# Handbuch zum Biotopmanagement für Pilze

# Teil II  Moore und Moorwälder

**von Matthias Lüderitz**
**Februar 2024**

*

# Inhalt


| | |
|---|---|
| Einleitung | 3 |
| Pilze in Mooren und Moorwäldern | 4 |
| Um welche Moortypen handelt es sich? | 7 |
| Typische Pilzarten und Pilzgattungen der Moorbiotope | 8 |
| Hautköpfe (Gattung *Cortinarius*, Untergattung *Dermocybe*) | 8 |
| Häublinge, Mooshäublinge (Gattung *Galerina*) | 11 |
| Saftlinge (Gattung *Hygrocybe s.lat.*) | 13 |
| Schwefelköpfe (Gattung Hypholoma) | 16 |
| Nabelinge (Gattung *Omphalina s.lat.*) | 17 |
| Weitere besondere Pilzarten der Moore: Schlauchpilze | 21 |
| Ausgewählte Moor- und Moorwaldtypen; eine kurze Charakterisierung | 22 |
| 1. Naturnahe Hochmoore | 22 |
| 2. Übergangs- und Schwingrasenmoore | 24 |
| 3. Basenreiche Niedermoore und Sümpfe | 25 |
| 4. Birken-Moorwälder | 27 |
| 5. Kiefern-Moorwälder | 28 |
| Methoden zur Bewertung von Moorbiotopen mit Pilzen | 29 |
| Biotopmanagement in Mooren aus mykologischer Sicht | 33 |
| Pilzfreundliche Pflege- und Erhaltungsmaßnahmen | 34 |
| Stichwortverzeichnis zum Biotopmanagement | 36 |



## © M. Lüderitz 2024



Autor und Herausgeber: Matthias Lüderitz,
*Büro für Angewandte Mykologie und Ökologische Indikation*, Hauptstraße 3, 23701 Eutin



Nachdruck und Vervielfältigung, auch auszugsweise,
nur mit Genehmigung des Herausgebers



**2. digitale Auflage Februar 2024**

**Danksagung:**

Das vorliegende Handbuch wurde überwiegend in ehrenamtlicher Arbeit erstellt. Für eine anteilige finanzielle Unterstützung danke ich dem Landesamt für Landwirtschaft, Umwelt und Ländliche Räume (LLUR) des Landes Schleswig-Holstein. Für die intensive ideelle Unterstützung mit zahlreichen Anregungen und kritische Diskussionen zum Thema danke ich Volker Hildebrandt (LLUR). Auch zahlreichen weiteren Akteuren aus Wissenschaft, Naturschutz und Landwirtschaft, die Ideen zu diesem Werk beigetragen haben, sei an dieser Stelle gedankt. Außerdem möchte ich allen Bildautoren und Bildautorinnen, die Bilder für diese Arbeit bereitgestellt haben, herzlich danken.

Matthias Lüderitz, im Januar 2015

**Zitiervorschlag:** Lüderitz, M. (2024): Handbuch zum Biotopmanagement für Pilze – Teil 2 Moore und Moorwälder, 57 S., Eutin-Sibbersdorf

## Einleitung

Schleswig-Holstein ist von Natur aus ein Bundesland, das reich an Mooren ist. Seit mehreren Jahrzehnten sind deshalb der Schutz und die Wiederherstellung (Renaturierung und Wiedervernässung) der heimischen Moore, insbesondere der typischen Hochmoore, ein besonderer Schwerpunkt des Naturschutzes in Schleswig-Holstein. In jüngster Zeit spielen bei der Wiedervernässung von Mooren auch angebliche „Klimaschutzziele“ eine große Rolle, da naturnahe Moorbiotope ein hohes Bindungsvermögen für Kohlendioxid haben sollen. Heute wissen wir, dass Kohlendioxid keinerlei Einfluss auf den natürlichen Klimawandel hat. Trotzdem ist die Intention, Moore zu renaturieren und wieder zu vernässen, auch aus Sicht des mykologischen Arten- und Biotopschutzes zu begrüßen.
Diese Bemühungen und das moorfreundliche atlantische Klima tragen Früchte, denn in den Mooren des nördlichsten Bundeslandes kommen noch etliche Pilzarten vor, die sonst in Deutschland weitgehend ausgestorben sind und erst wieder in den weitläufigen naturnahen Moorgebieten Skandinaviens zu finden sind. Mit bisher über 300 nachgewiesenen Pilzarten sind die vielfältigen Zwischen- oder Übergangsmoore, die ökologisch zwischen den Hoch- und Niedermooren vermitteln, besonders artenreich.

Naturnahes Übergangsmoor

Naturnaher Moorwald

Sehr erstaunlich ist der Pilzartenreichtum der hiesigen naturnahen Moorwälder. Die Birken-Moorwälder (inklusive der nährstoffärmeren Erlen-Birken-Moorwälder) zählen mit fast 900 nachgewiesenen Großpilzarten in Schleswig-Holstein neben den Eichen-Hainbuchenwäldern zu den artenreichsten Waldlebensräumen und lassen in Bezug auf die Artenvielfalt sogar die heimischen Buchenwälder deutlich hinter sich. Insofern sind die Moorwälder sogar von höherer Priorität für die Umsetzung der nationalen und regionalen Biodiversitäts-Strategien als die Buchenwälder, die bisher immer im Mittelpunkt standen, wenn es um die Sicherung der Artenvielfalt in den heimischen Wäldern geht.
Etwa 50% der Pilzarten in Moor- und Moorwaldbiotopen haben in Schleswig-Holstein oder bundesweit einen Rote-Liste-Status. Besonders gefährdet sind oftmals die „kaltklimatisch orientierten Pilzarten“ (nordische oder montane Arten), die in den feucht-kühlen Kleinklimaten der Moore ideale Wachstumsbedingungen finden. Diese Arten sind wahrscheinlich durch den natürlichen Klimawandel, insbesondere steigende Temperaturen und längere Trocken- bzw. Überstauungsphasen an ihren Standorten, besonders stark gefährdet. Die wesentlichen Gefährdungsfaktoren für die Pilze der Moorbiotope sind:

- Erhöhte Stickstoff- und Nährstoffeinträge aus der Luft durch weitere Intensivierung und Konzentrierung der Landwirtschaft (insb. Maisanbau und Mastviehhaltung)
- Direkter Eintrag von Stickstoff und anderen Nährstoffen aus angrenzenden, meist höherliegenden Acker- und Intensivgrünland- Flächen, auch über Quellen, Bäche und Oberflächenentwässerungen
- Trockenlegung von Moorbiotopen durch Drainagen und Entwässerungen in angrenzenden land- und forstwirtschaftlichen Flächen
- „Eutrophe Vergrasung“ als Folge von Nährstoffeinträgen und Entwässerungen; es kommt zur „Wurzelkonkurrenz“ für die Pilze
- Zunehmende Abholzung von Nadelholzbeständen in den Randbereichen von Mooren (Nadelbäume „kämmen“ Schad- und Nährstoffe aus der Luft und liefern außerdem eine sehr saure und nährstoffarme Streu, die die Moore puffert)
- Dauerhaft zu starke Überstauung von natürlicherweise eher wechselfeuchten Moorbiotopen infolge von schlecht geplanten oder übertriebenen Wiedervernässungsmaßnahmen; die standorttypischen Pilzarten sterben ab
- Natürlicher Klimawandel:Erhöhung der Durchschnittstemperaturen und Zunahme der Extrem-wetterlagen (lange Trockenperioden, lange Überschwemmungsperioden)

In Schleswig-Holstein konnte der sehr drastische Pilzartenschwund in den Moorbiotopen, der in ganz Deutschland beklagt wird, zumindest in den Hochmooren durch die Schutz- und Renaturierungs-Bemühungen etwas aufgehalten werden. Die günstigen klimatischen Voraus-setzungen tragen sicher ebenfalls dazu bei. Ein Vergleich der Roten Listen zeigt, dass Schleswig-Holsteins Hochmoore heute insgesamt betrachtet noch artenreicher sind als die von Bayern oder Baden-Württemberg*. Die negativen Einflüsse der zunehmenden landwirt-schaftlichen Intensivierung (insb. Maisanbau, Intensivgrünland) und des natürlichen Klimawandels sind aber in Schleswig-Holstein augenscheinlich, so dass ein stärkeres „Gegensteuern“ in der Landwirtschaftspolitik notwendig sein wird, um den jetzigen, vergleichsweise positiven Status weiter aufrecht zu erhalten.

**) An dieser Stelle muss angemerkt werden, dass sich der noch vorhandene Artenreichtum auf nur relativ wenige und meist kleinräumige Moorareale beschränkt, also keineswegs als dauerhaft stabil angesehen werden kann. Sollten neue Gefährdungen und Einflüsse hinzukommen, kann es auch schnell zu einer Entwicklung wie in den meisten anderen Bundesländern kommen.*

Um das zu erreichen, ist es wichtig, die hiesigen wertvollen Moorbiotope nicht nur zu kennen und zu bewerten, sondern auch im Hinblick auf die besonderen Ansprüche der Moorpilze zu schützen und zu pflegen. Diese Broschüre soll eine praktische Hilfe zur Auffindung und Bewertung typischer Pilzarten in ihren Moorlebensräumen und ein Informationsgeber für alle sein, die naturnahe, pilzartenreiche Moorbiotope kennen oder kennen lernen wollen, besitzen oder bewirtschaften, anderweitig nutzen (z.B. als Jäger, Imker, Teichwirt) oder professionell kartieren, bewerten, pflegen und schützen sollen (Mitarbeiter der Ämter und Behörden, NSG-Betreuer, Landschaftspfleger, Biologen, Planer).

## Pilze in Mooren und Moorwäldern

Moorpilze sind den meisten Menschen nicht so geläufig wie Pilze im Wald. Einige verbinden damit sicherlich vor allem Pilzarten, die an den weit verbreiteten degradierten und entwässerten Moorstandorten mit Birkenbewuchs häufig vorkommen, zum Beispiel die Dickschaligen Kartoffelboviste (*Scleroderma citrinum*, im Volksmund „Puffpilze“), verschiedene bunte Täublinge oder den Kahlen Krempling (*Paxillus involutus*) und den Gemeinen Birkenpilz (*Leccinum scabrum var. scabrum*), die früher an solchen Standorten für

Speisezwecke gesammelt wurden. Dass aber auch intakte, sehr nasse und torfmoosreiche Moorstandorte eine reiche Funga aufweisen, ist hierzulande allgemein nicht so bekannt. Das ist in den skandinavischen Ländern anders, wo verschiedene Moorpilze (z.B. die farbenfrohen Hautköpfe, *Cortinarius spp.*) zum Färben von Wolle gesammelt werden oder verschiedene Pilzarten der Moorwälder für die Volksmedizin (Finnland) oder als Speisepilze gesammelt werden. Aufgrund dieser Verwurzelung der Moorpilze im Wissen der Landbevölkerung ist es nicht verwunderlich, dass diese Pilze in Skandinavien seit jeher auch im Naturschutz eine wichtige Rolle spielen.
Das war in Schleswig-Holstein bisher nicht der Fall, Naturschutzziele im Bereich der Moorbiotope wurden oftmals an auffälligen Tier- und Pflanzenarten wie dem Kranich, dem Moorfrosch oder bestimmten Orchideenarten festgemacht. Pilze stellen aber in Moorbiotopen den Großteil der mit bloßem Auge sichtbaren Artenvielfalt und haben hier oftmals besondere Funktionen, zum Beispiel als Mykorrhizapilze oder Endophyten der seltenen und gefährdeten Moorpflanzen oder als Zersetzer von abgestorbener organischer Substanz unter extremen Umweltbedingungen. Auch als Indikatoren für den ökologischen Zustand von Mooren (z.B. Beurteilung der Stickstoffbelastung über die Luft oder das Wasser) eignen sich viele Pilzarten der Moore hervorragend, da sie in der Regel ausgesprochen nitrophob und eutrophob sind.

*Funga: Bezeichnung für die Gesamtheit der Pilzarten eines Gebietes. Vgl. Fauna, Flora*

*Endophyten: in der gesunden Pflanze lebende symbiontische Pilze, die in der Regel keine Krankheitssymptome hervorrufen; ihre Fruchtkörper zeigen sich nur phasenweise an abgestorbenen Teilen (Blätter, Äste, Nadeln, Früchte etc.) der Endophyten-Wirte.*

*Mykorrhiza: „Pilzwurzel“ (Wurzelsymbiose); Symbiose von Pilzen mit den Wurzeln höherer Pflanzen*

*Nitrophob: stickstoffmeidend, stickstoffarme Lebensräume, Böden, Gewässer etc. bevorzugend. Ein hoher Anteil der bekannten Moor-Pilzarten ist +/- nitrophob. Allgemein nährstoffmeidende Pilzarten werden auch als „eutrophob“ bezeichnet.*

*Clavaria sphagnicola* (Torfmooskeule)

Die abgebildete Torfmooskeule ist ein Beispiel für die besonderen Pilzarten der Moore; sie ist bei eine bundesweit akut vom Aussterben bedrohte eiszeitliche Reliktart, die nur in weitgehend natürlichen Hoch- und Übergangsmooren wächst. Die Art ist in Deutschland nur aus Schleswig-Holstein (5 Standorte) und Bayern bekannt, dort aber seit 1990 nicht mehr nachgewiesen worden, so dass Schleswig-Holstein eine besondere Verantwortung für die Erhaltung dieser Art zukommt. Das gilt besonders, weil sie auch in den beiden anderen Ländern, in denen sie noch vorkommt (Dänemark und Schweden), sehr selten ist.
Die Funga der Moore hat einen ganz eigenständigen Charakter, der besonders von den sphagnicolen (Torfmoos bewohnenden) und den turficolen (Torf bewohnenden) Pilzarten geprägt wird. Sowohl lebende oder absterbende Torfmoose (*Sphagnum* spp.) als auch die aus ihnen entstehenden Torfe sind ganz besondere Wuchssubstrate für Pilze, die in ihrem Vorkommen weitgehend auf Moore und Moorwälder beschränkt sind. Deshalb sind obligat sphagnicole oder turficole Pilzarten fast nur in Moorbiotopen zu finden und als Charakterpilze der Moore anzusehen. Weder auf zersetzten Torfen, die durch den Prozess der Humifizierung in Humus übergegangen sind, noch auf durch geologische Prozesse (Inkohlung) mehr oder weniger verfestigten Torfsubstraten (Torfkohle, Braunkohle) sind noch turficole Pilzarten der Moore zu finden. Auf diesen, aus Torf entstandenen „Sekundärsubstraten“ siedeln völlig andere Pilzarten.

*obligat: verbindlich; z.B. sind Arten, die nur auf Torfsubstraten wachsen, obligat turficol, solche, die auch andere Substrate bewachsen können, fakultativ turficol*

*Reliktart: in besonderen ökologischen Nischen übrig gebliebene Arten einer früheren, andersartigen Funga unter anderen Klima- oder Umweltbedingungen. Eiszeitliche Reliktarten (Glazialrelikte) sind bei uns Arten, die an kühlen Kleinstandorten noch aus kalten, eiszeitlichen Klimaphasen überlebt haben.*

„Rote Torfmoose“

„Grüne Torfmoose“

Rote Torfmoosarten sind häufig auf höher gelegenen Bulten und an etwas trockeneren Stellen zu finden, grüne Torfmoosarten in den wassergesättigten Schlenken oder in tieferen, nassen Lagen sowie (schwimmend) auf offenen Wasserflächen. Entsprechend dieser standörtlichen Unterschiede haben die roten und die grünen Torfmoose vor Ort oft ein etwas abweichendes Spektrum von sphagnicolen Pilzarten. Die oben abgebildete Torfmooskeule ist eine spagnicole Pilzart, die vor allem zwischen roten Torfmoosen zu finden ist.
Ähnlich ist das bei den turficolen Arten. Nasse, wassergesättigte oder subhydrische (unter Wasser liegende) Torfsubstrate werden zum Teil von anderen Arten besiedelt als trocken

gefallene oder gar stark austrocknende (z.B. an Böschungen von alten Torfstichen) Torfsubstrate.

*Mycena megaspora* (Großsporiger Torf-Helmling)

Der Großsporige Torf-Helmling ist eine fast ausschließlich turficol wachsende Pilzart an sauren Moor- oder Moorheidestandorten. Er besiedelt ein breites Standortspektrum von offenen, wassergesättigten Torfmudden bis hin zu trockenen bzw. trockenfallenden Kleinstandorten am Rande von Seggen- und Binsenhorsten auf Torfsubstraten (Abbildung). Häufig, wie in diesem Falle, wurzelt die Art mit einer Pseudorhiza (wurzelartige Verlängerung des Stiels) in den tieferliegenden Torfsubstraten unter der Streuschicht. *Mycena megaspora* ist eine deutschlandweit gefährdete Pilzart, die aber in Schleswig-Holsteins Mooren noch weit verbreitet ist.

## Um welche Moortypen handelt es sich?

Beispielhaft für die Moore und Moorwälder werden in dieser Broschüre fünf so genannte „FFH-Lebensraumtypen“ (in der EU besonders geschützte Biotoptypen der Flora-Fauna-Habitat-Richtlinie), vorgestellt, die einen großen Artenreichtum und eine hohe Bodeutung für die Sicherung der Pilzartenvielfalt in Moorlebensräumen haben. Diese Biotoptypen wurden in den letzten Jahren in Schleswig-Holstein pilzkundlich untersucht, so dass inzwischen gute Kenntnisse über ihre Funga vorliegen. Es gibt noch weitere Moorbiotope und Moorwaldtypen, die für die Großpilze als Standorte wichtig sind. Dazu gehören die geschädigten oder degradierten Hochmoore, die Fichten-Moorwälder, „Zitterpappel-Moorwälder“ und die Schnabelried-Gesellschaften (*Rhynchosporion*) sowie einige andere moorähnliche Offenhabitate, die sich den genannten Typen schwer zuordnen lassen.

**Übersicht über die behandelten FFH-Lebensraumtypen**

- Naturnahe Hochmoore (Typ 7110, Kernbereiche von Typ 7120)
- Übergangs- und Schwingrasenmoore (Typ 7140)
- Basenreiche Niedermoore und Sümpfe (Typ 7230)
- Birken-Moorwälder (Subtyp der Moorwälder 91D0)
- Kiefern-Moorwälder (Subtypen der Moorwälder 91D0)

Diese fünf betrachteten FFH-Lebensraumtypen sind in Schleswig-Holstein die für die pilzliche Artenvielfalt maßgeblichen Moor-Lebensräume, mit Sicherheit ist ein großer Anteil der Pilzarten der Moorbiotope in ihnen zu finden. Entscheidend für die Charakterisierung als Pilzstandort ist das Vorliegen bzw. die Anreicherung von organischen Substraten. Dieses Merkmal trennt auch die Moorwälder von anderen Waldtypen an Feuchtstandorten ab. Organische Substrate sind in erster Linie Torfe verschiedener Art (Hoch-, Übergangs- und Niedermoortorfe), Torfmudden und teilweise auch Anmoore.

