



Angelika und Heinz Baum

## ***Platanthera muelleri* – eine dritte Art in der *Platanthera bifolia/chlorantha* Gruppe in Mitteleuropa**

### **Keywords**

*Orchidaceae*; *Platanthera muelleri*, *Platanthera bifolia*, *Platanthera chlorantha*, *Platanthera* ×*hybrida*; morphology, genetics, hybridization; flora of Belgium, The Netherlands and Germany.

### **Summary**

Baum, A. & H. Baum (2017): *Platanthera muelleri* – a third species within the *P. bifolia/chlorantha* group in Central Europe.- J. Eur. Orch. 49 (1): 133-152. Here and in the paper mentioned below (DURKA et al. 2017) we studied the morphology and molecular markers within the *P. chlorantha/bifolia* group in Central Europe. The findings show a separation into at least three separate groups. The results are shown in a summarized fashion. The up to now unclosely defined third group is described as new species *Platanthera muelleri*.

### **Zusammenfassung**

Baum, A. & H. Baum (2017): *Platanthera muelleri* – eine dritte Art in der *P. bifolia/chlorantha* Gruppe in Mitteleuropa.- J. Eur. Orch. 49 (1): 133-152. In diesem Beitrag werden die Ergebnisse einer umfassenden Studie (DURKA et al. 2017) über die Morphologie und Genetik von *Platanthera bifolia*, *P. chlorantha* und einer dritten, intermediären und bisher nicht klar definierten Sippe aus Mitteleuropa zusammenfassend dargestellt. Diese belegen eine deutliche Trennung in mindestens drei unabhängige Sippen. Die dritte Sippe wird als neue Art *Platanthera muelleri* beschrieben.

\* \* \*

## 1. Einführung

Die hier verwendeten Daten, Messwerte und Fakten basieren bis auf eine Ausnahme (Abb. 1-3) auf der Arbeit DURKA, BAUM, MICHALSKI & BAUM 2017 (Darwin's legacy in *Platanthera*: are there more than two species in the *Platanthera bifolia/chlorantha* group? *Plant Syst Evol* 303: 419-431), wo sie detailliert dargelegt sind. Die grundlegenden Teile der hier vorgestellten Arbeit sind aus DURKA et al. (2017) entnommen und ins Deutsche übertragen. Die Darstellungen morphologischer Daten sind teilweise durch Messwerte von weiteren Fundorten ergänzt worden.

Die Gattung *Platanthera* ist im europäischen und eurasischen Raum vielfach und eingehend untersucht worden (NILSSON 1983, EFIMOV 2011, 2016, BATEMAN et al. 2012, LORENZ et al. 2012, 2015). In Mitteleuropa umfasst sie traditionell zwei Arten *P. chlorantha* (Cust.) Rchb. und *P. bifolia* (L.) Rich. Eine rezente Aufteilung in drei Arten durch BUTTLER (2011) ist nicht ausreichend differenziert und somit nicht belastbar. Als augenfälligstes morphologisches Unterscheidungsmerkmal wird bis heute die Stellung der Antherenfächer herangezogen; weit trapezförmig (*P. chlorantha*) bzw. eng parallel (*P. bifolia*). Schon in den ersten Darstellungen (z.B. VAILLANT 1727, CURTIS & MARBURY 1777, BARLA 1868, CAMUS & CAMUS 1921) und Publikationen (z.B. SMITH et al. 1824, DIETRICH & KLOTZSCH 1833) tauchen jedoch auch Formen auf, die weder in das eine noch in das andere morphologische Raster passen. Über diese weitestgehende mittlere Stellung wurden viele Hypothesen erstellt (PERKO 1997, KÜNKELE & BAUMANN 1998, AHO NRW 2001, CLAESSENS & KLEYNEN 2006, 2008), die sich jedoch nicht erhärteten oder durchsetzten. Auch zur Beschreibung des Hybriden *Platanthera* ×*hybrida* Brügger wurde die intermediäre Stellung als eines der Hauptmerkmale herangezogen. Allerdings wird dieser Status bei vermuteten Hybrid-Populationen durch das Fehlen der Eltern und eine normale bis hohe, erfolgreiche Reproduktionsrate und non-intermediäre Merkmale angezweifelt (BAUM & BAUM 2011, 2012, DURKA et al. 2017).

Im Gegensatz zu den, teilweise recht großen, vermeintlichen Hybrid-Populationen, sind echte Hybriden in sympatrischen Vorkommen von *P. bifolia* und *P. chlorantha* selten und eher instabil. Zu einer erfolgreichen Vermehrung gehört u. a. eine sichere Übertragung der Pollenmassen innerhalb einer Art sowie eine möglichst klare Abgrenzung zu näheren verwandten Arten. Dieses Kriterium erfüllt nicht nur die Stellung der Antherenfächer sondern auch der Bau des Gynostemiums (Pollinarien, Narbe). Als eine weitere *chlorantha-bifolia* Dichotomie werden die unterschiedlichen Längen der Sporne, allerdings weitestgehend ohne Beachtung des Verhältnisses zur Gesamt-Blütengröße

(Abb. 3), angegeben, was jedoch noch weiterer Untersuchungen bedarf (z.B. NILSSON 1985, ESCHE 1996, BOBERG et al. 2014).

Da Pflanzen der sog. Hybrid-Populationen eher weiter parallel, als eng trapezförmig stehende Antherenfächer aufweisen, förderte dieser Umstand schon früh Versuche *P. bifolia* s.l. taxonomisch weiter zu unterteilen (WALLROTH 1822; BOENNINGHAUSEN 1824, REICHENBACH 1831; BABINGTON 1836; DREJER 1843; MÜLLER 1868; BISSE 1963; LØJTNANT 1978; BUTTLER 2011). Trotz dieser Versuche haben nur einzelne der neueren taxonomischen Konzepte Anerkennung in einigen wenigen lokalen Floren gefunden. Wenn überhaupt akzeptiert, tritt neben *P. bifolia* s.l., dort charakterisiert als klein-blütige, eher kurz-spornige Pflanze mit eng stehenden Antheren, eine Form auf, die gegenwärtig entweder als *P. bifolia* subsp. *latiflora* (Drejer) Løjtnant (PEDERSEN & FAURHOLDT 2010; JÄGER 2011; KROK et al. 2013), oder als *P. fornicata* (Bab.) Buttler (FELDMANN & RODE 2014: 732) bezeichnet wird. Letztere wird als reine Waldsippe, großblütig, langspornig und mit einem annähernd intermediären, parallelen Abstand der Antheren zwischen *P. bifolia* subsp. *bifolia* und *P. chlorantha* beschrieben (DURKA et al. 2017: 420). Zudem zählt BUTTLER (2011) in seinem Bestimmungsschlüssel sowohl großblütig niederwüchsige als auch kleinblütig hochwüchsige Pflanzen mit zu *P. fornicata*, was jedoch kein signifikantes Unterscheidungsmerkmal zu *P. bifolia* s.str. darstellt (BAUM & BAUM 2012: 225, 227). Inwieweit *Platanthera kuenkelei* Baumann in Mitteleuropa eine Rolle spielt, bleibt noch zu untersuchen (LORENZ et al. 2012). Trotz umfangreicher, bemerkenswerter Studien kommen BATEMAN et al. (2012) noch zu keinem abschließenden Ergebnis.

## 2. Untersuchungen

DURKA et al. 2017 haben die ausführlichen Untersuchungen der Morphologie der Pflanzen generell und der Blüten im Speziellen, sowie der molekularen Marker detailliert dargestellt, um die morphologische und genetische Variation innerhalb der *bifolia/chlorantha* Gruppe in Mitteleuropa einzuordnen. Dabei wurde ein spezielles Augenmerk auf die intermediären Morphotypen und mutmaßliche *P. ×hybrida* gelegt. Eigentlich waren Hybriden zwischen *P. bifolia* und *P. chlorantha* als intermediäre Phänotypen und gemischte Genotypen zu erwarten. Demgegenüber stand die Erwartung irgendeiner unabhängigen (evolutionären) Linie, die eine einheitliche Kombination von Merkmalen und einen unabhängigen Genpool aufweist.

DURKA et al. (2017) konnten aufzeigen, dass die intermediären Morphotypen eine genetisch unabhängige Gruppe bilden, die nicht hybridogenen Ursprungs

ist. Da die diagnostischen Merkmale, die morphologischen Charakteristika und die Habitat Zugehörigkeit sowohl von *P. bifolia* subsp. *latiflora* als auch von *P. fornicata* mit den Ergebnissen unserer Beobachtungen nur in Teilen begrenzt übereinstimmen, wurde die von uns untersuchte Gruppe in der o. a. Arbeit DURKA et al. 2017 zunächst einmal informativ als „non-hybrid intermediates (Pn)“ bezeichnet.

Weiterhin untersuchten DURKA et al. (2017) *P. chlorantha* (Custer) Rehb. [Pc], *P. bifolia* L. (Rich.) s.str. [Pb], „non-hybrid intermediates [Pn]“ sowie *Platanthera* ×*hybrida* Brügger [Px] sowohl in diverserer Literatur als auch in unterschiedlichen Populationen. Die Datensätze beruhen auf 108 Pflanzen aus insgesamt 11 verschiedenen Gebieten (D: Burgenlandkreis, Saalekreis, Eifel, Westfalen, Westerwald; NL: Zuid Limburg; B: Prov. Lüttich, s.a. DURKA et al 2017: 423, Table 2). Dabei wurden 32 „non-hybrid intermediates“ aus 4 Populationen morphologisch (32) und genetisch (31) untersucht, von *P. chlorantha* 32 Proben aus 4 Populationen (28 morphologisch; 32 genetisch), von *P. bifolia* 38 Proben aus 5 Populationen (38 morphologisch; 35 genetisch) und 6 *Platanthera* ×*hybrida* aus einer Population sowohl morphologisch als auch genetisch (DURKA et al. 2017, Tab. 1 und Tab. 2). Die dort erhobenen morphologischen Untersuchungen sind hier noch einmal als Mittelwert plus Standardabweichung zusammenfassend in Abb. 1-16 aufgeführt, wobei die Sporn- und Lippenlängen durch zusätzliche Werte von 145 Pflanzen aus 13 verschiedenen Gebieten erweitert wurden (Abb. 1-3).

