

# Ein Ideenheft für zu Hause, die Schule und das Atelier

Komm mit ins Reich der Pilze. Schau Dich um und staune: riesige Baumpilze, winzig kleine Kappen mit dünnen Stängeln auf umgestürzten Bäumen, rot-weiß leuchtende Fliegenpilze. Oder denkst Du an Champignons auf der Pizza? Und an den Schimmel auf der Zitrone im Kühlschrank? Fest steht: All diese Pilze sind nur ein winziger Teil des jeweiligen Pilz-Lebewesens. Sie sind vergleichbar mit den Äpfeln am Apfelbaum: Was wir vom Pilz oberirdisch sehen, das ist seine Frucht. Der größte Teil dieser Pilze lebt unterirdisch als riesiges, weit verzweigtes Geflecht von winzigen Fäden. Pilze sind enger verwandt mit Tieren als mit Pflanzen. Sie bilden ein eigenes Reich, das immer noch viele Geheimnisse und Rätsel birgt. Insgesamt werden etwa 3,8 Millionen Pilzarten auf der Welt vermutet – und bisher kennen die Wissenschaften nur rund 120.000 von ihnen.<sup>1</sup> Einige Pilze leben in faszinierenden Gemeinschaften mit anderen Lebewesen. Außerdem sind sie die Müllabfuhr des Waldes. Ohne sie würden sich dort die Bäume stapeln, denn sie zersetzen Pflanzenreste. Viele Forschende, Pilz-Fans und Kunstschaffende sind überzeugt: Wir Menschen können von Pilzen lernen. Wir laden Euch ein, mit uns die Pilze zu entdecken.

## Was Pilze sind und können!

Ohne Pilze wäre das Leben nicht so, wie wir es kennen. Viele Lebensmittel würden fehlen, wie Käse, Essig, Hefebrot, Sojasauce, und wir könnten Krankheiten nicht mit einem Antibiotikum bekämpfen, denn Penicillin wird aus Pilz gewonnen. Wir leben mit Pilzen und Pilze leben mit uns. Ohne sie könnten weder wir noch sonst ein Lebewesen auf der Erde in der jetzigen Form existieren. Sie leben auf unserer Haut und sogar in unseren Körpern, etwa im Darm. Mit jedem Atemzug atmen wir etwa 20 bis 40 Pilzsporen ein (s. Glossar). Einige Arten können in radioaktiv strahlenden Gegenden wachsen. Andere haben die Fähigkeit, Rohöl, Plastik, Sprengstoff oder auch Zigarettenreste abzubauen. Für unsere Ernährung, die Medizin und Gebrauchsmaterialien liegt sogar eine große Hoffnung auf Pilzen. Sie könnten zukünftig Fleisch ersetzen und dabei helfen, Krankheiten und Allergien zu behandeln. Und sie könnten klimaschädliche Verpackungen und Baustoffe ersetzen – es gibt Turnschuhe und bald vielleicht schon Häuser aus Pilzen. Wenn wir Pilze besser kennenlernen, fangen wir an, die Welt mit anderen Augen zu sehen.

## Ausprobieren, kreativ sein, Fragen stellen!

Wenn Du ein Pilzsymbold  siehst, bist Du eingeladen, etwas Künstlerisches auszuprobieren.

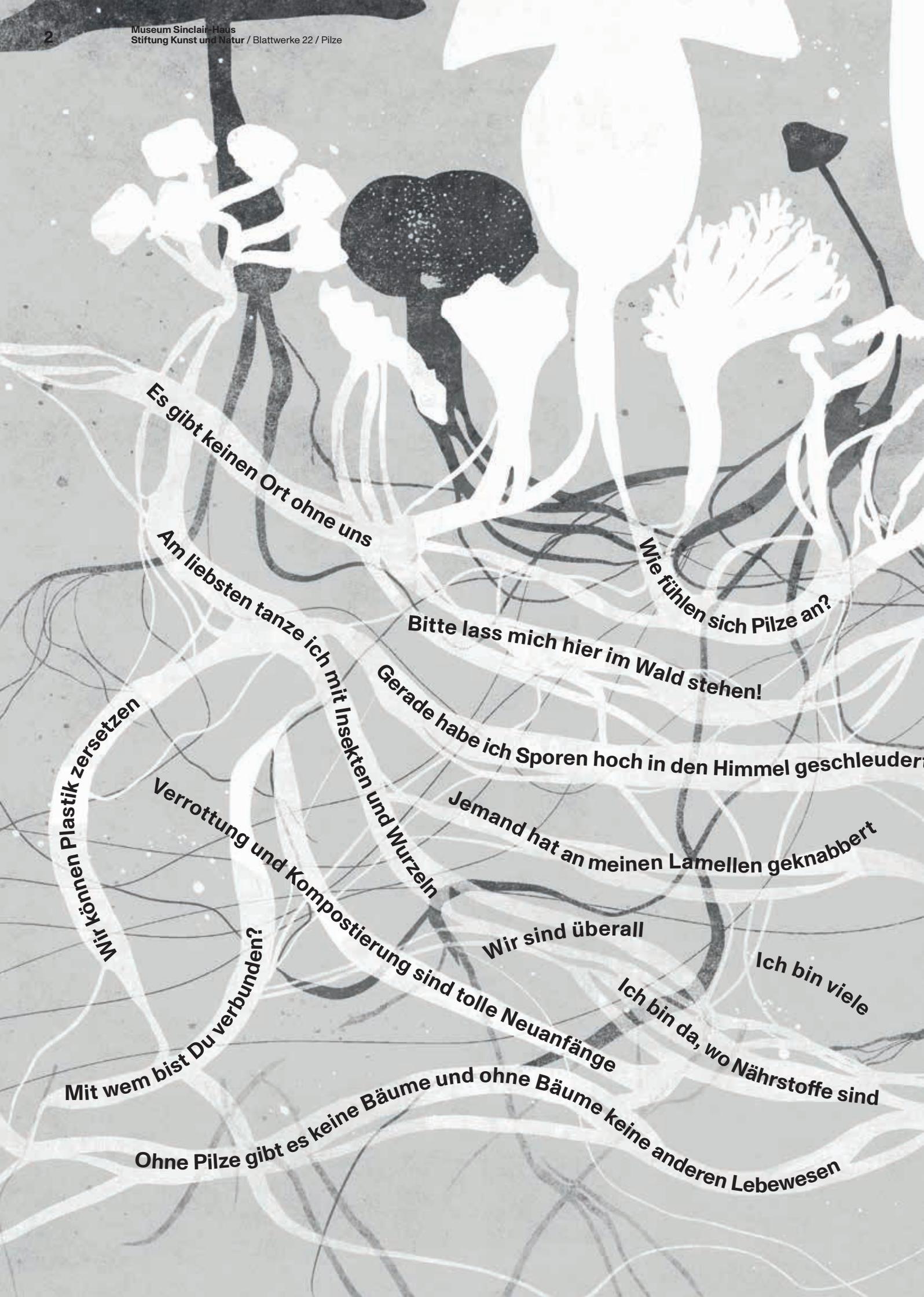
### Verflochtene Welten

Die Ausstellung „Pilze – Verflochtene Welten“ richtet den Blick auf die Verbindungen, die Pilze mit anderen Lebewesen und Materie eingehen. In der Natur handelt niemand als Einzelwesen, alle spielen auf vielfältige Weisen zusammen. Pilze knüpfen das Netzwerk des Lebens, sie bauen es auf und gestalten es. In der Ausstellung erzählen zeitgenössische Kunstwerke von den Partnerschaften der Pilze mit Menschen, Tieren, Pflanzen und anderen Dingen der Welt. Wir interessieren uns für ihre Vernetzungen und die Lebensweisen der Pilze – denn ohne Kooperationen ist das Leben auf der Erde nicht denkbar. Und wir interessieren uns für die Menschen, die sich für Pilze begeistern: Welche Fragen stellen Kunstschaffende aus aller Welt im Zusammenhang mit Pilzen? Welche Erfahrungen eröffnen sie uns? Was fasziniert sie?

### Blattwerke

Dieses Heft möchte Dich begeistern für unterirdische Pilzfäden-Verbindungen, für das Leben der Pilze, für Pilze in Form von Papier, Kleidung aus Pilzgeflecht, Farben, Skulpturen und sogar für Häuser aus Pilzen. Die Blattwerke versammeln künstlerische Übungen und Informationen über das Wahrnehmen, den Nutzen und das Leben von Pilzen. Bildungsarbeit bedeutet, Verbindungen herzustellen und verbindend zu denken. Vielleicht können wir uns von Pilzen noch etwas abschauen? Do it yourself. Wir laden Euch herzlich ein, zum Ausprobieren, Entdecken und Vernetzen: Willkommen in den verflochtenen Welten der Pilze!

Für Kinder, Jugendliche, Erwachsene und alle,  
die in Schule und Bildung tätig sind.



Es gibt keinen Ort ohne uns

Wie fühlen sich Pilze an?

Am liebsten tanze ich mit Insekten und Wurzeln

Bitte lass mich hier im Wald stehen!

Gerade habe ich Sporen hoch in den Himmel geschleudert

Jemand hat an meinen Lamellen geknabbert

Wir können Plastik zersetzen

Verrottung und Kompostierung

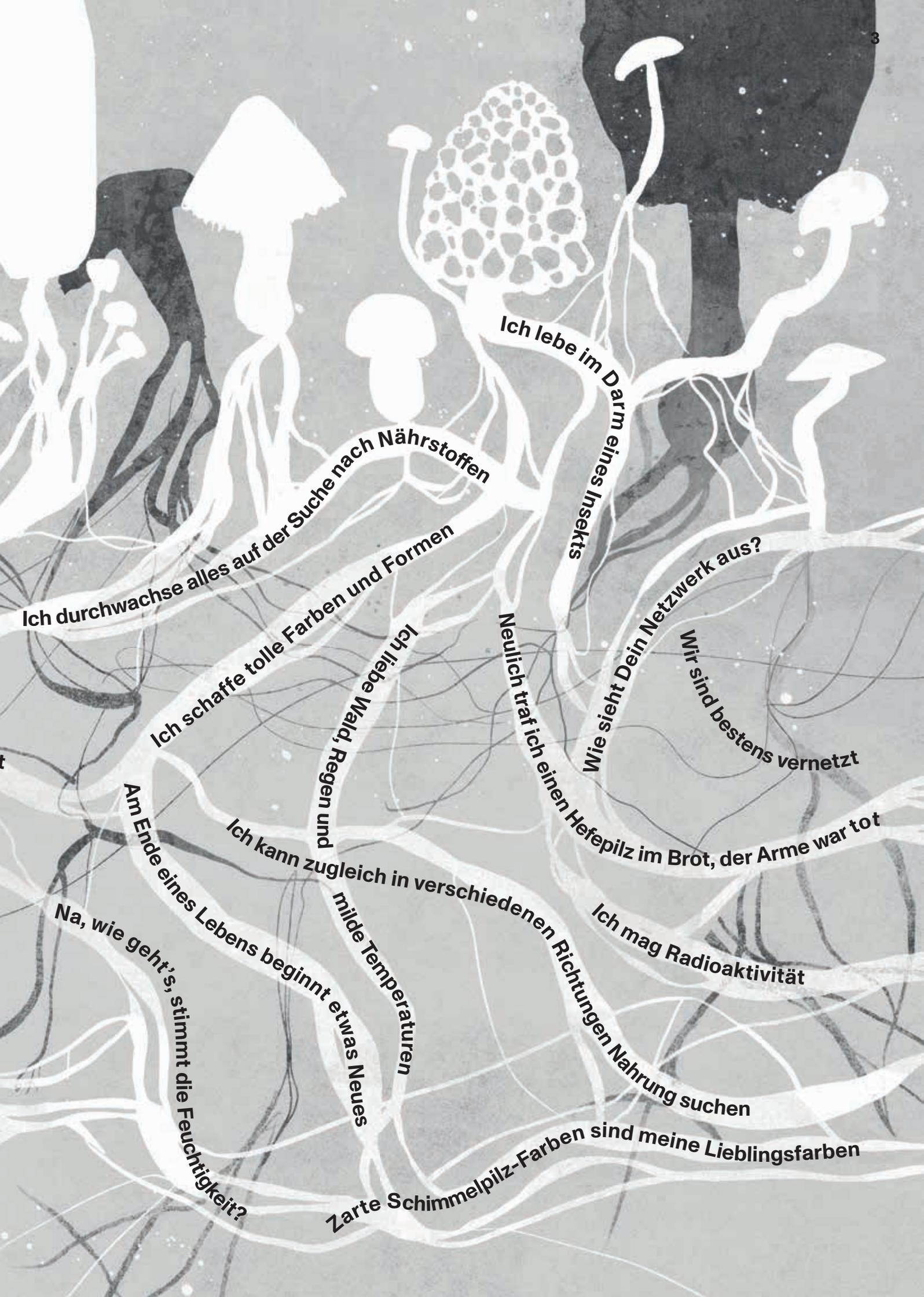
Wir sind überall

Ich bin viele

Mit wem bist Du verbunden?

Ich bin da, wo Nährstoffe sind

Ohne Pilze gibt es keine Bäume und ohne Bäume keine anderen Lebewesen



Ich durchwache alles auf der Suche nach Nährstoffen

Ich schaffe tolle Farben und Formen

Ich liebe Wald, Regen und

Am Ende eines Lebens beginnt etwas Neues

Na, wie geht's, stimmt die Feuchtigkeit?

milde Temperaturen

Zarte Schimmelpilz-Farben sind meine Lieblingsfarben

Ich lebe im Darm eines Insekts

Neulich traf ich einen Hefepilz im Brot, der Arme war tot

Wie sieht Dein Netzwerk aus?

Wir sind bestens vernetzt

Ich mag Radioaktivität

Ich mag Radioaktivität

# Wie leben Pilze?

## Oberirdisch und unterirdisch: Fruchtkörper und Hyphen

Was Menschen als Pilz bezeichnen – etwa ein länglicher Stiel mit Kappe wie beim Fliegenpilz – entspricht im Allgemeinen dessen Fruchtkörper. Die Fruchtkörper von Pilzen lassen sich vergleichen mit den Äpfeln am Apfelbaum. Sie sind nur ein kleiner Teil eines großen Organismus, der verborgen und als Fadengebe in Erde oder Holz wächst. Die Fruchtkörper dienen, ähnlich wie die Äpfel, der Fortpflanzung. Allerdings bilden nur einige<sup>2</sup> mehrzellige Pilze überhaupt Fruchtkörper aus (s. Glossar: Zelle). Statt Kerne hat der Pilz Sporen. Vom Wind (oder auf anderem Wege) an einen neuen Ort getragen, beginnen sie unter guten Bedingungen, direkt zu wachsen.

Pilze – wie beispielweise Champignons, aber auch Schimmelpilze – wachsen in Form von langen, feinen Fäden: den Zellfäden oder *Hyphen*. Ihr Geflecht nennt man „Myzel“. Meist sind die Hyphen weniger als zehn Mikrometer (siehe rechts) breit und bestehen aus dem hornähnlichen Material Chitin. Es gibt aber auch Hefepilze, die leben als Haufen einzelner Zellen (s. auch S. 30, 31).<sup>3</sup> „Hyphen können die Oberfläche von Blättern durchstechen und Erde, Holz und sogar Gesteinsoberflächen durchdringen.“<sup>4</sup>

Pilze werden auch anhand ihres Fruchtkörpers bestimmt. Diese entdecken wir Menschen mit etwas Glück und scharfen Augen bei Wald- oder auch Stadtspaziergängen. Einige sind essbar, andere giftig oder sogar tödlich, wie der Knollenblätterpilz, der zu den gefährlichsten Giftpilzen der Welt zählt. Viele sehen mit ihren ungewöhnlichen Farben und Formen interessant aus. Es ist ungemein wichtig, sich bei der Bestimmung der Pilze von Pilz-Sachkundigen und speziellen Bestimmungsbüchern unterstützen zu lassen. Denn einige genießbare und giftige Pilze sehen sich so ähnlich, dass es immer wieder zu Pilzvergiftungen kommt. Im Ernstfall muss der Giftnotruf angerufen werden.<sup>5</sup>

Grob unterscheidet man Ständerpilze und Schlauchpilze. Einige Fruchtkörper besitzen Lamellen (Champignon), andere Röhren (Steinpilz), manche haben gelappte oder korallenförmige Körper. Es gibt Schimmelpilze, Hefepilze, Porlinge, Bauchpilze, blattbewohnende Pilze, Mykorrhizapilze, Flechten, Zombiepilze, Trüffel ...

