



Die Orchideen des AGEO-Lehrpfades Teil 3 – Die *Ophrys*-Arten

Autor **Thomas Ulrich, Beate Waldeck**¹

ORCHIS 1/2019 Seite 26 - 47

Einleitung

Dies ist der dritte Teil im Rahmen der Analyse der Orchideen-Arten des Lehrpfades in Erlinsbach. Grundlegende Details über die Auswertung der Datenreihen in QGIS sind in den Beiträgen in ORCHIS 2/2017 Seite 28, ORCHIS 1/2018 Seite 15 und ORCHIS 2/2018 Seite 30 bereits erschienen. Mit jeder Auswertung steigt die Erfahrung im Umgang mit den Daten, so werden in diesem Beitrag neue Ansätze zur Interpretation aufgezeigt. Im Teil 1 zur Geschichte des Lehrpfades wurden drei spezifische Eingriffe bzw. Ereignisse hervorgehoben, die auch im vorliegenden Beitrag wichtig sind. Dies sind das Auslichten des Lehrpfades 1996, der Hitzesommer 2003 sowie das Auf-den-Stock-Setzen der begrenzenden Hecke im Winterhalbjahr 2009/2010. Dies erfolgte übrigens nach 9 Jahren auch in diesem Winter 2018/2019.

Von der Gattung *Ophrys* blühen auf dem Lehrpfad regelmässig *Ophrys apifera* (Bienen-Ragwurz), *Ophrys araneola* (Kleine Spinnen-Ragwurz), *Ophrys holosericea* (Hummel-Ragwurz) und *Ophrys insectifera* (Fliegen-Ragwurz). Die Gesamtanzahl an blühenden Pflanzen wird seit 1978 jährlich ermittelt, seit 1991 liegen ‚punktgenaue‘ Kartierdaten vor (digital konsolidiert auf 5 m × 5 m = 25m²). Über die Jahre wurden lediglich die blühenden Exemplare gezählt, Informationen zur Anzahl Rosetten und zum Fruchtansatz der einzelnen Arten fehlen.

Nach einem kurzen Gesamtüberblick werden im Folgenden die einzelnen *Ophrys*-Arten – jede für sich – im Detail behandelt. Die Auswertungen gliedern sich in die vier Abschnitte:

- Datengrundlage
- Zusammenfassung der Literatur über die entsprechende Art
- Entwicklung auf dem Lehrpfad und
- Schlussfolgerungen.

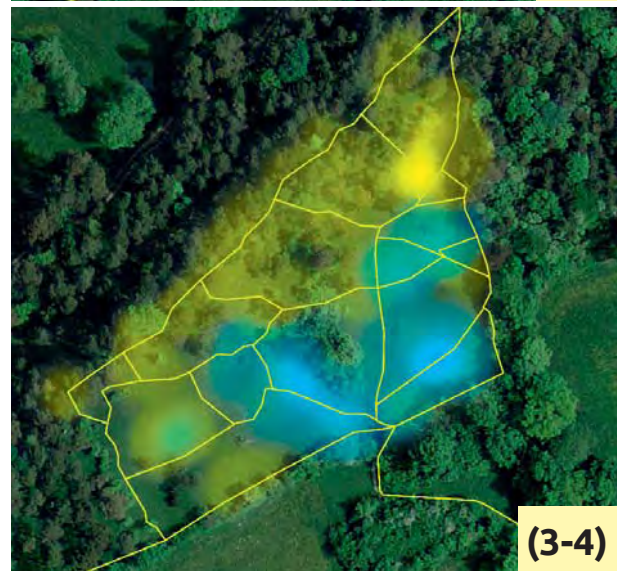
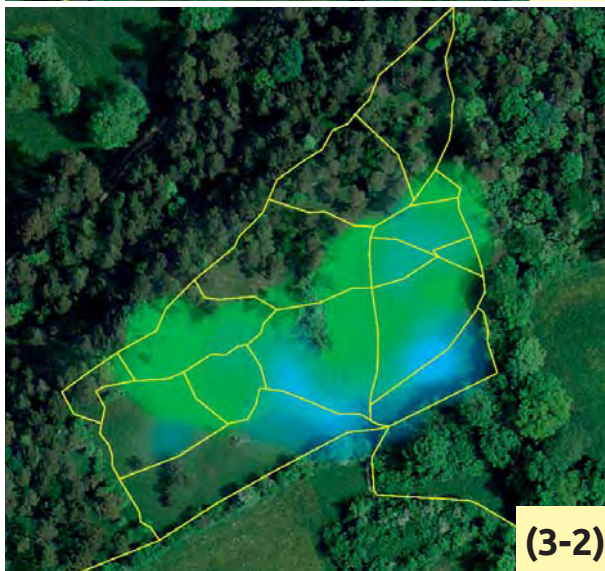
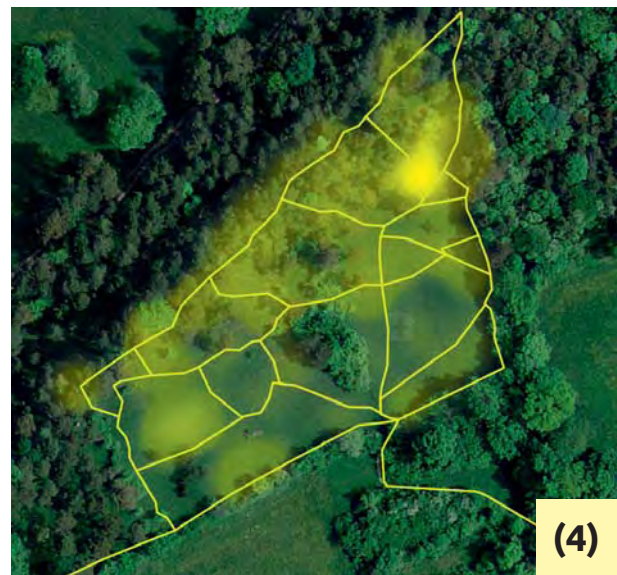
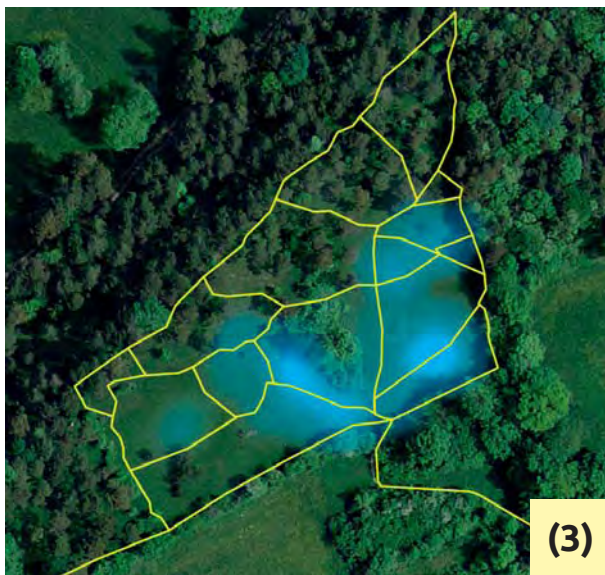
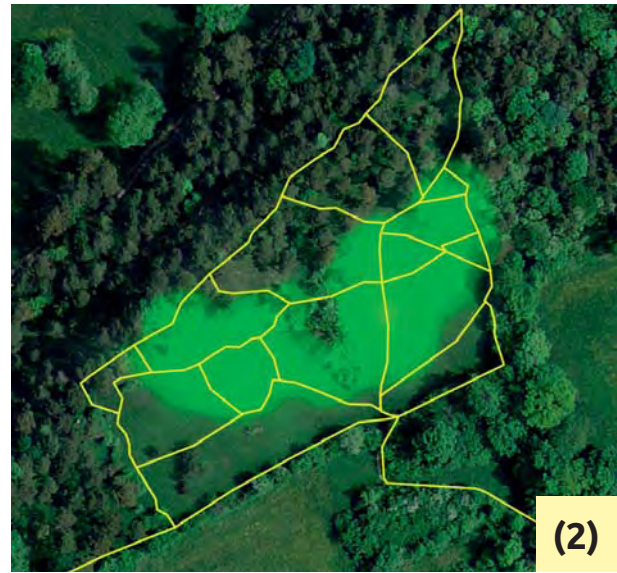
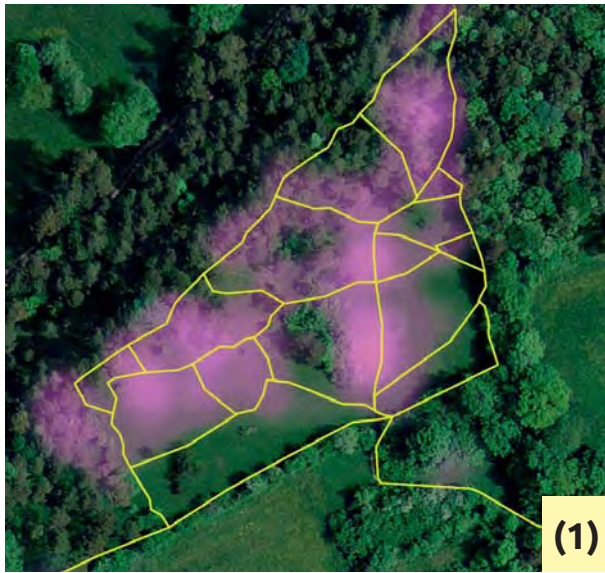
Für die Detail-Analyse wurden nur die auf 25 m² konsolidierten Daten ab 1991 verwendet.

Ein erster Gesamtüberblick

Alle *Ophrys*-Arten bilden Winter-Rosetten aus und sind daher in ihrer Entwicklung von Niederschlägen, Temperaturen, Frösten und Schneebedeckung im Winterhalbjahr beeinflusst.

Auf der gegenüberliegenden Seite ist die Verteilung der vier Arten auf dem Lehrpfad als sogenannte „Heatmap“ dargestellt (1) bis (4). Wie schon bei den *Orchis*-Arten (siehe hierzu ORCHIS 2/2018) belegt jede Art „ihr Territorium“ mit teilweiser Überschneidung der einzelnen Arten. Diese wird auf zwei weiteren Abbildungen als Beispiel paarweise dargestellt (3-2) und (3-4).

¹ Mit besonderem Dank an Beate für die Unterstützung bei der Diskussion und der Darstellung der komplexen Ergebnisse. Eine separate Dokumentation über die Grundlagen der Auswertungen der Serie über den Lehrpfad ist zusätzlich in Arbeit. Wer sich für weitergehende Details interessiert, kann sich bei der Redaktion melden.



Verteilung und Überlappung der Ophrys-Arten auf dem Lehrpfad (Heatmap)

- *Ophrys apifera* (1) (pink)
- *Ophrys holosericea* (3) (blau)
- *O. holosericea* und *O. araneola* (3-2)
- *Ophrys araneola* (2) (grün),
- *Ophrys insectifera* (4) (gelb)
- *O. holosericea* und *O. insectifera* (3-4)

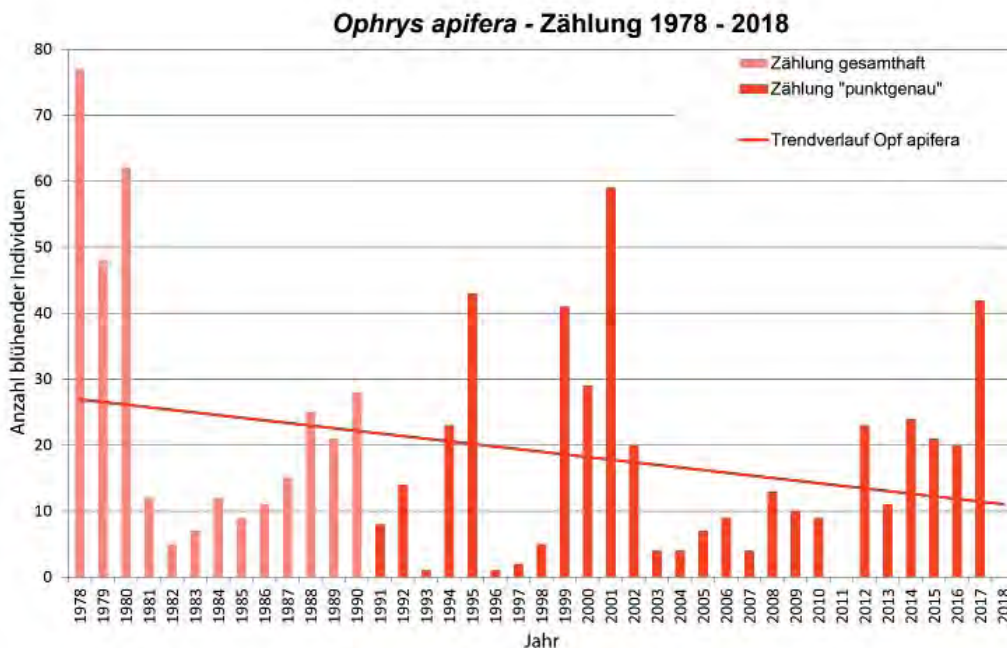
Luftbildaufnahme des Orchideenlehrpfades in diesem Bericht

