Online unter der Lizenz CC BY 4.0

Neilreichia **9**: 95–117 (2018)

Blütenduft- und Blütengeruchsfamilien, eine Klassifikation für Blütendüfte

Marie-Louise Oschatz

Institut für Integrativen Naturschutz, Universität für Bodenkultur, Wien, Gregor-Mendel-Straße 33, 1180 Wien, Österreich; E-Mail: marie-louise.oschatz@boku.ac.at

A b s t r a c t : **Floral-scent-families and floral-odour-families, a classification for floral scents**

The classification "floral-scent-families and floral-odour-families" puts floral scents sharing the same dominant scent-component together into groups, named floral-scent- or floral-odour-family. Each floral-scent- or floral-odour family is clearly referenced by a common odorant of our everyday life. Floral-scent-families refer to odorants of plant origin and floral-odour-families to odorants of mostly animal origin. As the scent description shall be used additionally to pure morphological species description by amateurs as well as botanists, the instrument for the scent investigation is the human nose, since the human scent perception leads to the description of the dominant scent component. Up to now approximately 200 floral scents of the Austrian flora were grouped into 47 floral-scent-families and -subfamilies and 16 floral-odour-families respectively. During field work it was noticed that many species change their scent due to a specific parameter. Therefore the second part of the results and discussion introduces a new floral scent attribute, the scent-behaviour. It describes the scent-uniformity or scent-variability of a species. The scent-variability indicates that a species develops at least two different scents. There are seven groups of scent variability: five representing scent-switching species and two groups for scent-polymorphic species.

K e y w o r d s : floral-scent classification; floral-scent-families; floral-odour-families; scent behaviour; scent-uniformity; scent-variability

Z u s a m m e n f a s s u n g : Die Klassifikation „Blütenduftfamilien und Blütengeruchsfamilien" fasst Blütendüfte, die von derselben dominanten Duftkomponente geprägt sind, zu Duftgruppen, den Blütenduft- bzw. Blütengeruchsfamilien, zusammen. Jede Blütenduft- bzw. -geruchsfamilie ist durch einen bekannten Duftträger der Erfahrungswelt eindeutig referenziert. Blütenduftfamilien werden durch Düfte pflanzlicher Herkunft und Blütengeruchsfamilien vor allem durch Gerüche tierischer Herkunft referenziert. Das Instrument für die Duftuntersuchung ist die menschliche Nase, weil die menschliche Riecherfahrung zur Benennung der dominanten Duftkomponente führt. Damit kann die Duftbeschreibung sowohl von interessierten Laien als auch von professionellen Botanikern ergänzend zur morphologischen Artbeschreibung verwendet werden. Bisher wurden etwa 200 Blütendüfte der österreichischen Flora zu 47 Blütenduftfamilien und -unterfamilien bzw. zu 16 Blütengeruchsfamilien geordnet. Da im Zuge der Feldarbeiten festgestellt wurde, dass viele Arten ihre Düfte einem Einflussfaktor entsprechend ändern, wird im zweiten Teil der Ergebnisse und Diskussion eine neue Eigenschaft zur Beschreibung von Blütendüften eingeführt, das Duftverhalten. Es unterscheidet zwischen duftkonstanten und duftvariablen Arten. Duftvariable Arten entwickeln zumindest zwei unterschiedliche, artspezifische Düfte. Die Duftvariabilität wird durch sieben Untergruppen dargestellt, fünf Gruppen für duftwechselnde und zwei für duftpolymorphe Arten.

DOI: https://doi.org/10.5281/zenodo.1196187 Originalbeitrag

Online unter der Lizenz CC BY 4.0

Einleitung

Blütendüfte bestehen aus einer Vielzahl chemischer Verbindungen (Duftkomponenten), die in Blütengeweben einer Pflanze gebildet und bei entsprechender Temperatur und Tageszeit an die Umwelt abgegeben werden. Eine große Gruppe dieser sekundären Pflanzenstoffe besteht aus Kohlenwasserstoffverbindungen, wie Terpenen, Benzenoiden, Alkoholen, Ketonen u. a. (Gemische aus diesen Stoffgruppen heißen ätherische Öle), eine zweite Gruppe aus stickstoffhaltigen Verbindungen, wie Aminen, Ammoniak, Indolen u. a. (Kadereit & al. 2014, verändert).

Die meisten Duftstoffe werden im Cytoplasma der Epidermis- und Mesophyllzellen der Perianthblätter gebildet (Kadereit & al. 2014). In manchen Blüten verteilen sich die duftbildenden Zellen über die gesamte Blütenblattfläche (eigene Untersuchungen mit Neutralrot; vgl. Vogel 1963), in anderen hingegen nur auf bestimmte Areale, die Osmophoren (Vogel 1963). Manche Blüten verströmen ihre Duftstoffe auch über die Narben (Dudareva & al. 1998), Staminodien (Schremmer 1982) oder Antheren (Knudsen & Tollsten 1991) und in wieder anderen Blütenpflanzen wird das ätherische Öl in Drüsenhaaren gesammelt, die auf den Perianthblättern, Filamenten und Blütenstielen sitzen.

Der einzelne Blütenduft kann aus wenigen Duftkomponenten zusammengesetzt sein oder bis zu 300 unterschiedliche Komponenten enthalten (Kaiser 2006). Manche Komponenten kommen weltweit in sehr vielen Blütendüften vor, andere hingegen sind selten (Kaiser 2006, 2011, Knudsen & al. 2006). Die Kombinationsmöglichkeiten und Mischungsverhältnisse der Duftkomponenten gehen ins Unendliche und jede Art bildet ihren arteigenen, stets unverwechselbaren Duft, oder, im Falle von duftvariablen Arten, bildet eine Art mehrere, stets arttypische, unverwechselbare Düfte.

Die ersten Klassifikationen für Blütendüfte wurden erst gegen Ende des 20. Jahrhunderts entwickelt und in Gartenbüchern vorgestellt (Dittrich 1988, Urban 1999, Bradley & Bradley 2006). Sie sind als Planungshilfe für die Gestaltung von Duftgärten gedacht. Alle Autoren stellen etwa 10 Duftklassen auf, die als „Blütenduftgruppe“ (Dittrich 1988), „Duftcharakter“ (Urban 1999) oder „Gruppe“ (Bradley & Bradley 2006) bezeichnet werden. Diese Blütenduftgruppen und Duftcharaktere sind auch weitgehend gleich benannt, wobei die Benennung keiner Regel folgt: Manche Duftklassen verwenden einen konkreten Duftträger als Referenz in ihrem Namen, so z. B. die Duftklasse „Veilchendüfte“. Die Blütendüfte solcher Duftklassen sind einander sehr ähnlich. Andere Duftklassen verwenden einen Sammelbegriff wie „Frucht“ für „Fruchtige Düfte“ und vereinen daher deutlich unterschiedliche Blütendüfte in einer Duftklasse. Der dritte Begriffstyp dieser Duftklassifikationen benennt eine Duftklasse nach dem Eindruck, den ein Duft im Riechenden auslöst, z. B. die Duftklasse „Schwere Düfte“, und fasst ganz unterschiedliche Blütendüfte zu einer Gruppe zusammen.

Diese Duftklassifikationen verwenden zwei unterschiedliche Wahrnehmungsebenen für die Benennung ihrer Duftklassen: einerseits die objektiv nachvollziehbare Gegenständlichkeit der Duftträger (Veilchen – Veilchenduft) und andererseits den durch den Riechvorgang ausgelösten, subjektiv erlebten Sinneseindruck (Schwere – schwerer

Online unter der Lizenz CC BY 4.0

Duft). Das Nebeneinander dieser beiden Wahrnehmungsebenen, gepaart mit den oft weit gefassten Duftklassen, veranlasste mich, die neue Blütenduftklassifikation „Blütenduft- und Blütengeruchsfamilien“ zu entwickeln. Ein weiterer wesentlicher Antrieb für die Entwicklung der vorliegenden Blütenduftklassifikation bestand für mich darin, dass es bis heute keine Blütenduftklassifikation (auch nicht englischsprachig) gibt, die für den botanischen Gebrauch konzipiert ist und in einem Florenwerk angewendet werden kann, um Blütenduftbeschreibungen ergänzend zur morphologischen Beschreibung der Arten anzuführen.

Abgesehen von den oben erwähnten Blütenduftklassifikationen sind bereits seit der Antike verschiedene Geruchsklassifikationen aufgestellt worden. Eine häufig zitierte stammt von Carl von Linné (1756), der in den „Odores medicamentorum“ Gerüche sowohl pflanzlicher als auch tierischer Herkunft in sieben Geruchsklassen einteilte. Diese Geruchsklassifikation ist für den medizinischen Gebrauch gedacht und vereint in ihren Klassen Gerüche mit ähnlicher psychischer und physischer Wirkung auf den Riechenden. Auf der sinnesphysiologischen Wahrnehmungsebene sind zwar manche Gerüche der für eine Geruchsklasse angeführten Beispiele einander ähnlich, in vielen Fällen aber deutlich verschieden. Eine tatsächliche geruchliche Ähnlichkeit stellte für Linné kein Kriterium für die Zusammenstellung der Beispiele zu einer Geruchsklasse dar.

