



# Amanita muscaria: Ökologie, Chemie, Mythen

von Quentin Carboué \* und Michel Lopez

Encyclopedia 2021, 1(3), 905-914; <https://doi.org/10.3390/encyclopedia1030069>

Open access article – deutsche Übersetzung ohne Gewähr



## 1. Einleitung

Dank seines auffälligen roten Hutes mit weißen Flecken ist *Amanita muscaria* der ikonischste Pilz der modernen Volkskultur. In vielen Sprachen wird er im Volksmund Fliegenpilz genannt. In einer Schale mit Milch eingeweicht, wurde er in Europa jahrhundertlang zum Fliegenfangen in Häusern verwendet, da er Fliegen anlockt und berauscht. Obwohl dieser Pilz, wenn er frisch verzehrt wird, als giftig gilt, wird er in vielen Ländern wie Italien und Mexiko als essbar angesehen. Es gibt viele traditionelle Rezepte, bei denen der Pilz gekocht wird. Das Wasser, das die meisten der wasserlöslichen Giftstoffe enthält, wird dann verworfen. In Japan wird der Pilz getrocknet, 12 Wochen lang in Salzlake eingeweicht und vor dem Verzehr mehrmals gewaschen. Die Faszination, die von diesem Pilz ausgeht, ist jedoch nicht neu oder auf kulinarische Zwecke beschränkt; sein Verzehr durch den Menschen reicht Tausende von Jahren zurück und prägte religiöse und spirituelle Vorstellungen, vor allem in den neolithischen Gesellschaften Sibiriens. Der symbolische Reiz, den der Fliegenpilz auf unsere kollektive Vorstellungskraft ausübt, findet sich in zahlreichen Darstellungen, Mythen und Legenden. Einige Beispiele sind Lewis Carolls *Alice im Wunderland*, die *Super-Mario*-Videospielreihe und die Installationen des deutschen Künstlers Carsten Höller. In diesem Kapitel werden verschiedene Aspekte von *A. muscaria* vorgestellt, die sich mit seiner Ökologie, seiner chemischen Zusammensetzung und seinen pharmazeutischen Eigenschaften sowie mit Merkmalen der Ethnomykologie befassen.

## 2. Ökologische Entwicklung und Anwendungen

*A. muscaria* ist ein Pilz, der zur Abteilung der Basidiomycota, zur Ordnung der Agaricales und zur Familie der Amanitaceae gehört. Der Durchmesser des Pilzhutes liegt normalerweise zwischen 4 und 21 cm, kann aber auch 50 cm erreichen. Er zeichnet sich durch eine konvexe bis flache Form aus und hat eine leuchtend rote Farbe. Es gibt jedoch verschiedene Varietäten mit einer großen phänotypischen Vielfalt, insbesondere hinsichtlich der Hutfarbe, z. B. ist *Amanita muscaria* var. *guessowii* gelb, während *A. muscaria* var. *flavivolvata* und *Amanita muscaria* var. *inzengae* orange mit gelblichen Warzen sind. *A. muscaria* var. *alba* ist ganz weiß, obwohl noch unklar ist, ob es sich um eine eigene Varietät oder eine weiße Variante der Varietät *flavivolvata* handelt. Als Überbleibsel des universellen Velums ist der Hut mit weißen Warzen bedeckt und der Stiel hat eine auf konzentrische Ringe begrenzte Volva.

