

Pilzbestimmung mit Hilfe der Maximum-Detektion

A. MENDT, M. GEORGI

Lehrstuhl für Stoffwechselphysiologie, Fakultät für Biologie, Universität Bielefeld
D-4800 Bielefeld 1

Eingegangen am 5.12.1989

Mendt, A. & M. Georgi (1990) – Determination of mushrooms by maximum-detection. *Z. Mykol.* 56(1): 187–198.

Key Words: Determination, mushroom, Computer

Summary: Different methods for the determination of fungi are discussed with their advantages and disadvantages. A Computer program was developed for the method of „maximum-detection“: Characteristics of an observed fungus are compared with a list of characteristics existing for each fungus. Each conformity is honored by a bonus, so that at the end the most resembling fungus reaches the highest bonus. This probably is the sought one. The computer program allows the determination of *Agaricales* by optional characteristics. In the future the methods of Artificial Intelligence will lead to user-friendly determination programs.

Zusammenfassung: Unterschiedliche Verfahren zur Bestimmung von Pilzen werden mit ihren Vor- und Nachteilen diskutiert. Bei der Maximumdetektion werden beobachtete Pilzmerkmale mit einer für jede Art vorgegebenen Merkmalsliste abgeglichen. Jede Übereinstimmung wird mit einem Bonus honoriert, so daß am Ende des Abgleichs die ähnlichste Art die höchste Bonuspunktzahl erreicht hat und wahrscheinlich die gesuchte darstellt. Ein für die Durchführung der Maximumdetektion entwickeltes Computerprogramm erlaubt die Bestimmung von Arten der *Agaricales* nach wahlfreien Merkmalen. In Zukunft werden mit den Methoden der künstlichen Intelligenz immer anwenderfreundlichere Bestimmungsprogramme entstehen.

Einleitung:

Pilze und andere Organismen lassen sich in ihren Merkmalen nicht einfach erfassen. Genetisch und ökologisch bedingt, zeigen sie ein so breites Variabilitätsspektrum, daß die Beschreibung bestimmter Merkmale oft vage bleiben muß, um allen Vertretern der Art gerecht zu werden, was den Bestimmungsvorgang erheblich erschwert. Dies stellt ein grundlegendes Problem dar, dessen Lösungsansätze hier anhand der Pilzbestimmung diskutiert werden sollen.

Dichotomer Schlüssel

In den dichotomen Schlüsseln (exklusiv-oder-Schlüssel) wird durch Abfrage zunächst derjenigen Merkmale, die sich eindeutiger als andere feststellen lassen, weil sie ziemlich konstant oder sehr markant erscheinen, eine Einteilung in größere Gruppen vorgenommen. Zum Beispiel steht bei den *Agaricales* zumeist eine Einteilung nach der Sporenstaubfarbe am Beginn des Bestimmungsvorgangs, da dieses Merkmal relativ konstant ist. Aber bereits hier, wie erst recht bei den sich anschließenden Abfragen für andere Merkmale zeigt sich in \pm großem Ausmaß das Problem, daß ein beobachtetes Merkmal mit keinem der zum

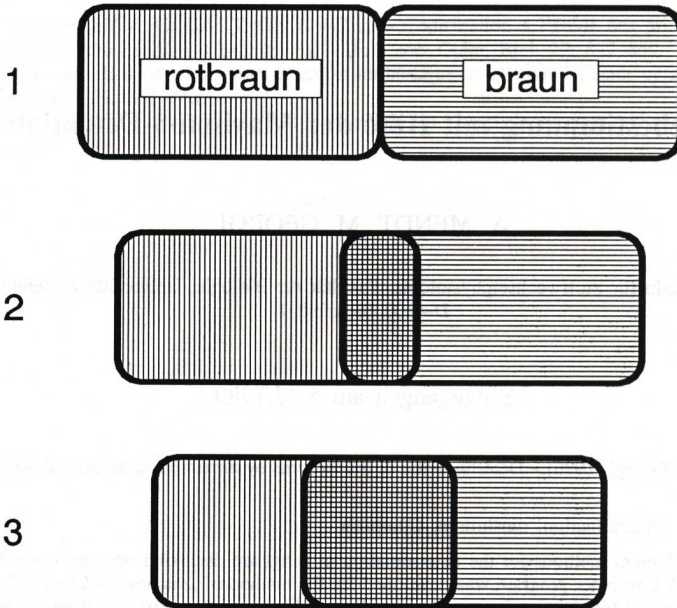


Abb. 1) Schnittmengenproblem bei der Entscheidungsfindung gezeigt anhand der Farbausprägung rotbraun oder braun (z.B. Hutfarbe)

1. Idealfall: Es existieren keine Fruchtkörper, die sowohl der einen als auch der anderen Farbe zugeordnet werden können.
2. Normalfall: In einigen Fällen treten Fruchtkörper auf, die keiner der beiden Farben eindeutig zugeordnet werden können; hier dargestellt als Schnittmenge.
3. Kritischer Fall: Sehr viele Fruchtkörper können nicht eindeutig zugeordnet werden. Für einen dichotomen Schlüssel nicht geeignete Gegenüberstellung zur Entscheidungsfindung.