Die detaillierten molekulargenetischen Untersuchungen bei DURKA et al. (2017) haben zusammenfassend (Abb. 17) ergeben:

Molekulare Marker (AFLP-marker) zeigen in Ordinations- und Clusteranalysen drei genetisch eigenständige Gruppen (Genpools Pb, Pc, Pn; Px = intermediär bzw. gemischt aus 2 Genpools), die weitgehend den Morphotypen *P. chlorantha*, *P. bifolia* und *P. non-hybrid intermediates* entsprechen. Der genetische Abstand von Pn zu Pb/Pc ist größer als der zwischen Pb und Pc. Genpool Pn ist gekennzeichnet durch eine Reihe von privaten nahezu fixierten Markern d.h. diese DNA-Fragmente kommen in Pn sehr häufig vor und gar nicht in Pb und/oder Pc.

## 2.1 Inkongruenz zwischen Genotypen und Phänotypen

In einer der untersuchten Populationen (Sistig) existieren zwei erkennbar zu trennende Vorkommen plus Hybriden aus der *Platanthera*-Gruppe sympatrisch. Die eine Gruppe lässt sich sowohl morphologisch als auch genetisch eindeutig als *P. bifolia* identifizieren. Die zweite Gruppe stellt sich morphologisch unzweideutig als *P. chlorantha* dar, befindet sich jedoch molekulargenetisch in

der Gruppe der „non-hybrid intermediates“. Ebenso verhält es sich mit den dort befindlichen Hybriden: Sie befinden sich morphologisch zwischen *P. bifolia* und *P. chlorantha* wogegen sie nach den genetischen Untersuchungen zwischen *P. bifolia* und der „non-hybrid intermediates“ Gruppe stehen (siehe Abb. 17 hoc loco und DURKA et al. 2017). Es ist in Zukunft zu beobachten ob dieses Phänomen noch weiter existiert bzw. wie verbreitet es ist.

### 3. Ergebnisse

Die dieser Arbeit zu Grunde liegende Studie (DURKA et al. 2017) zeigt klar, dass in der *P. chlorantha/bifolia* Gruppe drei unterschiedliche Genpools vorhanden sind (siehe auch Abb. 17 hoc loco), die sich auch weitestgehend morphologisch unterscheiden (siehe auch Abb. 1-16 hoc loco). Es handelt sich namentlich um *P. bifolia* s.str., *P. chlorantha* und die dort als „non-hybrid intermediates“ bezeichnete Sippe. In Anbetracht dessen, dass die „non-hybrid intermediates“ Gruppe bis heute entweder vernachlässigt wurde, als Hybriden beider o.a. Arten angesehen wurden oder fälschlicherweise der größeren Gruppe *P. bifolia* s.l. zugeschlagen wurde, wird diese „non-hybrid intermediates“ Gruppe hier als neue Art beschrieben und als selbstständiges Taxon eingeführt.

#### *Platanthera muelleri* A. Baum & H. Baum spec. nov.

**Diagnosis:** Species nova similar to *Platanthera* ×*hybrida*, but distinctly taller. Plant height 300-600 (700) mm, mostly higher than *P. bifolia* (250-450 (650) mm), higher than *P. chlorantha* (200-450 mm) and *P. ×hybrida* (260-430 mm); leaves of all four species shaped alike. Inflorescence 50-200 (250) mm, mostly higher than *P. bifolia*, higher than *P. chlorantha* and *P. ×hybrida*; number of flowers (8) 9-25 (36). Spur length (20) 25-40 (45) mm, generally longer than of the other species *P. bifolia* (15) 17-30 (45) mm, *P. chlorantha* (21) 23-29 (33) mm, *P. ×hybrida* 21-26 (29) mm; the same applies to the length of the labellum (8-18 mm), (*P. bifolia* 7-14 (19) mm, *P. chlorantha* (8) 9-14 (17) mm, *P. ×hybrida* 8-11 (14) mm). Connective u-shaped or ω-shaped (*P. bifolia* u-shaped, *P. chlorantha* ω-shaped, *P. ×hybrida* u- to ω-shaped). Position of anthers varies between parallel, trapezoidal and rarely v-shaped, further apart than those at *P. bifolia*, less trapezoidal than those of *P. chlorantha*; distance of anthers at the top (0,5) 1,4-1,5 (2) mm, further apart than those at *P. bifolia*, narrower than those at *P. chlorantha*; distance of anthers at the bottom (0,5) 1,5-2,1 mm, further apart than those at *P. bifolia*, narrower than those at *P. chlorantha*; anther length 3-5 mm, longer than those of *P. bifolia* and *P. ×hybrida*, shorter than those of *P. chlorantha*. Pollinarium length 2,5-4 mm (longer than those at *P.*

*bifolia* about the same length as *P. ×hybrida*, shorter than those at *P. chlorantha*). Pollinium length 1,2-2,1 mm (shorter than those at *P. chlorantha*); pollinium width 0,5-1 mm (between *P. bifolia* (more widely) and *P. chlorantha* (smaller)). Caudicle length 0,5-1,1 mm (longer than those at *P. bifolia* 0,3-0,7 mm) about the same length as *P. ×hybrida* (0,6-0,9 mm), shorter than those of *P. chlorantha* (1,4-2,0 mm). Viscidium round to oval; *P. bifolia* oval, *P. chlorantha* roundish. Lateral stigma lobes not covering spur entrance (in contrast to *P. bifolia* s.str.).

**Holotypus:** Lengerich (GER), Intruper Berg, 52° 10' 55.26" N; 7° 53' 17.35" O; 118 m ü. NN; Offener Kalk Buchenwald, 03.07.2013, leg. Angelika & Heinz Baum (MSTR 141549, Entnahmegenehmigung durch ULB Krs. Steinfurt AZ 67/6.1-34/2013).

**Icon.:** Abb.18-23 (hoc loco).

**Etymologie:** Das Epitheton „muelleri“ wurde zu Ehren des westfälischen Blütenbiologen Prof. Dr. Hermann Müller (1829-1883) ausgewählt (LUDWIG 1884). In seiner Arbeit „Beobachtungen an westfälischen Orchideen“ berichtete Müller u.a. „3. Ueber die Unterschiede von *Platanthera bifolia*, *chlorantha* und *solstitialis*“. In diesem Werk publizierte er zum ersten Mal für das Gebiet Westfalen umfangreiche biometrische Analysen, die er auch an den o.g. *Platanthera*-Gruppen durchführte. Daraus geht hervor, dass er eindeutig das hier neu eingeführte Taxon mit vermessen hat (MÜLLER 1868: 36-47).

**Beschreibung:** Pflanzen kräftig mit großen Blüten und langem Sporn, Pflanzengröße je nach Habitat von 300 bis zu 700 mm. 2 selten 3 (4) bodenständige, im Wald glänzend-, im Offenland stumpf-grüne, ungeflechte ovale bis elliptische Laubblätter, die mit einem Stiel bodenständig am Stängel verwachsen sind. Stängel rund, rinnig, mit bis zu 5 (8) lanzettlichen, tragblattähnlichen Stängelblättern, die nach oben kleiner werden. Infloreszenz kräftig, lockerblütig und reichblütig (50-250 mm). Blütenanzahl 8-30 (40), Brakteen grün, krautig, etwa gleich groß wie der dazugehörige Fruchtknoten, der um 180° gedreht ist. Blütenfarbe weiß bis gelblich oft mit grünlichen Perigonspitzen. Mittleres Sepalum aufrecht, leicht konkav nach vorn geneigt, Länge 4,5-10mm, Breite 3-9,5mm. Seitliche Sepalen abstehend, leicht gebogen nach hinten geneigt (Länge (6) 7-12 (13) mm, Breite (2,5) 3-6 (7,5) mm. Petalen (Länge 4-10 (12) mm Breite 1-3 (4) mm) leicht gebogen nach oben über dem Gynostemium zusammengeneigt, von nicht berührend bis überlappend. Labellum und Sporn weiß mit grünlichen Spitzen bis zu ganz grünlich überlaufen. Sporn waagrecht oder nach unten gebogen, 19-45mm lang, nadelförmig auslaufend. Labellum ungeteilt zungenförmig nach unten gebogen, 8-18mm lang, am Ende abgerundet. Das Gynostemium beinhaltet u.a. zwei getrennte Antheren, die durch ein Konnektiv zwischen den Theken verbunden sind. Das Konnektiv kann entweder gerade sein oder konkav als auch konvex gewölbt, die Form ist entweder

u-förmig oder ω-förmig. Die Stellung der Antheren zueinander ist meist parallel bis leicht trapezförmig, selten leicht V-förmig. Die Abstände der Antheren betragen, je nach deren Stellung oben (0,5) 1,4-1,5 (2) mm und unten (0,5) 1,5-2,1 mm. Die Antherenlänge beträgt 3-5mm. Ein Pollinarium besteht aus einem keulenförmigen bis scheibenförmig dreieckigen Pollinium von fester bis leicht zerbröselnder Konsistenz, manchmal in zwei Hemipollinia aufspreizend und ist kurz bis mittellang gestielt. Die Caudicula ist 0,5-1,1mm lang. Stipes von deutlich vorhanden bis nicht erkennbar. Anhängsel („Cuspis“) manchmal erkennbar, Viscidium rundlich bis schwach oval. Die seitlich stehenden Narbenlappen verdecken den Sporneingang nicht. Samenkapseln aufrecht sitzend.