**Buch-Tipp:** Katie Scott und Ester Gaya.  
Das Museum der Pilze, München 2019

## Größenvergleich

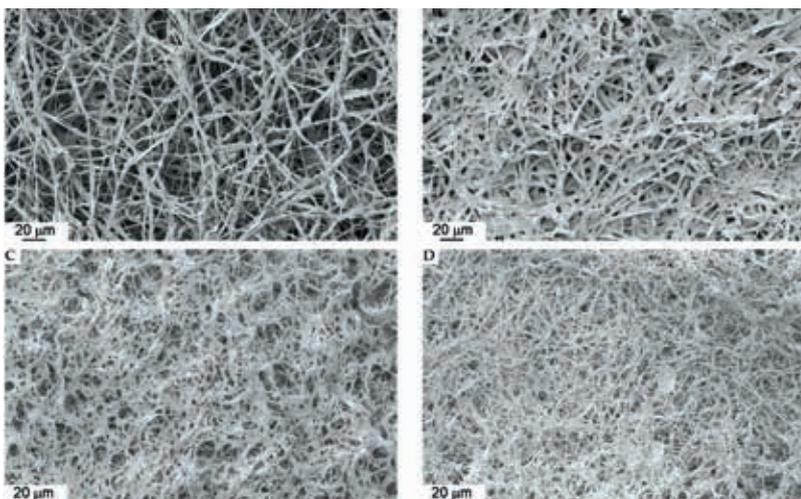
Ein Mikrometer ( $\mu\text{m}$ ) ist mit bloßem Auge nicht sichtbar – zum Vergleich: **1 mm = 1000  $\mu\text{m}$**



Rauchpartikel  
ca. 1 Mikrometer ( $\mu\text{m}$ )



Menschliches Haar  
ca. 60 Mikrometer ( $\mu\text{m}$ )



Mikroskopische Aufnahme eines verschlungenen Myzels, je mehr Nährstoffe, desto dichter das Netzwerk,  
Foto: Marco Cartabia (et al.), in: J. Fungi 2021, 7(12), 1008, <https://doi.org/10.3390/jof7121008> (CC BY), abgerufen am 13.6.2024

**„Wusstest Du, dass sich im Boden in der Größe eines Spielwürfels bis zu 20 km Pilzfäden (Hyphen) befinden? Mit bloßem Auge sind sie unsichtbar.“<sup>6</sup>**

### Der größte Pilzorganismus

Ein Dunkler Hallimasch wächst in Oregon (USA), erstreckt sich über 9 km<sup>2</sup>, also ca. 1.200 Fußballfelder, und könnte 400.000 kg schwer sein. Er ist weltweit der größte bekannte Pilzorganismus und er ist uralt.<sup>7</sup> Es wird vermutet, dass der Name „Hallimasch“ eine Ableitung von „Heil im Arsch“ ist, da er gut gegen Verstopfung wirkt.<sup>8</sup>

# Das Reich der Pilze

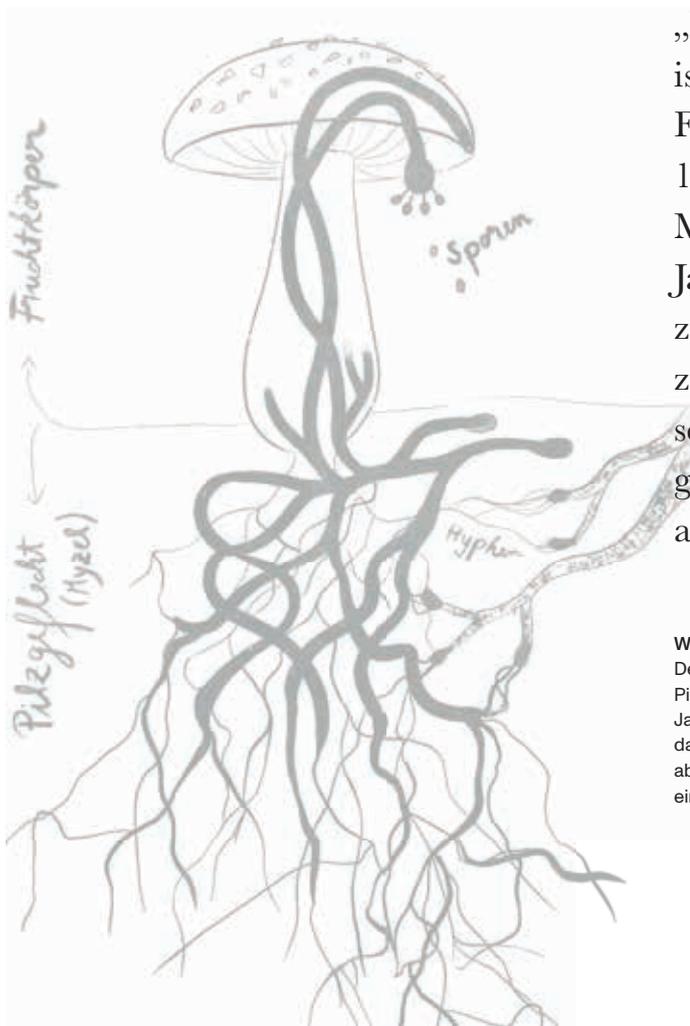
Im 18. Jahrhundert sprach man in der Biologie nur von den Pflanzen (Plantae), wozu auch die Pilze gezählt wurden, und den Tieren (Animalia). Erst 1969 wurden „Fungi“ (Pilze) als eigenständiges Reich von Lebewesen benannt. „Die Pilze bilden neben den Tieren und Pflanzen das dritte große Reich sogenannter eukaryotischer Lebewesen – was bedeutet, dass ihre Zellen über einen Zellkern verfügen.“<sup>9</sup> Heute engagieren sich Forschende zudem dafür, ein eigenes Wort für die Gesamtheit aller Pilze einer Region einzuführen: die Funga. Für Pflanzen (Flora) und Tiere (Fauna) gibt es das längst. Damit sollen Pilze mehr Aufmerksamkeit erhalten, was nicht zuletzt für den Schutz ihrer Lebensräume bedeutsam ist.

Wissenschaftliche Untersuchungen haben gezeigt, dass Pilze näher verwandt sind mit den Tieren (also auch uns Menschen) als mit Pflanzen.<sup>10</sup> Im Gegensatz zu Pflanzen können Pilze keine Photosynthese (s. Glossar) betreiben, das heißt, sie können keine Energie aus Sonnenlicht erzeugen.

Anders als Tiere schlucken sie ihre Nahrung auch nicht, sondern nehmen sie über ihre festen Zellwände auf – sozusagen über ihre Haut. Dafür lösen sie mithilfe von Enzymen die Nahrung außerhalb ihres Körpers auf. Sie sind unbeweglich und wachsen auf ihre Nahrung zu.<sup>11</sup> Pilze sind viel weniger erforscht als Pflanzen oder Tiere. Es wird geschätzt, dass nur 3 bis 8 Prozent aller Pilzarten bekannt sind (von rund 2,2 bis 3,8 Millionen Pilzarten weltweit!). Gleichzeitig wird vermutet, dass es etwa sechs- oder zehnmal so viele Pilzarten wie Pflanzenarten gibt.<sup>12</sup>



Pilze bilden ein eigenes Reich, den Pflanzen und Tieren ebenbürtig.



„Das Erfassen der noch unbekanntten Pilze ist eine monumentale Aufgabe für die Forscher, da momentan pro Jahr nur etwa 1500 neue Pilzarten beschrieben werden. Man bräuchte also weitere 1.500 bis 2.500 Jahre, um alle noch unbekanntten Pilzarten zu beschreiben. [...] Durch Lebensraumzerstörung und nicht nachhaltiges Wirtschaften nimmt jedoch auch die Pilzvielfalt global fortwährend ab: viele Arten sterben aus, bevor sie entdeckt werden.“<sup>13</sup>

## Wie alt sind Pilze?

Der älteste bisher gefundene Überrest eines Landlebewesen ist ein Pilz. Forschende fanden ein versteinertes Fossil, das 440 Millionen Jahre alt ist und das Myzel eines Tortotubus-Pilzes zeigt. 2021 wurde dann ein Fossil entdeckt, das einen 635 Millionen Jahre alten Pilz abbilden könnte. Zum Vergleich: Der Homo sapiens wird aktuell auf ein Alter von ca. 300.000 Jahren datiert.<sup>14</sup>

„Diese Strukturen (Hyphen) aus dünnen Röhren verzweigen sich, verschmelzen und verflechten sich zum anarchisch-filigranen Myzel. Das Myzel ist die am weitesten verbreitete Lebensform der Pilze; man stellt es sich besser nicht als Gegenstand vor, sondern als Prozess – als unregelmäßige auf Erkundung ausgerichtete Neigung.“<sup>15</sup> Merlin Sheldrake, Biologe

anarchisch = ohne gesetzliche Ordnung  
filigran = feingliedrig

## Wachsendes zeichnen



Mithilfe eines Kopierers kannst Du Deine Linienzeichnung verdichten. Kopiere mehrfach auf ein und dasselbe Blatt. Verändere dafür die Ausrichtung und Position der Originalzeichnung auf der Glasplatte des Kopierers. Du kannst auch verschiedene Zeichnungen übereinanderkopieren.

## Linien-Wachstum

Material: verschiedene Stifte, unterschiedliches Papier, Schere



Nutze Deine Vorstellungskraft und tauche ein in die Beschreibung des Biologen Merlin Sheldrake. Stell Dir Dein Zeichengerät oder einen Pinsel als Hyphe vor. Schaffe damit ein Gebilde aus Strichen und Linien: Denke nicht über ein mögliches Ergebnis nach. Erkunde buchstäblich, was im Moment des Zeichnens geschieht. Wechsle Deine Stifte. Schiebe sie über das Papier, zum Beispiel abwechselnd kräftig und zart, dick und dünn. Lass sie sich verzweigen, sich überlagern, wachsen, nach Lust und Laune. Die Linien schieben sich in alle Richtungen, kehren um, ziehen sich zurück, verdichten sich.

Variante mit Aquarellfarbe oder Tusche

Zeichne durchsichtige Wasserlinien mit einem Pinsel auf dickeres Papier (Dorée- oder Aquarellpapier). Du kannst auch Wassertropfen auf das Papier setzen, es anheben und hin- und herbewegen. Die Wassertropfen bilden Spuren. Ein ganzes Wasser-Netzwerk entsteht. Nun tunkst Du einen Pinsel in Aquarellfarbe oder Tusche und tupfst Farbe in die Wasserlinien. Beobachte, wie sich die Farbe entlang der Wasserspuren bewegt. Wie die Hyphen!

Farbspuren

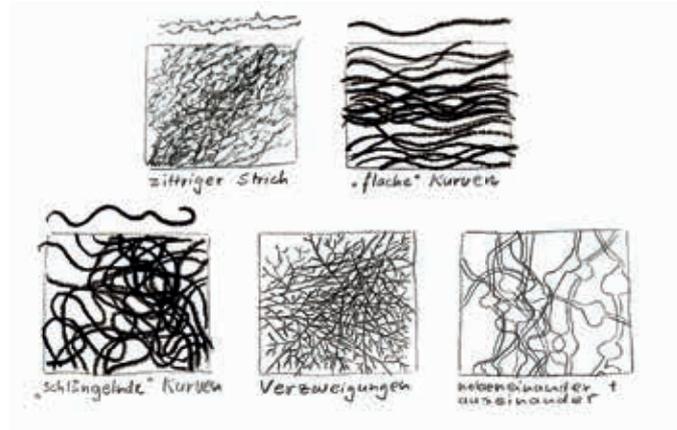
Im Jahr 1995 ging der Künstler Francis Alÿs mit einer Dose blauer Farbe durch São Paolo. In den Boden der Dose hatte er ein Loch gestanzt und so hinterließ er beim Gehen eine Spur mit einer blauen Linie. Übertragen auf die Hyphen: Die Farblinie auf dem Weg zeigt das Wachstum der Hyphen. Oder unseren Lebensweg. Die Spitze, dort, wo das Tropfen aufhört, weil Alÿs stehen bleibt, ist der jetzige Augenblick. Weiter geht es in die Zukunft hinein.<sup>16</sup>

## Linien-Muster



Material: Papier und verschiedene Stifte

Im Internet oder in Büchern findest Du zahlreiche Beispiele für die Gestalt von Myzelien. Findest Du auf den Bildern besonders charakteristische Linien? Erstelle eine Musterkarte mit unterschiedlichen Linien und Netzwerken, Du kannst beispielsweise zittrige oder schlängelnde Linien zeichnen. Diese kannst Du beim Zeichnen mit Stiften oder beim Malen mit Pinseln auf Deiner eigenen Zeichnung bewusst und spielerisch einsetzen.



„[...] Pilze schieben ihren Körper in die Nahrung [mit ihren Hyphen; Erg. d. Autorinnen].“ „Die einzelnen Pilzarten bilden unterschiedlich geformte Myzel-Netzwerke. Bei manchen Arten sind die Hyphen dünn, bei anderen dick. [...] Manche wachsen zu flauschigen Quasten heran, [...] andere bilden langlebige Netzwerke, die sich über Kilometer erstrecken.“<sup>17</sup> Merlin Sheldrake, Biologe

## Zerknülltes Blatt



Zerknülle ein Blatt Papier und streiche es wieder flach. Zeichne mit verschiedenen Stiften die Falten und Unebenheiten auf der Oberfläche nach. Falte es nun wieder auseinander. Auf beiden Seiten des Blattes befinden sich nun Zeichenspuren. Wenn Du das Blatt Papier erneut zerknüllst und den Vorgang mit einem anderen oder dem gleichen Stift wiederholst, verdichtet sich das Liniennetz. Auf der Papierfläche entstehen freie Bereiche zwischen dem dichten Netz aus Linien. Verbinde die Linien weiter, auf verschiedene Weisen und mit unterschiedlichen Stiften.

**Stell Dir vor, Du könntest Dich in verschiedene Richtungen gleichzeitig bewegen, wie ein Pilz. Wie fühlt sich das an?**

**Was passiert, wenn Du schnell oder langsam zeichnest?**

„Köpfenschimmelpilze (Mucor) können in wenigen Tagen eine Scheibe feuchtes Brot bedecken, während ein Flechtenpilz auf einem Stein nur wenige Millimeter pro Jahr wächst.“<sup>18</sup>



## Zeichenspiel in der Gruppe

Material: 1-3 m Papierbahn (evt. Bögen aneinanderkleben), unterschiedliche Zeichenutensilien, Stöcke (1 m) und Klebeband



### Vorbereitung:

Legt ein großes Papier aus. Bereitet verschiedene Zeichengeräte vor, dazu werden Stifte und Pinsel mit Klebeband an Stöcken befestigt. Verlängerte Zeichengeräte ermöglichen große und freie Bewegungen. Alle Personen stellen sich mit einem Zeichengerät um das Papier. Jede Person wirft eine gedachte Futterquelle für Pilze auf das Blatt (Ihr könnt Nüsse nehmen). Der Biologe Merlin Sheldrake beschreibt, dass sich die Pilze mit ihren feinen Hyphen in Richtung ihrer Nahrung schieben.

### Spielablauf:

Jetzt beginnt das Spiel. Dabei sind alle still. Eine Person hält die Zeit, vielleicht über eine Stoppuhr, im Blick. Die Mitspielenden zeichnen nun Linien vom Blattrand in Richtung Futterquellen – vielleicht klar und zielgerichtet, vielleicht zackig und tastend. Die Zeichengeräte werden dabei nicht abgesetzt: Zieht jeweils eine Linie am Stück. Nach 20–30 Sekunden legen alle ihre Zeichengeräte ab. Alle gehen eine Position nach links. Nun geht es von vorne los: Für 20–30 Sekunden zeichnen wieder alle in Richtung der Futterquellen. Wiederholt diesen Vorgang so oft, bis alle jedes Zeichengerät ausprobiert haben.

### Besondere Spielregeln:

**Wechsel:** Immer, wenn sich zwei Mitspielende beim Zeichnen der Linie treffen, muss die Richtung auf dem Papier gewechselt werden.

**Licht:** Anstelle von Nüssen als Futterquelle wird eine Taschenlampe verwendet. Eine Person leuchtet auf das Papier. Die Zeichnenden folgen dem Lichtpunkt.

**Zu zweit:** Eine Person setzt einen Stift mit der Spitze auf dem Papier ab und bewegt die Hand nicht. Die andere Person bewegt das Papier darunter und erstellt die Zeichnung.

**Ausschmücken:** Am Ende kann die Zeichnung nach Belieben ergänzt werden. Zeichnet Pilzfruchtkörper an Knotenpunkte. Oder stellt Euch vor, dass die Zeichnung Einblick unter die Erde gibt. Neben den gezeichneten Myzel-Netzwerken findet Ihr auch weitere Dinge im Boden. Zeichnet Tiere, Steine, Scherben, Plastikstückchen oder archäologische Funde zwischen die Linien.

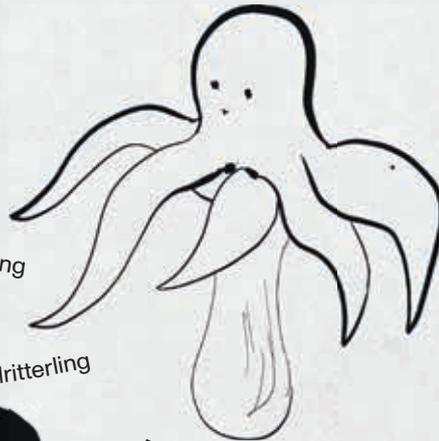
**Ihr seid dran:** Erfindet eigene Spielregeln.



# Pilzgestalten einen Namen geben

Pilze besitzen neben ihren lateinischen Namen deutsche Bezeichnungen, die Hinweise auf Farben, Formen, Größe oder Verhalten geben können.

Viele Pilze haben sehr lustige Namen.  
Wie könnten sie wohl aussehen?  
Erfinde ihre Gestalt.



Blauer Lacktrichterling

Krause Glucke

Pantherpilz

Gewimperter Erdstern

**Tintenfischpilz**



Fleckenstieleriger Hexenröhrling

Herkules-Riesenkeule

Purpurfleckender Klumpfuß

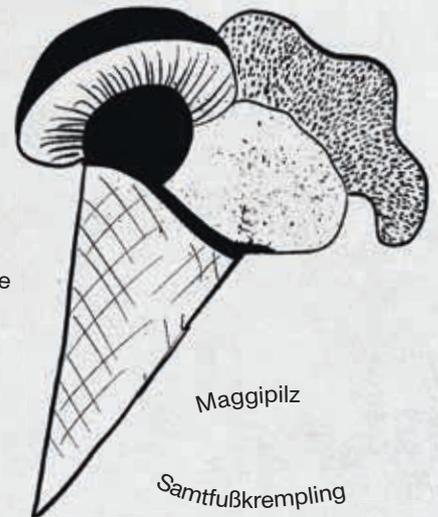
Papageigrüner Saftling

Wolliger Milchling

Gitterling

**Schuppiger Schwarzfußporling**

Schmetterlingstramete



Maggipilz

Samtfußkrempling

**Eispilz**

Strubbelkopfröhrling

Gezonter Ohrlappenpilz

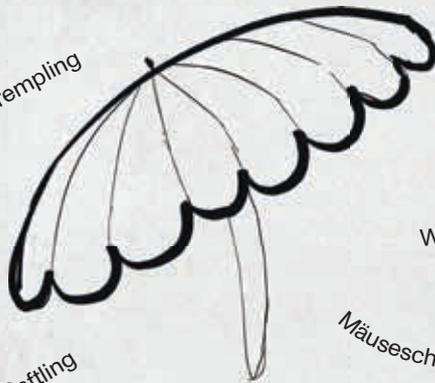
Wurzelnder Marzipanfäbling

Stinkmorchel



**Tränender Saumpilz**

Geschmückter Schleimkopf



Kegeliger Saftling

**Riesenschirmpilz**

Mäuseschwanz-Rübling

Spitzgebuckelter Rauhkopf

Gewimperter Erdstern

Bauchwehkoralle

Australischer Geisterpilz

Ziegenlippe

Tiger-Ritterling

Violetter Rötlerling

Stinkender Warzenpilz

Krusten-Pustelpilz

Blutroter Hautkopf

Bauchwehkoralle

Lila Dickfuß

Königs-Fliegenpilz



**Herrenpilz**

Puppen-Kernkeule

Satans-Röhrling

Trompetenpfefferling

Maskierter Ritterling

Kuhmaul

Zitterzahn

Netzstieleriger Hexenröhrling

Kahler Krempling

Kegeliger Saftling

**Riesenschirmpilz**

Mäuseschwanz-Rübling

Spitzgebuckelter Rauhkopf

Gewimperter Erdstern

Bauchwehkoralle

Zeichnung und Text von der **Pilzexpertin Rita Lüder**.  
Weitere Infomaterialien für die Bildung gibt es bei der  
„Deutschen Gesellschaft für Mykologie e.V.“

Holzzersetzer wie dieser **Zunderschwamm**  
zersetzen Holz – dadurch wird es weich und für  
Spechte leichter zu bearbeiten.

