

## Fakultative Autogamie in der Gattung *Ophrys*

Stefan MUNZINGER

### Keywords:

Orchidaceae; *Ophrys apifera*, *apulica*, *aveyronensis* × *insectifera* var. *insectifera*, *cretica*, *fuciflora*, *incubacea*, *lucis*, *melitensis*, *philippi*, *rhodia*, *scolopax*  
fakultative Autogamie

### Zusammenfassung/Summary:

MUNZINGER, S.(2015) Fakultative Autogamie in der Gattung *Ophrys*. – Ber. Arbeitskrs. Heim. Orchid. 32 (1): 131-142.

Zu vier *Ophrys*-Arten (*Ophrys apifera*, *fuciflora*, *melitensis*, *scolopax*), die in der Literatur als fakultativ autogam bereits beschrieben wurden, konnten an fünf weiteren Arten (*Ophrys apulica*, *incubacea*, *lucis*, *rhodia* und *cretica*) und einem Hybriden (*Ophrys aveyronensis* × *insectifera* var. *insectifera*) Beobachtungen zur Selbstbestäubung gemacht werden. Auf Grund der Häufung der Beobachtungen stellt sich die Frage, ob diese fakultative Autogamie bei Ragwurzeln nicht eher die Regel als die Ausnahme ist. Gestützt wird diese Annahme durch Untersuchungen an *Ophrys scolopax* im Iran. Der dort dokumentierte hohe Anteil an Selbstbestäubung von knapp 30 Prozent an der Fruchtbildung lässt im Kontext mit weiteren Umständen zudem die Behauptung von PAULUS (2014) unwahrscheinlich erscheinen, dass der Hauptbestäuber in jedem Fall maßgeblichen Einfluss auf die Selektion bei Ragwurzeln nimmt.

To the four *Ophrys* species (*Ophrys apifera*, *fuciflora*, *melitensis*, *scolopax*), which are already described in literature as optional autogamous, five additional species can be added (*Ophrys apulica*, *incubacea*, *lucis*, *rhodia* und *cretica*). Due to these observations, the question is raised, if facultative autogamy is common in the genus *Ophrys*. This is supported by experiments with *Ophrys scolopax* in Iran. The documented high part of 30 percent of autogamy and other circumstances are in contrast with the statements of PAULUS (2014), that the main pollinator is in any case the main influence regarding selection within the genus *Ophrys*.



## 1. Einleitung

Insbesondere bei *Ophrys apifera* ist seit langem bekannt, dass sich dieses Arttaxon insbesondere im nördlichen Bereich seines Verbreitungsgebietes nur durch Selbstbestäubung (= obligat autogam) fortpflanzt, während sie im Süden auch fremdbestäubt wird (= fakultativ allogam) (Zitate in HENNECKE & MUNZINGER 2014c). Bereits sehr früh gab es aber auch Berichte zur Selbstbestäubung anderer *Ophrys*-Arttaxa (ECKSTEIN 1887, Wiedergabe des Beitrags siehe HENNECKE & MUNZINGER 2014b), die in neuerer Zeit vereinzelt erweitert wurden (u.a. BABORKA 1995, SALKOWSKI 2000).

Auf Reisen nach Rhodos und auf die Peloponnes, nach Apulien (Manfred HENNECKE - MH) sowie in die Grands Causses im Frühjahr 2015 konnten nun natürliche Selbstbestäubungen auch für die fünf *Ophrys*-Arttaxa *Ophrys lucis*, *rhodia*, *cretica*, *incubacea* (MH) und *apulica* (MH) sowie den Hybrid *Ophrys aveyronensis* × *insetifera* var. *insectifera* teilweise an mehreren Pflanzen dokumentiert werden, so dass sich nun die Frage stellt, inwieweit eine Selbstbestäubung neben der Insektenbestäubung (= fakultative Autogamie) bei Arttaxa der Gattung *Ophrys* allgemein eine nennenswerte Rolle spielt.

