

Pilzduft- und Pilzgeruchsfamilien, eine Klassifikation für Pilzgerüche

MARIE-LOUISE OSCHATZ
Institut für Integrative Naturschutzforschung
Universität für Bodenkultur
Gregor-Mendel-Straße 33
1180 Wien, Austria
E-Mail: marie-louise.oschatz@boku.ac.at

IRMGARD KRISAI-GREILHUBER
Dept. f. Botanik u. Biodiversitätsforschung
Universität Wien
Rennweg 14
1030 Wien, Austria
E-Mail: irmgard.greilhuber@univie.ac.at

Angenommen am 30. August 2021¹. © Austrian Mycological Society, published online 4. August 2022

OSCHATZ, M.-L., KRISAI-GREILHUBER, I., 2022: Pilzduft- und Pilzgeruchsfamilien, eine Klassifikation für Pilzgerüche. – Österr. Z. Pilzk. 30: 23–38.

Key words: fungal odour, fungal scent, scent carrier, mushroom odour classification.

Zusammenfassung: Die vorgestellte Klassifikation für Pilzgerüche in Pilzduft- und Pilzgeruchsfamilien beruht auf der menschlichen Geruchswahrnehmung und ist für den botanisch-mykologischen Gebrauch konzipiert. Sie ordnet einander ähnliche Pilzgerüche zu Pilzduft- bzw. Pilzgeruchsfamilien, um Pilzgerüche benennen und beschreiben zu können. Sie kann gleichermaßen von interessierten Laien wie von professionellen Botanikern und Mykologen angewendet werden, um Pilzgeruchsbeschreibungen ergänzend zur morphologischen Beschreibung der Taxa anzuführen. Die Pilzduft- und Pilzgeruchsfamilien klassifizieren Pilzgerüche ausschließlich mit einem Referenzsystem von eindeutig zuordenbaren Typusdüften, die von bekannten Duftträgern der Erfahrungswelt abgegeben werden. Somit basiert die Klassifikation auf der objektiv nachvollziehbaren Gegenständlichkeit von Duftträgern und beschreibt Pilzgerüche auf einer sinnesphysiologischen Ebene. Es werden bei der Duftbeschreibung keine durch den Riechvorgang ausgelösten, subjektiv erlebten Sinneseindrücke mit einbezogen.

Abstract: The presented classification of mushroom odours into mushroom scent and mushroom odour families is based on human olfactory perception and is designed for botanical-mycological use. It classifies similar mushroom odours into mushroom scent and mushroom odour families in order to be able to name and describe mushroom odours. It can be used by interested laymen as well as by professional botanists and mycologists to describe mushroom odours in addition to the morphological description of the taxa. The mushroom scent and mushroom odour families classify mushroom odours exclusively with a reference system of unambiguously assignable type scents emitted by known scent carriers of the world of experience. Thus, the classification is based on the objectively comprehensible concreteness of scent carriers and describes mushroom odours on a sensory-physiological level. No subjectively experienced sensory impressions triggered by the smelling process are included in the scent description.

Die hier vorgestellte Klassifikation *Pilzduft- und Pilzgeruchsfamilien* basiert auf der Blütenduftklassifikation *Blütenduft- und Blütengeruchsfamilien*, die von der Erstautorin erstellt und für die 4. Auflage der „Exkursionsflora für Österreich und die gesamten Ostalpen“ (FISCHER & al. 2023) weiterentwickelt worden ist (OSCHATZ 2018, OSCHATZ, 2023). Die Grundstruktur und der prinzipielle Aufbau der Blütenduftklassifikation wurden für die Klassifikation der Pilzgerüche übernommen. Neben den für Blütendüfte und

¹ mit Ergänzungen vom 23. September 2022

Pilzgerüche gemeinsamen Duft- und Geruchsfamilien wurden eigene Duft- und Geruchsfamilien für die Klassifizierung von Pilzgerüchen entwickelt und das System an die besonderen Anforderungen einer Klassifikation für Pilzgerüche angepasst.

Duft und Geruch in der Standard- und Umgangssprache und in der mykologischen Fachsprache

In der Standard- wie in der Umgangssprache haben die Wörter „Geruch“ und „Duft“ folgende Bedeutung: „Geruch“ ist eine „Ausströmung, die durch den Geruchssinn wahrgenommen wird; die Art, wie etwas riecht“, „Duft“ ein „als angenehm empfundener Geruch“.

Demnach ist das Wort Geruch ein wertneutral gehaltener Ausdruck, der einzig die Beschreibung der riechbaren Ausströmung enthält, wohingegen im Wort Duft der wahrgenommene Geruch eine emotional positive Bewertung erhält. Gleichzeitig werden in Bedeutungswörterbüchern allerdings die Wörter Geruch und Duft auch als Synonyme füreinander angegeben. Das bedeutet, dass erst der Kontext, in dem die Wörter Geruch oder Duft gebraucht werden, Aufschluss darüber gibt, ob mit der Nennung einer riechbaren Ausströmung auch eine emotionelle Bewertung verknüpft ist oder nicht.

In der mykologischen Botanik wird der Fachausdruck Pilzgeruch verwendet, um riechbare Pilz-Ausströmungen anzusprechen. Dabei wird das Wort Pilzgeruch wertneutral für alle riechbaren Pilz-Ausströmungen benutzt, das heißt unabhängig davon, ob eine menschliche Nase einen spezifischen Pilzgeruch als angenehm oder unangenehm empfindet. Somit wird in der mykologischen Fachsprache einzig das Wort Geruch, nicht aber das Wort Duft verwendet.

Duft und Geruch in der Terminologie der Klassifikation für Pilzgerüche

Um die große Vielfalt unterschiedlicher Pilzgerüche übersichtlich gruppieren zu können, werden in der Klassifikation für Pilzgerüche beide Wörter – *Duft* und *Geruch* – verwendet, um zwei Duftklassen – die Klasse der *Pilzduftfamilien* und die Klasse der *Pilzgeruchsfamilien* – aufzustellen. Dabei werden beide Wörter gleichermaßen wertneutral verwendet. Der Unterschied zwischen den beiden Duftklassen liegt ausschließlich in der Herkunft ihrer Referenzobjekte: eine Pilzduftfamilie wird mit einem Duftträger pflanzlicher Herkunft referenziert wie z.B. Anisfrüchte, deren Duft die Pilzduftfamilie Anis-Duft begründet, eine Pilzgeruchsfamilie hingegen wird mit einem Duftträger einer anderen Geruchswelt, beispielsweise eines tierischen Geruchs wie verdorbener Fisch referenziert, der die Pilzgeruchsfamilie Verdorbener-Fisch-Geruch begründet.

Fachausdrücke, die für die Pilzgeruchsbeschreibungen verwendet werden, sind mit dem Wort Duft zusammengesetzt: Duftklasse, Typusduft, Duftkomponente, Duftnote, Duftträger u.a. Sie werden wertneutral zur Beschreibung der Pilzgerüche beider Duftklassen verwendet. Das Wort Geruch hingegen wird nur für den Fachausdruck Pilzgeruch oder in Verbindung mit einer Duftklasse der Pilzgeruchsfamilien verwendet, um sprachlich eine klare Differenzierung zwischen beiden Duftklassen zu ermöglichen.

