

*Cypripedium calceolus* (Orchidaceae)  
im Johnsbachtal (Nationalpark Gesäuse):  
Kartierung und Managementvorschläge  
(LIFE05NAT/AT/000078, KSt.:402/2)



von  
Dr. Gerhard PRENNER  
Graz, im Dezember 2005

## Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung	2
2. Allgemeines	3
2.1. Systematik der Gattung <i>Cypripedium</i>	3
2.2. Verbreitung, Gefährdung und Schutz von <i>C. calceolus</i> in Österreich	3
2.3. Ökologie	4
2.4. Blütenmorphologie und Blütenökologie	4
3. Erstaufnahme der Frauenschuhvorkommen im Bereich Johnsbach (Zwischenmäuerstrecke)	7
3.1. Zählung und Markierung von Einzelindividuen	7
3.2. Aufnahme der begleitenden Vegetation	7
3.3. Blütenbiologische Beobachtungen	8
4. Managementvorschläge	10
4.1. Besucherlenkung und Besucherbetreuung	10
4.2. Naturschutzfachliche Maßnahmen	11
4.3. Wissenschaftliche Maßnahmen zur besseren Kenntnis der Bestandsstruktur und der Ökologie von <i>C. calceolus</i> im Johnsbachtal	13
5. Schlußbemerkungen: Der Frauenschuh als mögliche Leitart für den Naturschutz im Nationalpark Gesäuse	15
5.1. Große Akzeptanz in der Bevölkerung	15
5.2. Veranschaulichung, dass Artenschutz jedenfalls Biotopschutz implizieren muss	15
6. Populärwissenschaftliche Zusammenfassung	16
7. Literatur	18

## 1. Einleitung\*

Der Frauenschuh (*Cypripedium calceolus*) ist der wohl prächtigste heimische Vertreter der Orchideengewächse (Orchidaceae). Sowohl die außergewöhnliche Blütenbiologie als auch seine Seltenheit machen diese Pflanze zu einem botanischen „Highlight“ des Nationalparks Gesäuse.

Dabei soll schon zu Beginn angemerkt werden, dass der Frauenschuh durchaus nicht immer eine seltene Pflanze war. So schrieb zum Beispiel Hermann Müller 1881:

„*Cypripedium calceolus* muss im Landwasserthale häufig vorkommen... Am 23.6.1879 begegnete mir 3,5 Kilometer unterhalb von Davos am Platz eine Frau mit einem großen Korb voll blühender Exemplare, die angeblich bei Davos Glaris eingesammelt waren und auf ein Grab gepflanzt werden sollten. Am 23. und 24.6.1879 sah ich, durch die Dörfer, Wiesen und Schmitten wandernd, in mehreren Häusern Sträuße von blühendem Frauenschuh im Fenster stehen.“

Es darf durchaus angenommen werden, dass der Frauenschuh nicht nur im beschriebenen „Landwasserthale“ häufig vorkam, sondern dass dies auch für viele andere Gebiete seines heutigen (Rest-)Vorkommens gelten wird. Erst in den vergangenen 100-150 Jahren erlebte die Art einen massiven und zum Teil bedrohlichen Rückgang. Durch Pflücken, Ausgraben und nicht zuletzt auch durch den Verlust geeigneter Biotope ist der Frauenschuh (*Cypripedium calceolus*) heute leider zu einer seltenen Rarität geworden.

Die vorliegende Studie liefert eine erste grobe Erhebung der Frauenschuhbestände am Johnsbach (Zwischenmauerstrecke) sowie eine Zusammenfassung aktueller Literatur. Weiters sollen grundlegende Gedanken zu naturschutzfachlichen Maßnahmen, zur Besucherlenkung und Besucherbetreuung sowie zu weiterführenden wissenschaftlichen Studien geliefert werden. Den Abschluss bildet eine populärwissenschaftliche Zusammenfassung für die Öffentlichkeitsarbeit.

**Bildmaterial:** Das gesamte verwendete Bildmaterial stammt vom Autor und wurde in der Zeit vom 01.06. bis 03.06.2005 im Nationalpark Gesäuse entlang des Johnsbaches (Zwischen-mauerstrecke) aufgenommen.

\*Zugunsten einer flüssigeren Lesbarkeit wurde im vorliegenden Text auf geschlechtsneutrale Schreibweise verzichtet.

## 2. Allgemeines:

### 2.1. Systematik der Gattung *Cypripedium*

Die Gattung *Cypripedium* (Frauenschuh) ist ein Vertreter der Familie der Orchideengewächse (Orchidaceae), die mit 850 Gattungen und circa 20 000 Arten zu den artenreichsten Familien des Pflanzenreiches zählt. Nach neuesten molekularbiologischen Erkenntnissen (Cameron et al 1999) kann die Familie in fünf monophyletische Unterfamilien, nämlich Apostasioideae, Cypripedioideae, Vanilloideae, Orchidoideae und Epidendroideae gegliedert werden.

Die Unterfamilie Cypripedioideae umfasst 5 Gattungen mit circa 130 Arten. Nach der Gattung *Paphiopedilum* mit ca. 62 Arten ist *Cypripedium* mit ca. 50 Arten die zweitgrößte Gattung der Unterfamilie. Die drei weiteren Gattungen sind *Mexipedium*, *Phragmipedium* und *Selenipedium* (vgl. Cox et al. 1997). Die Verbreitung der Unterfamilie erstreckt sich über die temperierte Nordhemisphäre, nach Ost-Maleisien, und ins tropische Süd-Amerika, sowie Süd-Indien. Charakteristische Merkmale aller Arten der Unterfamilie sind zwei fertile Staubblätter und die sackförmige, zu einer Kesselfalle umgebildete Unterlippe (= Labellum) (Abb.1).

In Österreich ist der Frauenschuh der einzige Vertreter dieser außergewöhnlichen Unterfamilie. Alle weiteren im Gebiet vorkommenden Orchideen gehören der Unterfamilie Orchidoideae an.

### 2.2. Verbreitung, Gefährdung und Schutz von *Cypripedium calceolus* in Österreich

Nach Fischer et al. 2005 ist der Frauenschuh in allen Bundesländern zu finden. Für die Steiermark listet Maurer (in press) zerstreute Vorkommen in den nördlichen Kalkalpen sowie das seltene Auftreten in den Eisenerzer Alpen, Niederen Tauern, Seetaler Alpen und im Grazer Bergland auf (siehe auch Klein und Kerschbaumsteiner 1996).

Sowohl Niklfeld et al. 1986 als auch Zimmermann et al. 1989 stufen den Frauenschuh mit einem Gefährdungsgrad von 3 (= gefährdet) ein. Fischer et al. 2005 merken darüber hinaus an, dass die Art im Vorland nördlich der Alpen, im Vorland südöstlich der Alpen, sowie im Pann stark gefährdet ist.

