarum 11(4): 212–245.
- NAGLIČ D. 1979: Trilistna valdštajnija v Paki pri Velenju. - Proteus (Ljubljana) 42(4): 136–139.
- NEINHUIS C., ROTH D. & BARTHLOTT W. 1994: *Aristolochia arborea*: Biologie und Bedrohung einer bemerkenswerten Regenwaldpflanze aus Mittelamerika. - Der Palmengarten 58(1): 15–19.
- NIKL FELD H. (editor) 1999: Rote Listen gefährdeter Pflanzen Österreichs. 2. Auflage. - Grüne Reihe des Bundesministeriums für Umwelt, Jugend und Familie, 10. Graz: Austria Medien Service.
- PONCHET J. 1994: *Cupressus dupreziana* A. CAMUS, 1926. - In: SCHÜTT P., SCHUCK H.J., AAS G. & LANG U.M. (editores), Enzyklopädie der Holzgewächse. Handbuch und Atlas der Dendrologie. Grundwerk, III-1, 7 Seiten. Landsberg am Lech: ecomed Verlagsgesellschaft.
- RAUER G., DRIESCH M. VON DEN, IBISCH P.L., LOBIN W. & BARTHLOTT W. 2000: Beitrag der deutschen Botanischen Gärten zur Erhaltung der Biologischen Vielfalt und genetischer Ressourcen. Bestandsaufnahme und Entwicklungskonzept. - Bonn – Bad Godesberg: Bundesamt für Naturschutz. Schriftenvertrieb im Landwirtschaftsverlag D-48084 Münster.
- SACKL B. 1997: Bewertung der Bestands- und Gefährdungssituation von *Doronicum cataractarum*. – Diplomarbeit, Naturwissenschaftliche Fakultät der Universität Graz.
- SCHMIDT O.C. 1935: *Aristolochiaceae*. - In: ENGLER A. & HARMS H. (editores), Die natürlichen Pflanzenfamilien, 2. Auflage, 16b: 204–242. Berlin.
- STADLER M. 1978: Ökologie und Schutzmaßnahmen zur Erhaltung von *Pedicularis sceptrum-carolinum* L. im Edlacher Moor. - Dissertation, Philosophische Fakultät der Universität Graz.
- STÄHL B. 1987: The genus *Theophrasta* (*Theophrastaceae*). Foliar structures, floral biology and taxonomy. - Nordic Journal of Botany 7(5): 529–538.
- TEPPNER H. 1968: Zur Kenntnis der Gattung *Waldsteinia*. - Dissertation, Philosophische Fakultät der Universität Graz.
- 1974a: *Waldsteinia ternata* (*Rosaceae*) und ihre Vorkommen in den südöstlichen Alpen. - Phytion (Horn, Austria) 15(3-4): 265–274.
- 1974b: Karyosystematik einiger asiatischer *Onosma*-Arten (*Boraginaceae*), inkl. *O. inexpectatum* TEPPNER, spec. nov. - Plant Systematics and Evolution 123(1): 61–82.
- 1980: Die *Onosma alboroseum*-Gruppe (*Boraginaceae*). - Phytion (Horn, Austria) 20(1-2): 135–157.
- 1982: Hinweise auf einige phytogeographisch bemerkenswerte Sippen der Koralpe. - In: TEPPNER H. (editor). Die Koralpe. Beiträge zur Botanik, Geologie, Klimatologie und Volkskunde: 65–75. Graz.
- 1989a: *Onosma* L., Lotwurz, *Boraginaceae*. - In: KUMMERT F., Pflanzen für das Alpenhaus: 247, 328–332. Stuttgart: Ulmer.
- 1989b: *Sorghum caffrorum* (RETZ) BEAUV. - In: Plantae Graecenses 8: 73 (Spermat. 346). Graz.
- 2002: *Poaceae* in the greenhouses of the Botanic Garden of the Institute of Botany in Graz (Austria, Europe). - Fritschiana (Graz) 31: 1–42.
- UHL N.W. & DRANSFIELD J. 1987: Genera Palmarum. A classification of palms based on the work of Harold E. MOORE, Jr. - Lawrence, Kansas: Allen Press.
- VOGEL S. 1978: Pilzmückenblumen als Pilzmimeten. Erster Teil. - Flora 167: 329–366.
- WALTER K.S. & GILLET H.J. (editores) 1998: 1997 IUCN Red List of threatened plants. - Cambridge, U.K.: IUCN Publications Services Unit.
- WYK B.-E. VAN, OUDTSHOORN B. VAN & GERIQUE N. 1997: Medicinal plants of South Africa. - Arcadia, Pretoria, South Africa: Briza Publ.

ZIMMERMANN A., KNIELY G., MELZER H., MAURER W. & HÖLLRIEGL R. 1989: Atlas gefährdeter Farn- und Blütenpflanzen der Steiermark. - Mitteilungen der Abteilung für Botanik am Landesmuseum Joanneum in Graz 18-19.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Fritschiana](#)

Jahr/Year: 2003

Band/Volume: [39](#)

Autor(en)/Author(s): Teppner Herwig

Artikel/Article: [Erfahrungen mit Ex-situ-Erhaltung im Botanischen Garten des Institutes für Botanik der Universität Graz 1-22](#)