## 2. Beobachtungen

### 2.1. *Ophrys lucis*

An einem Fundort nördlich von Embonas (Rhodos, Griechenland) konnten in einem größeren Bestand von *Ophrys lucis* mehrere Pflanzen gefunden werden, bei denen sich die Pollensäcken (= Pollinien) absenkten bzw. bereits die Narbe berührten und damit erfolgreich die Blüte selbstbestäubten. Die Blüte mit erfolgreicher Selbstbestäubung wies keine Schäden auf (Abb. 1), die Blüte nahm eine mittlere Stellung im Blütenstand ein.

Bei einer weiteren Blüte (Abb. 2) wies das Säulchen (= Gymnostegium) im Bereich der Pollinien-Fächer (= Theca) eine Beschädigung auf. Ob diese Beschädigung durch Fraß oder durch eine andere mechanische Einwirkung entstanden war, war nicht erkennbar. Auf Grund der Beobachtung an der ersten Blüte, darf angenommen werden, dass auch bei dieser Blüte in der Folge eine erfolgreiche Selbstbestäubung stattgefunden hat.

An einer dritten Pflanze wurde eine völlig deformierte und teilweise auch beschädigte Blüte gefunden, die ebenfalls dabei war, ihre beiden Pollinien abzusenken. Ob dies letzt-



Abb 1: Erfolgreiche Selbstbefruchtung bei *Ophrys lucis*. Rhodos (Griechenland), 11.03.2015, [S. MUNZINGER].



Abb 2: Sich absenkende Pollinien bei einer aufblühenden *Ophrys lucis*, rechts sind Schäden am Säulchen erkennbar. Rhodos (Griechenland), 11.03.2015, [S. MUNZINGER].

endlich zu einer erfolgreichen Selbstbefruchtung führte, kann auf Grund der Deformation der Blüte nicht ab-

geschätzt werden, es kann aber auch nicht ausgeschlossen werden.



## 2.2 *Ophrys rhodia*

Zwei Tage nach den Beobachtungen an *Ophrys lucis* wurde westlich von Kolymia (Rhodos, Griechenland) in einem Bestand von *Ophrys rhodia* ebenfalls eine Pflanze gefunden, deren Pollinien sich absenkten. Auf der Bilddokumentation konnte später im Hintergrund eine zweite Pflanze

entdeckt werden, die ebenfalls ihre Pollinien absenkt (Abb. 3, rote Pfeile im linken Bild). Bei beiden Blüten handelte es sich um mittlere Blüten, die keine erkennbaren Beschädigungen aufweisen. Die in Anfängen erkennbare Krümmungsbahn der Pollinien (rechtes Bild, Abb. 3) lässt vermuten, dass eine Selbstbefruchtung erfolgen könnte.

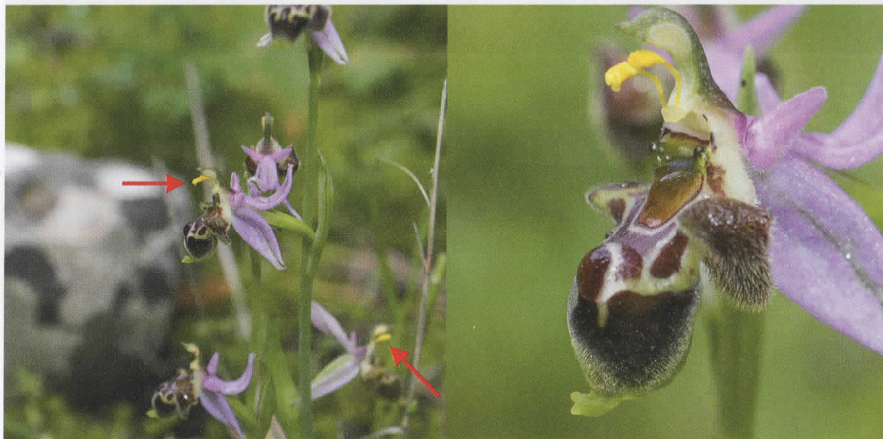


Abb 3: Sich lösende Pollinien bei *Ophrys rhodia*, das linke Bild zeigt diesen Vorgang bei mittleren Einzelblüten von zwei unterschiedlichen Pflanzen (rote Pfeile). Rhodos (Griechenland), 11.03.2015, [S. MUNZINGER].