Die Basidiosporen werden während der Fruchtzeit aus den Basidien freigesetzt, normalerweise nach einem Regenschauer. Es handelt sich um einen Ektomykorrhizapilz, der in der Regel mit Angiospermen wie *Betula*-, *Castanea*-, *Cistus*- und *Quercus*-Arten, aber auch mit Nadelbäumen wie *Abies*, *Picea* und *Pinus* vergesellschaftet ist. Aus diesem Grund ist es bis heute nicht möglich, *A. muscaria* Basidiocarps im Labor zu züchten, obwohl es möglich ist, Myzel auf synthetischen Medien zu züchten, wenn auch mit einer sehr langsamen Wachstumsrate. Eine vergleichende Genomanalyse der mitochondrialen DNA deutet auf einen gemeinsamen Ursprung der ektomykorrhizischen *Amanita* hin, die eine von den saprophytischen und damit nicht-symbiotischen *Amanita* getrennte Gruppe bilden. *A. muscaria* ist an die gemäßigten und borealen Regionen der nördlichen Hemisphäre angepasst. Auf synthetischen Nährböden gezüchtet, hatten Temperaturen zwischen 11 und 23 °C keinen Einfluss auf die Atmungsaktivität des Pilzes. *A. muscaria* wächst in der Regel auf Podsolböden von Laub- und Nadelwäldern. In diesen sauren Böden sind die Raten der Stickstoffmineralisierung der Laubstreu durch Bakterien gering, und der Stickstoff liegt meist in Form von schlecht mobilem Ammonium und organischen Verbindungen vor. *A. muscaria* besitzt ein Ammonium-Importer-Gen mit hoher Affinität und ist daher über die Mykorrhiza-Symbiose wesentlich an der Stickstoffaufnahme der Pflanzen in solchen Ökosystemen beteiligt. Phylogenetische Studien deuten auf die Existenz von drei verschiedenen geografischen Gruppen hin (die "eurasische", die "eurasisch-alpine" und die "nordamerikanische" Gruppe), die sich aus einer Urpopulation von *A. muscaria* entwickelt haben, die während des Neogens in den nicht vergletscherten Böden der sibirisch-bergischen Region lebte, die Eurasien und Amerika miteinander verbindet. Diese Population wurde später während ihrer Ausbreitung auf dem Land fragmentiert. Diese Klassifizierung kann sich mit der Durchführung neuer vergleichender genomischer Studien weiterentwickeln. Der Pilz wurde auch in der südlichen Hemisphäre gefunden, in der Regel als unbeabsichtigte Folge der Einführung von nicht einheimischen Bäumen in Chile, Südafrika, Neuseeland und Australien. In Kolumbien, wo er durch die Anpflanzung nicht einheimischer Bäume eingeführt wurde, um die Abholzung einzudämmen, hat er sich ausgebreitet und bildet neue symbiotische Interaktionen mit einheimischen Bäumen.

Die Ernährung der Pilze erfolgt durch Absorptionstrophie, d. h. das Myzel nimmt die in der umgebenden wässrigen Schicht vorhandenen Nährstoffe in die Zellen auf. Die Zusammensetzung der Pilze in Bezug auf Aminosäuren und Zucker wird daher von der Art des Bodens beeinflusst, in dem das Myzel wächst. Diese Art der Ernährung ermöglicht es den Pilzen auch, widerspenstige Verbindungen - insbesondere Schwermetalle - in ihren inneren Geweben und vor allem im Basidiokarp anzureichern. Dies macht sie zu interessanten Bioindikatoren für die Überwachung von Bodenverunreinigungen. Um ein guter