©Swisstopo - Reproduziert mit Bewilligung von swisstopo (BA19024) vom 04.03.2019

Download von <https://map.geo.admin.ch> am 5. März 2018

Ophrys apifera – wanderfreudig, aber ein treuer Gast

Die Datengrundlage

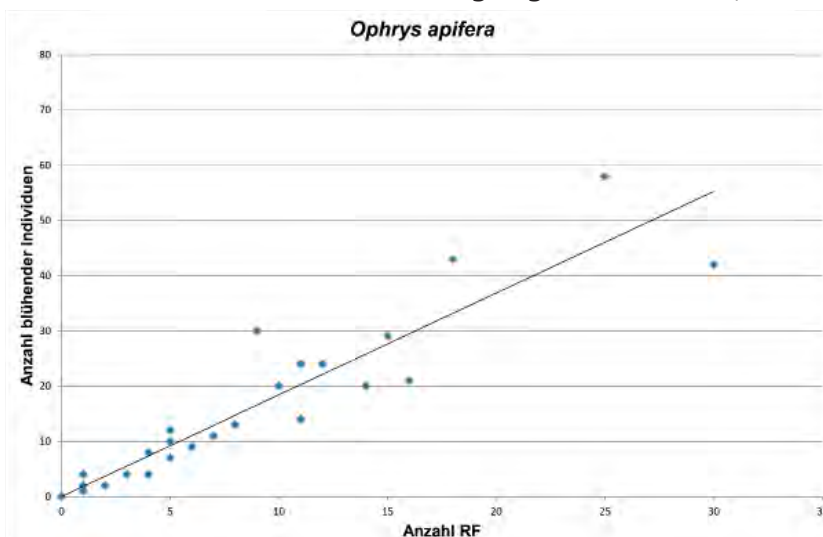


Aus der obigen Datenreihe werden die jährlichen Schwankungen aufgrund z. B. verschiedener Temperaturen und Niederschläge der Jahre ersichtlich. Die eingezeichnete lineare Trendlinie gibt grob die Entwicklung der Art in den letzten 40 Jahren wieder: *Ophrys apifera* zeigt gesamthaft tendenziell eine Abnahme, wobei sich extreme Einbrüche in der Anzahl mit starken Blühjahren abwechseln (Sägezahn-Verlauf):

- 1991 bis 1995 stetige Zunahme mit Einbruch im Jahre 1996 (Auflichtung Lehrpfad);
- 1997 bis 2002 wieder Zunahme mit Einbruch 2003 (Hitzesommer);
- 2004 bis 2010 wieder eine schwache Erholung der Population,
- 2011 ohne Blüte;
- 2012 wieder ein Anstieg bis 2017;
- 2018 wieder ohne Blüte.

Eine einfache Trendlinie entspricht somit keiner angemessenen Beschreibung dieser Populationsdynamik. Eine von Jahr zu Jahr gezogene Bilanz ist grundsätzlich nicht geeignet.

Welcher Zeitrahmen zur Beurteilung angemessen wäre, ist offen und u. U. für jede Art spezifisch.



In einer anderen Betrachtung erkennt man einen Zusammenhang zwischen der Anzahl blühender Individuen und der Anzahl belegter 25 m²-Rasterfelder. An der relativ geringen Streuung der Punkte um die Trendgerade erkennt man schon von Auge die Übereinstimmung zwischen Anzahl Rasterfeldern (n_{RF}) und Anzahl blühenden Pflanzen (n_{Bl}).²

Wie wir bei den anderen Arten später sehen werden, ist dies nicht immer der Fall. Aus der Trendgeraden lässt sich die mittlere Anzahl blühender Pflanzen pro RF mit ca. zwei Individuen abschätzen.

Ein Versuch einer Erklärung für den starken Zusammenhang zwischen Anzahl Rasterfeldern (n_{RF}) und Anzahl blühenden Pflanzen (n_{Bl}) folgt in der weiteren Diskussion.

Ein Versuch einer Erklärung für den starken Zusammenhang zwischen Anzahl Rasterfeldern (n_{RF}) und Anzahl blühenden Pflanzen (n_{Bl}) folgt in der weiteren Diskussion.

Zusammenfassung einiger Literaturstellen³ zu *Ophrys apifera*

Lebenszyklus / Populationsdynamik

Ophrys apifera bildet im Winterhalbjahr mehr Rosetten aus, als später Pflanzen blühen.^[2] Pflanzen mit fünf und mehr grundständigen Blättern können sicher zu Blüte kommen, Pflanzen mit (2-)3-4 unter Umständen.^{[1], [6], [7]} Austrieb der Rosetten erfolgt je nach Wetterlage in der 2. Septemberhälfte. Diese entwickeln sich über das Winterhalbjahr zu kräftigen Pflanzen mit mehreren Blättern. Weitere Austriebe im Laufe des Winters werden i. d. R. Jungpflanzen mit 1-2 Blättern zugeordnet.^{[5], [6], [7]}

Im Gegensatz zu *Ophrys holosericea* ist die Bildung der neuen Knolle bei *Ophrys apifera* Ende April noch nicht abgeschlossen. Daraus resultiert die starke Abhängigkeit der Pflanzenentwicklung von den Wetterbedingungen. Vom Beginn der Knollenbildung bis zur ersten Blüte vergehen i. d. R. 19 Monate, d. h. die Pflanze muss zwei Winterhalbjahre überstehen, der Erfolg zeigt sich erst im Juni des 2. Jahres.^[2]

Der Fruchtansatz liegt gemäss der bisher publizierten Werte zwischen 42.9 % und 100 %.^[15]

Die Samenreife erfolgt im August; die Samen scheinen bei geeigneten Bedingungen sehr keimfähig zu sein. Es ist (noch) nicht geklärt, wie lange die Bienen-Ragwurz sich nach der Keimung unterirdisch entwickelt, bevor das erste Blatt bzw. der erste Blütentrieb erscheint. Man rechnet mit 1-4 Jahren, wobei bereits nach zwei Jahren oberirdischen Erscheinens die ersten Pflanzen zur Blüte kommen können.^{[3], [6], [7]}

Die mittlere Lebensdauer wird mit ca. fünf Jahren angegeben (Variationsbreite 1-11 Jahre, teilweise Individuen mit über 12 Jahren). Die Halbwertszeit⁴ einer Population (ohne Verjüngung) wird mit ca. 6-12 Jahren angegeben.^[6] Mehr als 90 % der Pflanzen scheinen einen Austrieb zu machen, weniger als 10 % können in einer Ruhephase (ohne vegetative Triebe) verbleiben.^[3] Bezüglich Lebensdauer finden sich auch Angaben, dass die Pflanzen aufgrund eines geringen Nährstoffangebotes nur ein einziges Mal blühen.^[5] Ein Ausfall der Blüte bedeutet nicht zwangsläufig einen Verlust der Population. Das Einziehen der Blattrosette und eine allfällige Ruhephase bzw. vegetative Phase im folgenden Jahr (bzw. Jahren) sichern den Bestand.

Definitive Aussagen über die Populationsdynamik, d. h. die Bestandsentwicklung, können nur über eine jahrelange Beobachtung der Individuen (Rosette, Blüte, Samenansatz) gemacht werden.

Standortbedürfnisse

Für Keimung und Wachstum sind freie, vegetationsarme Stellen vorteilhaft. Auf Wachstum und Blühverhalten hat die lokale Witterung bzw. Mikroklima (Temperatur, Niederschläge, Trockenperioden, Fröste usw.) einen grossen Einfluss.^[1] Speziell lang anhaltende Frostperioden ohne schützende Schneedecke im Winter sowie ausgeprägte Trockenperioden im Frühjahr schädigen die Population.^[5] Eine Förderung der Population kann auch einen „harten“ Eingriff ins Biotop bedeuten.^[4] Es ist wichtig, für die Neuaussaat offene Bereiche zu schaffen. Aus diesem Grund wurden während der Blühphase (d. h. vor dem Aussamen) Teile des dicht bewachsenen Biotops gemäht. Bereiche mit lockerem Bewuchs (und genügend Pflanzen) wurden stehen gelassen. Nach einem Jahr konnte bereits eine Zunahme an blühenden Pflanzen beobachtet werden.⁵

Bei geeigneter Habitat-Struktur reichen wenige samenbildende Pflanzen aus, um die Population zu erhalten.


Erläuterung zur Legende der Raster (RF) Nachweise bei den einzelnen Arten:

In den folgenden Lehrpfad-Abbildungen für die einzelnen Arten werden alle im Laufe der Jahre belegten 5x5 m² Raster dargestellt.


- **Dreiecke mit Spitze nach rechts** stehen für das Jahr des Erstnachweises im entsprechenden RF.

- **Dreiecke mit Spitze nach links** stehen für das Jahr des letzten aktuellen Nachweises (Aktualität).

- **Die Farbe der Dreiecke** kodiert die Nachweisjahre in 4-er Schritten.

-  **Die farbigen Kreise mit Jahreszahl** repräsentieren das sporadische Auftreten der Art in einem RF für lediglich ein Jahr.

Legende

 Wege Lehrpfad nach Luftbild 2007

Erstnachweis im RF im Zeitraum

-  1991 - 1995
-  1995 - 1998
-  1998 - 2002
-  2002 - 2006
-  2006 - 2010
-  2010 - 2013
-  2013 - 2017

Letzter Fund im RF im Zeitraum

-  1991 - 1995
-  1995 - 1998
-  1998 - 2002
-  2002 - 2006
-  2006 - 2010
-  2010 - 2013
-  2013 - 2017

³ Literatur am Ende des Beitrags auf Seite 47; Verweise in eckigen Klammern.

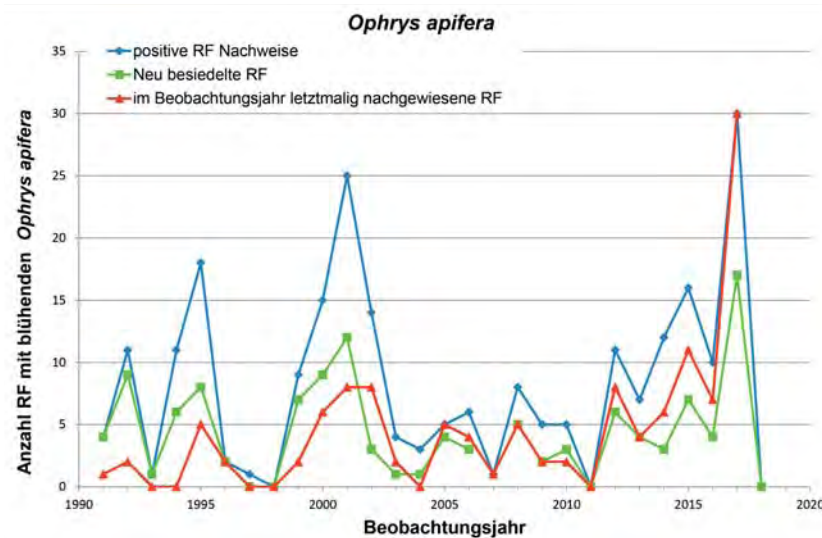
⁴ Die Lebensdauer einer individuellen Pflanze ist verschieden. Betrachtet man jedoch eine Population von mehreren Pflanzen, so stellt man fest, dass sich die Anzahl alle x Jahr halbiert, daraus folgt die Angabe einer Halbwertszeit von x Jahren.

⁵ Anmerkung: Die Zunahme beruht mit hoher Wahrscheinlichkeit auf bereits vorhandenen Pflanzen in vegetativer bzw. unterirdischer Ruhephase.

Ophrys apifera – Entwicklung auf dem Lehrpfad



Rasterfeld-Verteilung für *Ophrys apifera* – geprägt durch sporadisches Auftreten



Rasterfelder mit blühenden Exemplaren über den Beobachtungszeitraum 1991–2018 (blaue Linie)

Die grüne Linie zeigt die Anzahl RF, die im Beobachtungsjahr erstmalig belegt waren; die rote Linie zeigt Anzahl RF, die im Beobachtungsjahr zum letzten Mal belegt waren.

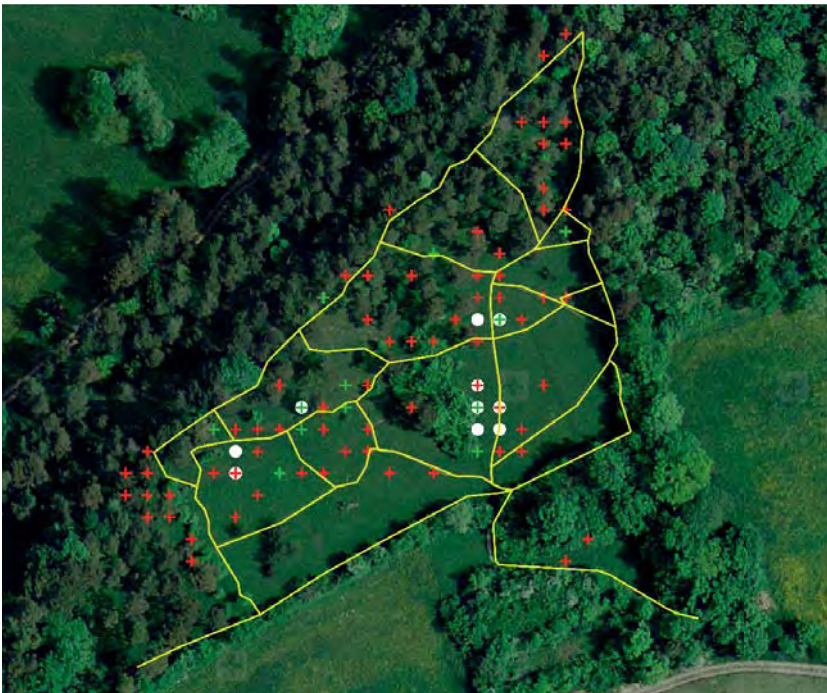
vermuten (blaue Linie des Diagramms), jedoch ist die Anzahl an „neu besiedelten RF“ (grüne Linie) geringer als der „Verlust an bisher belegten RF“ (rote Linie). Ein Trend, der in den Jahren vor 2003 eindeutig umgekehrt war, es wurden mehr neue RF belegt, als RF verschwanden.⁶

Die obige Abbildung zeigt das Auftreten der Art in den 25 m²-Rasterfeldern und ist geprägt vom mehrheitlich sporadischem Auftreten der Art (runde Markierungen). Daneben erkennt man aber auch einige standorttreue Populationen (farbige Dreiecke) mit jahrelangem positiven Nachweis. Das sporadische Auftreten ist die Ursache für den starken Zusammenhang zwischen Anzahl blühender Pflanzen und belegter Rasterfelder (siehe Seite 28). Unter Umständen werden durch die heißen Sommer bzw. trockenen Frühlingsmonate genügend offene Stellen geschaffen, sodass durch den hohen Samenansatz (Selbstbefruchtung) bereits wenige Einzelpflanzen für genügend Nachkommen sorgen können.