*(Torf-)Mudde: Mudden sind organische oder mit organischer Substanz durchsetzte limnische Sedimente (= Ablagerungen in stehenden Gewässern). Torfmudden bestehen überwiegend aus (aufgearbeiteten) Torfresten. Ein sicheres Kennzeichen ist das Auftreten von Schalenresten von Muscheln und Schnecken. Insofern haben Torfmudden als Wuchssubstrat für Pilze oder Pflanzen deutlich andere chemische Eigenschaften als reine Torfe; hier können zum Beispiel Pilzarten vorkommen, die Kalk benötigen. Farbe: bräunlich bis schwarzbraun.*

*Anmoor: Unter dem Einfluss eines langfristig hoch anstehenden Stau- und/oder Grundwassers entstandene semiterrestrische Humusform. Sie besteht aus einer dunkel gefärbten Mischung von mineralischer und feinverteilter organischer Substanz (15-30%). Anmoor-Horizonte vermitteln zwischen mineralischen Böden und Torfböden; sie sind häufig 20 bis 40cm mächtig.*

## Typische Pilzarten und Pilzgattungen der Moorbiotope

Aus der Vielzahl der moorbewohnenden Pilzgattungen sollen hier die wichtigsten vorgestellt werden, die in Mooren mit sehr vielen oder besonderen Arten vertreten sind oder die oft individuenreiche Bestände bilden, also einen hohen Anteil an der pilzlichen Biomasse in Mooren haben. Die ausgewählten Pilzgattungen sind:

- *Cortinarius* (Schleierlinge), Untergattung *Dermocybe* (Hautköpfe)
- *Galerina* (Häublinge, Mooshäublinge)
- *Hygrocybe* (Saftlinge, p.p.)
- *Hypholoma* (Schwefelköpfe)
- *Omphalina* (Nabelinge)

## Hautköpfe (Gattung *Cortinarius*, Untergattung *Dermocybe*)

Ein typisches und sehr auffälliges Element der Funga baumbestandener Moorbiotope sind die intensiv gefärbten Hautköpfe. Die Arten dieser Untergattung der Großgattung *Cortinarius* (Schleierlinge) zeichnen sich durch lebhaft gelbe, orange, rote oder grünliche Farben in allen Teilen der Fruchtkörper aus. Aufgrund der intensiven Färbungen wurden die Hautköpfe früher als selbständige Gattung (*Dermocybe*) betrachtet. In Skandinavien sind häufigere Hautkopf-Arten seit jeher die wichtigsten Pilze für die traditionelle Pilzfärberei. Hautköpfe bilden eine Symbiose (Ektomykorrhiza) mit Baumarten, insbesondere Birkenarten, Erlen, Weidenarten und Nadelbaumarten, selten auch mit Faulbaum oder Gagelstrauch. Eine Art, nämlich *Cortinarius norvegicus*, kann an baumlosen Moorstandorten auch eine Ektomykorrhiza mit dem Sumpfblutauge (*Potentilla palustris)* eingehen. Aus Nord- und Mitteleuropa sind etwa 35 *Dermocybe*-Arten bekannt, von denen etwa 25 auch in Schleswig-Holstein vorkommen. Von diesen kommen wiederum ca. 15 Arten in den heimischen Mooren und Moorwäldern vor. Viele seltenere Hautkopf-Arten sind wertvolle Indikatoren (Signalarten) für naturnahe Moorwald- und Moorbiotope.

**Die wichtigsten Merkmale der Hautköpfe im Überblick:**

*Hauptmerkmale der gesamten Untergattung*

- kleinere bis mittelgroße, in Hut und Stiel gegliederte Blätterpilze
- **häufig intensiv gefärbt (besonders auffällig in den Lamellen)**
- am häufigsten sind orange, rote und gelbe, seltener grüne Farben
- selten sind Arten mit überwiegend olivbraunen bzw. braunen Farbtönen
- fast immer in der Nähe von Laub- und/oder Nadelbaumarten

*Weitere wichtige Merkmale von Teilgruppen*

- viele Arten haben faserige Schleierreste (Velum) an Hutrand und Stiel
- Stielbasis bei einigen Arten intensiver gefärbt (z.B. orange, rotbraun, rosa)
- einige Arten haben einen jodoformartigen oder rettichartigen Geruch
- etliche Arten sind +/- sphagnicol oder zumindest bryicol (moosbewohnend)

Die Zuordnung eines Pilzes zur Untergattung *Dermocybe* der Schleierlinge ist aufgrund der auffälligen Farben in Kombination mit dem baumbestandenen Moorstandort ohne Spezialwissen möglich. Insofern eignen sich etliche Hautköpfe gut als Signalarten für wertvolle und naturnahe Moorstandorte. Im Detail können für die genaue Bestimmung der Art weitere Merkmale wie die Farbe der Lamellen im Jung- und Reifezustand, der Farbkontrast zwischen Hut, Stiel und Lamellen, die Farbe des Velums, Muster der Velumreste am Stiel und mikroskopische Merkmale (z.B. Sporengröße und -ornament) wichtig sein.

*Großgattung: In Der Pilzkunde wird dieser Begriff für Gattungen verwandt, deren Artenzahl auch für den Experten kaum mehr überschaubar ist. Dazu gehören zum Beispiel die Schleierlinge (Cortinarius) mit etwa 1000 Arten alleine in Nordeuropa oder die Rötlinge (Entoloma) mit (geschätzt) > 550 Arten in Nord- und Mitteleuropa.*
*Velum: Hülle, die einen jungen Pilzfruchtkörper ganz (Allgemeinhülle = Velum universale) oder teilweise (Teilhülle = Velum partiale) bedeckt und die nach dessen Entfaltung zerreißt. Flocken oder Fasern auf dem Hut oder Stiel, ein Ring am Stiel, Hüllreste an der Stielbasis u.a. können Reste des Velums sein, die bei älteren Fruchtkörpern (noch) erkennbar sind*

*Ektomykorrhiza: Symbiose zwischen Pilzen und höheren Pflanzen, bei der die Pilzfäden (Hyphen) in der Pflanze nur interzellulär wachsen. Bei der Endomykorrhiza dagegen dringen die Pilzfäden in die Wurzelzellen (intrazellulär) ein.*

*Sporenornament: charakteristische Oberflächenskulptur nicht glatter Sporen in Form von Warzen, Stacheln, Rippen etc.*

## Beispiele für Arten

*Cortinarius uliginosus* (Abbildung umseitig) ist eine mittelgroße, stumpf bis spitz gebuckelte Art mit warmen rotbraunen bis kupferroten Hutfarben und lebhaft gelben (jung) bis orangegelben (Sporenreife) Lamellen. Der Stiel ist deutlich von orange- bis blutroten Velumfasern überzogen, die Basis ist orangerosalich filzig. Geruch und Geschmack sind unspezifisch.
Der Pilz ist ein Obligater Begleiter von Weidenarten (*Salix aurita, Salix cinerea*) oder *Alnus glutinosa* in Ohr- und Grauweiden-gebüschen der Moore und Moorränder sowie in Moorwäldern mit Weide oder Erle. An feuchten bis nassen Stellen, häufig zwischen Torfmoosen.

*Cortinarius uliginosus* (Kupferroter Moor-Hautkopf)

*Cortinarius semisanguineus* (Blutblättriger Hautkopf)

*Cortinarius semisanguineus* ist ein relativ großer (Hutdurchmesser bis 10 cm), stumpf gebuckelter Hautkopf mit braunen Hüten und blutroten Lamellen. Der Stiel ist bräunlich bis holzgelb. Durch den starken Hut-Stiel-Kontrast einfach zu erkennende, aber sehr variable Art.
Häufig; besiedelt bodensaure, moosreiche Moor- und Moorwald-Standorte aller Art. Bildet eine Symbiose mit Nadelbäumen, insbesondere Fichten- und Kiefernarten. Eine der wenigen Hautkopf-Arten, die nicht als Indikatorart verwendbar sind.

## Häublinge, Mooshäublinge (Gattung *Galerina*)

Die von den Arten- und Fruchtkörperzahlen her wohl am weitesten verbreiteten Pilze in naturnahen Moorbiotopen sind die Häublinge. Die Gattung an sich ist an den relativ kleinen Fruchtkörpern, der oft kegelig-glockigen Hutform und den ocker- bis gelbbraunen, hygrophanen Hüten erkennbar. Sehr viele Arten der Gattung wachsen in Mooren saprophytisch zwischen oder an Moosen, einige Arten auch terricol- oder lignicol-saprophytisch. Ob die intensiven Beziehungen zu Moosen auch symbiontischer Natur sind, ist bisher unklar und muss erforscht werden. Besonders charakteristisch für Moorbiotope sind die meist langstieligen Arten, die zwischen oder an Torfmoosen wachsen (sphagnicole Arten). In Schleswig-Holstein gibt es etwa 50 Häublingsarten, von denen 14 Arten deutlich sphagnicol sind und etliche weitere Arten zumindest sehr gerne in Polstern von hygrophilen Moosen (incl. Torfmoosen) fruktifizieren. Da viele *Galerina*-Arten schwer und nur mikroskopisch bestimmbar sind, spielen sie als Indikatorarten keine Rolle.

*Terricol-saprophytisch: Saprophytische Pilze, die sich von toter organischer Substanz im bzw. aus dem Boden ernähren, nennt man terricol-saprophytisch*

*Lignicol-saprophytisch: Saprophytische Pilze, die sich von toter organischer Substanz in Form von Holz (Totholz) ernähren, nennt man lignicol-saprophytisch*

*hygrophil: feuchtigkeitsliebend; hygrophile Moosarten bevorzugen sehr bodenfeuchte und meist auch luftfeuchte Standorte*

### Die wichtigsten Merkmale der Häublinge im Überblick:

*Hauptmerkmale der gesamten Untergattung*

- **kleine, in Hut und Stiel gegliederte Blätterpilze; Hut dünnfleischig-häutig**
- **meist mit freudigen ockerlichen, gelbbraunen bis rostbraunen Farbtönen**
- Hüte +/- immer hygrophan, meist stark (selten nur randlich) durchscheinend gerieft
- die meisten Arten der Moore sind sphagnicol oder zumindest bryicol

*Weitere wichtige Merkmale von Teilgruppen*

- viele Arten haben faserige oder flockige Velumreste, besonders am Stiel
- Stielbasis bei einigen Arten intensiver gefärbt (z.B. rotbraun, dunkelbraun)
- viele Arten haben kegelig-glockige Hutformen, flache Hüte sind seltener

Die Zuordnung eines Pilzes zur Gattung *Galerina* (Häublinge) ist aufgrund der oft freudig gelbbraunen, honiggelben oder rostbraunen Farben in Kombination mit kleinen, häutig-durchscheinenden Hüten und der Affinität zu Moosen auch ohne Spezialwissen meist möglich. Die genaue Bestimmung der Art ist aber in den meisten Fällen nur für Spezialisten möglich; weitere, in der Regel mikroskopische Merkmale (z.B. Sporengröße und -ornament, Cheilo- und Kaulozystiden u.a.) sind dabei wichtig. Trotzdem sollen die Häublinge in dieser Broschüre vorgestellt werden, da sie besonders typische und häufige Bewohner der Moorbiotope sind.

*hygrophan: stark feuchtigkeitsempfindlich, durchscheinend feucht; durchfeuchtet mit dunklerer Färbung (im Hut) und oft durchscheinenden Lamellen (→ durchscheinend gerieft), trocken deutlich heller entfärbend.*

*Cheilozystiden, Kaulozystiden: Sterile Zellen oder Haarbildungen, die sich an den Lamellenschneiden befinden. Entsprechende Bildungen am Stiel heißen Kaulozystiden. Ihre Größe und Form sind für den Experten oft wichtige Merkmale bei der genauen Artbestimmung.*

## Beispiele für Arten

*Galerina paludosa* (Weißflockiggesäumter Sumpfhäubling)

*Galerina paludosa* gehört aufgrund der relativ großen Fruchtkörper (bis 3cm Hutdurchmesser), der langen Stiele (4-12cm) und der intensiven Befaserung und Beflockung auf Hut und Stiel zu den wenigen äußerlich gut erkennbaren Häublings-Arten. Der Stiel ist charakteristisch streifig-genattert.
Streng sphagnicole Art, die Moor- und Moorwaldbiotope aller Art mit Torfmoosen besiedelt. In torfmoosreichen Biotopen eine der häufigsten Pilzarten, die bei geeigneter Witterung fast das ganze Jahr hindurch fruktifiziert.

*Galerina calyptrata* (Knollenfüßiger Mooshäubling)

*Galerina calyptrata* ist eine kleine Art (Hüte bis 1,2cm) mit kegelig-glockigen, durchscheinend gerieften, meist weißrandigen Hüten und einem in der oberen Hälfte bereiften Stiel mit deutlich verdickter Basis (Name). Sicher ist diese Art nur mikroskopisch anhand sehr charakteristischer Sporen zu bestimmen.
Relativ häufige, bryophile (moosliebende) Art, oft zwischen Torfmoosen oder anderen hygrophilen Moosarten. Besiedelt fast ausschließlich bodensaure Feuchtbiotope, insbesondere Moore, Moorwälder und Feuchtwiesen.

*Galerina clavata (heterocystis)* (Großsporiger Mooshäubling)

*Galerina clavata* ist eine kleine Art (Hüte bis 1,5cm) mit flach gewölbtem und leicht gebuckeltem, durchscheinend gestreiftem Hut mit freudig hell ockergelben bis gelbbraunen Farben. Der hell ockerliche Stiel ist auf ganzer Länge weiß bereift bis befasert. Sicher ist diese Art nur mikroskopisch zu bestimmen.
Häufige bryophile (moosliebende) Häublingsart, die zwar ein ziemlich breites Spektrum von Biotoptypen besiedelt, aber bei uns besonders häufig in Torfmoospolstern in Mooren oder an offeneren Torfstellen mit anderen Moosen zu finden ist.

## Saftlinge (Gattung *Hygrocybe*)

Besonders auffällige Pilze naturnaher Moorbiotope sind einige seltene und gefährdete Arten aus der Gattung *Hygrocybe* (Saftlinge). Die Arten dieser Gattung besitzen typischerweise intensiv farbige und sehr hübsch anzusehende Fruchtkörper. Saftlinge sind Mykorrhizapilze; sie bilden an Moorstandorten eine Symbiose mit krautigen Pflanzen und Gräsern (Süß- und Sauergräser), über deren Art und Funktion bisher wenig bekannt ist. Von den etwa 70 Arten in Nord- und Mitteleuropa kommen 8 Arten in Schleswig-Holstein regelmäßig und hauptsächlich in Moorbiotopen vor, einige andere Arten fakultativ oder zufällig. Alle in Mooren und Moorwäldern vorkommenden Saftlingsarten sind hochwertige Indikatoren für Naturnähe und Kontinuität der Standorte (Signalarten).

### Die wichtigsten Merkmale der Saftlinge im Überblick:

*Hauptmerkmale der gesamten Gattung*

- kleinere bis mittelgroße (selten große), in Hut und Stiel gegliederte, Blätterpilze
- **häufig stark und leuchtend gefärbt (oftmals „knallige“ Farben)**
- am häufigsten sind orange, rote und gelbe, seltener grüne Farben
- seltener sind weiße Arten oder Arten mit grauen bzw. braunen Farbtönen
- die Fruchtkörper, insbesondere die Lamellen, sind glasig bis wachsartig

*Weitere wichtige Merkmale von Teilgruppen*

- die Fruchtköper etlicher Arten sind schleimig auf Hut und/oder Stiel

- eine andere Gruppe der Saftlinge hat durchweg trockene Fruchtkörper
- einige Arten schwärzen oder röten bei Berührung oder an Bruchstellen
- einige Arten haben eine dunkle (bis schwarze) Schuppung auf dem Hut

Die Zuordnung eines Pilzes zur Gattung *Hygrocybe* ist aufgrund der augenfälligen Kombination von ohne Mikroskop sichtbaren (in der Fachsprache: makroskopischen) Merkmalen auch ohne Spezialwissen einfach. Insofern eignen sich Saftlinge hervorragend als Signalarten für wertvolle Moorstandorte. Im Detail können für die genaue Bestimmung weitere Merkmale wie der Lamellenansatz, die Farbe der Lamellen, der Farbkontrast zwischen Hut, Stiel und Lamellen, spezielle Gerüche und mikroskopische Merkmale (z.b. Sporengröße und -form) wichtig sein.

*Lamellenansatz: Art und Form der Anbindung von Stiel und Lamelle*

## Beispiele für Arten

*Hygrocybe coccineocrenata* (Feinschuppiger Moor-Saftling)

*Hygrocybe coccineocrenata* ist ein kleiner bis mittelgroßer, brüchiger, scharlachrötlicher bis oranger Saftling mit einer typischen rußfarbenen (bis schwarzen) Hutschuppung, Hutrand gekerbt bis gezähnelt. Die Lamellen sind weiß bis schwach gelblich und angewachsen bis schwach herablaufend.
Sphagnicole (torfmoosliebende) Art der Übergangs- und Schwingrasenmoore; gerne bei *Sphagnum recurvum* agg. Seltener in Hochmooren (Laggbereich) oder Naßwiesen auf organischen Böden. Bevorzugt wechselnasse Standorte

*Hygrocybe miniata* (Mennigroter Saftling)

*Hygrocybe miniata* ist ein relativ kleiner (Hut bis 3cm), leuchtend mennig- bis blutroter Saftling mit einer dem Hut gleichfarbener Schuppung. Die Lamellen sind orangerötlich bis hell orangegelb, angewachsen bis schwach herablaufend. Meist schon im Feld erkennbare, charakteristische Art.
Häufigste Saftlingsart mit breiter ökologischer Amplitude. Ein Vorkommensschwerpunkt der Art sind Zwischen- und Hochmoore sowie moorige Pfeifengraswiesen.

*Chromosera (Hygrocybe) xanthochroa* (Mehrfarbiger Saftling)

*Chromosera xanthochroa (*Syn.: *Hygrocybe xanthochroa)* ist eine hübsche, ziemlich kleine (bis 2.5cm) Saftlingsart mit Nabelings-artigem Habitus und deutlich herablaufenden Lamellen. Hut lebhaft orange bis dottergelb, anfangs deutlich feucht-schmierig und durchscheinend gestreift, Lamellen blassgelb, Stiel hyalin-weißlich bis zartviolett oder rosa. Farblich sehr auffällige, unverwechselbare Art.
Sehr seltene, wenig bekannte Art der Sümpfe und Zwergstrauch-Moore mit arktisch-alpinem Verbreitungs-schwerpunkt. In Schleswig-Holstein (wohl glazialreliktisch) nur in einem Salzmoor (Brenner Moor) zwischen Moosen in lichtoffenen, kleinwüchsigen, sehr salzreichen Schilfbeständen. Aus Deutschland sonst nicht bekannt.