Geschmack: Einige Pilzduft- und Pilzgeruchsfamilien werden sowohl über den Duft bzw. Geruch als auch über den Geschmack eines Lebensmittels referenziert, beispielsweise repräsentiert der Geruch und Geschmack von Sahnkekaramell den Typusduft für

die Pilzgeruchsfamilie Sahnekaramell-Geruch. Schmecken ist vor allem ein Riechvorgang, da der Geschmack eines Lebensmittels maßgeblich von Aromastoffen gebildet wird. Aromastoffe sind flüchtige Verbindungen, die gemeinsam mit im Allgemeinen nicht flüchtigen Geschmacksstoffen den Geschmack eines Lebensmittels erzeugen. Aromastoffe werden entweder durch die Nase oder über den Rachenraum beim Essen oder Trinken mit den Riechrezeptoren wahrgenommen. Die meisten Aromastoffe bilden sich erst bei der Verarbeitung eines Lebensmittels durch enzymatische Prozesse, Fermentation oder thermische Zubereitung u.a.

Allgemeines zum Pilzgeruch

Die erste Zusammenfassung über damals noch wenige flüchtige chemische Komponenten (Volatile Chemical Compounds –VOCs) aus Pilzen brachte HUTCHINSON (1973). Seither wurden mehrere 100 verschiedene VOCs identifiziert (BENNETT & al. 2012, GUO 2021). Nicht alle haben einen für den Menschen wahrnehmbaren Geruch. Von denjenigen, die riechen, haben jedoch viele extrem niedrige Geruchsschwellenwerte. Das menschliche Geruchssystem kann Geosmin, das einen erdigen Geruch hat, im Bereich von 150–200 ng/m³ wahrnehmen, der Pilzgeruch des L-Octen-3-ol wird bei 10 µg/m³ erkannt, während der Schimmelgeruch von 2-Octen-1-ol bei 16 µg/m³ wahrgenommen wird (ZOGORSKI & al. 2006, zitiert in BENNETT & al. 2012).

Pilzgerüche bestehen aus einer Vielzahl chemischer Verbindungen (Duftkomponenten), die bisweilen im Myzel, vor allem aber auch im Fruchtkörper des Pilzes gebildet und zur Zeit des Sporulierens bei entsprechender Temperatur an die Umwelt abgegeben werden. Diese Duftkomponenten sind Produkte des Sekundärstoffwechsels und bestehen aus Kohlenwasserstoffverbindungen wie Terpenen, Benzenoiden, Alkoholen, Ketonen u. a. oder aus stickstoffhaltigen Verbindungen, wie Amininen, Ammoniak, Indolen u.a. oder aus schwefelhaltigen Verbindungen wie Dimethyldisulfid. Einen Überblick über die chemische Zusammensetzung wichtiger pilzlicher Geruchstoffe bringen FRAATZ & ZORN (2010).

Ein Pilzgeruch kann aus wenigen Duftkomponenten zusammengesetzt sein oder bis zu 150 unterschiedliche Komponenten enthalten, wie z.B. *Agaricus bisporus* (LE LOCH-BONAZZI & WOLFF 1991, MOLISZEWSKA 2014). Manche Komponenten kommen weltweit in sehr vielen Pilzgerüchen vor, andere hingegen nur in wenigen (FRAATZ & ZORN 2010). Die Kombinationsmöglichkeiten und Mischungsverhältnisse der Duftkomponenten gehen ins Unendliche, sodass es eine enorme Fülle an unterschiedlichen Pilzgerüchen gibt.

Eine Besonderheit in der Duftzusammensetzung von Pilzgerüchen besteht in dem Phänomen, dass es den Typusduft *Pilzduft* gibt. Dieser typische Pilzduft besteht vor allem aus C8 -Verbindungen wie Octenol (1-octen-3-ol), einem Lipid-Zersetzungsprodukt. Er kann den Geruch einer Pilzart vollkommen bestimmen oder kommt nur als untergeordnete Duftfahne neben einer Dominanten Duftkomponente, die den spezifischen Pilzgeruch in erster Linie bestimmt, vor, oder fehlt gänzlich in der Duftzusammensetzung einer Pilzart, sodass ein solcher Pilz gar nicht „nach Pilz“ riecht. Das Vorkommen oder Nicht-Vorkommen des Typusduftes *Pilzduft* in der Duftzusammensetzung einer Pilzart ist ein wesentlicher Aspekt in der Duftbeschreibung eines spezifischen Pilzgeruches. Die Existenz des Typusduftes *Pilzduft* ist ein wesentliches Unterscheidungsmerk-

mal in der Beschreibung von Pilzgerüchen gegenüber der Beschreibung von Blütendüften, da es in der Fülle von Blütendüften weltweit keinen eigenen Typusduft *Blütenduft* gibt.

Funktion der Pilzgerüche

Pilze verwenden Gerüche und Düfte, also die flüchtigen chemischen Stoffe (Volatile Chemical Compounds VOCs), vor allem um mit ihrer Mitwelt „Gespräche“ zu führen. Sie gehen in Mykorrhizen, als Endophyten und Flechten symbiotische Wechselbeziehungen mit Pflanzen ein. Außerdem leben viele Pilze als Pathogene von Pflanzen und Tieren inkl. des Menschen. Bei all diesen interspezifischen Interaktionen sind VOCs beteiligt. Da flüchtige Verbindungen von fern wahrgenommen werden können, eignen sie sich ideal als chemische Signale oder "Infochemikalien" innerhalb und zwischen den Spezies (BENNETT & al. 2012, GUO 2021). Vieles davon spielt sich im Boden ab. Der Boden ist jedoch ein noch wenig erforschter Lebensraum, der eine reiche Vielfalt an mikrobiellen Lebensformen enthält.

Gerade im Boden wird die Kommunikation innerhalb der Rhizosphäre, bakterieller Populationen, Myzelkolonien, und zwischen Pilzen und Bakterien durch Signalmoleküle vermittelt. Die Wissenschaft steht hier aber erst am Anfang des Verständnisses dieses chemischen Informationsaustauschs, bei dem Gasphasenmoleküle wesentliche Komponenten dieser chemischen Unterhaltungen sind. VOCs, die von einer bestimmten Pilzart produziert werden, haben vielfältige Auswirkungen auf andere Mikroben und Organismen. Sie dienen der Verteidigung, Mitweltüberwachung und zum Nährstoffwerb, dazu gibt es noch etliche weitere multifunktionale und multiorganismische geruchs-basierte Wechselwirkungen in Ökosystemen, die bisher zwar erkannt, aber noch wenig wissenschaftlich erforscht sind (siehe BENNETT & al. 2012).

Zu den Funktionen, die Gerüche in der Welt der Pilze übernehmen können, gehört beispielsweise, dass Pilze mithilfe der VOCs ihre Hyphenvernetzung regulieren, z.B. die Bildung von Nematodenfangschlingen, das Hyphenwachstum koordinieren und sexuelle Signale für die Pilze selbst sind. Geruchsstoffe dienen der territorialen Markierung, der Verteidigung und der Regulation der Mykorrhizen und des Wachstums der symbiotischen Baumwurzeln. VOCs-können auch die vorzeitige Keimung von Pilzsporen verhindert: So sind Pilzsporen durch VOCs in der Lage, ihre Umgebung zu erkennen, um den optimalen Zeitpunkt für die Keimung zu bestimmen und so durch effiziente Substratbesiedlung ihre Überlebenschancen zu erhöhen, wenn zu viele Sporen vorhanden sind (LEEDER & al. 2011, BENNETT & al. 2012). Mit den unterschiedlichen VOC-Mustern lassen sich sogar die verschiedenen Trophieformen und die Substratnutzungstypen der Pilze vorhersagen (GUO & al. 2021).