Die Anzahl positiver Rasterfeld-Nachweise ist sehr variabel und schwankt zwischen 0 und 30. Ab 2003 könnte man einen Trend zur stetigen Zunahme vermuten.

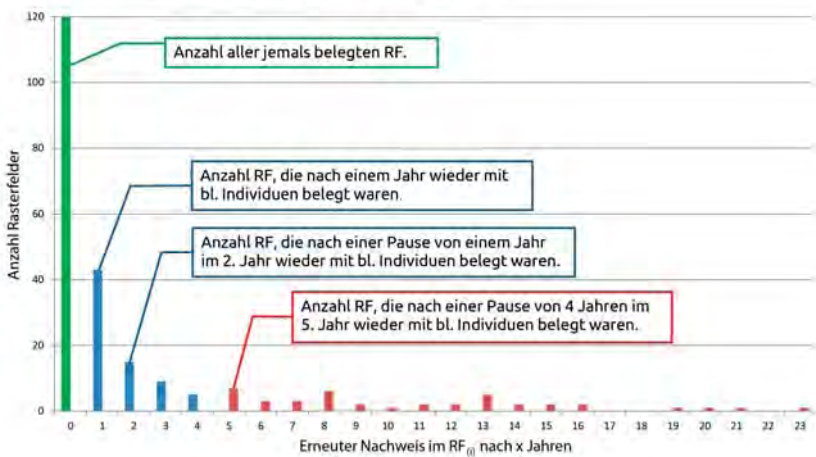
Die Anzahl positiver Rasterfeld-Nachweise ist sehr variabel und schwankt zwischen 0 und 30. Ab 2003 könnte man einen Trend zur stetigen Zunahme vermuten.

⁶ Die rote Linie repräsentiert definitiv erloschene RF, in denen in den Folgejahren kein positiver Nachweis mehr erfolgte. Die blaue Linie repräsentiert RF mit positivem Nachweis, „Unterbrüche“ d. h. Dormanz der Pflanzen ist möglich. Die grüne Linie beschreibt den Nachweis blühender Individuen in bisher noch nie belegten RF.



- + RF, die seit 2013 keinen positiven Nachweis mehr hatten.
- + RF, die ab 2014 mehrere positive Nachweise hatten
- ⊕ mehrjähriges RF (letzter Nachweis 2013 oder früher)
- mehrjähriges RF (nur ein Nachweis seit 2014)
- ⊕ mehrjähriges RF (mehrfache Nachweise nach 2014 = aktuelle Samenbank)

Anzahl RF, die mehrfach über die Jahre positiv belegt waren
 in blau - konstante Besiedlung mit max. 4 Jahren Ruhephase
 in rot - interpretierte Wiederbesiedlung eines RF



Auswertung über regelmässiges Blühen in Rasterfeldern.

Wie ist die Bienen-Ragwurz im Laufe der Jahre über den Lehrpfad „gewandert“?

Die folgenden vier Abbildungen auf der nächsten Seite zeigen die Verteilung der Bienen-Ragwurz zu verschiedenen Zeiträumen. Der Bienen-Ragwurz scheint es auf dem Lehrpfad zu „gefallen“ und sie ist „wanderfreudig“, d. h. Einbrüche in der nachgewiesenen Anzahl blühender Pflanzen wurden stets in den Folgejahren an anderer Stelle wieder kompensiert, wie man u. a. im Anstieg der Nachweise ab dem Jahre 2003 oder 2011 erkennen kann.

Die Erholung des Bestandes zeigt sich einerseits in der Anzahl an blühenden Exemplaren und andererseits in der „Neu-Belegung“ von Rasterfeldern.

In der Abbildung links wird eine Bilanz über erloschene und aktive RF dargestellt. Rote Kreuze repräsentieren RF, die seit 2013 nicht mehr nachgewiesen wurden (mindestens fünf Jahre verschollen), die grünen Kreuze zeigen RF mit positiven Nachweis seit 2014. Die Kreise symbolisieren RF, die man vielleicht als „Samenbank“ der Bienen-Ragwurz bezeichnen könnte. Grundlage für die Interpretation sind die Angaben aus der Literatur bezüglich Lebensdauer und Populationsdynamik. Die Rasterfelder mit sporadischem Auftreten stellen die Mehrzahl der roten Kreuze dar.

Im unteren Diagramm wurde versucht, die Dynamik darzustellen.⁷ Im Laufe der Jahre wurde in vielen RF die Art mindestens einmal nachgewiesen (grüner Balken). Wie bereits erwähnt, finden sich im Durchschnitt zwei Pflanzen pro RF. Ob eine Pflanze im Folgejahr bzw. in den Folgejahren wieder zur Blüte kommt, zeigen die blauen bzw. roten Balken.

Findet man innerhalb von vier Jahren in einem RF keine blühende Pflanze, sondern erst wieder nach fünf oder mehr Jahren (rote Reihe), so handelt es sich mit hoher Wahrscheinlichkeit um eine Wiederbesiedlung des Rasterfeldes.

Die blaue Reihe zeigt die Häufigkeit einer erneuten Blüte im Folgejahr, im übernächsten Jahr, im dritten oder im vierten Jahr – u. U. ein Mass für Dormanz bzw. vegetative Blühpausen. Aus dem Verhältnis vom blauen zum grünen Balken kann geschlossen werden, dass nur wenige Pflanzen mehrere Jahre hintereinander blühen. Diese Interpretation passt zu den Angaben in der Literatur. Wir können aber davon ausgehen, dass es kurz- und langlebige Individuen gibt.

⁷ Der grüne Balken repräsentiert alle jemals nachgewiesenen positiv belegten RF. Wenn z. B. 20 dieser RF in all den 23 Jahren jährlich blühende Ragwurz gezeigt hätten, so wäre die Höhe des blauen Balkens(1) $20 \cdot 23 = 460$. Das gezeigte Diagramm ist typisch für eine Art, die entweder nur sporadisch auftritt oder deren Individuen nur eine kurze Lebensdauer haben.



Verteilung 90 Ex. [1991–1995], $\bar{\phi}$ 18 Ex./Jahr



Verteilung 141 Ex. [1996–2002], $\bar{\phi}$ 20 Ex./Jahr



Verteilung 63 Ex. [2003–2011], $\bar{\phi}$ 7 Ex./Jahr



Verteilung 142 Ex. [2012–2018], $\bar{\phi}$ 20 Ex./Jahr

Während der ersten beiden Zeitintervalle blühte die Bienen-Ragwurz vor allem auf den offenen Wiesenflächen. Nach dem Hitzesommer 2003 befand sich die Hauptpopulation im lichten Föhrenwald. Seit 2012 breitet sie sich flächenmässig wieder aus, sowohl auf der Wiesenfläche, als auch im seit einigen Jahren freigeschaffenen Föhrenwald-Areal (links).

Schlussfolgerungen

Die Bienenragwurz scheint aufgrund des Verlustes an positiven Rasterfeldern eher abzunehmen. Durch die Ausbreitung in die beschatteten Areale liegt der Schluss nahe, dass es der wärmeliebenden Bienen-Ragwurz auf dem Lehrpfad u. U. zu heiss und zu trocken wird.

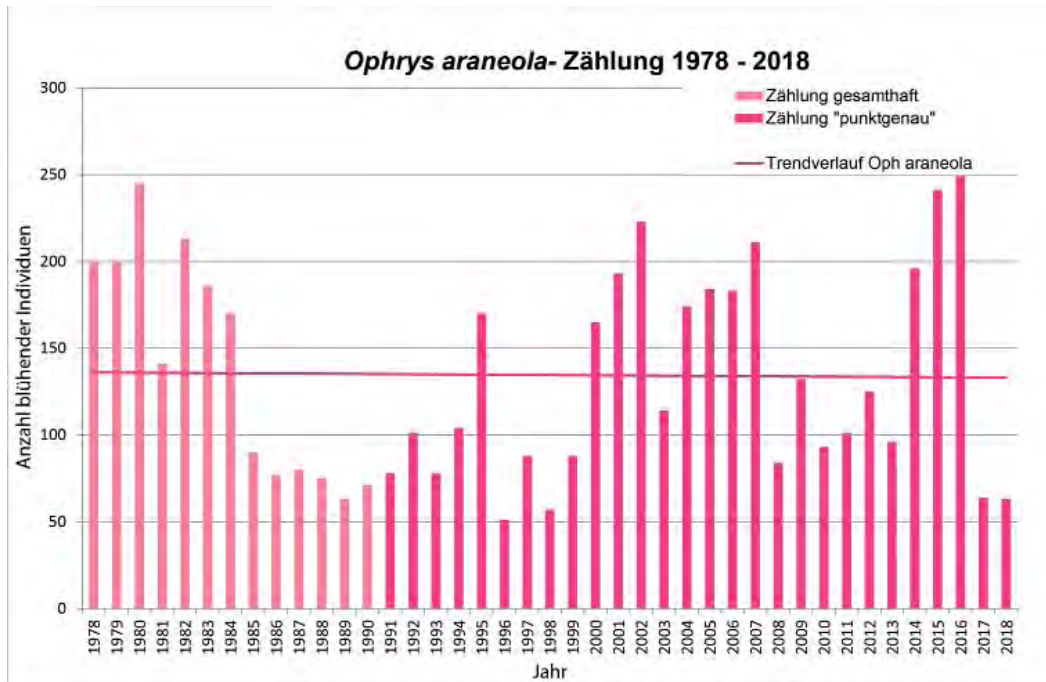
Die Art findet jedoch auf dem Lehrpfad immer wieder einen Platz zur Entwicklung. Unter Umständen sind die lückenhaften Stellen im Bewuchs nach einem trockenen Sommer im Blühjahr (bzw. in den vorigen Jahren) die Grundlage für ihr gelegentlich sporadisches Erscheinen. Diese ist oft nur durch ein einmaliges Blühen gekennzeichnet.

Auf die als Samenbank gekennzeichneten Rasterfelder muss man u. U. ein besonderes Augenmerk bei der Gebietspflege legen. Hier sollte die Pflanzenentwicklung nicht durch intensiven Bewuchs (z. B. Stehenlassen von Gras über das Winterhalbjahr) beeinträchtigt werden.

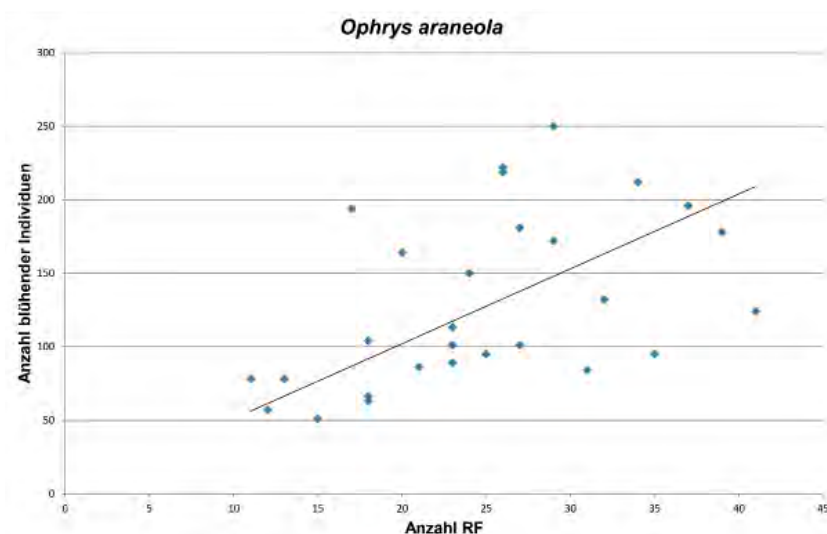
Um Platz für Samen und somit für neue Jungpflanzen zu schaffen, macht es vielleicht auch Sinn Flächen mit wenigen blühenden Exemplaren schon vor der Samenreife zu mähen. Samen aus gut besetzten RF haben dadurch unter Umständen eine bessere Chance, sich in den geschaffenen Freiflächen auszubreiten.

Ophrys araneola – blühfreudig, standhaft und treu

Die Datengrundlage



Die Datenreihe zeigt die jährlichen Schwankungen zwischen 50 und 250 Exemplaren; im Mittel 134 pro Jahr. Die eingezeichnete lineare Trendlinie gibt grob die Entwicklung der Art in den letzten 40 Jahren wieder: *Ophrys araneola* ist eher konstant, jedoch mit starken Auf und Ab. Es gibt, im Gegensatz zur Bienen-Ragwurz, kein Jahr mit „Null“-Meldung.



Im linken Diagramm (Anzahl blühender Pflanzen versus Anzahl RF) erkennt man nicht unmittelbar einen Zusammenhang zwischen der Anzahl blühender Individuen und Anzahl belegter 25 m²-Rasterfelder.

Ein Versuch einer Erklärung für den mässigen Zusammenhang zwischen Anzahl Rasterfeldern (n_{RF}) und Anzahl blühender Pflanzen (n_{Bl}) folgt in der weiteren Diskussion.