*hyalin: glasig-durchsichtig, durchscheinend*

*herablaufende Lamelle: Lamellen (oder Röhren) ziehen ein Stück am Stiel abwärts*

## Schwefelköpfe (Gattung *Hypholoma*)

Schwefelkopf-Arten gehören neben den Häublingen (*Galerina* →) zu den häufigsten Pilzen in naturnahen Moorbiotopen. Sie bilden am Standort häufig individuenreiche Bestände. Die Gattung an sich und auch die meisten Arten sind schon makroskopisch (mit bloßem Auge) erkennbar. Etliche Arten wachsen in Mooren und Moorwäldern saprophytisch auf Torfen und Torfmudden (turficole Arten). Besonders charakteristisch für Moorbiotope sind die meist langstieligen Arten, die zwischen oder an Torfmoosen wachsen (sphagnicole Arten). In Schleswig-Holstein gibt es etwa 15 Schwefelkopf-Arten und einige Varietäten, davon kommen etwa 10 häufig in Moorbiotopen vor, 5 Arten sind ausgesprochen an Moore und Moorwälder gebunden. Schwefelkopf-Arten haben in Moorbiotopen keine besonders spezifischen Ansprüche und spielen deshalb als Indikatorarten keine Rolle.

**Die wichtigsten Merkmale der Häublinge im Überblick:**

*Hauptmerkmale der gesamten Untergattung*

- kleinere oder mittelgroße (2-10cm) , in Hut und Stiel gegliederte Blätterpilze
- **Sporenpulver dunkel (schwärzlich, graubraun), meist mit violettem Stich**
- **die zunächst helleren Lamellen (weißlich, ocker, gelb) dunkeln bei Sporenreife nach**
- meist mit tonblassen, gelben, gelbbraunen oder rostbraunen Farbtönen
- Hüte konvex oder gebuckelt, nie vertieft
- die meisten Arten der Moore sind turficol und/oder sphagnicol (bryicol)

*Weitere wichtige Merkmale von Teilgruppen*

- einige Arten haben faserige oder flockige Velumreste an Stiel oder Hutrand
- Stielbasis bei einigen Arten intensiver gefärbt (z.B. rotbraun, dunkelbraun)
- einige moorbewohnende Arten haben (stark) hygrophane Hüte

Die Zuordnung eines Pilzes zur Gattung *Hypholoma* (Schwefelköpfe) ist aufgrund der sehr dunklen Sporen (auf meist hellerem Grund) und den sich dadurch deutlich verändernden Lamellenfarben (alte und junge Fruchtkörper vergleichen!) auch ohne Spezialwissen relativ einfach möglich. Die genaue Bestimmung der Art ist mit einiger Übung ebenfalls ohne mikroskopische Hilfsmittel möglich. Obwohl die Schwefelkopf-Arten der Moore keine Indikatorfunktion haben, sollen sie in dieser Broschüre vorgestellt werden, da sie besonders typische und häufige Bewohner der Moorbiotope sind.

**Beispiele für Arten**

*Hypholoma elongatum agg.* (Torfmoos-Schwefelkopf)

*Hypholoma elongatum* hat im Verhältnis zum Stiel einen dünnfleischigen, kleinen Hut (1-2,5cm), der +/- hygrophan ist und hellocker bis honigfarben, später schön hellgelb gefärbt ist. Lamellen erst gelblich-weiß, später graugelb bis violettbraun. Stiel dünn und lang, auf ganzer Länge weißlich überfasert. Sehr vielgestaltige, aber trotzdem gut kenntliche Sammelart.
Neben *Galerina paludosa* (→) häufigste Pilzart in Torfmoospolstern der mäßig bis stark sauren Zwischen- und Hochmoore sowie der Moorwälder. Meist an abgestorbenen Teilen von Torfmoosen, aber auch zwischen anderen hygrophilen Moosen (z.B. *Drepanocladus, Polytrichum*)

*Hypholoma udum* agg. (Nördlicher Moorheiden-Schwefelkopf)

*Hypholoma udum* hat ziegelrote bis rotbraune, meist gebuckelte Hüte, die deutlich hygrophan sind (oft zentrifugal zu honigocker aufhellend). Die Lamellen sind erst blaßgelb, später gelbgrau, zuletzt dunkelbraun. Stiel hell-creme, zur Basis hin ocker- bis rotbraun. Sehr vielgestaltige, aber trotzdem gut kenntliche Sammelart.
Relativ häufige, turficole Art; meist gesellig auf feuchten Torfen oder Torfmudden, seltener auch direkt zwischen Torfmoosen (*Hypholoma udum fma. sphagnicola*). Gerne an vegetationsarmen Stellen in Hoch- und Zwischenmooren, Waldmooren, moorigen Teichrandfluren, besonders aber in Moorheiden.

## Nabelinge (Gattung *Omphalina* s.lat.)

Alle Nabelingsarten in Moorbiotopen zeigen sehr naturnahe und oft strukturreiche Standorte an. Die meisten Arten der Gattung sind selten und hoch gefährdet, vielfach handelt es sich um „kaltklimatisch“ bzw. nordisch-boreal oder sogar arktisch-alpin orientierte Arten. Die Fruchtkörper sind typischerweise deutlich genabelt und haben herablaufende Lamellen.

*Omphalina*-Arten sind meist terricol-saprophytisch, zum Teil leben sie in Symbiose mit kugeligen Grünalgen der Gattung *Coccomyces* und bilden somit lichenisierte Großpilze. Oft werden diese Arten auch als eigene Pilzgattung „*Lichenomphalia*“ (Flechtennabelinge) angesehen und systematisch zu den Flechten gestellt. Manche Nabelinge der Moorbiotope sind mehr oder weniger an Torfmoose gebunden (sphagnicol). Die Gattung *Omphalina* ist schwer überschaubar, da es viele Kleingattungen gibt, deren Status umstritten ist. Von den etwa 80 bis 100 Arten (und zusätzlich diversen Varietäten) in Nord- und Mitteleuropa kommen 40 bis 45 Arten in Schleswig-Holstein vor. Von diesen sind 7 reine Moorbewohner, weitere etwa 10 Arten kommen regelmäßig in Moorbiotopen vor, einige andere Arten sind

hier fakultativ oder zufällig zu finden. Alle in Mooren und Moorwäldern vorkommenden Nabelingsarten sind hochwertige Naturnähe-Indikatoren; da die meisten Arten recht klein sind, eignen sie sich jedoch nicht alle als Signalarten. Die meisten Nabelinge sind außerdem extrem nitrophob und eutrophob und deuten auf besonders nährstoffarme Standorte hin. Das gilt ganz besonders für die lichenisierten Arten.

*lichenisierte Pilze: an der Flechtenbildung beteiligte Pilze, meist kleinere Schlauchpilze (Ascomyceten), selten Großpilze wie hier z.B. Nabelinge*

*nitrophob: wörtlich „Stickstoff-abweisend"; der Begriff bezieht sich auf Arten, die nur natürlicherweise N-arme Standorte besiedeln und mit Nitrat u.a. N-Verbindungen belastete Standorte strikt meiden*

*eutrophob: wörtlich „Nährstoffreichtum abweisend"; der Begriff bezieht sich auf Arten, die nur natürlicherweise nährstoffarme Standorte besiedeln und nährstoffreichere bzw. mit N-, P-Verbindungen etc. belastete Standorte strikt meiden*

**Die wichtigsten Merkmale der Nabelinge im Überblick:**

*Hauptmerkmale der gesamten Gattung*

- kleinere (0.5-3cm), in Hut und Stiel gegliederte Blätterpilze
- **Hüte dünnfleischig-häutig, fast immer genabelt bis trichterig**
- **Lamellen leicht bis deutlich herablaufend, oft gegabelt oder anastomosierend**
- Meist unscheinbar gefärbt: weißlich, Brauntöne aller Art, grau-schwarz
- Stiel oft etwas elastisch-zäh, meist wie der Hut gefärbt
- Velum oder Velumreste immer fehlend

*Weitere wichtige Merkmale von Teilgruppen*

- die Huthaut einiger Arten ist eingewachsen-faserig oder schorfig-schuppig
- lichenisierte Arten haben basal am Stiel körnige / muschelförmige Flechtenthalli

*anastomosierend: Ausdruck für quer miteinander verbundene Lamellen, Adern, Leisten oder Hyphen, wodurch ein Netzwerk bzw. kammerartige Alveolen entstehen.*

*Flechtenthallus: Vegetationskörper der Flechten*

Die Zuordnung eines Pilzes zur Gattung *Omphalina* (im weiteren Sinne)* ist aufgrund der augenfälligen Kombination von ohne Mikroskop sichtbaren Merkmalen auch ohne Spezialwissen möglich. Insofern eignen sich Nabelinge als Indikatoren für wertvolle und durch Schad- und Nährstoffe wenig belastete Moorstandorte. Im Detail können für die genaue Bestimmung weitere Merkmale wie die Anzahl und Form der Lamellen, Strukturmerkmale der Hutoberfläche, Bereifung (besonders am Stiel) und mikroskopische Merkmale (z.B. Sporengröße und -form, Zystiden) wichtig sein.

**) es handelt sich um eine taxonomisch relativ uneinheitliche Sammelgattung, die sehr unterschiedlich interpretiert wird. Omphalina s. str., Lichenomphalina (Syn.: Phytoconis), Chrysomphalina, Gerronema, Gyroflexa, Sphagnomphalia und Haasiella sind die wesentlichen Kleingattungen, die im weiteren Sinne zu Omphalina s.lat. gerechnet werden*

## Beispiele für Arten

*Omphalina fusconigra* (Schwarzbrauner Moor-Nabeling)

*Omphalina fusconigra* ist eine dunkel rotbraune bis graubraune, durchscheinend gestreifte, stark genabelte bis trichterige Art mit flaumig bereiftem, fast schwarzem Stiel. Die Lamellenschneiden sind dunkler als die Fläche, der Hut in der Mitte z.T. etwas schülferig-schuppig. Relativ einfach erkennbare Art.
Torfmoospolster bewohnende (sphagnicole) Art der Hoch- und Zwischenmoore sowie Kiefern- und Fichtenmoorwälder. Fast immer zwischen Schlenken-Torfmoosen oder in Schwingdecken.

*Lamellenschneide: die nach unten oder außen gerichtete freie Schmalseite der Lamelle*

*Lichenomphalia (Omphalina) umbellifera* (Gefalteter Flechtennabeling)

*Lichenomphalia umbellifera* ist eine sehr farbvariable (cremegelb-fleischfarben-ockerbraun), kleine (Hüte bis 2cm) Art mit nur flachem Nabel und stark herablaufenden, blaßockerfarbenen Lamellen. Der Gefaltete Flechtennabeling ist lichenisiert; an der Stielbasis bzw. auf dem Wuchssubstrat finden sich kugelförmige Grünalgen der Gattung *Coccomyces* (unter dem links abgebildeten Pilz erkennbar)*;* sie bilden mit dem Pilz eine Flechte (*Botrydina*-Typ).
Montane bis alpine, aber in Schleswig-Holstein noch „gut“ verbreitete Art; besiedelt durchfeuchtetes, stark morsches Nadel-, seltener Laubholz (liegende Stämme, Großäste) oder Torf-Rohböden in stark bodensauren, kalkfreien Moor- und Moorwaldbiotopen.

*Omphalina gerardiana* (Schuppiger Torfmoos-Nabeling)

*Omphalina gerardiana* ist gut charakterisiert durch die radial abstehenden, dunkelbraunen bis schwärzlichen Schuppen auf dem Hut, die für einen Nabeling relativ großen Fruchtkörper (bis 3,5cm) und den Standort in Torfmoospolstern (stets sphagnicol).
Immer zwischen lebenden oder absterbenden Torfmoosen in offenen *Sphagnum*-Rasen von Hoch- und Zwischenmooren, vermoorten Seeufern und Moorwäldern (mit Fichte, Birke). Nordische, boreal-montane Art.

*Omphalina cyathella* (Kerbrandiger Trichter-Nabeling)

*Omphalina cyathella* ist ein kleiner (Hüte bis 1,5cm), oft langstieliger, sehr dünnfleischiger und tief trichterförmiger Nabeling mit recht eng stehenden, schmalen und sehr weit herablaufenden Lamellen. Die Hutoberfläche ist weitgehend kahl und frisch durchscheinend gerieft.

Diese Art wächst am Grunde von oder zwischen faulenden Seggen-Bulten in meist nährstoffreicheren Moor- und Sumpfbiotopen, besonders Nieder- und Quellmooren. Oft an „mineralreichen“ Stellen mit Kalk- oder Salzeinfluss, z.B. in Salzmooren (Brenner Moor) oder salzbeeinflussten küstennahen Moorbiotopen.

## Weitere besondere Pilzarten der Moore: Schlauchpilze

***Mitrula paludosa*** *(Gelber Sumpfhaubenpilz)* Foto: Arne Drews (LLUR)

*Mitrula paludosa* ist ein 2 bis 5cm hoher, in Stielteil und Kopfteil gegliederter Schlauchpilz. Köpfchen kugelig bis keulig-walzenförmig und lebhaft gelb bis orange, Stiel weißlich. Einfach erkennbare, charakteristische Art, die in der Regel sehr gesellig wächst.
Stark hygrophil bis submers (untergetaucht) wachsende Art; stets an überrieselten Stellen bzw. in oder unter Wasser in Moor-, Moorwald- und Quellbiotopen. Saprophytisch an unter Wasser liegenden Pflanzen- oder Nadel-/Blattresten. Boreal-montane Art, die sich in Schleswig-Holstein in den letzten Jahren offenbar ausbreitet. Signalart für sehr naturnahe Standorte.

*Ascomyceten: Schlauchpilze; formenreiche Pilzklasse mit schlauchförmigen Zellen (sog. Asci), in denen die Sporen (Ascosporen) für die sexuelle Vermehrung gebildet werden. Bei den Ständerpilzen (Basidiomyceten) werden die Sporen (Basidiosporen) außerhalb der sog. Endzellen (Basidien) gebildet und dort abgeschnürt.*

*Geoglossum sphagnophilum (glabrum)* (Torfmoos-Erdzunge)

*Geoglossum sphagnophilum* ist eine große, schwarze Erdzunge mit 4 bis 10cm hohen Fruchtkörpern, die stets zwischen Torfmoosen wachsen. Kopfteil und Stiel sind +/- schlank, der untere Stielteil ist durch die Bedeckung mit braunen Hyphen etwas rauh wirkend (siehe mittlerer Fruchtkörper).
Die Verbreitung der seltenen Art ist beschränkt auf sehr naturnahe, torfmoosreiche Übergangsmoore und saure Niedermoore mit historischer Standortkontinuität. Es gibt weitere *Geoglossum*-Arten, die in Torfmoos-Polstern wachsen können; allesamt sind sie erstklassige Signalarten für Kontinuität und Naturnähe, weshalb die genaue Bestimmung der Art (nur mikroskopisch) für die Beurteilung eines Moorstandortes nicht entscheidend ist.

*Hyphe: Pilzfaden; fadenförmiges, gestrecktes, septiertes Vegetationsorgan der Pilze, aus dem das Myzel (→) und die Fruchtkörper (Sporenträger) aufgebaut sind.*

## Ausgewählte Moor- und Moorwaldtypen; eine kurze Charakterisierung

## 1. Naturnahe Hochmoore*

Naturnahes Hochmoor (Typ 7110), kleiner Ausschnitt

**) Dieser Vegetationstyp ist streng genommen in Schleswig-Holstein nur noch kleinräumig, und fast immer in Verbindung mit degradierten Hochmoorbereichen (Typ 7120) vorhanden. Da die Funga beider Typen (auch im engen räumlichen Zusammenhang) meist sehr unterschiedlich ist, sollen hier nicht beide Typen zusammen behandelt werden. Im Gegenteil soll diese Broschüre auch helfen, noch naturnahe Restflächen von stärker veränderten Flächen zu unterscheiden. Die Funga der degradierten Hochmoorstandorte ähnelt häufig einer sehr verarmten Version der Birken-Moorwälder (→). Eine Ausnahme davon bilden die manchmal noch relativ intakten Kernbereiche der degradierten Hochmoore, deren Funga noch der der lebenden Hochmoore ähnelt.*

Naturnahe Hochmoore zählen aus pilzkundlicher Sicht, trotz der im Vergleich zu anderen Lebensräumen relativ begrenzten Artenzahl, für die Erhaltung der Artenvielfalt zu den

wichtigen Lebensräumen. Mit bisher 101 nachgewiesenen Pilzarten sind die naturnahen Hochmoore in Schleswig-Holstein in Anbetracht ihrer geringen Flächenausdehnung mäßig artenreich. Etwa 55 dieser Arten sind seltene bis sehr seltene Großpilze, die ihren Verbreitungsschwerpunkt in diesem Lebensraum haben, der in Schleswig-Holstein nur noch fragmentarisch erhalten ist. Häufiger sind mehr oder weniger stark veränderte, sogenannte „degradierte Hochmoore“ (Typ 7120), die aber zumindest teilweise noch renaturierbar sind, sofern der Kernbereich noch naturnah ist.
Typisch für naturnahe Hochmoore sind sphagnicol- und turficol-saprophytische Pilzarten, besonders aus den Gattungen *Galerina* (Mooshäublinge) und *Hypholoma* (Schwefelköpfe). Charakteristisch für wertvollere Bestände lebender Hochmoore sind die sphagnicolen Nabelingsarten *(Omphalina)* und einige Saftlinge (*Hygrocybe*). Ein typisches Merkmal aller naturnahen Hochmoorhabitate ist die Dominanz nordisch-borealer Pilzarten, die sich mit dem Verbreitungsbild des Lebensraumes und seiner Vegetationsausstattung erklären lässt. Besondere Pilze der naturnahen Hochmoore sind auch die sog. Nacktbasidien *(Exobasidium).* Es handelt sich um parasitische *Heterobasidiomyceten*, die die Blätter und Sprosse von *Ericaceen* (z.B. Heidelbeere, Moosbeere) befallen. Die betroffenen Pflanzenteile verfärben sich rosa bis rot und sind deutlich verdickt bis gallenartig verformt.
Naturnahe Hochmoore und Moorheiden sind aufgrund des hohen Anteils „kaltklimatisch orientierter“ Pilzarten ideale Lebensräume, um die Folgen des Klimawandels auf die Artenvielfalt zu prüfen.
Die vorgestellten typischen und teilweise „wertprägenden“ Pilzgattungen der Moor- und Moorwaldbiotope sind in den naturnahen Hochmooren Schleswig-Holsteins mit folgenden Artenzahlen vertreten:

| **Pilzgruppe** | **Artenzahl in naturnahen Hochmooren** | **Anteil am Artenspektrum des Lebensraums in %** |
|---|---|---|
| Untergattung *Dermocybe* (Hautköpfe) | 4* | 4 |
| Gattung *Galerina* (Mooshäublinge) | 15 | 15 |
| Gattung *Hygrocybe* (Saftlinge) | 2 | 2 |
| Gattung *Hypholoma* (Schwefelköpfe) | 4 | 4 |
| Gattung *Omphalina* (Nabelinge) | 8 | 8 |
| Weitere Signalarten: | | |
| Gattung *Entoloma* (Rötlinge) | 5 | 5 |
| | 38 Arten | ca. 38% Anteil |

*) nur bei Vorkommen von Baumarten (incl. *Salix repens* agg.)