Vergleich angegebenen Kriterien übereinstimmt. Dies beruht u.a. darauf, daß im Schlüssel die Variabilität eines Merkmals nicht in ihrem ganzen Ausmaß berücksichtigt wird, so daß der Pilz mit seinem Merkmal zwischen den vorgesehenen Auswahlkriterien liegt. („Schnittmenge“, siehe Abb. 1). Hinzu kommt, besonders bei Anfängern, die falsche Einschätzung oder das Nichterkennen eines Merkmals. Aus diesen Gründen kann der falsche Weg zur weiteren Bestimmung eingeschlagen werden.

Kennzeichnend für einen streng hierarchisch angelegten Suchbaum (Abb. 2) ist, daß eine einzige Fehlentscheidung im Sinne des Schlüssels die Bestimmung des Pilzes unmöglich macht. In einigen Schlüsseln werden daher Querverweise eingeführt, die die Bestimmung im Einzelfall nach einer Fehlentscheidung doch noch möglich machen (Abb. 2). Die Anzahl solcher Quer- oder Rückverweise muß natürlich beschränkt bleiben, um den Schlüssel nicht unübersichtlich werden zu lassen.

Hauptziel bei der Erstellung eines dichotomen Schlüssels muß also sein, die Möglichkeiten einer Fehlentscheidung zu minimieren und kritische Entscheidungsfälle zu vermeiden.

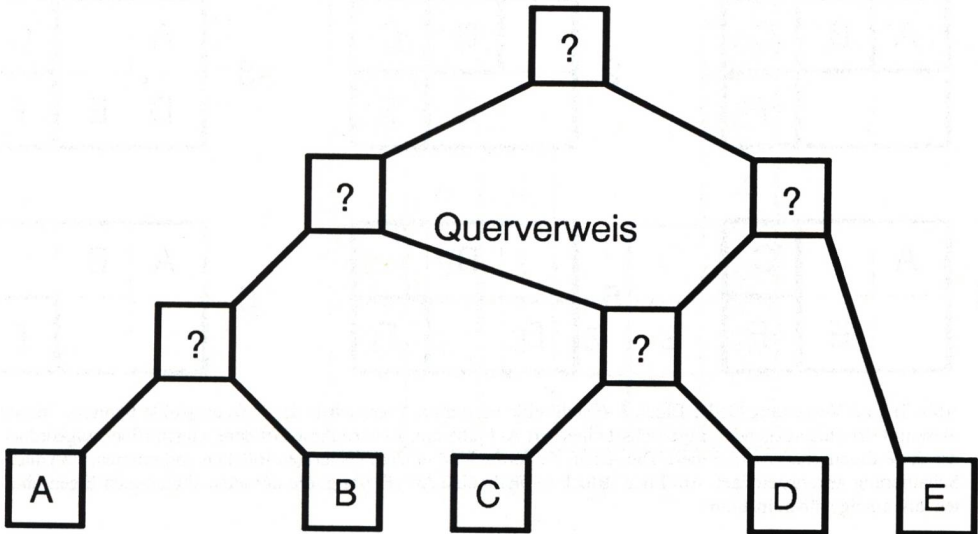


Abb. 2) Binärer Suchbaum als Beispiel für einen dichotomen Schlüssel. A, B, C, D und E stellen unterschiedliche Arten dar. Der Bestimmungsvorgang läuft von oben nach unten, wobei pro Knoten eine entweder-oder Entscheidung zu treffen ist, bis eine der Arten erreicht wird. Durch Einführung von Querverweisen wird die streng hierarchische Struktur durchbrochen. So erlaubt das Beispiel das Erreichen der Endziele C und D, auch wenn die erste Entscheidung nicht zutreffend war.

Synoptischer Schlüssel

Einen anderen Weg verfolgen die synoptischen Schlüssel (und-Schlüssel). Bei diesen wird wahlfrei ein Merkmal ausgewählt, um anschließend aus einer Liste, die sich auf dieses Merkmal bezieht, alle Arten, die diese Eigenschaft besitzen, zu entnehmen. Dieser Vorgang wird mit mehreren Merkmalen wiederholt und jeweils nur diejenige Art in der Liste der möglichen Kandidaten belassen, auf die bisher alle Merkmale zutrafen. So wird der Kreis der in Frage kommenden Arten immer weiter reduziert, bis am Ende nur eine einzige, nämlich die zu bestimmende, auf der Liste verbleibt (Abb. 3). Diese Methode erfordert einen großen Zeitaufwand zum Durchsehen der entsprechenden Listen und eignet sich daher vernünftigerweise nur für die EDV. Dobbitsch (1988) beschreibt ein Computerprogramm, das nach diesem Prinzip arbeitet.

Synoptische Schlüssel besitzen den Vorteil, daß schwierig festzustellende Merkmale ausklammert werden können, da die Möglichkeit besteht, zunächst unzweifelhaft feststellbare zu bearbeiten. Um die Liste der in Frage kommenden Arten jedoch weiter einzuzengen, müssen schließlich doch noch mehrere nicht triviale Entscheidungen getroffen werden.