## 2.3 *Ophrys cretica*

Auf einer Reise im April 2015 konnte östlich von Gythio (Peloponnes, Griechenland) eine sich selbstbestäubende *Ophrys cretica* dokumentiert werden. Bei der Blüte handelte es sich um die letzte Blüte der betreffenden Pflanze, die anderen waren

bereits deutlich erkennbar abgeblüht. Eine Beschädigung konnte nicht festgestellt werden (Abb. 4). Die bereits erfolgte Krümmung der abgesenkten Pollinien lässt auch hier erwarten, dass es zu einer erfolgreichen Selbstbefruchtung kommt.



Abb 4: Sich absenkende Pollinien bei *Ophrys cretica*. Peloponnes (Griechenland), 07.04.2015 [S. MUNZINGER].

## 2.4 *Ophrys incubacea*

Auf einer Reise im April 2015 konnte Manfred Hennecke eine sich selbstbestäubende *Ophrys incubacea* am Nordabfall des Promontori del Gargano (Italien) bei San Nicandro Garganico dokumentieren. Eine Beschädigung als potenzielle Ursache war nicht erkennbar, die Blüte ist auch noch nicht beim Abblühen.

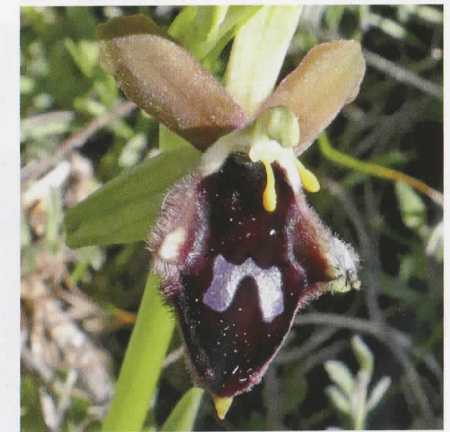


Abb. 5: Sich absenkende Pollinien bei *Ophrys incubacea*; Promontori del Gargano (Italien), 05.04.2015 [M. HENNECKE].



## 2.5 *Ophrys apulica*

Auf der gleichen Apulienreise im April 2015 belegte Manfred HENNECKE bei Mattinata des weiteren eine *Ophrys apulica*, die ebenfalls ihre Pollinien absenkte. Auch hier sind keine Beschädigungen oder Abblühtendenzen als mögliche Ursache erkennbar.

## 2.6 *Ophrys aveyronensis* × *insectifera* var. *insectifera*

Auf einer Reise in die Grands Causses (Frankreich) im Mai 2015 konnte schließlich die beginnende Selbstbefruchtung bei einem Hybrid zwischen *Ophrys aveyronensis* und *Ophrys insectifera* var. *insectifera* dokumentiert werden. Auch in diesem Fall war keine Ursache/Auslöser für den Vorgang erkennbar.



Abb. 6: *Ophrys apulica* mit abgesenktem bzw. sich absenkendem Pollinien. Apulien (Italien), 05.04.2015 [M. HENNECKE].



Abb 7: *Ophrys aveyronensis* × *insectifera* var. *insectifera* mit sich absenkenden und bereits geöffneten Pollinien; Département Aveyron (Frankreich), 24.05.2015 [S. MUNZINGER].

## 2.7 Ergänzende Beobachtungen

Eine weitere interessante Beobachtung berichtet Werner HAHN zu *Ophrys philippi* (Mitteilung per eMail) aus der Region Provence-Alpes-Côte d'Azur (Frankreich). Er fotografierte die Nympe einer Langfühlerschrecke (Heuschrecken, Ordnung Orthoptera, Unterordnung Ensifera), die offensichtlich die Pollinien direkt am Säulchen (= Gymnostegium) angefressen hat, wobei Brösel herab fielen und zumindest das Basalfeld erreichten. Ob solche Brösel ggf. für eine Selbstbefruchtung ausreichend wären, ist eine ungeklärte Frage.

Auch Rainer WEGENER berichtet über eine Beobachtung (in litt.), die in dem Kontext einer fakultativen Autogamie ebenfalls von Interesse ist. Er beobachtete in der Südtürkei, dass zwei kleine Käfer (*Coleoptera* indet.), die durch mechanische Berührung das Absenken eines Polliniums bei einer Ragwurz aus dem Formenkreis *Ophrys scolopax* (Syn.: *Ophrys oestriфера*; WEGENER gibt die Art *Ophrys ulupinara* an), auslösten. Auch hier bleibt offen, ob dies zu einer erfolgreichen Selbstbefruchtung geführt hat.