*Heterobasidiomyceten: Untergruppe der Ständerpilze (Basidiomyceten), bei der die Basidien oft durch Längs- oder Quersepten geteilt und dann zwei- bis vierzellig sind.*

*Basidie: „Trägerzelle“, Sexualzelle; keulenförmiger, meist einzelliger Sporenträger der Ständerpilze (Basidiomyceten)*

*Septe, Septum: Scheidewand bzw. Querwand bei Zellen, z.B. bei Hyphen, Basidien, Sporen*

## 2. Übergangs- und Schwingrasenmoore

Übergangsmoor (Typ 7140)

Die Übergangs- und Schwingrasenmoore Schleswig-Holsteins sind mit bisher 265 nachgewiesenen Pilzarten sehr artenreich. Sie sind unter den Moorhabitaten aufgrund ihrer großen Standort- und Vegetationsvielfalt, die pilzkundlich bei weitem abwechslungsreichsten Lebensräume. Gleichzeitig sind die Übergangsmoore aber auch die am stärksten gefährdeten Moorlebensräume, weil sie ökologisch und physikalisch-chemisch (z.B. pH-Werte, C/N-Verhältnisse) sehr fein justiert und empfindlich sind. Die Signalarten wie Saftlinge, Rötlinge, Keulen/Wiesenkeulen und Erdzungen sind mit insgesamt 40 Arten deutlich am Artenspektrum beteiligt. Zu diesen gehören viele besonders seltene Pilzarten; genannt sei nur die europaweit vom Aussterben bedrohte Torfmoos-Erdzunge *(Geoglossum sphagnophilum).* Turficole und sphagnicole Nabelingsarten *(Omphalina)* erreichen im Lebensraum der Übergangsmoore ein Maximum an Artenvielfalt. Gleiches gilt für die Mooshäublinge *(Galerina).* Zudem sind ‚Übergangs- und Schwingrasenmoore' Lebensraum für etliche außergewöhnliche und europaweit seltene *Ascomyceten* (Schlauchpilze), wie z.B. den Zweifarbigen Sumpf-Gallertkopf *(Sarcoleotia turficola)* oder den Torfmoos-Schwarzborstling *(Pseudoplectania sphagnophila).* Zusammenfassend betrachtet kann man sagen, dass ‚Übergangs- und Schwingrasenmoore' Lebensraum für eine überproportional hohe Zahl besonders seltener und vom Aussterben bedrohter Pilzarten sind. Die Funga dieses Lebensraumes ist mit Sicherheit bis heute nur sehr unvollständig bekannt, da Übergangsmoore in vielen verschiedenen Ausprägungen vorkommen. Das große Standortspektrum dieser Moore konnte bisher pilzkundlich nur teilweise untersucht werden.
Die vorgestellten typischen und teilweise „wertprägenden" Pilzgattungen der Moor- und Moorwaldbiotope sind in den Übergangs- und Schwingrasenmooren Schleswig-Holsteins mit folgenden Artenzahlen vertreten:

| Pilzgruppe | Artenzahl in Übergangs-mooren | Anteil am Artenspektrum des Lebensraums in % |
|---|---|---|
| Untergattung *Dermocybe* (Hautköpfe) | 3* | > 1 |
| Gattung *Galerina* (Mooshäublinge) | 28 | 10.5 |
| Gattung *Hygrocybe* (Saftlinge) | 8 | 3 |
| Gattung *Hypholoma* (Schwefelköpfe) | 5 | < 2 |
| Gattung *Omphalina* (Nabelinge) | 9 | 3.5 |
| Weitere Signalarten: | | |
| Gattung *Entoloma* (Rötlinge) | 16 | 6 |
| | 69 Arten | ca. 26% Anteil |

*) nur bei Bestockung mit Baumarten (incl. *Salix repens* agg.) oder Vorkommen von *Potentilla palustris*

*C/N-Verhältnis: definiert das Mengenverhältnis von Kohlenstoff zu Stickstoff in organischen Substraten, z.B. Torf, Humus oder Blattstreu*

## 3. Basenreiche Niedermoore und Sümpfe

Die basen- und kalkreichen Niedermoore Schleswig-Holsteins sind mit bisher 149 nachgewiesenen Pilzarten als relativ artenreich einzuordnen. Sie gehören zu den pilzkundlich abwechslungsreichsten Moor-Lebensräumen. Ein ganz wesentlicher Unterschied zu den anderen Moor-Lebensräumen ist die relative Seltenheit von Torfmoosen (*Sphagnum*), was zu einer starken Verschiebung des Pilzartenspektrums führt. Lediglich basenreichere, aber relativ nährstoffarme Moore mit Braunmoosen können auch bestimmte Torfmoosarten (*Subsecunda*-Gruppe) enthalten. Die obligat sphagnicolen Pilzarten fehlen den basen- und kalkreichen Niedermooren aber weitgehend. Dem gegenüber gibt es eine Vielzahl anderer charakteristischer Pilzarten, die hier vorkommen und oft sogar auf basenreiche Standorte spezialisiert sind, aber in den anderen Moor- und Moorwaldtypen weitgehend fehlen. Calciphile (kalkliebende) Pilzarten kommen nur in diesem Moortyp vor und können zur eindeutigen Abklärung und Abgrenzung des Standortes herangezogen werden. Bestimmte

sehr seltene Arten wie z.B. der Moor-Hallimasch *(Armillaria ectypa)* oder der Moor-Bovist *(Bovista paludosa)* zeigen einen hervorragenden Erhaltungszustand des jeweiligen Biotops an.
Die symbiontischen Pilzarten begleitender Baumarten *(Alnus glutinosa, Salix spp.)* werden hier nicht vorgestellt. Gerade die Grauweide *(Salix cinerea)* und die Ohrweide *(Salix aurita)* zeigen Degenerationsstadien des kalkreichen Niedermoores (Verbuschung) an; ihre begleitenden Pilzarten gehören somit nicht zum typischen Arteninventar gut erhaltener kalkreicher Niedermoore. Sehr artenreich sind in den Niedermooren die Rötlinge (*Entoloma*) vertreten, besonders an nährstoffarmen, aber basenreichen (oft kalkreichen) Standorten. Die blauen, violetten und blauschwarzen Arten aus der Untergattung *Leptonia* (Zärtlinge), die artenreich in den Niedermooren vorkommmen, sind hervorragende Zeiger für Naturnähe und Kontinuität der Standorte (Signalarten).

*Entoloma serrulatum* (Schwarzgezähnelter Rötling)

Die Nabelinge (*Omphalina*) kommen dagegen kaum vor, weil sie fast ausschließlich auf bodensaure Standorte spezialisiert sind.
Die vorgestellten typischen und teilweise „wertprägenden“ Pilzgattungen der Moor- und Moorwaldbiotope sind in den kalkreichen Niedermooren Schleswig-Holsteins mit folgenden Artenzahlen vertreten:

| **Pilzgruppe** | **Artenzahl in basenreichen Niedermooren** | **Anteil am Artenspektrum des Lebensraums in %** |
|---|---|---|
| Untergattung *Dermocybe* (Hautköpfe) | 3* | 2 |
| Gattung *Galerina* (Mooshäublinge) | 7 | 4.5 |
| Gattung *Hygrocybe* (Saftlinge) | 4 | 2.5 |
| Gattung *Hypholoma* (Schwefelköpfe) | 3 | 2 |
| Gattung *Omphalina* (Nabelinge) | 1 | < 1 |
| Weitere Signalarten: | | |
| Gattung *Entoloma* (Rötlinge) | 20 | 13.5 |
| | 38 Arten | ca. 25,5% Anteil |

*) nur bei Vorkommen von *Salix repens* agg. oder von *Potentilla palustris*

## 4. Birken-Moorwälder

Zitterpappel-Moorwald (besondere Ausprägung des Birken-Moorwaldes, Subtyp 91D1)

Die Birken-Moorwälder, zu denen auch nährstoffarme Erlen-Birken-Moorwälder und einige andere Moorwald-Ausprägungen zählen, sind in Schleswig-Holstein mit bisher 884 nachgewiesenen Pilzarten sehr artenreich. Sie zählen bei uns neben den Eichen-Hainbuchenwäldern zu den pilzartenreichsten Waldlebensraumtypen und lassen die heimischen Buchenwälder in punkto Artenvielfalt deutlich hinter sich. Eine Erklärung für dieses überraschende Ergebnis kann sein, dass das zusammenhängende Verbreitungsareal der Birken-Moorwälder in Nord- und Nordosteuropa und damit der potentielle Artenpool, wesentlich größer ist als das der Buchenwälder in Europa. Bestimmende Elemente der Pilzflora der Birken-Moorwälder sind die Ektomykorrhizapilze und die lignicolen Saprophyten der Birken und weiterer Gehölzarten des Lebensraumes. Etwa 250 Arten von Ektomykorrhizapilzen, die überwiegend an *Betula pubescens* (Moorbirke) gebunden sind, konnten nachgewiesen werden. Unter ihnen sind die Schleierlinge *(Cortinarius),* die Täublinge *(Russula),* die Milchlinge *(Lactarius)* und die Rauhfußröhrlinge *(Leccinum)* die artenreichsten und optisch dominantesten Gattungen. Neben den mit den Baumarten assoziierten Pilzen kommen im Lebensraum an geeigneten Kleinstandorten auch die turficolen und sphagnicolen Pilze der offenen Moorhabitate vor.
Die große Aufmerksamkeit, die in Mitteleuropa bezüglich der Erhaltung der Artenvielfalt den Buchenwäldern gilt, muss in Zukunft im nördlichen Europa (incl. Schleswig-Holstein) auch den Birken-Moorwäldern gewidmet werden. Gerade primäre, naturnahe Bestände sind erstaunlich artenreich. Etwa 80 bis 100 seltene bis sehr seltene Großpilzarten haben ihren Verbreitungsschwerpunkt in den Birken-Moorwäldern. In Schleswig-Holstein werden weitere Forschungen notwendig sein, um die Pilzflora dieses interessanten und bisher unterschätzten Lebensraumes vollständig zu erfassen.
Die vorgestellten typischen und teilweise „wertprägenden“ Pilzgattungen der Moor- und Moorwaldbiotope sind in den Birken-Moorwäldern Schleswig-Holsteins mit folgenden Artenzahlen vertreten:

| Pilzgruppe | Artenzahl in Birken-Moorwäldern | Anteil am Artenspektrum des Lebensraums in % |
|---|---|---|
| Untergattung *Dermocybe* (Hautköpfe) | 10 | > 1 |
| Gattung *Galerina* (Mooshäublinge) | 27 | 3 |
| Gattung *Hygrocybe* (Saftlinge) | 6 | > 0.5 |
| Gattung *Hypholoma* (Schwefelköpfe) | 10 | > 1 |
| Gattung *Omphalina* (Nabelinge) | 4 | 0.5 |
| Weitere Signalarten: | | |
| Gattung *Entoloma* (Rötlinge) | 42 | < 5 |
| Wichtige Mykorrhizapilz-Gattungen: | | |
| Gattung *Russula* (Täublinge) | 34 | 4 |
| Gattung *Lactarius* (Milchlinge) | 26 | 3 |
| Gattung *Leccinum*(Rauhfußröhrlinge) | 12 | 1.5 |
| | 171 Arten | ca. 19% Anteil |

## 5. Kiefern-Moorwälder

Kiefern-Moorwald (Subtyp 91D2 und 91D3 der Moorwälder)

Die Kiefern-Moorwälder Schleswig-Holsteins sind mit bisher 392 nachgewiesenen Pilzarten ebenfalls sehr artenreich. Das Artenspektrum, besonders der Mykorrhizapilzarten, überschneidet sich (soweit bekannt) deutlich mit dem der Fichten-Moorwälder (Lebensraumtyp 91D4), die in Schleswig-Holstein zwar vorkommen, aber bisher nicht untersucht wurden. Die vom optischen Eindruck her prägenden Pilzarten des Kiefern-Moorwaldes sind die Ektomykorrhizapilze der Kiefer und weiterer, begleitender Baumarten. Die dominanten Gattungen sind die Täublinge *(Russula),* die Milchlinge *(Lactarius),* die Schleierlinge *(Cortinarius)* und die Schmierröhrlinge *(Suillus).* Besonders auffällig unter den Schleierlingen ist die Untergattung *Dermocybe* (Hautköpfe), die bei uns in diesem Lebensraum ihr

Maximum an Artenvielfalt und Produktivität erreicht. Ihre farbenfrohen orangen, roten und gelben Fruchtkörper besiedeln gerne feuchte, torfmoosreiche Standorte. Die Zahl lignicoler Pilzarten, die an Kiefern gebunden sind, ist deutlich geringer als bei der Birke (Lebensraumtyp 91D1 →). Kiefern-Moorwälder sind aber Lebensraum für viele besondere, meist boreal-montane Pilzarten, wie z.B. den Rötlingsähnlichen Tellerling *(Rhodocybe priscua)* oder den Nadelwald-Grabenschnitzling *(Stagnicola perplexa).* Beide Arten sind in ganz Europa sehr selten.
Der Lebensraum Kiefern-Moorwald ist in Schleswig-Holstein zumindest kleinräumig weiter verbreitet als das zusammenhängende Verbreitungsgebiet der Waldkiefer im Südosten des Landes. Kontinuitätszeiger unter den Pilzarten zeigen uns, dass es nicht nur im Südosten des Landes, sondern auch auf der Hohen Geest örtlich Reste von alten, primären Kiefern-Moorwäldern gibt (z.B. Mühlenbarbeker Aue, Christinenthal).
Die vorgestellten typischen und teilweise „wertprägenden" Pilzgattungen der Moor- und Moorwaldbiotope sind in den Kiefern-Moorwäldern Schleswig-Holsteins mit folgenden Artenzahlen vertreten:

| **Pilzgruppe** | **Artenzahl in Kiefern-Moorwäldern** | **Anteil am Artenspektrum des Lebensraums in %** |
|---|---|---|
| Untergattung *Dermocybe* (Hautköpfe) | 8 | 2 |
| Gattung *Galerina* (Mooshäublinge) | 14 | 3.5 |
| Gattung *Hygrocybe* (Saftlinge) | 2 | 0.5 |
| Gattung *Hypholoma* (Schwefelköpfe) | 8 | 2 |
| Gattung *Omphalina* (Nabelinge) | 7 | < 2 |
| Weitere Signalarten: | | |
| Gattung *Entoloma* (Rötlinge) | 10 | 2.5 |
| Wichtige Mykorrhizapilz-Gattungen: | | |
| Gattung *Russula* (Täublinge) | 20 | 5 |
| Gattung *Lactarius* (Milchlinge) | 14 | 3.5 |
| | 84 Arten | ca. 21% Anteil |

*Produktivität: Bei den Pilzen gebraucht im Sinne von Biomasseproduktion (Fruchtkörper und Myzelmasse im Boden). Hohe Produktivität = große pilzliche Biomasseproduktion.*

## Methoden zur Bewertung von Moorbiotopen mit Pilzen

Was können wir anhand der Pilzvorkommen über den Erhaltungszustand oder die Naturnähe eines Moorbiotops aussagen?
Zunächst einmal ist es wichtig, dem Betrachter einer Fläche (sei es der Eigner, der Nutzer oder auch der Kartierer) das Werkzeug an die Hand zu geben, eine Fläche in ihrer Wertigkeit zumindest grob einzuschätzen. Das ist mit Pilzen aus einigen der vorgestellten Gruppen möglich, sofern man seine Berührungsängste mit der Materie (Pilze gelten seit jeher als schwierig) etwas beiseite legen kann.
Zur Orientierung wurden die wichtigsten makroskopischen (mit dem bloßen Auge sichtbaren) Bestimmungsmerkmale der besonders wichtigen Pilzgruppen jeweils in einem Überblickkasten vorgestellt (→). Anders als bei Grünland- oder Waldlebensräumen gibt es für Moore bisher keine erprobten und allgemein gebräuchlichen Bewertungssysteme mit Pilzen. Man kann aber mit den sogenannten **Signalarten** (aggregierende Zeigerarten) und einigen anderen gut erkennbaren Pilzarten relativ weitreichende Aussagen zur Qualität eines konkreten Bestandes machen.

**Exkurs Signalarten**

Viele Großpilzarten sind sehr gute Indikatoren für wertvolle Lebensräume, die auch viele andere seltene und gefährdete Arten enthalten. Die Bindung solcher Pilzsippen an besondere Qualitäten ihres Lebensraumes ist oft noch stärker ausgeprägt als bei seltenen Arten anderer Organismengruppen. Solche Pilz-Indikatorarten (aber teilweise auch Moos- und Flechtenarten), die speziell für die Zwecke der naturschutzfachlichen Bewertung von Biotopen verwendet werden, bezeichnet man als „Signalarten", wenn sie gleichzeitig leicht aufzufinden und zu identifizieren sind. Man benutzt solche Arten als praktische Werkzeuge beim Flächenmonitoring, insbesondere bei der Untersuchung von Waldbiotopen und Grünland-Habitaten. Ihre Anwesenheit an einem Ort zeigt an, dass andere seltene und gefährdete Arten (Tiere, Höhere Pflanzen), die zum Teil (Moose, Flechten) schwerer zu finden und zu identifizieren sind, in diesem Lebensraum ebenfalls als präsent angenommen werden können. Orte, an denen die Signalarten mit sehr vielen anderen seltenen Pilzarten vergesellschaftet sind, werden als „Hotspots" bezeichnet. Bei den in dieser Broschüre vorgestellten Artengruppen handelt es sich teilweise um Signalarten.