Der Nachteil des synoptischen Schlüssels ist prinzipiell der gleiche wie bei dem dichotomen: Eine einzige Fehlentscheidung führt zur Streichung der tatsächlich zu bestimmenden Art aus der Liste der Kandidaten. Eine Abmilderung dieser Schlüsseleigenart wird für dichotome Schlüssel durch den Einbau von Querverweisen bewerkstelligt. Bei synopti-

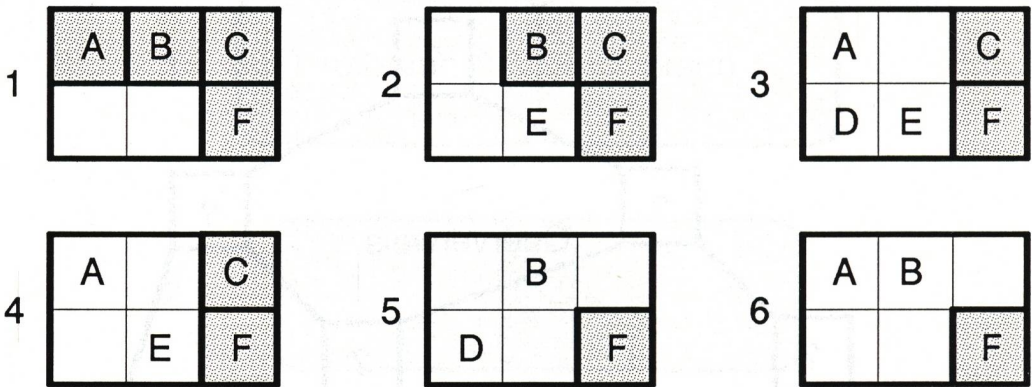


Abb. 3) Und-Verkettung: Jeder Block 1–6 stellt eine bestimmte Eigenschaft dar (z.B. amyloide Sporen). Stimmt diese mit der entsprechenden Eigenschaft einer Art A–F überein, so wird diese Art demjenigen Block zugeordnet, der diese Eigenschaft repräsentiert. Die Arten, die fortlaufend in allen bisherigen Blöcken vorkommen, sind durch Schattierung gekennzeichnet. Am Ende (Block 6) bleibt eine Art (F) übrig, die mit allen abgefragten Eigenschaften als einzige übereinstimmt.

schen Schlüsseln liegt die Möglichkeit nahe, daß die jeweilige Art nicht sofort gestrichen wird, wenn sie das erste Mal in der Liste einer bestimmten Eigenschaft nicht auftaucht, sondern erst dann, wenn sie in einer weiteren Liste fehlt.

Maximumdetektion

Ein dritter Weg umgeht die oben beschriebenen Probleme der bisher vorgestellten Schlüssel, hier werden z.T. sogar mehrere Fehlentscheidungen bei der Deutung von Merkmalen hingenommen und trotzdem die richtige Art ermittelt. Angewandt wird das Verfahren der sog. Maximumdetektion.

Wie beim synoptischen Schlüssel können hier die festgestellten Merkmale in beliebiger Reihenfolge zur Auswertung herangezogen werden. Für jede Art existiert eine Eigenschaftsliste. Findet sich das festgestellte Merkmal auf dieser Liste, so erhält die entsprechende Art einen Bonus. Ebenso werden die Listen aller anderen im Schlüssel vorhandenen Arten überprüft, so daß am Ende dieses Vorgangs alle Arten, auf die das Merkmal zutrifft, einen Bonus erhalten haben. Wird der gesamte Vorgang mit anderen Merkmalen mehrmals wiederholt, so erhält die Art, die mit der zu bestimmenden übereinstimmt, schließlich als einzige 100 Prozent der Bonuspunkte. Ähnliche Arten werden einen großen Teil der Bonuspunkte erreichen, unähnliche nur einen geringen, wobei ähnlich nicht zwingend auch verwandt bedeuten muß (Abb. 4). Werden einige Merkmale falsch eingeschätzt, so verringert sich der Abstand zwischen der erstplazierten und den nachfolgenden ähnlichen Arten entsprechend.

Im Folgenden wird eine praktische Anwendung des Verfahrens der Maximumdetektion vorgestellt.

Material und Methoden:

Als Grundlage dienten die *Agaricales* eines ausgewählten Gebiets in Bielefeld, des Ochsenbergs, wie sie von Sonneborn (1981) in einem Zeitraum von 4 Jahren dort festge-