Eine formelle Trendgerade lässt auf eine mittlere Anzahl blühender Pflanzen pro RF mit ca. fünf Individuen schliessen.⁸

⁸ Für die Korrelation *Ophrys araneola* ergibt sich: $n_{Bl} = 5.1 n_{RF}$; Güte der Anpassung $R^2 = 0.18$

Bei einer Güte R^2 grösser als 0.6 kann die Trendlinie als realistische Hypothese angesehen werden. Eindeutig liegt in diesem Fall keine einfache Korrelation vor.

Zusammenfassung einiger Literaturstellen zu *Ophrys araneola*

Informationen über *Ophrys araneola* zu finden, erweist sich als nicht ganz einfach. Zum einen wurde in der Vergangenheit nicht zwischen *Ophrys sphegodes* und *Ophrys araneola* unterschieden, zum anderen ist die Taxonomie der Art nicht eindeutig definiert. Während einige Quellen *Ophrys araneola* im Artrang führen, wird von anderen Quellen der Rang einer Unterart bevorzugt und dies noch mit unterschiedlichen Namen *Ophrys sphegodes* subsp. *araneola* bzw. subsp. *litigiosa*. Genetische Untersuchungen sind nicht abschliessend eindeutig und die Zuordnung aller Unterarten der *Ophrys sphegodes* teilweise noch offen.^[9]

Insgesamt konnte bisher nur wenig Information zur Populationsdynamik der Kleinen Spinnen-Ragwurz gefunden werden.^{[10], [5]}

Die Art

- ist wärmeliebend und frostempfindlich;
- liebt nährstoffarme, mässig trockene (bis wechsellrockene), basenreiche Böden;
- mag keine starke Staunässe;
- besiedelt Magerwiesen, Halbtrockenrasen, lichte Föhrenwälder;
- benötigt lückige, niedrige Vegetation, wenig Konkurrenz;
- vermehrt sich durch Samenproduktion, vegetative Vermehrung wird ausgeschlossen.
- Lockere Gebüsche geben ihr einen gewissen Schutz vor allem bei zu geringer Bodendeckung.
- Die Blattrosette bildet sich im Herbst.
- Die Art blüht ca. zwei Wochen vor *Ophrys sphegodes*; Blühdauer wenige Tage.

Für *Ophrys sphegodes* hingegen liegen detailliertere Studien aus Grossbritannien vor. Welche Erkenntnisse aus diesen jahrzehntelangen Beobachtungen auf *Ophrys araneola* (*Ophrys sphegodes* subsp. *araneola*) übertragen werden können, ist nicht geklärt und somit spekulativ.

Beide Arten können in Mitteleuropa in vergleichbaren Habitaten vorkommen und werden von Wildbienen bestäubt, bei Überschneidung der Areale kommt es auch zur Bildung eines Hybrides (*Ophrys x jeanpertii*). Bisher ist lediglich eine *Andrena*-Art (*Andrena nigroaenea* – Erzfarbene Sandbiene) als möglicher gemeinsamer Bestäuber identifiziert.^[15]

Lebenszyklus / Populationsdynamik

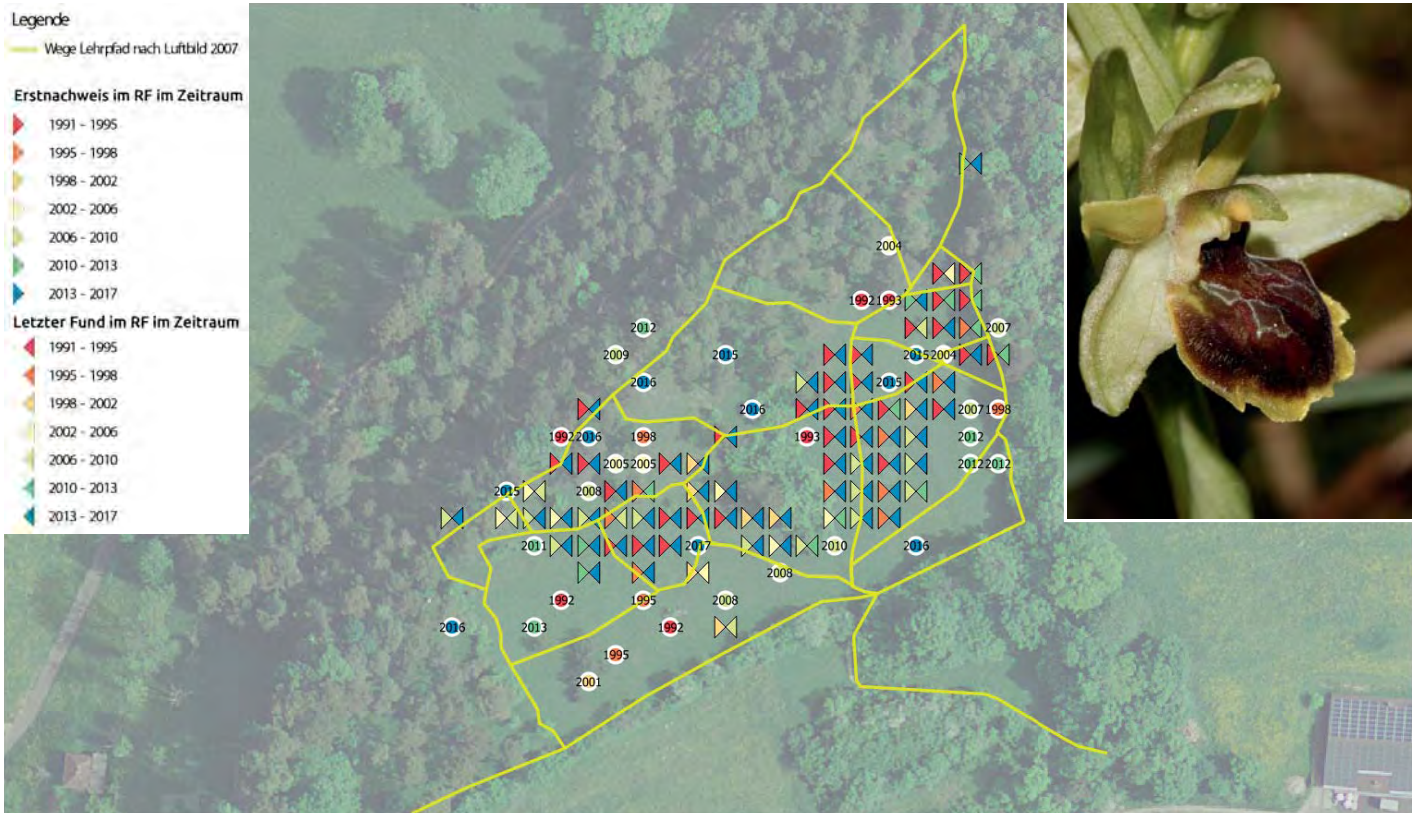
Der Fruchtansatz liegt gemäss der bisher publizierten Werte zwischen 0.8 % und 11.7 %^[15] bzw. ist kaum grösser als 20 %.^[5]

Die Halbwertszeit einer Population *Ophrys sphegodes* wird mit ca. 2-3 Jahren angegeben. Nach der Keimung verbleibt die Pflanze 1-2 Jahre unterirdisch und erreicht ihre Blühreife bereits im ersten Jahr des oberirdischen Austriebs. Während einer Vegetationsperiode verbleibt ungefähr die Hälfte einer Population in einer unterirdischen Ruhephase. Wenn eine Pflanze nach spätestens drei Jahren Ruhephase nicht wieder austreibt, ist sie mit hoher Wahrscheinlichkeit gestorben. Die Höhe der Infloreszenz hängt einerseits vom Alter der Pflanzen ab (Maximum nach ca. vier Jahren) und von den Niederschlägen im Winterhalbjahr. Nur einzelne, wenige Pflanzen leben vier Jahre und länger.^[8]

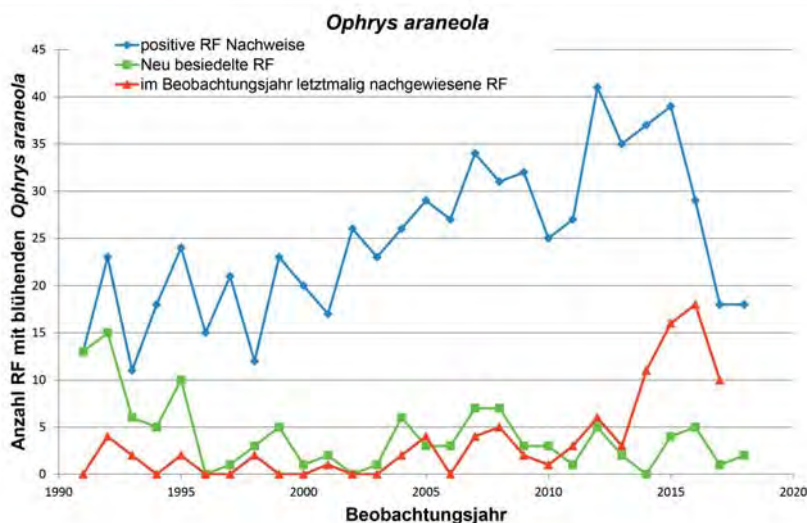


Ophrys araneola
trotzt dem Schnee
am 09.04.2005

Ophrys araneola – Entwicklung auf dem Lehrpfad



Rasterfeld-Verteilung für *Ophrys araneola* – zeigt Standorttreue

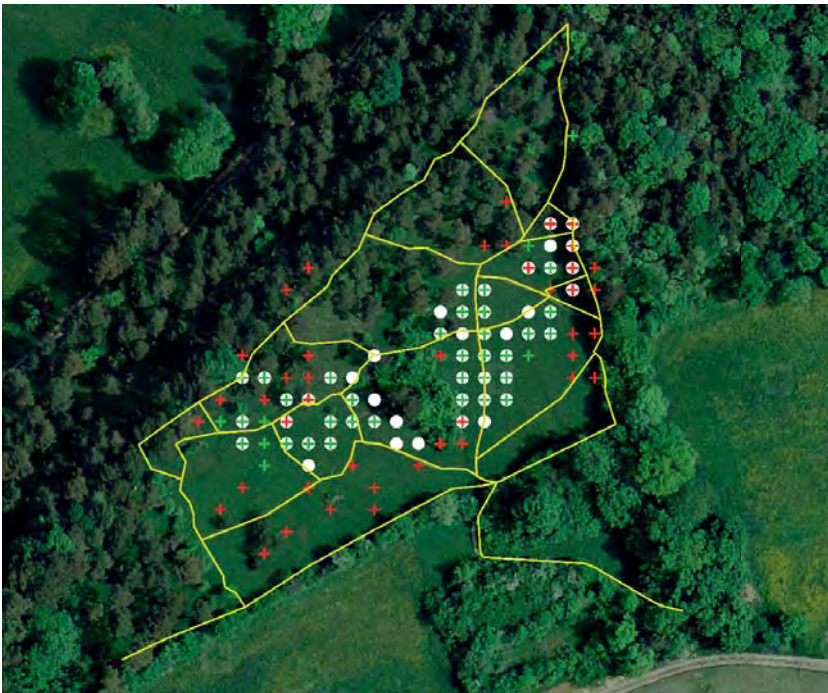


Rasterfelder mit blühenden Exemplaren über den Beobachtungszeitraum 1991–2018 (Erklärung siehe bei *Ophrys apifera*)

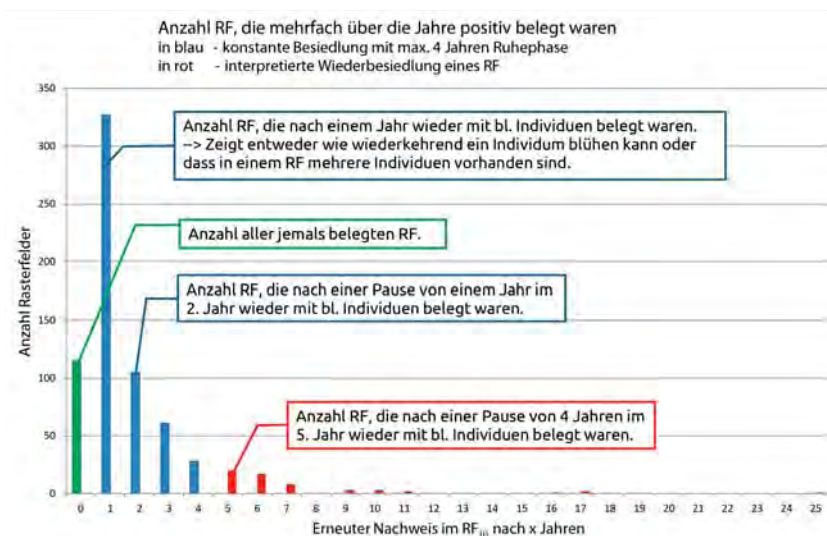
Die Kleine Spinnen-Ragwurz ist die häufigste *Ophrys*-Art des Lehrpfades. Zudem ist sie die erste blühende Orchideenart im Jahr und wird auch schon mal während der Blüte vom späten Schneefall überrascht (siehe Bild vorige Seite).

Die Entwicklung (Diagramm links) über die Jahre (blaue Linie) ist erfreulich, ob der abrupte Abfall an positiv belegten RF nach dem Jahr 2016 relevant ist, kann noch nicht gesagt werden. Der Abfall geht auf jeden Fall einher mit der Zunahme erloschener RF (rote Linie) ab dem Jahre 2013 und der geringen Anzahl an neu besiedelten RF (grüne Linie) der Jahre 2017 und 2018.