Zur Duftbeschreibung einer Art gehört aber nicht nur die Zuordnung des Duftes zu einer spezifischen Familie der beiden Duftklassen: zu einer Blütenduftfamilie, wenn der Duft mit einen Duftträger pflanzlichen Ursprungs referenziert wird, oder zu einer Blütengeruchsfamilie, wenn der Duft mit einen Geruchsträger einer anderen Geruchswelt referenziert wird (siehe Kapitel 1.2), sondern auch die Beschreibung seiner Eigenschaften, wie tageszeitlicher Duftrhythmus, Duftintensität und Duftverhalten. Der Duftrhythmus, d. h. die tageszeitlich gebundene Duftemission einer Art, und die Duftintensität werden vielfach in Florenwerken (z. B. Fischer & al. 2008) angesprochen und in Arbeiten zu spezifischen Arten oder Artengruppen (Raguso & al. 2003, Dötterl & al. 2005, Huber & al. 2005) und Arbeiten über Blütendüfte (Dudareva & al. 1999, Kaiser 2006) untersucht. Die dritte Eigenschaft, das Duftverhalten, ist eine Eigenschaft blütenduftender Pflanzen, die ich im Laufe meiner 15-jährigen Feldarbeiten beobachten und dokumentieren konnte. Dieser neue Terminus beschreibt die Duftkonstanz oder Duftvariabilität einer Art und ordnet duftvariable Arten in sieben Gruppen entsprechend dem Einflussfaktor, der die Variabilität bestimmt. Duftvariabilität ist in der Literatur bisher nur punktuell betrachtet und an wenigen Arten untersucht worden. Die Literatur nennt z. B.: Duftpolymorphismus (Galen & Kevan 1980, Olesen & Knudsen 1994, Majetic & al. 2007, Salzmann & Schiestl 2007, Delle-Vedove & al. 2011), die Änderung der Duftzusammensetzung einer Blüte über den Tagesgang (Matile & Altenburger 1988, Dudareva & al. 1999, Dudareva & Pichersky 2000) und die unterschiedliche Duftbeschaffenheit von zwittrigen und eingeschlechtigen Blüten (Ashman & al. 2005). Meine Beobachtungen zeigen aber, dass es mehrere, klar abgegrenzte Formen von Duftvariabilität gibt und dass Duftvariabilität ein häufig auftretendes Phänomen in blütenduftenden Pflanzen darstellt. Da sich die Duftvariabilität

Online unter der Lizenz CC BY 4.0

durch zumindest zwei deutlich unterscheidbare, artspezifische Düfte zeigt, sollte dieses Duftverhalten mit den dazu gehörenden Duftbeschreibungen in der Artbeschreibung berücksichtigt werden, um die Duftentwicklung einer Art adäquat zu dokumentieren.

Im Folgenden richtet sich die Taxonomie und Nomenklatur der verwendeten Pflanzennamen, wenn nicht anders erwähnt, nach der 3. Auflage der „Exkursionsflora" (Fischer & al. 2008), die der tropischen Pflanzen nach Bärtels (2002), die der Gewürzpflanzen nach Katzer & Fansa (2011) sowie die der Kultivare nach dem „Zander" von Erhardt & al. (2008).

Vorarbeiten

Seit 2002 beschäftige ich mich mit der Beschreibung und Klassifikation von Blütendüften. Die kritische Auseinandersetzung mit den bestehenden Blütenduftklassifikationen führte zur Entwicklung der ersten Fassung meiner Blütenduftklassifikation, den Blütenduftfamilien. Diese Klassifikation übernahm einige Duftcharaktere aus der Klassifikation von Urban (1999), gliederte andere Duftcharaktere in eigene Blütenduftfamilien auf, führte neue Blütenduftfamilien ein und schuf Unter- und Übergangsfamilien. Insgesamt wurden 16 Blütenduftfamilien aufgestellt. Zwölf davon wurden bereits eindeutig referenziert, aber vier Familien führten noch den Sinneseindruck, den der Duft im Riechenden auslöst, im Namen an. Die Entwicklung dieser Blütenduftklassifikation war die Aufgabenstellung meiner Masterarbeit (Oschatz 2012). Da die Arbeit innerhalb des Projektes „Tast- und Duftdesign, Ressourcen für die Wiener Kreativwirtschaft" (2007–2010) stattfand und mein Masterarbeitsbetreuer, Karl-Georg Bernhardt, Mitherausgeber des Projekt-Sammelbandes war, wurde die Blütenduftklassifikation in erster Fassung bereits 2011 veröffentlicht (Oschatz & Bernhardt 2011). Die im Folgenden vorgestellte zweite Fassung meiner Blütenduftklassifikation „Blütenduft- und Blütengeruchsfamilien" stellt eine grundlegende Überarbeitung und Weiterentwicklung der ersten Fassung dar.

Den Terminus Duftverhalten und damit die Einteilung blütenduftender Arten in duftkonstante und duftvariable Arten habe ich erstmals 2016 vorgestellt (Oschatz 2016). Die Ergebnisse der Feldarbeiten des Jahres 2017 führten zu einer Erweiterung der Gruppen duftvariabler Arten und werden somit in der vorliegenden Arbeit erstmals vorgestellt.

Methoden

Das Instrument für die Duftuntersuchung ist die menschliche Nase, da die menschliche Riecherfahrung zur Benennung der dominanten Duftkomponente führt. Zwar ermöglichen gaschromatografische Untersuchungen mittels Headspace-Technik die Aufschlüsselung eines Blütenduftes in seine Duftkomponenten und deren mengenmäßige Anteile am Gesamtgemisch, doch kann die chemische Analyse keine Aussage darüber treffen, welche Duftkomponenten von der menschlichen Nase als dominant wahrge-

Online unter der Lizenz CC BY 4.0

nommen werden. Um ein Beispiel zu nennen, zitiere ich Roman Kaiser (2006), der über den Blütenduft von *Berberis vulgaris* folgendes schreibt: "[the] flowers emit a rather peculiar spermatic odor, although it is quantitatively based on pleasant odorants such as linalool and the four isomers of lilac aldehyde and lilac alcohol." Die duftbestimmenden, spermaähnlichen Komponenten sind 3,4-Dihydro-2*H*-pyrrol zusammen mit 5-Acetyl-3,4-dihydro-2*H*-pyrrol, die mengenmäßig nur 0,10 % und 0,01 % des Duftgemisches ausmachen, wohingegen die vier Isomere des Flieder-Aldehyds und Flieder-Alkohols zusammen 19,40 % des Duftes bilden (Kaiser 2006). Den Riecheindruck, den Kaiser (2006) beschreibt, teilen vermutlich alle, die je an den Blüten von *Berberis vulgaris* gerochen haben, und so zeigt dieses Beispiel sehr anschaulich, dass manche Duftstoffe, obwohl sie nur in kleinen Mengen vorkommen, den menschlichen Riecheindruck völlig bestimmen und andere Duftstoffe, in diesem Fall die Flieder-Komponenten, überdecken.

Die Ergebnisse des Instruments „Nase" sind weitgehend objektiv (bewusstes Riechen im Alltag und damit Kenntnis von Geruchstoffen und Riecherfahrung vorausgesetzt), da sinnesphysiologisch betrachtet alle menschlichen Nasen gleich gebaut sind und über 350 unterschiedliche Riechrezeptoren und über 20 Millionen Riechsinneszellen verfügen (Hatt & Dee 2016). Allerdings bilden nicht alle Menschen alle Rezeptorgene aus, was vermutlich die Ursache für das Phänomen der spezifischen Anosmie, d. h. der Unfähigkeit, einen bestimmten Geruch wahrzunehmen, darstellt. Spezifische Anosmie ist zwar ein häufiges Phänomen der olfaktorischen Wahrnehmung, lässt sich aber durch ein konsequentes, etwa zwei Monate dauerndes Riechtraining beheben, da sich die Expression der Rezeptoren an geänderte Anforderungen des Organismus anpasst (Croy & al. 2016).

Die Beschreibung des Blütenduftes einer Pflanzenart wird am natürlichen Standort an der lebenden Pflanze vorgenommen, niemals an der gepflückten Blüte. Die Methodik habe ich selbst in langjähriger Feldarbeit entwickelt und ihr Aufbau ist folgender:

Um den Blütenduft einer Art zu beschreiben, wird an der Blüte gerochen und die Duftwahrnehmung notiert. Gleichzeitig werden die Tageszeit vermerkt, die Temperatur am Standort gemessen und die Witterungsverhältnisse aufgenommen. Zuzüglich zu den Umweltbedingungen wird auch die Blühphase (Anthesestadium) des gerade berochenen Individuums notiert. Um eine umfassende Duftbeschreibung für eine Art erstellen zu können, wird der Blütenduft in mehreren Riechdurchgängen, die über die ganze Blühperiode hindurch zu unterschiedlichen Tageszeiten und Witterungsverhältnissen vorgenommen werden, dokumentiert. Während eines Riechdurchgangs werden je nach Populationsgröße bis zu 25 Einzelblüten oder Blütenstände nacheinander berochen. Da für alle untersuchten Individuen eines Riechdurchgangs dieselben Umweltbedingungen vorliegen, wird auf diese Weise die Duftbeschaffenheit einer Art sowohl zu einer bestimmten Tageszeit und Witterung als auch in einer bestimmten Phase der Blütenentwicklung festgestellt. Schlussendlich kann während eines Riechdurchgangs auch dokumentiert werden, ob es unabhängig vom Anthesestadium Duftvariationen innerhalb der Population gibt. Im Allgemeinen werden zwei bis drei Populationen untersucht. Nur in Ausnahmefällen basiert die Duftbeschreibung auf den Daten einer einzigen Population.

Online unter der Lizenz CC BY 4.0

Die Zuordnung eines Blütenduftes zu einer Blütenduft- oder Blütengeruchsfamilie kann bereits nach einem zweijährigen Untersuchungszeitraum vorgenommen werden. Die detaillierte Beschreibung eines Blütenduftes erfolgt hingegen erst nach einem fünfjährigen Untersuchungszeitraum.

Ergebnisse und Diskussion

Der erste Teil der Ergebnisse stellt die Blütenduftklassifikation vor, der zweite Teil die Dufteigenschaften: Duftrhythmus, Duftverhalten und Duftintensität.

Teil 1: Blütenduftfamilien und Blütengeruchsfamilien

Die vorliegende Klassifikation von Blütendüften bezieht sich auf die menschliche Geruchswahrnehmung und ordnet einander ähnliche Blütendüfte zu Blütenduft- bzw. Blütengeruchsfamilien, um Blütendüfte benennen und beschreiben zu können.

Alle Blütenduft- bzw. Blütengeruchsfamilien werden nach einem Referenzobjekt, das die dominante Duftkomponente der Familie als Typusduft repräsentiert, benannt. Damit sind die Namensgeber für die Duft- bzw. Geruchsfamilien auf einer sinnesphysiologischen Ebene und somit objektiv erlebbar. Die Blütenduft- und Blütengeruchsfamilien verwenden keine wertenden Bezeichnungen, die die hedonische Valenz des Riechenden ansprechen. Ob ein Duft oder Geruch als angenehm oder unangenehm empfunden wird, bleibt der subjektiven Wahrnehmung des Riechenden überlassen. Durch dieses Referenzsystem wird eine Verständigung über Blütendüfte ermöglicht und die Blütenduft- bzw. Blütengeruchsfamilie kann ergänzend zu den morphologischen Merkmalen Teil der Artbeschreibung werden. Bei nah verwandten Arten wird die Beschaffenheit eines Dufts oder die Duftlosigkeit als diagnostisches Differenzialmerkmal herangezogen.