## Pilze – im Netzwerk des Lebens

Pilze werden oft die „Müllabfuhr des Waldes“ genannt. Sie ernähren sich von **Laub, Nadeln und Ästen** – dadurch **verwandeln sie diese wieder in Humus und halten damit den ökologischen Kreislauf aufrecht.**

Etwa 90 % aller Pflanzen leben in **Symbiose** mit Pilzen – diese beeinflussen Aroma, Vitalität und Ertrag von z. B. Getreide oder Erdbeeren.

Zersetzer wie dieser **Parasol** wachsen oft in Hexenringen – sie entstehen, weil der Pilz im Boden von der Mitte aus stets weiter wächst und außen Fruchtkörper bildet.

**Orchideen** leben vom ersten Moment der Keimung an in Symbiose mit Pilzen.

Pilze schützen vor **Erosion**.

**Saftlinge** wachsen auf mageren Wiesen.

Eine Handvoll **gesunder Boden** enthält mehr Lebewesen, als es Menschen auf der Erde gibt.

Pilze gibt es in jedem Lebensraum – selbst im Wasser, so wie diese **Sumpfhaubenpilze**.



**Pilze beeinflussen und schützen das Weltklima. Sie speichern riesige Mengen an Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>). Außerdem erhalten sie die Luft zum Atmen, indem sie Pflanzen beim Wachsen unterstützen.**

Das Poster erhältst Du auf der Seite der Pilzexpertin Rita Lüder:  
→ [www.kreativpinsel.de/produkt/poster-faszination-pilz-gedruckt-din-a1](http://www.kreativpinsel.de/produkt/poster-faszination-pilz-gedruckt-din-a1)

**Buch-Tipp:** Rita und Frank Lüder. Die geheimnisvolle Welt der Pilze. Das Natur-Mitmachbuch für Kinder, Bern 2022

**Flechten** sind eine Lebensgemeinschaft aus Algen, Pilzen und Bakterien. Gemeinsam besiedeln sie Lebensräume, die keiner von ihnen alleine erobern könnte.

Der Abbau von **Holz** ist alleiniger Wirkungsbereich der Pilze. Tiere, die im und vom Holz leben, können dies nur durch Pilze im Darm.

**Ameisen** tragen Sporen in den Bau – die Pilze fördern die Zersetzung der Nadeln und stabilisieren das Nest.

Tiere können Pilze fressen, die für uns Menschen giftig sind, z. B. **Fliegenpilze**.

Pilze und Pflanzen sind unterirdisch verbunden (**Mykorrhiza**). Der Baum liefert Zucker und bekommt Wasser und Nährstoffe. Pilze (weiße Fäden) umschließen als Mantel die Enden der Wurzeln.

**Röhrlinge** und Steinpilze leben in der Regel in Partnerschaft mit Bäumen.



# Zusammenleben

Verschiedene Arten leben in Symbiose, wenn sie sich zusammentun und in einer Lebensgemeinschaft leben. Im Altgriechischen heißt Symbiose Zusammenleben. Pflanzen und Pilze brauchen einander und haben meistens beide einen Nutzen von der Beziehung, manchmal ist die Beziehung aber auch parasitär (der Pilz lebt auf Kosten eines anderen Lebewesens, des „Wirts“). Menschen, andere Tiere, Pflanzen und Pilze sind grundsätzlich auf Vernetzung und Kooperation angewiesen. Eine der am häufigsten vorkommenden Symbiosen auf der Erde ist die zwischen Mykorrhizapilzen und Pflanzen. Die Verbindungen von Pilzen und Pflanzen entstanden schon vor Jahrmillionen. „[Pilze] halfen den ersten Pflanzen, sich an Land anzusiedeln und in nährstoffarmen Umgebungen zu wachsen.“<sup>19</sup>

Doch das Zusammenleben ist alles andere als friedlich. Zusammenleben bedeutet immer eine Mischung aus Konkurrenz und Kooperation. Einige Pilze jagen Insekten, manche ernähren sich von Pflanzen. Pilze wiederum werden von anderen Insekten oder Tieren gefressen. Und alle diese Gemeinschaften werden massiv durch menschliche Eingriffe bedroht, etwa durch industrielle Landwirtschaft und Bodenversiegelung.<sup>20</sup>

**Buch-Tipp:** Anna Lowenhaupt Tsing. Der Pilz am Ende der Welt. Über das Leben in den Ruinen des Kapitalismus, Berlin 2019

**Buch-Tipp:** Merlin Sheldrake. Verwobenes Leben. Wie Pilze unsere Welt formen und unsere Zukunft beeinflussen, Berlin 2020

## Einladung zum Andersdenken: die Prozess-Philosophie

Betrachten wir das Leben mal als einen Prozess. Die Natur besteht aus Prozessen und Veränderungen. Wir machen Erfahrungen, lesen, hören, lernen, schmecken und fühlen. Jede Erfahrung, die wir machen, verändert uns. Wie wir leben und wofür wir uns entscheiden, hat mit unserem Umfeld zu tun. Wir wechselwirken permanent mit unserem Umfeld. Probiere mal diese Perspektive aus:

„Nicht ich führe jeden Tag irgendwelche Tätigkeiten aus, sondern alle diese Tätigkeiten machen mich zu dem, was ich bin.“<sup>21</sup>

Markolf Niemz, Biophysiker



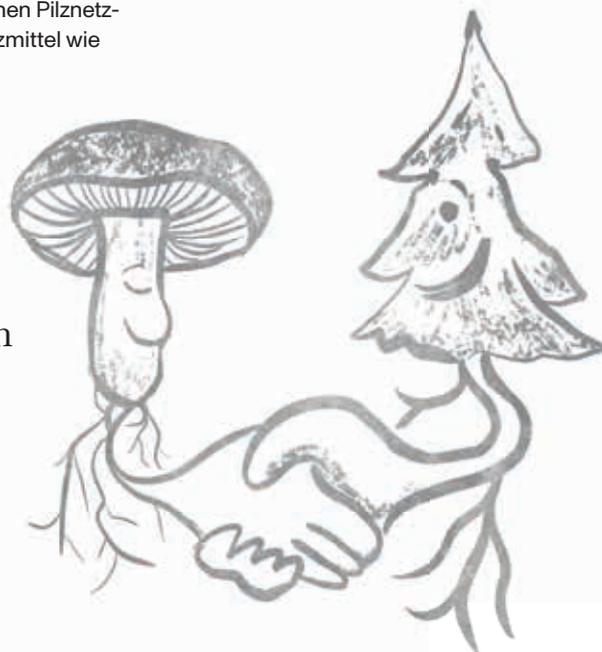
## Die Super-Netzwerke aus Pilzgeflechten und Pflanzen

Mykorrhiza bedeutet Pilz-Wurzel oder verpilzte Wurzel (griech. mukês = Pilz, rhiza = Wurzel): Eine Wurzel wird von einem Mykorrhizapilz besiedelt. So tauschen Pilze und Pflanzen Stoffe aus. Sie leben in Symbiose. Die Pflanze gibt dem Pilz Zucker, den sie durch Photosynthese (s. Glossar) hergestellt hat – das kann der Pilz nicht. Der Pilz gibt der Pflanze Nährstoffe wie Phosphate und Stickstoff, welche die Pflanze nicht aus dem Boden ziehen kann. Er umhüllt die feinsten Wurzeln eines Baumes mit einem dichten Fadengeflecht, dem Myzel, und bildet einen Pilzmantel. Bei einer anderen Form der Mykorrhiza dringt der Pilz in die Wurzel ein.

Nahezu alle Waldbäume in Mitteleuropa sind mit Mykorrhizen besetzt.<sup>22</sup> Auch in der Landwirtschaft spielen Mykorrhiza-Netzwerke eine wichtige Rolle, indem sie Boden und Pflanzen stärken und die Aromen beeinflussen. Auf dem Acker werden die feinen Pilznetzwerke jedoch häufig durch das Pflügen zerrissen oder durch Pflanzenschutzmittel wie Fungizide zerstört.<sup>23</sup>

„Das Netzwerk aus Bäumen und Pilzen ist vergleichbar mit einer Familie oder mit einer Band auf Tour, wo abwechselnd Kooperation und Konkurrenz vorherrschend sind.“<sup>24</sup>

Merlin Sheldrake, Biologe



## Nährstoffaustausch

Der Austausch zwischen Pilz und Baum kann als eine Art Handel zwischen Konkurrenten beschrieben werden. Er dauert so lange, wie der Baum kräftig genug ist, einer vollständigen Infizierung durch den Pilz standzuhalten. Wird der Baum schwach, stirbt er ab, da der Pilz ihn übernimmt.<sup>25</sup>

Weit verbreitet ist die Theorie vom Wood Wide Web: Über Mykorrhiza-Netzwerke könnten die Waldbäume miteinander kommunizieren, Nährstoffe austauschen und „Mutterbäume“ könnten Sprösslinge versorgen. Die Interpretationen von Förster Peter Wohlleben und Waldökologin Suzanne Simard sind weit bekannt. Allerdings wurde die These vom Wood Wide Web noch nicht vollständig bewiesen. Die Forstökologin Justine Karst und andere weisen auf die fehlenden Belege hin. Wie die bruchstückhaften Forschungsergebnisse über die unsichtbaren unterirdischen Netzwerke zu interpretieren sind, wird in der Wissenschaft stark diskutiert. Erst weitere Studien können Antworten geben.<sup>26</sup>

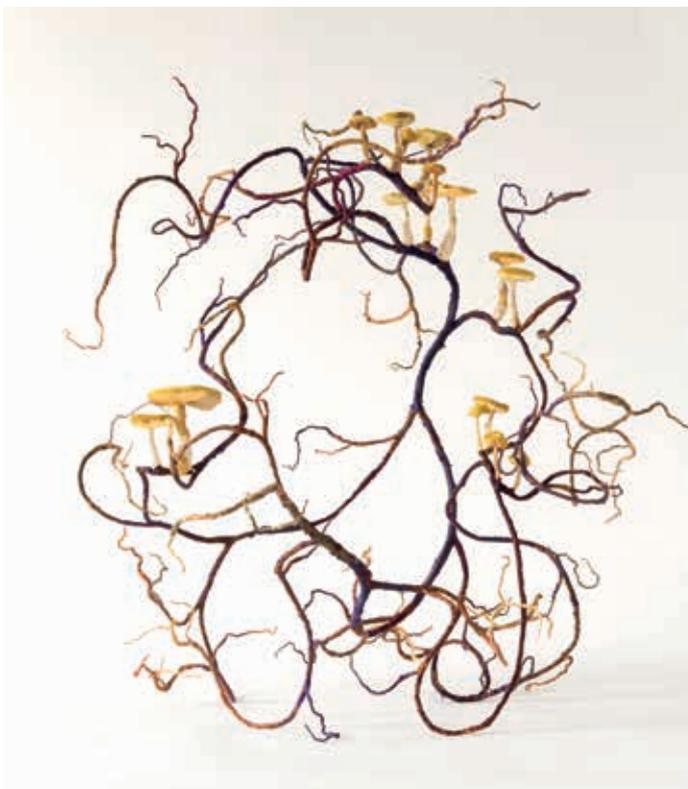
Meist verrät der Name der Pilze, welche Bäume sie bevorzugen: Birkenpilz, Buchenspeitäubling, Eichenwirrling. Zu den Mykorrhizapilzen zählen sowohl Speise- als auch Giftpilzarten.<sup>27</sup> Mykorrhizapilze helfen den Bäumen auch, indem sie Schwermetalle zurückhalten, die sonst vom Baum aufgenommen würden. Sie filtern also giftige Stoffe. Die Schwermetalle können sich in den Pilzfruchtkörpern ablagern, was beim Verspeisen gesundheitsgefährdend sein kann.<sup>28</sup>

# Pilzfäden in der Kunst

Winzige Fäden und dickere Stränge vor Blau oder Schwarz, teils mit schillernden Tröpfchen. Gelb-braune Halbkreise mit rätselhafter Oberfläche vor Blau – ist es Stoff oder etwas Lebendiges? Doch was? Suzette Bousema, die 2019 ihr Studium der Fotografie in Den Haag abgeschlossen hatte, begann während der Coronapandemie (2020), sich mit Pilzen und ihren Lebensweisen zu beschäftigen. In der Zusammenarbeit mit Forschenden entdeckte sie die Schönheit der im Labor untersuchten Mykorrhiza-Verbindungen.

Unter dem Mikroskop können Netzwerke von Pilzfäden und Pflanzenwurzeln sichtbar werden. Suzette Bousema vergrößerte sie und setzte Ausschnitte daraus vor unterschiedliche Hintergründe, sodass die feinen Verbindungen zu erkennen sind. Ohne Erklärung würden wahrscheinlich die wenigsten Menschen erkennen, worum es sich handelt. Eine für uns fremde Welt tut sich auf – dabei ist die Symbiose zwischen Pflanzen und Pilzen älter als die Menschheit. Mehr als 90 Prozent der Landpflanzen leben in und von dieser Pilz-Gemeinschaft.

Neben Fotografien schuf Suzette Bousema auch einen großformatigen Wandteppich mit einem Muster aus Pilzfäden und Pflanzenwurzeln. Hier übersetzte sie die verflochtenen Fäden des Pilzmyzels in das textile Gewebe. In ihrem gesamten Projekt „Super Organism“ sucht sie nach Wegen, um Mykorrhiza-Netzwerke sinnlich erfahrbar zu machen. Um diese Netzwerke zu verstehen, bezeichnen manche sie bildlich (metaphorisch) als „Gehirn“ oder „Internet des Waldes“. Suzette Bousema hingegen arbeitet daran, sich ihnen so zu nähern, wie sie sind – in all ihrer Fremdheit und Einzigartigkeit.



Anne Carnein, The Secret Dance, 2021, Skulptur, Stoff, Garn, Draht © Anne Carnein, VG Bild-Kunst, Bonn 2024



Suzette Bousema, Super Organism 03, 2021, Fotografie © Suzette Bousema

Welche Verantwortung trage ich in einem Netzwerk?

In ihrer Skulptur „The Secret Dance“ enthebt die Künstlerin Anne Carnein den Pilz dem Erdreich und macht ihn samt seinen weitreichenden Verbindungen sichtbar. Aus Stoffen und Draht entstehen fragile Gebilde, die das Myzel nicht naturgetreu abbilden, sondern es künstlerisch nachempfinden.

Mit welchen Lebewesen und Dingen bist Du verbunden?

## Pilzgeflechte bauen

Material: Strohhalme, Stöckchen, feiner Draht, Geschenkband



Papier/Karton oder Schaumstoff, Zange, Schere, Klebstoff, Klebeband  
Faden oder Wolle in verschiedenen Farben

Pilze sind Fadenwesen. Ihr unterirdisches Fadennetz, das Pilzmyzel, breitet sich im Boden aus, teilweise sogar über mehrere Kilometer. Mykorrhizapilze und die Symbiose hast Du schon kennengelernt. Baue selbst ein Geflecht aus feinem Draht oder Fäden. Schneide dazu kürzere und längere Stücke Draht ab. Verbinde sie miteinander durch Knoten, Schlingen und Wickeln. So kannst Du die sonst unterirdisch liegenden Pilzfäden sichtbar machen. Mit dickeren Fäden kannst Du Pflanzenwurzeln einbauen und die Partnerschaften von Pflanzen und Pilzen darstellen. Dafür kannst Du den Draht mit Wolle umwickeln.

An manchen Stellen können Fruchtkörper aus Deinem Netz wachsen. Die Pilzstiele kannst Du zum Beispiel aus Strohhalmen oder Ästen bauen. Der Pilzhut kann aus Zitronenschalen oder Recyclingmaterial wie Plastikverpackungen, Schaumstoff, Stoffresten, Pappe oder Papier hergestellt werden. Wenn Du ihm die Form eines Kegels geben willst, schneidest Du eine runde Form aus und schneidest sie bis zur Kreismitte ein. Wenn Du die Schnittkante enger zusammenklebst, erhältst Du einen nach oben spitz zulaufenden Schirm.



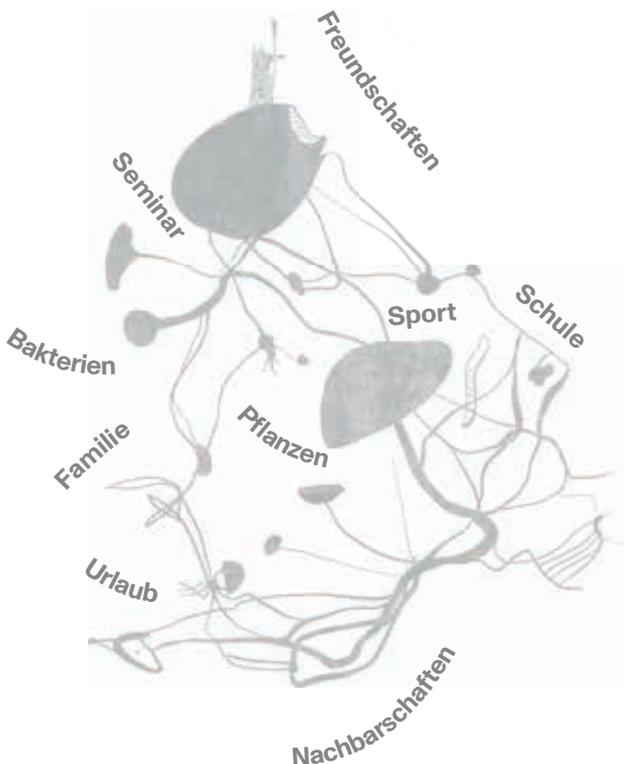
## Dein „Lebensmyzel“



Unser soziales Leben ist ohne Vernetzungen und Verbindungen untereinander nicht vorstellbar und auch nicht möglich. Das gilt für die globale Ebene genauso wie für unsere innigsten Beziehungen mit befreundeten und verwandten Menschen. Wir unterstützen uns einander durch Geben und Nehmen, beachten Regeln und Pflichten, begeben uns in Abhängigkeiten, genießen Sicherheit, Freiheiten und Freiräume.

Du kannst Dein soziales Netzwerk wie eine Landkarte zeichnen. Lege zunächst Deinen Standort fest. Ebenso weitere Orte, Menschen, Wünsche, Interessen, Hobbys, mit denen Du mehr oder auch weniger verbunden bist. Zeichne Linien zwischen den verschiedenen Dingen. In der Zeichnung wird Dein Vernetzt-Sein in der Welt sichtbar. Dabei kannst Du starke, weniger starke und lose Verbindungen sichtbar machen – und, wie bei einer Landkarte, eine Legende dazu erstellen. (Zum Beispiel alle blauen Punkte sind Deine Freunde, die roten Punkte Deine Familie und die Sterne sind herausragend wichtige Personen für Deine Entwicklung.)

Wir sind aber nicht nur als Menschen miteinander verbunden und voneinander abhängig. Wir leben in größeren Zusammenhängen mit vielen nichtmenschlichen Wesen und Elementen: Luft, Wasser, Pilzen, Bakterien, Insekten, Kühen ... Welche Verbindungen und Abhängigkeiten kennst Du? Ergänze dafür Linien in Deiner Zeichnung. Eines ist dabei klar: Wir können nur annähernd die vielseitigen Netzwerke und Partnerschaften unseres Lebens abbilden.