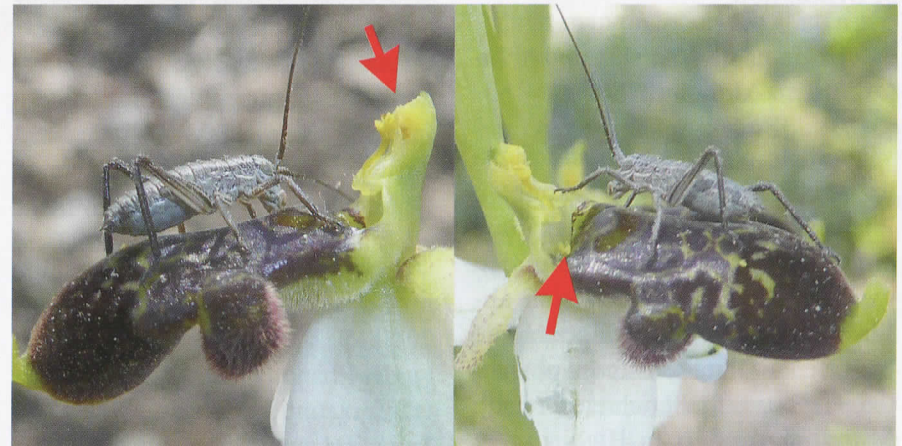


Abb. 8: Wahrscheinlich durch eine Langfühlerschrecke angefressenen Pollinien (Pfeil linkes Bild) von *Ophrys philippi*; auf dem rechten Bild (Pfeil) sind die wohl dabei herabgefallene Pollinien-Brösel erkennbar. Département Var (Frankreich), 16. Mai 2015 [W. HAHN].





Abb. 9: Durch mechanische "Reize" ausgelöste Absenkung eines Polliniums bei *Ophrys ulpinara*; Gencler (Türkei), 03.05.2015 [R. WEGENER].

### 3. Diskussion

#### 3.1 Umfang und Auslöser der fakultativen Autogamie

Innerhalb weniger Exkursionstage im März/April/Mai 2015 konnten Pflanzen aus 5 *Ophrys*-Arten und eines *Ophrys*-Hybriden gefunden werden, deren Pollinien sich absenkten oder bereits erfolgreich die betreffende Blüte selbstbestäubt hatten. H. BAUMANN berichtete (mündl. Mitteilung, zitiert in HENNECKE & MUNZINGER 2014b S. 213), dass Prof. DAFNI in Experimenten festgestellt habe, dass bei *Ophrys*-Arten, wenn man die natürliche Bestäubung durch

Insekten verhindert, trotzdem ein Fruchtansatz durch Selbstbestäubung auftritt.

Dazu passen die Versuche zum Verhältnis Insekten- und Selbstbestäubung von NOSRATI et al. (2011) im Iran: An einer Population von *Ophrys scolopax* untersuchten sie den Fruchtansatz unter natürlichen Bedingungen mit Insektenanflug und in einer Kontrollgruppe unter Ausschluss von Insekten. Mit Insektenanflug lag der Fruchtansatz bei 10,4 Prozent, in der Kontrollgruppe mit ausgeschlossener Insektenanflug bei lediglich 3 Prozent. Der Fruchtansatz verteilte sich sehr ungleichmäßig über die beobachteten Pflanzen, mehr als die Hälfte zeigte keinen Fruchtansatz (NOSRATI et al. 2011, S. 555f). Da in der Kontrollgruppe der Einfluss von Insekten ausgeschlossen wurde, kann es sich also nur um Selbstbestäubung (= Autogamie) handeln.