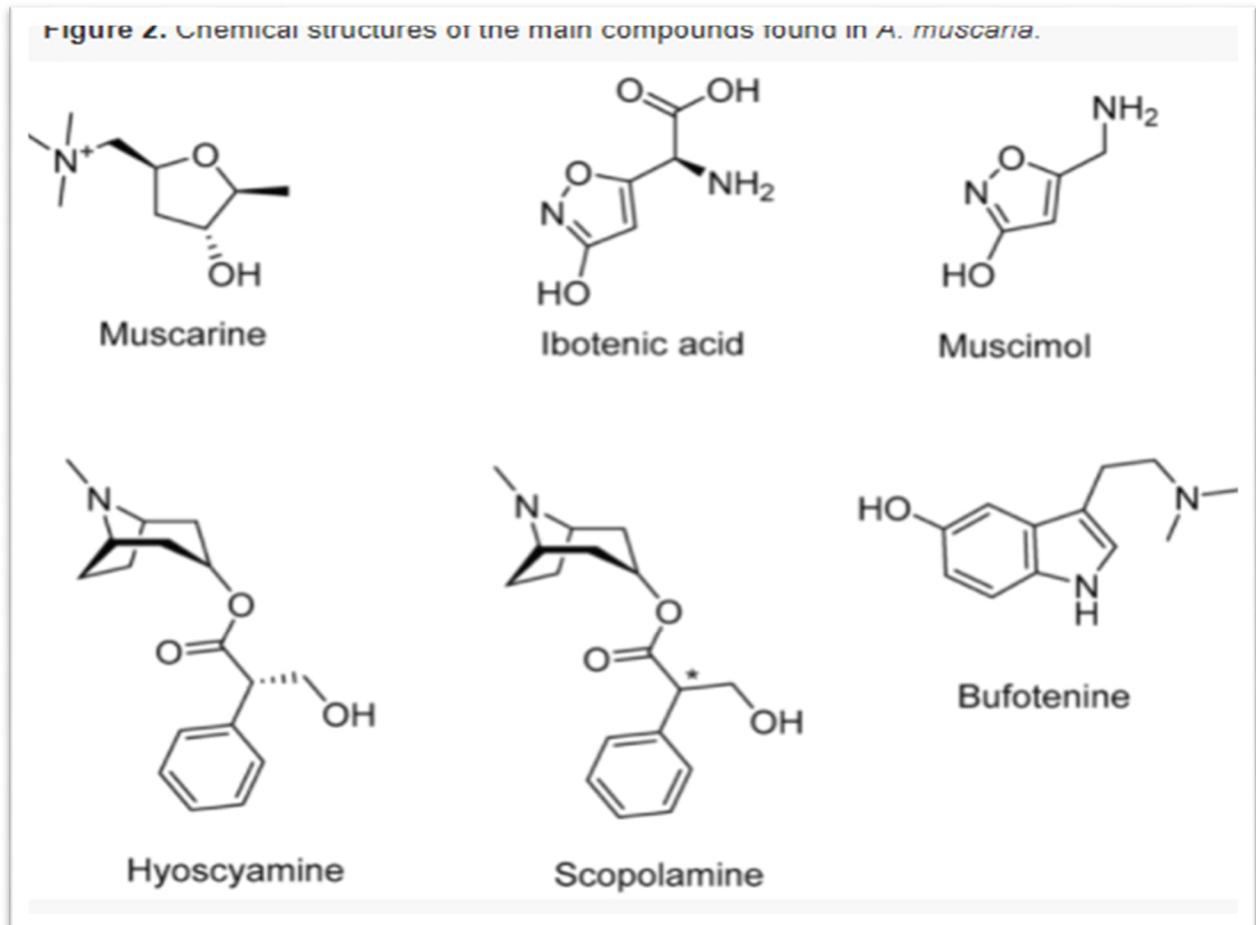
Bioindikator zu sein, muss ein Organismus in der Lage sein, eine Verbindung zu akkumulieren. *A. muscaria* akkumuliert effektiv Hg und labile Formen von Cd, K, Rb und V bis zu 0,1 % der Trockenmasse im unteren Teil des Stiels, wobei letztere mit Liganden im Pilz als Amavadin-Komplex stabilisiert werden. Ein guter Bioindikator muss auch robust gegenüber den Auswirkungen des Reifestadiums auf die Zusammensetzung der überwachten Verbindung sein. So zeigte *A. muscaria* nur sehr geringe Veränderungen in der Zusammensetzung von Cu, Zn, Mg, Mn, Se, V, Cd, Ag und As in seinem Gewebe im Laufe der Zeit, im Gegensatz zu Rb, Cs, Pb, Sb, Tl und Ba, die in jüngeren als in reifen Fruchtkörpern höher waren, was auf diskontinuierliche Absorptions-, Translokations- und Akkumulationsprozesse für diese Metalle schließen lässt. Diese konstante Absorption einer bestimmten stabilen Verbindung kann mit ihrem radioaktiven Isotop variieren. Im Falle von radioaktivem Cäsium wurde eine Entwicklung der Konzentration des Isotops  $^{137}\text{Cs}$  in Abhängigkeit von den Entwicklungsstadien des Pilzes beobachtet.