*C. calceolus* zählt wie alle Vertreter der Orchideengewächse in der Steiermark zu den „Vollkommen geschützten Pflanzen“ (§ 1 der Verordnung der Steiermärkischen Landesregierung vom 25. Mai 1987 über den Schutz wildwachsender Pflanzen). Demnach gilt nach § 13 Abs.2 NSchG 1976 folgendes:

Der vollkommene Schutz von Pflanzen und Pilzen bezieht sich auf ihre ober- und unterirdischen Teile sowie auf alle Lebensstadien. Folgende Maßnahmen sind verboten:

1. absichtliches Pflücken, Sammeln, Abschneiden, Ausgraben oder Vernichten von Exemplaren solcher geschützter Pflanzen und Pilze in deren Verbreitungsräumen in der Natur und
2. Besitz, Transport, Handel oder Tausch und Angebot zum Verkauf oder zum Tausch von aus der Natur entnommenen Exemplaren solcher Pflanzen und Pilze.

## 2.3. Ökologie

Die Art bevorzugt halbschattige, lehmreiche oft wechselfrische Föhren und Edellaubwälder. Sie ist selten auf Halbtrockenrasen anzutreffen und bildet ein waagrechtes im Boden lebendes Rhizom. Die Pflanzen können ein beträchtliches Alter von bis zu 100 Jahren erreichen und durchleben eine 6-10jährige rein vegetative Phase ehe sie erstmals blühen (Kull 1999). Nach Daumann 1968 ist die Art selbststeril, d.h. für einen erfolgreichen Fruchtansatz ist eine Kreuzung verschiedener Individuen nötig.

## 2.4. Blütenmorphologie und Blütenökologie

Bereits Charles Darwin, einer der bemerkenswertesten Biologen aller Zeiten, wies 1862 auf die ungewöhnlichen Blüten der Gattung *Cypripedium* und deren Bedeutung für die Bestäubungsbiologie hin.

**Blütenmorphologie:** Der äußere Kreis der Blütenhülle besteht aus zwei – anstelle der sonst üblichen drei – rötlichbraunen Blättern. Dies beruht darauf, dass zwei seitliche Kelchblätter zu einem abwärts gerichteten zweispitzigen „Synsepalum“ verwachsen sind (Abb. 1). Die beiden Petalen sind schraubig gedreht und gleich gefärbt wie die Sepalen. Das Labellum ist pantoffelförmig aufgebläht und bildet eine sogenannte Kesselfalle (Abb. 1A). Im Inneren der Blüte zeigt sich das für Orchideen typische „Gynostemium“, dem Verwachsungsprodukt des Gynoeciums mit dem Androecium. Das Androecium besteht aus zwei seitlich gelegenen fertilen Staubblättern und einem blassgelben, rotbraungepunkteten blattartigen Staminodium (steriles Staubblatt), das oberhalb der Narbe liegt (Abb. 1B, Abb. 2B).

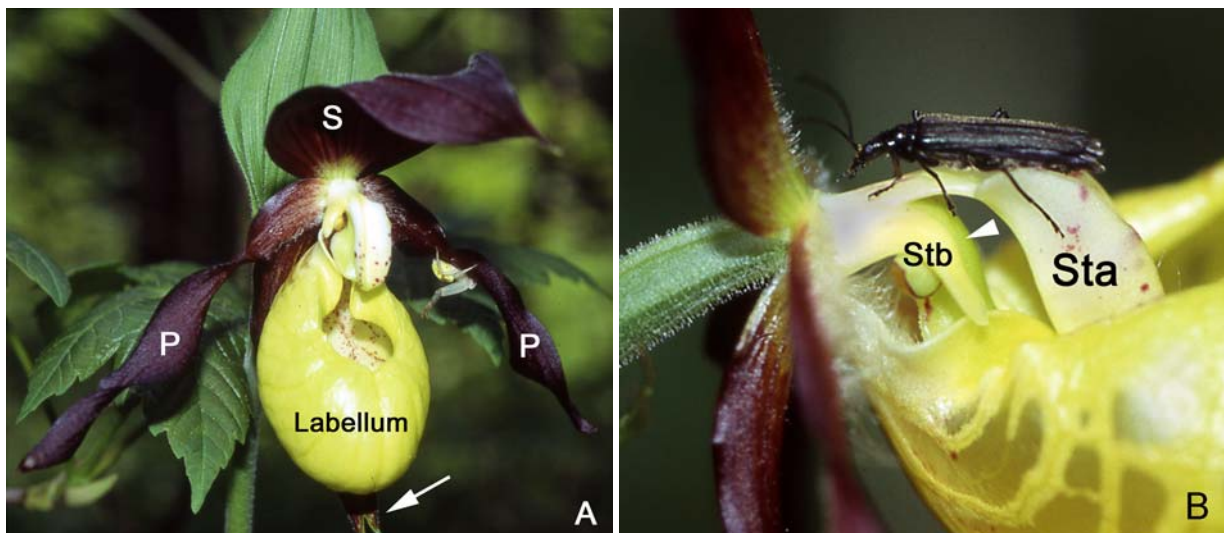


Abb. 1: Blütenbau. Links: Blüte mit zweizipfeligem „Synsepalum“ (Pfeil) ein weiteres Sepalum (S), sowie zwei schraubig gedrehte Petalen (P). Das Labellum ist pantoffelförmig aufgeblasen. Rechts: Blütendetail mit rötlich gepunktetem Staminodium (Sta), auf dem ein Käfer sitzt, der jedoch keinerlei Bestäuberfunktion ausübt. Eines der beiden fertilen Staubblätter (Stb) mit sterilem Anhang und grünlichem Staubeutel, sowie darunter die grünliche Narbe (Pfeilspitze).

**Funktion der Kesselfalle:** Die Bestäuber (hauptsächlich Sandbienen) werden durch die Blütenfarbe und den Duft angelockt und fallen in den Kessel (entweder vom Rand her oder durch Ausgleiten am Staminodium, Abb. 2A). Aus dem Kessel können sich die Tiere nur dadurch befreien, dass sie sich am Grunde des Kessels auf einer durch Haare begehbaren „Straße“ zur Blütenmitte begeben (Abb. 2B). Dabei berühren sie zunächst die Narbe, an der sie eventuell mitgebrachten Pollen abstreifen und die Pflanze so bestäuben. Anschließend können sie den Kessel durch kleine Öffnungen entweder links oder rechts vom Ansatz des Labellums verlassen (Abb. 2C). Dabei streifen sie an einer der beiden geöffneten Antheren vorbei und nehmen Pollen, welcher in einer schleimigen Masse eingebettet ist, mit (Abb. 2D). Entsprechend der beiden fertilen Staubblätter sind hier also zwei Ausgänge geschaffen (vgl. Daumann 1968; Vöth 1999; Leins 2000).