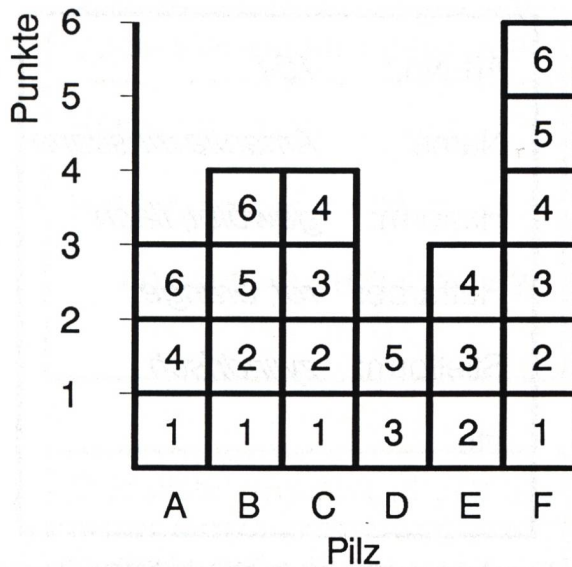


Abb. 4) Maximumdetektion: Die Arten A–F werden in diesem Beispiel untersucht. Die Eigenschaften 1–6 schlagen jeweils mit einem Bonuspunkt zu Buche, wenn sie mit den entsprechenden Eigenschaften der beobachteten Pilze übereinstimmen. Nur Art F entspricht in allen Punkten den geforderten Eigenschaften und erhält 100 % der Bonuspunkte. Auch eine einmalige Fehlinterpretation würde diese Art nicht vom ersten Rang verdrängen, bei einer zweiten Fehlinterpretation müßte sie sich den ersten Rang mit den Arten B und C teilen.

stellt werden konnten, da eine Voraussetzung für jedes Bestimmungsverfahren die Erfassung möglichst aller vorkommenden Arten ist. Die Anzahl und Vielfalt der Arten erschien groß genug, um das Verfahren auf dieser Grundlage einer kritischen Prüfung unterziehen zu können. Für jeden der ca. 180 aufgeführten *Agaricales* des Gebiets wurde eine Merkmalsliste angelegt und dort die Eigenschaften der Art, ermittelt größtenteils nach Literaturangaben (Michael, Hennig, Kreisel 1983–1987 und Bon 1988, notiert. Dabei waren auch widersprüchliche Angaben zu berücksichtigen (Abb. 5).

Da die Durchführung der Maximumdetektion von Hand zu zeitaufwendig ist, wurde ein Computerprogramm entwickelt, das diese Arbeit übernimmt. Hierzu wurden die unterschiedlichen Erscheinungsformen eines Merkmals in Zahlencodes umgesetzt (Abb. 6) und für die Datenverarbeitung wie folgt aufbereitet: Jedes Merkmal wird gleichartig bewertet, und zwar mit der maximalen Bonuspunktzahl=3 bei Übereinstimmung von Code und beobachteter Erscheinungsform. Da häufig (z.B. bei Farben und Größen) infolge der oben erwähnten Variabilität der Merkmale Abweichungen in den Erscheinungsformen von Fruchtkörper zu Fruchtkörper auftreten, können pro Merkmal mehrere Möglichkeiten zugelassen werden. Für weniger wahrscheinliche, aber doch in Frage kommende Erscheinungsformen werden 1 oder 2 Bonuspunkte vergeben. Zur Abkürzung können mehrere Erscheinungsformen in aufsteigender Folge zusammengefaßt werden (Abb. 7). Das Programm ermittelt aufgrund dieser Daten bei Eingabe der Erscheinungsform eines Merkmals jedesmal die Bonuspunktzahl für alle in der Codetabelle vorhandenen Arten. Für jede Art

Art-No.:	<i>124</i>
Name:	<i>Amanita muscaria</i>
Hutform:	<i>gewölbt, flach</i>
Hutfarbe:	<i>rot, orange</i>
Stielform:	<i>zylindrisch</i>
etc.	

Abb. 5) Erfassung von Eigenschaften (Auszug): Jede Art erhält eine Nummer. Darunter werden alle Merkmale mit ihren bekannten Merkmalsausprägungen festgehalten.

HUTFARBE	
rot	=1
orange	=2
grün	=3
gelb	=4

Abb. 6) Codierung von Merkmalen: Für alle Merkmale wird eine Liste mit allen möglichen Merkmalsausprägungen, die eine laufende Nummer erhalten, angelegt, um sie für die EDV zugänglich zu machen.

gesondert wird die Summe der bisher erreichten Bonuspunkte festgehalten und kann auf Wunsch abgefragt werden. Zur Erleichterung der Übersicht werden die Artnamen nach bisher erreichter Bonuspunktsumme sortiert angezeigt, so daß an erster Stelle die Art mit der höchsten Gesamtsumme steht. Stimmen die beobachteten Merkmale voll mit denen der Codetabelle, also den theoretischen Werten, überein, so erhält der beobachtete Pilz 100 Prozent der vorgesehenen Bonuspunkte (Abb. 8).

Um die Literaturangaben mit den tatsächlichen Merkmalsausprägungen abzugleichen und um eine sinnvolle Bandbreite der Vergabe der Bonuspunktzahlen 1, 2 oder 3 zu gewährleisten, wurden für einige Arten die Erscheinungsformen verschiedener Merkmale exemplarisch am Standort ermittelt.

Codeliste: <i>Amanita muscaria</i>
Hutfarbe: 1 < 3 = 3, 4 = 1
Hutdurchmesser: 30 < 40 = 2, 40 < 100 = 3, 100 < 130 = 2

Codeliste: <i>Amanita phalloides</i>
Hutfarbe: 3 = 3
Hutdurchmesser: 30 < 40 = 2, 40 < 100 = 3, 100 < 120 = 2

Abb. 7) Punktliste für die EDV: Jede Art wird mit allen codierten Merkmalen erfasst. Die Angabe der Hutfarbe bezieht sich auf Abb. 6, wobei mehrere Merkmalsausprägungen zusammengefasst werden können (z.B. 1 < 3 = 3). Die Angabe des vorgesehenen Hutdurchmessers erfolgt direkt in der Einheit Millimeter.