Zu erwähnen ist auch, dass ein einzelner chemischer Stoff bei mehr als einer Art von Interaktion beteiligt sein kann (NORLUND & LEWIS 1976). So wird z. B. das nahezu allgegenwärtige flüchtige L-Octen-3-ol (der Typusduft „Pilzduft“) je nach Kontext als Hormon, Pheromon oder Allelochemikalie beschrieben.

Viele flüchtige Stoffe von Pilzen, insbesondere C-8-Alkohole und Ketone, wirken als sog. Semiochemikalien (Botenstoffe) und dienen der Anlockung (zwecks Sporenausbreitung) oder Abschreckung von Insekten (gegen Predatoren) (siehe Zitierungen in Bennett & al. 2012). Pilze emittieren auch spezifische Gerüche, um Insekten anzuziehen, die-auf Pilzen oder auf von Pilzen zersetzten Substraten leben (FÄLDT et al. 1999).

Umgekehrt bewirken manche Pilzgerüche aber auch, dass ein Insekt ein Substrat, das von bestimmten Pilzen besiedelt ist, meidet, so legen z.B. Stubenfliegenweibchen ihre Eier nicht auf Tierkot, der von *Fusarium*, *Phoma*, *Rhizopus* und anderen Pilzen besiedelt wurde. In den Gerüchen dieser Pilze wurden sechs VOCs gefunden, die die Eiablage konsequent hemmen: Dimethyldisulfide, Phenylacetaldehyd, 2-Penylethanol, Citronellal und Norphyton (LAM et al. 2010).

Für die Klassifikation der Pilzgerüche in Pilzduft- und Pilzgeruchsfamilien ist die Funktion der Pilzgerüche als Lockmittel für Insekten zur Sporenausbreitung von großer Bedeutung, da Pilze zur Zeit der Sporulation jenen für die Art charakteristischen Duft oder Geruch verströmen, der für die Beschreibung des Pilzgeruchs herangezogen wird. Alle anderen Funktionen der Pilzgerüche haben derzeit keine Auswirkung auf die Klassifikation der Pilzduft- und Pilzgeruchsfamilien. In erster Linie deshalb, weil es (noch?) keine Zuordnung von bestimmten geruchlichen Qualitäten zu einer bestimmten Funktion gibt.

Beschreibung von Pilzgerüchen in der Literatur

Bis dato gibt es keine Klassifikation für Pilzgerüche, die mit einem Referenzsystem von eindeutig zuordenbaren Typusdüften Pilzgerüche auf einer sinnesphysiologischen und damit objektiv nachvollziehbaren Ebene beschreibt. Allerdings gibt es in den Standardwerken der mitteleuropäischen Pilz-Bestimmungsliteratur eine Fülle von Geruchsbeschreibungen, die zum Teil eindeutig zuordenbare Referenzdüfte verwenden, häufiger jedoch den Geruch von nicht näher definierten Objektgruppen ansprechen oder den Pilzgeruch mit subjektiv erlebten, emotionalen Adjektiven beschreiben. In der Bachelorarbeit: „Pilzdüfte- und gerüche: Eine Studie an Hand von Literatur“ (ERKER 2021) werden die Geruchsbeschreibungen in zwei Standardwerken der mitteleuropäischen Pilz-Bestimmung – MICHAEL E., HENNIG B. & KREISEL H.: „Handbuch für Pilzfreunde“ (KREISEL 1983–1987) und LUDWIG E.: „Pilzkompendium“ (LUDWIG 2001–2017) – untersucht, in Kategorien zusammengefasst und einander gegenübergestellt. Die Geruchsbeschreibungen beider Werke können in sechs Geruchskategorien geordnet werden:

- 1) Pflanzliche Referenzobjekte: Rettich, Liebstöckel, Obst u.a.
- 2) Nicht-pflanzliche Referenzobjekte: Hering, Juchtenleder, ausgelöschte Kerze u.a.
- 3) Chemische Verbindungen: Chlor, Jodoform, Naphthalin u.a.
- 4) Geschmackssensorik (den Geschmackssinn betreffende Adjektive): säuerlich, süßlich, bitter
- 5) Emotional wertende Adjektive: angenehm, unangenehm, widerlich u.a.
- 6) Andere Adjektive: eigentümlich, stechend, unspezifisch u.a.

Ergänzend zu diesen Geruchsbeschreibungen werden in der Literatur häufig Angaben zur Intensität eines Pilzgeruches gemacht z.B. schwach, stark, aufdringlich. Gelegentlich werden auch Adjektive, die die Geruchsentwicklung beschreiben wie z.B. flüchtig, nicht konstant, anhaltend, genannt.

Die in der Literatur angeführten Duftträger, die zur Beschreibung eines Pilzgeruches herangezogen werden, wurden von den Autoren in ihren Werken weder in einer Liste definiert noch die aus den Duftträgern abgeleiteten Typusdüfte festgelegt. Daher gibt es neben einigen eindeutig zuordenbaren Referenzdüften wie „getrocknete Aprikosen“ oder „reife Birnen“ viele Duftbezeichnungen, die Objektgruppen zusammenfassen, wie

„Obst“, „Gewürz“, „Nuss“, „Fisch“, „Gebäck“ oder „Kuchen“ und somit mehrdeutig sind. Ebenso mehrdeutig, wenn auch in einem enger gefassten Rahmen, sind Duftbezeichnungen, wie Melone, da hier nicht zwischen den unterschiedlichen Düften von beispielsweise Zucker- oder Wassermelone unterschieden wird. Von großer Vieldeutigkeit hingegen sind schließlich Begriffe wie „Waschküche“, „Medikament“, „Apotheke“ oder „Krankenhaus“, die nur noch eine vage geruchliche Richtung angeben können.

Neben der häufig fehlenden Eindeutigkeit zeigt die Auswahl der in der Literatur verwendeten Objekte für die Geruchsbeschreibung auch die zeitgebundene Dimension, die der Auswahl der Referenzobjekte innewohnt: In beiden untersuchten Pilz-Bestimmungsbüchern werden Gerüche genannt, die heute nicht mehr als bekannt vorausgesetzt werden können, weil die Duftträger nicht mehr Teil des heutigen Alltagslebens in Mitteleuropa sind und das Kennenlernen dieser Gerüche mit viel Aufwand verbunden ist. Dazu zählen beispielsweise die Gerüche von Kunsthonig, Moschus, Juchtenleder, Eisengallustinte, (Dampf)Lokomotive und Gerberei. Auch der Geruch mancher Chemischer Verbindungen ist heute nicht mehr alltäglich, wie Naphthalin, Karbol (veraltet für Phenol) oder Karbid.

Auf Grund dieser Überlegungen zu den Pilzgeruchsbeschreibungen in der Literatur erscheint es sinnvoll ein Klassifikationssystem für Pilzgerüche zu entwickeln, das eindeutig definierte und für die heutige Zeit aussagekräftige Typusdüfte zur Beschreibung von Pilzgerüchen verwendet.

Das Klassifikationssystem der Pilzduft- und Pilzgeruchsfamilien

Die vorliegende Klassifikation für Pilzgerüche beruht auf der menschlichen Geruchswahrnehmung und ordnet einander ähnliche Pilzgerüche zu Pilzduft- bzw. Pilzgeruchsfamilien, um Pilzgerüche benennen und beschreiben zu können.