Der Aufbau des Klassifikationssystems ermöglicht es, jeden Blütenduft weltweit zu beschreiben. Die einzige Voraussetzung besteht darin, einen Typusduft festzusetzen, der die dominante Duftkomponente des zu beschreibenden Blütenduftes repräsentiert.

Bisher habe ich mit diesem Klassifikationssystem Blütendüfte der Holarktis (eumitteleuropäisch, pontisch, submediterran, mediterran), Paläotropis und Neotropis beschrieben.

Da geplant ist, Blütenduftbeschreibungen in die 4. Auflage der „Exkursionsflora“ (Fischer & al. in Vorber.) aufzunehmen, beschreiben die 47 Blütenduftfamilien und -unterfamilien bzw. 16 Blütengeruchsfamilien, die in Tab. 1 angeführt sind, die etwa 200 Taxa der heimischen Flora, die bis Juli 2017 untersucht worden sind.

Die Klassifikation „Blütenduft- und Blütengeruchsfamilien“ ist kein abgeschlossenes System und wird bei Bedarf um neue Familien erweitert: kann ein neu zu beschreibender Blütenduft nicht einer schon bestehenden Blütenduft- oder Blütengeruchsfamilie zugeordnet werden, weil seine dominante Duftkomponente bisher noch nicht wahrge-

Online unter der Lizenz CC BY 4.0

nommen wurde, so wird eine neue Duft- bzw. Geruchsfamilie begründet, um den neuen Blütenduft adäquat beschreiben zu können.

1.1 Aufbau der Klassifikation

Der Begriff Blütenduft bezeichnet ganz allgemein alle riechbaren Blüten-Ausströmungen und umfasst damit *alle* Geruchstoffe, die von Blüten entwickelt werden. Die außerordentlich große Bandbreite unterschiedlicher Blütendüfte lässt es sinnvoll erscheinen, Blütendüfte auf einer ersten hierarchischen Ebene in zwei Duftklassen einzuteilen, die Klasse der Blütenduftfamilien und die Klasse der Blütengeruchsfamilien.

Auf einer zweiten hierarchischen Ebene wird ein Blütenduft einer bestimmten Blütenduft- bzw. Blütengeruchsfamilie zugeordnet. Jede Familie ist durch eine dominante Duftkomponente charakterisiert, wobei in diesem Zusammenhang *dominante Duftkomponente* zumeist einen Komplex bezeichnet, der durch das gemeinsame Auftreten mehrerer Duftkomponenten gebildet wird. Die Namensgebung für die dominante Duftkomponente erfolgt durch ihre Zuordnung zu einem bekannten Duftträger der Erfahrungswelt, so wird z. B. die dominante Duftkomponente Gewürznelken-Duft durch den Duft der Gewürznelkenknospe (*Syzygium aromaticum*) referenziert.

Die Blütendüfte einer Blütenduft- bzw. -geruchsfamilie werden zwar durch die gemeinsame dominante Duftkomponente charakterisiert und sind somit einander ähnlich, aber nicht gleich, da jeder Blütenduft neben der dominanten Duftkomponente auch noch andere Komponenten enthält. Manchmal bleiben die anderen Komponenten im Duft-hintergrund und sind nur dadurch spürbar, dass sie der dominanten Duftkomponente eine besondere Färbung geben und auf diese Weise den artspezifischen Blütenduft entstehen lassen. In anderen Fällen treten aber noch eine oder mehrere Duftkomponenten so deutlich hervor, dass sie als eigenständige Duftfahnen neben der dominanten Duftkomponente spürbar sind. Diese weiteren Duftkomponenten werden dann als Duftnote bezeichnet und ebenso wie die dominante Komponente referenziert.

Jede Duftkomponente kann sowohl eine dominante Duftkomponente sein oder aber als Duftnote auf der zweiten Rangstufe stehen. Der Intensitäts- und Dominanzgrad gegenüber den anderen Duftkomponenten entscheidet über ihre Zuordnung. So ist z. B. die Pfirsich-Komponente die dominante Duftkomponente in *Polygala chamaebuxus*, weswegen *Polygala chamaebuxus* in die Blütenduftfamilie Pfirsich-Düfte geordnet wird, die Pfirsich-Komponente ist aber nicht mehr als eine Duftnote im Blütenduft von *Cyclamen purpurascens*, weswegen sie dort als Pfirsich-Note genannt ist und der Blütenduft von *Cyclamen purpurascens* insgesamt der Blütenduftfamilie Maiglöckchen-Rosen-Duft zugeordnet wird.

Wenn eine Duftkomponente als Duftnote angeführt wird, kann dabei gelegentlich auch nur ein Duftaspekt der referenzierten Duftkomponente angesprochen werden, da eine Duftkomponente ja häufig einen Komponentenkomplex darstellt, wie bereits oben erwähnt. Das bedeutet, dass die Duftnote zwar über charakteristische Eigenschaften der Duftkomponente verfügt und somit eindeutig zugeordnet werden kann, aber nicht die ganze Fülle einer Duftkomponente enthält. Eine Rosen-Note zum Beispiel stellt immer

Online unter der Lizenz CC BY 4.0

nur einen Duftaspekt des Rosenduftes dar, weil der Duft einer *Rosa*-Spezies aus beispielsweise 40 Einzelkomponenten besteht (Kaiser 2006). Dennoch enthält eine Rosen-Note genug Rosen-Komponenten, um eindeutig dem Typus Rosen-Duft zugeordnet werden zu können. Anders im Fall der Gewürznelken-Note: Hier kommt die Duftnote dem Typusduft Gewürznelke sehr nahe, da der Gewürznelkenduft aus wenigen Komponenten besteht, wobei die Impact-Verbindung, d. h. die duftbestimmende Verbindung, Eugenol, zu 80 % im Duft enthalten ist (Katzer & Fansa 2011).

Am Ende des hierarchischen Systems der Duftklassifikation steht die detaillierte Duftbeschreibung einer Art. Aus Platzgründen kann diese nicht in der „Exkursionsflora“ publiziert werden.

1.2 Duftklassen

1.2.1 Duftklasse Blütenduftfamilie

Blütenduftfamilien werden über Duftträger pflanzlichen Ursprungs referenziert. Die dominanten Duftkomponenten umfassen alle Blüten-Noten (Veilchen, Rosen etc.), Frucht-, Gewürz-, Samen- und Blattduft-Noten. Auch die Honig-Noten werden als Blütenduftfamilie angesprochen, weil Honig im Allgemeinen mit Blüten und Blütenduft assoziiert wird.

1.2.2 Duftklasse Blütengeruchsfamilie

Die Blütengeruchsfamilien gruppieren alle Blütendüfte, deren Komponenten die animalische Geruchswelt imitieren oder über Gerüche tierischer Produkte oder Pilz-Gerüche referenziert werden. Hierzu zählen beispielsweise Wanzen-Geruch, Sperma-Geruch, Katzenurin-Geruch, nasses Hundefell, aber auch Käse- oder Champignon-Gerüche.

1.3 Zuordnung zu den Blütenduft- oder Blütengeruchsfamilien

Tritt in einem Blütenduft eine einzige Komponente so dominant hervor, dass alle anderen Duftkomponenten überlagert werden, steht bei der Duftzuordnung der Art die Blütenduft- bzw. Blütengeruchsfamilie, z. B. Gewürznelken-Duft. Andere Blütendüfte wiederum werden durch das Zusammenspiel mehrerer Komponenten bestimmt. Wenn neben der dominanten Duftkomponente noch eine zweite oder dritte Komponente deutlich wahrnehmbar ist, wird in der Duftzuordnung der Art die Blütenduft- oder Blütengeruchsfamilie an erster Stelle genannt und die andere(n) Komponente(n) als Duftnote(n) ergänzend erwähnt, z. B. *Orobanche lutea*: Maiglöckchen-Duft mit Zyklamen-Note. Häufig sind zwei Duftkomponenten gleichermaßen dominant, sodass sich der Blütenduft nicht zu der einen oder anderen Familie zuordnen lässt. In diesem Fall werden die zwei dominanten Komponenten durch einen Bindestrich vereint und es entsteht eine Übergangsfamilie (Doppelfamilie), so z. B. bei *Silene nutans*: Hyazinthe-Jasmin-Duft. Manche Familien weisen auch Unterfamilien auf, z. B. hat die Familie der Kakao-Düfte die Unterfamilie Schokolade, weil die Schokoladendüfte häufig eine süße Milch-Komponente zum Kakao mischen und daher in ihrem Duft der Milchschokolade gleichen.

Online unter der Lizenz CC BY 4.0

Wie die Zuordnung zeigt, setzt der Begriff „-familie“ die einzelnen Düfte einer Blütenduft- bzw. Blütengeruchsfamilie in Beziehung zueinander. Dabei erfolgt die Zuordnung eines Blütenduftes zu einer bestimmten Blütenduft- oder -geruchsfamilie ausschließlich über ihre gemeinsame dominante Duftkomponente und spiegelt keine Verwandtschaft im Sinne der Pflanzensystematik wieder. So gehören z. B. gewisse Arten der Rubiaceae (*Galium odoratum*), Rosaceae (*Prunus mahaleb*), Amaryllidaceae (*Leucojum vernum*) und Asteraceae (*Carduus nutans*) zu den Bittermandel-Kumarin-Düften.

Die Duftnoten, die ergänzend zu einer Blütenduft- bzw. Blütengeruchsfamilie erwähnt werden, stammen entweder aus der Gruppe der dominanten Duftkomponenten, wenn diese in abgeschwächter Form auftreten, oder aus einer Gruppe von Duftkomponenten, die ausschließlich als ergänzende Komponenten vorkommen.