Die Verbreitung auf dem Lehrpfad war und ist in all den Jahren wenig verändert. Man könnte die Art als „standorttreu“ bezeichnen. Sie belegt grossflächig die sonnigen Areale des Halbtrockenrasens. Gelegentlich wurde ein sporadisches Auftreten im westlichen Teil des Halbtrockenrasens beobachtet. Im mit Föhren besetzten Teil des Lehrpfades tritt sie weniger häufig auf.



- + RF, die seit 2013 keinen positiven Nachweis mehr hatten.
- + RF, die ab 2014 mehrere positive Nachweise hatten
- ⊕ mehrjähriges RF (letzter Nachweis 2013 oder früher)
- mehrjähriges RF (nur ein Nachweis seit 2014)
- ⊕ mehrjähriges RF (mehrfache Nachweise nach 2014 = aktuelle Samenbank)



Auswertung über regelmässiges Blühen in Rasterfeldern.

Schlussfolgerungen

Die Kleine Spinnen-Ragwurz fühlt sich auf dem Lehrpfad wohl, dies kann man aufgrund der Daten gesichert sagen. Bezüglich Pflege sollten wir mindestens vier ihrer Habitatsansprüche berücksichtigen:

- Sie ist frostempfindlich.
- Sie liebt nährstoffarme, mässig trockene (bis wechsellrockene), basenreiche Böden.
- Sie benötigt lückige, niedrige Vegetation, wenig Konkurrenz.
- Lockere Gebüsche geben ihr einen gewissen Schutz vor allem bei zu geringer Bodendeckung.

Auch bei der Kleinen Spinnen-Ragwurz werden die erloschenen Rasterfelder hauptsächlich durch ihr sporadisches Auftreten bestimmt. Die Übereinstimmung der aktiven RF (grüne Kreuze) mit den „treuen Standorten“ (Kreisse) kann als Zeichen für eine stabile Population interpretiert werden; eine Population, die sich immer wieder erneuern kann.

Mit durchschnittlich fünf Exemplaren pro RF im Laufe der Jahre ist die Dichte gross, sodass regelmässig Pflanzen in den einzelnen Rasterfeldern beobachtet werden können.

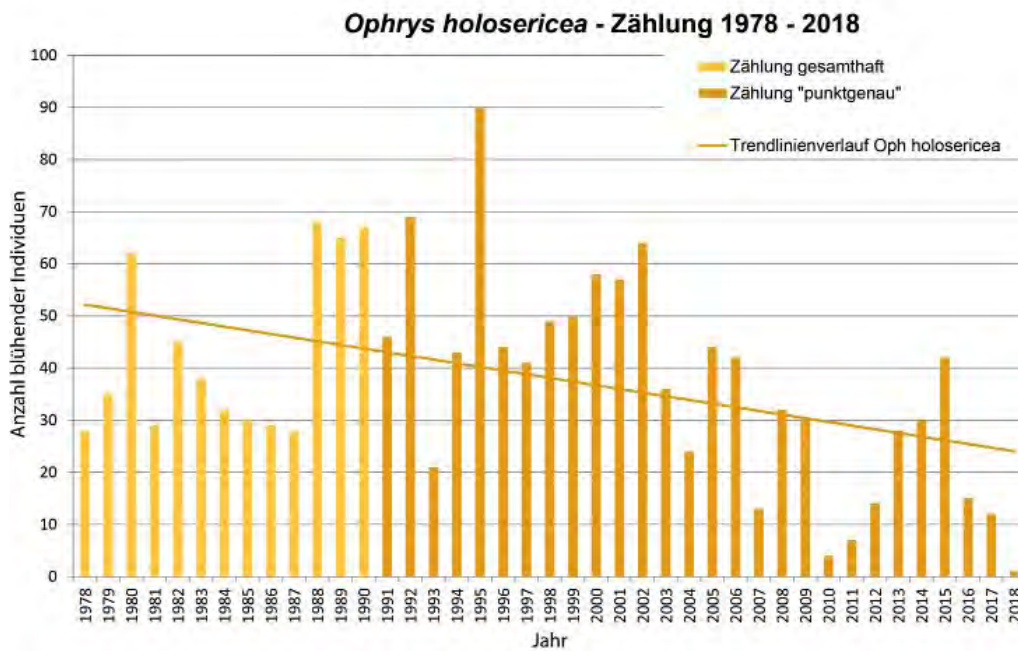
Dies bestätigt die untere Abbildung. Mit ca. 110 jemals belegten RF (grüner Balken) und über 300 Nachweisen einer blühenden Pflanze im Folgejahr (blaue Reihe) ist die Art in ihrer Verbreitung stabil.⁹

Die hohe Dichte der Art pro RF gepaart mit dem nicht unbedingt regelmässigen jährlichen Erscheinen jeder individuellen Pflanze erklärt die schlechte Korrelation zwischen Anzahl blühender Pflanzen und Anzahl positiv belegter RF (siehe Seite 33).

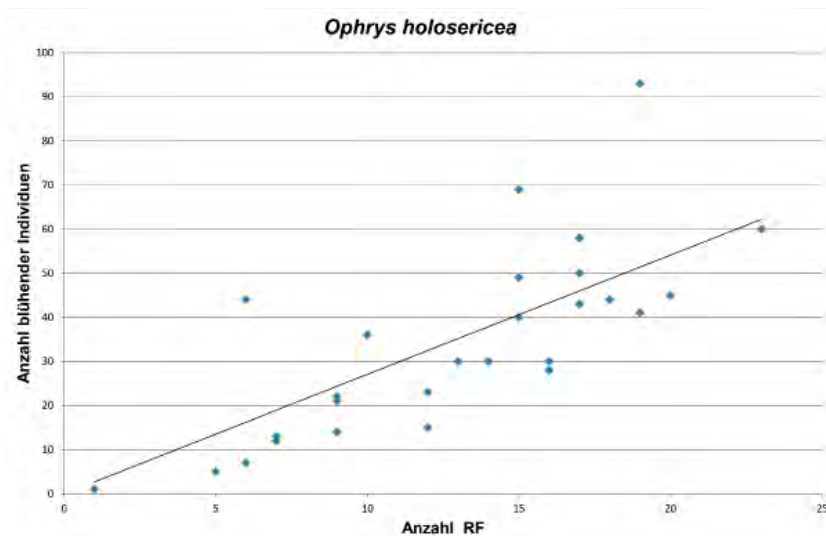
Eine weitere Ausbreitung auf dem Lehrpfad ist nicht ersichtlich. Warum Pflanzen sporadisch nur für ein Jahr nachgewiesen werden, ist (zumindest bisher) nicht zu erklären. Dies scheint für eine kurze Lebensdauer eines blühenden Individuums zu sprechen.

Ophrys holosericea – benötigt sie Hilfe?

Die Datengrundlage



Aus der Datenreihe oben werden die jährlichen Schwankungen aufgrund verschiedener Temperaturen und Niederschläge der Jahre ersichtlich. Die eingezeichnete lineare Trendlinie gibt grob die Entwicklung der Art in den letzten 40 Jahren wieder: *Ophrys holosericea* zeigt tendenziell eine Abnahme, die u.U. ab 2003 verstärkt zu sein scheint.



Im linken Diagramm (Anzahl blühender Pflanzen versus Anzahl RF) erkennt man andeutungsweise einen Zusammenhang zwischen der Anzahl blühender Individuen und Anzahl belegter 25 m²-Rasterfelder. Dieser ist aber nicht so ausgeprägt wie bei *Ophrys apifera*.¹⁰

Ein Versuch einer Erklärung für den Zusammenhang zwischen Anzahl Rasterfeldern (n_{RF}) und Anzahl blühender Pflanzen (n_{Bl}) folgt in der weiteren Diskussion.

Aus der Trendgerade lässt sich die mittlere Anzahl blühender Pflanzen pro RF mit ca. drei Individuen abschätzen.

Ein Versuch einer Erklärung für den mittelmässigen Zusammenhang zwischen Anzahl Rasterfeldern (n_{RF}) und Anzahl blühender Pflanzen (n_{Bl}) folgt in der weiteren Diskussion.

¹⁰ Für die Korrelation *Ophrys holosericea* ergibt sich: $n_{Bl} = 2.7 n_{RF}$; Güte der Anpassung $R^2 = 0.57$

Bei einer Güte R^2 grösser als 0.6 kann die Trendlinie als realistische Hypothese angesehen werden. Im vorliegenden Fall ist eine Interpretation somit grenzwertig.

Zusammenfassung einiger Literaturstellen zu *Ophrys holosericea*

Lebenszyklus / Populationsdynamik

Der Fruchtansatz der *Ophrys holosericea* liegt bei unter 3 % und nur ca. $\frac{1}{3}$ der ca. 6000 Samen einer Kapsel enthalten einen entwicklungsfähigen Embryo.^[13] Diese Angabe des Fruchtansatzes liegt eher an der unteren Grenze der bisher publizierten Werte von 3.7 % bis 79 %.^[15]

Auch für diese Art benötigt man jahrelange Beobachtungen der Individuen (Rosette, Blüte, Samenansatz) für definitive Aussagen über die Populationsdynamik. Eine langjährige Studie in England erbrachte folgende Ergebnisse:^[14]

- Im Mittel blühen zwischen 40 % und 50 % der Pflanzen in einem Biotop; zwischen 40 % und 50 % der Pflanzen erscheinen nur vegetativ; ca. 10 % befinden sich in einer vegetationslosen Ruhephase.
- Die Ruhephase dauert max. zwei Jahre, sollte ein Individuum nach drei Jahren nicht mehr erscheinen, so ist es mit hoher Wahrscheinlichkeit gestorben.
- Vermutlich dauert die Keimentwicklung, bis ein erstes Blatt erscheint, 3-4 Jahre.
- Die Halbwertszeit einer Population beträgt ca. 12 Jahre. Diese doch lange Halbwertszeit bedeutet, dass eine Population – je nach Anfangsmenge – ohne Verjüngung und ohne extreme Störung (z. B. kompletter Habitatverlust) über Jahrzehnte beobachtet werden kann (100 Exemplare nehmen statistisch innert 60 Jahren auf 3 Exemplare ab).

Standortbedürfnisse

Die wärmeliebende Hummel-Ragwurz benötigt eine niedrige Vegetation sowie nährstoffarme, „gestörte“ Biotope – d. h. Wiesenflächen, deren Bewuchs mehr oder weniger oft und intensiv aufgeloockert wird. Über 90 % der Pflanzen stehen in einem Mindestabstand von 30 cm, d. h. vegetative Vermehrung wird nicht in Betracht gezogen, Samenausbreitung ist für die Art essenziell (gilt wahrscheinlich für die meisten *Ophrys*-Arten).^[14]

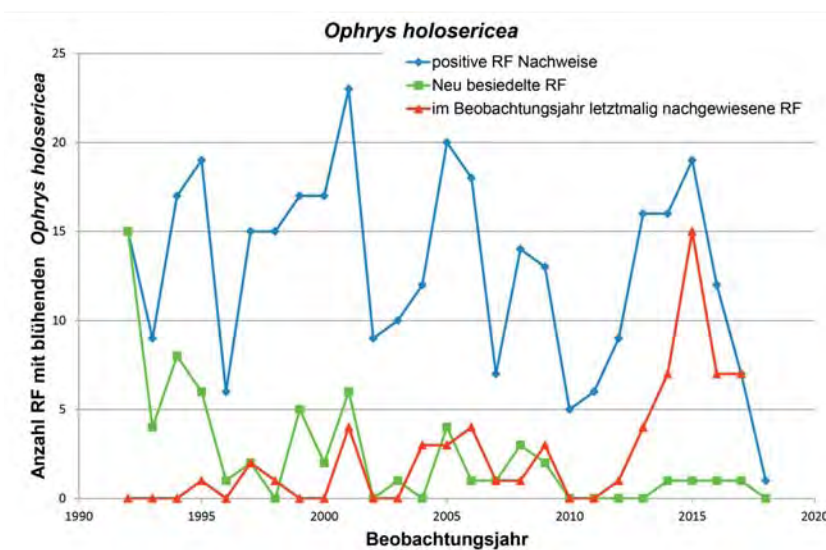
Eine Ausbreitung der Art kann durch eine grossflächige Störung des Habitats (z. B. durch Abtrag der Grasnarbe) gefördert werden. Jede Massnahme, die offene, vegetationsfreie Bereiche schafft, ist hierfür geeignet.

Die Hummel-Ragwurz ist, wie wahrscheinlich viele *Ophrys*-Arten, eine ausdauernde Pionierpflanze.^[14]

Ophrys holosericea – Entwicklung auf dem Lehrpfad



Rasterfeld-Verteilung für *Ophrys holosericea* – eine unsichere Zukunft?



Rasterfelder mit blühenden Exemplaren über den Beobachtungszeitraum 1991–2018 (Erklärung siehe bei *Ophrys apifera*)

oben). Wie die Kleine Spinnen-Ragwurz belegt die Hummel-Ragwurz hauptsächlich den offenen Halbtrockenrasen des Lehrpfades (siehe Abb. (3-2) auf Seite 27).

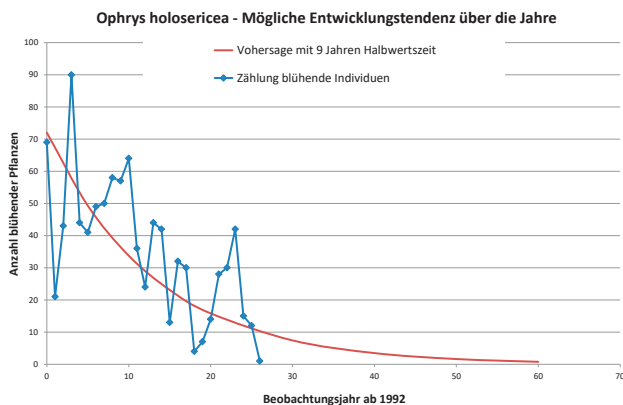
Die Lebensdauer einer Population dieser Art ist sehr lang (Halbwertszeit 12 Jahre, wie bereits erwähnt). Ruhephasen und rein vegetative Phasen der einzelnen Pflanzen sorgen je nach klimatischen Bedingungen für eine mehr oder weniger intensive Blütenpracht in den einzelnen Beobachtungsjahren.