**Blütezeit:** (Ende Mai) Mitte Juni – Anfang/Mitte Juli.

**Habitat:** Magerrasen, Halbtrockenrasen, Streuwiesen, Gebüsche, (Buchen-) Wald; trocken bis wechselfeucht, meist über Kalk.

**Verbreitung:** Westfalen, Oberrhein, (Eifel?), Prov. Lüttich (B), Prov. Namur (B) Zuid Limburg (NL), Unterengadin (CH).

**Anmerkungen:** Es handelt sich bei *P. muelleri* um keine „neue“ Art. Neben *Platanthera ×hybrida* wurde sie meist der großen Gruppe *P. bifolia* s.l. zugerechnet. Erst die heutigen technischen Möglichkeiten, wie gentechnische Analysen und präzise morphologischen Untersuchungsmethoden haben es möglich gemacht, die Aufteilung in mindestens drei Taxa eindeutig zu erkennen. Gut deutbare Hinweise auf *P. muelleri* finden sich schon in historischen Zeichnungen (z.B. PALMSTRUCH 1807: 314; LODDIGES 1830: t. 1653; ROSS-CRAIG 1979: Plate 30; MÜLLER 2001: Tafel 37).

#### 4. Diskussion

DURKA et al. (2017) zeigen klar auf, dass die mitteleuropäische *P. bifolia/chlorantha* Gruppe aus mindestens drei Genpools besteht, die gleichermaßen drei morphologische Gruppen darstellen: *P. bifolia*, *P. chlorantha* und die hier neu beschriebene *P. muelleri*. Der genetische Abstand von *P. muelleri* zu *P. bifolia* bzw. *P. chlorantha* ist größer als der zwischen *P. bifolia* und *P. chlorantha*. Die morphologischen Analysen (DURKA et al. 2017, hoc loco) zeigen auf, dass auch dort ein Unterschied der drei Arten in relevanten Maßen besteht. Dabei hat sich ebenfalls herausgestellt, dass *P. bifolia* s.str. in ihrer Gesamt- und auch Blütengröße deutlich variabler ist, als bisher meist angenommen.

Durch die morphologische Ähnlichkeit von *Platanthera muelleri* mit *Platanthera ×hybrida*, speziell das Gynostemium betreffend, wurden *Platanthera muelleri* Vorkommen häufig als „(stabile) Hybrid-Vorkommen“ von *P. bifolia* und *P. chlorantha* bezeichnet, obwohl dort keine der Eltern vorkommen. Bis jetzt sind keine sympatrischen Vorkommen zwischen

*Platanthera muelleri* und einer der beiden anderen *Platanthera*-Arten bekannt. Es wird in Zukunft notwendig sein zu untersuchen, wie weit sich das Areal von *P. muelleri* in Mitteleuropa und darüber hinaus ausdehnt. Es bleibt weiterhin im Lichte dieser deutlichen genetischen Differenzierung zu untersuchen, inwieweit die große Anzahl von bemerkenswerten Studien über die Evolution, der Blütenbiologie und der Bestäuber beeinflussten Selektion (NILSSON 1983, EFIMOV 2011, 2016, BATEMAN et al. 2012, LORENZ et al. 2012, 2015), einer Neubewertung zu unterziehen sind. Ebenso sind kritische Sippen innerhalb der *P. bifolia* s.l./ *P. chlorantha* Gruppe unter diesem Aspekt zu beleuchten.

Tabelle 1: Vergleich der Taxa nach eigenen Feststellungen und Messdaten.

Taxon	<i>P. muelleri</i>	<i>P. ×hybrida</i>	<i>P. bifolia</i> s.str.	<i>P. chlorantha</i>
Habitat	Offenland und lichter Wald	Offenland und lichter Wald	Offenland und lichter Wald	Offenland und lichter Wald
Vorkommen	Vorkommen ausschließlich von <i>P. muelleri</i>	Einzelpflanzen in sympatrischen Vorkommen von <i>P. bifolia</i> s. str. und <i>P. chlorantha</i>	<i>P. bifolia</i> selten sympatrisch mit <i>P. chlorantha</i> , dann sehr selten <i>P. ×hybrida</i>	<i>P. chlorantha</i> selten sympatrisch mit <i>P. bifolia</i> , dann sehr selten <i>P. ×hybrida</i>
Pflanzengröße	30-60 (70) cm	26 - 43 cm	25-45 (50-65) cm	(20) 30-45 cm
Sporn	(20)25-40 (45) mm	21-26 (29) mm	(15) 17-30 (37,5-45) mm	(21) 23-29 (30-33)mm
Verhältnis Sporn/Lippe	2,8 ± 0,3	2,1 ± 0,3	2,3 ± 0,3	2,2 ± 0,3
Sporneingang	rund, frei einsehbar	rund, frei einsehbar	von seitlichen Narbenlappen zum Teil verdeckt wirkt dadurch eckig	rund, frei einsehbar
Stellung der Antheren	bis Λ, / \; selten V	, Λ;		/ \
Abstand der Antheren	mindestens so weit oder weiter als die Breite eines Antherenfaches	mindestens so weit oder weiter als die Breite eines Antherenfaches	deutlich weniger weit als die Breite eines Antherenfaches	um ein mehrfaches weiter als die Breite eines Antherenfaches
Länge der Antheren	3,5-4,5 mm	(2) 3 (3,5-4) mm	(2) 2,5-3 (3,5) mm	(4) 4,5-5 (5,5) mm
Länge der Caudikel	größer als der Radius des Viscidiums – bis zum doppelten Radius	größer oder gleich dem Radius des Viscidiums	kleiner/gleich dem Radius des Viscidiums	etwa dreifacher Radius des Viscidiums

## Dank

Wir möchten uns bei all denen bedanken, die unsere Arbeit an *Platanthera* unterstützt haben. Unser spezieller Dank gilt noch einmal J. Kleynen (Geulle a. d. Maas, NL), J. Claessens (Geulle, NL), B. Margenburg (Bergkamen), Dr. D. Wenker (Dortmund), Prof. K. Adolphi (Rossbach), W. Hahn (Koblenz).

## Literatur

- ARBEITSKREIS HEIMISCHE ORCHIDEEN NRW (Hrsg.) (2001): Die Orchideen Nordrhein-Westfalens: 284.- Steyl, Selbstverlag.
- BABINGTON C. C. (1836): On several new or imperfectly understood British and European Plants.- Transactions of The Linnean Society of London 17: 451-464.
- BARLA, J.-B. (1868): *Platanthera bifolia* C.L.Rich. *Platanthera bifolia* C.L.RICH. var. b *laxiflora*.- In: Flore illustrée de Nice et des Alpes-Maritimes: iconographie des orchid: Plate 14, 15.- Nice.
- BATEMAN, R. M., JAMES K. E. & P. J. RUDALL (2012): Contrast in levels of morphological versus divergence between closely related Eurasian species of *Platanthera* (*Orchidaceae*) suggests recent evolution with a strong allometric component.- New Journal of Botany 1 (2): 110-148.
- BAUM, A. & H. BAUM (2011): Zweiblättrige Waldhyazinthe, *Platanthera bifolia* (L.) Rich., ein Beitrag zur Orchidee des Jahres 2011 in Deutschland.- J. Eur. Orch. 43: 15-34.
- BAUM, A. & H. BAUM (2012): *Platanthera bifolia* (L.) Rich., wo kommt sie her, wo geht sie hin?- Ber. Arbeitskrs. Heim. Orchid. 29 (Beiheft 8): 210-228.
- BISSE, J. (1963): Ein Beitrag zur Kenntnis der deutschen Orchideenflora.- Feddes Repert. 67: 181-189.
- BOBERG E. & J. ÅGREN (2009): Despite their apparent integration, spur length but not perianth size affects reproductive success in the moth-pollinated orchid *Platanthera bifolia*.- Functional Ecology 23: 1022-1028.
- BOBERG, E., ALEXANDERSSON, R., JONSSON, M., MAAD, J., ÅGREN, J., & L. A. NILSSON (2014): Pollinator shifts and the evolution of spur length in the moth-pollinated orchid *Platanthera bifolia*.- Ann. Bot. (Oxford) 113: 267-275. doi: 10.1093/aob/mct217.
- BOENNINGHAUSEN, C.M.F. (1824): Prodrum florum Monasteriensis Westphalorum: Phanerogamia: 266.- Monasterii, Sumptibus Frid. Regensberg.
- BUTTLER K.-P. (2011): Revision von *Platanthera bifolia* sensu lato.- Jber. Wetterau Ges. ges. Naturkunde 159-161: 93-108.
- CLAESSENS, J. & J. KLEYNEN (2006): Anmerkungen zur Hybridbildung bei *Platanthera bifolia* und *P. chlorantha*.- Jour. Eur. Orch. 38 (1): 3-28