**Signalarten werden nach folgenden Bedingungen ausgewählt:**

- Sie sind meist optisch auffällig (daher **Signal**art)
- Sie sind im Feld einfach zu finden und zu erkennen
- Sie sind meist makroskopisch ansprechbar und bestimmbar
- Sie kommen oft in Kombination mit anderen seltenen/gefährdeten Arten vor
- Sie zeigen Biotope mit gutem bis sehr gutem Erhaltungszustand an
- Sie sind an +/- alte Habitate mit lang währender ökologischer Kontinuität gebunden
- Sie zeigen oft Lebensräume, die einen komplexen Altersaufbau haben

**Signalarten können für den Naturschutz folgende Aufgaben erfüllen:**

- Schnelle Hilfe bei der Vorauswahl zu untersuchender Bestände/Flächen
- Praktische Hilfe bei der Zuordnung (und Bezeichnung) des Biotops
- Zusätzliche Information bei der Ansprache und Abgrenzung von Biotopen
- Schnelle Information über den Erhaltungszustand des konkreten Bestandes
- Zusätzliche Information über die (potentielle) Artenvielfalt eines Bestandes
  (Hinweis auf seltene, gefährdete Arten, die zum Zeitpunkt der Erfassung nicht fruchten)

Zu den Signalarten für Moorbiotope gehören die vorgestellten Hautköpfe (*Dermocybe spp.* →), die Saftlinge (*Hygrocybe spp.* →), der Sumpf-Haubenpilz (*Mitrula paludosa* →), die Torfmoos-Erdzunge (*Geoglossum sphagnophilum* →) und weitere, ähnliche Erdzungen-Arten, die Torfmoos-Keule (*Clavaria sphagnicola* →) und viele Arten der Gattung *Entoloma* (Rötlinge). Sofern man Arten aus diesen Gattungen findet, kann man sich sicher sein, dass man ein +/- hochwertiges oder naturnahes Moorbiotop vor sich hat. Mengenangaben oder Schwellenwerte (bezüglich der Artenzahlen) für Signalarten in Moorbiotopen gibt es bisher nicht; insofern sind konkretere Aussagen nur anhand der ökologischen Bedürfnisse der einzelnen Arten oder Artengruppen zu erhalten.
Dem Spezialisten stehen weitere, aber oft schwerer erkennbare Artengruppen (z.B. Arten der Roten Listen, typische Arten) zur Verfügung, mit deren Hilfe man zu wesentlich genaueren Aussagen kommen kann, insbesondere wenn schädliche Einflüsse (z.B. Stickstoff-Eintrag) beurteilt werden sollen oder wenn Naturschutzmaßnahmen (z.B. Wiedervernässung) durchgeführt werden sollen.
Trotzdem gibt es neben den Signalarten eine ganze Reihe weiterer **praktischer Tips zur Bewertung von Moorstandorten mit Pilzen** ohne Spezialwissen:

1. Das Vorkommen einiger bekannter Pilzarten wie dem Dickschaligen Kartoffelbovist (*Scleroderma citrinum*), dem Kahlen Krempling (*Paxillus involutus*) oder dem Ockertäubling (*Russula ochroleuca*) an Moorstandorten, zeigt immer eine deutliche negative Veränderung an, insbesondere wenn viele Fruchtkörper an vielen Stellen zu sehen sind. Die Ausbreitung dieser Arten zeigt Einflüsse von Entwässerung (Torfaustrocknung) und/oder Humifizierung der Torfe, meist durch eine Kombination von Entwässerung und Nährstoffeinträgen, an. Die drei genannten Arten sind in größeren Beständen nur in +/- degradierten Moorwaldbiotopen zu finden.
2. Das häufige und massenhafte Auftreten von Stickstoffzeigern unter den Pilzen ist ebenfalls ein untrügerisches Zeichen für eine starke Torfzersetzung (Humifizierung) und/oder Einträge von Nährstoffen von Außen. Am bekanntesten sind wohl die Träuschlinge, besonders der auffällige Grünspanträuschling (*Stropharia aeruginosa*), aber auch andere saprophytische Pilzgruppen wie Düngerlinge (*Panaeolus spp.*), Mistpilze (*Bolbitius spp.*) und große Tintlingsarten wie der Schopftintling (*Coprinus comatus*) oder der Graue Faltentintling (*Coprinus atramentarius*) zeigen eutrophe Verhältnisse an ihren Standorten an. Das gilt auch für die an sich oft nährstoffreicheren Niedermoore.
3. Pilz-Indikatoren für nährstoffarme und stickstoffarme Verhältnisse in Moorbiotopen sind insbesondere die vorgestellten Signalarten und die Nabelinge (*Omphalina spp.*). Wenn diese Pilzgruppen in einem Moorbiotop vollständig fehlen, andererseits aber Arten aus den unter 1) und 2) genannten Gruppen häufiger auftreten, ist das Moorökosystem (zumindest zu großen Teilen) wahrscheinlich schon irreversibel verändert. Die Torfmineralisation ist ggf. soweit fortgeschritten, dass eine Moorregeneration (z.B. mit neuem Torfmooswachstum) nicht möglich ist.
4. Ist in Moorbiotopen zwar noch Torfmoos (meist *Sphagnum fallax*) zu finden, aber keine oder nur sehr wenige (vereinzelte) Fruchtkörper der typischen torfmoosbewohnenden Schwefelkopf- (*Hypholoma*) oder Mooshäublingsarten (*Galerina*), kann man von einer schleichenden negativen Veränderung des Moorkörpers ausgehen. Mooshäublinge und/oder Schwefelköpfe sind Pilzarten, die in intakten Torfmoosbeständen immer vorkommen; sie sorgen für die „Primärzersetzung“ der abgestorbenen oder geschwächten Torfmoospflanzen und stehen somit am Anfang der Kette der Prozesse, die zur Torfbildung führen. *Sphagnum fallax* ist ein ziemlich nährstofftolerantes und austrocknungstolerantes Torfmoos, das noch wachsen kann, wenn die typischen Begleitpilze schon verschwunden sind.
5. Umgekehrtes gilt für das Sumpf-Graublatt (*Sphagnurus paluster*, Syn.: *Lyophyllum palustre*); dieser Pilz ist parasitisch und bringt Torfmoosbestände kreisförmig zum Absterben. Er ist häufig in Schleswig-Holstein; sein Auftreten in naturnahen und „gesunden“ Moorbiotopen ist normal und typisch. Wenn die Nährstoffsituation an einem Moorstandort aus dem Gleichgewicht gerät (Torfmoose unter „Stickstoffstress“), macht sich dieses oft sehr früh dadurch bemerkbar, dass das Sumpfgraublatt (teilweise fast ganzjährig) Massenbestände bildet, die mitunter mehrere Tausend Fruchtkörper umfassen. Das führt dann zu großflächigem Absterben der Torfmoose. Ein nahe verwandter, aber extrem seltener und weitgehend unbekannter Moorbewohner ist *Lyophyllum admissum*, das ‚Braune Trichter-Graublatt’, das offenbar auch moosparasitisch ist.
   Die Graublätter sind im Gelände einfach erkennbar an den, zumindest im Alter, hellgrauen bis grauen Lamellen. Das Sumpfgraublatt verrät sich auch dadurch, dass sich die Torfmoose in seinem Umkreis gelbbraun bis cremefarben verfärben und absterben.

*Humifizierung: hier Umwandlung von Torf in feinere Humusstoffe, meist bei Luftzufuhr nach Grundwasserabsenkung. Dabei werden Nährstoffe (N, P), die im Torf festgelegt waren, freigesetzt*

*Sphagnurus paluster* (*Lyophyllum paluste)* (Sumpf-Graublatt)

*Lyophyllum admissum* (Trichter-Graublatt)

6. Gerade in den kalk- oder basenreichen Niedermooren ist das Auftreten von Arten der Gattung *Entoloma* (Rötlinge) oft ein positives Zeichen für naturnahe, zwar basenreiche, aber +/- nährstoffarme Verhältnisse. Rötlinge sind an den durch die reifen Sporen rosa bis fleischrot gefärbten Lamellen zu erkennen. Die moorbewohnenden Arten sind meist selten bis sehr selten, an Niedermoor-Standorten gibt es mitunter kalkzeigende oder basenzeigende Arten. Die Rötlinge der farblich auffälligen Untergattung *Leptonia* sind Signalarten (vgl. Handbuch zum Biotopmanagement für Pilze, Band I).

7. Von Natur aus eher trockenere bis wechselfeuchte Moorbiotope können auch mehr oder weniger vererdete (humifizierte) Torfe aufweisen, ohne von der Nährstoffsituation her vollständig aus dem Gleichgewicht geraten zu sein. Das ist manchmal der Fall, wenn Austrocknungs- und Humifizierungsprozesse sehr langsam, nicht als Folge von künstlicher Entwässerung, ablaufen. In solchen naturnahen Situationen mit oberflächlich leicht vererdeten Torfen treten spezielle Pilzarten auf, die bei unnatürlicher Nährstoffzufuhr verschwinden würden. Die auffälligsten Pilze solcher Standorte sind bestimmte Flämmlinge (*Gattung Gymnopilus);* sie haben lebhaft rostgelbe bis orangerote Farben in Hut und Lamellen, gelbliche bis rotbraune Stiele, oft gefleckte Lamellen und ein bitteres Trama (Fleisch). Die Moorarten dieser Gattung wachsen terricol an naturnahen, leicht trockenen, offenen (vegetationsarmen), oberflächlich vererdeten Torfstandorten, manchmal auch zwischen Moosen (*Sphagnum, Polytrichum*). Der abgebildete Rotbraune Flämmling (*Gymnopilus odini*) gehört zu diesen Arten.

*Gymnopilus odini* (Rotbrauner Flämmling)

Ein Ziel der zukünftigen Pilzforschung in Mooren sollte es sein, aus den bereits bekannten „wertprägenden“ Artengruppen, die zum Teil in dieser Broschüre vorgestellt werden, ein allgemein anwendbares Bewertungssystem mit Schwellenwerten zu entwickeln, wie es für andere Lebensräume schon besteht.

## Biotopmanagement in Mooren aus mykologischer Sicht

Zu diesem Thema gibt es bisher nur wenig Literatur; Einzelarbeiten, die sich mit ausgewählten Mooren oder Moorregionen beschäftigen, enthalten aber verstreut eine Vielzahl von Tipps und Hinweisen. Der Mangel an systematischer Beschäftigung mit dem Thema Pilze und Management von Moorbiotopen hat seine Ursache in der bisherigen Fokussierung auf die Bedürfnisse der seltenen Pflanzen- und Tierarten der Moore. Zu nennen seien hier zum Beispiel die Sonnentau-Arten, der Moorfrosch oder der Kranich.
Entsprechende Förderinstrumente z. B. für eine extensive Nutzung von Feucht- und Nassgrünland (viele Niedermoor-Standorte oder Standorte im Kontakt zu Moorbiotopen in Schleswig-Holstein gehören dazu) oder zur Reduzierung von Düngergaben und Pflanzenschutzmitteln existieren auch in Schleswig-Holstein (Vertragsnaturschutz). Da aber Flächen für den Vertragsnaturschutz i. d. R. aufgrund des Vorkommens bestimmter Pflanzen- oder Tierarten (besonders von Wiesenvögeln), jedoch nie aufgrund seltener oder besonderer Pilzvorkommen festgelegt werden, kann man pauschal sagen, dass diese Programme nur selten (oder nur zufällig) besondere Pilzarten bzw. Mykozönosen schützen. Außerdem sind die seltenen und meist besonders nitrophoben und eutrophoben Pilzarten der Moorstandorte in der Regel auch durch kleinräumigen Vertragsnaturschutz kaum geschützt, da sich subtile Stickstoffeinträge aus benachbarten Wirtschaftsflächen (über Luft, Wasser, Staub) oder großräumigere Grundwasserabsenkungen bzw. Entwässerungen außerhalb der eigentlichen Vorkommenflächen nach allen Erfahrungen drastisch auf die meist sehr fein eingenischten Pilzarten auswirken.

*Mykozönose: Bezeichnung für eine Lebensgemeinschaft von Pilzen oder die Pilzgesellschaft eines bestimmten Biotops bzw. Biotoptyps.*

**Voraussetzungen**

Grundsätzlich ist zu sagen, dass gerade die seltenen und gefährdeten torfbewohnenden (turficolen) und torfmoosbewohnenden (sphagnicolen) Pilze der Moorstandorte extrem nitrophob und eutrophob sind. Stickstoff in nicht natürlichen und standortgerechten Formen und Konzentrationen wirkt direkt toxisch bis letal auf die Myzele und die Diasporenpotentiale der empfindlichen Artengruppen. Die in dieser Broschüre behandelten Pilzarten sind alle mehr oder weniger gute Zeiger (zum Teil Signalarten) für naturnahe Moorstandorte von hoher ökologischer Wertigkeit. Sie sind in der Regel sehr empfindlich gegenüber vielen Umweltveränderungen und spezifisch eingenischt. Sie sind, grob gesagt, „**das schwächste Glied in der Kette", an dem sich das Flächenmanagement mehr als bisher orientieren sollte.** Zu den höheren Pflanzen und Moosen der Moorstandorte bestehen besondere Verbindungen.

*Diasporenpotential: Im weitesten Sinne die Summe der pilzlichen „Verbreitungseinheiten", die im Boden eines Standortes vorhanden sind. Das können Sporen, Zysten, Sklerotien, Pseudosklerotien, dickwandige Hyphenfragmente, Konidien u.a.m. sein, die zum Teil als Dauerformen lange Zeit im Boden überleben können.*

## Pilzfreundliche Pflege- und Erhaltungsmaßnahmen

Generell ergeben sich für die empfindlichen Hautköpfe, Saftlinge, Erdzungen und Rötlinge sowie Nabelinge und Flämmlinge und natürlich die vielen anderen Arten, für die diese Signalarten und Indikatorarten stellvertretend stehen, eine Vielzahl möglicher und teilweise auch notwendiger Pflegevorgaben und -hinweise, die hier in Themenblöcken vorgestellt werden sollen.
**Welche Bedingungen brauchen Pilze, gerade die torf- und torfmoosbewohnenden Arten, in Moorbiotopen überhaupt?** Entscheidend für die Erhaltung der Artenvielfalt von Moorpilzen ist die kleinräumige natürliche Struktur- und Standortvielfalt (Komplexität): **Ein Moor mit einer Vielzahl von Kleinstandorten mit unterschiedlicher Hydrologie (von trocken bis überstaut und wechselfeucht), Exposition und Mikromorphologie auf kleinem Raum birgt immer eine große Anzahl von typischen Pilzarten. Im Extremfall können eine vielfältig strukturierte Böschungskante eines alten Torfstichs oder ein großer alter Seggenhorst, der partiell im Wasser steht, partiell bemoost ist und partiell sehr trockene Rohboden- und Streustandorte bietet, auf 5 Quadratmetern (Beispiel) an Pilzen deutlich artenreicher sein als ein ganzes Moor von 5 ha, das „nivellierend" mit Wasser überstaut ist und wenig mikromorphologische Strukturen aufweist.**

*Kleinstandorte: Auch Mikrohabitate genannt. Bezeichnet sehr spezifisch ausgeprägte Lebensraumeinheiten geringer räumlicher Ausdehnung, bei Pilzen oft im Dezimeter-Bereich. Der Begriff Standort bezeichnet die übergeordnete Raumebene. Beispiel: Standort: Randgehänge (Lagg) eines Moores – Kleinstandort: seitlich an bemoostem Seggenhorst*

*Hydrologie: Die Hydrologie ist eine Geowissenschaft, die sich mit dem Kreislauf und den Eigenschaften des Wassers in den natürlichen Systemen (Geosphäre, Pedosphäre, Biosphäre) befasst.*
*Standorthydrologie: Gesamtheit der hydrologischen (wasserbezogenen) Merkmale des Standortes; umfasst die örtlichen Eigenschaften und Ausprägungen von Oberflächen-, Grund- und Bodenwasser und seine vielfältigen Wechselwirkungen*

*Mikromorphologie der Standorte: Morphologische Strukturelemente der Landschaft, die aufgrund ihrer Kleinheit nicht mehr von der Geomorphologie erfasst bzw. dargestellt werden. Dazu gehören u.a. alte Ameisenhügel, alte Auswurfhügel von Säugerbauten, Viehtrittspuren (engl. Fachbegriff: „Track lines"), Frostmusterstrukturen, Windwurf-Strukturen, Mikrokarsterscheinungen, Buckelwiesen.*

Klassische „Bultsituation“ in einem wechselnassen Niedrmoor; unten: zwei verschiedene „Mooshügel“ in einem Moorwald

Komplexe hydrologisch-morphologische Struktur durch Viehtritt in einem Übergangsmoor

Komplexe Strukturen im Übergangsbereich Mineral-Boden-organischer Boden (Moor)

Die Abbildung links oben zeigt beispielhaft eine solche Kleinsituation aus dem NSG Fuhlensee in Dithmarschen. Moose „klettern“ bis zu 30cm an einem Seggen-/Grasbult hoch, der Bereich unten rechts im Bild ist nass, der Wasserspiegel liegt knapp unterhalb der sichtbaren Oberfläche. Schon dieser kleine Landschaftsausschnitt hat eine so komplexe Vertikal- und Horizontalstruktur, dass er 6 verschiedenen Großpilzarten Lebensraum bietet. Im Bild links unten sind zwei verschiedenartige „Mooshügel“ in einem Moorwald zu sehen; einer hat sich um Totholzreste, der andere wahrscheinlich auf einem alten Ameisenhügel

gebildet. Beide bieten Kleinstandorte für eine Reihe von Pilzarten. Das rechte Bild oben zeigt eine sehr komplexe hydrologische und mikromorphologische Struktur in einem Übergangsmoor bei Ahrenshöft, die durch Viehtritt (phasenweise relativ intensive Kuhbeweidung) entstanden ist. Hier finden noch weitaus mehr moortypische Pilzarten Platz. Rechts unten ist eine sehr komplexe Struktur im Übergangsbereich vom Mineralboden zum Moor (ebenfalls bei Ahrenshöft) zu sehen, die aus pilzkundlicher Sicht ebenfalls artenreich ist. Bei Eingriffen in die aktuelle Hydrologie solcher Standorte ist besonders darauf zu achten, dass solche vielfältigen Klein- und Übergangsstrukturen nicht unter Wasser gesetzt werden und damit verschwinden.
Ziel des hydrologischen Managements von Mooren muss aus pilzkundlicher Sicht immer die Schaffung von sehr komplexen hydrologischen Situationen bzw. Feuchtegradienten sein. Dabei ist es für die meisten Pilzarten generell besser, die Grund- oder Moorwasserspiegel „knapp unter Maximum“ zu halten, denn die Myzelsysteme vieler Pilzarten können sich in Trockenphasen auf tiefere Torfschichten ausdehnen bzw. konzentrieren, würden aber bei dauerhafter Überstauung absterben. Eine Ausnahme machen die relativ wenigen stark hygrophilen (wasser- bzw. nässeliebend) und submersen (unter Wasser lebend) Pilzarten, deren Myzele Sauerstoffarmut und reduzierende Bedingungen über lange Zeiträume vertragen. Selbst die Myzele der obligat sphagnicolen (torfmoosbewohnenden) Pilzarten meiden vollständig sauerstoffreie Bereiche innerhalb der Torfmoospolster.