Die Hummel-Ragwurz ist die einzige Art der *Ophrys*-Arten, deren Bestandsdaten die folgende mutige Hypothese „Die Hummel-Ragwurz verschwindet vom Lehrpfad!“ nahelegt.

Die Hummel-Ragwurz, früher in hoher Anzahl vorhanden, zeigt über die Jahre starke Schwankungen im Bestand. Vor allem seit 2010/2011 gab es einen noch nie dagewesenen Tiefpunkt in der Anzahl blühender Pflanzen.

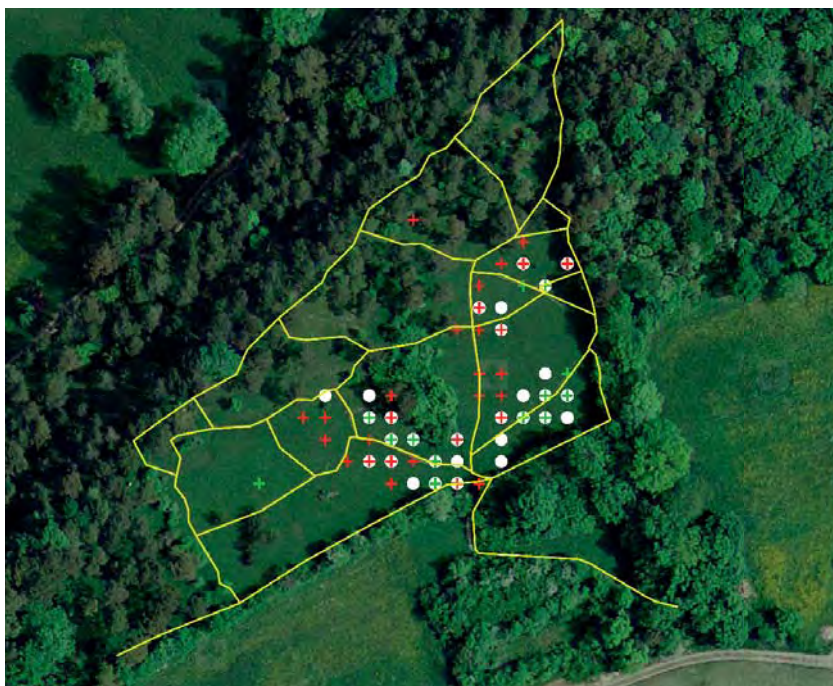
Dies zeigt sich auch in der Bilanz der besetzten bzw. nicht mehr besetzten RF in der nebenstehenden Abbildung. Neu besiedelte RF (grün) wie in den Jahren vor 2003 treten in den letzten Jahren nicht mehr auf. Dagegen steigt die Anzahl an letztmalig nachgewiesenen RF (rot) stark an.

Auch diese Art könnte man als „standort-treu“ bezeichnen, ihre Verbreitung hat sich in den Jahren nahezu nicht verändert – ausser die Bereiche im westlichen Teil ihrer Lehrpfad-Verbreitung (Bild



Bei der Hummel-Ragwurz ist keine Verjüngung der Population offensichtlich erkennbar. Die aus der Zählreihe extrapolierte Halbwertszeit der Population beträgt ca. 9 Jahre und ist im Diagramm (links) durch die rote Abklingkurve dargestellt. Somit liegt der Schluss nahe, dass für die Hummel-Ragwurz der Lehrpfad immer weniger attraktiv wird. Wir werden sie aber noch in genügender Anzahl die nächsten 10-20 Jahre beobachten können.

Die Halbwertszeit von ca. 9 Jahren liegt in der Grössenordnung des Literaturwertes aus England. In den verschiedenen Regionen Europas wird aufgrund verschiedener Wachstumsbedingungen die Populationsdynamik sicherlich unterschiedlich sein.



Zurzeit überwiegen die „erloschenen“ Rasterfelder (rote Kreuze) für diese Art. Darunter sind auch Rasterfelder (Kreise mit rotem Kreuz), die bisher gut belegt waren.

Die positiven Bereiche (grüne Kreuze) liegen zunehmend im unteren Teil des Lehrpfades. Welche konkreten günstigen Bedingungen hier vorherrschen, wäre noch zu klären (Bodenfeuchte?, zeitweise Beschattung?, Windschutz?).

Das untere Diagramm zeigt ein vergleichbares Bild wie *Ophrys araneola*. In etlichen RF konnten im Folgejahr wiederum blühende Exemplare beobachtet werden. Dies ist eine plausible Beobachtung aufgrund der Dichte von ca. drei Exemplaren pro RF und der Annahme, dass zwischen 40 % und 50 % der Pflanzen zur Blüte kommen (gemäss Literatur).

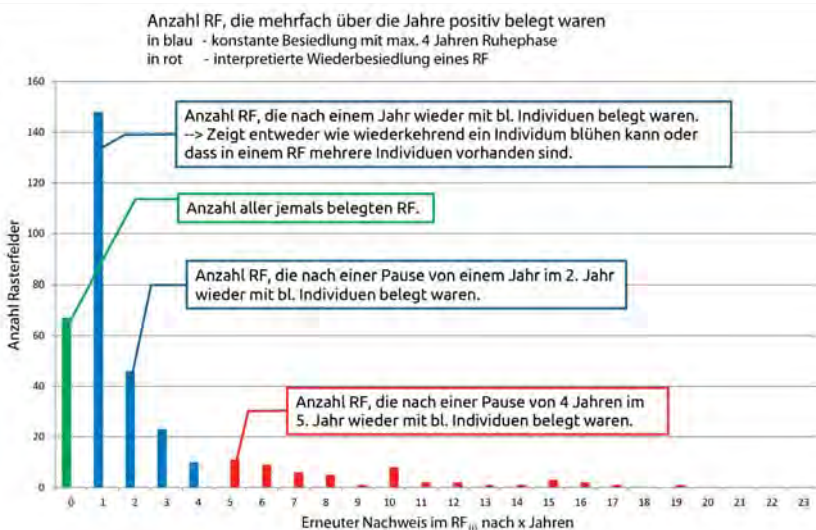
- + RF, die seit 2013 keinen positiven Nachweis mehr hatten.
- + RF, die ab 2014 mehrere positive Nachweise hatten
- ⊕ mehrjähriges RF (letzter Nachweis 2013 oder früher)
- mehrjähriges RF (nur ein Nachweis seit 2014)
- ⊕ mehrjähriges RF (mehrfache Nachweise nach 2014 = aktuelle Samenbank)

Schlussfolgerungen

Die möglichen Gründe für den vermuteten abnehmenden Trend können vielleicht in den mikro-klimatischen Bedingungen auf dem Lehrpfad liegen. Eine Auswertung der Zählreihen, unter Berücksichtigung von Temperatur und Niederschlag, ist in Arbeit. Ob diese zu weiteren Erkenntnissen führen wird, ist noch offen. Der Einfluss des Klimawandels (siehe Kasten Seite 40) ist u. U. für die Hummel-Ragwurz weniger ausgeprägt.

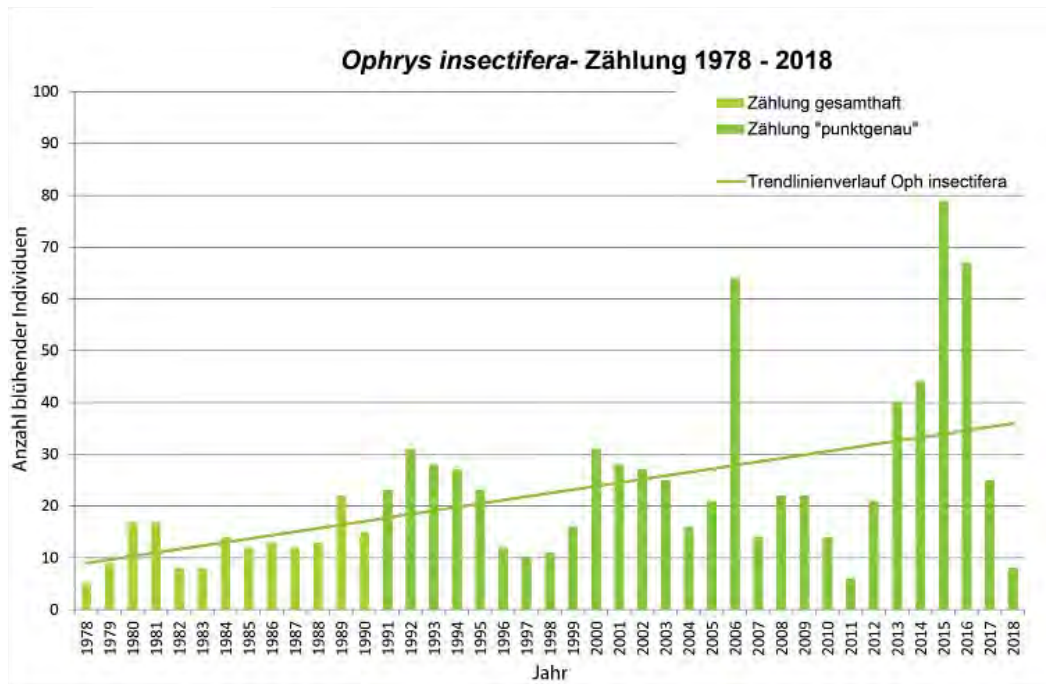
Die wärmeliebende Hummel-Ragwurz benötigt eine niedrige Vegetation sowie nährstoffarme, „gestörte“ Biotope d. h. Wiesenflächen, deren Bewuchs mehr oder weniger oft und intensiv aufgelockert wird.

Pflegemassnahmen sollten diesen Anforderungen auf jeden Fall gerecht werden.

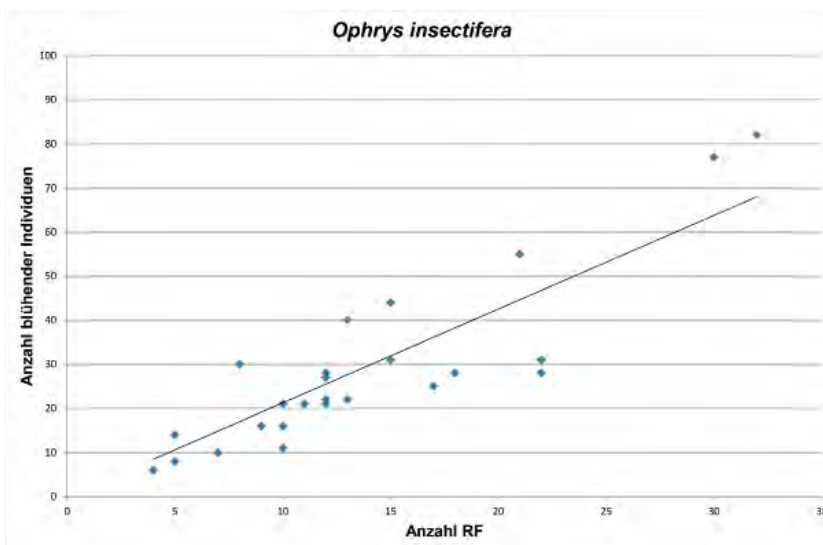


Auswertung über regelmässiges Blühen in Rasterfeldern.

Ophrys insectifera – wanderfreudig in Ausbreitung Die Datengrundlage



Die Datenreihe zeigt die jährlichen Schwankungen über die Jahre. Die eingezeichnete lineare Trendlinie gibt grob die Entwicklung der Art in den letzten 40 Jahren wieder: *Ophrys insectifera* zeigt eine Zunahme an blühenden Pflanzen, vor allem in den letzten Jahren.



Im linken Diagramm (Anzahl blühender Pflanzen versus Anzahl RF) erkennt man andeutungsweise einen Zusammenhang zwischen der Anzahl blühender Individuen und Anzahl belegter 25 m²-Rasterfelder.

Aus der Streuung der Punkte um die Trendgerade erkennt man schon von Auge, dass der Zusammenhang zwischen Anzahl Rasterfelder (n_{RF}) und Anzahl blühender Pflanzen (n_{Bl}) vergleichbar ausgeprägt ist, wie bei *Ophrys apifera*.¹¹

Aus der Trendgerade lässt sich die mittlere Anzahl blühender Pflanzen mit ca. 2 Individuen pro RF abschätzen.

Ein Versuch einer Erklärung für den starken Zusammenhang zwischen Anzahl Rasterfelder (n_{RF}) und Anzahl blühender Pflanzen (n_{Bl}) folgt in der weiteren Diskussion.

¹¹ Für die Korrelation *Ophrys insectifera* ergibt sich: $n_{Bl} = 2.1 n_{RF}$; Güte der Anpassung $R^2 = 0.7$. Bei einer Güte R^2 grösser als 0.6 kann die Trendlinie als realistische Hypothese angesehen werden.

Zusammenfassung einiger Literaturstellen zu *Ophrys insectifera*

Lebenszyklus / Populationsdynamik

Über die Lebensdauer der Individuen kann keine genaue Aussage gemacht werden, einzelne Pflanzen konnten über vier Jahre beobachtet werden. ^[16]

Ophrys insectifera treibt bereits im Herbst (Ende Okt.) ihre Blattrosetten, die Knollenreife erfolgt im Frühjahr. Der Blütrieb entwickelt sich ab April. Im Sommer, nach Blüte und Samenreife, beginnt die Ruhephase.