### **3. Chemische Zusammensetzung, Toxizität und potenzielle pharmazeutische**

#### **Anwendungen**

Der Fliegenpilz enthält Verbindungen, die einzeln verschiedene biologische Aktivitäten aufweisen, hauptsächlich das Muscarin, die Ibotensäure und das Muscimol (Abbildung 2, Tabelle 1). Die Kombination all dieser Verbindungen kann eine breite Palette von Symptomen auslösen, die von den aufgenommenen Mengen, den relativen Mengen der Verbindungen im Pilz und dem allgemeinen Gesundheitszustand des Patienten abhängen. Zu diesen Symptomen gehören Rauschzustände, Halluzinationen, Unruhe, erhöhter psychomotorischer Antrieb, Depression des zentralen Nervensystems und Magen-Darm-Störungen. Der übliche klinische Verlauf nach Einnahme eines Fliegenpilzes beginnt in der Regel nach 30 Minuten mit Übelkeit, Erbrechen, Durchfall, Krämpfen, Tremor, Ataxie und Inkoordination. Nach 60 Minuten tritt ein veränderter mentaler Status auf, der durch eine Verschlechterung der Sinneswahrnehmung, abwechselnd Erregung und Ohnmacht, und bizarre Verhaltensweisen, einschließlich Desorientierung und De-Personalisierung, gekennzeichnet ist. Auch Halluzinationen in Form von visuellen und auditiven Verzerrungen sind häufig. Die Spätfolgen sind schließlich Lethargie, gefolgt von Tiefschlaf. Es gibt kein Gegenmittel, da die Symptome sowohl cholinergisch als auch anticholinergisch sind. Die Behandlung nach der Einnahme umfasst in der Regel eine Magenspülung, die Verwendung von Aktivkohle und eine symptomatische unterstützende Behandlung. Es ist jedoch sehr unwahrscheinlich, dass der Verzehr einer Kappe zum Tod führt, und tödliche Fälle sind sehr selten. Dennoch wurde berechnet, dass die tödliche Dosis für einen erwachsenen Menschen der Einnahme von 15 Pilzhüten entspricht. Neben der akuten Toxizität wird der Pilz, wie bereits erwähnt, auch nach der Entgiftung als essbar verzehrt, aber in den Kappen können

sich auch Schadstoffe anreichern. Daher kann der wiederholte Verzehr von Pilzen, die in kontaminierten Gebieten geerntet wurden, zu einer chronischen Toxizität im Zusammenhang mit einer langfristigen Schwermetallbelastung führen.



**Table 1. Compounds and their relative quantities in the basidiocarp.**

Compounds	Reported Quantities in a Mushroom (% Dry Weight) <sup>1</sup>
Muscarine	0.02
Ibotenic acid	1
Muscimol	0.09
Tropane alkaloids	Traces

<sup>1</sup> Assuming a water content of 90% and a basidiocarp weight of 70 g [23]



Amanita muscaria (Fliegenpilz)

Amanita regalis (Königs-Fliegenpilz)

### **3.1. Muscarin**

Der Name dieses Alkaloids leitet sich direkt von der *A. muscaria* ab, aus der es zuerst isoliert wurde. Als nicht-selektiver Acetylcholin-Agonist wirkt es direkt auf muskarinische Acetylcholin-Rezeptoren im parasympathischen Nervensystem - eine der drei Abteilungen des autonomen peripheren Nervensystems. Sobald es an einem cholinergen Rezeptor fixiert ist, wird es nicht durch Cholinesterase abgebaut; daher hat es eine längere Wirkungsdauer auf die Neuronen als Acetylcholin und die anschließende Toxizität. Die Nerven dieses Systems umfassen glatte Muskeln und Drüsen; es hat einen direkten Einfluss auf eine Vielzahl von Organen. Seine Wirkung ist mit dem "Ruhe- und Verdauungssystem" verbunden, das die sexuelle Erregung, den Speichelfluss, den Tränenfluss, das Wasserlassen, die Verdauung und den Stuhlgang umfasst. Diese Verbindung ist nicht in der Lage, die Blut-Hirn-Schranke und die Blut-Liquor-Schranke zu überwinden, so dass mögliche Wirkungen auf die Acetylcholinrezeptoren des zentralen Nervensystems verhindert werden. Obwohl es nur in Spuren (0,02 % des Trockengewichts) in den Basidiokarpen vorhanden ist, ist Muscarin vor allem für die autonomen Aspekte der Symptome nach dem Pilzverzehr verantwortlich, insbesondere für die gastrointestinalen Symptome wie Schwitzen, Hypersalivation, Tränenfluss, Bradykardie, Diarrhö und Müdigkeit. Höhere Konzentrationen von Muscarin werden in Pilzen der Gattungen *Inocybe*, *Inosperma* und *Pseudosperma* nachgewiesen.

Was die biologischen Aktivitäten betrifft, so zeigt Muscarin als Neurotransmitter-Agonist ein breites Spektrum an Wirkungen auf verschiedene Neuronen und endokrine Zellen.

### **3.2. Isoxazol-Verbindungen**

*A. muscaria* enthält Isoxazol-Verbindungen, vor allem Ibotensäure und Muscimol, aber auch einige Derivate wie Muscazon, ein Abbauprodukt der Ibotensäure durch UV-Strahlung, das im Vergleich zu den anderen Wirkstoffen eine geringe pharmakologische Aktivität aufweist.