An ein in geringem Umfang, zufällig im Sinne eines Unfalls (SALKOWSKI 2000, S. 634) gelegentlich auftretendes Phänomen mag man ob dieser Häufung und Berichte nicht denken. Seine Behauptung an gleicher Stelle, dass man dieses Phänomen, ausgelöst durch Regen, Wind oder Erschütterungen bei zahlreichen *Ophrys*-Arten kennt, belegt der Autor leider

nicht. ECKSTEIN (1887) berichtet hingegen explizit davon, dass es zu solchen Selbstbestäubungen auch bei absoluter Windstille kommt. Dem entgegen steht, dass CLAESSENS et al. (2002, S. 75) dem Wind eine letztendlich essentielle Rolle bei der tatsächlichen Befruchtung zuweisen. Die ergänzend geschilderten Beobachtungen von HAHN und WEGENER zeigen zudem auf, dass es wohl noch mehr Ursachen geben könnten.

Die geschilderten Beobachtungen zu *Ophrys apulica*, *aveyronensis* × *insectifera* var. *insectifera*, *cretica*, *incubacea*, *lucis* und *rhodia* lassen keinen Rückschluss auf den Auslöser zu: Zwar sind einige Blüten beschädigt, andere aber nicht. Bei *O. cretica* war es die letzte Blüte, die wahrscheinlich kurz vor dem Verblühen stand, bei den beiden Pflanzen von *O. rhodia* allerdings war dies nicht der Fall. Auch Verletzungen als Ursache scheiden auf Grund der Beobachtungen an *Ophrys lucis* aus. Der oder die möglichen Auslöser für die Selbstbestäubung müssen also vorerst offen bleiben. Zu dem "mechanischen" Ablauf gibt bereits WIEFELSPÜTZ (1964) erste Hinweise zu *Ophrys apifera*, weitere finden sich bei CLAESSENS et al. (2002). Ob diese möglicherweise auch für andere *Ophrys*-Arten in Frage kommen, muss untersucht werden.

#### 3.2 Einschätzung der fakultativen Autogamie

Die Angaben zum Fruchtansatz bei *Ophrys*-Arten schwanken von Art zu Art und Autor zu Autor deutlich. Von minimal weniger als 1 Prozent Fruchtansatz bei *Ophrys insectifera* (H. BAUMANN in SEBALD 1998, S. 406f) über gut 21 Prozent Fruchtansatz bei *Ophrys bombyliflora* (NEILAND et al. 1998, S. 1658) bis zu 55 Prozent Fruchtansatz bei *Ophrys tenthredinifera* (NEILAND et al. 1998, S. 1658) wird berichtet. Die meisten Angaben bewegen sich allerdings im mittleren einstelligen bis sehr niedrigen zweistelligen Prozentbereich.

Zieht man die oben erwähnten Experimente in Betracht, so ergibt sich die Schlussfolgerung, dass zumindest bei *Ophrys scolopax* im Iran knapp 30 Prozent des Fruchtansatzes wohl auch unter natürlichen Bedingungen auf Selbstbestäubung zurück gehen kann.

Zudem beschreibt PAULUS für die pseudokopulierenden Bienenmännchen ein "schnelles Lernvermögen" (PAULUS 2014, S. 509), so dass diese die Sexualattrappe *Ophrys*-Blüte in der Folge offensichtlich meiden. Er verbringt deshalb Stängel mit *Ophrys*-Blüten in Vasen in Flugareale mutmaßlicher Bestäuber, um so die Blüten an unerfahrenen Männchen



testen zu können. Abgesehen davon, dass verletzte *Ophrys*blüten schnell ihr Duftbouquet ändern (MUNZINGER et al. 2014) und die Beobachtungen deshalb neu interpretiert werden müssen, lässt sich aus dieser Vorgehensweise trotzdem der Schluss ziehen, dass Bienenmännchen an Naturwuchsorten mit bereits blühenden Ragwurzarten kaum noch zur Pseudokopulation schreiten. Zwar trifft PAULUS leider keine Aussage dazu, was "schnell" quantitativ nun bedeutet, trotzdem korreliert dies mit den geringen Fruchtansätzen von wenigen Prozent. Diese Beschreibung steht allerdings in Widerspruch zu Fruchtansätzen von 20 Prozent bis über 50 Prozent (s.o.). Genau diese Fruchtansätze können dann eigentlich nicht durch pseudokopulierende, "schnell lernende" Bienenmännchen erfolgt sein. Dieser hohe Fruchtansatz spricht deshalb für eine Selbstbestäubung.