Abb. 2: Bestäubung. A. Wildbiene in der Kesselfalle. B. Längsschnitt mit Staminodium (Sta), Staubblatt (Stb), grünlicher Narbe (N) sowie dichter Behaarung die zum Staubblatt bzw. Kesselausgang weist. C. Biene beim verlassen der Kesselfalle. In diesem Stadium wird das Pollenpaket auf den Rücken der Biene abgegeben. D. Biene nach Verlassen der Falle mit der Pollenmasse am Rücken (Pfeilspitze).

Das „fensterartige“ Blütengewebe an den Flanken der Kesselfallenbasis wurden bislang weniger beachtet bzw. unterschiedlich interpretiert (Abb. 3). Es scheint mir jedoch sehr wohl möglich, dass es eine Bedeutung bei der Lenkung der Bestäuber in der Kesselfalle haben könnte (vgl. Daumann 1968, Vöth 1999). Insekten streben gewöhnlich stets zum Licht hin. Durch das dünne, fast durchsichtige Gewebe an der Fallenbasis könnte dem Insekt ein Ausgang suggeriert werden. Die Fenster leiten den Blütenbesucher also in den basalen hinteren Bereich der Falle, von wo aus Haare nach oben, also zu einer der beiden Ausgangsöffnungen weisen (ähnliche Fensterbildungen kennt man von Fallenblumen z.B. der Aristolochiaceae). Da in der Blüte kein Nektar abgegeben wird, muss sie als Täuschblume angesehen werden, die ihre Besucher einseitig und ohne Gegenleistung ausnutzt (zur Blütenbiologie von *C. calceolus* siehe auch Müller 1873; Daumann 1968; Vöth 1999).



Abb. 3: „Fenster“. Beide Bilder zeigen das beinahe transparente, fensterartige Gewebe an der Basis des Labellums (Pfeilspitzen). In Abbildung A ist der kopf einer Biene, die gerade den Kässel verlässt, zu sehen.

### 3. Erstaufnahme der Frauenschuhvorkommen im Bereich Johnsbach (Zwischenmäuerstrecke)

Im Zuge der Erstaufnahme der Frauenschuhvorkommen im Bereich Johnsbach wurde der Wanderweg zwischen Silberreith und Bachbrücke (die „Zwischenmäuerstrecke“) am 1.06.2005 begangen und dabei speziell auf Frauenschuhvorkommen geachtet. Dabei waren vereinzelte Individuen insbesondere zwischen etwa dem südlichen Ende von „Hellichter Stein“ bis zirka zur Höhe Mitterriegelgraben zu finden.

Weitere vereinzelte Bestände wurden am Waldrande entlang der Südflanke des Langgriegrabens gefunden.

Das mit abstand größte Vorkommen findet sich jedoch links und rechts des Wanderweges, ca. 100 m nördlich des Langgriegrabens. Hier fanden sich auf einer Strecke von ca. 100 m und einer Fläche von ca. 1000 m<sup>2</sup> ber 200 blühende Schäfte des Frauenschuhes. Aufgrund der außergewöhnlichen Pflanzendichte wurden in diesem Bestand blühende Stengel markiert und gezählt, die begleitende Vegetation aufgenommen sowie blütenbiologische Beobachtungen durchgeführt.

#### 3.1. Zählung und Markierung von Einzelindividuen

Insgesamt wurden 168 blühende Stengel markiert und die Anzahl der Blüten pro Stengel festgestellt. Dabei wurden 118 einblutige (= 70,2 %) und 50 zweiblutige (= 29,8 %) Stengel registriert. Außerdem wurden 35 nichtbluhende Triebe registriert.

Beding durch das unterirdisch wachsende Rhizom ist der Bestand oft in Kleingruppen (Klone) aufgeteilt. Insgesamt wurden 95 solcher Kleingruppen ausgemacht, die aus 1-7 blühenden Schäften zusammengesetzt waren. Eine genaue Zuordnung zu individuellen Einzelgruppen (Klonen) war jedoch nicht immer eindeutig durchführbar, und es scheint möglich, dass die Zahl der einzelnen Gruppen (Individuen) durchaus niedriger liegt.

#### 3.2. Aufnahme der begleitenden Vegetation

Im Hinblick auf Futterpflanzen für mögliche Bestäuber von *Cypripedium calceolus* wurden bei der Erhebung der Vegetation insbesondere die in der Krautschicht blühenden Elemente berücksichtigt.

Bestandsbildende **Baumarten** sind *Acer pseudoplatanus*, *Fraxinus excelsior*, *Fagus sylvatica*, *Picea abies* und *Corylus avellana*.

**Strauchschicht:** *Berberis vulgaris*, *Daphne mezereum*

**Krautschicht:** *Melica nutans*, *Petasites hybridus*, *Ranunculus montanus*, *Listera ovata*, *Centaurea montana*, *Trollius europaeus*, *Carex* div. sp., *Polygonatum multiflorum*, *Bellidiastrum michelii*, *Mercurialis perennis*, *Convallaria majalis*, *Lonicera* sp., *Maianthemum bifolium*, *Thalictrum aquilegifolium*, *Neottia nidus-avis*, *Dactylorhiza maculata* und *Paris quadrifolia*

**Liane:** *Clematis alpina*

An der südlich vom Bestand gelegenen Lichtung fielen direkt am Weg *Ophrys insectifera*, *Daphne cneorum*, *Polygala chamaebuxus* sowie *Globularia cordifolia* auf.

An der nordseitigen Böschung des auslaufenden Langgriegrabens wurden *Platanthera bifolia*, *Tofieldia calyculata*, *Cephalanthera damasonium* und *Cephalanthera rubra* notiert.

Am südseitig gelegenen Abfall des Langgrießgrabens wurde *Orchis mascula* subsp. *signifera* als Besonderheit notiert.

### 3.3. Blütenbiologische Beobachtungen

Im Zuge der blütenbiologischen Beobachtungen wurden Blütenbesucher (sowohl solche, die als reguläre Bestäuber in betracht kommen, als auch solche, die keinerlei Bestäuberfunktion ausübten) gefangen. Diese bislang nicht näher bestimmten Tiere werden der vorliegenden Studie als Belegmaterial zur näheren Bestimmung durch Experten beigelegt.