- CLAESSENS, J. & J. KLEYNEN (2008): *Cucullia umbratica* L. als Bestäuber von *Platanthera x hybrida* Bruegg. In Süd-Limburg (Niederlande).- J. Eur. Orch. 40 (1): 73-84
- CAMUS, E.-G. & A. CAMUS (1921): *Platanthera bifolia* RICH. et var. *laxiflora* DREJ.- Iconographie des orchidées d'Europe et du bassin Méditerranéen: Plate 91.- P. Lechavalier, Paris
- CURTIS, W. & E. MARBURY (1777): *Orchis bifolia* - Flora Londinensis, or, Plates and descriptions of such plants as grow wild in the environs of London 6: 65.- Printed for and sold by the author ... and B. White.
- DIETRICH, A.-G. & FR. KLOTZSCH (1833): *Platanthera bifolia* Rich.- In Flora regni Borussici: flora des Königreichs Preussen oder Abbildung und Beschreibung der in Preussen wildwachsenden Pflanzen Band 1, Kap. 7.- Verlag von Ludwig Oehmigke, Berlin
- DREJER, S. (1843): Critiske Bemærkninger om nogle danske Orchideer.- Naturhistor. Tidsskr. 4: 45-70.
- DURKA, W., BAUM, A., MICHALSKI, S.G. & H. BAUM (2017): Darwin's legacy in *Platanthera*: are there more than two species in the *Platanthera bifolia/chlorantha* group?- Plant. Syst. Evol. 303: 419-431 doi: 10.1007/s00606-016-1381-8
- EFIMOV, P. G. (2011): An intriguing morphological variability of *Platanthera* s.l.- European Journal of Environmental Science, 1 (2): 125-136
- EFIMOV, P. G. (2016): A Revision of *Platanthera* (*Orchidaceae*; *Orchidoideae*; *Orchideae*) in Asia.- Phytotaxa 254 (1): 001-233.
- ESCHE T. (1996): Konkurrieren Nachtschmetterlinge um Blüten? Untersuchungen zu Nischentrennung und Bestäubungseffektivität (*Insecta*, *Lepidoptera*).- Neue Entomologische Nachrichten 35.
- FELDMANN, R. & P. RHODE (2014): *Platanthera bifolia*.- In ARBEITSKREIS HEIMISCHE ORCHIDEEN THÜRINGEN e.V. (Hrsg): Thüringens Orchideen: 732-734.- Uhlstädt-Kirchhasel.
- JÄGER E.J. (2011): Rothmaler – Exkursionsflora von Deutschland.- Gefäßpflanzen: Grundband: 163.- Elsevier, Heidelberg.
- KROK T., ALMQUIST, S., JONSELL, L. & B. JONSELL (2013): Svensk flora.- Fanerogamer och kärlkryptogamer Liber.- Stockholm.
- KÜNKELE, S. & H. BAUMANN (1998): *Orchidaceae*.- In: SEBALD, O., SEYBOLD, S., PHILIPPI, G. & A. WÖRZ (Hrsg.): Die Farn- und Blütenpflanzen Baden-Württembergs, Bd. 8: 256-258.- Stuttgart.
- LODDIGES G. L. (1830): The Botanical Cabinet 17: t. 1653.- C. Loddiges & sons
- LØJTANT B. (1978): Nomenclatural notes upon Scandinavian orchids.- Feddes Repert. 89: 13-18.
- LORENZ, R., AKHALKATSI, M., BAUMANN, H., CORTIS, P., COGONI, A. & A. SCRUGLI (2012): *Platanthera kuenkeli* s. l. auf Sardinien und in Georgien, eine für Europa neue Art – ein Beitrag zu ihrer Taxonomie.- J. Eur. Orch. 44 (1): 3-62.

- LORENZ, R., AKHALKATSI, M., CORTIS, P., GALES, R., GIOTTA, C., MADL, J., OBRIST, E., PICCITTO, M., ROMANO, V. A., ROMOLINI, R. & R. SOCA (2015): Morphometrische Untersuchungen zur Variabilität und Gliederung der Gattung *Platanthera* in Italien.- J. Eur. Orch. 47(1): 123-238.
- LUDWIG, F. (1884): Das Leben und Wirken Professor Dr. Hermann Müller's.- Botan. Centralbl. XVII (13): 393-414.
- MÜLLER H. (1868): Beobachtungen an westfälischen Orchideen.- Verhandl. Naturhist. Verein der Preußischen Rheinlande u Westfalen 25.
- MÜLLER, W. & F. KRÄNZLIN (2001): Heimische Orchideen: Tafel 37.- Manuscriptum.- Revidierter Nachdruck der Originalausgabe: Abbildungen der in Deutschland und den angrenzenden Gebieten vorkommenden Grundformen der Orchideen-Arten (1904).
- NILSSON, L. A. (1983): Processes of isolation and introgressive interplay between *Platanthera bifolia* (L.) Rich. and *P. chlorantha* (Custer) Reichb. (Orchidaceae).- Bot. J. Linn. Soc. 87: 325-350.
- NILSSON L.A. (1985): Characteristics and distribution of intermediates between *Platanthera bifolia* and *P. chlorantha* (Orchidaceae) in the Nordic countries.- Nordic Journal of Botany 5: 407-419.- Wiley Online Library.
- PALMSTRUCH J.W. (1807): Svensk Botanik 5: 314.- Delén, Stockholm.
- PEDERSEN H. A. E, N. FAURHOLDT (2010): Danmarks vilde orkidéer Gyldendal.- Kopenhagen.
- PERKO, M. (1997): Beobachtungen zu einige Hybriden aus der Familie der Orchideen (*Orchidaceae*) in Kärnten/Österreich inkl. *Dactylorhiza x juennensis* M. PERKO, nothosp. nat. nov.- Carinthia II 187./107. Jahrgang, 89-101.- Klagenfurt [download unter [www.biologiezentrum.at](http://www.biologiezentrum.at)].
- REICHENBACH H. G. L. (1831): Iconographica Botanica Hofmeister.- Leipzig.
- ROSS-GRAIG, S. (1979): Drawings of British Plants, Vol. 8, *Hydrocharitaceae, Orchidaceae*: Plate 30.- London, Bell & Hyman.
- SMITH, J. E. Sir & W.J. HOOKER, Sir, M. J. BERKELEY (1824): *Orchis bifolia*.- The English flora 4.- London, Longman, Hurst, Rees, Orme, Brown, and Green.
- VAILLANT, S. (1727): *Orchis alba bifolia minor*, Botanicon parisiense, Tab. XXX Fig. 7.- Leide, J. & H. Verbeek.
- WALLROTH F. W. (1822): Schedulae criticae de plantis florum Halensis selectis.- Halle.- Kümmeli.

### Adresse der Autoren

Angelika und Heinz Baum  
 Klettenberggürtel 13  
 D-50939 Köln  
 Deutschland  
 E-Mail: [a.u.h.baum@web.de](mailto:a.u.h.baum@web.de)

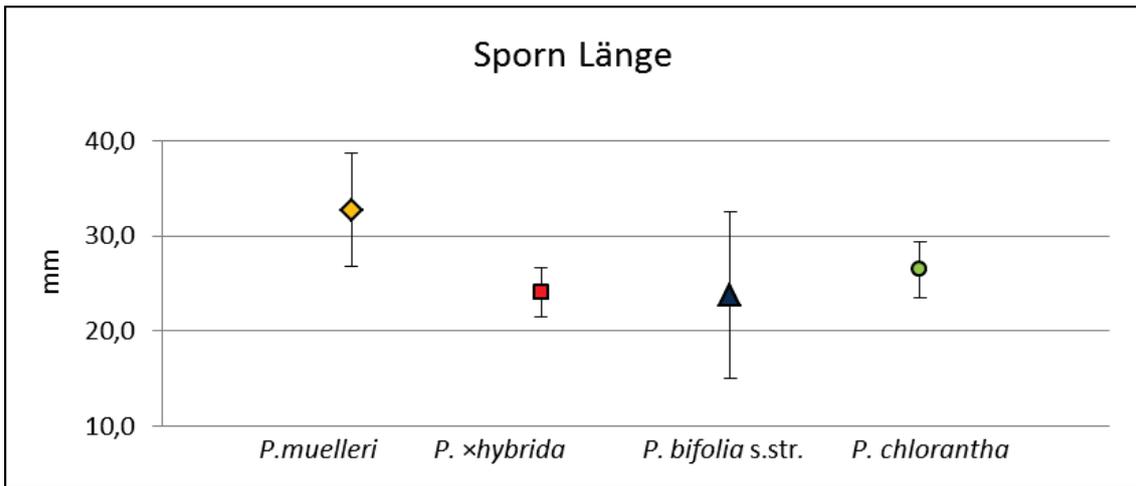


Abb. 1: Mittelwert und Standardabweichung Spornlänge<sup>1</sup>.

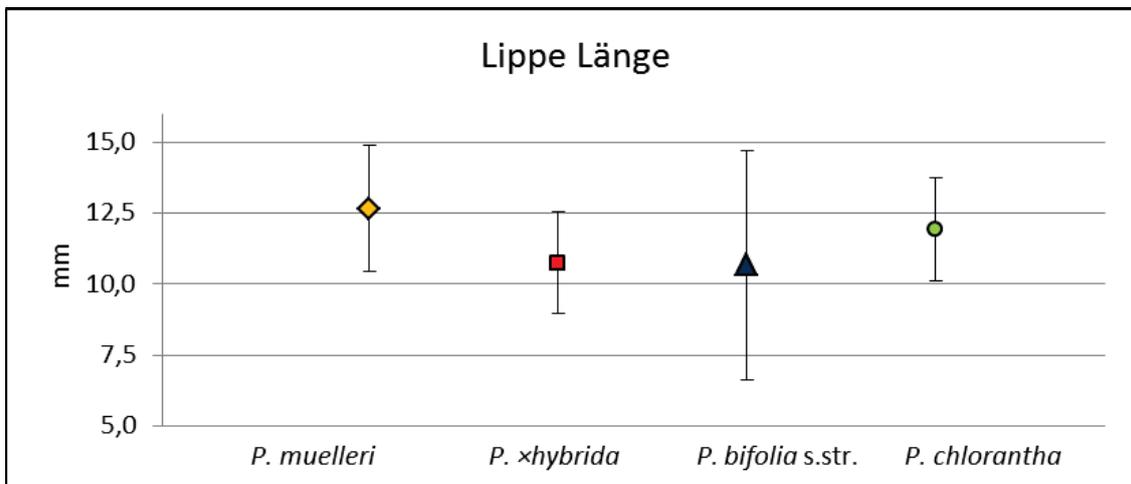


Abb. 2: Mittelwert und Standardabweichung Lippenlänge<sup>1</sup>.