Tabelle 1 enthält eine Liste aller bis Juli 2017 für die heimische Flora aufgestellten Blütenduft- und Blütengeruchsfamilien und -unterfamilien sowie der ergänzend angeführten Einzelkomponenten.

Tab. 1: Blütenduft- und Blütengeruchsfamilien und -unterfamilien sowie Einzelkomponenten. Die linke Spalte enthält eine Liste aller Blütenduftfamilien, Blütengeruchsfamilien und -unterfamilien sowie Einzelkomponenten, die bis Juli 2017 aufgestellt wurden. Die rechte Spalte führt unter dem Titel „Referenz“ die namensgebenden Typusdüfte an, die die dominante Duftkomponente einer Blütenduft- bzw. -geruchsfamilie oder -unterfamilie sowie einer Einzelkomponente referenzieren. Die Reihung der Blütenduft- bzw. Blütengeruchsfamilien und -unterfamilien verdeutlicht die verwandtschaftlichen Beziehungen der Familien (Neigung zur Bildung von Doppel- oder Übergangsfamilien) untereinander. — **Table 1:** Floral-scent-families, floral-odour-families and -subfamilies as well as single-scent-components. The left column shows a list of all floral-scent-families, floral-odour-families and -subfamilies as well as single-scent-components which were compiled until July 2017. The right column entitled “references” mentions all name-giving type-scents that reference the dominant scent-component of a floral-scent-family, floral-odour-family, -subfamily or single-scent-component. The order of the flower-scent-families, flower-odour-families and -subfamilies represents the kinship between the families (their predisposition to form twin- or transition-families).

Blütenduftfamilie -unterfamilie	Referenz
Marille	Duft von reifen Marillen/Aprikosen (*Prunus armeniaca*)
Pfirsich	Duft von reifen Pfirsichen oder in Sirup eingelegten Pfirsichen (*Prunus persica*)
Pflaume	Duft von süßem Pflaumenkompott (*Prunus domestica*)
Isabellatraube	Duft von Isabellatrauben oder Trauben anderer Direktträgerreben wie Concord oder Clinton (*Vitis labrusca*, *V. riparia*), d. h. Orangenblüten-Noten gemeinsam mit Schwarzer Ribisel (*Ribes nigrum*) und Walderdbeere (*Fragaria vesca*)
Schwarze Ribisel	Duft von reifer Schwarzer Ribisel (*Ribes nigrum*)
Zitrone-Limette	Duft von frisch geriebener Zitronen- und Limettenschale (*Citrus limon* bzw. *C. aurantiifolia*)
Zitronenverbene	süß-zitroniger Blattduft von Zitronenverbene (*Aloysia citrodora*)

Online unter der Lizenz CC BY 4.0

Tab. 1: Fortsetzung. — **Table 1:** Continued.

Blütenduftfamilie -unterfamilie	Referenz
Mandarinenschalenöl	Duft des Mandarinenschalenöls in den frisch aufgerissenen Mandarinenschalen (*Citrus reticulata*)
Banane	Duft von reifen, kleinfrüchtigen Bananen (Fruchtfleisch, *Musa ×paradisiaca*)
Bananenschale	Duft der Innenseite der Bananenschale von festen, reifen Bananen
Melone	Duft von orangefleischiger Zuckermelone (Cantaloupe-Melone, *Cucumis melo* var. *cantalupensis*)
Apfel	Duft von naturtrübem Apfelsaft (*Malus domestica*)
Veilchen	typischer Blütenduft von *Viola odorata* und anderen duftenden Veilchen-Arten
Goldlack: Veilchen-Kumarin	typischer Blütenduft von *Erysimum cheiri*: Veilchen-Noten überlagern einen pudrigen Kumarin-Duft
Freesie	typischer Blütenduft des rotorangen Freesien-Kultivars
Hyazinthe	typischer Blütenduft von *Hyazinthus orientalis*
Jasmin	typischer Blütenduft von Arabischem Jasmin (*Jasminum sambac*)
Jasmintee	Duft von Teeblättern, die gemeinsam mit Jasminblüten getrocknet wurden und dabei den Jasminduft angenommen haben
Frangipani	typischer Blütenduft von *Plumeria alba*
Rose	typischer Blütenduft von *Rosa ×damascena* oder *Rosa ×centifolia*
Maiglöckchen	typischer Blütenduft von *Convallaria majalis*
süßer, zitroniger Maiglöckchen-Duft	der von der Luft getragene Blütenduft von *Convallaria majalis*, der süßer und weicher ist, als der Duft in der Blütenglocke selbst und deutliche Zitronen-Noten entfaltet
Holunderblüten	Duft von *Sambucus-nigra*-Blüten in der Umgebung des Strauches, d. h. der gemilderte, balsamische Blütenduft, nicht der konzentrierte Duft an den Blüten selbst
Lindenblüte	typischer Blütenduft von *Tilia cordata* in der Umgebung des Baumes, wo sich die Lindenblüten-Komponente am stärkesten entfaltet
Orangenblüte	typischer Blütenduft von *Citrus sinensis*
Neroli	typischer Blütenduft von *Citrus aurantium*, der Bitterorange/Pomeranze, oder des ätherischen Öls, das aus ihren Blüten gewonnen wird, die Duftqualität nach etwa einer Stunde, nachdem die flüchtigsten Stoffe verflogen sind
Flieder	typischer Blütenduft von *Syringa vulgaris*
Liguster	typischer Blütenduft von *Ligustrum vulgare*
Kamille	typischer Blütenduft von *Matricaria chamomilla*
Gewürznelke	zwei Varianten des Gewürznelken-Dufts werden in dieser Blütenduftfamilie angesprochen: der Duft von Gewürznelkenknospen (*Syzygium aromaticum*) und der Duft von Pimentbeeren/Nelkenpfeffer (*Pimenta dioica*)

Online unter der Lizenz CC BY 4.0

Tab. 1: Fortsetzung. — **Table 1:** Continued.

Blütenduftfamilie -unterfamilie	Referenz
Gewürznelke-Sesam	Mischduft, der von Gewürznelke dominiert wird, aber durch eine Sesamöl-Note warm abgetönt ist; gelegentlich trennen sich die Duftfahnen von Gewürznelke (*Syzygium aromaticum*) und Sesamöl (*Sesamum indicum*) und sind einzeln riechbar
Basilikum	typischer Blattduft von großblättrigem Basilikum (*Ocimum basilicum*) z. B. 'Genovese'
Korianderblatt	typischer Blattduft von Koriander (*Coriandrum sativum*)
Muskatnuss	Duft von frisch geriebener Muskatnuss (*Myristica fragrans*)
Kardamom	typischer Duft der zerstoßenen Kardamom-Samen (*Elettaria cardamomum*), nachdem ihre zitronigen und harzigen Noten verflogen sind
Kakao	Duft von Kakaopulver (*Theobroma cacao*)
Schokolade	zwei Varianten des Schokoladen-Dufts werden in dieser Blütenduftfamilie angesprochen: Duft/Geschmack von süßer Milchschokolade und Duft/Geschmack von Bitterschokolade
Vanille	zwei Varianten des Vanille-Dufts werden in dieser Blütenduftfamilie angesprochen: der Duft der Vanilleschote (*Vanilla planifolia*) mit ihren Anklängen an Trockenfrüchte (trockene Feigen, *Ficus carica*) und der Duft von Vanillin
Honig	Duft/Geschmack von Honig (keine Zuordnung zu einem Honigtyp)
dunkler Waldhonig	Duft/Geschmack von Honigtau-Honig
Rapsblütenhonig	Honigduft über blühendem Rapsfeld oder Duft/Geschmack von Rapsblütenhonig
Bittermandel	Duft von Bittermandelöl (oder Bittermandelaroma) (*Prunus dulcis*)
Kumarin	Duft von welkem *Galium odoratum* oder frisch geriebener Tonkabohne (*Dipteryx odorata*): zu einer kräftigen Bittermandel-Note kommt die haptisch-weiche Kumarin-Note dazu
Anis	Duft von Anisfrüchten (*Pimpinella anisum*) oder Aniskeks
Lakritze	Duft/Geschmack von Lakritze (*Glycyrrhiza glabra*)
Pfeffer	die scharfen Duftanteile von gemahlenem Pfeffer (*Piper nigrum*), ohne die Aromate von schwarzem oder weißem Pfeffer (*Piper nigrum*)
Weihrauch	Duft des ätherischen Öls oder des Rauches von Weihrauchharz (*Boswellia sacra*)
Blütengeruchsfamilie	**Referenz**
Wanzen	Geruch von Blattwanzen
junge Camembert-Rinde	Geruch der Käserinde eines jungen Camemberts, d. h. mit weißer, leicht flaumiger Rinde
reife Camembert-Rinde	Geruch der Käserinde eines reifenden Camemberts

Online unter der Lizenz CC BY 4.0

Tab. 1: Fortsetzung. — **Table 1:** Continued.