Ergebnisliste	
Erreichbare Punktzahl:	6

1. <i>Amanita phalloides</i> :	6
2. <i>Amanita muscaria</i> :	3

Abb. 8) Ergebnis eines Bestimmungsvorgangs: Von den zwei untersuchten Merkmalsausprägungen (z.B. grüner Hut mit einem Durchmesser von 60 mm) treffen zwei auf die erste Art und nur eine auf die zweite Art zu.

Das Computerprogramm wurde auf einem IBM-kompatiblen Rechner in der Programmiersprache Turbo C entwickelt und besteht aus einem Eingabeteil zur Erfassung der Merkmalscodes und dem Bestimmungsprogramm, das die Codes in Klartext rückübersetzt, so daß die Bedienung sehr einfach ist. Voraussetzung für einen ordnungsgemäßen Ablauf des Bestimmungsvorgangs ist, daß für alle Arten sämtliche Merkmale vorliegen.

Ergebnisse und Diskussion:

Der Vergleich der Merkmalsausprägungen an unterschiedlichen Standorten in dem ausgewählten Gebiet in Bielefeld mit den Literaturwerten ergab z.T. Abweichungen, die bei der Erfassung der Merkmalscodes entsprechend berücksichtigt wurden. Insbesondere fiel auf, daß Größenangaben in der Literatur meist auch junge Fruchtkörper berücksichtigen. Die Anzahl der Untersuchungen reichte allerdings nicht aus, um die Vergabe der Bonuspunkte für einzelne Merkmale zu standardisieren (Abb. 9).

Um eine Übersicht über die Möglichkeiten und Grenzen der Maximumdetektion zu gewinnen, wurde für mehrere Arten das komplette Optimalspektrum der Eigenschaften zur Grundlage der Bewertung gemacht, d.h. die zu bestimmende Art erhielt 100 Prozent der Bonuspunkte durch Auswahl der in der Codetabelle für sie vorgesehenen Erscheinungsformen. Bei Berücksichtigung der tatsächlich vorliegenden Merkmalsausprägungen können, wenn diese für die Art z.T. untypisch bzw. nicht vorgesehen sind, entsprechend weniger Bonuspunkte, z.B. 90 %, erreicht werden. Abb. 10 zeigt anhand von *Clitocybe nebularis* den Stand der Auswertung unter Berücksichtigung von 45 Merkmalen. Der Abstand zur zweitplazierten Art beträgt 21 Punkte, d.h. es hätte die Möglichkeit bestanden (21:3=) 7 Merkmale falsch (im Sinne der vorgesehenen Erscheinungsformen) zu interpretieren, ohne

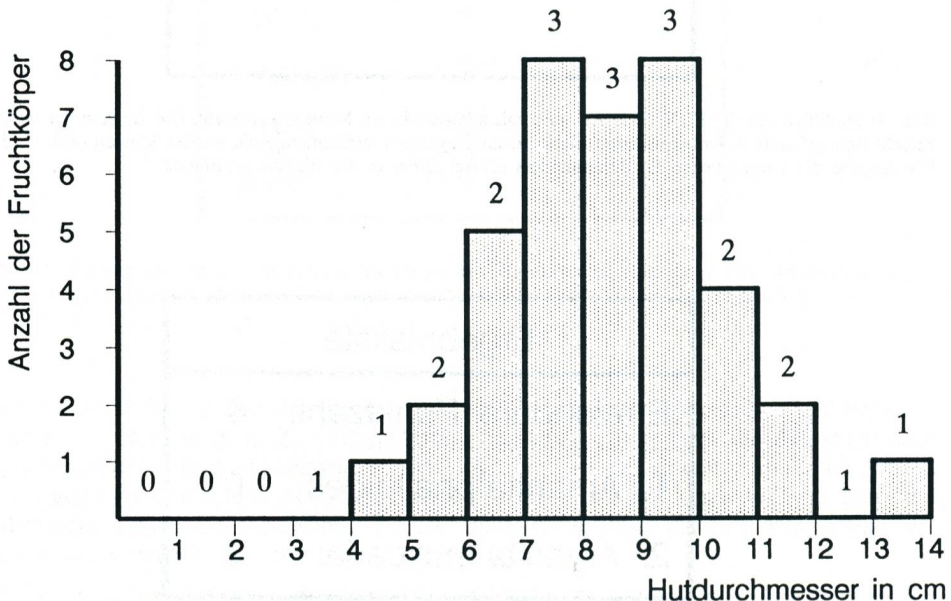


Abb. 9) Hutdurchmesser verschiedener Fruchtkörper von *Megacollybia plathyphylla*. Es resultiert im Prinzip eine Normalverteilungskurve. Die Zahlen über den Balken für die einzelnen Häufigkeiten stellen einen willkürlichen Vorschlag für die Bonuspunkteverteilung dar.