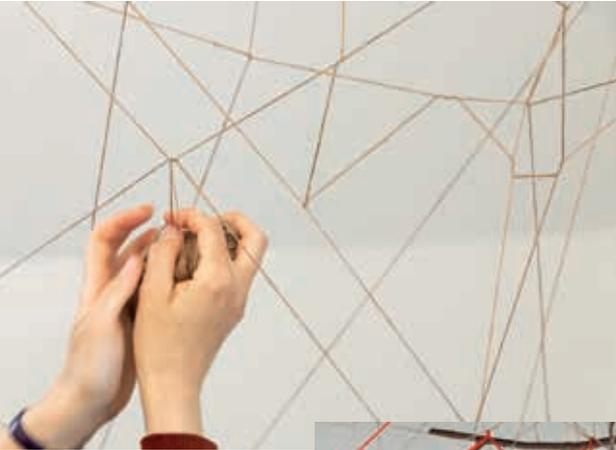


## Fadennetzwerk

Material: Wolle oder Kordel, Nägel und Hammer, Schere, Äste und andere Dinge zum Einweben



Suche eine Ecke, draußen oder drinnen, in der Du ein Fadennetz aufspannen kannst. Du brauchst fünf oder mehr feste Punkte, an denen Du das Netz festknoten kannst. Im Innenraum kannst Du an verschiedenen Seiten und Höhen Nägel in die Wand schlagen. Im Außenraum kannst Du Dein Netz in einen Baum spannen. Beginne mit einer Verbindung zwischen zwei Nägeln/Ästen. Suche Dir immer weitere Punkte, zu denen Du den Faden spannst. Webe ein Netz, das dichter und dichter wird. Du kannst verschiedenfarbige Wolle nutzen und Dinge in Dein Netzwerk einweben. Oder Du knüpfst das Netz mit anderen gemeinsam. Jede Person kann eine andere Farbe verwenden.



## Vergipste Verbindungen



Material: Wasserschale, Gipsbinden, Schere, Äste

Diese Übung funktioniert gut zu zweit. Schneidet zur Vorbereitung einige ca. 3 cm breite und 15–20 cm lange Gipsbinden und füllt eine Schale mit Wasser. Eine Person hält zwei Äste aneinander, sodass eine Kreuzung entsteht. Die andere Person verbindet die Kontaktstelle, wie mit einem Verband, indem sie feuchte Gipsbinden aufträgt. Entscheidet gemeinsam, wann aus den Verbindungen eine Form entstanden ist, die Ihr beide als fertig ansieht. Die Gipsbinden trocknen recht schnell und halten keine Stöße aus. Ein fragiles Netzwerk entsteht.

# Flechten

Gehe auf die Suche nach Flechten. Du findest sie fast überall. Wenn Du einmal den Blick auf Flechten eingestellt hast, fallen sie Dir andauernd auf: in der Stadt, auf dem Land, am Meer, im Wald. Sie leben auf Straßen, Gehwegen, Geländern, Mauern, Ästen, Dächern, Baumstämmen und in der Wüste. Flechten haben unterschiedliche Farben und Formen. Wie viele unterschiedliche Flechten kannst Du finden und fotografieren? Mithilfe dieser Checkliste (QR-Code) kannst Du sie auch bestimmen:



„Flechten sind kleine, langsam wachsende, scheinbar unbedeutende Lebewesen, die nicht einmal versuchen, in einer auf den Menschen ausgerichteten Welt des Spektakels und der Geschwindigkeit um Aufmerksamkeit zu konkurrieren.“<sup>29</sup>

**Buch-Tipp:** A. Laurie Palmer. The Lichen Museum. Art After Nature, Minnesota 2023



## Flechten-Collage

Material: Fotos, Schere und Kleber



Drucke Deine Fotos auf Papier und schneide Formen aus, die Dich aus der Flechtenform heraus „anspringen“. Setze die Bildteile zu neuen symbiotischen Wesen zusammen.

## Partnerschaft: Alge + Pilz = Flechte

Jeder fünfte Pilz auf der Erde lebt in symbiotischer Beziehung mit Algen. Flechten sind Doppelwesen aus Pilzen und Algen. Viele der Schlauchpilze können beispielsweise nur existieren, wenn sie eine enge Verbindung mit lebenden Grün- oder Blaualgen (beziehungsweise Cyanobakterien) eingehen. Die Pilze erhalten von diesen Organismen, die zur Photosynthese (s. Glossar) fähig sind, Nahrung. Im Gegenzug geben sie Schutz vor starker Sonneneinstrahlung, da sie zur Pigmentbildung fähig sind. Weltweit gibt es rund 25.000 Flechtenarten. Sie können die rauhesten Standorte besiedeln, wie Wüsten oder Hochgebirge. Dabei wachsen sie sehr langsam, können aber bis zu 1.000 Jahre alt werden. Je mehr Flechten, desto besser ist die Luft.<sup>30</sup>

## Überlebenskunst

Flechten sind widerstandsfähig und robust. Flechten haben keine Wurzeln. Sie nehmen Wasser aus der Luft und vom Untergrund auf, auf dem sie wachsen z. B. Ast oder Asphalt. Wenn es trocken ist, versetzen sie sich in einen leblosen Zustand und betreiben keine Photosynthese mehr. Auf diese Weise können sie lange ausharren. Es sind sogar Arten bekannt, die nach 40 Jahren Leblosigkeit und Trockenheit „wiederbelebt“ werden konnten.<sup>31</sup>



# Begegnungen mit Pilzen

## Komponist John Cage und die Pilze

„Geh hinaus in die Felder und Wälder und suche Dir einen Pilz. Bring ihn in die Küche, in die Du zuvor Dein Klavier bugsiert hast. Zähle die Lamellen des Pilzes (im Fall einer Morchel die Löchlein). Ihre Anzahl ergibt die Takte des Stücks. Miss sodann seine Stängellänge in Zentimetern. Sind sie durch drei teilbar, ist das Stück im 3/4-Takt, sind sie durch zwei teilbar, spiele im 4/4-Takt. (Geht beides, liegt die Wahl bei Dir). Alle anderen Parameter des Stücks bestimmst Du selbst. Der Pilz kommt dann in den Ofen (bei 100°C). Sobald er zu kochen anfängt, beginne zu spielen.“

Diese Partitur „Mushroom Music“ verfasste John Cage (1912–1992). Er war Komponist, Pilzkenner und Gründer der New Yorker „Mycological Society“. Sie wurde nur einmalig aufgeführt, da sich der Pianist David Tudor an einem Fliegenpilz vergiftete und das Stück daraufhin nicht wieder aufführen wollte.<sup>32</sup>

### MycoLyco, Five Minutes of Pink Oyster Mushroom Playing Modular Synthesizer, 2021

Viele Pilze leiten elektrische Impulse durch ihr Myzel. Warum sie das tun, wird derzeit erforscht. Der Musiker MycoLyco nutzt die Impulse, um mit Pilzen Musik zu machen: Er verdrahtet sie und kann so ihre Stromstöße in Musik übersetzen.

Hör mal rein!



## Pilz-Erkundung

Material: Karteikarten oder festes Papier,  
Stift und Radiergummi, Lineal, Fotoapparat oder Handy,  
Landkarte, in die Du Deine Fundorte eintragen kannst

**Ausgestattet mit Deinem Forschungsmaterial gehst Du auf die Suche nach Pilzen. Betrachte sie aufmerksam (ohne sie zu pflücken). Notiere und zeichne jeweils eine Pilzart auf eine Karte. Wenn Du im Wald Pilze betrachtest, gibt es bestimmte Erkennungsmerkmale, die hilfreich zur Unterscheidung der unterschiedlichen Sorten sind:**

- **Gestalt:** Welche Farbe und Form hat der Hut? Besitzt er Lamellen oder Röhren auf der Unterseite? Wie sieht der Stiel aus?
- **Beschaffenheit:** glitschig, trocken, schuppig, fest oder schwabbelig?
- **Geruch:** Anis, Algen, Hühnchen?
- **Standort:** trocken, feucht, moosig, schattig?
- **Nachbarschaft:** allein oder in Gruppen stehend? Welche Bäume befinden sich in der Nähe?
- **Besonderheiten:** Was fällt Dir sonst noch auf?



**Mit der Zeit sammelst Du immer mehr Wissen durch Deine Beobachtungen. Deine Aufzeichnungen kannst Du mit Fotos der Pilze ergänzen. Deine Pilz-Karten kannst Du zusammen mit einer Landkarte der Standorte in einer Box aufbewahren.**

Durch dieses Experiment kannst Du sehen, wie Pilzsporen (s. Glossar) aussehen. Schneide hierzu den Stiel des Pilzes dicht unterhalb des Pilzhutes ab. Lege anschließend den Pilzhut mit der Röhren- oder Lamellenschicht nach unten auf ein weißes Blatt Papier oder eine Glasscheibe. Am besten ist, wenn der Pilz hierbei frisch ist und über mehrere Stunden, am besten über Nacht, genauso liegen bleibt. Um den Pilz während des Abdrucks vor Austrocknung zu schützen, kannst du einen Glasbehälter darüberstülpen.



## Pilz-Spaziergang

Warst Du schon einmal im Wald Pilze suchen? Oder hast Du Pilze am Wegesrand entdeckt? Vielleicht an einem Baumstamm? Bei einem Pilz-Spaziergang richtest Du Deine Wahrnehmung ganz auf die Pilze. Das ist anders als Wandern – langsamer. Die Blickrichtung ändert sich in Richtung Boden, nach unten, in die Nähe. Die meisten Fruchtkörper kannst Du im Spätsommer und Herbst im Wald entdecken, denn Pilze benötigen Feuchtigkeit und höhere Temperaturen zum Wachsen. Wenn es geregnet hat, kannst Du ein paar Tage später besonders viele Pilze entdecken. Pilzsuchende beschreiben: Wenn sie Pilzen im Wald begegnen, dann fangen sie an, Partnerschaften von Pilzen und Pflanzen anders zu begreifen.

Du findest Pilze häufig in der Nähe ihrer Partnerbäume. Das Wissen über Pilz-Baum-Symbiosen kann Dir helfen: Birkenröhrlinge bei Birken, Goldröhrling bei Lärchen, Steinpilze bei Buchen, Pfifferling bei Weißtannen, Maronenröhrlinge bei Kiefern oder Fichten.<sup>33</sup> Auch Zeigerpflanzen – also Pflanzen, die nur an bestimmten Orten wachsen können und so etwas über die Eigenschaften des Bodens verraten – können Hinweise auf Pilz-Wuchsorte geben. So wachsen Speisemorcheln gerne im Auwald im Frühling neben Eschen, bestimmten Ulmen- oder Eichenarten (Hartholzaue).

## Takashi Homma – Tschernobyl

**Frage Menschen in Deinem Umfeld, die vor 1980 geboren sind: erinnern sie sich an die Nuklearkatastrophe 1986? Was hat Tschernobyl verändert?**

„Ich hatte nicht die Absicht, die Region zu besuchen, um die Zerstörung zu fotografieren. Aber ich hatte bereits Pilze fotografiert. Ich dachte mir, dass ich Pilze fotografieren könnte, die durch die Strahlung kontaminiert waren.“<sup>34</sup>

2011 verursachte ein Erdbeben schwere Schäden in einem japanischen Kernkraftwerk in Fukushima. Nur ein halbes Jahr nach der nuklearen Katastrophe begibt sich der Fotograf Takashi Homma in die Wälder bei dem betroffenen Kraftwerk. Hier sammelt er Pilze und fotografiert sie noch am Fundort. Er zeigt sie nüchtern vor weißem Hintergrund samt Erde, aus der sie kamen. Rasch weitet er seine Suchgebiete auf andere nuklear belastete Waldregionen aus: in Skandinavien und um Tschernobyl in der heutigen Ukraine. In den skandinavischen Ländern wurde kurz nach der Nuklearkatastrophe 1986 in Tschernobyl der Bevölkerung das Sammeln von Pilzen zur Selbstversorgung untersagt. Über Wind und Wolken war die Radioaktivität bis in den Norden gelangt. Auch in Deutschland finden sich fast 40 Jahre nach dem Unfall in Tschernobyl stark radioaktiv belastete Pilze.

Neben den so nicht mehr verzehrbaren Speisepilzen gibt es auch einzelne Arten, die sich der Radioaktivität anpassen. So wachsen radiotrophe Pilze aktiv auf Quellen von Strahlung und wandeln diese in Energie um. Vielleicht spielen Pilze in der Beseitigung von radioaktiven Spuren in der Zukunft noch eine wichtige Rolle.

**Pilze filtern nicht nur radioaktive Substanzen, sondern auch Schwermetalle.**



Takashi Homma, Chernobyl #12, 2017, Fotografie, aus der Serie Symphony – Mushrooms from the Forest © Takashi Homma

# Fantastische Pilz-Wesen

**Welche Geschichten kennst Du, in denen ein oder mehrere Pilze eine Hauptrolle spielen? Denk Dir eine aus! Was machen die Pilze in Deiner Geschichte? Sprechen sie, leben sie mit anderen Wesen? Welches Pilz-Kostüm würde gut passen?**



David Fenster, *Fly Amanita*, 2010, Video (Still) © David Fenster

In dem Video von David Fenster spielt ein Schauspieler einen Pilz. Er erzählt, wie er die Welt sieht und wie sich die Beziehungen zu den Menschen verändert haben.

*„Hallo, mein lateinischer Name ist Amanita muscaria, Menschen nennen mich Fliegenpilz. Ich bin Teil eines größeren Organismus, der vor allem unterirdisch wächst. Früher mischten Menschen mich mit Milch in einer Schale, um Fliegen zu töten. Ich bin ein Pilz. Manche Menschen denken, ich bin heilig, ich habe dieses Gift in mir. Heute sind wir vor allem bekannt durch Cartoons und Computerspiele wie Super Mario Brothers. Menschen verstehen oft nicht, dass wir in echt existieren, draußen im Park. Mir ist es am wichtigsten, so offen zu sein gegenüber der Welt, wie es nur geht.“<sup>35</sup>*

## Fliegenpilz-Hut

Material: 5–8 Blätter Papier (120 g Papier, Größe DIN A3 oder DIN A2), Eimer mit Wasser, Draht, Schale, eventuell Wasserfarben und Pinsel

**Befeuchte ein Blatt Papier vorsichtig mit Wasser. Es wird weich und formbar. Knülle es zusammen und falte es wieder auseinander. Lege es zum Trocknen aus. Wiederhole dies mit mehreren Blättern. Wenn alle Papiere schön knittrig getrocknet sind, kannst Du sie übereinanderlegen und an wenigen Punkten mit Draht verbinden. Lege Sie über die Rundung einer Schale in der Größe Deines Kopfes. Nun kannst Du den Rand der Papiere wieder befeuchten, zusammendrücken und somit eine runde Hutform bilden. Am Kopf darf das Papier enger sitzen, am Rand lockerer. Wenn Dein Hut getrocknet ist, kannst Du ihn noch bemalen.**





## Die tropische Schleierdame

Material: Papier, Schere

Suche im Internet nach Bildern von außergewöhnlichen Pilzen, wie der Tropischen Schleierdame (*Phallus indusiatus*), der auf Englisch Veiled Lady (Veschleierte Dame) heißt. Die Form und Struktur sind spannend, oder? Die Künstlerin Phyllis Ma hat in einem Interview erzählt, dass sie sich einmal zu Halloween als Stinkmorchel verkleidet hat.<sup>36</sup>

Schneide Papierstreifen in unterschiedlichen Formen aus. Wenn Du einen Papierstreifen vorsichtig über die scharfe Kante einer Schere ziehst, kringelt er sich zu einer Spirale. Suche einen Menschen, für den Du ein ganz besonderes Schleierkostüm anfertigst. Oder suche einen Gegenstand, um den Du das Netz webst. Verbinde die Papierstreifen nach und nach mit Tackernadeln.



Collagierte Pilz-Fruchtkörper:  
Sammle unterschiedliche Papiere (alte Fotos, Drucke aus Zeitschriften, Riso-Drucke, Zeichnungen, bunte Papiere). Schneide Teile mit dem Cutter oder der Schere aus und klebe daraus neue Pilz-Gestalten zusammen.



# Pilze als Heiler

## Pilzkrankheiten

Kennst Du Fußpilz und Darmpilz bei Menschen, oder Gitterrost am Birnbaum? Als Mycose bezeichnet man eine durch einen Pilz verursachte Infektionserkrankung.