Im Gegensatz zu Muscarin überwinden Ibotensäure und Muscimol die Blut-Hirn-Schranke leicht über ein aktives Transportsystem und entfalten ihre Wirkung hauptsächlich im zentralen Nervensystem, wo sie als Neurotransmitter-Agonisten wirken. Ibotensäure wirkt als Agonist von Glutamat an den N-Methyl-d-Aspartat (NMDA)-Glutamatrezeptoren, während Muscimol ein Gamma-Aminobuttersäure (GABA)-Agonist ist, der auf den GABAA-Rezeptor abzielt. Diese beiden Verbindungen sind die Hauptursache für die psychotropen Wirkungen nach dem Verzehr des Pilzes, wobei Muscimol den größten Teil ausmacht, da seine psychoaktive Dosis zehnmal niedriger ist als die der Ibotensäure. Ein Fruchtkörper von *A. muscaria* mit einem Gewicht von 50-70 g (Frischgewicht) kann etwa 6 mg Muscimol und bis zu 70 mg Ibotensäure enthalten. Daher sind in einem Basidiokarp eines Pilzes ausreichende

Mengen an Alkaloiden enthalten, um bei einem erwachsenen Menschen psychoaktive Wirkungen auszulösen. Ibotensäure wurde auch in den Sporen des Pilzes nachgewiesen. Nach der Einnahme wird Ibotensäure im Organismus während eines sauren Decarboxylierungsschritts im Magen-Darm-Trakt teilweise zu Muscimol metabolisiert. Anschließend wird ein Teil der beiden Verbindungen ins Gehirn transportiert, ein anderer Teil durchläuft den Organismus schnell und unverstoffwechselt über den systemischen Kreislauf. Sie werden dann über die Nieren ausgeschieden, so dass sowohl Ibotensäure als auch Muscimol im menschlichen Urin nachgewiesen werden können, der einige Stunden nach dem Verzehr von Pilzen gesammelt wurde. Im Gehirn werden Ibotensäure und Muscimol durch die Enzymsysteme, die Glutamat und GABA abbauen, nicht wirksam aus der neuronalen Synapse entfernt, so wie Muscarin nicht durch Cholinesterasen abgebaut wird. Sie werden dann auf natürlichem Wege ausgeschieden, und fast die gesamte aufgenommene Ibotensäure und Muscimol können im Urin wiedergefunden werden.

Was den Biosyntheseweg angeht, so sind sieben Gene, die zu demselben Ibo-Biosynthese-Gencluster gehören und daher in räumlicher Nähe im Genom von *A. muscaria* vorkommen, an der Synthese von Muscimol beteiligt. Die Synthese beginnt mit der Hydroxylierung von Glutamat, und sechs Enzyme sind erforderlich, um Ibotensäure aus Glutamat zu bilden. Eine Decarboxylase katalysiert dann die Bildung von Muscimol aus Ibotensäure mit einer Ausbeute von etwa 20 %.

Obwohl sie ähnliche Strukturen aufweisen, haben Ibotensäure und Muscimol unterschiedliche Auswirkungen auf das zentrale Nervensystem. Wie bereits erwähnt, ist Muscimol ein orthosterischer Agonist von GABA, dem wichtigsten hemmenden Neurotransmitter des zentralen Nervensystems von Säugetieren; es ist daher für zentrale depressive Wirkungen verantwortlich. Diese psychotropen Wirkungen können sedierend, berauschend und halluzinogen sein, zusammen mit einer somatischen Reaktion mit Übelkeit und Erbrechen.

Andererseits ist Ibotensäure ein Agonist von Glutamat und hat somit eine erregende Wirkung auf das zentrale Nervensystem. Diese unterschiedlichen Wirkungen werden durch die verschiedenen Syndrome bestätigt, die bei Patienten nach einer Vergiftung mit *A. muscaria* und *A. pantherina* beobachtet wurden. Verwirrung, Erregung und Euphorie sind die Haupttendenzen bei *A. muscaria*, in der Ibotensäure in höheren Konzentrationen als Muscimol vorhanden ist, und Schläfrigkeit und Komatose bei *A. pantherina*, in der Muscimol die Hauptverbindung ist. Gegenwärtig werden die Symptome nach einer Intoxikation mit diesen beiden Pilzen unter demselben Namen zusammengefasst: das so genannte Ibotensyndrom oder Pantherina-Muscaria-Syndrom; einige Autoren schlagen eine Unterscheidung vor, um die Besonderheit der einzelnen Pilze und damit der einzelnen

Verbindungen zu unterstreichen. Da jedoch ein Teil der Ibotensäure im Magen zu Muscimol decarboxyliert wird, ist eine vollständige Unterscheidung der Wirkungen der einzelnen Verbindungen schwierig.