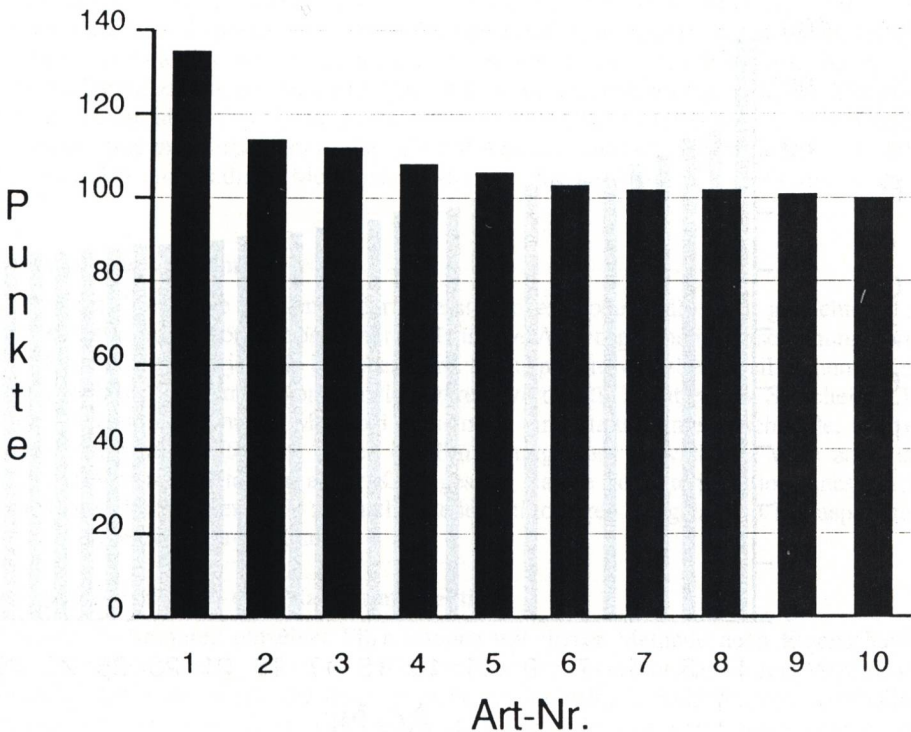


Abb. 10) Rangliste der Arten nach Bearbeitung von 45 Eigenschaften, die auf *Clitocybe nebularis* zutreffen. Die Nummern bedeuten im einzelnen:

1. *Clitocybe nebularis* 2. *Lepista irina* 3. *Tricholoma columbetta* 4. *Tricholoma ustale* 5. *Tricholoma sejunctum* 6. *Tricholoma saponaceum* 7. *Agaricus arvensis* 8. *Lepista nuda* 9. *Lepista gilva* 10. *Pluteus atricapillus*.

daß die Art vom ersten Platz verdrängt worden wäre. Dabei wird vorausgesetzt, daß diese Punkte nicht gezielt einer anderen Art zugeschlagen werden, z.B. der zweitplazierten, was sich nach den bisherigen Erfahrungen aber als unwahrscheinlich herausgestellt hat; sie werden vielmehr häufig statistisch verteilt.

Abb. 11 zeigt einen realen Kurvenverlauf nach Interpretation aller vorgesehenen Merkmale. Dabei fällt auf, daß die erstplazierte Art einen deutlichen Vorsprung vor der zweitplazierten erreicht hat, einige nachfolgende Arten mit kleinen Abständen folgen, und sich der Rest der Pilze zwischen ca. 70 % und ca. 40 % bewegt (nicht komplett abgebildet), was im Folgenden als „Ähnlichkeitsrauschen“ bezeichnet wird. Der Abstand von Erst- zu Zweitplaziertem hängt im wesentlichen von der Ähnlichkeit der Arten einer Gattung ab; bei einigen Inocyben werden die Abstände wohl so gering sein, daß u.U. bei einigen Fehlinterpretationen die tatsächliche Art vom ersten Platz der Rangfolge abrutscht. Daraus folgt, daß im Falle geringer Punktabstände des Ersten zu den Nächstplazierten auch die nachfolgenden Arten anhand der Literatur auf Infragekommen überprüft werden sollten. Das Ähnlichkeitsrauschen resultiert hauptsächlich aus zwei Quellen: 1. Bei der Festlegung der möglichen Erscheinungsformen eines Merkmals wurde sehr großzügig verfahren, wodurch einerseits das Erreichen einer hohen Bonuspunktzahl durch die tatsächlich zu be-