Am 01.06. konnten bei bedeckten Witterungsverhältnissen keine regulären Blütenbesucher beobachtet werden. Sehr wohl aber wurden – wie auch an den beiden folgenden Tagen – verschiedene andere Insekten an den Blüten beobachtet, die offensichtlich durch die gelbe Färbung der Unterlippe und/oder durch den Duft, der eine deutliche Vanillenote enthält, angelockt. Insbesondere Käfer wurden an zahlreichen Blüten beobachtet. Die Käfer wurden sowohl außen am Labellum als auch im Labellum beobachtet (Abb. 1). Die Tiere konnten dieses jedoch stets über die große Öffnung nach oben wieder verlassen und kamen dadurch nie mit Pollen oder Narbe in Berührung. Diese Blütenbesucher spielen daher für die Biologie des Frauenschuhes keinerlei Rolle.

Desweiteren konnten vereinzelt Insekten bei „Suchflügen“ beobachtet werden. Es handelte sich dabei um Hummeln (*Bombus* sp.), Fliegen, Schwebfliegen (*Syrphus* sp.) und in einem Fall um ein Taubenschwänzchen (*Macroglossum stellatarum*). Die suchenden Tiere flogen die Blüten dabei zielgerichtet an, drehten jedoch nach kurzem „Probieren“ sofort wieder ab und verließen den Bestand ohne weitere Blüten anzufliegen. In einem Fall stürzte eine Erdhummel (*Bombus terrestris*) sogar in die Falle. Das Tier, das beinahe die gesamte Falle ausfüllte, konnte diese jedoch nach kurzer Zeit wieder durch die große nach oben gerichtete Öffnung verlassen.

Reguläre Blütenbesucher (= Bestäuber) waren erst an den beiden darauf folgenden Tagen (2.6. und 3.6.), an denen deutlich bessere Witterungsbedingungen vorherrschten, zu beobachten. Es handelt sich dabei um sehr vereinzelt Besuche von Wildbienen. Die Bienen landeten zum Teil am Rand des Labellums von wo sie zum adaxial gelegenen Gynostemium krochen. Hier glitten die Tiere aus und stürzten in die Kesselfalle. Andere Tiere landeten direkt am Gynostemium, wo sie ebenfalls ausglitten und in die Kesselfalle stürzten.

In der Falle versuchten die Tiere zunächst mehrfach und über einen längeren Zeitraum über die Einflugöffnung zu entkommen. Dabei versuchten sie einerseits aus der Falle zu klettern, was durch die glatte Oberfläche und den einwärts geschlagenen Labellumrand verhindert wurde. Ein fliegendes entkommen war ebenso nicht möglich, da der Raum für einen gezielten Abflug im Labellum zu klein ist. Daher wurde nach zum Teil beträchtlich langen Zeiträumen (bis zu 45 Minuten) der relativ beschwerliche Weg durch eine der seitlichen Öffnungen gewählt. Die Behaarung im Inneren der Lippe erleichtert dies und schließlich zwängten sich die Bienen unter einer der geöffneten Antheren nach außen. Dabei wurde ein Großteil der Pollenmenge einer Anthere am Thorax der Bienen abgestreift und festgeklebt (Abb. 2).

Neben diesen Blütenbesuchern konnten auch immer wieder Krabbenspinnen (Thomisidae) sowohl am Labellum als auch an den Sepalen, Petalen und am Fruchtknoten beobachtet werden (Abb. 4A-D). Diese Tiere machen sich offensichtlich die Attraktivität der Blüten für verschiedene Insekten zunutze und machen hier oft gut getarnt ihre Beute. In einem Fall konnte eine Krabbenspinne mit einer gefangenen Schwebfliege beobachtet werden (Abb. 4C). In manchen Kesselfallen wurden auch tote Insekten gefunden, die zum Teil auch von Krabbenspinnen getötet worden sein können. Die Spinnen lassen die Überreste der erbeuteten Insekten einfach in den Kessel fallen. Tote Insekten im Kessel müssen hier also nicht unbedingt durch Erschöpfung zu Tode gekommen sein.



Abb. 4: Krabbenspinnen auf Jagd nach Beute. A. Käfer beim Verlassen der Falle über das Staminodium. Die Krabbenspinne lauert am Fruchtknoten sitzend. B. Krabbenspinne auf Labellum sitzend. C. Krabbenspinne mit gefangener Schwebfliege. D. Krabbenspinne auf gedrehtem Petalum lauernd.

## 4. Managementvorschläge

Aus den erhobenen Daten sowie aus weiteren Beobachtungen die im Zuge der vorliegenden Studie gemacht wurden, ergeben sich folgende Managementvorschläge zu

- 4.1. Besucherlenkung und Besucherbetreuung,
- 4.2. Naturschutzfachlichen Maßnahmen und
- 4.3. Wissenschaftlichen Maßnahmen zur besseren Kenntnis der Bestandesstruktur und der Ökologie von *Cypripedium calceolus* im Johnsbachtal.

### 4.1. Besucherlenkung und Besucherbetreuung

Wie bereits erwähnt, liegt der größte und individuenreichste Bestand von *Cypripedium calceolus* direkt am häufig begangenen Wanderweg von Bachbrücke nach Silberreith.

Da sich meine Arbeiten über längere Zeiträume auf diesen Bestand konzentrierten, konnte ich - oft unbemerkt - einige aufschlussreiche Beobachtungen machen, die für weitere Überlegungen bezüglich „Besucherlenkung und Besucherbetreuung“ dienlich sein könnten. Insbesondere zur Blütezeit von *Cypripedium calceolus* kommen offensichtlich zahlreiche Menschen gezielt zu diesem Standort um den Frauenschuh blühend zu sehen. Das Verhalten der Wanderer lässt sich dabei in die folgenden vier Gruppen untergliedern:

1. Wanderer blieben am Weg stehen, bewunderten den eindrucksvollen Pflanzenbestand und fotografierten allenfalls Pflanzen die direkt vom Weg aus zugänglich waren.
2. Wanderer gingen sofort und ohne jegliche Vorsicht vom Weg ab und direkt in den Bestand um „die schönste“ Pflanze zu finden und entweder zu fotografieren oder bloß zu bewundern.
3. Eine Schulklasse durchquerte den Bestand offensichtlich im Zuge eines Ausfluges. Die Schüler gingen in Kleingruppen voran und das Lehrpersonal folgte am Schluss der Klasse. Offensichtlich bemerkte niemand (weder Lehrer noch Schüler) den äußerst auffälligen Pflanzenbestand, der von sämtlichen Personen unbeachtet durchquert wurde.
4. Wanderer machten halt und entledigten sich Ihres Rucksackes, als wollten sie Rast machen. Doch aus dem Rucksack kamen weder Jausenbrot noch Trinkflasche zum Vorschein, sondern - ein Pflanzenstecher. Damit war das Vorhaben (Ausgraben von Pflanzen) klar und ein entschiedenes Einschreiten meinerseits nicht mehr zu verhindern.