Was die biologischen Aktivitäten betrifft, so hat die Infusion niedriger Dosen von Muscimol in verschiedene Hirnregionen - zentraler Hippocampus, präfrontaler Kortex und Amygdala -, die an emotionalen Prozessen und insbesondere am Angstzustand beteiligt sind, zur Störung des Pawlowschen Furchtgedächtnisses bei Ratten beigetragen. Es ist bekannt, dass GABA durch seine Interaktion mit GABAA-Rezeptoren die Zellproliferation im Nervensystem, in peripheren Organen und in Tumorgeweben negativ reguliert. Auf diese Weise zeigte Muscimol auch eine interessante Wirkung bei der Abschwächung des Fortschreitens der Magenkarzinogenese bei Ratten.

Ein Fliegenpilzextrakt, der eine hohe Konzentration an Muscimol enthielt, zeigte eine interessante neuroprotektive Wirkung auf Synaptosomen des Rattenhirns, die dem Neurotoxin 6-Hydroxydopamin ausgesetzt waren, wobei die Lebensfähigkeit der Synaptosomen im Vergleich zur Kontrolle, bei der das Toxin zur Bildung reaktiver Sauerstoffspezies (ROS) und reaktiver Chinone in den Zellen führte (ein Prozess, der bei der Parkinson-Krankheit auftritt), deutlich erhalten blieb. Wie sein Name vermuten lässt, ist der Fliegenpilz ein natürliches Insektizid. Aufgrund des ausschließlichen Vorhandenseins von Glutamat-gesteuerten Chloridkanälen in Wirbellosen weist Ibotensäure insektizide Eigenschaften gegen die Fliege *Musca domestica* auf.

### **3.3. Andere interessante Verbindungen**

Das Vorhandensein von Tropanalkaloiden ist unklar, da einige Studien auf das Vorhandensein dieser Verbindungen in geringen Mengen in einigen Pilzen hinweisen, während ihr Vorkommen von anderen abgelehnt wird. Zu diesen Verbindungen gehören Atropin, Hyoscyamin und Scopolamin, die Acetylcholin-Antagonisten sind; sie binden an muskarinische Acetylcholin-Rezeptoren, blockieren die Wirkung des Neurotransmitters und üben so eine parasympatholytische Wirkung auf den Organismus aus, einschließlich Erregung, Pupillenerweiterung und Unterdrückung der Speichel-, Schweiß- und Magensekretion. Auf das zentrale Nervensystem hat Hyoscyamin eine erregende Wirkung, während Scopolamin eine depressive Wirkung hat; beide werden als delirant eingestuft, was bedeutet, dass die Halluzinationen nicht als unreal erkannt werden [59,60]. Das Vorhandensein von Spuren der hochgradig tödlichen Amatoxine und Phallotoxine - typisch für *Amanita phalloides* - wurde auch in einigen Fliegenpilzen festgestellt. Auch über Bufotenin (5-Hydroxy-N,N-dimethyltryptamin) wurde in verschiedenen Studien berichtet. Strukturell ist diese Verbindung eng mit Psilocin (der aktiven Form von Psilocybin) verwandt,

einem halluzinogenen Tryptamin aus Pilzen. Bufotenin ist ein Agonist von Serotonin an 5-HT-Rezeptoren.

Darüber hinaus weisen Fliegenpilzextrakte dank ihres hohen Gehalts an Tocopherolen - vor allem  $\gamma$ -Tocopherol und  $\delta$ -Tocopherol - und Ascorbinsäure starke antioxidative Eigenschaften auf. Diese antioxidativen Wirkungen sind auch in vivo bekannt, wo sie Schutzwirkungen auf menschliche Neuroblastom-Zelllinien zeigen, die Oxidationsmitteln ausgesetzt sind.