Mithin handelt es sich bei den geschilderten Reisebeobachtungen zur Autogamie bei *Ophrys* möglicherweise um ein ganz "normales" Phänomen, das bislang schlicht nicht wahrgenommen wurde, und sei es, dass jede Einzelbeobachtung als unwichtige "Ausnahme" abgetan wurde. Interessant ist in diesem Zusammenhang, dass bei den Reisen auch durchaus erfahrene

Beobachter "darüber hinwegsehen" und erst nach einem entsprechenden Hinweis etwas wahrnahmen. Ursache hierfür könnten Besonderheiten in der visuellen Aufmerksamkeit sein, wie sie CHABRIS & SIMONS (2011, S. 16ff) in ihrem Experiment zum "unsichtbaren Gorilla" beschrieben haben. Sie dokumentieren dabei die so genannte Aufmerksamkeits-Illusion, die besagt, dass wir gravierend weniger wahrnehmen, als wir annehmen: Gerade wenn man sich mit besonderer Aufmerksamkeit bestimmten Dingen widmet, beispielsweise morphologischen Merkmalen einer *Ophrys*-Blüte, werden andere, auffällige, aber unerwartete Dinge, wie z.B. sich absenkende Pollinien, übersehen.

#### 4. Fazit

Wenn PAULUS (2014, S. 507) schreibt, "Das Ganze (= *System aus Haupt- und Nebenbestäubern*) ist, wie bei jeder Selektion, ein statistischer Prozess, der solange den Einfluss von Nebenbestäubern oder gar Hybridisierung quasi toleriert, bis diese häufiger Erfolg haben als die bestangepassten Bestäuber", so hat er bezüglich der eigentlichen Selektion im Sinne einer Auswahl aus Individuen an sich Recht. Dies trifft aber nicht auf die Basis (= Gesamtheit der Individuen) bzw.

deren Entstehung zu, auf die diese Selektion wirkt, denn hier spielen die oben geschilderten Zusammenhänge eine maßgebliche, ungleich verteilende Rolle. Deshalb ist diese Aussage letztendlich wohl unzutreffend, da die natürliche Selektion ein zweistufiger Prozess ist (MUNZINGER & HENNECKE 2014, S. 18ff).

Da an der Vermehrung durch Samen bei Ragwurzarten nur eine vergleichsweise kleine Zahl von Individuen teilnimmt, die zudem offensichtlich zu einem nennenswerten Teil sich selbst befruchten, ist der Einfluss der Bestäuber deutlich eingeschränkt. Und da der Fruchtansatz bei Ragwurzarten eine Ausnahme ist, sollte man sich hüten, mit Mittelwerten zu arbeiten. Mittelwerte taugen nur dann, wenn die ihnen zu Grunde liegenden Messwerte halbwegs gleichmäßig über die Grundgesamtheit verteilt sind und keine außergewöhnlichen Extreme auftreten (vgl. TALEB 2007). Beides ist bei Ragwurzarten aber nicht der Fall: Es treten immer wieder Ausnahmeereignisse (= Befruchtung, Selbstbefruchtung) auf, welche eine hohe Zahl an Samen (Extreme) nach sich ziehen. Insofern funktioniert die Auswahl (= eigentliche Selektion) zwar ganz normal, die "Herstellung" der Selektionsbasis hingegen unterliegt extremen Einflüssen, weshalb Nebenbestäuber und auch Hybri-

disierung, und hier vor allem auch durch Rückkreuzung der Hybriden mit den Eltern (= Introgression), zufällig eine maßgebliche Rolle spielen können. Damit ist die Selektion in Ihrer Gesamtheit zwar ein statistischer Prozess, aber eben keiner, der gleichverteilt ist.

Auch dieser Zusammenhang lässt es nicht sinnvoll erscheinen, "Hauptbestäuber" ohne detaillierte Untersuchung der aufgezeigten Zusammenhänge im Einzelfall zur Beschreibung (= Abgrenzung) von Arten heranzuziehen, da ihre potenzielle Wirkung in der Artbildung nicht maßgeblich, sondern, zumindest arttaxonspezifisch, nur *ein* Einfluss unter anderen, vergleichbaren ist.