Blütengeruchsfamilie	Referenz
Champignon	Geruch eines reifen Champignons (*Agaricus bisporus*), Hut hat sich vom Stiel getrennt
Sperma	Geruch von frischem Ejakulat
verdorbener Fisch	Geruch von verderbendem Fisch, gerade nicht mehr frisch
Gülle	Gülle-Geruch über einer Wiese, nachdem gerade erst die Gülle ausgebracht worden ist
Schweiß	Genitalschweiß-Geruch
Pferdeschweiß	Geruch von schweißnassem Pferderücken
Katzen-Urin	typicher Geruch von Katzenurin oder – stärker – Katerurin
Ginkgo-Samen	Geruch von überreifen Ginkgo-Samen (enthalten Buttersäure), erinnert an den Geruch von Erbrochenem
Butter	Geruch von zerlassener Butter
Käse	Geruch von überreifem Käse, z. B. Tilsiter
nasses Hundefell	Geruch von nassem Hundefell
Eisen	menschlicher Hautgeruch, nachdem wir Eisen angefasst haben (siehe Glindermann 2006)
Einzelkomponenten, die bei der Duftbeschreibung einzelner Arten angeführt werden	**Referenz**
Grapefruit-Note	bitterer Duft von Grapefruit-Schale (*Citrus ×paradisi*)
wässrige Mandarinen-Note	Tropfen von Mandarinenschalenöl in Wasser (*Citrus reticulata*)
Erdbeer-Note	typischer Duft von Erdbeeren (*Fragaria ananassa*)
Himbeer-Note	typischer Duft von Himbeeren (*Rubus idaeus*)
Quitten-Note	Duft von Quittenkompott oder Quittenmus (*Cydonia oblonga*)
Zyklamen-Note	typische Blütenduftkomponente von *Cyclamen purpurascens*
Pfefferminz-Note (Minze-Note)	typischer Blattduft von Pfefferminze (*Mentha piperita*)
Sumach-Note	Duft von gemahlenen Sumach-Früchten (*Rhus coriaria*) mit ihrer leichten Essig-Note
harzige Kardamom-Note	frisch-harziger Duft der frisch zerstossenen Kardamomsamen (*Elettaria cardamomum*) mit ihren Eukalyptus-Anklängen (*Eucalyptus globulus*)
Kiefernharz-Note	Duft von frischem Kiefernharz (*Pinus sylvestris* oder *Pinus nigra*)
Holzrauch-Note	Rauchgeruch von Holzfeuer
Bienenwachs-Note	Duft von Bienenwachs
Pilz-Note	unbestimmter Pilz-Duft
warme Haar-Note	Duft von heiß geföntem Haar
Milch-Note	Duft/Geschmack von gezuckerter, kondensierter Vollmilch

Online unter der Lizenz CC BY 4.0

1.4 Düfte und Artepitheta

Manchmal wird eine emotionale Bewertung, die durch das Riechen eines Duftes ausgelöst werden kann, im lateinischen Epitheton angesprochen. Ein angenehmes Gefühl wird z. B. mit *odoratus* (duftend) oder *suaveolens* (lieblich duftend) oder *graveolens* (stark riechend) beschrieben, ein unangenehmes Gefühl mit *foetidus* (stinkend). Die gefühlsmäßige Beschreibung eines Duftes und damit seine Bewertung als angenehm oder unangenehm verlässt die Ebene der Sinneseindrücke und führt in die Gefühlswelt des Riechenden ein. Diese Ebene der Duftwahrnehmung ist immer subjektiv und hängt in erster Linie mit der Riecherfahrung, den Vorlieben und der kulturellen Prägung des Individuums zusammen (Hatt & Dee 2016). Die vorliegende Klassifikation beschreibt Blütendüfte aber ausschließlich auf der Ebene der Sinneseindrücke und verwendet daher keine wertenden Attribute für die Duftbeschreibung.

Des Weiteren gibt es unter den Geruch beschreibenden Epitheta das Epitheton *hircinum*, das den Bocksgeruch einer Art anspricht. Carl von Linné verwendete dieses Epitheton z. B. für *Hypericum hircinum* und für *Satyrium hircinum*, dem Basionym von *Himantoglossum hircinum* (sensu Robson 1968 bzw. Moore 1980). Heute verwendet man im Allgemeinen den Begriff Bocksgeruch, um den tatsächlichen Geruch eines Ziegenbockes, insbesondere eines paarungsbereiten Ziegenbockes, zu beschreiben. Linné (1756) hingegen verwendet Bocksgeruch im übertragenen Sinne für menschliche Genitalgerüche. Er schreibt unter *hircinos*: „Bocksgeruch erregt Liebeslust und ist fast jenem [Geruch] gleich, den man an wollüstigen Genitalien vorfindet [Übers. aus dem Lateinischen: G. Leitner, unveröff.].“ Wie schon in der Einleitung erwähnt, sprechen die Geruchsklassen Linnés ihre Wirkung auf den menschlichen Körper an und Linné verwendet Bock als Metapher für Liebeslust und führt damit eine Tradition fort, die aus der griechischen Antike stammt und z. B. anschaulich in der Figur des bocksfüßigen, immer geilen Hirtengottes Pan dargestellt ist.

Die Blütenduft- bzw. Blütengeruchsfamilien verwenden einen eindeutig referenzierten Geruchsträger als Namensgeber für eine Familie. Daher verwende ich Bocksgeruch für Gerüche, die tatsächlich an die körperlichen Ausdünstungen eines Ziegenbockes erinnern, und führe zwei Geruchsfamilien für menschliche Genital-/Sexualgerüche ein: Sperma-Geruch und Genitalschweiß, kurz Schweiß-Geruch genannt.

Teil 2: Duftrhythmus, Duftintensität und Duftverhalten

Der Blütenduft einer Art wird nicht nur durch die Zusammensetzung seiner Duftkomponenten charakterisiert, sondern auch durch seine Eigenschaften Duftrhythmus, Duftintensität und Duftverhalten.

2.1 Duftrhythmus

Viele blütenduftende Pflanzen folgen in ihrer Duftentwicklung und -ausströmung einem arttypischen Duftrhythmus und wechseln im Lauf eines Tages von einer duf-

Online unter der Lizenz CC BY 4.0

tenden Phase in eine Phase der Duftruhe. Wie in der Einleitung angesprochen, gibt es einige Arbeiten zu diesem Thema. Drei Rhythmustypen können unterschieden werden: *Tagduftende Arten* verströmen ihren Blütenduft untertags und sind während der Nacht duftlos. Da die meisten Arten der heimischen Flora diesem Duftrhythmus folgen, wird er in der Duftbeschreibung einer Art in der „Exkursionsflora" nicht mehr erwähnt. Umgekehrt dazu die *nachtduftenden Arten*, die erst bei Nacht ihren Duft verströmen, manchmal schon in der Dämmerung mit der Duftentwicklung beginnen, aber untertags duftlos sind. Da bisher nur wenige heimische Blütenpflanzen als nachtduftend beschrieben sind, wird diese Eigenschaft in der Artbeschreibung angeführt. Einen dritten Typus stellen die *dämmerungs- oder abendduftenden Arten* dar, die in der relativ kurzen Zeitspanne der Dämmerung und des frühen Abends duften. Sie werden in der Artbeschreibung als abendduftend bezeichnet.

2.2 Duftintensität

Die Stärke des Dufteindruckes wird in der Duftbeschreibung einer Art als schwach, kräftig oder stark angesprochen, wenn die Intensität ein auffälliges Duftmerkmal ist. Der Intensitätsgrad bezieht sich immer auf den Duft der Einzelblüte, da große Populationsdichten auch bei schwach duftenden Arten einen weitreichenden Duft entwickeln, der bereits in der Umgebung der Pflanzen spürbar ist. In der „Exkursionsflora" wird keine Angabe zur Duftintensität gemacht, wenn der Duft eine mittlere Position zwischen kräftig und schwach einnimmt.

- Schwach: Der Duft ist zart/fein/flüchtig und es bedarf der erhöhten Aufmerksamkeit des Riechenden, um ihn wahrzunehmen.
- Kräftig: Der Duft ist deutlich und in seiner Duftbeschaffenheit klar konturiert wahrnehmbar und erzeugt einen kräftigen Riecheindruck.
- Schwach bis kräftig: Der Duft ist in den einzelnen Individuen unterschiedlich stark ausgeprägt, manche duften schwach (oder fast gar nicht), andere kräftig.
- Stark: Ein Duft, der augenblicklich unsere ganze Aufmerksamkeit gefangen nimmt und meistens eine sofortige emotionale Wirkung auslöst, d. h. im Moment des Riechens entweder ein Wohlgefühl oder Abscheu bewirkt.

2.3 Duftverhalten

Das Duftverhalten beschreibt die Duftentwicklung einer Art in Bezug auf die Zusammensetzung ihrer Duftkomponenten über den Tagesgang oder über die Blühperiode sowohl auf der Ebene des Individuums als auch auf jener der Population. Der Duftbeschaffenheit entsprechend wird der Blütenduft einer Art als *duftkonstant* oder *duftvariabel* klassifiziert, wobei in der Duftvariabilität zwischen *duftwechselnd* und *duftpolymorph* unterschieden wird.

2.3.1 Duftkonstante Arten

Der Duft einer Art, d. h. eines Individuums und der Population, ist in seiner Zusammensetzung konstant. Duftkonstante Arten entwickeln daher während ihrer Duftphase und

Online unter der Lizenz CC BY 4.0

über die gesamte Blühperiode hindurch immer dieselben Duftkomponenten in derselben Zusammensetzung. Dabei ist eine gewisse Schwankungsbreite in der Duftentfaltung möglich, denn einzelne Duftkomponenten können phasenweise stärker hervortreten oder bei einzelnen Individuen deutlicher ausgeprägt sein, und es kann zu Intensitätsschwankungen während der Duftphase kommen. Da die Mehrzahl der heimischen Blütendüfte duftkonstant ist, wird diese Eigenschaft in der Duftbeschreibung einer Art in der „Exkursionsflora" nicht hervorgehoben. Beispiele für duftkonstante Arten sind *Viola odorata* und alle anderen duftenden Veilchen-Arten, ebenso *Convallaria majalis*.

2.3.2 Duftvariable Arten

Duftvariable Arten entwickeln zumindest zwei unterschiedliche artspezifische Düfte. Die Duftvariabilität einer Art kann auf unterschiedlichen Ebenen ausgeprägt sein:

2.3.2.1 Duftwechselnde Arten

Die Blüten einer Art ändern ihren Duft entsprechend einem spezifischen Einflussfaktor: Temperatur, Tageszeit, Zeitpunkt innerhalb der Blühperiode, Geschlechterphase in dichogamen Pflanzenarten oder Entwicklungsphase (Anthesephase) des Andrözeums und Gynözeums in Zwitterblüten.

Die duftwechselnde Eigenschaft der angeführten Taxa wird im Folgenden erstmals beschrieben.

• Abhängig von der Temperatur: Die Art verströmt bei niedrigen Temperaturen einen anderen Duft als bei höheren Temperaturen. *Leucojum vernum* beispielsweise verströmt bei niedrigen Temperaturen einen Bittermandel-Kumarin-Duft und bei höheren Temperaturen (ab ca. 20° bodennaher Temperatur) einen Veilchen-Duft. Gleichzeitig mit dem Veilchen-Duft entwickelt *Leucojum vernum* auch Vanille-Noten, die meist in einer eigenständigen Duftfahne neben der Veilchen-Note wahrnehmbar sind. Während der Phase des Temperaturanstiegs überlagern sich die Kumarin- und Veilchen-Noten und mischen sich zur Goldlack-Note. Allerdings muss angemerkt werden, dass unabhängig von der Temperatur die direkte Sonneneinstrahlung für die Duftentwicklung von *Leucojum vernum* wesentlich ist: Individuen, die länger im Schatten stehen, duften nicht.