Diese Beobachtungen, die innerhalb von nur drei Tagen gemacht wurden, zeigen neben dem Idealfall (1) drei bemerkenswerte Fälle, die in der Naturschutzarbeit hinsichtlich Besucherlenkung und Besucherbetreuung dringend zu berücksichtigen sind:

- **Gruppe 2:** Besucher der Gruppe 2 können dem Pflanzenbestand beträchtlichen Schaden zufügen. Einerseits werden unscheinbare oder nichtblühende Individuen von *C. calceolus* durch Unachtsamkeit zerstört oder zumindest beträchtlich beschädigt. Außerdem werden blühende Begleitarten, die mögliche Bestäuber des Frauenschuhes anlocken und im Bestand halten könnten, ebenso geschädigt oder zerstört. Und schließlich führt das beschriebene Verhalten schon nach kurzer Zeit zu einer Wegebildung abseits des Wanderweges bzw. innerhalb des Bestandes. Dies führt zu einer möglichen

Erdverdichtung, die ein Neuaufkommen von Jungpflanzen nachhaltig beeinträchtigen kann.

**Vorgeschlagene Maßnahme(n):** Besucher der Gruppe 2 sind sich oft nicht bewusst, dass sie den Pflanzenbestand unter Umständen massiv und nachhaltig negativ beeinflussen. Daher wären Hinweistafeln, die deutlich auf die oben angesprochene Problematik hinweisen anzubringen. Die Hinweistafeln sollten die Gefahren für den Bestand möglichst klar verdeutlichen und Wanderer mit Nachdruck dazu auffordern, den Wanderweg nicht zu verlassen.

- **Gruppe 3:** Aus der Sicht des Artenschutzes verhielt sich die Schulklasse, die keine Kenntnis von dem Pflanzenbestand nahm, vielleicht ideal: Keinem Frauenschuh wurde ein Blütenblatt gekrümmt... Meine persönliche Überzeugung ist jedoch, dass gerade Schülern möglichst viel von unserer zum Teil einzigartigen Natur näher gebracht werden sollte. Ein Ausflug in die Natur, in dem nicht wenigstens ein paar „Highlights“ vorgestellt und etwas näher besprochen werden, ist nach meinem Dafürhalten eine vergebene Chance, nachhaltig umweltbewusste Menschen heranzuziehen. Daher auch in diesem Fall meine

**vorgeschlagene Maßnahme(n):** Auch hier können die bereits besprochenen Hinweistafeln, die ja deutlich auf den Bestand hinweisen, dienlich sein. Bezogen auf die oben besprochene Besuchergruppe wären nähere Informationen zur Pflanze und ihrer Biologie/Ökologie anzubringen. Möglicherweise wären auch Infofolder mit ähnlichem Inhalt, die an Schulen bzw. Lehrer verschickt werden, ebenso nützlich, zumal Sie dem Lehrpersonal erlauben, sich bereits vor dem Ausflug auf mögliche Besonderheiten gezielt vorzubereiten.

- **Gruppe 4:** Völlig überrascht und bestürzt war ich natürlich von der Gruppe (4), die offensichtlich vorhatte Pflanzen auszugraben.

**Vorgeschlagene Maßnahme(n):** Selbstverständlich muss auch hier ein deutliches und eindringliches Sammelverbot (egal ob pflücken oder ausgraben) inklusive des Hinweises auf die gesetzlichen Bestimmungen auf den bereits beschriebenen Hinweistafeln zu finden sein.

Für alle drei beschriebenen Fälle und insbesondere auch für den zuletzt beschriebenen, wären während der Blütezeit von *C. calceolus* idealerweise vermehrt Aufsichtsorgane des Nationalparks entlang der Strecke einzusetzen (im Beobachtungszeitraum hat sich mir niemand als solches zu erkennen gegeben). Neben dem effektiven Schutz der Pflanzen könnten jene Personen die oben besprochenen wichtigen Informationen direkt weitergeben (ein persönliches Gespräch wirkt mehr als die besten Hinweistafeln).

## 4.2. Naturschutzfachliche Maßnahmen

Ein immer wieder genannter gefährdender Faktor für *C. calceolus* ist das Zuwachsen der Standorte und der daraus resultierende Licht- und Wassermangel (vgl. Klein und Kerschbaumsteiner 1996; Kull 1999). Insbesondere auf diesen Faktor ist im Untersuchungsgebiet besonders zu achten. So wurden beispielsweise am Rande des Bestandes nördlich des Langgrießgrabens Einzelindividuen von *C. calceolus* vorgefunden, die in starker Konkurrenz mit Fichtenjungwuchs stehen (Abb. 5), und die ohne kurzfristige Maßnahmen (Ausreißen des Fichtenjungwuchses) mit großer Wahrscheinlichkeit keine Überlebenschance haben. Es ist daher zunächst insbesondere in der Umgebung von Frauenschuhbeständen darauf zu achten, dass Fichtenjungwuchs möglichst hintangehalten wird. Punktuelle Maßnahmen wie das Entfernen von solchem Jungwuchs sind angesichts des Gefährdungsgrades von *C. calceolus* zu befürworten.



Abb. 5: Konkurrenz. A. Freistehendes *Cypripedium calceolus* links vorne; im Hintergrund aufkommender Fichtenjungwuchs. B. Der Frauenschuh in starker Konkurrenz mit Fichtenjungwuchs, fotografiert im hinteren Bereich der Abbildung A. C. und D. zeigen Pflanzen ohne ungewöhnlichen Konkurrenzdruck, wie sie im Bestand N des Langgrießgrabens zu finden sind.

Weiters zeigte sich bei der Begehung, dass entlang des Johnsbaches vor allem südlich des Langgrießgrabens immer wieder Reinbestände von Jungfichten anzutreffen sind. Diese müssen in der betreffenden Höhenlage (590-760 m) und Exposition als eine der naturfernsten Ökotypen bezeichnet werden. In solchen Beständen ist neben der Fichte kaum anderes pflanzliches Leben anzutreffen.

Das durchaus verstreute Vorkommen von *C. calceolus* entlang der Zwischenmäuerstrecke zwischen Bachbrücke und Silberreith legt die Vermutung nahe, dass die Art im gesamten Bereich potentiell vorkommen könnte. Aufgrund des aktuellen Gefährdungsgrades des Frauenschuhes wäre es daher äußerst wünschenswert, neben dem Erhalt der bestehenden Bestände, das potentielle Verbreitungsgebiet auszudehnen. Somit wäre eine mittelfristige Umwandlung der bestehenden Jungfichtenreinbestände in Klimaxwälder, die der Höhenlage und Exposition entsprechen, wünschenswert.