Die Pilzgeruchsklassifikation *Pilzduft- und Pilzgeruchsfamilien* ist die erste Klassifikation, die Pilzgerüche ausschließlich mit einem Referenzsystem klassifiziert, das auf der objektiv nachvollziehbaren Gegenständlichkeit von Duftträgern basiert und keine durch den Riechvorgang ausgelösten, subjektiv erlebten Sinneseindrücke mit einbezieht. So begründet beispielsweise der charakteristische Duft von geriebener Tonkabohne die Pilzduftfamilie Kumarin-Duft, und der typische Geruch des Desinfektionsmittels Betaisodona die Pilzgeruchsfamilie Jod-Geruch.

Im Folgenden richtet sich die Taxonomie und Nomenklatur der verwendeten Pilznamen nach der Mykologischen Datenbank der Österreichischen Mykologischen Gesellschaft (ÖMG 2021), jene der Pflanzennamen, wenn nicht anders erwähnt, nach der 4. Auflage der „Exkursionsflora für Österreich und die gesamten Ostalpen“ (FISCHER & al. 2023), 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).

Teil 1: Pilzduftfamilien und Pilzgeruchsfamilien

Jeder Pilzgeruch enthält eine *Dominante Duftkomponente*, die beim Riechen am Fruchtkörper des Pilzes deutlich in den Duftvordergrund tritt, wobei in diesem Zusammenhang *Dominante Duftkomponente* zumeist einen Komplex bezeichnet, der durch das gemein-

same Auftreten mehrerer Duftkomponenten gebildet wird. Da jede Dominante Duftkomponente in mehreren, oftmals sogar in vielen Pilzgerüchen duftbestimmend vorkommt, lassen sich Pilzgerüche mit gleicher Dominanter Duftkomponente in eine Gruppe – eine Pilzduft- bzw. Pilzgeruchsfamilie – zusammenfassen. Die Benennung der Dominanten Duftkomponente erfolgt durch ihre Zuordnung zu einem Typusduft, dem Duft eines bekannten Duftträgers der Erfahrungswelt. So wird z. B. der Duft von Anisfrüchten (*Pimpinella anisum*) zum Namensgeber für die Dominante Duftkomponente Anis-Duft. Auf diese Weise begründet jede Dominante Duftkomponente eine eigene Familie, die genauso wie die Dominante Duftkomponente nach dem Referenzobjekt, das die Familie als Typusduft repräsentiert, benannt ist.

Nachdem nun in einem ersten Schritt Pilzgerüche mit gleicher Dominanter Duftkomponente zu einer Familie zusammengefasst worden sind, werden auf der obersten Hierarchiestufe alle Familien, die über einen Duftträger pflanzlicher Herkunft referenziert werden, als *Pilzduftfamilie* angesprochen und alle Familien, die über einen Duftträger einer anderen Geruchswelt, beispielsweise eines tierischen Geruchs referenziert werden, als *Pilzgeruchsfamilie* angesprochen. Somit werden mit Hilfe der Wörter Duft und Geruch auf der obersten hierarchischen Klassifikationsebene - gleichrangig und gleichermaßen wertneutral - zwei unterschiedliche Duftklassen eingerichtet. Der Unterschied zwischen beiden Duftklassen besteht daher einzig in der Herkunft ihrer Referenzobjekte.

Da ausschließlich konkrete, gegenständliche Duftträger als Referenzobjekte herangezogen werden, sind die Typusdüfte der Referenzobjekte auf einer sinnesphysiologischen Ebene und somit objektiv erlebbar. Die Pilzduft- und Pilzgeruchsfamilien verwenden keine wertenden Adjektive, die das Wohlgefühl oder Unbehagen eines Riechenden ausdrücken. 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 Pilzgerüche ermöglicht und die Pilzduft- bzw. Pilzgeruchsfamilie kann ergänzend zu den morphologischen Merkmalen Teil der Artbeschreibung werden. Bei nah verwandten Arten wird die Beschaffenheit eines Pilzgeruchs oder die Duftlosigkeit als diagnostisches Differenzialmerkmal herangezogen.

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

Die 36 Pilzduftfamilien und -unterfamilien und 31 Pilzgeruchsfamilien und -unterfamilien sowie die 4 ergänzenden Duftnoten, die in Tab.1 angeführt sind, beschreiben jene Pilz-Arten der heimischen Flora, die bis August 2022 untersucht worden sind. Die Referenztabelle wird laufend ergänzt.

Die Klassifikation *Pilzduft- und Pilzgeruchsfamilien* ist kein abgeschlossenes System und wird bei Bedarf um neue Familien erweitert: Kann ein Pilzgeruch, der neu beschrieben werden soll, nicht einer bereits bestehenden Pilzduft- oder Pilzgeruchsfamilie zugeordnet werden, weil seine Dominante Duftkomponente von keiner bestehenden Familie treffend charakterisiert wird, so wird für diese Dominante Duftkomponente ein neuer Typusduft gesucht. In der Folge begründet der neue Typusduft eine weitere Duft- bzw. Geruchsfamilie der Pilzgeruchsklassifikation.

Für die praktische Anwendung eines Referenzsystems ist sowohl die Eindeutigkeit als auch die Bekanntheit der Referenzobjekte ausschlaggebend. Das bedeutet, dass Referenzobjekte und damit Typusdüfte ausgewählt werden müssen, die im Alltagsleben eines Kulturkreises bekannt sind oder leicht kennengelernt werden können. Daraus folgt, dass ein Referenzsystem immer nur für einen spezifischen Kulturkreis entwickelt werden kann, und dass Dominante Duftkomponenten, die weltweit in Pilzgerüchen vorkommen, möglicherweise durch mehrere Referenzobjekte charakterisiert werden müssen, da nicht jedes Referenzobjekt für alle Kulturkreise gleichermaßen aussagekräftig ist. Darüber hinaus veranschaulicht die Auswahl der Typusdüfte bzw. Referenzobjekte die zeitgebundene Dimension eines Referenzsystems, da die Bekanntheit der Alltagsobjekte, die als Referenzobjekte und damit als Typusdüfte verwendet werden, dem Wandel der Zeit unterliegen.

Tab. 1. Pilzduft- und –geruchsfamilien und ihre Referenz.