Bisher ist nur der Veilchenduft, den *Leucojum vernum* ja bereits im Gattungsnamen trägt, in der Literatur erwähnt worden (Düll & Kutzelnigg 2005).

Der temperaturabhängige Duftwechsel einer Art könnte vielleicht mit den physikalischen Eigenschaften der einzelnen Duftkomponenten begründet werden: Manche Duftmoleküle haben einen hohen, andere einen niedrigen Siedepunkt, ab dem sie zu verdampfen beginnen. Es könnte also sein, dass zwar alle Duftkomponenten gleichzeitig in der Pflanze synthetisiert und in den Zellen eingelagert werden, dass aber entsprechend der Temperatur und damit dem spezifischen Siedepunkt der Duftmoleküle die verschiedenen Komponenten nacheinander durch die Zellmembran diffundieren.

Bei den anderen vier Formen des artspezifischen Duftwechsels scheint das Synthetisieren der unterschiedlichen Düfte zeitlich nacheinander zu erfolgen. Der Duftwechsel

Online unter der Lizenz CC BY 4.0

findet dabei entweder zyklisch oder einmalig während der Anthese der Einzelblüten oder über die Blühphase des Individuums statt.

• Abhängig von der Tageszeit: Die Art entwickelt unterschiedliche Düfte am Vormittag und Nachmittag/Abend, *Dianthus serotinus* z. B. verströmt am Vormittag und bis in den frühen Nachmittag hinein einen kräftigen Gewürznelken-Kardamom-Duft mit Vanille-Noten und am späten Nachmittag und frühen Abend einen Jasmin-Duft mit Melonen-Noten.

Eine Sonderstellung in zeitlicher Duftabfolge nimmt das Duftphänomen *Fernduft/Nahduft* ein: Hierbei handelt es sich um zwei Blütendüfte, die eine Art zeitlich hintereinander bildet und die unterschiedliche Reichweiten entwickeln. Bei der Blütenöffnung – somit am Beginn der Duftentwicklung – verströmt die Blüte einen Fernduft, d. h. einen Duft, der schnell aus der Blüte aufsteigt, sich in der Luft hält und weit getragen wird. Ein bis zwei Stunden später lässt der Fernduft nach oder versiegt und die Blüte bildet als zweiten Duft den Nahduft, der nur in der Blüte wahrnehmbar ist und keine Reichweite entwickelt. *Crocus sativus* bildet einen Freesien-Duft als weitreichenden Fernduft und einen Honig-Duft als Nahduft.

• Abhängig vom Zeitpunkt innerhalb der Blühperiode: Die ersten Blüten eines Individuums entwickeln andere Komponenten oder Mischungsverhältnisse der Komponenten als die Blüten gegen Ende der Blühperiode. *Nymphoides peltata* beispielsweise blüht mindestens acht Wochen lang, und die Individuen öffnen jeden Tag oder alle paar Tage eine Blüte. Die ersten Blüten – Ende Juni/Anfang Juli – verströmen einen kräftigen Freesien-Duft, der als Fernduft wirkt, und gleichzeitig einen Honig-Duft, der in den Blüten liegen bleibt. Ab Mitte der Blühphase entwickeln die *Nymphoides-peltata*-Blüten keine Freesien-Noten mehr, dafür aber schwache Veilchen- oder Goldlack-Noten, die allerdings wie der Honig-Duft nur noch in den Blüten selbst spürbar sind und keine Reichweite entwickeln. Auch der Honig-Duft ändert seine geruchlichen Eigenschaften, da er jetzt Sonnenblumen-Noten aufweist, statt der Bittermandel-Noten am Blühbeginn.

Die Arbeit über *Nymphoides-peltata*-Bestände in Holland von Van der Velde & Van der Heijden (1981) stellte einen schwachen, süßen Blütenduft fest, auf den die Autoren nicht näher eingehen.

Eine Variante der Duftentwicklung innerhalb der Blühperiode besteht darin, dass der artspezifische Blütenduft zwar gleich bleibt, die Duftintensität später aufblühender Individuen gegenüber den ersten Individuen einer Population aber deutlich schwächer ist, z. B. bei *Othocallis siberica*.

• Abhängig von der Geschlechterphase: In der weiblichen Blühphase entwickelt die Art einen anderen Blütenduft als in der männlichen Blühphase: Die vorweibliche *Lathraea squamaria* verströmt am Blühbeginn, solange Griffel und Narbe unter der kurzen Kronoberlippe hervorragen, einen kräftigen, süß-zitronigen Maiglöckchen-Duft. In der weiteren Blütenentwicklung verlängern sich die Kronlippen und die Oberlippe schiebt sich über Griffel und Narbe. In der anschließenden männlichen Blühphase werden die Staubblätter sichtbar und ein zweiter Duft steigt aus den Blüten auf: der cremige Duft von reifendem Camembert mit einer schwachen Pilz-Note. Der süß-zitronige

Online unter der Lizenz CC BY 4.0

Maiglöckchen-Duft der proterogynen Blühphase bleibt zwar als Duftfahne erhalten, ist aber deutlich schwächer als am Anthesebeginn.

• Abhängig vom Entwicklungsstand des Andrözeums oder Gynözeums ändert sich der Duft einer Art. Beispielsweise verströmen die Staubblätter von *Amelanchier ovalis* am Blühbeginn, wenn sie noch in den Blütenboden hineingeklappt und die Staubbeutel geschlossen sind, einen frischen Sperma-Geruch, mit dem Reifen eines Staubblattes, d. h. Aufstellen des Filaments und Aufreißen der Theken, verströmen die Staubblätter einen kräftigen, süßen Kakao-Duft. Da die Staubblätter nacheinander reifen, gibt es eine Phase, in der beide Düfte, der Sperma-Geruch und der Kakao-Duft, nebeneinander aus der Blüte aufsteigen. Am Ende, wenn alle Staubblätter aufgerichtet sind, duften die Blüten ausschließlich nach Kakao.

2.3.2.2 Duftpolymorphe Arten

In der Literatur (siehe Einleitung) werden zwei Begriffe, „scent morph“ und „scent profile“, verwendet, um die Duftvariabilität einer Art innerhalb einer Population zu beschreiben. Die untersuchten Populationen oder Teilpopulationen liegen bei allen genannten Arbeiten in einer relativ kleinen geografischen Region. Anders die Arbeit von Dötterl & al. (2005), die in ihrer Studie zum Blütenduft von *Silene latifolia* 98 Individuen aus 15 europäischen und 19 nordamerikanischen Populationen untersuchten und in ihrer Arbeit den Begriff „Chemotypus“ verwenden, um vier Dufttypen zu beschreiben. Ob diese Duftchemotypen auch für die menschliche Nase wahrnehmbar sind, geht aus der Arbeit nicht hervor.

Neben der unterschiedlichen Terminologie und den verschiedenen räumlichen Maßstabsebenen ist auch die Anzahl der beprobten Individuen in den zitierten Arbeiten unterschiedlich hoch; nur Galen & Kevan (1980) untersuchten mit 1189 Individuen auf vier Standorten eine sehr hohe Individuenzahl. Alle anderen Autoren beprobten für ihre Arbeiten immer nur wenige Individuen (1 bis 18 Individuen) pro Population.

Um eine einheitliche Begriffsdefinition im Themenkomplex des Blütenduftpolymorphismus entwickeln zu können, müssten zukünftige Arbeiten sowohl höhere Individuenzahlen als auch Populationen in deutlich unterschiedlichen Regionen untersuchen, da sich vermutlich das Phänomen des Duftpolymorphismus im engeren Sinne deutlich vom Konzept der Duftchemotypen unterscheidet.

Der Begriff Duftchemotyp ist relativ klar umrissen und wird oft im Zusammenhang mit Ätherisch-Öl-Pflanzen verwendet. Besonders häufig kommen mehrere Chemotypen in den Blattdüften der Lamiaceae vor. Ich zitiere die Definition von Djilani & Dicko (2012): “The chemotype is generally defined as a distinct population within the same species (plant or microorganism) that produces different chemical profiles for a particular class of secondary metabolites.” Die genetische Ausstattung einer Population, gepaart mit den Umweltbedingungen am spezifischen Standort, führt zu der Herausbildung der unterschiedlichen Chemotypen (Djilani & Dicko 2012). Meist treten die Chemotypen einer Art räumlich voneinander getrennt auf. Aber wie Thompson & al. (2003) feststellen, kommen auch zwei oder drei der sechs bekannten Chemotypen von

Online unter der Lizenz CC BY 4.0

Thymus vulgaris häufig gemeinsam in einer Population vor. Im Konzept der Chemotypen wird demnach die Duftvariabilität einer Art auf der Populationsebene ausgedrückt, wohingegen der Duftpolymorphismus von Blütendüften, analog zum Begriff des Farbpolymorphismus, artspezifisch und unabhängig vom geografischen Vorkommen der Population auftritt. Ob diese Definition von Duftpolymorphismus tatsächlich zutrifft, werden zukünftige Arbeiten zeigen, wenn vergleichende Untersuchungen zu Duftmorphen einer Art in deutlich voneinander getrennten geografischen Regionen vorliegen.

In Anlehnung an Galen & Kevan (1980), die sich in der Unterscheidung der Farb- und Duftmorphen auf die menschliche Wahrnehmung beziehen, verwende ich den Begriff Duftpolymorphismus, um das gleichzeitige Auftreten von zwei oder mehr Dufttypen einer Art innerhalb einer Population, unabhängig von Umwelteinflüssen wie Temperatur und Witterung oder Blühphasen, zu beschreiben.

Nach heutigem Stand lassen sich zwei Formen von Duftpolymorphismus unterscheiden:

• Auf der Ebene des Individuums: Die Individuen einer Population entwickeln unterschiedliche Düfte, die in ihrer Duftzusammensetzung konstant bleiben. Je nach Art gibt es eine bestimmte Anzahl artspezifischer Düfte. Dieses Phänomen möchte ich als Duftpolymorphismus im engeren Sinn bezeichnen.