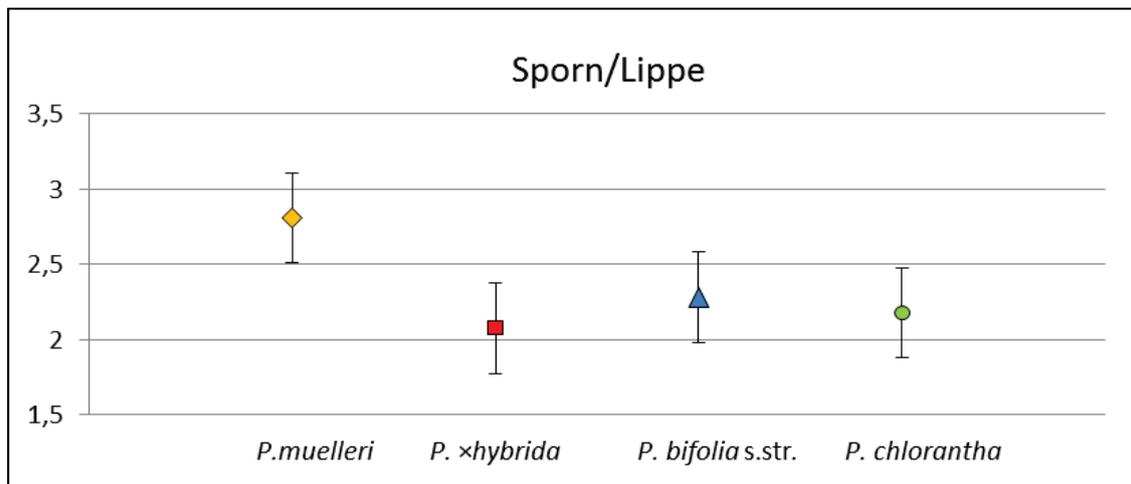


Abb. 3: Mittelwert und Standardabweichung Sporn/Lippe<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> Die Werte basieren auf den morphologischen Daten bei DURKA et al. (2017), plus Daten von 145 Pflanzen aus weiteren 13 Gebieten: Grasleiten, Mittenwald, Usedom, Müritz, Kolbower Moor, Stadtilm, Olk, Alendorf, Taubergießen, Goldscheuer, Kunrade (NL), Ave-et-Auffe (B), Ramosch (CH).

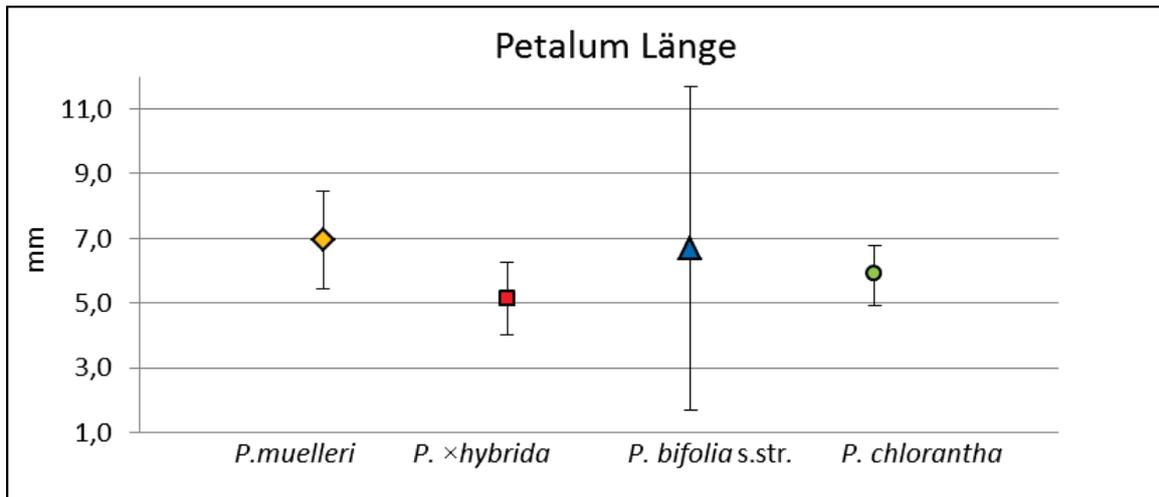


Abb. 4: Mittelwert und Standardabweichung Petalumlänge.<sup>2</sup>

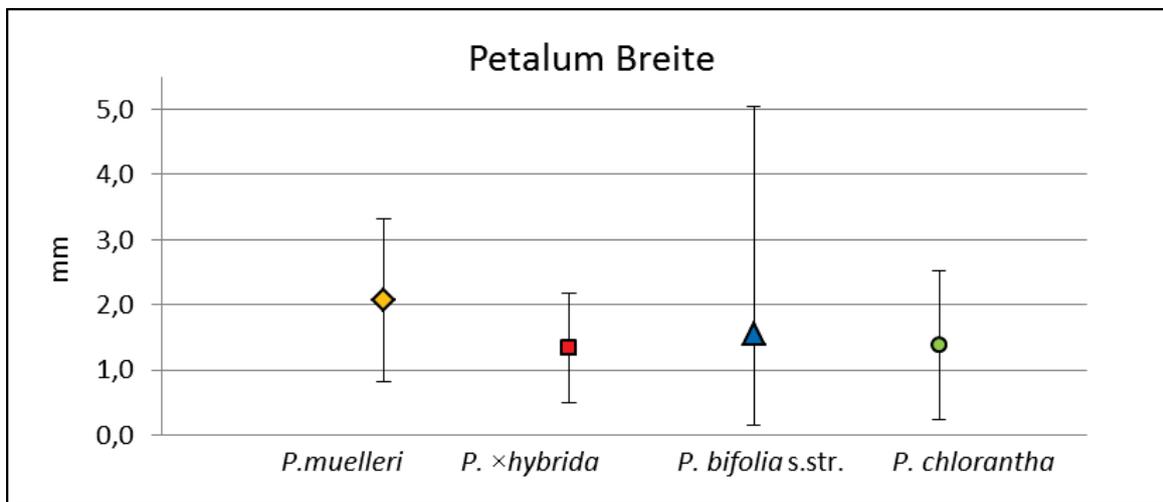


Abb. 5: Mittelwert und Standardabweichung Petalumbreite.<sup>2</sup>

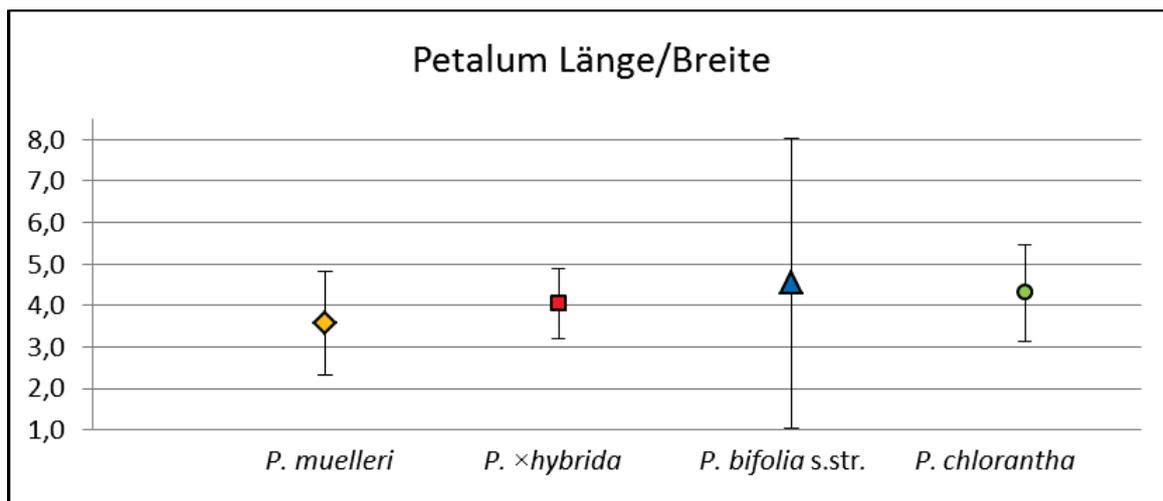


Abb. 6: Mittelwert und Standardabweichung Petalum Länge/Breite.<sup>2</sup>

<sup>2</sup> Die Werte basieren auf den bei DURKA et al. 2017 verwendeten Daten.

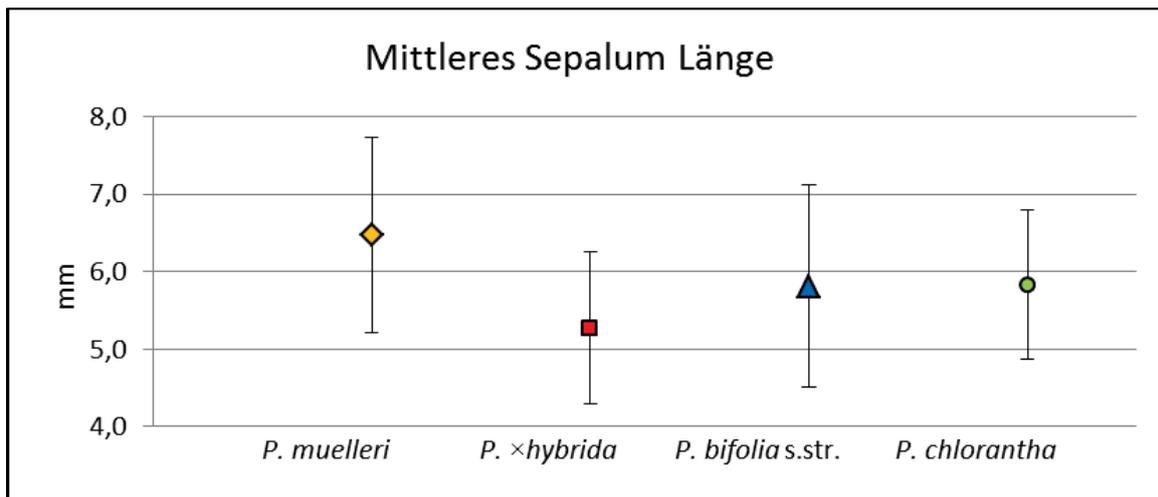


Abb. 7: Mittelwert und Standardabweichung Länge mittleres Sepalum<sup>2</sup>.