#### Literatur:

- BABORKA, M. (1995): Fakultative Autogamie von *Ophrys holoserica*? – J. Eur. Orch. 27(1):178-182.
- CHABRIS, C & D. SIMONS (2011): Der unsichtbare Gorilla, 2. Auflage. – Piper.
- CLAESSENS, J. & J. KLEYNEN (2002): Investigation on the autogamy in *Ophrys apifera* Hudson. – Jahresberichte des Naturwissenschaftlichen Vereins in Wuppertal, Heft 55: 62-77.
- DEVEY, D., R. BATEMAN, M. FAY, J. HAWKINS (2008): Friends or Relatives? Phylogenetics and Species Delimitation in the Controversial European Orchid Genus *Ophrys*. – Annals of Botany 101: 385-402.



- ECKSTEIN (1887): Eigentümliche Befruchtung bei *Ophrys arachnites* Host. – Mitteilungen des Botanischen Vereins für den Kreis Freiburg und das Land Baden 41 und 42: 367. Freiburg, Br. 1882-1888. [Electronic ed.] Frankfurt am Main : UB Frankfurt, 2013.
- HENNECKE, M. & S. MUNZINGER (2014a): Die neue systematische Gliederung der Gattung *Ophrys*: Untergattung *Ophrys*. – Ber. Arbeitskr. Heim. Orchid. 31 (1):62 - 73.
- HENNECKE, M. & S. MUNZINGER (2014b): Die neue systematische Gliederung der Gattung *Ophrys*: Untergattung *Fuciflorae*. – Ber. Arbeitskr. Heim. Orchid. 31 (2): 201 - 215.
- HENNECKE, M. & S. MUNZINGER (2014c): *Ophrys* subgenus *Fuciflorae* sect. *Apiferae*. – Ber. Arbeitskr. Heim. Orchid. 31 (2): 216- 226.
- MALMGREN, S. (2006): Asymbiotic Propagation of European Orchids. – J. Eur. Orch. 38(2): 355-362.
- MUNZINGER, S. & M. HENNECKE (2014): Differentialdiagnostische Erwägungen zur Anwendung von Artkonzepten für die Gattung *Ophrys*. – Ber. Arbeitskr. Heim. Orchid. 31(1): 6 - 35.
- MUNZINGER, S., M. HENNECKE, G. MILLER, A. MANZO, S. PANSERI & A. GIORGI (2014): Stressbedingte Veränderungen der Blüten-Duftbouquets von *Ophrys sphegodes* und *Ophrys pseudobertonii* var. *benacensis*. – Ber. Arbeitskr. Heim. Orchid. 31 (2): 64-74.
- NEILAND, M.R.M & C.C. WILCOCK (1998): Fruit Set, Nectar Reward, and Rarity in The Orchideacea. – American Journal of Botany 85(12): 1657–1671.
- NOSRATI, H., R. HAJIBOLAND, A. RAZBAN-HAGHIGHI, M. NIKNAZI (2011): A comparative assessment of fruit formation in some orchid species from the southern Caucasus region. – Turk J Bot 35:553-560 (doi:10.3906/bot-1001-279).
- PAULUS, H.F. (2014): Zur Bestäubungsbiologie von *Serapias lingua* und einiger *Ophrys*-Arten in Kroatien (Orchideaceae und Insecta, Apoidea). – J. Eur. Orch. 46 (3/4):503-560.
- SALKOWSKI, H.-E. (2000): Über die Bestäubung von *Ophrys melitensis* (Salkowski) J.& P. Devillers-Terschuren auf der Insel Malta. – Jour. Eur. Orch. 32 (3/4): 631-641.
- SEBALD, O., S. SEYBOLD, G. PHILIPPI, A. WÖRZ (Hrsg.) (1998): Die Farn-und Blütenpflanzen Baden-Württembergs, Band 8. – Ulmer Verlag.
- TALEB, N.N. (2007): Der Schwarze Schwan. – Die Macht höchst unwahrscheinlicher Ereignisse. – Verlag Hanser.
- WIEFELSPÜTZ, W. (1964): Über die Selbstbefruchtung bei *Ophrys apifera*. – Jahresberichte des Naturwissenschaftlichen Vereins in Wuppertal, Heft 19: 56-62.

### Anschrift des Verfassers:

Stefan MUNZINGER  
Am Kirchtal 9, 37154 Northeim  
s.munzinger@naturgucker.de