## Heilwirkung von Pilzen

Menschen und Pilze sind genetisch verwandt. Wir teilen mit Pilzen mehr DNS-Sequenzen als mit Pflanzen. Vielleicht können sie uns deshalb mit ihren Molekülen und Wirkstoffen unterstützen und heilen. In der westlichen Medizin wird mehr und mehr das Heilpotenzial von Pilzen untersucht und eingesetzt. Seit Jahrtausenden werden Arzneipilze gegen Erkrankungen eingesetzt.<sup>37</sup> Viele Pilze mit den wirksamsten Heilstoffen wachsen in Asien und sind ein wichtiger Bestandteil in der traditionellen Chinesischen Medizin.<sup>38</sup> Pilze haben auch eine heilende Wirkung bei zahlreichen Krebsarten. Schmetterlings-Tramete kann schützend auf Knochen und das Immunsystem bei Chemotherapie oder Bestrahlung wirken.<sup>39</sup>

Manche Pilzarten enthalten einen Stoff, der auf das Gehirn des Menschen wirkt: Psilocybin. Die psychoaktiven Pilze können Halluzinationen hervorrufen. In den letzten Jahren wird zu Psilocybin als Heilmittel geforscht, zum Beispiel als therapeutisches Mittel im Kampf gegen lange dauernde Depressionen.<sup>40</sup>



### Mutterkorn

Der giftige Getreidepilz kann auf Roggen und anderen Getreiden wachsen. Im 13. und 14. Jahrhundert starben in Europa ganze Dorfgemeinschaften an Vergiftungen durch Mutterkorn im Brot. Heute besteht keine Gefahr mehr, da der Pilz bei Lebensmittelkontrollen und durch moderne Mühltechniken entfernt werden kann.<sup>41</sup>



## Pilze werden Medikamente

Das Helmholtz-Zentrum in Braunschweig hat eine Abteilung für Infektionsforschung. Für die Erforschung werden Pilz-Fruchtkörper gesammelt und kultiviert. Das bedeutet, dass Teile eines Pilzes oder dessen Sporen auf einer Agarplatte mit Nährstoffen zum Wachsen gebracht werden. Gesammelt wird jedoch nicht nur in den heimischen Wäldern, sondern zum Beispiel auch in Thailand, Kenia und anderen Ländern. Hier finden sich bekannte, aber auch neue Pilze. Um diese dann zu bestimmen, braucht es die Expertise aus unterschiedlichen Forschungsbereichen. Das Helmholtz-Zentrum hat eine Stammsammlung, die bereits aus mehreren Hundert Pilzarten besteht. Die Mitarbeitenden untersuchen die gesammelten Pilzkulturen auf die Produktion von Substanzen, die für die Forschung von Interesse sein könnten – potenzielle neue Antibiotika, Krebsmedikamente oder andere aktive Stoffe. Bei einem vielversprechenden Pilz wird in größerem Maßstab, in sogenannten Fermentern, kultiviert und die Wachstumsbedingungen werden weiter optimiert und erforscht, bis es seine Substanzen auf den Markt schaffen.<sup>42</sup>

## Penicillin

Die bekannteste Entdeckung eines Arzneiwirkstoffs ist die des Antibiotikums Penicillin. 1929 entdeckte der britische Bakteriologe Alexander Fleming auf einer Nährlösung in bereits benutzten Petrischalen einen Schimmelpilz (*Penicillium notatum*). Dort hatte sich der Pilz zufällig auf einer Bakterienart, den Staphylokokken, angesiedelt. Fleming bemerkte, dass sich um den Schimmel keine Bakterien mehr befanden. Das war die Entdeckung! Später konnte er feststellen, dass das Penicillin keine negativen Auswirkungen auf den Menschen hatte, im Körper vielmehr als ein gutes Mittel gegen viele Krankheitserreger wirkte. Am 10. Dezember 1945 erhielt er für diese Entdeckung des Antibiotikums Penicillin den Nobelpreis in Medizin.<sup>43</sup>

## Ulmensterben

Seit einigen Jahrzehnten geht der Bestand von Ulmen zurück. Grund ist der lebensbedrohliche Pilz *Ophiostoma novo-ulmi*. Er wurde wahrscheinlich vor 100 Jahren aus Asien nach Europa eingeschleppt. Zwei Borkenkäferarten übertragen ihn in den Stamm, wo er die Wasser-Leitbahnen verstopft. Eine Impfung kann die Ulmen schützen.<sup>44</sup>

## Pilze aus Knetmasse

Material: Knetmasse in unterschiedlichen Farben, Pilzbestimmungsbuch und Schaschlik-Stäbe oder Zahnstocher

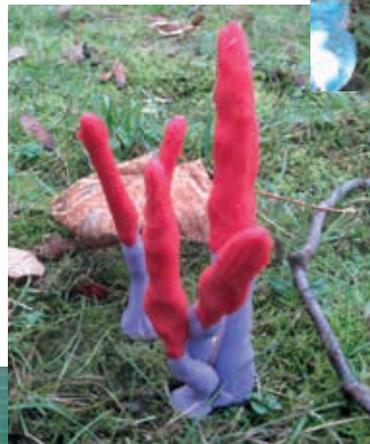


Die meisten Fruchtkörper besitzen einen Hut, einen Stiel und einen Fuß. Wir formen aus diesen „Körperteilen“ einen neu erdachten Pilz. Zuerst kannst Du Pilze in einem Buch betrachten. Welche „Architektur“ und welche Gestalt können Fruchtkörper haben? Dann legst Du das Buch weg. Welchen Fruchtkörper möchtest Du mit Knete formen? Du kannst Dir alle Farben und Formen überlegen – Dein Pilz muss nur am Ende stabil und frei stehen können. Du kannst die Oberfläche des Hutes und Stiels auch nach Belieben mit einem Schaschlik-Stäbchen bearbeiten: mit Rillen, Furchen, Lamellen. Dein fertiger Pilz freut sich dann über einen schönen Fantasienamen. Anschließend kannst Du Deine bunten Gestalten in der Natur aufstellen – ob im Hexenkreis (runde Wuchsbilder von Fruchtkörpern) oder einzeln, ob auf Bäumen oder in der Erde.

Um die Knete-Pilze stabil in der Wiese zu verankern, kannst Du einen Zahnstocher zur Hälfte von unten in den Pilz und zur Hälfte in den Boden stecken.

Die Formen und Farben der Fruchtkörper, die wir im Wald, im Pflanzkübel oder auf der Wiese sehen können, sind so vielfältig wie beeindruckend. Erfinde und baue Deine eigenen Fruchtkörper aus Knete, Ton, Recycling-Materialien. Klebe, hänge, stecke oder setze sie an verschiedene Stellen in einem Raum. Stell Dir vor: Sie sind alle mit einem feinen Netz miteinander verbunden, so wie die Myzel-Geflechte. Verbinde sie mit zarten Bleistift-Linien.

Knetmasse kann man kaufen oder selbst herstellen, Rezepte dafür findest Du im Internet.



Pilze kann man aus Ton, Fimo, Salzteig oder Erde modellieren. Erstelle Fantasie-Fruchtkörper aus unterschiedlichen Materialien.



## Zitronen-Pilz

Material: ausgepresste Zitronenhälften oder Orangenschalen, Cuttermesser, stabile Stängel einer Pflanze oder Zweige, Klebstoff

Wenn man eine Zitrone auspresst, bleiben zwei Zitronenhälften übrig. Sei schneller als der Schimmelpilz. Bevor sich der Schimmel über die Zitrone zieht, kannst Du die Zitronenhälften im Ofen auf einem Backblech trocknen (etwa 45 Minuten bei 100–180 °C; anschließend trocknen die Schalen bei Zimmertemperatur weiter). Ein Hut ist entstanden. Klebe anschließend den Pflanzenstängel in den Zitronenhut und suche einen Standort für Deinen Zitronen-Pilz.

## Von Pilzen und Menschen

### Zu Besuch im Pilzkeller

Uralte Gewölbekeller, tief unter der Erde, sind perfekte Orte für die Pilzzucht. Hier haben sie es das ganze Jahr gleichbleibend kühl und feucht. Willkommen im Pilzkeller von Mathias Kroll in Offenbach. Hier wachsen verschiedenste Pilze in Substratbeuteln. Sie werden auf dem Wochenmarkt verkauft und an Restaurants geliefert.



Dieser Pilz erinnert an eine Koralle: der **Friseepilz**. Betrachtet man ihn von Nahem, ist es wie ein Ausflug in eine imaginäre Unterwasserwelt oder auf einen fremden Planeten.

Die Heilwirkung von **Shiitake** ist wissenschaftlich nachgewiesen. Der Pilz wirkt blutdruckregulierend, cholesterinsenkend und stärkt das Immunsystem. In Japan und China wird er gegen Entzündungen, Magenbeschwerden, Durchblutungsstörungen, Kopfschmerzen, Tinnitus und Schwindelgefühle eingesetzt. Sogar Tumorerkrankungen, Leberzirrhose und Arteriosklerose werden von seinen Wirkstoffen heilend beeinflusst. Shiitake verbessert die Leberfunktion und wirkt allgemein aufbauend und stärkend bei Erschöpfungs- und Müdigkeitszuständen.<sup>45</sup>



## Pilze züchten mit Kindern

Es macht Spaß, das schnelle Wachsen der Pilze zu beobachten. Ihr könnt im Kindergarten oder in der Schule selbst Pilze züchten. Für Neulinge eignet sich zum Beispiel ein Champignon-Pilzzuchtset. Schon Kinder ab 4 Jahren können mithelfen. Alle zwei bis drei Tage wird mit dem Finger gefühlt, ob die Erde noch feucht genug ist. Denn Pilze lieben feuchte und halbkühle Ort zwischen 15 und 18 °C. Nach etwa fünf bis zehn Tagen sprießen die ersten Champignons.<sup>47</sup> Diese könnt Ihr betrachten, ernten, zeichnen und anschließend zubereiten und essen.

### Leuchtende Pilze

Rund 71 Pilzarten leuchten grünlich bei Nacht. Damit locken sie Insekten an, die beim Weiterflug die Pilzsporen verbreiten. Das Leuchten bezeichnet man als Biolumineszenz. Rechercheiere nach Bildern.<sup>46</sup>

## Lasst uns Pilze werden!

Die Autorin Yasmine Ostendorf-Rodríguez ist der Meinung, Menschen können viel von Pilzen lernen, zum Beispiel artenübergreifendes Zusammenarbeiten, wie man Allianzen bildet, wie man Ressourcen ohne Geld tauscht, wie man sich dezentral ausrichtet. In ihrem Buch „Let's become fungal! Mycelium Teaching and the Arts“ (dt.: Lasst uns pilzig werden. Myzel-Lehren und die Künste) stellt sie Ideen und Projekte aus Lateinamerika und der Karibik vor. Die Lebensweisen der Pilze können Organisationen, Kollektive und Menschen aus den Bereichen Kunst, Pädagogik, Politik, Design, Wissenschaft, Anthropologie, Kuratieren, Aktivismus, Gärtnern, Landwirtschaft und viele andere dazu inspirieren, ihre Arbeits- und Lebensweise stärker auf gegenseitigen Nutzen auszurichten und sich Wechselwirkungen bewusst zu machen.

**Buch-Tipp:** Yasmine Ostendorf-Rodríguez. Let's become fungal! Mycelium Teachings and the Arts, Amsterdam 2023

„Ich bemühe mich ständig, auf Gegenseitigkeit zu beruhen. Ich habe so viel von anderen gelernt, und ich sehe mein künstlerisches Schaffen gerne als eine Geste der Gegenseitigkeit. Wenn wir alle mehr auf Gegenseitigkeit beruhten, würde alles besser funktionieren.“<sup>48</sup>

Carolina Caycedo, Künstlerin



## Pilze und Klimaerwärmung

### Pilze als Fleischersatz

Pilze sind genügsam, sie benötigen wenig Fläche, wenig Wasser und wenig Energie zum Wachsen. Und sie liefern Nährstoffe wie Proteine (Eiweiß). Myzel lässt sich zudem auf Lebensmittelabfällen wie Kaffeesatz, Getreideabfällen und Teebeuteln züchten. Pilze können Fleisch ersetzen. „Quorn“ wurde schon in den 1960er-Jahren in Großbritannien als Fleischersatz entwickelt. Es handelt sich dabei um ein fermentiertes (s. Glossar) Pilzmyzel des *Fusarium venenatum*.<sup>49</sup>

→ **Recherchiere mal, was sich genau hinter der „Planetary Health Diet“ verbirgt. Es ist eine Anregung so zu essen, dass die Gesundheit des Menschen und des Planeten bewahrt werden.**

Pilze speichern gigantische Mengen Kohlenstoff im Boden. In Symbiose mit Pflanzen binden Mykorrhizapilze jährlich bis zu 13 Gigatonnen Kohlenstoffdioxid und andere Gase. Das entspricht 36 Prozent des globalen Treibhausgasausstoßes, der etwa durch das Verbrennen fossiler Energien wie Kohle und Erdöl entsteht.<sup>50</sup>

Die meisten Pilze brauchen Wälder und gesunde Böden als Lebensraum. Wird Wald abgeholzt und der Boden bearbeitet, zerstört man damit Pilze und Ökosysteme und verliert natürliche Kohlenstoffspeicher. Weshalb werden Wälder abgeholzt? Vor allem Landwirtschaft, Straßenbau, Brände und kommerzielles Holzfällen sind Gründe für die Zerstörung. Der Mensch hat großen Einfluss auf die Böden und damit auf das Klima.<sup>51</sup>

Weniger Fleisch zu essen ist bedeutsam für unser Klima und schützt den Wald. Um massenhaft Steaks und Wurst zu erzeugen, wird industrielle Landwirtschaft benötigt, was zur Entwaldung führt. Die größten Anbauflächen für Tierfutter, wie zum Beispiel Soja, finden sich in Brasilien, Argentinien und den USA. Etwa 80 Prozent der weltweiten Sojaproduktion findet dort statt. 2022 war die Erntefläche von Soja in Brasilien größer als die Fläche Deutschlands und der Niederlande zusammengerechnet. Dafür wurde Regenwald abgeholzt.<sup>52</sup>

## Phyllis Ma – Mushrooms & Friends



Phyllis Ma, Chlorophyllum rhacodes and Ramaria, 2020, Fotografie, aus der Serie Mushrooms and Friends, 2011–fortlaufend, Fotografie © Phyllis Ma

Die Künstlerin Phyllis Ma besuchte 2019 eine Pilzfarm in Brooklyn, New York. Sofort war sie fasziniert davon, wie Pilze wachsen, wie unterschiedlich sie aussehen und wie vielschichtig die Welten der Pilze sind. Sie begann, Pilze selbst zu sammeln und zu porträtieren.

Phyllis Ma wählt die Pilze aufgrund ihrer Schönheit und ihrer ungewöhnlichen Gestalten aus. Auf ihren Fotos stellt sie die Pilze mit farbigen Hintergründen, mit Gemüse oder Obst aus ihrer Küche und Blumen aus dem Supermarkt zusammen. Die Künstlerin spielt mit Farben und Formen und schafft so Porträts von Pilzen, die zum mehrmaligen Hingucken und Entdecken der Einzelheiten einladen.

Ihre Serie heißt „Mushrooms & Friends“ – also: Pilze und Freunde, denn Pilze gehen Verbindungen ein. Außerdem steht für Phyllis Ma hinter den Porträts inzwischen ein großer Kreis von befreundeten und bekannten Menschen, mit denen sie Pilze suchen geht, Wissen (und Pilze) teilt und Neues lernt: „Die ‚Freunde‘ im Titel beziehen sich auf die Art und Weise, wie Pilze Beziehungen zu dem aufbauen, was sie umgibt – Insekten, Bäume, Vögel –, sowie auf die Gemeinschaft der Pilzliebhaber, von denen ich so viel lerne.“<sup>53</sup> Sie ist inzwischen Mitglied der New York Mycological Society, gegründet vom Komponisten John Cage und befreundeten Personen (mehr zu John Cage und Pilzen auf S. 18). Ihre Pilz-Porträts bewegen Phyllis Ma selbst dazu, genauer hinzusehen, und erinnern sie daran, dass Spiel und Erkenntnis eng miteinander verbunden sind.

## Der Zunderschwamm

Der Baumpilz Zunderschwamm (*Fomes fomentarius*) ist sehr nützlich im Alltag. Er dient als Wundpflaster, Mückenschutz, als Putzmittel, aber auch zum Feuermachen und als Material für Kleidung. Aus Zunderschwamm werden Tischdecken, Lampenschirme, Geldbeutel und anderes hergestellt. Er verhält sich wie Leder. Weiche, reich verzierte Zunderkappen wurden früher von Jung und Alt im Bayerischen Wald getragen. Sie sollen gegen Kopfschmerzen helfen.<sup>54</sup>

→ **Recherchiere nach Bildern von einem Zunderschwamm.**

Wie lebt der Zunderschwamm? Was für Funktionen hat er im Ökosystem?



Zunderschwamm-Kappe, Foto: Ina Hengstler

### Ötzis Pilzfunde

Bei der Gletschermumie Ötzi fand man zwei überlebende Pilze: einen Birkenporling (*Fomitopsis betulina*) und einen Zunderschwamm (*Fomes fomentarius*).<sup>55</sup> Der Mensch, der vor ungefähr 5.300 Jahren lebte<sup>56</sup>, hatte offenbar Birkenporlinge als Heilmittel und Zunderschwamm zum Feuermachen bei sich. Einige Porlinge haben eine blutstillende und antibiotische Wirkung. Durch die enthaltenen Öle sind sie zudem ein Heilmittel gegen Darmparasiten.<sup>57</sup>

## Baumpilze

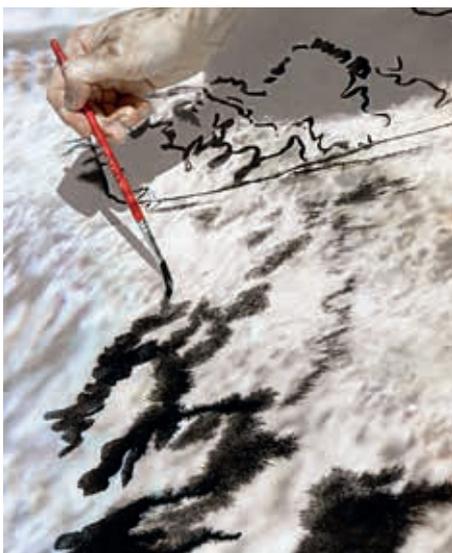
Material: Karton/Wellpappe, Cuttermesser, Wasserfarben, stabiler Draht, Zange, Schere/Handbohrer



Wie kann eine Fläche zu einem Pilz-Objekt werden? Schneide aus einem Karton viele Stücke in unterschiedlichen Größen aus. Fange mit einem größeren Stück an und schneide dann immer kleiner werdende Stücke aus. Wenn Du alle Teile übereinanderstapelst, entsteht eine geschichtete Form. Überlege Dir, welche Form Dein Pilz annehmen soll: rund und hoch mit langem Stiel und Hut, halbrund wie ein Baumpilz? Klebe die Kartonstücke übereinander. Mit einem Cuttermesser kannst Du die Form noch verfeinern. Dann bemale sie mit Acryl- oder Wasserfarben.

**Baumpilze** ernähren sich von Holz. Ihr Myzel wächst in den Stämmen, nur die tellerartigen Fruchtkörper sind zu sehen. Sie zersetzen abgestorbenes Holz, können aber auch gesunde Bäume schädigen (mehr zu Pilzen als Zersetzer auf S. 32).<sup>58</sup>

Die Deutsche Gesellschaft für Mykologie e.V.  
versammelt auf der Website nützliche Anleitungen  
→ [www.dgfm-ev.de/jugend-und-nachwuchs/kreativwerkstatt](http://www.dgfm-ev.de/jugend-und-nachwuchs/kreativwerkstatt)



## Baumpilz – eine malerische Erkundung

Material: Smartphone oder Tablet, Beamer, großes Papier (z. B. alte Tapeten)  
Makro-Objektive, die vor die Handykamera geklemmt werden können,  
Schwamm und Wassertöpfchen, Pinsel, Tusche oder  
Aquarellfarbe (mit Wasser vermalbares Grafit oder Aquarellstifte)

Schauen wir uns einen Fruchtkörper mal von Nahem an, durch eine Lupe oder ein Mikroskop. Oder mit einem Makro-Objektiv, das du vor deine Handykamera klemmst. Mache ein Foto und projiziere es mit einem Beamer an die Wand. Befestige ein großes Papier an der Wand. Befeuchte es mit einem nassen Schwamm. Projiziere Deine Nahaufnahme des Fruchtkörpers auf das Papier. Beobachte die feinen Strukturen und male mit Tusche die Formen nach. Sie verlaufen und ziehen sich ihre Bahnen über das feuchte Blatt. (Bei tropfenfarber Farbe empfiehlt sich eine Folie zum Schutz von Wand und Boden.)

# Färben mit Pilzen

Mit Pilzen kann man gut färben. Fast die ganze Farbpalette kann aus Pilzen gewonnen werden: Rot, Violett, Orange, Braun, Grün und Blau ... Wenn Du mit Pilzen färben möchtest, empfehlen wir das Buch „Leitfaden zum Färben mit Pilzen“ (2016) von der Expertin Karin Tegeler. Du solltest allerdings immer sehr vorsichtig sein, da unerwartete allergische Reaktionen entstehen können. Die folgenden Ideen sind ein Ausschnitt aus diesem Buch.