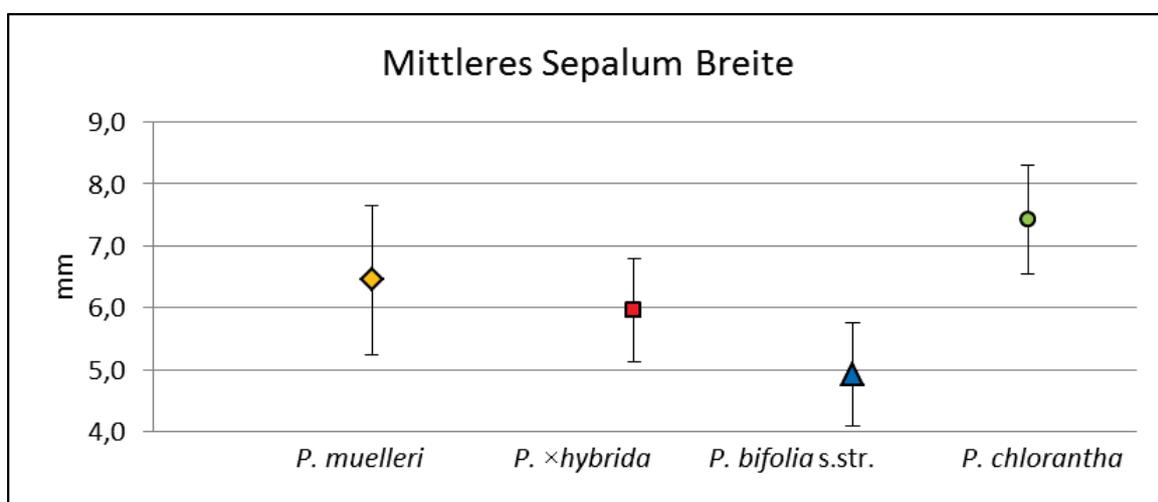


Abb. 8: Mittelwert und Standardabweichung Breite mittleres Sepalum<sup>2</sup>.

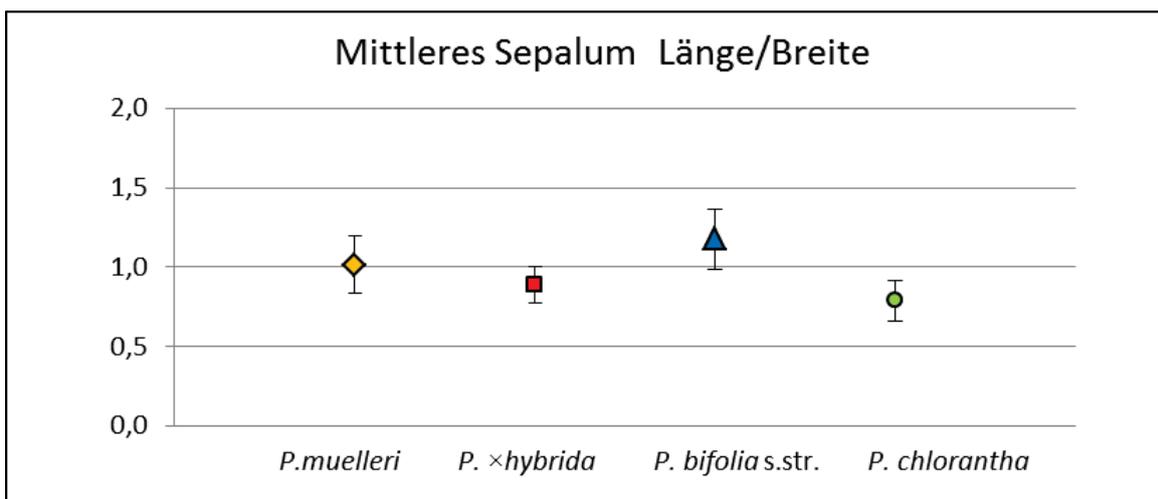


Abb. 9: Mittelwert und Standardabweichung Länge/Breite mittleres Sepalum<sup>2</sup>.

<sup>2</sup> Die Werte basieren auf den bei DURKA et al. 2017 verwendeten Daten.

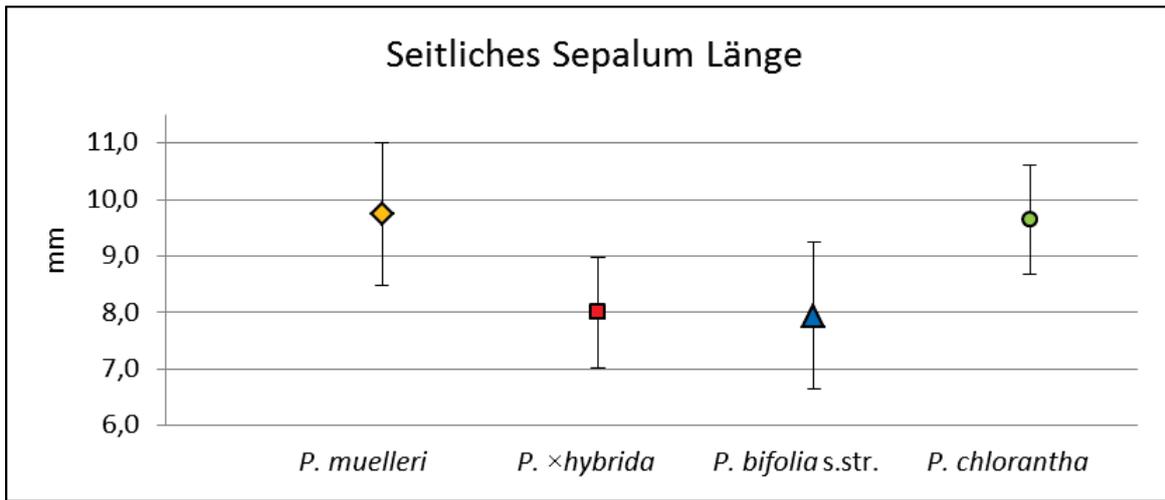


Abb. 10: Mittelwert und Standardabweichung Länge seitliches Sepalum<sup>2</sup>.

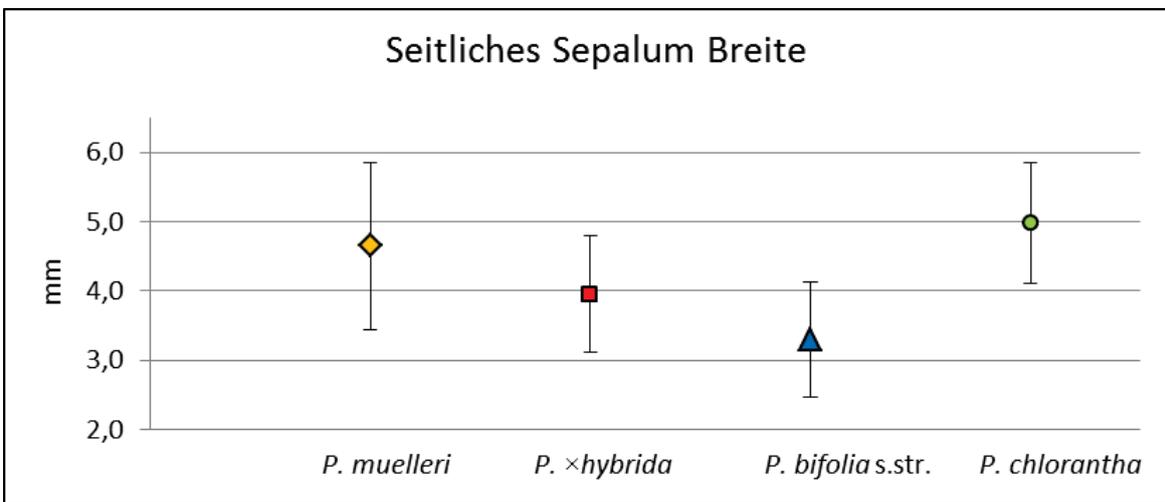


Abb. 11: Mittelwert und Standardabweichung Breite seitliches Sepalum<sup>2</sup>.

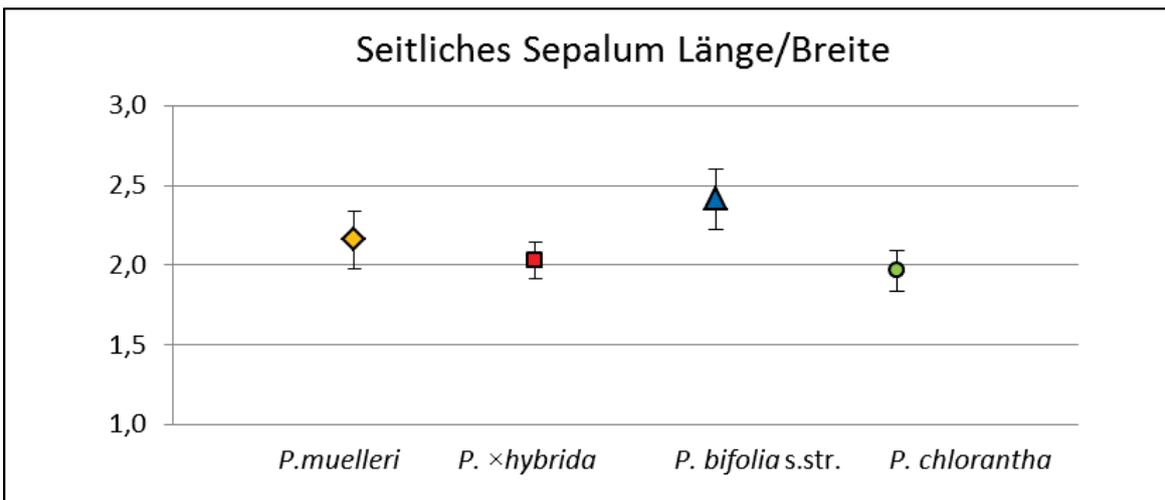


Abb. 12: Mittelwert und Standardabweichung Länge/Breite seitliches Sepalum<sup>2</sup>.