Schließlich ist zu beachten, dass langfristig der bloße Schutz der Individuen ebenfalls zu kurz gegriffen sein kann und dass bestehende Biotope, wie z.B. jenes N des Langgrießgrabens in ihrer Gesamtheit zu erhalten sind (siehe dazu auch „Wissenschaftliche Maßnahmen zur besseren Kenntnis der Bestandsstruktur und Ökologie von *C. calceolus*“). Dies ist insbesondere im Zuge von möglichen flussbaulichen Maßnahmen dringend zu beachten. Allenfalls nötige Zufahrten zum Fluss wären daher über die oben besprochenen Fichtenreinbestände zu wählen.

In diesem Zusammenhang soll auch darauf hingewiesen werden, dass sich im Gebiet eine bemerkenswerte Anzahl weiterer durchaus ebenso schützenswerter Orchideen findet (z.B. *Orchis mascula* subsp. *signifera*, *Ophrys insectifera*, *Cephalanthera damasonium*, *Cephalanthera rubra*, *Neottia nidus-avis*, *Dactylorhiza maculata*, *Platanthera bifolia* und *Listera ovata*).

### **4.3. Wissenschaftliche Maßnahmen zur besseren Kenntnis der Bestandsstruktur und der Ökologie von *Cypripedium calceolus* im Johnsbachtal**

Neben den Standortfaktoren und dem Besucherverhalten, die unmittelbaren Einfluss auf das Auftreten oder Verschwinden von *C. calceolus* haben können (z.B. „Zuwachsen“, Ausreißen, Zertrampeln usw.), sind weitere wichtige Faktoren, die möglicherweise weniger offenkundig sind, zu beachten.

So zeigen beispielsweise neueste Untersuchungen, dass innerhalb der Gattung *Cypripedium* eine relativ hohe Spezifität bezüglich der Wahl des Pilzpartners, der insbesondere für die Keimung der staubfeinen Samen unerlässlich ist, besteht (Shefferson et al. 2005). Nähere Zusammenhänge sind diesbezügliche noch wenig verstanden. Die Möglichkeit des Auftretens oder Fehlens der Art in einem gewissen Gebiet könnte jedenfalls auch durch das Vorhandensein oder Fehlen des betreffenden Mykorrhizapilzes determiniert sein.

Durch die außergewöhnliche Blütenökologie des Frauenschuhes (Fallenblume ohne Verköstigung) werden Blütenbesucher nicht nur getäuscht, sondern auch von ihrem eigentlichen Streben (der Nahrungsbeschaffung) abgehalten. Dies ist möglicherweise ein Grund, dass Blütenbesucher oft nicht lange im Bestand von *C. calceolus* verweilen, sondern diesen nach einigen wenigen „Enttäuschungen“ oft „frustriert“ verlassen.

Die Bestäubung und damit der Austausch von genetischem Material zwischen unterschiedlichen Beständen hängen daher wesentlich von einer gewissen Dichte potentieller Bestäuber im Gebiet ab. Da es sich bei diesen Bestäubern um solitär lebende Wildbienen handelt, ist ihre Dichte von Natur aus geringer als z.B. jene der staatenbildenden Honigbiene

(die übrigens nicht als Bestäuber in Betracht kommt, da sie deutlich zu groß für den Bestäubungsmechanismus von *C. calceolus* ist; vgl. Erneberg and Holm 1998).

Eine möglichst genaue Kenntnis der Bestäuber von *C. calceolus* im Untersuchungsgebiet sowie die Kenntnis der Ökologie dieser Bestäuber wären daher ebenfalls äußerst wichtig (vgl. Nilsson 1979, Bänziger et al. 2005, Cozzolino and Widmer 2005, Smithson 2006). Zum einen wäre es wichtig möglichst genaue Kenntnis über die Nistgewohnheiten der Bienen zu besitzen, um so auch auf den Schutz dieser Flächen eingehen zu können. Zum anderen ist aber auch die Kenntnis der bevorzugten Futterpflanzen der Bienen wichtig. Fehlen die Futterpflanzen besteht die Gefahr, dass auch das Wildbienenvorkommen abnimmt bzw. erlischt.

Sugiura et al. 2002 zeigten schließlich, dass nektarlose Blüten von *Cypripedium macranthos* var. *rebunense* möglicherweise die Blüten einer nektarführenden, aber nicht näher verwandten Art (*Pedicularis schistostegia*) nachahmt. Auf diese Art werden Hummeln getäuscht und zu einem Blütenbesuch „verführt“. Analoges wurde für *C. calceolus* noch nie festgestellt, sollte aber dennoch nicht ausgeschlossen werden. (zur Vitalität von Beständen von *C. calceolus* siehe auch Nicolè et al. 2005).

Wie bereits erwähnt spielt die genetische Struktur innerhalb eines Bestandes eine wesentliche Rolle für dessen Vitalität (vgl. Brzosko 2002, Brzosko et al. 2002a, b, Nicolè et al. 2005). Bei einem überalterten, genetisch sehr homogenen Bestand besteht stets die Gefahr eines totalen Zusammenbruches und damit eines rasanten weitgehenden Verschwindens der Art im Gebiet. Es wäre daher wichtig, mehr über die genetische Struktur des Bestandes von *C. calceolus* in Johnsbachtal zu wissen, um allenfalls auch in diese Richtung Maßnahmen treffen zu können.

Zu klären wäre in diesem Zusammenhang die Frage wie homogen oder inhomogen der größte Bestand N des Langgrießgrambens tatsächlich ist, und in welcher Beziehung dieser Bestand zu den anderen verstreuten Vorkommen im Gebiet steht. Außerdem stellt sich die Frage, ob die sehr verstreuten Einzelvorkommen von *C. calceolus* im Gebiet Relikte einst größerer Bestände sind oder ob es sich um Anfangsstadien von neuen Bestandesgründungen handelt.

Die oben besprochenen wissenschaftlichen Fragestellungen könnten im Zuge von kleineren Projektarbeiten oder Diplomarbeiten durchgeführt werden. Als mögliche Ansprechperson hierfür möchte ich Herrn Prof. Dr. Wolfgang Wetschnig (Institut für Pflanzenwissenschaften, Uni Graz) nennen.