*Myzel: Gesamtheit der Pilzfäden (Hyphen), die den eigentlichen Pilzorganismus darstellt*

## Stichwortverzeichnis zum Biotopmanagement


| | |
|---|---|
| Empfehlungen zum Wasserhaushalt von Mooren | 36 |
| Thema Düngung und Pestizide | 39 |
| Thema Monitoring | 40 |
| Thema Mahd | 40 |
| Thema Beweidung | 42 |
| Thema „Oberboden-Schälung“ im Naturschutz | 44 |
| Thema Torfabbau und Torfstiche | 45 |
| Thema Freihaltung von offenen Moorflächen (Entkusselung etc.) | 46 |
| Thema Nadelbäume | 47 |
| Empfehlungen für Moorwälder | 49 |
| Thema Teichwirtschaft | 50 |
| Thema Restaurierung | 50 |


### > Empfehlungen zum Wasserhaushalt von Mooren

Neben dem Nährstoffangebot ist das Thema Wasser das wichtigste für die Moorpilze. Die weitreichenden Gebote, die zu beachten wären, um einen optimalen Schutz typischer und artenreicher Pilzgesellschaften der Moorbiotope zu erreichen, lassen sich nur über einen attraktiven Vertragsnaturschutz oder langfristige Sicherung erreichen, gerade wenn die betrachteten Standorte in einem landwirtschaftlich intensiv genutzten Umfeld liegen. Bei dem Thema Wasser sind die Pilze und die Torfmoose die schwächsten Glieder, weil das Wachstum der Myzelien vieler Pilzarten eine +/- konstante Bodenfeuchte und Bodenluftfeuchte, zumindest in tieferen Lagen des Torfkörpers, voraussetzt. Jede Pilzart hat dabei ihren optimalen Bodenfeuchte-Gradienten, so dass Artenreichtum nur durch Strukturvielfalt in der Fläche und damit auch Vielfalt der bodenhydrologischen Kleinsituationen (s.o.) erhalten werden kann. Sofern typische und artenreiche Pilzgesellschaften vorhanden sind, wären folgende Punkte wichtig:

- Verzicht auf die (ggf. weitere) Anlage von Drainagen und Gräben bzw. Oberflächenentwässerungen im Wassereinzugsgebiet des Moorstandortes
- Generell sind Erhalt oder Wiederherstellung der natürlichen örtlichen hydrologischen Verhältnisse besonders wichtig; dabei sollte immer ökosystemar und ohne Fokussierung auf Einzelarten (Zielarten) vorgegangen werden.
- Bei Wiedervernässungen sollte generell langsam vorgegangen werden, damit sich Flora, Fauna und Funga und auch die Bodenentwicklung (Bodenbiologie) langsam umstellen und anpassen können, ohne das es zu großen Verlusten in der Artenvielfalt kommt. Gesteuerte Spiegelanstiege von durchschnittlich 0.5 bis 1cm pro Jahr sind sicher eine vernünftige Größe, bei heute sehr grundwasserfernen Standorten natürlich auch ggf. mehr. Unter solchen Bedingungen können örtlich noch vorhandene Pilzmyzele dem Spielelanstieg folgend, „langsam mitwachsen".*
- Im Einzelfall (zu starke Überstauung, z.B. durch nicht vorhergesehene klimatische Veränderungen) ist theoretisch sogar die Wiederöffnung alter Entwässerungssysteme, die im Zuge einer Renaturierung verbaut wurden, in Betracht zu ziehen.
- Gesetzliche Änderungen, die gewährleisten, dass als Unterlieger fungierende empfindliche Moorbiotope kein nährstoffbelastetes Wasser aus landwirtschaftlichen Flächen abnehmen müssen, sind wichtig.
- Bei Vorhandensein alter bzw. historischer Entwässerungssysteme (alte Teiche, alte eingefallene Gräben, alte defekte Drainagen) alles so belassen wie es ist, sofern die am Ort vorhandenen Pilzvorkommen einen hydrologisch guten und naturnahen Zustand der Moorfläche signalisieren.** Man kann immer davon ausgehen, dass gerade die seltenen und besonderen Moorpilzarten am Standort nur vorhanden sind, wenn die mittel- oder langfristigen hydrologischen Bedingungen stimmen; sie integrieren aufgrund der Dauerhaftigkeit ihrer Myzele immer über lange Zeiträume.
- Natürlicherweise feuchtes oder gar wechselfeuchtes Grünland in Moorkomplexen (z.B. Pfeifengraswiesen, Niedermoorwiesen, Kleinseggen- und Kleinbinsenbestände) sollten nie dauerhaft überstaut werden (wie es leider manchmal zu beobachten ist); bodenbewohnende Pilzarten dieser Standorte sind i.d.R. hoch angepasst und vertragen keine dauerhafte Überstauung.
- Vielfältige mikromorphologische Strukturen der Mooroberfläche sollten, mit Ausnahme der Schlenken und mooreigenen Oberflächengewässer, nicht (oder nur kurzzeitig im Jahr) überstaut werden. Andererseits verhindert eine dauerhafte Überstauung in eher strukturarmen Moorteilen auch die Entwicklung vielfältiger Kleinstrukturen, die für die Funga wichtig sind.
- Dasselbe gilt für ältere, künstlich angelegte Torfstich- und Torfdammstrukturen; heute weitgehend naturnahe Strukturen mit weiten Feuchtegradienten (unter Wasser bis sehr trocken) sollten, zumindest in Teilflächen, erhalten bleiben.

*) Wenig vitale Restmyzele von latent noch vorhandenen Pilzarten finden sich in trockengelegten Feuchtbiopen oftmals in größeren Bodentiefen, dort wo noch ausreichend Feuchte vorhanden ist.

**) bei dafür notwendigen Eingriffen mit Maschinen sind die negativen Kollateraleffekte (Torfverdichtung, Bodenaufriss, Zerstörung der Mikromorphologie…) möglichen positiven Effekten gegenüberzustellen

Aus pilzkundlicher Sicht ist das Thema „Wiedervernässung" besonders heikel und auch vielschichtig. Ein einmal über lange Zeiträume nachhaltig entwässerter und humifizierter Torfstandort, der ggf. sogar phasenweise intensiv landwirtschaftlich genutzt wurde, wird durch eine ökologisch unangepasste, oft sehr schnelle Wiedervernässung und Überstauung nicht selten zu einer leblosen „Wüste". Solche Standorte sind aus mykologischer Sicht, aber auch für Torfmoose „toter und lebensfeindlicher" als weitgehend ausgetrocknete, degradierte Moorstandorte mit Birkenbewuchs im Pfeifengrasstadium. Eine schnelle Wiedervernässung ohne eine, zumindest partielle Abschiebung der durch Bewirtschaftung und Entwässerung mit

Nährstoffen angereicherten Oberbodenhorizonte bzw. Decktorfe ist nicht selten eine kontraproduktive Maßnahme und führt, insbesondere solange eine zusätzliche Nährstoffzufuhr von Außen anhält. Im schlimmsten Falle kommt es zu hypertrophen „Situationen", die in jeder Hinsicht lebensfeindlich sind. Am Grunde der überstauten Flächen bilden sich Faulschlämme (sog. Sapropele), die oft sehr schlecht durchlüftet sind und sich mit Metallsulfiden anreichern. War der überschwemmte Standort ursprünglich eher nährstoffarm, bilden sich als Unterwasserböden dunkelbraune, saure Huminstoffgele (Braunschlamm, Dy), die ebenfalls schlecht durchlüftet und kaum besiedelt sind.

*Humifizierung: hier Umwandlung von Torf in feinere Humusstoffe, meist bei Luftzufuhr nach Grundwasserabsenkung. Dabei werden Nährstoffe (N, P), die im Torf festgelegt waren, freigesetzt. „Vererdung" von Torfen ist ein Synonym*

*Hypertrophie: abnorme Nährstoffübersättigung von Substraten, Böden oder Wässern*

*anaerob: ohne freien Sauerstoff lebend bzw. lebensfähig bzw. Ablauf von Prozessen bei Fehlen von Sauerstoff*

Nur wenige Großpilze, die nahezu anaerobe Situationen tolerieren können (oft koprophile Arten, die auch andere hypertrophe Substrate besiedeln) können hier auf etwas höher aufragenden „Inseln" bestehen. Dazu gehören manche Tintlings- und Mistpilzarten (*Coprinus* spp., *Bolbitius* spp.). Alle Klarwasserpilzarten der Moorbiotope haben an großräumig Sapropel- oder Dy-geprägten Standorten keine Überlebenschance. Anders ist das unter natürlichen Bedingungen; auch in Quellmooren oder Auenüberflutungsmooren kann es Situationen geben, bei denen natürlicherweise recht nährstoffreiche Substrate überstaut werden. Nur sind diese Prozesse in der Regel stark räumlich-zeitlich fluktuierend und lassen genug Lebensraum für alle typischen Pilzarten dieser Lebensräume.

Über das Ziel hinaus, zu schnell vernässte Moor-, insbesondere Niedermoorflächen, gehören zu den pilzärmsten Lebensräumen in Schleswig-Holstein. Ihr „Artenreichtum" ist mit dem von Intensiv-Ackerflächen vergleichbar. Leider sind derartige Situationen nach Wiedervernässungsmaßnahmen in unserer Kulturlandschaft manchmal zu beobachten. Was für relativ wenige Wasservogelarten und den „Klimaschutz" erstmal einen Vorteil zu haben scheint, ist für den Rest der Biozönose (Lebensgemeinschaft) eine Katastrophe. Nährstoffe und toxisch wirkende Stoffe (Sulfide, Mangan, Faulgase) reichern sich im Bodensystem an.

In einem relativ trockenen bzw. teiltrockenen oder wechselfeuchten Biotop geht der Abbau von im „System" angesammelten Nährstoffen (vor allen N und P) durch Oxidationsvorgänge und „Reinigungungsprozesse" durch die Vegetation (*Urtica dioica, Phragmites*) besser und schneller vonstatten, sofern man die anfallende Biomasse regelmäßig entfernt. Um die typischen „Faulschlamm-Situationen" zu vermeiden ist eine Kombination von sehr langsamer Wiedervernässung (Spiegelanstieg über Jahrzehnte) mit jährlichem Mähen und Entfernen der Biomasse sinnvoll und aus pilzkundlicher Sicht zielführend. An Teilstandorten eines degradierten Moorbiotops noch erhalten gebliebene Pilzmyzele können langsam mit der neu entstehenden Situation „mitwachsen" und sich wieder nachhaltig etablieren. Auch für das langsame Wiederaufwachsen von Torfmoospolstern bietet diese Strategie eine Möglichkeit, die bei schneller Überstauung nicht gegeben ist.

Ein für den Naturschutz ganz wichtiger Aspekt in Mooren und moornahen Randflächen ist der Rückbau von alten oder historischen („eingewachsenen") Entwässerungssystemen bzw. die aktive Vernässung des umliegenden Feuchtgrünlandes. Hier wurden und werden viele Fehler gemacht, die die Vielfalt von Kleinstandorten für Pilze (und zum Teil auch für Pflanzen) häufig drastisch einschränken oder vollständig vernichten. Wenn aktuell wertvolle Pilzbestände am Standort etabliert sind, ist eine Minimierung hydrologischer Eingriffe geboten und sind ggf. Maßnahmen sehr gezielt und differenziert vorzunehmen. Auch Klimaschutzziele, die sich durch großräumige Vernässungen besser erreichen lassen, sind an

die Realität der Standorte und ihrer natürlichen Struktur und an die begrenzten räumlichen Möglichkeiten in Schleswig-Holstein anzupassen.

**> Thema Düngung und Pestizide**

Ein zunehmend entscheidendes Thema für den Erhalt der Moore und ihrer biologischen Vielfalt ist auch die großräumige Abpufferung dieser von Natur aus sehr nährstoffarmen Biotope und ihrer Funga gegenüber Nährstoffeinträgen, auch aus größerer Ferne in der Windrichtung. Das Thema Nährstoffe und Schadstoffe soll nun näher betrachtet werden.
Durch experimentelle Studien weiß man heute, dass eigentlich schon der überall vorhandene diffuse Stickstoffeintrag aus der Luft, der das natürliche Maß übersteigt, dauerhaft schädlich ist für die meisten Pilzarten der Moore. Wahrscheinlich gehen etliche Arten schon auf Grund dessen stark zurück oder sterben aus. Von daher wäre ein generelles Verbot jeglicher mineralischer Düngung und Gülledüngung im Umkreis von Moorbiotopen wünschenswert, zumal es nicht selten so ist, dass die Moorstandorte mit ihren organischen Bodenbildungen in der Landschaft tiefer liegen als die umliegenden Acker- oder Intensivgrünlandflächen. Nährstoffeinträge in das Grund- und Oberflächenwasser „landen“ letztendlich fast immer in den tiefsten Positionen der Landschaft, in denen die meisten Moore liegen.
Soweit zur Theorie. In der Praxis gilt es natürlich, vor Ort mit den Eignern und Nutzern der Moorflächen und der angrenzenden Flächen Vereinbarungen zu treffen, die der Pilzflora weitgehend entgegenkommen. Denkbar wäre dort, wo die vorhandenen gesetzlichen Regelungen nicht greifen, ein „**Vertragsnaturschutz für Moorpilze“**, der für den Landwirt deutlich attraktiver ausgestaltet ist als bisher, da die Einschränkungen wesentlich umfänglicher sein müssten als sonst üblich. Wesentliche Punkte wären:

- „Innenzone“ um naturnahe Moorflächen: Verzicht auf mineralische Düngung (N,P,K) und Gülledüngung in jeder Form am direkten Standort und seiner direkten Umgebung (mindestens 1km).
- „Außenzone“: Vermeidung von Nähr- und Schadstoff-Einwehung aus den an die „Innenzone“ angrenzenden Äckern und Intensivgrünländern durch Anlage von breiten, ungedüngten und pestizidfreien Pufferstreifen (bestenfalls durch einen Gebüschsaum oder schon vorhandene Knicks).
- Verzicht auf das Ausbringen von Gülle oder stickstoffhaltigem Dünger in vom Wind erreichbarer Nähe der Standorte, besonders in sehr offener Landschaft (im Einzelfall bis 5 km Entfernung).
- Die Gefahr der Windverfrachtung von Nähr- und Schadstoffen in Moornähe kann mit gutem Willen auch durch den Verzicht der Ausbringung bei ungünstigen Windverhältnissen und (bei Düngern) durch nicht verwehbare Applikationsformen (z.B. Pellets) vermindert werden.
- Verzicht auf das Ausbringen von Gülle oder stickstoffhaltigem Dünger in Quell- und Wassereinzugsgebieten der Moorstandorte (Quellen, Gräben, Drainagen, Bäche).
- Verbot von Schwarzbrachen (Maisanbau) in den Quell- und Wassereinzugsgebieten der Moorstandorte, um Nährstoff- und Schadstoffeinträge durch Erosionsvorgänge (Oberflächenwasser, Wind) oder Auswaschung in das Grundwasser zu unterbinden.
- Für den Einsatz von Herbiziden, Insektiziden und insbesondere Fungiziden gelten alle bisher genannten Punkte in gleicher Weise.
- Teichwirtschaftliche Betriebe in den Quell- und Wassereinzugsgebieten der Moorstandorte sollten nur extensiv und nach biologischen Richtlinien (z.B. Bioland) betrieben werden dürfen; vorhandene Betriebe sind zu prüfen und ggf. umzustellen.

Das sind weitgehende Schutzmaßnahmen, die entweder eine Sicherung der an wertvolle Moorstandorte grenzenden Flächen über Ankauf oder langfristige Pacht oder aber speziell zugeschnittenen Vertragsnaturschutz voraussetzen. Selbst Düngungsformen, die für etliche Pilzarten des trockenen bis mäßig feuchten Grünlandes noch tolerabel wären (extensive Gaben von Mist oder Kompost mit organisch gebundenen N-Komponenten), sind für die Mehrzahl der besonders nitro- und eutrophoben Moorpilzarten nicht zuträglich. Das gilt auch für den biologischen Landbau in empfindlichen Moor- oder Moorrandarealen.
Ein Verzicht auf Kalkung der Standorte und/oder angrenzender Waldflächen (Gefahr des versehentlichen Eintrags bei Applikation aus der Luft) ist auch ein sehr wichtiges Thema, da sich Kalkeinträge in den bodensauren Moorbiotopen katastrophal auf die gesamte Biozönose, nicht nur die Moorpilze, auswirken. Sekundäreffekte wie Mineralisierung und N-Freisetzung führen zur dauerhaften Vernichtung seltener Pilze und ihrer Standorte. Insbesondere die Funga der Hochmoore und sauren Übergangsmoore ist besonders kalk- und basenmeidend. Erstaunlicherweise reagiert aber nach Untersuchungen auch die Funga natürlicherweise kalkreicher Biotope (z.B. mancher Niedermoortypen) sehr negativ auf künstliche Kalkgaben, was mit der einhergehenden Stickstoffmobilisierung im Boden zu tun hat.

**> Thema Monitoring**

Aufgrund der geschilderten Probleme bei Renaturierungen und Wiedervernässungen von Moorbiotopen sollten solche Projekte in Zukunft nicht nur von geologischen, botanischen und hydrogeologischen, sondern auch von mykologischen Untersuchungen begleitet werden. Das ist wichtig, weil die Moorpilze (Signalarten und andere Indikatorarten) eng eingenischt und fein justiert sind und sehr kleinstandörtliche Faktorenkonstellationen sowie physikalisch-chemische Parameter (des Torfes oder Moorwassers) noch besser abbilden als die meisten Pflanzenarten. Außerdem haben sie oft sehr spezielle Anforderungen an die standörtlichen Bedingungen, die durch Vernässungsmaßnahmen in der Regel stark tangiert werden.
Zunächst ist es dabei wichtig, die aus pilzkundlicher Sicht wertvollsten und artenreichsten Teilflächen in den Moorgebieten zu identifizieren und zu bewerten. Dieser Schritt ist notwendig, weil mit Hilfe der bisher oft benutzten botanischen Methoden mit Sicherheit nicht alle Bereiche großer Pilzartenvielfalt („Hotspots“) erfasst werden können. Außerdem kann sich ggf. ergeben, dass das Flächenmanagement eventuell differenzierter vonstatten gehen sollte, als wenn man nur wertvolle Pflanzen- oder Tiervorkommen berücksichtigt. Nur das, was wir kennen, können wir auch mit den am besten geeigneten Methoden renaturieren, „bewirtschaften“ oder auch gar nicht verändern.
Um schleichende Veränderungen (z.B. durch landwirtschaftliche Randeinflüsse) zu erkennen oder die Wirkung von Managementmaßnahmen auf einen Moorstandort zu bewerten, ist in besonders sensiblen und hochwertigen Moorbereichen ein Monitoring alle 5 Jahre (Hotspots) bzw. alle 10 Jahre (sonstige hochwertige Flächen) vorzusehen.