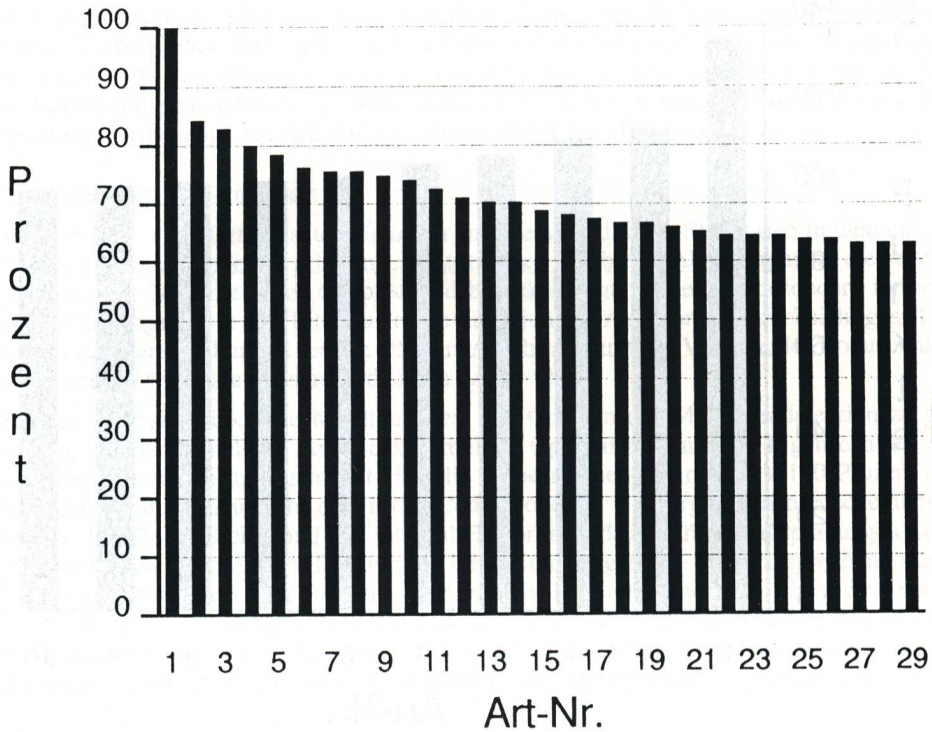


Abb. 11) Reales Beispiel für die erreichten Prozentzahlen nach Bearbeitung aller Merkmale, wieder bezogen auf *C. nebularis* Art-Nr. 1

stimmende Art gewährleistet ist, andererseits auf Grund dieser Toleranz aber auch das Punktekonto der anderen Arten leichter aufgefüllt wird. Der Grund für diese Verfahrensweise liegt darin, daß die tatsächlich zu bestimmende Art möglichst immer pro Merkmal drei Bonuspunkte erreichen soll, die anderen Arten die zusätzlich anfallenden Punkte jedoch statistisch verteilt erhalten, wodurch letztlich die zu bestimmende Art bevorzugt wird. 2. Viele Merkmale treffen auf fast alle Arten gleichermaßen zu, z.B. die Erscheinungszeit der Fruchtkörper im Herbst, milder Geschmack oder Wachstum im Wald, d.h. sie sind nicht besonders entscheidungsrelevant, führen aber zur Erhöhung des Gesamtpunktestands.

Sollen nicht alle Merkmale zur Bestimmung herangezogen werden, weil einige nicht bekannt sind (z.B. Wuchsort) oder soll das Verfahren abgekürzt werden, so kann die Bestimmung auch mit einer beliebig geringen Zahl von Merkmalen durchgeführt werden. Dabei ist es sinnvoll, zunächst bevorzugt offensichtlich entscheidungsrelevante Merkmale heranzuziehen, wie auffällige Farbe, Geruch oder Sporengröße, so daß unter günstigen Umständen schon nach wenigen Auswertungsschritten die Identität der zu bestimmenden Art auf Grund eines gewissen Bonuspunktevorsprungs vermutet werden kann.

Anhand der Rangliste (Abb. 10) lassen sich Beziehungen zwischen den Arten mit den höchsten Punktzahlen feststellen. Verwandte Arten, wie z.B. Arten einer Gattung, stehen oft zusammen auf den vorderen Plätzen, jedoch nur, wenn sie nicht nur in ihren gattungs-

spezifischen Merkmalen, sondern auch in weiteren Punkten übereinstimmen (z.B. *Clitocybe nebularis* und *Lepista irina*, aber nicht unmittelbar *L. nuda*). Auch stehen häufig Gattungen einer Familie mit der zu bestimmenden Art zusammen. Oft erhalten Arten, die mit der zu identifizierenden weniger verwandt sind wegen einer großen Zahl von Übereinstimmungen, die aber nicht gattungs-(familien-)relevant sind, dennoch eine hohe Punktzahl, ebenso wie manchmal Arten, die, wie z.B. *Agaricus arvensis* (76 %, siehe Abb. 10), nur in zunächst unauffälligen Merkmalen (Mikromerkmale, Maße, Formen) übereinstimmen.

Gewichtung der Merkmale

Die einzelnen Merkmale wurden in der zu erstellenden Codetabelle nicht gewichtet, d.h. bei Übereinstimmung von beobachteter und für die Art vorgesehener Erscheinungsform eines Merkmals werden jeweils höchstens drei Bonuspunkte vergeben, weil es unmöglich schien, „wichtige“ Merkmale von „unwichtigeren“ vernünftig abzutrennen. So scheint z.B. ein roter Hut ein markanteres Merkmal zu sein als eine glatte Lamellenschneide, weil er weniger häufig anzutreffen ist. Durch die Einführung einer Gewichtung wäre aber das Prinzip der Maximumdetektion außer Kraft gesetzt, da die Fehlinterpretation eines einzigen hochgewichteten Merkmals zur nicht wieder aufholbaren Vergabe von Bonuspunkten an eine falsche Art führen könnte.