## 5. Schlussbemerkungen: Der Frauenschuh als mögliche Leitart für den Naturschutz im Nationalpark Gesäuse

Abschließend möchte ich anhand der vorliegenden Studie aufzeigen, dass sich der Frauenschuh (*Cypripedium calceolus*) hervorragend als Leitart für den Natur- und Biotopschutz im Bereich Johnsbach, aber möglicherweise auch im gesamten Nationalpark Gesäuse eignet. Dafür sprechen mehrere Gründe:

### 5.1. Große Akzeptanz in der Bevölkerung

Zum einen handelt es sich beim Frauenschuh um einen äußerst attraktiven und bemerkenswerten Vertreter der Orchideengewächse (Orchidaceae). Diese Pflanzenfamilie besitzt nicht zuletzt durch den hohen Zierwert der tropischen Vertreter (z.B. *Cymbidium*) hohes Ansehen in der Bevölkerung. *Cypripedium calceolus* darf dabei als durchaus ebenbürtiges Beispiel für einen heimischen Vertreter der Orchideen angesehen werden. Außerdem kennt man mit *Vanilla planifolia* einen Vertreter der Orchideengewächse, aus dessen Früchten die überaus geschätzte Vanille gewonnen wird. Hier reicht das Spektrum mit dem Aufmerksamkeit gewonnen werden kann, von Vanilleeis und –pudding bis hin zur Schokolade und Bäckereien. Bezüglich der allgemeinen Akzeptanz und Bekanntheit bietet der Frauenschuh damit die denkbar besten Voraussetzungen, um gegenüber der Öffentlichkeit vehement und nachdrücklich für den Natur- und Biotopschutz im Gebiet einzutreten.

### 5.2. Veranschaulichung, dass Artenschutz in jedem Fall Biotopschutz implizieren muss

Am Beispiel des Frauenschuhes lässt sich auf eindrucksvolle Weise darstellen wie wichtig und fundamental der Biotopschutz für den Artenschutz ist:

- Einerseits ist durch die komplexe Blütenökologie und die damit verbundene Einschränkung auf einen bestimmten Bestäuberkreis (solitär lebende Wildbienen) klar, dass man, um den Frauenschuhbestand langfristig erhalten zu können, auch Wildbienenschutz betreiben muss („Ohne Wildbienen kein Frauenschuh“). Das heißt, dass man auch die Ökologie der Wildbienen möglichst kennen und verstehen muss, um auch auf diese Organismen weitestgehend Rücksicht nehmen zu können. Durch das Aufzeigen des Zusammenwirkens mit den Wildbienen wird darüber hinaus auch das oft große zoologische Interesse der Menschen befriedigt.
- Andererseits zeigt der Frauenschuh aber noch eine weitere – etwas subtilere – Besonderheit, nämlich die Abhängigkeit von bestimmten im Boden lebenden Mykorrhizapilzen, ohne die die staubfeinen Samen nicht zur Keimung gelangen können („Ohne Pilz kein Frauenschuh“). Das heißt wiederum, dass auch die Bodenbiologie zu beachten und zu berücksichtigen ist. Auch wenn dieses Beispiel vielleicht etwas mehr Verständnis fordert, so ist der Zusammenhang doch relativ klar und einleuchtend.

Somit kann anhand dieser beiden Beispiele die Wichtigkeit des Biotopschutzes für den Artenschutz auf relativ einfache und allgemein verständliche Weise auch der breiten Öffentlichkeit näher gebracht werden.

Abschließend sei dem Nationalpark Gesäuse für das Vorkommen des botanischen Kleinodes Frauenschuh (*Cypripedium calceolus*) gratuliert. Es bleibt zu hoffen, dass er noch lange im Gebiet gedeiht, dass der Bestand mittelfristig ausgeweitet werden kann und dass sich auch langfristig noch viele Besucher an seiner besonderen Schönheit erfreuen können!

## 6. Populärwissenschaftliche Zusammenfassung

Der Frauenschuh darf mit Recht als die prächtigste heimische Orchidee angesehen werden. Er zählt zur Familie der Orchideengewächse die mit zirka 20 000 Arten zu den größten Pflanzenfamilien zählt. Besonders manche tropische Orchideen werden bei uns auch als Zimmerpflanzen sehr geschätzt. Und schließlich ist auch die Vanille ein Vertreter der Orchideen. Aus ihren Früchten wird das wunderbare Vanillearoma gewonnen, das wir im Eis und im Pudding, oder auch in Schokoladen und Bäckereien so schätzen.

Das Vorkommen des Frauenschuhes in Österreich ist sehr verstreut und hier bevorzugt er halbschattige, lehmreiche oft wechselfrische Föhren und Edellaubwälder. Er wird als eine gefährdete Art eingestuft. Wie alle Orchideen ist er in der Steiermark vollkommen geschützt. Das heißt, dass sowohl das Pflücken, Ausgraben oder Zerstören als auch der Besitz, Transport, Handel oder Tausch verboten sind.

Die gelbe Farbe der pantoffelartigen Lippe und der Duft, der etwas an Vanille erinnert, locken zahlreiche Insekten an. So wurden zum Beispiel Käfer, Hummeln, Schwebfliegen, Fliegen und ein Taubenschwänzchen an den Blüten beobachtet. Doch sie alle können nichts zur Bestäubung, bei der Pollen einer Pflanze auf die Narbe einer nicht verwandten Pflanze übertragen wird, beitragen.

Die Bestäubung, und damit die Sicherung von genetischer Durchmischung, kann lediglich von kleinen Wildbienenarten erfolgen. Dabei zeigt sich, dass die Bienen durch die schöne Farbe und den Duft getäuscht werden. Rutschen die Tiere erst einmal ins Innere der gelben Lippe (eine sogenannte Kesselfalle), müssen sie sehr bald bemerken, dass hier keinerlei Nahrung zu finden ist. Allerdings können die Tiere nicht sofort wieder aus dem Kessel. Der Weg über die große Öffnung nach oben ist durch eine sehr glatte Kessellinnenwand und einen nach innen gebogenen oberen Rand versperrt. Und ein Abfliegen ist durch den geringen Platz ebenfalls nicht möglich.

Doch der Frauenschuh bietet zwei „Notausgänge“, die über eine „Straße“ aus Haaren erreichbar sind. So wird das Tier gezielt zu einer der beiden Ausgänge, die sich links und recht von der Blüte befinden, geleitet. Auf dem Weg in die Freiheit muss die Biene allerdings erst unter der grünen Narbe durchkriechen. Hier wird mitgebrachter Blütenstaub, der sich auf dem Rücken der Biene befindet, abgestreift und die Blüte auf diese Weise bestäubt. Anschließend folgt die engste Stelle, durch die sich die Biene ins Freie zwängen muss. Dichte Haare an der Unterseite und ein Staubblatt an der Oberseite verengen den Ausgang so sehr, dass die Biene einiges an Kraft aufbringen muss, um sich aus der Blüte zu befreien. Der Ausgang ist gerade so groß, dass sich die kleinen Wildbienen hindurchzwängen können. Dabei wird die klebrige Pollenmasse vom Staubblatt auf den Rücken der Biene abgegeben. Dieser Pollen wird in der nächsten Blüte wieder der Bestäubung dienen.

Für die viel größere Honigbiene oder gar Hummeln ist der enge Ausgang viel zu klein. So sie in die Blüte geraten können diese Tiere – bedingt durch ihre Größe – den Kessel wieder über die große Öffnung nach oben verlassen.