Untersuchungen zeigen, dass es unterschiedliche Strategien gibt, diese Duftvariabilität in den Individuen zu erzeugen: Salzmann & Schiestl (2007) stellten an der mediterranen Orchidee *Dactylorhiza romana* fest, dass ihre drei Farbmorphen zwar dieselben 23 Duftkomponenten synthetisieren, dass aber deren Quantitäten in den Farbmorphen variieren. Anders ist die Situation in *Corydalis cava*: Olesen & Knudsen (1994) stellten 27 unterschiedliche Duftkomponenten fest, davon kamen nur zwei in fast allen Proben vor, sechs Komponenten waren häufig und die übrigen kamen unregelmäßig verteilt vor. Es gab keine Beziehung zwischen Häufigkeit der Duftkomponenten und den beiden Farbmorphen. Das heißt, dass es eine große Variabilität zwischen den Individuen – unabhängig von den Farbmorphen – gab, wobei die Autoren keine genaue Anzahl an Duftmorphen bestimmten. Ähnlich verhält es sich im Fall von *Polemonium viscosum*, wo es keine Korrelation zwischen den zwei Farb- und Duftmorphen gibt (Galen & Kevan 1980).

Corydalis cava kommt auch in der heimischen Flora vor und ihr Duftpolymorphismus stellt sich für die menschliche Nase folgendermaßen dar: Alle Individuen einer Population entwickeln denselben Basis-Duft, einen Rapsblütenhonig-Duft, lassen dann aber unterschiedliche Duft-Noten über den Honig-Duft aufsteigen. Vier Duft-Noten, Jasmin, Veilchen, Zimt und Minze, konnten bisher dokumentiert werden.

Das bemerkenswerteste Beispiel für Duftpolymorphismus in der heimischen Flora ist die farb- und duftpolymorphe *Iris pumila*. Schon Stefan Vogel (1993) stellte den Duftpolymorphismus an *I. pumila* fest, wenngleich er weder Anzahl der Duftmorphen noch deren Duftbeschaffenheit benannte. Die Zwerg-Iris blüht in drei unterschiedlichen Farbmorphen: blau/violett, gelb und weiß, wobei innerhalb der einzelnen Farbmorphen

Online unter der Lizenz CC BY 4.0

auch Varianten auftreten: Neben rein gelb blühenden Individuen gibt es gelbe Formen mit einem braunroten Fleck auf dem Hängeblatt und die Blau/Violetten kommen in allen Schattierungen von hellem Flieder-Violett bis dunklem Blauviolett und Purpurrot vor. Unabhängig von den Farbmorphen entwickelt *Iris pumila* zumindest 23 unterschiedliche Düfte, wobei manche Duftmorphen häufig vorkommen, andere seltener sind. Seit 2012 werden jährliche Duftprotokolle am Thenau-Riegel (Burgenland) durchgeführt und pro Blühperiode 50 Individuen in ihrer Duftentwicklung dokumentiert. Ebenso werden am Mödlinger Eichkogel (Niederösterreich) Duftprotokolle aufgenommen, dort aber nur an 25 Individuen, da die Population deutlich kleiner ist als am Thenau-Riegel. Da bisher jedes Jahr neue Duftvarianten entdeckt wurden, ist die Liste vermutlich noch nicht vollständig:

1 kräftiger Gewürznelken-Duft, häufig mit Pflaumen-Note
2 fruchtiger Duft, ähnlich dem Blütenduft von *Muscari neglectum*, eine genauere Duftzuordnung konnte noch nicht erfolgen
3 Schokoladen-Düfte: süße Milchschokolade, Schokolade mit deutlicher Vanille-Komponente, rauchige Bitterschokolade
4 Isabella-Traube mit viel Schwarz-Ribisel
5 Orangenblüten-Duft
6 zitronig-cremiger Duft
7 Reifengummi-Geruch
8 Grapefruit-Duft, bittere Zitrusnote
9 dunkler Waldhonig
10 Neroli-Lindenblüten-Duft, ähnlich dem Blütenduft von *Dianthus superbus*
11 Bittermandel-Kumarin-Duft
12 Wanzen-Geruch wie in *Anacampsis coriophora*, oft gemeinsam mit Kumarin-Noten
13 Anisduft mit einer Biskuitnote wie Aniskeks
14 Gurken-Note (Duft einer frisch aufgeschnittenen Gurke)
15 Nori-Alge (Maki-Duft von Nori-Alge und gesäuertem Reis)
16 Flieder-Noten
17 Freesien-Veilchen-Duft oder Goldlack-Veilchen-Duft
18 Jasmin-Noten (Jasmin-Tee mit *Jasminum-sambac*-Noten)
19 Pfefferminze
20 Frangipani (Blütenduft von *Plumeria alba*)
21 Rose (*Rosa ×damascena*), Rosenöl
22 Himbeer-Duft, meistens gemeinsam mit Veilchen-Noten
23 überreife Banane

Diese unterschiedlichen *Iris-pumila*-Düfte sind im jeweiligen Individuum über den Tagesgang und während seiner Anthese konstant. Markierte Individuen entwickelten auch im Folgejahr denselben Duft. Allerdings ist bisher die Anzahl der untersuchten Individuen noch zu gering, um von genetisch fixierten Duftmorphen sprechen zu können.

Online unter der Lizenz CC BY 4.0

• Auf der Ebene unterschiedlicher Geschlechter: Diese Form von Duftpolymorphismus beschreibt den geschlechtsspezifischen Duftdimorphismus einer Art. So entwickeln die männlichen Blüten des zweihäusigen *Rhamnus saxatilis* einen sehr starken Neroli-Duft (Bitterorangenblüten-Duft), die weiblichen Blüten hingegen duften nur schwach und mischen die Neroli-Note mit einer schwachen Mandarinen-Note.

In zukünftiger Feldarbeit gilt es zu untersuchen, ob es in der heimischen Flora auch einhäusige Spezies gibt, deren männliche und weibliche Blüten unterschiedliche Düfte entwickeln, und ob es Duftunterschiede zwischen zwittrigen und eingeschlechtigen Blüten in polygamen Spezies gibt. Die nordamerikanische Erdbeere *Fragaria virginiana* zeigt beispielsweise einen deutlichen Duftunterschied in ihren zwittrigen und weiblichen Blüten (Ashman & al. 2005).

Teil 3: Riechanleitung

Um differenziert riechen zu können, muss man sich Zeit zum Riechen nehmen und mehrmals tief und sanft den Blütenduft einatmen. Bei den verschiedenen Riechdurchgängen soll abwechselnd einmal mit beiden Nasenlöchern gleichzeitig und nach einer kleinen Pause mit jedem Nasenloch einzeln an der Blüte gerochen werden. Der Grund für das Riechen mit einem Nasenloch liegt in der unterschiedlichen Strömungsgeschwindigkeit, mit der die Atemluft in unseren beiden Nasenlöchern aufgenommen wird. Ein Nasenloch weist immer eine höhere Strömungsgeschwindigkeit als das andere auf und alle paar Stunden wechseln sich die Strömungsgeschwindigkeiten in den Nasenlöchern ab. Die unterschiedlichen Strömungsgeschwindigkeiten gestatten den unterschiedlichen Duftstoffen eine optimale Aufnahme durch die Nasenschleimhaut. Duftstoffe mit hoher Sorptionsrate brauchen eine schnelle Strömungsgeschwindigkeit, Duftstoffe mit niedriger Sorptionsrate eine langsame Strömungsgeschwindigkeit (Sobel & al. 1999). Da Blütendüfte unterschiedliche mengenmäßige Anteile an Duftstoffen mit hohen bzw. niedrigen Sorptionsraten aufweisen, unterstützt das Mit-einem-Nasenloch-Riechen die differenzierte Wahrnehmung der Duftstoffe. Um aber ein Gesamtbild des Duftes zu erhalten, muss natürlich auch mit beiden Nasenlöchern gleichzeitig gerochen werden. Die umgehend aufsteigenden Geruchsassoziationen werden beim wiederholten Riechen und nach mehrmaligen Pausen überprüft, bis ein klares Geruchsbild entsteht. Generell muss man an mehreren Individuen riechen, da Duftkomponenten unterschiedlich stark ausgeprägt sein können oder bestäubte Blüten bereits duftlos sind (Dudareva & al. 1999). Riechpausen sind ebenso wichtig wie das Riechen selbst, um der Adaptation an Düfte (Hatt & Dee 2016) entgegenzuwirken: Veilchendüfte beispielsweise werden oft schon im zweiten Atemzug nicht mehr wahrgenommen. Erst nach einer minutenlangen Pause reagieren die Riechrezeptoren wieder auf den Veilchen-Reiz. Schlussendlich soll eine Art zu unterschiedlichen Tageszeiten berochen werden, um eine mögliche Duftvariabilität zu berücksichtigen.

Das bewusste Riechen und Zuordnen von Duftkomponenten ist ein Lernprozess, der zwar nicht von heute auf morgen, aber doch relativ rasch vonstattengeht. Da wir mit

Online unter der Lizenz CC BY 4.0

jedem Atemzug Gerüche aufnehmen, verfügen wir alle, wenn auch meist unbewusst, in unserem Gedächtnis über eine große „Duftbibliothek“, die sich täglich erweitert. Es ist daher primär eine Frage des Trainings, einen Duft, den wir gerade wahrnehmen, entweder als tatsächlich neu zu erkennen oder mit einem anderen, ähnlichen, schon gerochenen Duft in Verbindung zu bringen.

Zitierte Literatur

Ashman T.-L., Bradburn M., Cole D. H., Blaney B. H. & Raguso R. A. (2005): The scent of a male, the role of floral volatiles in pollination of a gender dimorphic plant. – Ecology **86**: 2099–2105. https://doi.org/10.1890/04-1161

Bärtels A. (2002): Tropenpflanzen – Zier- und Nutzpflanzen. 5., überarb. Aufl. – Stuttgart: Ulmer.

Bradley S. & Bradley V. (2006): Duftgärten – Pflanzen für jede Jahreszeit. – Starnberg: Dorling Kindersley.