Weitere Eigenschaften der Maximumdetektion

Neben der Bestimmung einzelner Pilze können mit dieser Methode auch Eigenschaftsgruppen ermittelt werden, indem eine Kombination von zwei oder mehreren Merkmalen untersucht wird. Werden z.B. die Arten gesucht, die im Frühjahr fruktifizieren, so erhalten nach Auswahl der Eigenschaft „Fundzeit = Mai“ nur diejenigen Arten Bonuspunkte, die für diese Merkmalsausprägung vorgesehen sind; entsprechend belegen sie auf der Ergebnisliste alle vorderen Plätze. Auf diese Weise können ökologische und morphologische Zusammenhänge ermittelt werden, und zwar besonders bei der Zusammenschau mehrerer Merkmale: Stehen Hutdurchmesser und Sporengröße in einer Beziehung zueinander? Hängen Hutform und Abundanz vom Standort ab?

Künstliche Intelligenz:

Seit einigen Jahren ist der Begriff der „Künstlichen Intelligenz“ (kurz: KI) im Gespräch, und zwar für Computerprogramme, die z.B. menschliches Kombinationsvermögen zu simulieren versuchen. Soll das Wissen eines Experten durch ein Programm simuliert werden, so spricht man von einem „Expertensystem“. Ein gutes Expertensystem sollte in der Lage sein zu kombinieren und hinzuzulernen, um ein Problem, in diesem Falle die Bestimmung eines Pilzes, möglichst sicher und schnell zu lösen. Besonders im medizinischen Bereich wurden bereits etliche Programme entwickelt, die bei der Diagnose von Krankheiten helfen sollen. Die unterschiedlichen Methoden der KI, die zur Erstellung eines Expertensystems herangezogen werden können, werden an dieser Stelle nicht beschrieben. Es existieren mehrere Werke (z.B. Stede 1987 oder Schildt 1987), die in diese Materie einführen. Es werden wohl noch mehrere Jahre vergehen, bis solche Expertensysteme in der Praxis der Pilzbestimmung eingesetzt werden können.

Anmerkung:

Das vorgestellte Programm eignet sich für jeden IBM-kompatiblen PC mit beliebiger Grafikkarte; es kann gegen Erstattung der Porto- und Materialkosten bei oben angegebener An-

schrift bezogen werden. Die Auslieferung erfolgt auf zwei Disketten, die neben dem Bestimmungsprogramm auch eine Bedienungsanleitung und ein Eingabeprogramm, das die Aufnahme neuer Pilze und ihrer Merkmale erlaubt, enthalten.

Literatur:

- BON, M. (1988) – Pareys Buch der Pilze. Hamburg, Berlin.
DOBBITSCH, P. (1988) – Über Möglichkeiten des Computereinsatzes in der Mykologie. Z. Mykol. 54(1): 113–118.
MICHAEL, E., B. HENNIG & H. KREISEL (1983, 1985, 1987) – Handbuch für Pilzfreunde. Bände I, III und IV. Jena.
SCHILDT, H. (1987) – Artificial Intelligence Using C. Berkeley.
SONNEBORN, I. & W. SONNEBORN (1981) – Mehrjährige Beobachtungen der Pilzflora in den Waldgesellschaften des Ochsenberges in Bielefeld. 25. Bericht des Naturwissenschaftlichen Vereins Bielefeld: 201–224.
STEDE, M. (1987) – Einführung in die künstliche Intelligenz. Hannover.



Deutsche Gesellschaft für Mykologie e.V.
German Mycological Society

Dieses Werk stammt aus einer Publikation der DGfM.

www.dgfm-ev.de

Über [Zobodat](#) werden Artikel aus den Heften der pilzkundlichen Fachgesellschaft kostenfrei als PDF-Dateien zugänglich gemacht:

- **Zeitschrift für Mykologie**
Mykologische Fachartikel (2× jährlich)
- **Zeitschrift für Pilzkunde**
(Name der Hefreihe bis 1977)
- **DGfM-Mitteilungen**
Neues aus dem Vereinsleben (2× jährlich)
- **Beihefte der Zeitschrift für Mykologie**
Artikel zu Themenschwerpunkten (unregelmäßig)

Dieses Werk steht unter der [Creative Commons Namensnennung - Keine Bearbeitungen 4.0 International Lizenz](#) (CC BY-ND 4.0).



- **Teilen:** Sie dürfen das Werk bzw. den Inhalt vervielfältigen, verbreiten und öffentlich zugänglich machen, sogar kommerziell.
- **Namensnennung:** Sie müssen die Namen der Autor/innen bzw. Rechteinhaber/innen in der von ihnen festgelegten Weise nennen.
- **Keine Bearbeitungen:** Das Werk bzw. dieser Inhalt darf nicht bearbeitet, abgewandelt oder in anderer Weise verändert werden.

Es gelten die [vollständigen Lizenzbedingungen](#), wovon eine [offizielle deutsche Übersetzung](#) existiert. Freigebiger lizenzierte Teile eines Werks (z.B. CC BY-SA) bleiben hiervon unberührt.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Zeitschrift für Mykologie - Journal of the German Mycological Society](#)

Jahr/Year: 1990

Band/Volume: [56_1990](#)

Autor(en)/Author(s): Mendt A., Georgi M.

Artikel/Article: [Pilzbestimmung mit Hilfe der Maximum-Detektion 187-198](#)