#### **4. Ethnomykologie, von den Praktiken der Vorfahren bis zum Schmieden eines Archetypus**

Die Ethnomykologie befasst sich mit den Beziehungen zwischen menschlichen Gesellschaften und Pilzen, die die Bereiche Ernährung, Medizin, Spiritualität, Freizeitgestaltung, Wirtschaft und Kognition betreffen. Im Vergleich zur Ethnobotanik und Ethnozoologie ist diese Disziplin ein jüngerer Bereich der Anthropologie, obwohl archäologische Beweise darauf hindeuten, dass die menschliche Nutzung von Pilzen mindestens 6000 Jahre alt ist. Unter diesen vielfältigen Wechselwirkungen haben halluzinogene Pilze eine sehr alte Geschichte mit dem Menschen, wie die Wandmalereien in den Höhlen von Tassili n'Ajjer in Algerien zeigen, die auf 3500 v. Chr. zurückgehen und tanzende menschliche Figuren darstellen, die Pilze in den Händen halten.

In der Antike wurde der Fliegenpilz als entheogene Substanz während der Zeremonien von Mysterienkulten konsumiert, wie z. B. bei den dionysischen Mysterien in Griechenland und den mithraischen Mysterien in Rom. Auch in sibirischen Gesellschaften - deren Jäger- und Sammlerkultur direkt aus der Steinzeit stammt - wird der Fliegenpilz seit Jahrtausenden zu religiösen und erholsamen Zwecken konsumiert, da er vor der Verfügbarkeit des von slawischen Reisenden mitgebrachten Alkohols das einzige Rauschmittel in diesem Gebiet war, insbesondere im östlichen Teil Sibiriens. Die religiösen Praktiken in Eurasien beinhalten, dass der sibirische Schamane durch Mykophagie und mit Hilfe von perkussiven Rhythmen einen Trancezustand erreicht, der es ihm ermöglicht, sich mit den Geistern zu verbinden. Wie bereits erwähnt, wird ein großer Teil sowohl der Ibotensäure als auch des Muscimols fast unverändert mit dem Urin ausgeschieden; daher gab es bei einigen sibirischen Stämmen die Tradition, den Urin des Schamanen oder eines Rentiers, das Fliegenpilze konsumiert hatte, zu trinken, um einen Stimulus aus zweiter Hand zu erhalten. Das Trinken des Urins eines Rentiers, nachdem es Pilze zu sich genommen hatte, sollte auch dazu beitragen, die unangenehmen Nebenwirkungen zu mildern. Die Koryak - Ureinwohner der Halbinsel Kamtschatka - führten zu diesem Zweck Fläschchen in ihren Schlitten mit.

Die alten Römer glaubten, dass einige Pilze an Orten, die von einem Blitz getroffen wurden, aus dem Boden auftauchten. Ein ähnlicher Glaube an den Ursprung des Fliegenpilzes durch Blitzschlag wurde auch von den Ureinwohnern Guatemalas und Süd Mexikos berichtet. Diese Verbindung wird auch in der von Wasson (1971) aufgestellten Theorie erforscht. Der Autor stellt fest, dass der Fliegenpilz einer der Kandidaten für das Soma sein könnte, das im Rig Veda erwähnt wird, einer der vier Veden, religiösen Schriften des Hinduismus, die in indoarischer Sprache verfasst sind. Das Soma ist, wie das Ambrosia in der griechischen Mythologie, ein Elixier, das den Göttern Unsterblichkeit verlieh und, wenn es von den Priestern getrunken wurde, heilende Eigenschaften besaß. Soma ist sowohl ein Gott als auch ein göttliches Ritualgetränk, denn der Gott, der das Getränk verkörpert, ist selbst der Sohn von Parjanya, dem vedischen indoarischen Gott des Donners. Wasson (1968) stützt seine durch geografische und sprachliche Belege gestützte Theorie auch auf die nordeurasiatischen Ursprünge der indoarischen Stämme, eine Region, in der, wie bereits erwähnt, die schamanischen Rituale des Fliegenpilzes verbreitet waren. Der Originaltext aus dem Rig Veda beschreibt auch die Zubereitung des Getränks, einschließlich verschiedener Schritte des Pressens und Filterns. Diese Reinigungsschritte könnten eine Möglichkeit sein, die Toxizität des Pilzes abzuschwächen, indem der autonome Aspekt der Symptome, wie Übelkeit und Erbrechen, reduziert wird, um nur die psychoaktiven Wirkungen zu erhalten. Die Debatte über die Identität von Soma ist jedoch noch lange nicht beendet, da es noch keinen Konsens gibt.