Der Fruchtansatz liegt bei *Ophrys insectifera* bei unter 4 % und nur ca. 1/8 der ca. 2500 Samen einer Kapsel enthalten einen entwicklungsfähigen Embryo. ^[13] Diese Angabe des Fruchtansatzes liegt eher an der unteren Grenze der bisher publizierten Werte zwischen 1.4 % und 46.3 % ^[15]

Eine Gruppenbildung an *Ophrys insectifera* lässt u. U. auf eine vegetative Vermehrung schließen. ^[16]

Auch für diese Art ist eine belastbare Auswertung der Populationsdynamik nur möglich, wenn neben den blühenden Exemplaren auch die vegetativen und ruhenden Individuen erfasst werden.

Jährliche Schwankungen im Bestand beruhen hauptsächlich auf Witterungseinflüssen. Ein trockenes Frühjahr führt zu einem vorzeitigen Absterben bzw. zu Kleinwuchs, hat aber anscheinend keinen Einfluss auf die Pflanzenentwicklung der Folgejahre. ^[16]

Standortbedürfnisse

Die Art benötigt gut abtrocknende, nährstoffarme, kalkhaltige Böden mit einem pH-Wert von (6.4-)7-8. Der Standort sollte teilweise beschattet sein. ^[19]

Eine zu starke Beschattung des Standortes der Insekten-Ragwurz verursacht eine schnelle Abnahme der Anzahl an Individuen. Mit Auflichtung erhöhte sich die Menge an blühenden Pflanzen, mit ausreichend Licht blühten diese mehrmals in den Folgejahren. Jedoch nahm die Anzahl befruchteter Pflanzen mit zu starker Auflichtung ab. Grund für den schlechteren Samenansatz könnten die veränderten Windverhältnisse sein (Flugverhalten der Bestäuber). ^[17]

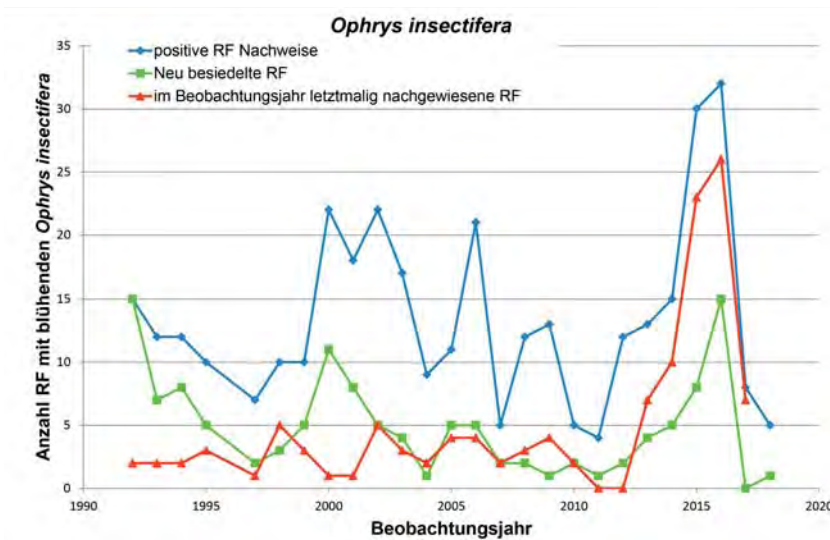
Nach 3-4 Jahren nach der Öffnung eines potenziellen Habitats konnte die Art vermehrt nachgewiesen werden – sie vermehrte sich stetig (Eintrag von Samen über die Luft von ausserhalb des Biotopes; *Ophrys insectifera* reagiert anscheinend schnell auf Habitatsverbesserung. ^[18]

Warmes, trockenes Wetter während der Vegetationszeit ist günstig für die Entwicklung der Pflanzen. Kühles und nasses Wetter zerstört die Blätter durch Pilzbefall, zudem kommt es bei dieser ungünstigen Wetterlage nicht zur Samenreife. ^[19]

Ophrys insectifera – Entwicklung auf dem Lehrpfad



Rasterfeld-Verteilung für *Ophrys insectifera* – ein Kommen und Gehen



Rasterfelder mit blühenden Exemplaren über den Beobachtungszeitraum 1991–2018 (Erklärung siehe bei *Ophrys apifera*)

Die Fliegen-Ragwurz zeigt eine deutliche Zunahme an blühenden Exemplaren über die Beobachtungsjahre (Abb. auf Seite 41).

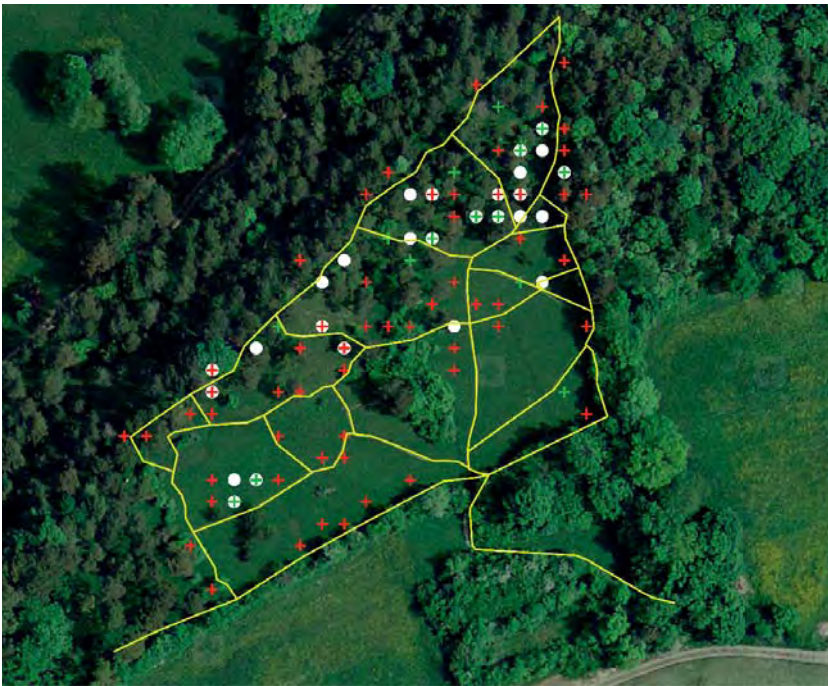
Sporadisches Auftreten auf dem Lehrpfad (farbige Kreise in der Abbildung oben) ist auch für diese Art anscheinend charakteristisch.

Ihre Verbreitung hat sich im Laufe der Jahre verändert, seit 2012 findet man sie eher sporadisch auf den freien Flächen. Sie steht somit mehr im (teil-)beschatteten Bereich der Büsche und Föhren.

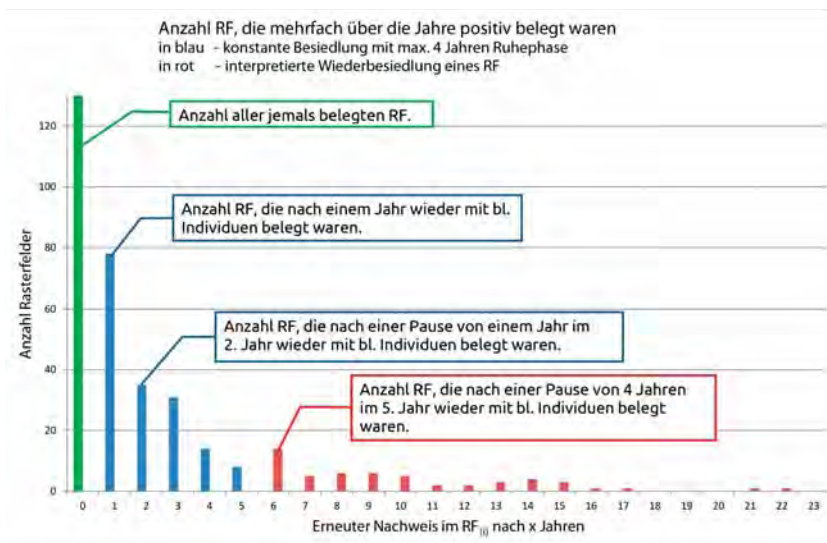
Wie bei den anderen Ragwurz-Arten beobachtet man ab 2010 eine Zunahme der erloschenen RF (rote Linie im Diagramm links), deren Anzahl deutlich höher ist, als die Anzahl neu belegter RF (grüne Linie). Auch bei dieser Art wurden in

früheren Jahren (vor 2005) Rasterfelder vermehrt neu besiedelt als in späteren Jahren.

Warum der Anteil an „erloschenen RF“ ab 2010 derartig abrupt ansteigt, dürfte für diese Art eine wichtige Frage sein. Ebenfalls spannend ist die Beobachtung, dass sich die Verbreitungsareale von *Ophrys apifera* und *Ophrys insectifera* stark überlappen (Vergleich der Abbildungen (1) und (4) auf Seite 27).



- + RF, die seit 2013 keinen positiven Nachweis mehr hatten.
- + RF, die ab 2014 mehrere positive Nachweise hatten
- ⊕ mehrjähriges RF (letzter Nachweis 2013 oder früher)
- mehrjähriges RF (nur ein Nachweis seit 2014)
- ⊕ mehrjähriges RF (mehrfache Nachweise nach 2014 = aktuelle Samenbank)



Auswertung über regelmässiges Blühen in Rasterfeldern.

Im Laufe der Jahre hat sie sich über den Lehrpfad ausgebreitet, jedoch fast nirgends richtig Fuss gefasst. Nach dem Hitzesommer 2003 zog sie sich wieder in den lichten Föhrenwald zurück.

Schlussfolgerungen

Die Insekten-Ragwurz findet auf dem Lehrpfad immer genügend Platz, dies kann aufgrund der Daten gesichert festgestellt werden. Bezüglich Pflege sollten mindestens diese vier Eigenschaften berücksichtigt werden:

- Sie reagiert schnell auf Veränderungen (gemäss Literatur innert 3-4 Jahren).
- Kühlnasse Witterung schaden ihr anscheinend (Pilzbefall der Blätter).
- Zu starke Trockenheit und Hitze sind ihr ebenfalls nicht zuträglich.
- Sie liebt nährstoffarme, gut trocknende, kalkhaltige Böden (pH eher im neutralen Bereich).
- Lockere Gebüsche mit geringer Beschattung (als Windschutz) scheinen förderlich.
- Zu starke Beschattung lässt die Art schnell verschwinden.

Die Anzahl erloschener RF (rote Kreuze) ist wieder durch die vielen sporadisch belegten RF bestimmt. Die positiven Nachweise sowie die „Samenbank“ liegen im oberen Teil des Lehrpfades – im mit Föhren besiedelten Bereich. Wir können annehmen, dass der Boden in diesem Bereich durch die Schattierung und den Windschutz weniger schnell austrocknet.

Viele der Nachweise sind Einzelpflanzen, die nach einem Jahr wieder verschwinden. Es gibt jedoch mit hoher Wahrscheinlichkeit Individuen, die mehrere Jahre (hintereinander) zur Blüte kommen. Mit durchschnittlich 2 Ex./RF ist die Dichte nicht hoch, ob vegetative Vermehrung (d. h. Gruppenbildung mehrerer Pflanzen) auftritt, ist eine offene Frage.

Im unteren Diagramm zeigt die blaue Reihe die Häufigkeit einer erneuten Blüte in den Folgejahren. Das Bild ist vergleichbar mit *Ophrys apifera* und somit u. U. ein Mass für Dormanz bzw. vegetative Blühpausen. Aus dem Verhältnis vom blauen zum grünen Balken kann geschlossen werden, dass auch in diesem Fall nur wenige Pflanzen mehrere Jahre hintereinander blühen. Man könnte aus den Daten auf eine kurze Lebensdauer einer individuellen Pflanze schliessen. Für weitere Aussagen müssten Rosetten und Einzelpflanzen systematisch erfasst werden.

Räumliche Dynamik der Fliegen-Ragwurz

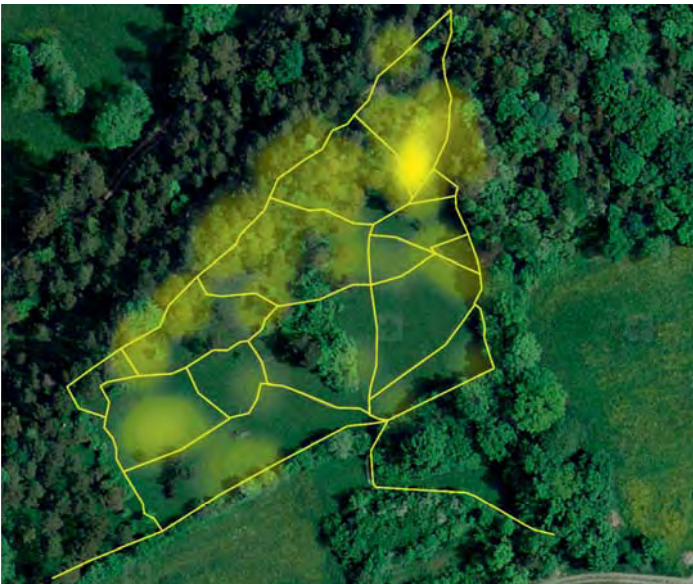
Die folgenden Abbildungen auf der nächsten Seite zeigen die Verteilung der Fliegen-Ragwurz zu verschiedenen Zeiträumen. Während des ersten Zeitintervalls (vor der Auflichtung) blühte die Fliegen-Ragwurz verstärkt im oberen Föhrenwald-Bereich.