Pilzduftfamilie	Referenz
-unterfamilie	
Marille	Duft reifer Marillen/Aprikosen (<i>Prunus armeniaca</i>)
Pfirsich	Duft reifer Pfirsiche oder in Sirup eingelegter Pfirsiche (<i>Prunus persica</i>)
Ananas	Duft süßer, reifer Ananas (<i>Ananas comosus</i>)
Banane	Duft reifer, kleinfrüchtiger Bananen (Fruchtfleisch, <i>Musa × paradisiaca</i>)
Bananenschale	Duft an der Innenseite der Bananenschale von festen, reifen Bananen
Bananenschale mit Pilz-Note	Mischduft der beiden Noten ist dem Blütenduft von Liguster (<i>Ligustrum vulgare</i>) ähnlich
Stachelbeer-Kompott	Duft von abgekühltem, ungezuckertem Stachelbeer-Kompott (<i>Ribes uva-crispa</i>), insbesondere rot-grünfrüchtige Sorten
Mostbirnen-Most	Duft/Geschmack von Most (Wein-ähnliches Getränk) aus Mostbirnen: wenig Birnen-Duft/Geschmack, deutlich Hefe- und Gerbstoff/Holz-Noten
Jasmin	Blütenduft von Arabischem Jasmin (<i>Jasminum sambac</i>)
Jasmin-Tee	Duft von Teeblättern, die gemeinsam mit Jasminblüten (<i>Jasminum sambac</i>) getrocknet wurden und dabei den Jasminblütenduft angenommen haben
Orangenblüte	Blütenduft der Süßorange (<i>Citrus sinensis</i>) oder der stärkere Blütenduft der Bitterorange/Pomeranze (<i>Citrus aurantium</i>) bzw. des ätherischen Öls, das aus den Blüten der Bitterorange gewonnen wird und Neroli heißt.
Hyazinthe	Blütenduft von <i>Hyacinthus orientalis</i>
Gewürznelke	zwei Varianten des Gewürznelken-Dufts werden in dieser Pilzduftfamilie angesprochen: der Duft von Gewürznelkenknospen (<i>Syzygium aromaticum</i>) und der Duft von Pimentbeeren/Nelkenpfeffer (<i>Pimenta dioica</i>)
Kakao	Duft von Kakaopulver (<i>Theobroma cacao</i>)
Milchschokolade	Duft/Geschmack von Milchschokolade
Kumarin	Duft von welchem <i>Galium odoratum</i> oder frisch geriebener Tonkabohne (<i>Dipteryx odorata</i>)
Bittermandel	Duft von Bittermandelöl oder Bittermandelaroma (<i>Prunus dulcis</i>)
Amaretto	Duft/Geschmack von Amaretto (Likör mit Bittermandelaroma): Mischduft aus Bittermandelöl und Alkohol-Noten
Marzipan	Duft/Geschmack von Marzipan: Süßware aus gemahlenden Mandeln und Zucker, Bittermandelaroma

Tab. 1. Fortsetzung.	
Anis	zwei Varianten von Anisduft werden in dieser Pilzduftfamilie angesprochen: der Duft von Anisfrüchten (<i>Pimpinella anisum</i>) oder Aniskeks oder der Duft von Sternanis (<i>Illicium verum</i>)
Anis-Schnaps	Duft von Anis-Schnaps, z.B. Ouzo, Pastis
Fenchel-Knolle	Duft von frisch angeschnittener Fenchel-Knolle
Wermut	Duft von Wermutblättern (<i>Artemisia absinthium</i>)
Kamille	Blütenduft der Kamille (<i>Matricaria chamomilla</i>)
Liebstockel	Duft von Liebstockelblättern "Maggikraut" (<i>Levisticum officinale</i>)
getrockneter Würzsellerie	Duft von getrockneten Würzsellerieblättern (<i>Apium graveolens</i> var. <i>secalinum</i>)
Selleriesalz	Duft/Geschmack von Selleriesalz, Mischung aus getrockneten Würzsellerieblättern und Kochsalz
Schnittknoblauch	Duft von Schnittknoblauch/Chinesischer Schnittlauch (<i>Allium tuberosum</i>): Duftnoten von geschälten Knoblauch-Zehen (<i>Allium sativum</i>) gemeinsam mit Schnittlauchblättern (<i>Allium schoenoprasum</i>)
Knoblauch	Duft von frisch geschälten Knoblauch-Zehen (<i>Allium sativum</i>)
Schwarzer Rettich	Duft an der Haut von Schwarzem Rettich, (<i>Raphanus sativus</i> var. <i>niger</i>)
Radischen	Geschmack/Geruch von Radischen (<i>Raphanus sativus</i> var. <i>sativus</i>)
Gurke	Duft/Geschmack frisch geschälter Salatgurke (<i>Cucumis sativus</i>)
Basmati-Reis	Duft von frisch gekochtem Basmati-Reis
Holz	Duft von Laubholzspänen, Kaminholz (Buchenholz)
Zedernholz	Duft von Zedernholz, Atlas-Zeder (<i>Cedrus atlantica</i>)
Zedernholz-Öl	Duft des Ätherischen Zedernholz-Öls (<i>Cedrus atlantica</i>)
Pilz	<i>Pilzduft</i> ist der typische, unbestimmte Pilzgeruch wie ihn z.B. der Kräuterseitling (<i>Pleurotus eryngii</i>) verströmt
Pilzgeruchsfamilie	
-unterfamilie	
Sperma	Geruch von frischem, männlichen Ejakulat
Kreide	Geruch von Tafelkreide auf nasser Schreibtisch, d.h. von feuchtem Kreiden-Abrieb (Tafelkreide aus fein gemahlenem Kreidegestein, CaCO ₃)
Jod	Geruch von Jod, z.B. Betaisodona
Meerwasser mit Fisch- und Algen-Note	Geruch von Meeresbrise mit deutlichen Fisch- und Algen-Noten
frischer Hering	Geruch von frischem, in Salzlake eingelegtem Hering, z.B. Matjes-Filet
Trockenfisch	Geruch von luftgetrocknetem Fisch, z.B. Stockfisch, Klippfisch
verdorbener Fisch	Geruch von verderbendem Fisch, gerade nicht mehr frisch
verwesender Fisch	Geruch von verwesendem Fisch am Strand, oder stärker: nahe eines Fisch-Marktes
gärender Grasschnitt	Geruch von feuchtem, gärendem Grasschnitt, Geruch von Grassilage
Erde	unbestimmter Erdgeruch (Ackererde, Gartenerde)
Leder	zwei Varianten Ledergeruch werden in dieser Geruchsfamilie angesprochen: Geruch einer neuen Lederware oder Geruch der Lederinnensohle eines getragenen Lederschuhs

Tab. 1. Fortsetzung.	
feuchte Schafschurwolle	Geruch feuchter Schafschurwolle, Geruch feuchter/nasser Textilien aus weitgehend naturbelassenem Schafwollgarn
Hundefell	Geruch von Hundefell/nasses Hundefell: der etwas brackige Geruch des Hundefells, nachdem der Hund in einem Naturgewässer geschwommen ist.
Chlor	Geruch von Chlor, z.B.: verdünnter Chlor-Geruch in der Luft über einem gechlorten Wasserbecken
weiße Straßenmarkierungsfarbe	Geruch frisch aufgetragener weißer Markierungsfarbe auf Asphalt- oder Betonstraße
Naphthalin	Geruch von Naphthalin-Mottenkugeln (enthält geruchliche Aspekte von Teer)
Sahnekaramell	Duft/Geschmack von Karamell-Konfekt (Fudge), weicher Karamellbonbon aus karamellisiertem Zucker, Obers, etwas Butter
Süße Milch/Kondensmilch	Geruch/Geschmack von gezuckerter, kondensierter Vollmilch
Edelschimmelkäse	Geschmack/Geruch von Edelschimmelkäse, nicht spezifiziert
Gorgonzola	Geruch von Gorgonzola-Käse: deutlich der Geruch der Edelschimmelkultur und die salzige Note im Käse-Geruch
Dolce Latte	Geruch/Geschmack von Dolcelatte: sanfte Edelschimmel-Noten mit Kuhmilch-Note
überreifer Camembert	Geruch von überreifem Camembert, insbesondere der Geruch der angetrockneten Rinde mit ihren bitter-scharfen Noten
verdorbener Käse	Geruch von verdorbenem Hartkäse oder Edelschimmelkäse
Rotschmiere	Geruch von Rotschmiere, d.h. Geruch von Käserinde, die mit Rotschmierebakterien besiedelt ist, z.B. Romadur-, Limburger-Käse
Tamari-Sojasauce	Geruch/Geschmack von Tamari-Sojasauce (fermentierte Sojabohnen, Meersalz, Wasser)
Shoyu-Sojasauce	Geruch/Geschmack von Shoyu-Sojasauce (fermentierte Soyabohnen und Weizen, Meersalz, Wasser), milder in Geruch und Geschmack als Tamari
Miso	Geruch von Mugi-Miso (Gersten-Sojabohnen-Miso): kräftiger, salziger, etwas süßer Miso-Geruch mit deutlicher Umami-Note
geräucherter Speck	Geruch von salzigem, geräucherten Speck
angebrannte Kartoffelschale	Geruch von angekohlter Kartoffelschale
angebranntes Weißbrot	Geruch von angekohltem Weißbrot
feuchtes/nasses Mehl	Geruch von feuchtem/nassem Mehl (Mehl mit Wasser vermengt)
frisches Weißbrot	Geruch von angeschnittenem, frischen Weißbrot, z.B.: Sandwich
Ergänzende Duftnoten, die bei der Geruchsbeschreibung einzelner Arten angeführt werden	
Orangenschalen	Duft des Orangenschalenöls in frisch aufgerissenen Süßorangenschalen (<i>Citrus sinensis</i>)
Vanilleeis	Geschmack von Vanilleeis, kühler Vanille-Milch-Duft
Grappa	Duft von Grappa (Tresterbrand)
Brot	unspezifischer Duft von frisch gebackenem Brot