Croy I., Olgun S., Mueller L., Schmidt A., Muench M., Gisselmann G., Hatt H. & Hummel T. (2016): Spezifische Anosmie als Prinzip olfaktorischer Wahrnehmung. – HNO **64**: 292–295. https://doi.org/10.1007/s00106-016-0119-9

Delle-Vedove R., Juillet N., Bessière J.-M., Grison C., Barthes N., Pailler T., Dormont L. & Schatz B. (2011): Colour-scent associations in a tropical orchid: Three colours but two odours. – Phytochemistry **72**: 735–742. https://doi.org/10.1016/j.phytochem.2011.02.005

Dittrich B. (1988): Duftpflanzen für Garten, Balkon und Terrasse. – München: BLV.

Djilani A. & Dicko A. (2012): The therapeutic benefits of essential oils. In Bouayed J. & Bohn T. (Eds.): Nutrition, well-being and health: pp. 155–178. – Rijeka: InTech. https://doi.org/10.5772/25344

Dötterl S., Wolfe L. M. & Jürgens A. (2005): Qualitative and quantitative analyses of flower scent in *Silene latifolia*. – Phytochemistry **66**: 203–213. https://doi.org/10.1016/j.phytochem.2004.12.002

Dudareva N. & Pichersky E. (2000): Biochemical and molecular genetic aspects of floral scents. – Pl. Physiol. **122**: 627–633. https://doi.org/10.1104/pp.122.3.627

Dudareva N., Raguso R. A., Wang J., Ross J. R. & Pichersky E. (1998): Floral scent production in *Clarkia breweri*, III. Enzymatic synthesis and emission of benzenoid esters. – Pl. Physiol. **116**: 599–604. https://doi.org/10.1104/pp.116.2.599

Dudareva N., Piechulla B. & Pichersky E. (1999): Biogenesis of floral scents. – Hort. Rev. **24**: 31–54. https://doi.org/10.1002/9780470650776.ch2

Düll R. & Kutzelnigg H. (2005): Taschenlexikon der Pflanzen Deutschlands. 6. Auflage. – Wiebelsheim: Quelle & Meyer.

Erhardt W., Götz E., Bödeker N. & Seybold S. (2008): Zander – Handwörterbuch der Pflanzennamen. 18. Aufl. – Stuttgart: Ulmer.

Fischer M. A., Oswald K. & Adler W. (2008): Exkursionsflora für Österreich, Liechtenstein und Südtirol. 3. Auflage. – Linz: Biologiezentrum der Oberösterreichischen Landesmuseen.

Galen C. & Kevan P. G. (1980): Scent and colour, floral polymorphisms and pollination biology in *Polemonium viscosum* Nutt. – Amer. Midl. Naturalist **104**: 281–289. https://doi.org/10.2307/2424867

Glindemann D., Dietrich A., Staerk H.-J. & Kuschk P. (2006): The two odors of iron when touched or pickled: (Skin) Carbonyl compounds and organophosphines. – Angew. Chem. (Int. Ed.) **45**: 7006–7009. https://doi.org/10.1002/anie.200602100

Hatt H. & Dee R. (2016): Niemand riecht so gut wie du. 4. Auflage. – München/Berlin: Piper.

Huber F. K., Kaiser R., Sauter W. & Schiestl F. P. (2005): Floral scent emission and pollinator attraction in two species of *Gymnadenia* (Orchidaceae). – Oecologia **142**: 564–575. https://doi.org/10.1007/s00442-004-1750-9

Kadereit J. W., Körner Ch., Kost B. & Sonnewald U. (2014): Strasburger – Lehrbuch der Pflanzenwissenschaften. 37. Auflage. – Berlin, Heidelberg: Springer Spektrum.

Online unter der Lizenz CC BY 4.0

Kaiser R. (2006): Meaningful scents around the World. – Zürich: Helvetica Chimica Acta; Weinheim: Wiley-VCH.

Kaiser R. (2011): Scent of the vanishing flora. – Zürich: Helvetica Chimica Acta; Weinheim: Wiley-VCH.

Katzer G. & Fansa J. (2011): Picantissimo – Das Gewürzhandbuch. 2. Auflage. – Göttingen: Die Werkstatt.

Knudsen J. T. & Tollsten L. (1991): Floral scent and intrafloral scent differentiation in *Moneses* and *Pyrola* (Pyrolaceae). – Pl. Syst. Evol. **177**: 81–91. https://doi.org/10.1007/BF00937829

Knudsen J. T., Eriksson R., Gershenzon J. & Ståhl B. (2006): Diversity and distribution of floral scent. – Bot. Rev. (Lancaster) **72**: 1–120. https://doi.org/10.1663/0006-8101(2006)72[1:DADOFS]2.0.CO;2

Linné C. (1756): Odores medicamentorum. – In Linné C.: Amoenitates academicae **3**: 183–201. Holmiæ: sumtu & literis Laurentii Salvii. [Deutsche Übersetzung von Gertraud Leitner; nicht veröffentlicht.] https://doi.org/10.5962/bhl.title.910

Majetic C. J., Raguso R. A., Tonsor S. J. & Ashman T.-L. (2007): Flower colour – flower scent associations in polymorphic *Hesperis matronalis* (Brassicaceae). – Phytochemistry **68**: 865–874. https://doi.org/10.1016/j.phytochem.2006.12.009

Matile P. & Altenburger R. (1988): Rhythms of fragrance emission in flowers. – Planta **174**: 242–247. https://doi.org/10.1007/BF00394777

Moore D. M. (1980): *Himantoglossum*. – In Tutin T. G., Heywood V. H., Burges N. A., Moore D. M., Valentine D. H., Walters S. M. & Webb D. A.: Flora Europaea **5:** 342. – Cambridge (U. K.): University Press.

Olesen J. M. & Knudsen J. T. (1994): Scent profiles of flower colour morphs of *Corydalis cava* (Fumariaceae) in relation to foraging behaviour of bumblebee queens (*Bombus terrestris*). – Biochem. Syst. Ecol. **22**: 231–237. https://doi.org/10.1016/0305-1978(94)90096-5

Oschatz M.-L. (2012): Duftpflanzen und Blütenduftfamilien im Duftgarten des Botanischen Gartens der Universität für Bodenkultur Wien. – Masterarbeit, Universität für Bodenkultur Wien.

Oschatz M.-L. (2016): Beschreibung und Klassifikation von Blütendüften: Duftkonstante und duftvariable Arten. – In Bernhardt K.-G., Kriechbaum M., Kropf M., Meimberg H. & Tremetsberger K. (Hrsg.), Abstracts, Keynotes, Vorträge und Poster: 17. Treffen der Österreichischen Botanikerinnen und Botaniker, Universität für Bodenkultur Wien, 22. bis 24. September 2016. Wien: Institut für Botanik (BOT) & Institut für Integrative Naturschutzforschung (INF), Universität für Bodenkultur Wien.

Oschatz M.-L. & Bernhardt K.-G. (2011): Duftpflanzen und Blütenduftfamilien im Duftgarten des Botanischen Gartens der Universität für Bodenkultur Wien. – In Diaconu M., Buchbauer G., Skone J. G., Bernhardt K.-G. & Menasse-Wiesbauer E. (Hrsg.): Sensorisches Labor Wien, Urbane Haptik- und Geruchsforschung. – Wien: Lit-Verlag.

Raguso R. A., Levin R. A., Foose S. E., Holmberg M. W. & McDade L. A. (2003): Fragrance chemistry, nocturnal rhythms and pollination "syndromes" in *Nicotiana*. – Phytochemistry **63**: 265–284. https://doi.org/10.1016/S0031-9422(03)00113-4

Robson N. K. B. (1968): *Hypericum*. – In Tutin T. G., Heywood V. H., Burges N. A., Moore D. M., Valentine D. H., Walters S. M. & Webb D. A.: Flora Europaea **2:** 261–269. – Cambridge (U. K.): University Press.

Salzmann C. C. & Schiestl F. P. (2007): Odour and colour polymorphism in the food-deceptive orchid *Dactylorhiza romana*. – Pl. Syst. Evol. **267**: 37–45. https://doi.org/10.1007/s00606-007-0560-z

Schremmer F. (1982): Blühverhalten und Bestäubungsbiologie von *Carludovica palmata* (Cyclanthaceae) — ein ökologisches Paradoxon. – Pl. Syst. Evol. **140**: 95–107. https://doi.org/10.1007/BF02407291

Sobel N., Khan R. M., Saltman A., Sullivan E. V. & Gabrieli J. D. E. (1999): Olfaction: The world smells different to each nostril. – Nature **402**: 35. https://doi.org/10.1038/46944

Thompson J. D., Chalchat J.-C., Michet A., Linhart Y. B. & Ehlers B. (2003): Qualitativ and quantitative variation in monoterpene co-occurrence and composition in the essential oil of *Thymus vulgaris* chemotypes. – J. Chem. Ecol. **29**: 859–880. https://doi.org/10.1023/A:1022927615442

Urban H. (1999): Ein Garten der Düfte. – München: BLV.

Van der Velde G. & Van der Heijden L. A. (1981): The floral biology and seed production of *Nymphoides*

Online unter der Lizenz CC BY 4.0

peltata (Gmel.) O. Kuntze (Menyanthaceae). – Aquatic Bot. **10**: 261–293. https://doi.org/10.1016/0304-3770(81)90027-9

Vogel S. (1963): Duftdrüsen im Dienste der Bestäubung. Über Bau und Funktion der Osmophoren. – Abh. Math.-Naturwiss. Kl. Akad. Wiss. Mainz **10**: 599–763.

Vogel S. (1993): Betrug bei Pflanzen: Die Täuschblumen. – Mainz: Akademie der Wissenschaften und der Literatur; Stuttgart: Steiner.

Eingereicht am 3. August 2017
Revision eingereicht am 26. August 2017
Akzeptiert am 28. August 2017

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Neilreichia - Zeitschrift für Pflanzensystematik und Floristik Österreichs

Jahr/Year: 2018

Band/Volume: 9

Autor(en)/Author(s): Oschatz Marie-Louise

Artikel/Article: Blütenduft- und Blütengeruchsfamilien, eine Klassifikation für Blütendüfte 95-117