<sup>2</sup> Die Werte basieren auf den bei DURKA et al. 2017 verwendeten Daten.

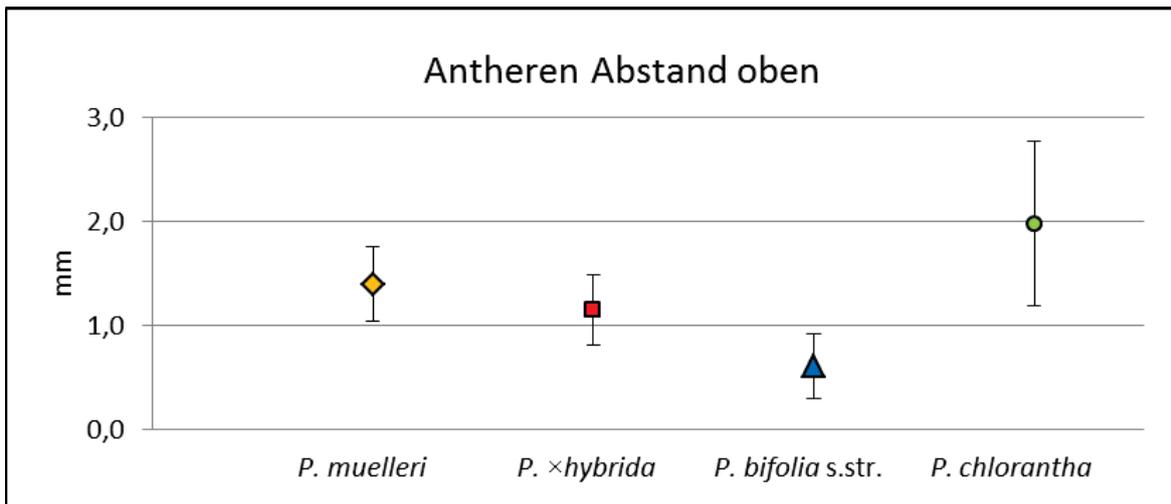


Abb. 13: Mittelwert und Standardabweichung Antherenabstand unten<sup>2</sup>.

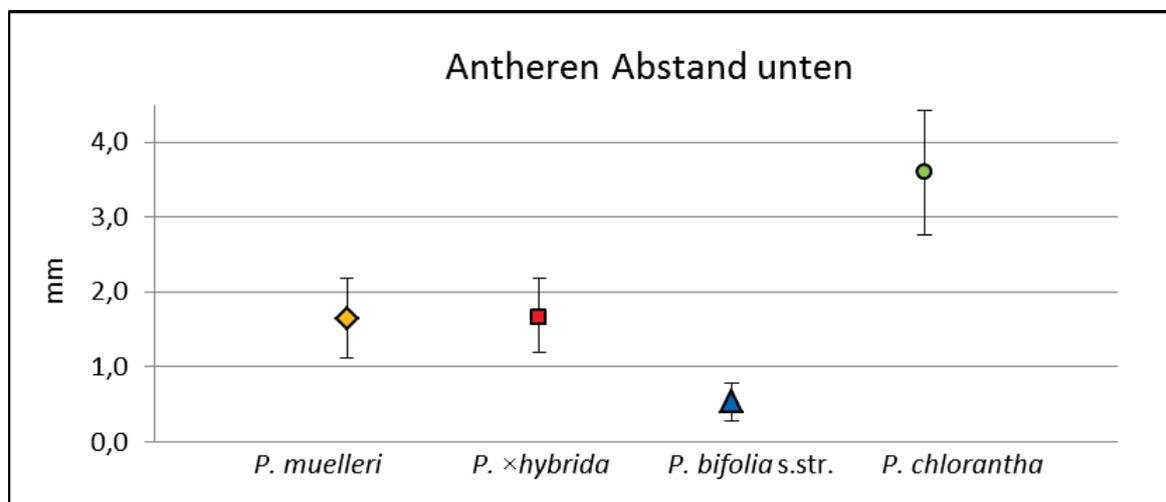


Abb. 14: Mittelwert und Standardabweichung Antherenabstand oben<sup>2</sup>.

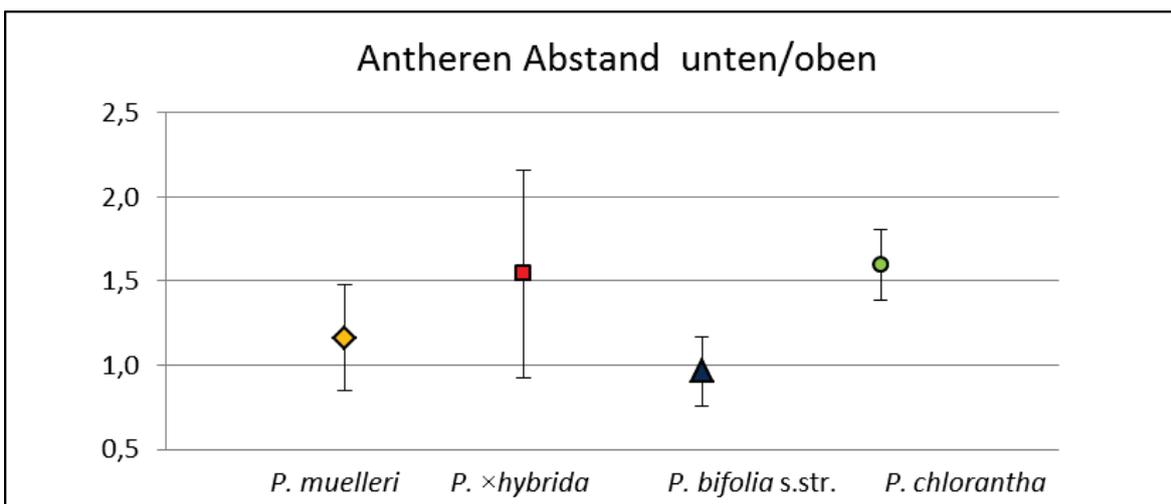


Abb. 15: Mittelwert und Standardabweichung Antherenabstand unten/oben<sup>2</sup>.

<sup>2</sup> Die Werte basieren auf den bei DURKA et al. 2017 verwendeten Daten.

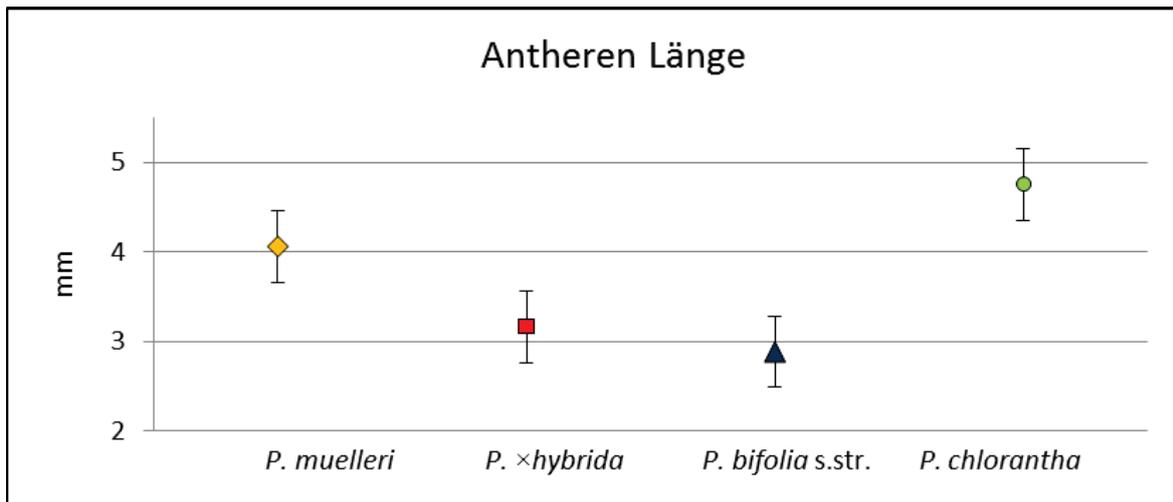


Abb. 16: Mittelwert und Standardabweichung Antherenlänge.  
(Die Werte basieren auf den bei DURKA et al. 2017 verwendeten Daten).