1. Hierarchiestufen der Blütenduftklassifikation

1.1 Duftklassen

Die beiden Duftklassen *Pilzduftfamilie* und *Pilzgeruchsfamilie* stellen die oberste hierarchische Ebene der Pilzgeruchsklassifikation dar. Sie unterscheiden sich durch die Herkunft ihrer Referenzobjekte.

1.1.1 Duftklasse: Pilzduftfamilie

Pilzduftfamilien werden über Dufträger pflanzlicher Herkunft referenziert. Die Typsdufte für die Dominanten Duftkomponenten umfassen alle Blüten-Noten (Hyazinthen-, Orangenblüten-Duft etc.), Frucht-, Gewürz-, Samen-, Harz-, Gemüse- und Blattduft-Noten. Auch Honig-Duft wird als Pilzduftfamilie angesprochen, da Honig im Allgemeinen mit Blüten und Blütenduft assoziiert wird.

1.1.2 Duftklasse: Pilzgeruchsfamilie

Pilzgeruchsfamilien vereinen Pilzgerüche, deren Dominante Duftkomponente mit einem animalischen Geruch, dem Geruch eines tierischen Produkts oder dem Geruch einer anderen Geruchswelt referenziert wird. Hierzu zählen beispielsweise Verdorbener Fisch-, Sperma-, Käse-, Leder-, Kreide- oder Jod-Geruch.

Nicht jede Familie lässt sich den genannten Kriterien entsprechend eindeutig in die eine oder andere Duftklasse einordnen, da das Referenzobjekt nur zum Teil der Definition der einen oder anderen Duftklasse entspricht: So wird beispielsweise Schokoladenduft – als Unterfamilie der Kakao-Düfte – zu den Blütenduftfamilien gezählt, obwohl Schokolade kein Referenzobjekt rein pflanzlicher Herkunft, sondern ein Produkt aus pflanzlichen und tierischen Rohstoffen ist.

1.2 Zuordnung zu einer Pilzduft- oder Pilzgeruchsfamilie

Auf der zweiten Klassifikationsebene wird der Pilzgeruch einer bestimmten Pilzduft- bzw. Pilzgeruchsfamilie zugeordnet.

Wie oben festgestellt werden alle Pilzgerüche einer Pilzduft- bzw. Pilzgeruchsfamilie durch ihre gemeinsame Dominante Duftkomponente geeint und sind somit einander ähnlich, aber nicht gleich, da jeder Pilzgeruch neben der Dominanten Duftkomponente auch noch andere Komponenten enthält. Manchmal bleiben diese NebenkompONENTEN im Dufthintergrund und sind nur dadurch spürbar, dass sie der Dominanten Duftkomponente eine besondere Färbung geben und auf diese Weise den artspezifischen Pilzgeruch entstehen lassen. Diese NebenkompONENTEN werden in der Zuordnung des Pilzgeruchs zu einer Familie nicht namentlich angeführt. In anderen Fällen treten aber eine oder mehrere Duftkomponenten neben der Dominanten Duftkomponente so deutlich hervor, dass sie als eigenständige Duftfahnen spürbar sind. Diese weiteren Duftkomponenten werden dann in der Zuordnung des Pilzgeruchs zu einer Familie als ergänzende Duftnote angeführt und ebenso wie die Dominante Duftkomponente mit einem Typsduft referenziert.

1.3 Ergänzende Duftnote

Auf der dritten Klassifikationsebene stehen die Ergänzenden Duftnoten.

Jede Duftkomponente, die mit einem Typusduft referenziert wird, kann eine Dominante Duftkomponente oder eine ergänzende Duftnote in der Beschreibung eines Pilzgeruchs sein. Der Intensitäts- und Dominanzgrad gegenüber den anderen Duftkomponenten entscheidet über ihre Zuordnung. So ist z. B. Bittermandel-Duft die Dominante Duftkomponente von *Inocybe hirtella*, weswegen diese in die Pilzduftfamilie Bittermandel-Duft geordnet wird. Der Bittermandel-Duft ist aber nicht mehr als eine Duftnote im Pilzgeruch von *Ramaria larentii*, weswegen sie dort als Bittermandel-Note ergänzend zur Pilzgeruchsfamilie Jod-Geruch genannt 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 des Komponentenkomplexes verfügt und somit eindeutig zugeordnet werden kann, aber nicht die ganze geruchliche Fülle des Komponentenkomplexes enthält.

1.4 Typusduft *Pilzduft*

Wie in der Einleitung besprochen gibt es in der Fülle unterschiedlichster Pilzgerüche auch den Typusduft *Pilzduft*. Dieser Komponentenkomplex dominiert manche Pilzgerüche oder kommt in einem spezifischen Pilzgeruch nur als untergeordnete Duftfahne vor oder fehlt gänzlich in der Duftzusammensetzung eines Pilzgeruchs. In der Duftbeschreibung einer Art wird daher explizit angeführt, welche Stellung der Typusduft *Pilzduft* im spezifischen Pilzgeruch einnimmt: als eigene Duftfamilie *Pilzduft*, als ergänzende Duftnote oder durch die Anmerkung: ohne Typusduft: Pilz.