Die beschriebenen Wildbienen bilden im Unterschied zur Honigbiene keine Staaten. Jedes Wildbienenweibchen lebt für sich alleine und legt innerhalb von wenigen Wochen ein kleines Nest an. Hier wird jeweils ein Ei und etwas gesammelter Pollen, welcher der Larve als Nahrung dient, in eine Zelle abgelegt. Das Weibchen wird seine Nachkommen jedoch nie sehen, da es nach der Fertigstellung des Nestes stirbt und die jungen Bienen erst im darauffolgenden Jahr schlüpfen.

Wie bei fast allen Vertretern der Orchideengewächse, so werden auch beim Frauenschuh nach geglückter Bestäubung und anschließender Befruchtung im inneren des Fruchtknotens eine große Menge Staubfeiner Samen produziert. Gelangen diese auf den Erdboden können sie jedoch nicht ohne die Hilfe sogenannter Ammenpilzes auskeimen. Daher ist auch die Bodenbeschaffenheit sehr wichtig.

Fortan wächst der Frauenschuh mit einem Unterirdischen Rhizom, das ein beträchtliches Alter von bis zu 100 Jahren erreichen kann. Es vergehen allerdings 6-8 Jahre, ehe der Frauenschuh erstmals seine eindrucksvollen Blüten bildet.

Zusammenfassend kann also gesagt werden, dass für das Überleben des Frauenschuhes das Vorkommen von Wildbienen und auch von speziellen Pilzen im Boden wichtig sind. Daher ist für sein Bestehen der Schutz des gesamten Lebensraumes (offene helle Mischwälder) von entscheidender Bedeutung.

## 7. Literatur

- Bänziger H., Sun H., Luo Y.-B. 2005. Pollination of a slippery lady slipper orchid in south-west China: *Cypripedium guttatum* (Orchidaceae). Bot. J. Linn. Soc. 148: 251-264.
- Brzosko E. 2002. Dynamics of island populations of *Cypripedium calceolus* in the Biebrza river valley (north-east Poland). Bot. J. Linn. Soc. 139: 67-77.
- Brzosko E., Wróblewska A., Ratkiewicz M. 2002a. Spatial genetic structure and clonal diversity of island populations of lady's slipper (*Cypripedium calceolus*) from the Biebrza national Park (northeast Poland). Mol. Ecol. 11: 2499-2509.
- Brzosko E., Ratkiewicz M., Wróblewska A. 2002b. Allozyme differentiation and genetic structure of the Lady's slipper (*Cypripedium calceolus*) island populations in north-east Poland. Bot. J. Linn. Soc. 138: 433-440.
- Cameron K.M., Chase M.W., Whitten W.M., Kores P.J., Jarrell D.C., Albert V.A., Yukawa T., Hills H.G., Goldman D.H. 1999. A phylogenetic analysis of the Orchidaceae: evidence from rbcL nucleotide sequences. Amer. J. Bot. 86: 208-224.
- Cozzolino S., Widmer A. 2005. Orchid diversity: and evolutionary consequence of deception? Trends Ecol. Evol. 20: 487-494.
- Cox A.V., Pridgeon A.M., Albert V.A., Chase M.W. 1997. Phylogenetics of the slipper orchids (Cypripedioideae, Orchidaceae): nuclear rDNA ITS sequences. Plant Syst. Evol. 208: 197-223.
- Darwin Ch. 1862. On the various contrivances by which British and foreign orchids are fertilised [recte: pollinated] by insects. John Murray, London.
- Daumann E. 1968. Zur Bestäubungsökologie von *Cypripedium calceolus* L. Österr. Bot. Z. 115: 434-446.
- Erneberg M., Holm B. 1998. Bee size and pollen transfer in *Cypripedium calceolus*. Nord. J. Bot. 19(3): 363-367.
- Fischer M.A., Adler W., Oswald K. 2005. Exkursionsflora für Österreich, Liechtenstein und Südtirol. 2te Auflage. Land Oberösterreich, Biologiezentrum der OÖ Landesmuseen, Linz.
- Klein E., Kerschbaumsteiner H. 1996. Die Orchideen der Steiermark. Steiermärkisches Landesmuseum Joanneum, Referat Botanik, Graz.
- Kull T. 1999. *Cypripedium calceolus* L. J. Ecol. 87: 913-924.
- Leins P. 2000. Blüte und Frucht. E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart.
- Maurer W. in press. Flora der Steiermark. Band III Monocotyledonae. IHW-Verlag
- Müller H. 1873. Die Befruchtung [recte: Bestäubung] der Blumen durch Insekten und die gegenseitige Anpassung beider. Verlag W. Engelmann, Leipzig.
- Müller H. 1881. Alpenblumen, ihre Befruchtung [recte: Bestäubung] durch Insekten und ihre Anpassungen an dieselben. Verlag W. Engelmann, Leipzig.
- Nicole F., Brzosko E., Till-Bottraud I. 2005. Population viability analysis of *Cypripedium calceolus* in a protected area: longevity, stability and persistence. J. Ecol. 93: 716-726.
- Niklfeld H., Karrer G., Gutermann W., Schrott L. 1986. Rote Liste gefährdeter Farn- und Blütenpflanzen (Pteridophyta und Spermatophyta) Österreichs. In Niklfeld H. (Ed.) Rote

Liste gefährdeter Pflanzen Österreichs. Grüne Reihe des Bundesministeriums für Gesundheit und Umweltschutz, Band 5.

- Nilsson L.A. 1979. Anthecological studies on the Lady's Slipper, *Cypripedium calceolus* (Orchidaceae). Bot. Notiser 132: 329-347.
- Shefferson R. P., Weiß M., Kull T., Taylor L. 2005. High specificity generally characterizes mycorrhizal association in rare lady's slipper orchids, genus *Cypripedium*. Mol. Ecol. 14: 613-626.
- Sugiura N., Goubara M., Kitamura K., Inoue K. 2002. Bumblebee pollination of *Cypripedium macranthos* var. *rebunense* (Orchidaceae); a possible case of floral Mimicry of *Pedicularis schistostegia* (Orobanchaceae). Plant Syst. Evol. 235: 189-195.
- Smithson A. 2006. Pollinator limitation and inbreeding depression in orchid species with and without nectar rewards. New Phytol. 169: 419-430.
- Vöth W. 1999. Lebensgeschichte und Bestäuber der Orchideen am Beispiel von Niederösterreich. Stapfia 65: 1-257.
- Zimmermann A., Kniely G., Melzer H., Maurer W., Höllriegl R. 1989. Atlas gefährdeter Farn- und Blütenpflanzen der Steiermark. Steiermärkisches Landesmuseum Joanneum, Abteilung für Botanik, Graz.