**> Thema Mahd**

Generell sollte das Ziel der Renaturierung von Mooren die Schaffung pflegefreier oder sehr pflegearmer, „selbsttragender“ Lebensräume sein. Das gilt besonders für Hochmoore, tiefgründige Übergangsmoore und Quellmoore. In Moorbiotopen spielt das Thema Mahd fast nur in wechselnassen Übergangsmooren und Niedermooren sowie auf nicht zu tiefgründigen, wechselfeuchten Pfeifengraswiesen und Niedermoorwiesen auf Torfsubstraten eine Rolle. Sowohl Grasflächen als auch Schilfflächen können während trockenerer Phasen gemäht werden, sofern das nicht zu nachhaltigen Schäden am Torfkörper (Verdichtung, Nivellierung)

führt. Das Mähen (oder Beweiden) von moorigen Flächen macht aus pilzkundlicher Sicht eigentlich nur Sinn, wenn eine schleichende Nährstoffanreicherung in den betroffenen Flächen an der Vegetationsentwicklung erkennbar ist und wenn das Mahdgut konsequent und vollständig von den Flächen entfernt wird. Mit der Entfernung des Mähgutes von der Fläche findet ein ständiger „Ausmagerungseffekt“ (Nährstoffentzug) statt, der den heute überall vorhandenen Nährstoffeinträgen entgegenwirkt und außerdem schon vorhandene überschüssige Nährstoffe entzieht. Die Mahd von Flächen auf Torfböden wirkt in diesen Fällen in die Richtung, die ursprünglichen nährstoffarmen Verhältnisse mittel- oder langfristig wieder zu erreichen. Das mancherorts zu beobachtende Mulchen bzw. Einmulchen der Oberfläche mit dem gehäckselten Mahdgut ist dagegen eine Maßnahme, die in primär nährstoffarmen Moorbiotopen immer kontraproduktiv ist. Sie bewirkt einen schnelleren Abbau und eine schnellere Mobilisierung von Nährstoffen aus der Streu als unter natürlichen Bedingungen ohne Mahd.
Auf die Funga hat das deutliche Auswirkungen. An die abzubauenden Substrate (z.B. Schilf oder Wollgras) angepasste typische Saprophyten der Moorstandorte werden von ubiquitären, oft stickstoffliebenden Streuzersetzern abgelöst (verdrängt?). Die Mahd mit nachfolgender Einmulchung des Mahdgutes am Standort ist die schlechteste Methode. Bei Beweidung bleiben alle akkumulierten Nährstoffe zwar in der Fläche und werden ggf. nur umverteilt, doch es kommt nicht zu einer nivellierenden Nährstoffverteilung, sondern lokal auch zu Abreicherungseffekten. Bei Zufütterung der Weidetiere kommt es dagegen schleichend zu einer Anreicherung von Nährstoffen in der Fläche. Insofern sind für die besonders nitrophoben oder eutrophoben Pilzarten der Moorbiotpe eine Mahd mit Mähgutentfernung, soweit möglich, oder eine sehr extensive Umtriebs- oder Wanderbeweidung immer die bessere Wahl.
Die Entscheidung, ob eine Beweidung, eine Mahd oder eine Kombination beider Verfahren an einem Standort sinnvoll ist, sollte nicht nur von den Standorteigenschaften und der Vegetation abhängig gemacht werden; auch das vorgefundene Pilzartenspektrum sollte berücksichtigt werden.

Jede Pilzart der Offenstandorte in Mooren hat ihre spezifischen Vorlieben bezüglich der Dichte, Höhe und Vertikalstrukturierung der Pflanzen- oder Grasdecke am Standort. Daraus ergeben sich im Einzelfall ggf. sehr differenzierte Empfehlungen oder in sehr vielen Fällen

auch ein vollständiger Verzicht auf „Pflege“. Generell ist zu sagen, dass die Beweidung von für den Naturschutz gesicherten Moorflächen (i.d.R.) mit Rindern nicht in allen Fällen das geeignete oder beste Management ist (siehe auch Thema Beweidung →). Mahd oder Mahd mit Nachbeweidung kann im Einzelfall sinnvoller sein. Wichtige Punkte sind:

- Maximal 2-schürige Wiesennutzung, besser einschürig
- Die Schnitthöhe ist, unabhängig von der Mähmethode, so zu wählen, dass die orts- und biotoptypischen mikromorphologischen Strukturen erhalten bleiben
- Optimal ist die partielle Mahd, d.h. Verbleib von ungemähten, möglichst diffus verteilten Restflächen (und möglichst jährlicher Wechsel dieser Flächenanteile)*
- Für viele empfindliche Pilzarten des Feucht- und Nassrünlandes der Moore ist ein einjähriges Aussetzen der Mahd weitaus weniger nachteilig als ein zu häufiges Mähen
- Einsatz von Großgeräten (z.B. Mähraupen) ist in Feucht- oder Nasswiesen auf Torfböden nur in Trockenphasen und nur auf strukturarmen Teilflächen sinnvoll
- Insbesondere Flächen mit Torfmoosaufwuchs und/oder ausgeprägter Mikromorphologie sollten wegen der Einebnungseffekte nie mit Mähraupen befahren werden
- Der Einsatz von Messermähwerken für die Pilzstandorte besser als der Einsatz von Kreiselmähwerken, die stark nivellierend auf die Mikromorphologie wirken
- Sensenmahd ist, relativ unabhängig vom Standorttyp, für Pilze die optimale Mahdbewirtschaftung (Erhalt der Mikrostrukturen, keine Verdichtungen, sehr unregelmäßiges Horizontalprofil der Grasnarbe)
- Die Entfernung des Mähgutes (Ausharken bei Sensenmahd) von der Fläche ist für die Pilze der wichtigste Schritt, um die Nährstoffracht der Standorte zu verringern. Ohne diesen Schritt ist Mähen für den Pilzschutz generell sinnlos oder gar kontraproduktiv.
- Eine Mulchung des Mähgutes ist problematischer als das Nicht-Mähen von Flächen, da es durch die Häckselung des Schittgutes zu einer stärkeren Nährstoffmobilisierung im Oberboden kommt als bei natürlichem Streuabbau.

*) Die räumliche Fluktuation von oberflächlich mehr oder weniger stark abtrocknenden Bodenpartien (je nach Vegetationsdeckung und -höhe) regt das Myzelwachstum vieler Pilzarten im Offenland stark an

Auch die Nachmahd bzw. partielle Nachmahd von extensiv beweideten Flächen kann im Einzelfall sinnvoll sein. Wenn besonders wertvolle Pilzgesellschaften gefunden wurden, ist es in der Regel am besten, das bisherige Mahdregime beizubehalten.
Das optimale Mahdregime für die seltenen Pilzgruppen gras- und schilfreicher Moorbiotope ist bei weitem die traditionelle Sensenmahd, da hierbei „Kollateralschäden“ durch den Maschineneinsatz (Bodenverdichtung und Oberflächennivellierung, direkte Standortzerstörung in Nassperioden, Zerstörung der Mikromorphologie), die für die Funga schädigend wirken können, vermieden werden. Nachweislich sind Flächen unter Sensenmahd (bei sonst gleichartiger Ökologie) in der Regel artenreicher als Flächen mit normaler Mahd. Die für die Pilze förderliche komplexe Höhenstrukturierung der Vegetation wird durch das Sensen von verschiedenen Personen am besten gefördert.

**> Thema Beweidung**

Besonders Niedermoor- und zum Teil auch Zwischenmoorstandorte finden sich heute in Schleswig-Holstein unter Beweidung. Einige Moortypen wie naturnahe Moorwälder, naturnahe Hochmoore, Schwingdeckenmoore und die wertvollen Kernbereiche von Quellmooren kommen generell für eine Dauerbeweidung nicht in Frage. Moortypische Kleinstrukturen wachsen langsam und kontinuierlich und würden durch übermäßigen Vertritt und Verbiss immer wieder zerstört werden. Gerade in sehr nassen, nährstoffreicheren Moortypen

(Quellen, Auen) stehen die „Flurschäden“ in keinem Verhältnis zum Nutzeffekt. Das gilt auch für Flächen, die bereits durch den Naturschutz gesichert sind. Auch aufgrund der Erfahrungen aus anderen Ländern ist klar, dass sehr extensive Beweidung im Vergleich zur Mahd durchaus in vielen Fällen nicht nachteilig für die empfindlichen Pilzarten ist. Allerdings fehlen bisher konkrete Vergleichsuntersuchungen auf gleichartigen Standorten mit ähnlicher Pilzarten-Ausstattung. Einige wichtige Punkte sind:

- Extensive Beweidung (niedrige Besatzdichten oder eingeschränkte Weidedauer)
- Großflächige Weiden mit Hüteschafhaltung (optimal) oder sehr geringem Besatz von Großvieh (Rinder, Pferde) → Mosaik aus kurzrasigen Stellen und höherer Gras- bzw. Krautvegetation für viele Arten ideal
- Bei Einsatz auf Moorflächen sind Heid- und Moorschnucken ideal; sie verdichten die Torfsubstrate sehr wenig und haben eine sehr „pilzfreundliche“ Losung
- Eine sehr gute Beweidungsform für Moorpilze sind Wanderschafherden, die ein komplexes und fluktuierendes Strukturmosaik in der Vegetationsdecke schaffen
- In Hochmooren und Moorwäldern ist örtlich eine kurzzeitige Beweidung sinnvoll, um größere Pfeifengrasbestände naturnah zu reduzieren bzw. an weiterer Ausbreitung zu hindern
- Kleiner flächige Weiden gut mit geringem oder umtriebigem Besatz mit Schafen oder Ziegen (extensiv nomadisierend)
- Intensivere Rinderbeweidung (mehr als 1 Rind/ha) nur für kurze Phasen, um die dauerhafte Etablierung von nitrophytischen Lägerfluren und Latrinenstellen zu verhindern
- Grundsätzlich ist der faserreiche Dung von Schafen, Ziegen und Pferden für die empfindlichen Pilzarten der Moorbiotope verträglicher und kompatibler.
- Rinderbeweidung sollte, gerade an mykologischen Hotspots, nur mit Extensivrindern durchgeführt werden, Milchkuhhaltung ist hier auszuschließen
- Durch stärkere Beweidung konstant kurzrasige Bereiche sind für viele Pilzarten der Moorbiotope eher nachteilig (höherer N-Eintrag, Gefahr der Bodenaustrocknung…)
- Eine Zufütterung (Heu, Stroh, Silage, Äpfel..) sollte auf Moor- und Moorgrünland-Standorten mit wertvollen Pilzvorkommen nicht stattfinden (Gefahr von direkten oder indirekten Düngungseffekten)
- Auf den Einsatz von Tiermedikamenten (Antibiotika, Entwurmungsmitteln) ist nach Möglichkeit zu verzichten, da die spezifische koprophile Pilzflora gehemmt oder abgetötet wird und es durch verminderten Kotabbau zu sekundären räumlichen Anreicherungseffekten von Nährstoffen kommt
- Die wahrscheinlich beste Beweidungsform zur Förderung und Unterstützung der empfindlichen Pilzarten ist, ähnlich wie im Grünland, eine sehr extensive Misch-beweidung mit verschiedenen Arten (z.B. Rind und Pferd oder Schaf und Rind), um quasi natürliche Großsäugergemeinschaften und deren Einfluss auf das Oberflächen-bild zu „kopieren“
- Förderung der extensiven Waldweide durch entsprechende Gesetzesänderungen und Programme an geeigneten Standorten, besonders im Durchdringungsbereich von Moorgrünland und Moorwäldern. Gerade in diesen Bereichen wäre ggf. auch an eine sehr extensive „Beweidung“ mit Schweinen vorstellbar
- Förderung oder zumindest Verringerung des Abschusses von Wildschweinen in Mooren und moornahen Regionen*

*koprophil: mistliebend; Bezeichnung für Pilzarten, die auf den Abbau von Mist oder Exkrementen spezialisiert sind. Besonders in naturnahen, extensiven Weideländern ist die koprophile Funga oft artenreich, kann aber durch den Einsatz bestimmter Tiermedikamente mitunter vollkommen zusammenbrechen.*

Rinderbeweidung auf Feuchtwiesen im Kasted-Geding Mose bei Aarhus/Dk

***) Exkurs Wildschweine**

Wildschweine sind in unserer Landschaft die wichtigsten Verbreitungsvektoren für Großpilze, insbesondere terricole Pilze und hypogäische Arten (Pilze mit unterirdischen Fruchtkörpern wie z.B. Trüffeln). Die Umgebung von Wildschweinwechseln und Wühlstellen sowie Suhlen ist häufig äußerst reich an Pilzarten. Das ist unter Mykologen bekannt; diese Stellen sind bevorzugte Suchorte, auch für seltene Pilzarten. Wildschweine verbreiten aber nicht nur die Sporen vieler Pilzarten (im Fell, durch die Losung), sondern sorgen gleichzeitig mit ihren Wühlaktivitäten für eine dynamische Fluktuation von strukturreichen Mikrostandorten, die von vielen terricolen Pilzarten gern besiedelt werden. Insofern ist eine Wildschwein-freundliche Jagdpolitik in moorreichen Regionen für den Pilzschutz segensreich, sofern das Füttern (z.B. mit Mais) strikt unterbleibt. Wildschweine füllen bei uns funktionell für die Funga der Moorbiotope die Lücke aus, die in den Moorregionen Skandinaviens der Elch einnimmt. In diesem Zusammenhang ist es auch wichtig, das Jagdgesetz zu ändern und den Abschuss von Elchen, die von ggf. Osten nach Schleswig-Holstein einwandern, zu verbieten. Die Wiederansiedlung von Elchen sollte in geeigneten Regionen (z.B. Salemer Moor) gefördert werden.

**> Thema „Oberboden-Schälung“ im Naturschutz**

Wie schon beim Thema Wiedervernässung angesprochen wurde, ist die aktuelle Belastung der Decktorfe (obersten Torfschichten) mit Nährstoffen (insbesondere Stickstoff) an degradierten Moorstandorten ein großes Problem für den Naturschutz und die Erhaltung der Artenvielfalt. Gerade die selteneren und bedrohten Pilzarten der Moorbiotope sind oftmals extrem nitrophob und eutrophob. Durch schleichende Stickstoff- und Nährstoffeinträge aus der Landwirtschaft sind solche Arten auch in sehr naturnahen Moorbiotopen immer mehr bedroht. Selbst in Regionen Skandinaviens mit wenig intensiver Landwirtschaft wird

inzwischen ein schleichender Rückgang der Moorpilze aufgrund des allgemeinen Nährstoffeintrags aus der Luft beklagt.
Gerade die seltenen und besonderen terricolen bzw. turficolen (boden-bzw. torfbewohnenden) Pilzarten der Moore bilden ihre Fruchtkörper meist aus alten (manchmal auch reliktischen) Myzelen, die im Torfsubstrat heutzutage eine große Ausdehnung, oft über viele Zehner-Quadratmeter haben. Insofern ist die Wahrscheinlichkeit, dass eine partielle Abtragung der Torf-Deckschichten die Myzele solcher Pilzarten vollständig zerstört, eher gering. Das Gegenteil scheint der Fall zu sein. In Schleswig-Holstein konnte in verschiedenen Offenbiotopen (Heiden-Feuchtheiden-Moore) beobachtet werden, dass es nach Abtragung der obersten Sand- oder Torfschichten (und damit Freilegung nährstoffärmerer Schichten) zu einer massiven „Einwanderung“ von offenbar latent in der Fläche vorhandenen Pilzmyzelen kam. An den Rändern der freigelegten Zonen fruktifizierten z.B. Saftlinge (*Hygrocybe*), Rötlinge (*Entoloma*) und auch Mykorrhizabegleiter von am Standort vorhandenen Nadel- oder Laubbäumen oft mit großer Vitalität und Individuenzahl, während das in den nicht abgetragenen Teilflächen oft überhaupt nicht der Fall war.
Aus diesen Beobachtungen kann man schließen, dass der massive Nährstoffentzug z.B. durch Abtragung des oberen, vererdeten Torfhorizontes, und ggf. auch die verminderte „Wurzelkonkurrenz“ durch Gräser zu einer Anregung des Myzelwachstums gerade der eutro- und nitrophoben Pilzarten führt. Aus pilzkundlicher Sicht scheint also die partielle und kleinflächige Abtragung der Decktorfe (im komplexen Mosaik mit unbearbeiteten Flächenteilen) eine sinnvolle Maßnahme ist, um die Vitalität und Reproduktion gerade der hoch gefährdeten Arten anzuregen. Vermutlich gilt das auf Torfböden und torfigen Sandböden auch für das Torfmooswachstum. Es ist anzunehmen, dass der Nährstoffentzug an sehr bodensauren Standorten auch das natürliche Aufwachsen von Torfmoosen am Standort und damit den erneuten Beginn einer aktiven Moorbildung begünstigt. Im Sinne der Erhaltung der Pilzartenvielfalt der Moorbiotope sollten kleinräumige „Oberflächenschälungen“ zum Repertoire einer Renaturierung von Moorstandorten gehören. Folgende „Richtwerte“ sind für die Erhaltung und Förderung der Pilze wichtig:

- Anwendung besonders im Übergangsbereich Mineralboden-Moorkörper, d.h. bei geringeren Torfmächtigkeiten (unter 1m)
- Strukturarme und pilzartenarme Teilflächen, die ggf. eine höhere Deckung mit Gräsern oder Nitrophyten haben, sind vorrangig abzuschieben
- Das abgeschobene Material sollte, gerade bei stark vererdeten Torfen, möglichst aus dem Moorstandort entfernt werden
- Abtragung der oberen 1.5 bis 3 dm, bei mächtigen Graswurzelfilzen vielleicht örtlich 4 dm
- Mosaikartig verteilte Abschiebungsflächen zwischen 30 und 50 qm scheinen ideal, bei großräumigen Standorten ggf. auch mehr
- Eventuell ist es auch sinnvoll, die Abtragungstiefe zu variieren (je nach Flurabstand, Mächtigkeit der Torfauflage etc.) und örtlich auch den Mineralboden anzuschneiden (Komplex)
- Bei tiefgründig vererdeten Torfen mit mächtigerem Torfkörper ist Oberboden-Abschiebung nur sehr punktuell (vergleichbar kleinen Torfstichen) und dann bis in größere Tiefen (0.5 bis 1m sinnvoll

**> Thema Torfabbau und Torfstiche**

Die in Schleswig-Holstein traditionelle Form des Torfabbaus in Hochmooren mit in der Fläche verteilten Handtorfstichen und Torfdämmen mutet aus heutiger Sicht als Maßnahme zur Erhöhung der Strukturvielfalt und der Artenvielfalt an, sofern man die damit einhergegangenen Entwässerungsmaßnahmen wieder rückbauen kann. Die frühere +/-

extensive Form der Torfnutzung, die heute z.B. noch auf den Shetland-Inseln oder den Färöer-Inseln üblich ist, kann man aus langfristiger Sicht als relativ verträglich oder sogar förderlich für den Arten- und Naturschutz ansehen. Die heutige großindustrielle Abtorfung, die in Schleswig-Holstein nur selten anzutreffen war/ist, führt zu einer völligen Einebnung der Moorflächen und ist mit sehr großräumiger Entwässerung verbunden. Diese Methodik ist, auch auf lange Sicht, für die Artenvielfalt eine Katastrophe, die nicht weiter kommentiert werden muss.