1.5 Kombination von Duft- oder Geruchsfamilien mit ergänzenden Duftnoten

Tritt in einem Pilzgeruch eine einzige Komponente so dominant hervor, dass alle anderen Duftkomponenten überlagert werden, steht bei der Duftzuordnung der Art jene *Pilzduft*- bzw. *Pilzgeruchsfamilie*, deren Typusduft diese Dominante Duftkomponente charakterisiert, z. B. Anis-Duft. Andere Pilzgerüche 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 *Pilzduft*- oder *Pilzgeruchsfamilie* der Dominanten Duftkomponente an erster Stelle genannt und die andere(n) Komponente(n) als Duftnote(n) ergänzend erwähnt, z. B. *Neolentinus lepidens*: Anis-Duft mit Milkschokolade-Note. Häufig sind zwei Duftkomponenten gleichermaßen dominant, sodass sich der Pilzgeruch nicht zu der einen oder anderen Familie zuordnen lässt. In diesem Fall werden die Dominanten Duftkomponenten durch einen Bindestrich vereint und es entsteht eine Übergangsfamilie (Doppelfamilie), etwa bei *Bankera violascens*: Getrocknete Sellerieblätter–Tamari-Soyasauce. Ferner werden manche Familien in Unterfamilien gegliedert, so z. B. die Familie Anis-Duft, die die Unterfamilie Anis-Schnaps (Ouzo, Pastis) aufweist.

Wie die Zuordnung zeigt, setzt der Begriff „-familie“ die einzelnen Pilzgerüche einer Pilzduft- bzw. Pilzgeruchsfamilie in Beziehung zueinander. Dabei erfolgt die Zuordnung eines Pilzgeruchs zu einer bestimmten Pilzduft- oder Pilzgeruchsfamilie ausschließlich über ihre gemeinsame Dominante Duftkomponente und spiegelt keine Verwandtschaft im Sinne der Pilzsystematik wieder. So gehören z. B. sowohl *Mycena pura* (*Mycenaceae*) als auch *Calocera viscosa* (*Dacrymycetaceae*) zu den Radischen-Düften.

Am Ende der Pilzgeruchsklassifikation steht nach der Zuordnung eines Pilzgeruchs zu einer Pilzduft- bzw. Pilzgeruchsfamilie und der Nennung von ergänzenden Duftnoten die detaillierte Duftbeschreibung einer Art.

Teil 2: Ergänzende Anmerkungen zu Pilzgerüchen: Duftintensität, Ort der Duftentwicklung (Pilztopologie)

Zur Beschreibung eines Pilzgeruches gehört neben seiner Zuordnung zu einer Pilzduft- bzw. Pilzgeruchsfamilie auch eine Anmerkung zur Intensität des Pilzgeruchs sowie eine Anmerkung zum Ort der Duftentwicklung auf dem Fruchtkörper des Pilzes.

2.1 Duftintensität

Die Stärke des Dufteindruckes wird in der Duftbeschreibung einer Art als schwach, kräftig oder stark angesprochen, wenn die Intensität ein auffälliges Duftmerkmal ist.

Schwach: Der Duft ist so zart/fein/flüchtig, dass man mit erhöhter Aufmerksamkeit am Pilz riechen muss, 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.

Ist die Duftintensität kein auffälliges Merkmal, wird sie in der Geruchsbeschreibung einer Pilzart nicht erwähnt.

2.2 Pilztopologie

Der Geruch einer Pilzart wird entweder von der ganzen Oberfläche des Fruchtkörpers oder von einer Teilregion, d.h. von Hutunterseite, Hutoberseite, Hutrand oder Stiel ausgeströmt. Es können auch unterschiedliche Gerüche von den Teilregionen abgegeben werden.

Bei der Duftbeschreibung wird jene Pilzregion, die eindeutig den charakteristischen Geruch der Pilzart verströmt, genannt.

Methoden

Das Instrument für die Duftuntersuchung ist die menschliche Nase, da die menschliche Riecherfahrung zur Benennung der Dominanten Duftkomponente führt. Duftanalysen mittels Headspace-Technik und dem Verfahren der Gaschromatografie gekoppelt mit

Massenspektrometrie (GC/MS) ermöglichen zwar die Aufschlüsselung eines Pilzgeruchs in einzelne Duftkomponenten und deren mengenmäßige Anteile am Gesamtgemisch, doch kann die chemische Analyse keine Aussage darüber treffen, welche Duftkomponenten von der menschlichen Nase als dominant wahrgenommen werden. Um dieses Phänomen zu veranschaulichen, folgt nun ein Beispiel aus der Welt der Blütendüfte: KAISER (2006) schreibt über den Blütenduft von *Berberis vulgaris* folgendes: „(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-2H-pyrrole zusammen mit 5-Acetyl-3,4-dihydro-2H-pyrrole, die mengenmäßig nur 0,10 % und 0,01 % des Duftgemisches ausmachen, wohingegen die vier Isomere des Flieder-Aldehyds und Flieder-Alkohols zusammen mit 19,40 % und Linalool mit 4,40 % im Duft enthalten sind (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 (Riecherfahrung, das heißt bewusstes Riechen im Alltag und damit Kenntnis von häufigen Geruchstoffen vorausgesetzt), da sinnesphysiologisch betrachtet alle menschlichen Nasen gleich gebaut sind und in etwa über 350 unterschiedliche Riechrezeptoren und über 20 Millionen Riechsinnzellen verfügen (HATT & DEE 2016). Allerdings werden wahrscheinlich bei allen Menschen nicht alle Rezeptorgene zur gleichen Zeit exprimiert, sodass in der Folge nur etwa drei Viertel der olfaktorischen Rezeptoren im Riechepithel zur Verfügung stehen. Hierin liegt vermutlich die Ursache für das Phänomen der spezifischen Anosmie, d. h. der Unfähigkeit, einen bestimmten Geruch wahrzunehmen. Die Forschung geht davon aus, dass spezifische Anosmie einen Schutzmechanismus vor der Überlastung der olfaktorischen Informationsverarbeitungssysteme darstellt. Das Spektrum der in der Riechschleimhaut exprimierten Riechrezeptoren ist jedoch sehr variabel. Die entsprechenden Rezeptorgene können durch das „ökologische Angebot“ und daraufhin eingeleitete epigenetische Prozesse aktiviert werden, d. h. wenn das Individuum häufig mit Riechstoffen in Berührung kommt, für deren sinnliche Wahrnehmung aktuell nicht exprimierte Riechrezeptoren erforderlich sind, werden diese in die Schleimhaut eingelagert. Das bedeutet, dass spezifische Anosmie durch konsequente, forcierte Exposition mit dem Riechstoff behoben werden kann, gegenüber dem die Person anosmisch ist – also eine Form des Riechtrainings (CROY & al. 2016).

Die Beschreibung des Pilzgeruches wird am natürlichen Standort entweder am mit dem Myzel verbundenen Fruchtkörper oder am gepflückten Fruchtkörper vorgenommen. Zur Überprüfung des Geruchs wird der Fruchtkörper nach der Pflückung bei Raumtemperatur berochen.

Um den Pilzgeruch einer Art zu beschreiben, wird die Oberfläche des Fruchtkörpers in Regionen wie Hutoberseite, Hutunterseite, Hutrand oder Stiel eingeteilt und die Duftwahrnehmungen an den unterschiedlichen Pilzregionen notiert.

Wie in der Einleitung bei der Funktion der Pilzgerüche beschrieben dient der Pilzgeruch auch der Anlockung von Insekten zur Ausbreitung der Sporen. Das bedeutet, dass für die Klassifikation und Beschreibung eines Pilzgeruchs der Pilz im Zustand des Sporulierens sein muss und die Witterungsbedingungen für die Anlockung der Insekten

passen müssen. Die Fruchtkörper dürfen weder zu jung noch zu alt sein. Mehrjährige Porlinge sollten gerade aktiv Sporen ausbreiten. Regen und Kälte, eventuell auch Tiefdruck vor dem Regen bewirken meistens ein Versiegen des Pilzgeruches, da der Pilz unter diesen Umständen keine Besucher erwartet.