## Der Schopf-Tintling

Der Schopf-Tintling hat seinen Namen bekommen, weil man Tinte aus seiner Farbe herstellen kann. Die Deutsche Gesellschaft für Mykologie (DGfM) hat ihn übrigens zum Pilz des Jahres 2024 ernannt. Der weiße Körper mit Hut, Schuppen und Lamellen färbt sich erst rosa und dann schwarz. Wie eine dunkle Masse tropft der gesamte Pilzhut schwarz herab, um seine Sporen zu verteilen. Schon seit mehr als 3.000 Jahren wird aus dieser schwarzen Farbe Tinte hergestellt.

Er wird auch Spargelpilz genannt, denn der abgelöste Stiel ähnelt einer Spargelstange. Der Pilz besiedelt von Mai bis November oberirdisch mit ausgebildeten Fruchtkörpern stickstoffreiche Orte wie Fettwiesen, Parkanlagen und Wegränder. Dabei ernährt er sich von toten Pflanzen und kleinen, im Boden lebenden Fadenwürmern, die er mit seinen giftigen Fangarmen berührt und lähmt. Zum Verzehr wachsen die Fangarme in die Würmer und verdauen sie. Den Pilz kann man auch essen. Er fördert die Verdauung, reguliert den Blutzuckerspiegel, stabilisiert das Immunsystem und hemmt Tumorwachstum. Aber wichtig: Er ist nur essbar, wenn er noch jung ist.<sup>59</sup>

### Tipps und Links zu Tinte aus Pilzen

- [kinder.wdr.de/tv/neuneinhalb/sendungen/rueckschau/2021-sendung-pilze-tinte-aus-schopftintling100.html](https://kinder.wdr.de/tv/neuneinhalb/sendungen/rueckschau/2021-sendung-pilze-tinte-aus-schopftintling100.html)
- [www.wilde-farben.de/?p=745](https://www.wilde-farben.de/?p=745)
- [www.maison-rieck.de/2021/10/31/tintling-tinte](https://www.maison-rieck.de/2021/10/31/tintling-tinte)
- [www.pilze-nutzen.de/index.php/pilzthemen/tinte-aus-pilzen](https://www.pilze-nutzen.de/index.php/pilzthemen/tinte-aus-pilzen)
- [www.tintling.com](https://www.tintling.com)
- Video von kreativpinsel.: Tinte aus Schopf-Tintlingen, [www.youtube.com/watch?v=V3RTIL33iHY](https://www.youtube.com/watch?v=V3RTIL33iHY)



Der Schopf-Tintling bevor seine Haube abtropft.

## Pilze zum Färben sammeln

Karin Tegeler: „Das Pilzgeflecht (Myzel) darf beim Pilzesammeln nicht beschädigt werden, nur dann können wir damit rechnen, im nächsten oder übernächsten Jahr an genau dieser Stelle wieder Pilze zu finden.“<sup>60</sup>

„Man kann Pilze trocknen und so sammeln, bis man einen genügend großen Vorrat hat ... Es werden ca. 30–200 g getrocknetes Pilzmaterial zum Färben gebraucht.“<sup>61</sup> Zum Trocknen legst Du die Pilze auf Butterbrotpapier an einem trockenen und schattigen Ort aus, die getrockneten Pilze lassen sich in einem Glas aufbewahren. Willst Du sie verwenden, legst Du sie für einige Stunden ins Wasser. Wenn sie aufgeweicht sind, kannst Du sie zum Färben benutzen.<sup>62</sup>

## Malen mit Pilzfarben



**Sammle, trockne und zerreiße die Pilze zu Pulver. Um eine Farbe daraus herzustellen, kannst Du entweder Gummiarabikum beimischen oder eine Eitempera herstellen. Für Eitempera mischst Du 1 Teil Ei, 1 Teil Leinöl, 2 Teile Wasser und das Pilzpigment. Haltbar ist es nur 1–2 Wochen im Kühlschrank, also lieber schnell aufbrauchen!**<sup>63</sup>

Zum Malen mit Pilzen eignen sich Rotfußbröhrling, Marone, Maisbeulenbrand, Goldblatt, Strubbelkopf, Birkenpilz.<sup>64</sup>

**Buch-Tipp:** Veronika Wähnert, Wolfgang Friese. Einfach färben mit Pilzen und Pflanzen, Rötha 2020



## Tinte aus Pilzen

Material: Schraubglas, Sieb, Gummiarabikum, Wasser, Lavendel- oder Nelkenöl, Pinsel oder Feder

Wenn der Schopf-Tintling im Herbst schwarz zerfließt, ist der Zeitpunkt perfekt, ihn zu sammeln. Am besten ziehst Du Handschuhe an und legst den Pilz in ein Schraubglas. Darin kannst Du ihn auch weiter aufbewahren für den Rest des Jahres. Er wird im Glas immer weiter zerfließen.

Wenn Dich die Stücke und Rückstände im Glas stören, kannst Du die schwarze Flüssigkeit durch ein Sieb filtern. Um die Tinte dickflüssiger zu machen, kannst Du Gummiarabikum hinzufügen, ein Pulver, das es zum Beispiel im Gewürzhandel gibt (ca. 20 ml Wasser mit einem Teelöffel Pulver mischen). Durch die Zugabe einiger Tropfen Lavendel- oder Nelkenöl wird die Tinte haltbarer. Um mit der gewonnenen Tinte schreiben oder zeichnen zu können, brauchst Du eine Vogelfeder, Bambusfeder, Kalligrafie-Feder oder einen Pinsel. Die Farbe setzt sich nach einer Weile ab, da die Sporen im Glas nach unten sinken: gut schütteln vor dem Benutzen.<sup>65</sup>



Der Schopf-Tintling mit abgetropfter Haube. Schopf-, Falten- und Glimmertintlinge eignen sich, um Tinte herzustellen.



### Tipps und Links zum Herstellen von Pilzpapier

- [www.pilze-nutzen.de/index.php/pilzthemen/papier-aus-pilzen/myko-kitchen.de/papierschoepfen](http://www.pilze-nutzen.de/index.php/pilzthemen/papier-aus-pilzen/myko-kitchen.de/papierschoepfen)
- [www.youtube.com/watch?v=v1XAF8XaucY](https://www.youtube.com/watch?v=v1XAF8XaucY)
- Video von kreativpinself: Pilzpapier, [www.youtube.com/watch?v=D\\_i1exOHjAE](https://www.youtube.com/watch?v=D_i1exOHjAE)

## Pilzpapier

Pilzpapier kann aus allen Pilzen hergestellt werden, aber Porlinge eignen sich dafür am besten – wie zum Beispiel der Birkenporling. Die gesammelten Pilze müssen zerkleinert, gekocht und dann ganz klein püriert werden. Dann kannst Du die Masse in einer Wanne mit Wasser verdünnen und mit einem Papier-Schöpfrahmen Dein eigenes Papier schöpfen. Wie bei Papier wird auch das geschöpfte Pilzpapier zwischen saugfähigen Tüchern getrocknet.<sup>66</sup>

# Hefe, Miso und Sauerteig

Anna Dumitriu und Alex May



Anna Dumitriu und Alex May, *Fermenting Futures*, 2021/24, Mixed-Media, Glas, 3-D-gedrucktes und gegossenes PLA-Plastik, Silikon, Hefepilz © Anna Dumitriu & Alex May

Entstanden in Zusammenarbeit mit Prof. Diethard Mattanovich, Prof. Michael Sauer, Dr. Özge Ata und Dr. Martin Altwater am Institut für Mikrobiologie und Mikrobielle Biotechnologie der Universität für Bodenkultur Wien, Österreich

Gefördert durch das (ehem.) Bundesministerium für Digitales und Wirtschaftsstandort (BMDW), das Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie (BMVIT), die Steirische Wirtschaftsförderungsgesellschaft SFG, die Standortagentur Tirol, das Land Niederösterreich und die Wirtschaftsagentur Wien über das COMET-Förderprogramm der Österreichischen Forschungsförderungsgesellschaft FFG. Die Förderstellen hatten keinen Einfluss auf die Durchführung dieser Arbeit.

## Mikroorganismen – winzige Lebewesen

Mikroorganismen (s. Glossar), die nur unter dem Mikroskop zu erkennen sind, kommen bereits in einigen Lebensmitteln vor. Bald werden sie eine noch größere Rolle in der Herstellung von Lebensmitteln spielen. Die ersten Produkte stehen bereits in den Supermarktregalen und bieten neue Geschmacksrichtungen, Farben und Texturen der Lebensmittel. Zukünftig könnten aus in der Natur vorkommenden Mikroorganismen umweltverträgliche Kleidung, Kerosin und vegane Steaks hergestellt werden.<sup>74</sup>

## Haltbare Lebensmittel

Es ist schon seit Urzeiten bekannt, dass manche Pilze Lebensmittel nicht nur bekömmlicher und gesünder machen, sondern auch haltbarer, indem sie sie fermentieren. Das war in Zeiten ohne Kühlschrank von großem Wert. Unter **Fermentation** (s. Glossar) versteht man eine Gärung, in der organische Stoffe durch mikrobielle Stoffe umgewandelt werden.

Eine seltsame, blubbernde Flüssigkeit, ein Glasbehälter mit komischen Gebilden und jede Menge Schläuche – das Ganze erinnert stark an ein Labor. Und hier hat diese Arbeit auch ihren Ursprung! Das Kunstwerk „*Fermenting Futures*“ schließt nämlich an die wissenschaftlichen Forschungsergebnisse vom Institut für Mikrobiologie und Mikrobielle Biotechnologie der Universität Wien an. In der künstlerischen Umsetzung von Anna Dumitriu und Alex May wird die Wissenschaft lebendig. Diese Art von Kunst nennt man BioArt: Kunst, die unter Verwendung wissenschaftlicher Methoden entsteht und sich unter anderem auch mit lebenden Organismen auseinandersetzt.

Das Projekt „*Fermenting Futures*“ erforscht und enthält die technologisch veränderte Hefe *Pichia pastoris*, die Kohlenstoff binden kann. In der Biotechnologie wird das Erbmateriale in der Zelle (s. Glossar) dieser Hefe gezielt bearbeitet, sodass die Hefe Milchsäure produziert. Daraus wird dann der Kunststoff Polylactid (PLA) hergestellt: Er ist biologisch abbaubar und wird zum Beispiel für den 3-D-Druck, für Verpackungen oder im medizinischen Bereich verwendet.<sup>67</sup> Hefe kann also nicht nur zum Backen und Brauen verwendet werden. Mit Hilfe der Hefe-Biotechnologie kann sie auch im Sinne ökologischer Nachhaltigkeit eingesetzt werden.

Am Glasbehälter sind mehrere 3-D-gedruckte Formen aus Hefe angebracht. Eine davon enthält genau jenen Kunststoff, der aus der Hefe gewonnen wurde. Dieser ist allerdings noch nicht perfekt. Es braucht noch mehr Forschung und Entwicklung – der Anfang ist gemacht.

## Hefe – kleine Pilzkörnchen

Pilze sind schon seit Jahrtausenden ein Teil unserer Kultur. In Form von Hefen sind sie die ältesten von Menschen genutzten (kultivierten) Mikroorganismen. Lebensmittel wie Brot, Bier und Wein erhalten durch Hefen ihren Geschmack. Hefen sind einzellige Pilze (s. Glossar: Zelle). Sie unterscheiden sich von den mehrzelligen Pilzen, die Hyphen und ein Myzel bilden. Hefen wachsen, indem sie ihre Zelle teilen. Dabei bilden sich viele „Pilzkörnchen.“<sup>68</sup>, es entsteht eine Hefekultur.<sup>69</sup>

Die Vorfahren der heute genutzten Hefen sind schätzungsweise vor etwa 430 Millionen Jahren entstanden. Über die Zeit haben sie sich in verschiedene Formen weiterentwickelt.<sup>70</sup>

*Saccharomyces* heißt die für die heutige Lebensmittelherstellung wichtigste Sorte Hefe (Hefestamm). Der Name entstammt aus dem Altgriechischen und bedeutet Zuckerpilz.<sup>71</sup> Weitere Hefen werden für das Fermentieren von Kefir, Sojasauce, Kombucha, Käse oder Kakaobohnen eingesetzt.<sup>72</sup>

Früher konnte man lange nicht zuordnen, was den Prozess der Gärung und Fermentierung innerhalb von Getränken und Speisen hervorruft. Erst 1830 entdeckten der Physiker und Ingenieur Charles Cagniard de la Tour, der Physiologe Theodor Schwann und der Biologe Friedrich Traugott Kützing unabhängig voneinander eben genau diese „Körnchen“ sowie den Vorgang der Zellteilung. Sie erkannten, dass Hefen einzellige Lebensformen sind.<sup>73</sup>

## Der Hefe-Luftballon

Hefen sind lebendige Wesen. Sie bevorzugen einen warmen (30-40 °C) und leicht sauren Lebensraum (pH-Wert 3,0-8,0).<sup>75</sup> Sie sind wahre Überlebenskünstler und kommen überall in der Natur vor, auf Pflanzen, Steinen und Böden, auf unserer Haut und unseren Lebensmitteln. Für ihre Vermehrung wandeln sie Zucker in Alkohol und Kohlendioxid um. Das hat sich der Mensch beim Brotbacken und beim Brauen von Bier und Wein zunutze gemacht. Dabei wird süßer Most (Wein) oder Maische (Bier) erst durch Hefe dazu gebracht, Zucker zu verlieren und dafür Alkohol auszubilden. Diese Kohlendioxid-Ausatmung lässt sich in einem einfachen Experiment beobachten. Dafür benötigst Du Hefe und Zuckerwasser.

0,5-l-Flasche, 1/2 Hefewürfel (21 g), 50 g Zucker,  
300 ml lauwarmes Wasser, 1 Luftballon, 1 größere Schüssel



**Gib zuerst den Zucker und die Hefe – leicht zerbröselst – in die Flasche. Fülle sie mit lauwarmem Wasser auf. Schließe den Deckel und schüttle, sodass sich die Hefe im Wasser auflöst. Jetzt kannst Du die Flasche wieder öffnen (nicht warten, nicht verschlossen stehen lassen!) und den Luftballon über die Flaschenöffnung stülpen. Schon nach einer halben Stunde wird sich der Luftballon durch das Kohlendioxid des Gärungsprozesses aufgeblasen haben. Der Prozess lässt sich beschleunigen, wenn Du die ganze Flasche in ein circa 40 °C warmes Wasserbad stellst, denn dann haben es die Pilze schön warm und arbeiten noch schneller.**

### Koji, Miso, Sojasoße

In Asien gibt es eine jahrhundertealte Tradition, gedämpftes Getreide oder Bohnen mit einem bestimmten Edelschimmelpilz, dem *Aspergillus oryzae*, zu impfen. Das nennt sich in Japan Koji. Der Pilz knabbert an der Stärke, dem Fett und dem Zucker und es entstehen somit verschiedene Enzyme, auch Fermente genannt. Sie beschleunigen und steuern biochemische Prozesse, wodurch die Speisen bei der Verdauung bekömmlicher werden. Durch weitere Verarbeitungsprozesse entsteht aus Koji die Würzpaste Miso, die Würzsoße Shoyu oder Sojasoße und andere leckere Lebensmittel.<sup>76</sup>

### Hefe im Brot: Sauerteig

Mit Hefen werden nicht nur Wein, Es-sig und Bier, sondern auch Hefe- und Sauerteig hergestellt. Beim Sauerteig bewerkstelligen die fleißigen Pilze die Gärung in Zusammenarbeit mit sogenannten Milchsäurebakterien. Mit dem Sauerteigansatz wird Brot gebacken, das durch die Vorverdauung der Hefen und Milchsäurebakterien besonders bekömmlich und aromatisch ist. Die Löcher im Brot stammen vom Kohlendioxid, es bringt Leichtigkeit in den Teig. Sauerteig lässt sich leicht selbst herstellen. Online und in Backbüchern findest Du verschiedene Rezepte und Anleitungen.



Lebendige Hefepilze im Experiment. Was passiert hier chemisch?

### Die Sauerteig-Bibliothek

In einer Bibliothek in Belgien werden mehr als 100 Sauerteige regelmäßig gefüttert und bewahrt.<sup>77</sup> Die Sammlung beherbergt Proben aus 25 Ländern, denen unterschiedliche Zutaten beigegeben werden müssen, unter anderem Mehl aus ihrem Herkunftsland, um sie in ihrem ursprünglichen Zustand zu halten. In der Analyse wurden bisher mehr als 700 Stämme wilder Hefen und 1.500 Milchsäurebakterien gefunden, die die unterschiedlichsten Geschmacksprofile ergeben.



Auf der Website kannst Du Dich auf einen virtuellen Rundgang begeben. Entdecke die Steckbriefe der unterschiedlichsten Sauerteige.

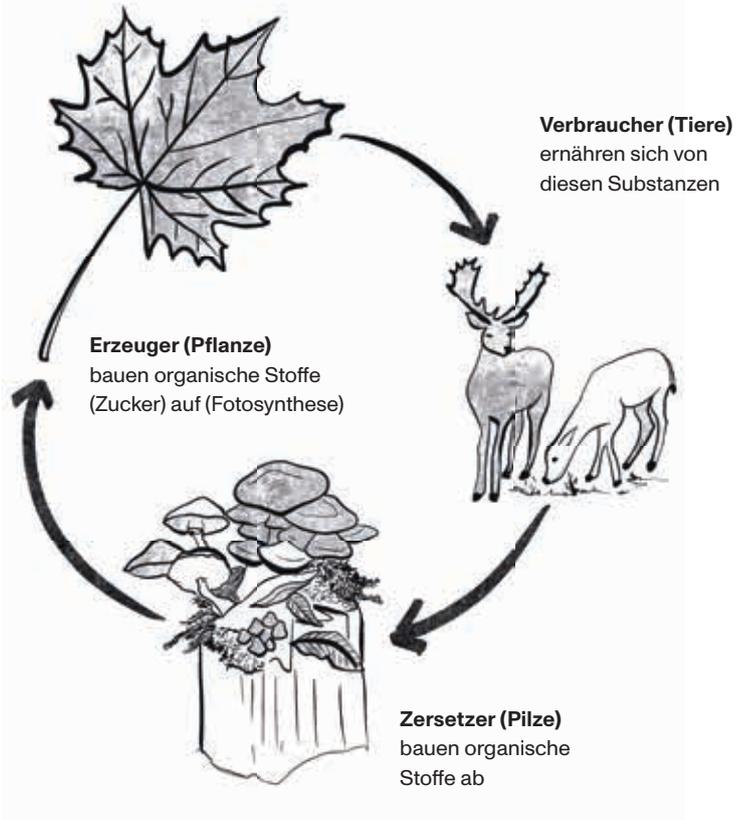
## Bin ich ein Individuum oder eine Wohngemeinschaft?