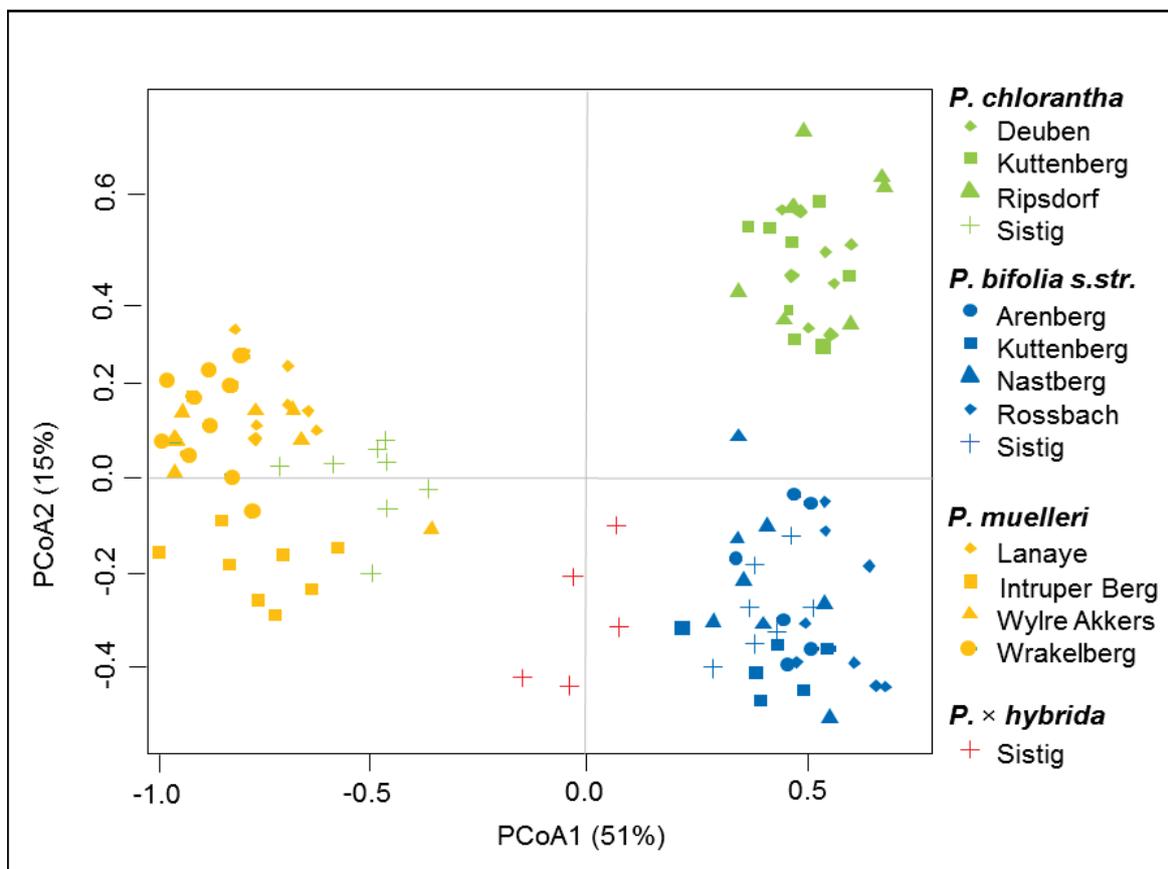


Abb. 17: Die Farbgebung entspricht derjenigen, die auch in den grafischen Darstellungen der morphologischen Taxa Verwendung finden (Abb. 1-16). Die Hauptkoordinaten-Analyse (Principal Coordinate Analysis, PCoA) stellt die genetischen Beziehungen zwischen individuellen Pflanzen dar, basierend auf AFLP Genotypen der *Platanthera* Taxa unterschiedlicher Standorte. Die beiden PCoA Achsen bilden 66% der Varianz von 6 extrahierten Achsen ab.  
Nach DURKA et al. (2017, Fig. 4, 427), geändert.



Abb. 18-19: *Platanthera muelleri*, Lengerich, 03.07.2013, Holotypus. Einzelblüte (18, links) und Pollinarium (19, rechts), fot. H. Baum.



Abb. 20: *Platanthera muelleri*, Biotop des Holotypus, Deutschland, NRW, Lengerich, Intruper Berg 03.07.2013, fot. A. Baum.

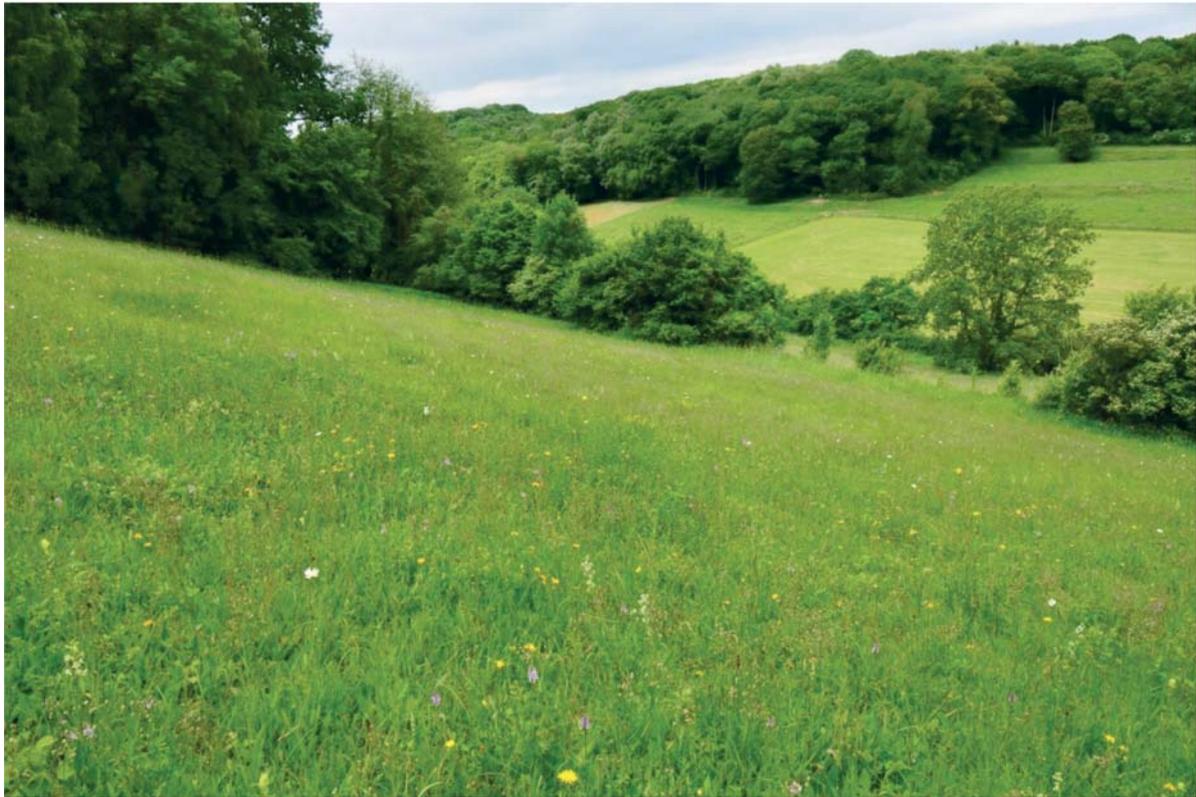


Abb. 21-22: *Platanthera muelleri*, Biotope, Niederlande, Provinz Limburg, Wylre, 15.06.2013, fot. A. Baum.



Abb. 23: *Platanthera muelleri*, Biotop Belgien, Provinz Lüttich, Lanaye, 29.05.2011, fot. H. Baum.

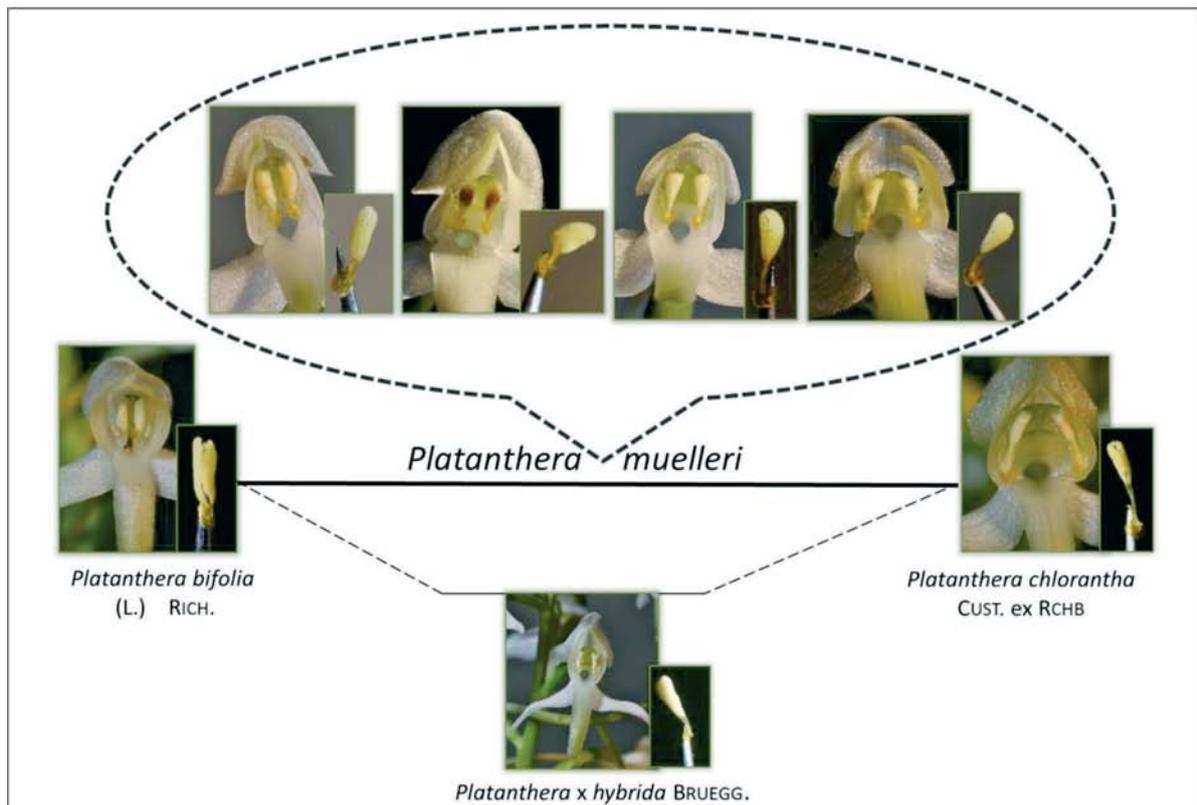


Abb. 24: Gynostemien und zugehörige Pollinarien von *P. muelleri* (alle Belgien, Lanaye 31.05.2011), *P. bifolia*, *P. chlorantha* und *P. ×hybrida* (alle Deutschland, Krs. Euskirchen, 21.06.2009) exemplarisch, fot. H. Baum.  
(Nach BAUM & BAUM (2012: 227, Fig.1), geändert).