Riechanleitung

Um differenziert riechen zu können, muss man sich Zeit zum Riechen nehmen und mehrmals tief und sanft den Pilzgeruch einatmen. Bei den verschiedenen Riechdurchgängen soll abwechselnd einmal mit beiden Nasenlöchern gleichzeitig und nach einer kleinen Pause mit jedem Nasenloch einzeln am Pilz 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 zweite auf und alle paar Stunden wechseln sich die Strömungsgeschwindigkeiten in den Nasenlöchern ab (SOBEL & al. 1999). 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 Pilzgerüche 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 so oft mit Riechwiederholungen überprüft, bis ein klares Geruchsbild entsteht. Generell muss man an mehreren Individuen riechen, da Duftkomponenten unterschiedlich stark ausgeprägt sein können. Riechpausen sind ebenso wichtig wie das Riechen selbst, um der Adaptation an Düfte (HATT & DEE 2016) entgegen zu wirken: Manche Duftstoffe werden oft schon im 2. Atemzug nicht mehr wahrgenommen. Erst nach einer minutenlangen Pause reagieren die Riechrezeptoren wieder auf den besonderen Duftstoff-Reiz.

Das bewusste Riechen und Zuordnen von Duftkomponenten ist ein Lernprozess, der zwar nicht von heute auf morgen, aber doch relativ rasch vonstattengeht. Wir nehmen mit jedem Atemzug Gerüche auf und verfügen daher in unserem Gedächtnis über eine große „Duftbibliothek“, die sich täglich erweitert. Es ist daher in erster Linie eine Frage des Trainings, entscheiden zu können, ob wir eine Dominante Duftkomponente, die wir gerade wahrnehmen, tatsächlich neu erfahren oder ob wir sie in einem anderen Duft schon einmal kennengelernt haben und somit eine Verbindung zwischen den beiden Düften herstellen können. Größere Erfahrung in der Zuordnung von Duftkomponenten ist allerdings notwendig, wenn man die duftbestimmenden Komponenten in einem Pilzgeruch benennen möchte, der durch das Zusammenwirken von zwei oder mehreren Komponenten charakterisiert wird.

Literatur

- BÄRTELS, A., 2002: Tropenpflanzen – Zier- und Nutzpflanzen. 5., überarb. Aufl. – Stuttgart: Ulmer.
- BENNETT, J. W., HUNG, R., LEE, S., PADHI, S., 2012: Fungal and bacterial volatile organic compounds: an overview and their role as ecological signaling agents. – In HOCK, B., (Herausg.): Fungal associations, 2nd edn., pp. 373–393. – In ESSER, K., (Gesamtherausg.): The Mycota IX. – Wien, Berlin: Springer.
- 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.
- ERHARDT, W., GÖTZ, E., BÖDEKER, N., SEYBOLD, S., 2008: Zander – Handwörterbuch der Pflanzennamen. 18. Aufl. – Stuttgart: Ulmer.
- ERKER, M., 2021: Pilzdüfte und -gerüche: Eine Studie an Hand von Literatur – Universität Wien, Bachelorthesis.
- FÄLDT, J., JONSELL, M., NORDLANDER, G., BORG-KARLSON, A.-K., 1999: Volatiles of bracket fungi *Fomitopsis pinicola* and *Fomes fomentarius* and their functions as insect attractants. – J. Chem. Ecol. **25**: 567–590.
- FISCHER, M. A., OSWALD, K., ADLER, W., 2023: Exkursionsflora für Österreich und die gesamten Ostalpen, 4. Aufl. – Linz: Biologiezentrum der Oberösterreichischen Landesmuseen. (Im Druck).
- FRAATZ, M. A., ZORN, H., 2010: Fungal flavours. – In: HOFRICHTER, M. (Herausg.): The Mycota X: industrial applications, 2nd edn. pp. 249–264. – Springer, Berlin, Heidelberg, New York: Springer.
- GUO, Y., JUD, W., WEIKL, F. & al., 2021: Volatile organic compound patterns predict fungal trophic mode and lifestyle. – Commun. Bio. **4**: 673. <https://doi.org/10.1038/s42003-021-02198-8>
- HATT, H., DEE, R., 2016: Niemand riecht so gut wie du. 4. Auflage. – München, Berlin: Piper.
- HUTCHINSON, S. A., 1973: Biological activities of volatile fungal metabolites. – Annu. Rev. Phytopathol. **11**: 223–246.
- KAISER, R., 2006: Meaningful scents around the world. – Zürich: Helvetica Chimica Acta, Weinheim: Wiley-VCH.
- KATZER, G., FANSA, J., 2011: Picantissimo – Das Gewürzhandbuch. 2. Aufl. – Göttingen: Die Werkstatt.
- KREISEL, H., (Hrsg.), 1983–1987: Handbuch für Pilzfreunde, 1–5. 2.,3.,4.,5. Auflage. – Jena: VEB G. Fischer.
- LAM, K., TSANG, M., LABRIE, A., GRIES, R., GRIES, G., 2010: Semiochemical-mediated oviposition avoidance by female house flies, *Musca domestica*, on animal feces colonized with harmful fungi. – J. Chem. Ecol. **36**: 141–147.
- LEEDER, A. C., PALMA-GUERRERO, J., GLASS, N. L., 2011: The social network: deciphering fungal language. – Nat. Rev. Microbiol. **9**: 440–451.
- LE LOCH-BONAZZI, C., WOLFF, E., 1991: Characterization of the flavour properties of the cultivated mushroom (*Agaricus bisporus*) and the influence of drying processes (Review). – LWT Food Sci. Technol. **24**: 386–390.
- LUDWIG, E. 2001–2017: Pilzkompodium. 1–4. – Eching: IHW bzw. Berlin: FUNGICON.
- MOLISZEWSKA, E., 2014: Mushroom flavour. – Acta Univ. Lodziana, Folia Biol. Oecol. **10**: 80–88.
- NORDLUND, D. A., LEWIS, W.J., 1976: Terminology of chemical releasing stimuli in intraspecific and interspecific interactions. – J. Chem. Ecol. **2**: 211–220.
- ÖMG, ÖSTERREICHISCHE MYKOLOGISCHE GESELLSCHAFT, 2021–laufend: Mykologische Datenbank. Bearbeitet von KRISAI-GREILHUBER, I., FRIEBES, G., (Fortsetzung von DÄMON, W., HAUSKNECHT, A., KRISAI-GREILHUBER, I.: Datenbank der Pilze Österreichs). – Mykologische Datenbank (pilzdaten-austria.eu)
- OSCHATZ, M.-L., 2018: Blütenduft- und Blütengeruchsfamilien, eine Klassifikation für Blütendüfte – Neilreichia **9**: 95–117.
- OSCHATZ, M.-L., 2023: Blütenduft- und Blütengeruchsfamilien, eine Klassifikation für Blütendüfte. – In FISCHER, M. A., OSWALD, K., ADLER, W.: Exkursionsflora für Österreich und die gesamten Ostalpen, 4. Aufl. – Linz: Biologiezentrum der Oberösterreichischen Landesmuseen. (Im Druck).
- SOBEL, N., KHAN, R. M., SALTMAN, A., SULLIVAN, E. V., GABRIELI, J. D. E., 1999: Olfaction: the world smells different to each nostril. – Nature (London) **402** (6757): 35.