Eine andere bekannte Theorie zu *A. muscaria*, die im 18. Jahrhundert von dem schwedischen Naturforscher Samuel Ödman formuliert wurde, besagt, dass Wikingerkrieger, die Berserker genannt wurden, nach der Einnahme von Fliegenpilz während der Schlacht in einen Zustand mörderischer Wut, den Berserkerang, geraten konnten. Heutzutage wird diese Theorie abgelehnt, vor allem wegen der durch die Einnahme von Fliegenpilz hervorgerufenen Wirkungen, die zu einer Kampfunfähigkeit führen. Das Bilsenkraut (*Hyoscyamus niger*), eine Pflanze, die unter anderem reich an Hyoscyamin und Scopolamin ist, ist ein ernsthafterer Kandidat, da diese Substanz den Berserkerang auslösen kann.

Während der Wintersonnenwende wurde im gesamten vorchristlichen Europa die Wiedergeburt der Sonne mit religiösen Ritualen und Festen gefeiert, um Glück und Fruchtbarkeit für den neuen Zyklus zu beschwören. Aufgrund der Gemeinsamkeiten zwischen Jesus Christus und der Sonnengottheit legte die Kirche im 4. Jahrhundert in einem synkretistischen Ansatz die Geburt Christi um die Wintersonnenwende fest. Einige Überbleibsel der heidnischen Beimischungen zu den christlichen Feiern sind immer noch lebendig. Unter ihrer offensichtlichen phallischen Form war die *A. muscaria* zusammen mit der Mistel ein Symbol für Glück und Fruchtbarkeit, insbesondere in den germanischen

Traditionen. Ein Grund, der die Omnipräsenz des Fliegenpilzes auf Weihnachtsdarstellungen - Karten, Dekorationen usw. - in Deutschland und Österreich erklären könnte. Die moderne Figur des Weihnachtsmannes ist das Ergebnis einer Vermischung verschiedener christlicher und nordheidnischer Traditionen (vor allem der finnischen und skandinavischen). Details wie die weißen und roten Farben oder die fliegenden Rentiere, die seinen Schlitten ziehen, erinnern an die schamanische Tradition der Fliegenpilzeinnahme. Interessanterweise werden die Geschenke vom Weihnachtsmann an Heiligabend unter die grüne Tanne gelegt, genau wie *A. muscaria*, die durch Ektomykorrhiza-Interaktionen mit Kiefern entstehen und vom Schamanen unter diesen Bäumen geerntet werden.

## **5. Schlussfolgerungen**

Jean-Baptiste Lamarck, der berühmte französische Naturforscher, der dem *A. muscaria* den eigentlichen wissenschaftlichen Namen gab, schrieb 1815, dass dieser Pilz durch seine Schönheit auffällt. Wenn man im Wald spazieren geht, kann die kräftige rote Farbe, die sich von der grünen Umgebung abhebt, den Wanderer nur überwältigen. Neben diesen unglaublichen optischen Merkmalen besitzt der Fliegenpilz eine einzigartige chemische Zusammensetzung mit Isoxazolen wie Ibotensäure und Muscimol, deren psychoaktive Wirkung seit Jahrtausenden genutzt wird und deren Potenzial für pharmazeutische Anwendungen noch nicht ausgeschöpft ist. Natürlich ist die Untersuchung von Ektomykorrhizapilzen schwierig, da es technisch nicht möglich ist, die Komplexität der Wechselwirkungen zwischen Pflanze und Pilz vollständig nachzuahmen und den Pilz im Labor zu züchten. Da die Biologie und die Ökologie dieser Mikroorganismen jedoch weiter erforscht und dokumentiert werden, ergeben sich neue Erkenntnisse über die Komplexität der symbiotischen Wechselwirkungen zwischen Pflanzen und Pilzen. Darüber hinaus werden mit der Entwicklung neuer Techniken neue Möglichkeiten der Laborkultur von Mykorrhizapilzen sichtbar, die möglicherweise die Produktion sehr wertvoller Verbindungen ermöglichen.

Der vorliegende Text wurde nach bestem Wissen und Gewissen aus dem Englischen übersetzt. Es kann jedoch keine Garantie für die Richtigkeit und Vollständigkeit übernommen werden und eine Haftung für Personen-Sach- und Vermögensschäden ist ausgeschlossen.

Übersetzt von: Günter Frühwirth