„In unserem Darm (der ausgebreitet eine Fläche von 32 m<sup>2</sup> einnehmen würde), aber auch in Ohren, Zehen, Mund und Augen sowie auf der Haut und allen Oberflächen, in all unseren Durchgängen und Körperhöhlen wimmelt es von Bakterien und Pilzen. Die Zahl der Mikroben, die wir mit uns herumtragen, ist größer als die unserer ‚eigenen‘ Zellen. In unserem Darm sind mehr Bakterien zu Hause als Sterne in unserer Galaxis.“<sup>78</sup> Merlin Sheldrake, Biologe

## Zersetzen, zerlegen, verwandeln – Pilze gestalten

Ohne Pilze im Wald würde sich Holz dort meterhoch stapeln, denn Pilze spielen eine zentrale Rolle im Stoffkreislauf. Sie sind ein wichtiges Verbindungsglied. Als sogenannte Destruenten (lat. destruere = abbauen) zersetzen sie zunächst tote organische Stoffe (s. Glossar). Anschließend bringen sie diese zurück in den Kreislauf – und zwar als Nährstoffe, die von anderen Organismen wieder aufgenommen werden.<sup>79</sup> Diese Lebensweise nennt man saprobiontisch.<sup>80</sup> Saprobiontisch lebende Pilze besiedeln tote organische Materie wie Holz, Stroh oder Mist.<sup>81</sup>

„Als heimliche Müllabfuhr beseitigen (Pilze und Scheinpilze, s. Glossar) alles, was im Wald stirbt und für Tiere unverdaulich ist. Das betrifft insbesondere Holz, das ein sehr stabiler Baustoff ist. Ohne die Zersetzung durch Pilze kann er Jahrtausende überdauern [...]. Pilze können mithilfe eines Cocktails verschiedener Enzyme Holz auflösen und in es eindringen, um ganze Baumstämme von innen zu zersetzen. Die biochemischen Reaktionen, die dabei ablaufen, sind so energiereich, dass manche Pilze [...] im Dunklen leuchten (vgl. Seite 24). Sie verwandeln das harte Holz nicht nur in fruchtbaren Boden, also Humus, sondern schaffen zugleich den Lebensraum für Großkäfer wie Juchtenkäfer und Hirschkäfer, aber auch für zahlreiche Fledermausarten. Das Aushöhlen ist für einen alten Baum auch nicht unbedingt schädlich, da die Pilze nur das abgestorbene Holz zersetzen und dem Baum dadurch wichtige Nährstoffe zurückgeben.“<sup>82</sup>



## Pilz-Parasiten und Zersetzer

Manche Pilze sind Parasiten und leben ohne Gegenleistung auf Kosten eines anderen Lebewesens, ihres „Wirtes“. Parasiten haben einen schlechten Ruf, denn sie sind oft nur bekannt als diejenigen, die Tieren und Menschen Schaden zufügen. Aber: Parasiten spielen eine sehr wichtige Rolle in Ökosystemen und helfen, dass manche Arten nicht die Oberhand gewinnen.<sup>83</sup> Parasit und veraltet auch Schmarotzer sind Fachbegriffe aus der Biologie. Sie werden und wurden (z. B. in der NS-Zeit in Deutschland) auch genutzt, um verachtend über Menschen zu sprechen.

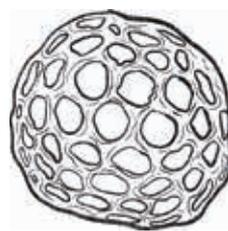
### Schimmelnde Pilze

Viele Schimmelpilze spielen als Zersetzer eine wichtige Rolle im Stoffkreislauf. Der Verzehr von verschimmelten Lebensmitteln ist sehr schädlich, denn die Pilze bilden ein Gift, um Futter-Konkurrenten wie andere Pilze, Bakterien, Insekten, Einzeller abzuwehren.<sup>87</sup> Manche Arten können Infektionskrankheiten hervorrufen, wie der giftige schwarze Schimmelpilz *Stachybotrys chartarum* auf Zellulose.<sup>88</sup> Andererseits gibt es auch essbare Edelschimmel, etwa auf Käse und in Limonade. Die Entdeckung des Schimmelpilzes *Penicillium notatum* schrieb Medizingeschichte (siehe S. 22).



### Wer isst schon gerne Plastik?

Der Pilz namens *Pestalotiopsis microspora* kann sich von Plastik ernähren. Das fand die Forschung 2011 heraus. Pilze bilden Enzyme und diese zersetzen Kunststoffe. Auf einer Müllhalde in Pakistan wurde 2017 der Schimmelpilz *Aspergillus tubingensis* entdeckt, der den Kunststoff Polyurethan in einigen Wochen verdaut.<sup>86</sup> Auch weitere Pilze, Bakterien und andere Organismen haben diese Fähigkeit.



Der sogenannte **Darwins Pilz** ist ein hochentwickelter Pilz-Parasit und lebt auf Südbuchen.<sup>85</sup>



Der „**Zombiepilz**“ *Ophiocordyceps unilateralis* steuert Ameisen, indem er Stoffe ausscheidet, die Muskeln und das Zentralnervensystem beeinflussen. Der Pilz steuert die Ameise zu einer bestimmten Stelle auf einem Blatt, wo sie sich festbeißt. Von dort aus lässt der Pilz seine Sporen auf weitere Ameisen am Boden fallen.<sup>84</sup>

# Selin Balci – 30 Faces

Schimmelpilzsporen (s. Glossar: Sporen) sind steter Bestandteil der Luft. Unsichtbar begleiten sie uns auf Schritt und Tritt, immer in unterschiedlichen Konzentrationen. Durch ihre Allgegenwärtigkeit in der Luft tragen auch wir Menschen stets Schimmelsporen mit und auf uns herum. Wenn eine Wohnung feucht und wenig durchlüftet ist, kann es zu den von uns gefürchteten Schimmelbildungen an den Wänden kommen. Die sonst unsichtbaren Mikroorganismen (s. Glossar) macht die Künstlerin und Biologin Selin Balci sichtbar. Sie erstellt Porträtfotografien von einzelnen Personen mit einer Polaroid-Sofortbildkamera. Zusätzlich nimmt sie Proben von deren Körpern und Lebensräumen, zum Beispiel Abstriche der Haut oder Haare. Dann werden diese mikroskopisch kleinen Organismen auf das Polaroid-Foto aufgebracht. Hier kann der Schimmelpilz mithilfe einer Nährmasse wachsen. Feine Pilzfäden überziehen das Fotopapier und bringen die Gesichtszüge der Personen immer mehr zum Verschwinden. Der Schimmelpilz gibt der Person ein neues Aussehen. Dabei sieht jedes Bild völlig anders aus, da jeder Mensch eine einzigartige Zusammenstellung an Mikroorganismen auf und in seinem Körper hat (auf Darm, Haut, Schleimhäute, Genitalien usw.), das sogenannte Mikrobiom.

Künstlerin und Pilz arbeiten hier zusammen.  
Kennst Du noch andere Beispiele, wo Kunstschaffende mit Lebewesen zusammenwirken?

## Schimmel-Tagebuch

Material: Lebensmittelreste, Zip-Tüte, Schraubglas



**Bevor wir angeschimmelte Nahrungsmittel wegwerfen, können wir sie betrachten und untersuchen. Wie wächst der Schimmelpilz und wie schnell breitet er sich aus? Für Deine Beobachtungen kannst Du kleine Mengen an Lebensmittelabfällen, zum Beispiel Zitronen-, Bananen- oder Kartoffelschalen, in einem Schraubglas oder einer Zip-Tüte verschließen. (Die Sporen nur ja nicht einatmen, sie sind ungesund.) Du kannst die Abfälle auch auf einen Draht stecken oder auf einer Unterlage anordnen, etwa einem Stück Milchtüten-Papier und dann die Tüte drüber ziehen.**

**Stelle Dein Objekt an einen Ort außerhalb Deiner Wohnung, an dem Du immer wieder vorbeikommst, damit Du die Veränderungen regelmäßig wahrnehmen und erforschen kannst. Wird der Schimmel weiß, grün, braun, schwarz oder rötlich? Sieht er flauschig und fellig aus oder bildet er eine flache Schicht? Die Veränderungen kannst Du anschauen (auch mit einer Lupe), fotografisch dokumentieren und beschreiben. Wenn Du gerne malst und zeichnest, lasse Dich von den Fotos zu abstrakten Malereien oder Zeichnungen inspirieren. Zeige die Stadien der Schimmelbildung anderen Personen und halte ihre unterschiedlichen Reaktionen fest. Sind es interessierte „Aaaahs“, erstaunte „Oooohs“, angeekelte „liihhs“?**



Selin Balci, 30 Faces, 2024, Polaroid-Transfer, Schimmelpilzsporen, Epoxidharz © Selin Balci

### Schimmelmuseum

Der schweizerische Künstler Dieter Roth (1930–1998) gestaltete Werke direkt auf der Grundlage von Schimmelprozessen und betonte so die Aspekte von Verfall und Vergänglichkeit. Es entstanden sogenannte Schimmelbilder aus zersetzbaren Materialien, auch Lebensmitteln. Ob ein Bild fertig oder vollendet ist, ist dabei eine interessante Frage. Erst wenn sich eine Art natürlicher Endzustand eingestellt hatte, stimmte er Konservierungsmaßnahmen zu.<sup>89</sup> Er gründete in Hamburg sogar ein Schimmelmuseum, das aber aufgrund des fortschreitenden Verfalls abgerissen werden musste.



# Ein Haus aus Pilzmyzel



Die Mikrobiologin und Künstlerin Vera Meyer ist Mitgründerin des Kollektivs MY-CO-X, das sogar ein Haus aus Pilzmyzel und Holz baute. Sie schildert ihre Wünsche für die Zukunft mit Pilzen wie folgt: „In der Utopie, zu der ich beitragen möchte, kleiden wir uns auch in Pilze und leben sogar mit und in ihnen. Unsere Kleidung, unsere Möbel, unsere Häuser sind aus ihnen hergestellt. Biotechnologisch. Auf nachhaltige Art und Weise. Benötigen wir sie nicht mehr, weil man der neuen Mode folgen möchte oder eine andere Stadt ruft, übergibt man diese Gegenstände erneut der Pilzbiotechnologie, die diese dem Redesign oder dem Recycling zuführt. In meiner Utopie ist die Pilzbiotechnologie fester Bestandteil einer zirkulären Bioökonomie, die aus pflanzlichen Rohstoffen nicht nur Lebensmittel, Medikamente, Waschmittelenzyme und Biokraftstoffe produziert, sondern auch Mode und Gebrauchsgegenstände. Und uns sogar Häuser baut.“<sup>90</sup>



MY-CO-X, MY-CO SPACE, 2020/21, Ausstellungsansicht Berlinische Galerie, Sperrholz, Komposit aus Pilzmyzel und Hanfschäben, pilzbasierte Textilien © Foto: Martin Weinhold



Wie gefällt Dir die Idee, in einem Haus aus Pilzen zu wohnen?

## Eine Pilzplastik wachsen lassen

Material für die Form: Pappe, Klebstoff, Klebeband, Schneidemesser



Erschaffe eine eigene Pilzplastik. Dafür benötigst Du eine Form, in die das Pilzmyzel wachsen soll. Überlege Dir, wie sie aussehen soll. Für den Anfang sollte die Form nicht zu kompliziert gestaltet sein. Aus Verpackungskarton werden Formen geschnitten und zusammengeklebt. Es eignen sich dazu ebenso vorhandene Kunststoffverpackungen, Milchtüten, Haushaltsbehälter und andere bereits bestehende Formen.

Material für die Plastik aus Pilzmyzel: 1 Packung Pilzmyzel-Substrat, Wasserstoffperoxid (3%ig) oder Brennspiritus (in einer Sprayflasche) Gummihandschuhe (unbenutzt), eine große Schüssel, Frischhaltefolie, Schere, destilliertes Wasser

Was ganz wichtig ist (und das solltest Du wirklich ernst nehmen): Du musst sauber arbeiten und alle Gegenstände desinfizieren, die Du verwendest (die Schere zum Aufschneiden der Packung, die Schüssel, alles, womit das Pilzsubstrat in Berührung kommt).

Ziehe die Plastikhandschuhe an und knete das Pilzmyzel-Substrat gut durch. Füge etwas Mehl hinzu, damit die Masse besser formbar ist. Das Substrat sollte auch nicht zu trocken sein, befeuchte es gegebenenfalls mit etwas destilliertem Wasser.

Damit das Pilzmyzel sich nicht mit der Form verbindet, in die es hineinwächst, wird diese zuvor mit Frischhaltefolie ausgekleidet. Anschließend wird die Masse in die Form gedrückt. Durch Rütteln und Stopfen wird jede Ecke gut ausgefüllt. Decke die gefüllte Form mit Folie ab und steche einige Luftlöcher hinein. Das Pilzmyzel wächst am besten an einem warmen, nicht hellen Ort (Sonneneinstrahlung vermeiden). Um ein frühzeitiges Austrocknen zu verhindern, besprüht Du das Substrat ab und an mit destilliertem Wasser. Das Substrat wird nun vom Pilz durchwachsen. Nach etwa fünf Tagen haben die Myzelstränge die Form komplett durchzogen und eine naturweiße, geschlossene Oberfläche ist entstanden. Deine Plastik riecht angenehm nach Pilz. Nun kann das Objekt zum Trocknen aus der Form gelöst werden.

Anregung: Du kannst zwei noch feuchte Elemente aufeinandersetzen, zusammen in Folie einwickeln und weiterwachsen lassen. Die beiden Teile wachsen dann zusammen, verbinden sich zu einem größeren Objekt.

Stoppen des Wachstumsprozesses: Damit sich keine Fruchtkörper (Pilze) ausbilden und das Pilzobjekt stabil wird, muss es getrocknet werden. (Freilich kann man auch Pilze wachsen lassen.) Dies geschieht im Backofen bei ca. 50-70 °C für 3-4 Stunden. Das Pilzobjekt sollte 50-60 Prozent Feuchtigkeit verlieren. Dies kannst Du mittels einer Waage vorher und nachher auswiegen.

Plastiken (unten) aus Pilzmyzel von Andreas Böhm<sup>91</sup>



Das feuchte Substrat kann auch um einen Ast geformt werden. Das Myzel wächst am Ast an und Du bekommst stabile dünnere Formen.



Einen Kopf aus Pilzmyzel kannst Du mithilfe einer Gipsmaske erstellen. Nach dem Abformen eines Gesichts mit Gipsbinden lässt man die Maske trocknen, kleidet sie mit Folie aus und füllt die Hohlform mit Pilzmyzel, das in ihr wächst.



## Mit Pilzen in die Zukunft – nachhaltige Produktgestaltung

Ein Interview von Ann-Cathrin Agethen (Museum Sinclair-Haus) mit Susanne Ritzmann, Nadja Nolte und Alisa Anjulie Röring vom BIOLAB aus dem Bereich „Nachhaltige Produktgestaltung“ an der Kunsthochschule Kassel. Das BIOLAB ist ein Experimentierraum im Studiengang Design, an der Schnittstelle von Design und Biologie. Ähnliche Zukunftslabore entstehen weltweit. Das BIOLAB Kassel erforscht Pilzmaterial.



Isolierungen, Teller, Eierbecher aus Pilzmyzel, entwickelt von Studierenden der Kunsthochschule Kassel im BIOLAB © BIOLAB

## Welche Rolle spielt der Pilz bei der Gestaltung?

**Museum Sinclair-Haus:** Stifte, Straßenbahnsitze, Reißverschlüsse, Wände – wir Menschen brauchen so viele Dinge. Als Produktgestalterinnen entwickelt und designt Ihr unterschiedlichste Dinge, die Menschen im Alltag benutzen. Für deren Herstellung benötigen wir zunächst Materialien. Das sind entweder nachwachsende oder endliche Rohstoffe, wie Sand, Erdöl und Holz. Warum beschäftigt Ihr Euch an der Kunsthochschule Kassel mit Pilzen?

**Nadja Nolte:** In der Welt des Produktdesigns steht fest, dass wir neue Materialien benötigen. Auch in der Architektur stellt sich die dringende Frage, welche Materialien zum Bauen verwendet werden. Schließlich werden in der Bauindustrie besonders viele Rohstoffe verbraucht und viel klimaschädliches CO<sub>2</sub> freigesetzt.

2018 studierte ich hier an der Kunsthochschule Produktdesign. Besonders den angehenden Designerinnen ist es ein großes Anliegen, neue Materialien und Herstellungsweisen zu finden. Wir hörten von Pilzmaterial – nachwachsend und biologisch abbaubar. Mit einer Gruppe Studierender wollten wir mit dem Organismus Pilz arbeiten und gründeten das BIOLAB. Nach dem Motto DIY (Do it yourself) brachten wir uns alles selbst bei – luden Fachleute ein, besuchten andere Labs, recherchierten in Pilzforen und „Pilz-Bibeln“. Wir richteten ein Labor ein, in dem wir steril arbeiten konnten. 2023 kam dann Susanne Ritzmann als Professorin für nachhaltige Produktgestaltung dazu, ein ganz neuer Arbeitsbereich entstand an der Kunsthochschule.

**Museum:** Was macht Ihr im BIOLAB?

**Susanne Ritzmann:** Wir befassen uns mit der Frage: „Wie können wir Menschen im Design und in der Kunst mit dem Pilz als Partner zusammenwirken?“ Wir arbeiten mit Mikroorganismen und im Besonderen mit Pilzen. Also mit lebenden Organismen! Dafür brauchen wir das richtige Handwerkszeug und müssen biotechnologische Methoden lernen. Wir organisieren Vorträge, Vernetzungstreffen und ein transdisziplinäres Seminar für Studierende. Dafür arbeiten wir mit der Mykologie (Wissenschaft über Pilze) aus dem Fachbereich Naturwissenschaften zusammen.

Aktuell sind Studierende aus fünf Bereichen dabei: Kunst, Architektur, Produktdesign, Mathematik und Biologie. Und das ist auch das Besondere! Wir brauchen unterschiedliche Blickwinkel und vielseitiges Wissen, um ein gutes Produkt entwickeln zu können.

**Nolte:** Ganz konkret lassen wir im Seminar Pilze wachsen, um Material zu gewinnen, wir experimentieren und beobachten.

Zunächst einmal benötigen Pilze einen Nährstoff zum Wachsen – ihr Futter, könnte man sagen. Das kochen wir zu Beginn: Agarplatten oder Nährstoffsuppen aus Reissirup, pflanzlichem Protein, Hefe, Gips und Wasser. Zu diesem Futter fügen wir dann Pilzmyzel hinzu, sodass sich der Pilz ernähren und wachsen kann.