Verteilung 107 Ex. [1991–1995], Ø 21 Ex./Jahr



Verteilung 123 Ex. [1996–2002], Ø 18 Ex./Jahr



Verteilung 195 Ex. [2003–2011], Ø 22 Ex./Jahr



Verteilung 302 Ex. [2012–2011], Ø 43 Ex./Jahr

Gesamt-Fazit

Die Auswertung ergab für alle vier *Ophrys*-Arten einen gemeinsamen Trend im Verlust an mit Pflanzen belegten Rasterfeldern. Vor 2003 überwog die Anzahl neu belegter Rasterfelder (RF) die Anzahl Verluste. Spätestens seit 2010 verlieren wir – teilweise dramatisch – mehr RF, als neue RF besiedelt werden.

In trockenen, heißen Perioden ziehen sich *Ophrys apifera* und *Ophrys insectifera* in die schattigeren, vor der Sonne geschützteren Bereiche des Lehrpfades zurück. *Ophrys araneola* kommt anscheinend mit der Hitze und Trockenheit am besten zurecht. *Ophrys holosericea* hingegen scheint nicht ausweichen zu können und steht somit u. U. unter Druck des Habitat-Verlustes.

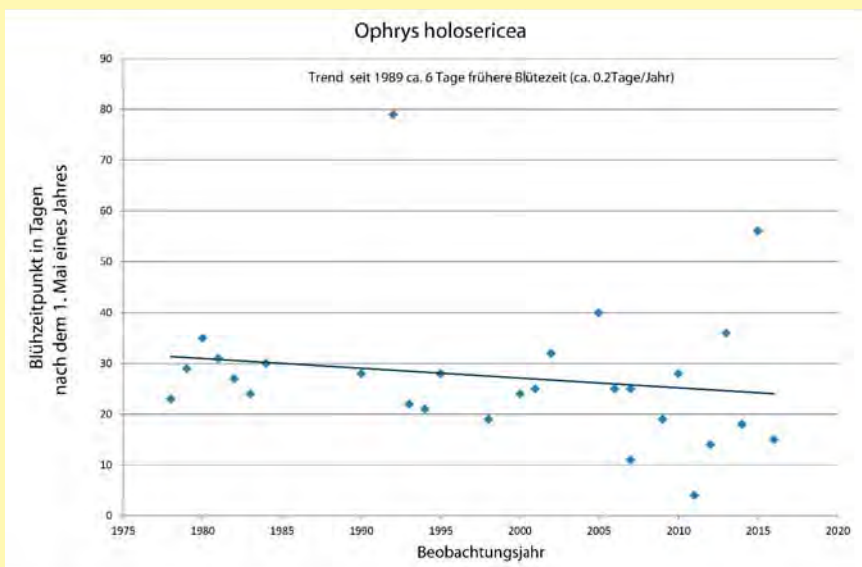
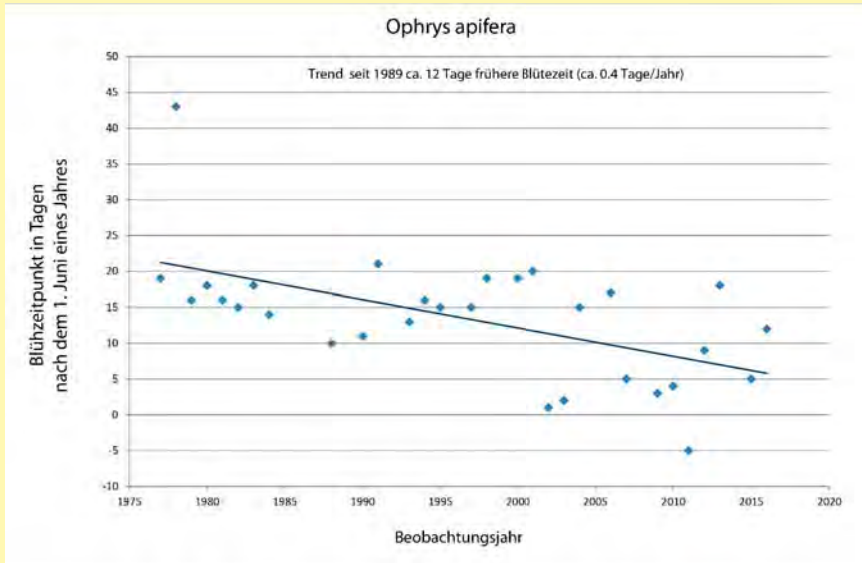
Ophrys holosericea zeigt keine bzw. nur eine geringe Verjüngung der Population. Die anderen Arten zeigen zumindest sporadisches Auftreten von einzelnen neuen Pflanzen über die Jahre.

Für die vier *Ophrys*-Arten (wie auch für *Orchis mascula* – siehe frühere Berichte) sind der lichte Föhrenwald sowie die Hecken essentielle Strukturelemente im Habitat.

Alle vier *Ophrys*-Arten benötigen offene Bodenstrukturen mit niedriger, lückiger Vegetation während ihrer Vegetationsphase. Basische, nährstoffarme Böden sind eine essentielle Voraussetzung für ihr Gedeihen. Hierbei ist der Nährstoffeintrag aus der Luft für Halbtrockenrasen nicht mehr zu vernachlässigen.

Die Bienen-Ragwurz ist autogam, für die anderen drei *Ophrys*-Arten spielt der Bestäuber und somit der Fruchtansatz eine entscheidende Rolle. Welchen Einfluss die globale Klimaerwärmung auf die Orchideen-Populationsdynamik hat ist zurzeit nicht abschätzbar. Jedoch gibt der Kasten auf der folgenden Seite einen Einblick in das komplizierte, komplexe Zusammenspiel der Arten.

Möglicher Einfluss einer Klimaveränderung ^{[11], [12]}



Verschiebung der Blühzeitpunkte zweier *Ophrys*-Arten über den Beobachtungszeitraum ab 1989 bis 2017. (*O. araneola* und *O. insectifera* verhalten sich vergleichbar *O. apifera*)

Viele *Ophrys*-Arten stehen in einer engen Beziehung zu ihren Bestäubern, oft eine 1:1-Beziehung. Im Laufe der Parallel-Evolution Pflanze–Insekt hat sich das Wechselspiel „Erscheinen der Drohnen im Frühjahr; Beginn Blüte der *Ophrys*-Art; Erscheinen der weiblichen Bienen“ stabil eingespielt. Mit den zunehmenden Frühjahrstemperaturen wurde nun speziell im Falle der *Ophrys sphegodes* festgestellt, dass die Blühperiode im Laufe der Jahrzehnte um 0.5 Tage/Jahr vorgezogen ist.^[8c] Eine genauere Untersuchung im Feld und unter Zuhilfenahme von Herbarbelegen sowie Insekten-Sammlungen ergab, dass ihr Bestäuber *Andrena nigroaenea* bei einer Erhöhung der mittleren Frühlingstemperatur (März bis Mai) um 1 Grad ca. 11 Tage früher fliegt. *Ophrys sphegodes* hingegen verschiebt ihren Blühzeitpunkt aufgrund der höheren Temperaturen lediglich um ca. 6-7 Tage nach vorne.

Zudem sind männliche und weibliche Bienen in ihrer Reaktion auf die Frühlingstemperaturen unterschiedlich. Weibchen reagieren auf die mittleren Temperaturen der Monate März bis Mai mit 15-16 Tagen/Grad, Männchen auf die mittleren Temperaturen der Monate Februar bis April mit 9-10 Tagen/Grad und fliegen i. d. R. 4 ± 2.5 Tage vor den weiblichen Bienen.

Je höher die mittleren Frühjahrstemperaturen sind, desto mehr laufen die Blühperiode und die Flugzeit der Männchen auseinander, u. U. fliegen weibliche Bienen bereits zur Blütezeit der Spinnen-Ragwurz – der Befruchtungserfolg der Orchidee sinkt somit.

Dieser Befund könnte u. U. auch auf andere Orchideen-Arten übertragbar sein. Wie sieht es nun mit den vier *Ophrys*-Arten auf dem Lehrpfad aus? Schwankungen aufgrund der jährlichen Wetterlage sind offensichtlich, jedoch kann trotzdem ein Trend zu einem früheren Blühzeitpunkt nicht ausgeschlossen werden, wie die zwei Abbildungen oben zeigen. Ausser der Hummel-Ragwurz lassen alle drei anderen *Ophrys*-Arten eine Verschiebung um ca. 0.4 Tage/Jahr erkennen. Diesen Trend kann man mit hoher Wahrscheinlichkeit als reell ansehen, da einerseits die Erfassung der Daten auf dem Lehrpfad mehr oder weniger zur Hochblüte erfolgte und andererseits die zeitliche Verschiebung mit der Angabe aus der Literatur erstaunlich gut übereinstimmt. Aussagen über den Samenansatz haben wir leider nicht, genauso wenig wie Angaben über die Flugzeit der Insekten.

Literatur

- [1] Geithner, A. und Tuttas, D. „Studien an einer Population der Bienen-Ragwurz (*Ophrys apifera*) im Orlatal (Thüringen)“ Landschaftspflege und Naturschutz in Thüringen, 35. Jahrgang Heft 3/1998
Download: http://www.umweltbuero-cladonia.de/pdf/Bienen_Ragwurz.pdf letzter Zugriff 10.02.2019
- [2] Müller, O. „Der Grund für das Ausbleiben der Blüte bei *Ophrys apifera* Das Anfangsstadium des Knollenwuchses“ Die Orchidee (1989) 40 (2), 61-64
- [3] Mensel G., Schütz H. und Heinrich, W. „Fünfzehnjährige Beobachtungen von *Ophrys apifera* bei Gotha (Thüringen)“ Journal Europ. Orch. (2012) 40(4), 715-738
- [4] Daiß, H. und Hennecke, M. „Zur Entwicklung von *Ophrys apifera* im Rems-Murr-Kreis“ Journal Europ. Orch. (2015) 47(2-4), 433-456
- [5] Heinrich, W. et al., (2014) „Thüringens Orchideen“, Uhlstädt-Kirchhasel: AHO-Thüringen e.V.
- [6] Wells, T.C.E. und Cox, R. „Demographic and biological studies on *Ophrys apifera*: some results of a 10 year study“ in Population Ecology of Terrestrial Orchids, ed. T.C.E. Wells and J.H. Willems, The Hague: SPB Academic Publishing 1991; Seite 47 - 61.
- [7] Wells, T.C.E. und Cox, R. „Predicting the probability of the bee orchid (*Ophrys apifera*) flowering or remaining vegetative from the size and number of leaves“ in Modern Methods in Orchid Conservation ed. H.W.Pritchard, Cambridge University Press 1989; Seite 127 – 139.
- [8a] Hutchings, M. J. „The population biology of the early spider orchid, *Ophrys sphegodes* MILL. - I. A demographic study from 1975 to 1984“ Journal of Ecology (1987) 75(3), 711-727
- [8b] Hutchings, M. J. „The population biology of the early spider orchid, *Ophrys sphegodes* MILL. - II. Temporal patterns in behaviour“ Journal of Ecology (1987) 75(3) 729-742
- [8c] Hutchings, M. J. „The population biology of the early spider orchid *Ophrys sphegodes* MILL. - III. Demography over three decades“ Journal of Ecology (2010) 98, 867–878
- [9] Jacquemyn, H. and Hutchings, M. J. „Biological Flora of the British Isles: *Ophrys sphegodes*“ Journal of Ecology (2015) 103, 1680–1696
- [10] AHO Baden Württemberg https://orchids.de/galry/bw/Ophrys_araneola.html Abfrage am 02.02.2019
AHO Bayern http://www.aho-bayern.de/taxa/op_aran.html Abfrage am 02.02.2019
- [11] Robbirt, K.M., Davy, A.J., Hutchings, M.J. and Roberts, D.L. „Validation of biological collections as a source of phenological data for use in climate change studies: a case study with the orchid *Ophrys sphegodes*“ Journal of Ecology (2011) 99, 235–241.
- Robbirt, K.M., Roberts, D.L., Hutchings, M.J. and Davy, A.J. „Potential Disruption of Pollination in a Sexually Deceptive Orchid by Climatic Change“, Current Biology (2014) 24, 2845–2849
- [12] Willmer, P. „Climate change: bees and orchids lose touch“ Current Biology (2014) 24, R1133–R1135.
- [13] Schwegler, St. „*Ophrys* (Ragwurz) – Täuschen mit Sex“ 2009, Institut für Natur-, Landschafts- und Umweltschutz der Universität Basel
- [14] Stone, D.A. and Russell, R.V., „Population biology of late spider orchid *Ophrys fuciflora* - a study at Wye National Nature Reserve 1987-1998“, English Nature, Northminster House, Peterborough 2000
- [15] Claessens, J. und Kleynen, J. „The flower of the European Orchid. Form and function“ published by J. Claessens und J. Kleynen 2011
- [16] Dorland, E. and Willems, J. H. „Light climate and plant performance of *Ophrys insectifera*; a four-year field experiment in The Netherlands (1998-2001)“ in Trends in terrestrial orchid populations eds. P. Kindlmann, J.H. Willems und D.F. Whigham Backhuys Publishers, Leiden, Niederlande 2002; Seite 225-238
- [17] Dorland, E. and Willems, J. H. „High light availability alleviates the costs of reproduction in *Ophrys insectifera* (Orchidaceae)“ Journal Europ. Orchid. (2006) 38(2), 369-386
- [18] Koch, M. A., Scheriau, Ch., Schupfner M. und Bernhardt, K.-G. „Long-term monitoring of the restoration and development of limestone Grasslands“ Flora (2011), 206 52–65
- [19] Roze, D., Belogradova, I., Jakobson, G., Megre D. and Klavina, D. „Some aspects of the ecology of *Ophrys insectifera*“ Int. Journal of Arts & Sciences (2011) 4(19), 107–120