**> Thema Freihaltung von offenen Moorflächen (Entkusselung etc.)**

Das Thema Entkusselung und Freihalten offener Moorflächen wurde im Naturschutz oft und auch kontrovers diskutiert. Aus pilzkundlicher Sicht ist diese Diskussion oft befremdend, denn sowohl die offenen Moorflächen als auch die Moorwälder sind im naturnahen Zustand wertvoll und artenreich. Unter günstigen Bedingungen wird sich immer ein Gleichgewicht einstellen zwischen Offenflächen und Waldflächen mit einem breiten Übergangssaum kleinwüchsiger Birken, Kiefern oder Fichten. Die „Verwaldung“ von eigentlichen Kernmoorflächen ist eher ein Zeichen für eine negative Wasserbilanz eines Moores und sollte mit hydrologischen Eingriffen gesteuert werden. „Entkusselung“ kann nur die letzte Notmaßnahme in besonderen Fällen sein.
Als Pilzkenner kann man in vielen Mooren, die scheinbar baumarm sind, bis weit in die offenen Torfmoospolster hinein Mykorrhizapilze von Baumarten sehen, die dort ihre Fruchtkörper bilden. Manchmal sind im Umkreis von über 100 Metern keine Bäume zu sehen. Hier befindet sich die vorderste „Kampfzone“, bis in die die Baumarten der Moore mit kleinwüchsigen Kümmerformen vordringen können. Das gilt für Kiefernarten und Fichten ebenso wie für Moorbirken; Kiefern können selbst in relativ dünnen schwimmenden Torfmoospolstern Fuß fassen, wenn sie von vielfältigen Mykorrhizapilzen begleitet werden, die die Versorgung des extrem reduzierten Wurzelsystems übernehmen. Die folgende Abbildung aus einem Moor bei Christinental (Kreis Steinburg) zeigt in beispielhafter Form die „Kampfzone“ zwischen Moorwald und offenem Moor, einen breiten Übergangsstreifen mit Gräsern und (nicht erkennbar) Torfmoosen, der schwimmend auf einer Wasserschicht liegt. Unter natürlichen oder sehr naturnahen hydrologischen Bedingungen ist diese Übergangszone mit kleinwüchsigen Bäumen, mit gewissen Oszillationen, über Jahrhunderte stabil. Auch im abgebildeten Fall ist die Entfernung der kleinen Bäume eine unnötige und sinnlose Maßnahme, denn sie würden sich nach kürzester Zeit erneut etablieren, weil ihre Symbiosepartner (Pilze) hier sehr artenreich und vital vertreten sind.

Das Pilzartenspektrum reicht von Täublingen und Milchlingen bis hin zu den Hautköpfen und anderen seltenen nordischen Schleierlingsarten (*Cortinarius* spp.). Die hier abgebildete Situation ist aus pilzkundlicher Sicht fast ein Idealbild, denn der langsame Übergang von offener Wasserfläche (weiter rechts) bis zum Wald (Hintergrund) bietet Nischen für viele wichtige Pilzgruppen der Moore und Moorwälder. Dazu muss man bemerken, dass sich die Pilz-Symbiontenspektren der Moorbirken und der Kiefern und Fichten in Moorbiotopen weit überschneiden. In weiten Teilen Nordeuropas fand in Mooren eine langwährende Koevolution von Pilzen mit diesen Baumarten statt, so dass die heute zu beobachtenden Überschneidungen der Pilzspektren nicht überraschen. Selbst ursprünglich vielleicht standortfremde Fichten tragen, wie in diesem Falle, zur Bewahrung der natürlichen Artenvielfalt schleswig-holsteinischer Moorgebiete bei.

Saures, naturnahes Übergangsmoor mit Fichten- und Kiefernbestockung bei Christinental

Die Entkusselung von Moorbiotopen kann nur unter (noch) naturfernen Bedingungen eine sinnvolle Maßnahme sein, d.h. solange man eine naturnahe Hydrologie des Standortes nicht herstellen kann oder intakte Pufferzonen zu angrenzenden Nutzflächen fehlen. An einem Moorstandort, der etwa so wie auf dem Bild aussieht, ist jede Entfernung von Bäumen aus der Offenfläche aus pilzkundlicher Sicht ein Schaden für die Naturnähe und Artenvielfalt, egal ob es sich dabei um Moorbirken, Kiefern oder Fichten handelt.

**> Thema Nadelbäume**

Dieses Thema schließt nahtlos an das vorige an. Noch immer ist die Meinung weit verbreitet, dass Nadelbäume kein natürlicher Bestandteil unserer Moore und standortfremd sind. Die daraus resultierende, immer noch sehr verbreitete Abholzung von Nadelholzbeständen in den Randbereichen von Mooren ist die Folge dieser „Ideologie“. Die dabei auftretenden Kollateralschäden durch Befahrung der Mooroberflächen mit schweren Maschinen und „Verarbeitung“ der Bäume vor Ort, sind oft immens. Äste und Rindenmulch bleiben liegen. Vielerorts ist an solchen Stellen die Ausbreitung von Nitrophyten und Brombeeren zu beobachten, Torfmoose und hygrophile Moose der Moore sowie wertvolle Pilzbestände verschwinden.
Was aber noch weitaus schwerer wiegt ist der immense Pufferverlust der betroffenen Moorflächen gegen Schadstoffe, Nährstoffe und pH-Veränderungen. Nadelbäume aller Art, besonders aber Fichten, „kämmen“ Schad- und Nährstoffe (Stickstoff) aus der Luft und liefern außerdem eine sehr saure und nährstoffarme Streu, die die Moore in Bezug auf ihre pH-Werte puffert. Insofern ist besonders das Abholzen von Fichtenbeständen am Rande von Mooren sehr kritisch zu sehen. Auch wenn die Fichten ursprünglich vielleicht standortfremd waren, ist ihre weitgehende Entfernung unter den heutigen Umweltbedingungen in vielen Situationen problematisch. Das Gesagte gilt natürlich nur für deutlich saure Moorstandorte;

für basen- oder kalkreiche Niedermoore sowie einige Arten von Quell- und Auenüberflutungsmooren sind Nadelbäume keine geeigneten Puffer.
Untersuchungen verschiedener Art in Schleswig-Holstein und Niedersachsen stellen außerdem die bisher von den Botanikern postulierten Verbreitungsgrenzen der Fichte und Kiefer in Nordwest-deutschland grundsätzlich in Frage. In moorigen Kaltluftsituationen waren beide Baumarten wahrscheinlich deutlich weiter verbreitet als bisher angenommen. Für die Pilzkunde war es ohnehin immer ein ungelöstes Rätsel, warum sich Fichten oder Kiefern gerade in Mooren und Moorwäldern bei uns so gut verjüngen und so viele seltene, z.T. nordische Pilzbegleiter haben, unter ihnen auch viele Kontinuitäts- und Naturnähezeiger. Aus Dänemark liegen umfangreiche, von der Forstwirtschaft unabhängige mykologische Untersuchungen (Vesterholt & al.) vor, die zu dem Ergebnis kommen, dass nadelbaumbestockte, naturnahe Moorflächen naturschutzfachlich von höchster Priorität für die Erhaltung der Artenvielfalt sind. In Schleswig-Holstein gibt es ähnliche Ergebnisse aus dem Salemer Moor und einigen nadelholzreichen Mooren im Raum Süderlügum (Lüderitz 1997).
Es ist an der Zeit, die ideologisch geführte Diskussion um Nadelbäume in Mooren zu beenden; zumindest die Gemeine Fichte (*Picea abies*) und die Waldkiefer (*Pinus sylvestris*) sind heute wertvolle Bestandteile unserer Moore und Moorwälder und beherbergen unter naturnahen Umständen eine artenreiche Funga mit manchen Arten, die selbst in Skandinavien gefährdet sind. Besonders feuchte, moosreiche Nadelbaumbestände im Umfeld von Mooren und direkt nadelbaumbestockte Moore gehören in Schleswig-Holstein zu den wertvollen und artenreichen Biotopen. Aus den bisherigen Ausführungen lassen sich aus pilzkundlicher Sicht folgende Empfehlungen ableiten:

- im Randbereich von mäßig bis stark sauren Moorbiotopen sollten noch vorhandene Nadelbaumbestände (evtl. in Mischung mit Birken) generell nicht entfernt werden
- das gilt insbesondere, wenn es sich um *Picea abies* oder bestimmte Pinus-Arten (*Pinus sylvestris, Pinus mugo, Pinus nigra*) handelt
- auch die Sitkafichte (*Picea sitchensis*) kann inzwischen im Randbereich von Mooren oder auf Mooren wertvolle naturnahe Bestände entwickelt haben, deren Entfernung mehr Schaden als Nutzen bringt
- besonders erhaltenswert sind feuchte bis nasse Nadelbaum-Randbestände mit hoher Bodendeckung mit Moosen (ggf. auch Torfmooosen). Sie gehören mitunter zu den besonders pilzartenreichen Moorbiotopen von hohem Naturschutzwert
- Bei sehr standortfremden Gehölzarten (Lärche, Douglasie) oder relativ monotonen Beständen müsste im Einzelfall entschieden werden, ggf. aufgelichtet werden. Dabei sollte auch die strukturelle Verzahnung mit dem Moorumfeld beachtet werden
- Räumlich vom Moorkörper deutlich isolierte (nicht strukturell verzahnte), trockene, dunkle und artenarme Nadelwaldparzellen sind meistens nicht erhaltenswert. Auch hier ist aber im Einzelfall zu überlegen, ob eine Entfernung (Flurschäden, Nitrifizierung) sinnvoll ist
- Es ist generell besser, solche „Monotonbestände“ oder Douglasienbestände nach Wiederherstellung der Moorhydrologie an Ort und Stelle zusammenbrechen zu lassen
- Bei Zweifeln, ob ein vorhandener Nadelholzbestand im Moorrandbereich aus Natuschutzsicht erhalten oder entfernt werden sollte, kann eine pilzkundliche Untersuchung Klarheit bringen
- Über lange Zeiträume kleinwüchsige, nicht invasive Kiefern und Fichten auf dem eigentlichen Moorkörper oder sogar in Schwingrasen sollten immer erhalten bleiben, besonders wenn sich das Moor in einem (relativ) naturnahen Zustand befindet
- Innerhalb von naturnahen Moorwäldern und Quell-Moorwäldern (siehe Bild unten →) sollte keine Nadelbäume entfernt werden, auch wenn sie ursprünglich standortfremd waren
- In naturnahen, feuchten bis nassen Randsituationen von Hochmooren und sauren Übergangsmooren sollten nicht nur Laubbaumarten wie Birken, sondern ggf. auch Fichten (*Picea abies*) oder Kiefern (*Pinus sylvestris*) gepflanzt werden

Naturnaher, pilzarten- und torfmoosreicher Erlen-Fichten-Birken-Moorwald bei Schenefeld

**> Empfehlungen für Moorwälder**

Moorwaldstandorte und ihre Randbereiche (als Puffer) sind generell von jeder Art forstlicher Bewirtschaftung auszunehmen. Sie gehören, gerade im naturnahen Zustand, zu den an Pilzarten reichsten Biotoptypen in Schleswig-Holstein. Auch Nadelbaum-bewachsene Standorte mit Torfmoosen oder hoher Deckung hygrophiler Moose sind wertvoll und zu schützen, selbst wenn es sich um Sitkafichten* handelt.

*) *Für divere Mykorrhizapilarten der Moorwälder ist es egal, ob ihr Symbiosepartner die Moorbirke, die Sitkafichte oder die Gemeine Fichte ist. Aus pilzkundlicher Sicht kann ein Sitafichten-Bestand, der in einen naturnahen Zustand übergegangen ist, ökosystemar und funktionell genauso wertvoll sein wie ein Moorbirkenbestand. Das gilt nicht für Lärchen und Douglasien. Ihr Symbiontenspektrum ist in der Regel in Schleswig-Holstein standortfremd und „neophytisch“.*

Wichtig scheint vor allem, dass die wertvollen Moorwaldstandorte, besonders wenn sie nicht in Moorkomplexen liegen, sondern von größeren Nadel- oder Laubwaldgebieten umschlossen sind, erfasst und kartiert werden. Es darf angenommen werden, dass ein relativ großer Anteil der wertvollen Standorte bisher nicht bekannt bzw. erfasst ist. Das gilt insbesondere auch für besondere Typen, zum Beispiel:

- Ältere Zitterpappelwälder oder Zitterpappel-Pionierwälder auf Torfböden*
- Naturnahe Mischwälder mit Erle, Birke und Zitterpappel auf Torfböden und Anmooren
- Torfmoosreiche Feuchtnadelwälder (insbesondere mit Fichte oder Kiefer)*
- „Verlandungs-Moorwälder“ mit Grauweide, Gagelstrauch, Birke und Faulbaum
- Küstennahe, schilfreiche Moorwälder mit Birken und Erlen auf Torfböden

*) für diese Waldtypen gibt es jeweils ein umfangreiches Set von Pilz-Signalarten

Aufgrund der hohen potentiellen Artenvielfalt solcher Sonderstandorte und natürlich auch der naturnahen Birken-Moorwälder im engeren Sinne, ist es dringend notwendig, ein spezielles Monitoringprogramm für diese Waldtypen zu initiieren. Die Gefahr, dass solche besonderen Standorte durch die Forstwirtschaft (gerade in den Staatsforsten) oder sogar durch „Naturschutzmaßnahmen“ (Nadelwälder) vernichtet werden, ist latent vorhanden, insbesondere weil man den Wert dieser Standorte kaum kennt.

**> Thema Teichwirtschaft**

In manchen Mooren und Moorwäldern gibt es, vornehmlich in Randlagen, teichwirtschaftliche Anlagen oder Angelteiche. Auch aus pilzkundlicher Sicht sind die von solchen Nutzungen ausgehenden Belastungen in naturnahen Moorgebieten kaum tolerierbar. Negative Biotopveränderungen ergeben sich in der Regel durch Bodenverdichtung (häufiges Betreten, Zufahrten), Umlegung von Quellen und Zuläufen sowie Eutrophierung durch +/- intensive Fischzucht. Durch solche und andere Einflüsse sind viele spezifische Pilzartengruppen der Moore gefährdet. Es scheint wenig sinnvoll, Managementvorschläge für teichwirtschaftliche oder anglerische Nutzungen in Mooren zu entwickeln. Sinnvoll ist nur die Einstellung solcher Nutzungen in Moorgebieten, z.B. durch Ankauf und ggf. vorsichtige Renaturierung der Standorte.

**> Thema „Restaurierung“**

Grundsätzlich ist zu sagen, dass man wertvolle Pilzgesellschaften (Mykozönosen) in Mooren durch aktives Eingreifen kaum restaurieren, allenfalls verbessern kann. Die wertvollen und schützenswerten Pilzarten, um die es geht, können nicht, wie es bei seltenen Pflanzenarten vermehrt versucht wird, „wiederangesiedelt“ werden oder aktiv in ihren Beständen erweitert werden. Das ist bei Mykorrhizapilzen (aller Typen) generell nicht möglich, erst recht nicht bei reliktischen Arten. Man kann bei sehr pilzverarmten Beständen (z.B. im Moorwald) nur versuchen, durch eine sogenannte „unspezifische Inokulation“ das Artenspektrum der terricolen Pilze nach dem Zufallsprinzip zu erweitern. Dazu wird aus einem intakten Bestand, der sehr reich an Pilzarten ist (Spenderstandort), eine größere Menge Erdreich bzw. Torf entnommen (5 bis 10 cbm) und in dem zu verbessernden Bestand an geeigneter Stelle wieder ausgebracht. Je nach Umgebungsbedingungen werden sich verschiedene Pilzarten aus der Bodenprobe am Empfängerstandort etablieren können. Pilze sind im Bodensubstrat in verschiedenen Dauerformen, z.B. Sporen, Konidien, Sklerotien, Zysten, Hyphenfragmenten oder Hyphenballungen, enthalten. Die Gesamtheit dieser pilzlichen Dauerformen im Boden bezeichnet man als Inokulumpotential. Es gelingt aber nie, gezielt bestimmte Pilzarten an einem Standort anzusiedeln, sieht man einmal von bestimmten Saprophyten (z.B. Holzzersetzern, Champignon-Arten) ab. Man kann in der Regel nur das, was (noch) vorhanden ist, schützen und ggf. durch geeignete Maßnahmen, wie z.B. das erwähnte partielle Abschälen der Decktorfe oder differenzierte Vernässungsmaßnahmen fördern.
Die Anreicherung der Landschaft mit (natürlicherweise vorhandenen) Strukturelementen kann aber unter Umständen sehr förderlich sein. Ein wichtiges Thema dabei ist die Auflösung der heute oft scharfen Grenzen zwischen Wald/Forst und Moor bzw. Moorgrünland, d.h. das Zulassen (oder die aktive Förderung) der Etablierung von Saumgebüschen (Erlen, Weiden) oder des partiellen Einwanderns von Gehölzen aus dem Waldbereich in die Moorflächen (s.o). Auch das Entfernen von Zäunen und die extensive Beweidung solcher Übergangsstrukturen können im Einzelfall sinnvoll sein.

**