**Museum:** Was hat Euch beim Forschen und Arbeiten mit Pilzen überrascht?

**Ritzmann:** Der langwierige Prozess im Vergleich zu schnellebigen Produktentwicklungen. Wir begleiten die Pilze beim Wachsen und kontrollieren unter anderem die Luftbedingungen. Verunreinigungen sind zu vermeiden. Manche Proben wachsen nicht oder viel zu langsam.

**Nolte:** Wir wissen so wenig über Pilze. Dabei ist es faszinierend, welche große Rolle Pilze in Ökosystemen spielen. Pilze sind die großen Recycler, übernehmen eine Schlüsselrolle in Kreisläufen der Natur. Und so denken auch wir im BIOLAB neu über Kreisläufe im Design nach.

**Museum:** Wie erlebt Ihr im BIOLAB die Zusammenarbeit zwischen Biologie und Produktgestaltung?

**Alisa Anjolie Röring:** Biologische Grundlagen werden in der Praxis gelernt – wenn wir zum Beispiel Pilzproben mikroskopieren und das Wachstum und die Vermehrung beobachten. So können wir die Ebene der Zellen verstehen und für uns nutzbar machen. Ich erlebe das BIOLAB als einfachen Einstieg in das Thema Nachhaltigkeit. In Schulen ginge das auch! Schul-Labore sind oft gut ausgestattet. Lernende könnten mit Pilzmaterial arbeiten und nachhaltige Materialien kennenlernen.

**Museum:** Wo werden Pilze als Material schon eingesetzt?

**Röring:** Aus Pilzmyzel wird zum Beispiel Verpackungsmaterial oder veganes Leder hergestellt. Es gibt bereits einen Konzeptschuh von Adidas<sup>92</sup> und einen Mantel aus Myzel-Leder von Balenciaga<sup>93</sup>. Jetzt ist die Frage, wie Pilzleder im größeren Stil hergestellt werden kann.

**Nolte:** Ich forsche aktuell zu Trennwänden aus Pilzmyzel für die Bauindustrie. Sie könnten Metallständerwerke mit Glaswolle und Rigipsplatten ersetzen, die schlecht recycelbar sind. Leider können wir heute noch keine Materialien aus Pilzen im Baumarkt kaufen. Ich hoffe, dass das in wenigen Jahren geht.

„Das volle Potenzial der Pilze – und anderer nachhaltiger Materialien – wird nur dann ausgeschöpft sein, wenn Dämmstoffe aus Zunderschwamm der Industriestandard ebenso wie regional produzierte Pilzproteine und Schuhe aus Pilzleder eine selbstverständliche Alltäglichkeit sind. Damit dies geschieht, müssen sich Denk-, Lebens- und vor allem Produktionsweisen ändern – und zwar deutlich schneller als bisher.“<sup>94</sup> Merle Groneweg, Politikwissenschaftlerin und Journalistin

**Museum:** Wie sieht für Euch die Produktgestaltung der Zukunft aus? Wie kann sie nachhaltiger werden?

**Ritzmann:** Mir ist wichtig, nicht nur die Herstellung und Nutzung von Dingen zu bedenken, sondern auch ihr Ende. Was passiert, wenn etwas nicht mehr funktioniert, beschädigt ist oder aus der Mode gerät? Welche Spuren hinterlassen unsere Produktideen auf dem Planeten? Können wir Produkte gestalten, die wieder in den natürlichen Kreislauf zurückkehren? Ein Kleidungsstück aus Pilzmyzel, das sich nach sechs Monaten selbst zersetzt – welchen Einfluss hätte dies auf unsere Konsummuster?

**Nolte:** Wir fragen uns, welche Produkte sich wirklich sinnvoll durch Myzelmaterial ersetzen lassen. An manchen Stellen macht es Sinn, an anderen nicht. Es gibt mehr Fragen als Antworten! Uns ist es wichtig, unsere Design-Experimente, Erkenntnisse und Fragen zu vermitteln und zur Diskussion zu stellen. Denn es besteht ein Zusammenhang zwischen dem Wissen und der Akzeptanz der Benutzenden. Ausstellungen und Vermittlungsangebote können einen wichtigen Beitrag leisten.

**Ritzmann:** In der Designwelt wissen wir alle, dass wir nachhaltige Produkte benötigen. Aber ein Material durch ein anderes auszutauschen, erzeugt nicht automatisch ein nachhaltiges Produkt.

Die Produktgestaltung der Zukunft denkt in Kreisläufen und Systemen. Sie arbeitet ganzheitlich mit anderen Disziplinen zusammen. Und sie übernimmt Verantwortung. Wo kommen die Materialien her? Welche Konsequenzen haben Herstellung, Nutzung und Entsorgung auf die Umwelt? Wie sind die Arbeitsbedingungen der beteiligten Menschen? Von Pilzen können wir da viel lernen. Wir denken auch über die Grenzen menschlicher Nutzung nach. Schließlich lassen wir Pilze „für uns arbeiten“. Welche und wie viele Produkte brauchen wir tatsächlich? Auch diese Frage müssen wir uns stellen.

**Museum:** Art und Weise des Umgangs und das Maß sind wichtig. Die Pflanzenökologin Robin Wall Kimmerer spricht von einer „ehrfahren“ Nutzung, die auf gegenseitiger Wertschätzung basiert. Wir müssen so konsumieren, dass wir dem Leben, das wir nehmen, gerecht werden; es ehren und schützen.<sup>95</sup>

Recherchiere nach Produkten aus Pilz-Myzel.

**Pilz-Wände als Baumaterial** → [www.youtube.com/watch?v=siME6ng52g](https://www.youtube.com/watch?v=siME6ng52g)

**Pilz-Steine zum Hausbau** → [www.youtube.com/watch?v=Pp7pSIwllLA](https://www.youtube.com/watch?v=Pp7pSIwllLA)

**Turnschuhe aus Pilz-Leder** → [www.youtube.com/watch?v=IJhyE7oC3kk](https://www.youtube.com/watch?v=IJhyE7oC3kk)

**Pilz-Kajak** → [www.youtube.com/watch?v=104jfiu1VP4/paddlingmag.com/stories/news-events/student-grows-mushroom-canoe](https://www.youtube.com/watch?v=104jfiu1VP4/paddlingmag.com/stories/news-events/student-grows-mushroom-canoe)

## Glossar

**Fermentation** → Chemische Umwandlung von Stoffen aufgrund von Bakterien, Enzymen und Pilzen (vorwiegend Hefen) (lat. fermentare = gären). Alte Methode zum Haltbarmachen von Lebensmitteln wie Sauerkraut, Kimchi, Joghurt, Käse, Bier, Oliven oder Sauerteig. In der Biotechnologie wird Fermentation beim Herstellen von Antibiotika oder Insulin genutzt.<sup>96</sup> → mehr auf S. 30-31

**Fruchtkörper** → Der meist sichtbare Teil des Pilzes über der Erde.<sup>97</sup> → mehr auf S. 4-5

**Hefe** → Auch Hefepilze; mikroskopisch kleine Pilze, die meist aus nur einer Zelle besteht.<sup>98</sup> → mehr auf S. 30-31

**Hyphen** → Dünne Fäden, aus denen Pilze bestehen.<sup>99</sup> → mehr auf S. 4, 6, 7

**Mikroorganismen** → auch Mikroben oder Kleinlebewesen; kleine Organismen, die aus einzelnen Zellen bestehen und erst unter dem Mikroskop sichtbar werden. Sie leben in der Luft, im Wasser oder auf anderen Organismen. Dazu zählen Bakterien, Archaeobakterien, ein großer Teil der Pilze inklusive der Hefen, viele Algen sowie Einzeller. Mikroorganismen spielen im Stoffkreislauf eine wichtige Rolle, besonders beim Abbau von organischem (s. Glossar) Material.<sup>102</sup>

**Mykologie** → Die Wissenschaft der Pilze.<sup>100</sup>

**Mykorrhiza** → „Pilz-Wurzel“ (griech. mukēs = Pilz, rhiza = Wurzel), bei der eine Wurzel von einem Mykorrhizapilz besiedelt wird. Pilze und Pflanzen tauschen Stoffe aus und leben in Symbiose. Der Pilz umhüllt die feinsten Wurzeln einer Pflanze mit einem dichten Fadengeflecht, dem Myzel, und bildet einen Pilzmantel. Bei einer anderen Form von Mykorrhiza dringt der Pilz in die Wurzel ein.<sup>101</sup> → mehr auf S. 13-14

**Myzel** → Ein dichtes Geflecht von Hyphen.<sup>103</sup> → mehr auf S. 4, 6, 7

**Organisch** → zur lebenden Natur gehörend.<sup>104</sup>

**Photosynthese** (Fotosynthese) → Vorgang in den grünen Teilen einer Pflanze: „Mit Hilfe der Sonnenenergie können Pflanzen ihre Nährstoffe selbst herstellen. Sie nehmen hierzu Kohlenstoffdioxid (CO<sub>2</sub>) aus der Luft und Wasser (H<sub>2</sub>O) aus dem Boden auf und wandeln diese zu energiereichem Zucker (Glukose C<sub>6</sub>H<sub>12</sub>O<sub>6</sub>) um. Als Abfallprodukt aber Lebensgrundlage für Menschen, entsteht hierbei Sauerstoff (O<sub>2</sub>).“<sup>105</sup>

**Scheinpilze** → „Sie bilden zwar auch ein Geflecht aus Pilzfäden, sind aber mit Pilzen nicht näher verwandt. Sie gehören zum Reich der Flimmergeißler, zu dem auch Kieselalgen und Seetang zählen [...]“<sup>106</sup>

**Sporen** → werden in Pilzen millionenfach erzeugt und dienen der ungeschlechtlichen Vermehrung; kleine Einheiten, ähnlich den Samen einer Pflanze.<sup>107</sup>

**Symbiose** → Lebensgemeinschaft von verschiedenen Lebewesen; meist zum beiderseitigen Nutzen. → mehr auf S. 12

**Zelle** → „die kleinsten Bausteine“ von Lebewesen, ähnlich „wie die Ziegelsteine in einer Mauer. Nur sind Zellen so klein, dass man ein starkes Mikroskop braucht, um sie einzeln zu erkennen. Für einen ganzen Menschen braucht es etwa 100 Billionen Zellen [also 100.000.000.000.000]. Fast alle Lebewesen bestehen aus Zellen. [...] Einfache Lebewesen bestehen nur aus einer einzigen Zelle, deshalb nennt man sie ‚Einzeller‘. Das sind beispielsweise Bakterien. Die Mehrzahl der Lebewesen sind jedoch Mehrzeller, also auch wir Menschen. Eine Zelle kann man sich vorstellen wie einen Pfirsich: Außen herum liegt die Haut, das ist die Zellwand oder die Zellmembran. Der Pfirsichstein entspricht dem Zellkern. Dort drin liegen alle Pläne für den Aufbau und die Arbeiten der Zelle. Diese Pläne nennt man Gene. Das Fruchtfleisch der Pfirsiche entspricht dem Zellplasma.“ Darin liegen verschiedene Bestandteile der Zelle mit unterschiedlichen Aufgaben, z. B. die Mitochondrien, die Energie gewinnen.<sup>108</sup>

## Literatur und Links

- Pilze. Verrückte Fakten über Fliegenpilz, Hefe und Co., München 2019
- Merlin Sheldrake. Verwobenes Leben. Wie Pilze unsere Welt formen und unsere Zukunft beeinflussen. Aus dem Englischen von Sebastian Vogel, Berlin 2020
- Marco Thines. Entdecke die Pilze, Münster 2022
- Elise Gravel. Pilzparade, München 2023
- Karin Tegler. Leitfaden zum Färben mit Pilzen. Hrsg. Von der Deutschen Gesellschaft für Mykologie e.V. 2016
- Peter Handke. Versuch über den Pilznarren: Eine Geschichte für sich, Berlin 2013
- Missy Magazin. Merle Groneweg, Schwerpunkt, Kann der Pilz das Klima retten? Pilze mit Potenzial.
- Ob Fleischersatz, Leder oder CO<sub>2</sub>-Reduktion: Pilze sind wahre Alleskönner und könnten sogar den Klimawandel beeinflussen, 2023
- Yasmine Ostendorf-Rodríguez. Let's become fungal!, Mycelium Teachings and the Arts: Based on Conversations with Indigenous Wisdom Keepers, Artists, Curators, Feminists and Mycologists, Amsterdam 2023
- Anna Lowenhaupt Tsing. Der Pilz am Ende der Welt. Über das Leben in den Ruinen des Kapitalismus, Berlin 2019
- Rita und Frank Lüder. Die geheimnisvolle Welt der Pilze. Das Natur-Mitmachbuch für Kinder, Bern 2022
- Rita und Frank Lüder. Pilze zum Genießen... Das Familien-Pilzbuch für Küche, Kreativität und Kinder, 2022
- Katie Scott und Ester Gaya. Das Museum der Pilze, München, London, New York 2021
- Jessica Hundley. Plant Magick. The Library of Esoterica, Köln 2022
- A. Laurie Palmer. The Lichen Museum. Art After Nature, Minnesota 2023

- Radioaktive Belastung von Pilzen, Karte vom Bundesamt für Strahlenschutz → [www.bfs.de](http://www.bfs.de)
- Deutsche Gesellschaft für Mykologie e.V. → [www.dgfm-ev.de](http://www.dgfm-ev.de)
- SPUN, Society for the Protection of Underground Networks → [www.spun.earth](http://www.spun.earth)
- Fungi Foundation → [www.ffungi.org](http://www.ffungi.org)
- KEW Royal Botanic Gardens, State of the World's Plants and Fungi → [www.kew.org/science/state-of-the-worlds-plants-and-fungi](http://www.kew.org/science/state-of-the-worlds-plants-and-fungi)
- TED Talk, Paul Stamets, 6 Ways how mushrooms can save the world → [www.ted.com/talks/paul\\_stamets\\_6\\_ways\\_mushrooms\\_can\\_save\\_the\\_world](http://www.ted.com/talks/paul_stamets_6_ways_mushrooms_can_save_the_world)
- Interview mit Pilzforscherin Lene Lange → [www.sciencestories.dk/en/articles/microbiome-delicious-food-and-solutions-climate-crisis](http://www.sciencestories.dk/en/articles/microbiome-delicious-food-and-solutions-climate-crisis)
- Pilzschule Hessen → [derpilzberater.de](http://derpilzberater.de), Ausbildung zum Pilzcoach für Kinder und Jugendliche
- Pilzvideos → [kreativpinsel.de/pilze](http://kreativpinsel.de/pilze)
- Pilzwissen für Kinder, Lehrmittelperlen → [www.lehrmittelperlen.net/lehrrmittel/die-pilze](http://www.lehrmittelperlen.net/lehrrmittel/die-pilze)
- Film Fantastic Fungi → [www.fantasticfungi.com](http://www.fantasticfungi.com)
- Materialien aus Pilzmyzel: Fraunhofer Institut für angewandte Polymerforschung → [www.iap.fraunhofer.de/de/Projekte/Materialien-aus-Pilzmyzel.html#faq\\_604652831\\_faqitem-answer](http://www.iap.fraunhofer.de/de/Projekte/Materialien-aus-Pilzmyzel.html#faq_604652831_faqitem-answer)
- Futurium → [futurium.de/de/feature-art-lab](http://futurium.de/de/feature-art-lab)
- Pilzzeichnungen Vorlagen, Kostenlose Vorlagen von Dr. Rita Lüder, → [www.kreativpinsel.de/pilzzeichnungen](http://www.kreativpinsel.de/pilzzeichnungen)

## Quellen

- 1 Vgl. [www.bgbm.org/de/pr/pilze-sind-das-zweitgroesste-organismenreich-der-erde-studie-schaetzt-globale-pilzvielfalt-auf](http://www.bgbm.org/de/pr/pilze-sind-das-zweitgroesste-organismenreich-der-erde-studie-schaetzt-globale-pilzvielfalt-auf), abgerufen am 10.6.2024.
- 2 [N]ur etwa zehn Prozent aller Pilze bringen solche Fruchtkörper hervor.“ Suzanne Simard: Das Myzel: Die Quelle des Lebens, in: Paul Stamets (Hg.): Fantastische Pilze. Wie Pilze heilen, unser Bewusstsein erweitern und den Planeten retten können, Aarau und München 2020, S. 16.
- 3 Die ersten beiden Abschnitte basieren auf: [www.dgfm-ev.de/infotehk/was-ist-ein-pilz](http://www.dgfm-ev.de/infotehk/was-ist-ein-pilz). [www.dgfm-ev.de/news/wie-manche-pilze-durch-winzige-luecken-wachsen](http://www.dgfm-ev.de/news/wie-manche-pilze-durch-winzige-luecken-wachsen). [www.pflanzenforschung.de/de/pflanzenwissen/lexikon-a-z/fruchtkoerper-pilz](http://www.pflanzenforschung.de/de/pflanzenwissen/lexikon-a-z/fruchtkoerper-pilz), abgerufen am 18.2024. Dr. Rita Lüder: Pilze - faszinierende Fadenwesen, Lehrplakat [www.kreativpinsel.de](http://www.kreativpinsel.de). Katie Scott und Ester Gaya: Das Museum der Pilze, München u.a. 2019, S. 8, 16.
- 4 [...] mithilfe von freigesetzten Enzymen oder Säuren aus ihren Spitzen, die beim Wachstum störendes Material in der Umgebung abbauen.“ Scott und Gaya (s. Anm. 3), S. 16.
- 5 Vgl. [www.pflanzenforschung.de/de/pflanzenwissen/lexikon-az/fruchtkoerper-pilz](http://www.pflanzenforschung.de/de/pflanzenwissen/lexikon-az/fruchtkoerper-pilz), abgerufen am 10.6.2024.
- 6 Vgl. Lüder (s. Anm. 3).
- 7 Vgl. Catrin Cohen: Das kleine Pilzbuch, 1. Aufl., Berlin 2014, S. 55. Christin Liedtke: Der größte Organismus, in: [www.helmholtz.de/newsroom/artikel/der-groesste-organismus/](http://www.helmholtz.de/newsroom/artikel/der-groesste-organismus/), abgerufen am 10.6.2024.
- 8 Vgl. [www.waldwissen.net/de/lebensraum-wald/pilze-und-flechten/der-groesste-pilz-der-schweiz](http://www.waldwissen.net/de/lebensraum-wald/pilze-und-flechten/der-groesste-pilz-der-schweiz), abgerufen am 10.6.2024.
- 9 [www.nabu.de/tiere-und-pflanzen/pilze-und-flechten/index.html](http://www.nabu.de/tiere-und-pflanzen/pilze-und-flechten/index.html), abgerufen am 10.6.2024.
- 10 Vgl. [www.dgfm-ev.de/infotehk/was-ist-ein-pilz](http://www.dgfm-ev.de/infotehk/was-ist-ein-pilz), abgerufen am 10.6.2024; zum Begriff „Funga“: Vgl. F. Kuhar, G. Furci, E.R. Drechsler-Santos et al. Delimitation of Funga as a valid term for the diversity of fungal communities: the Fauna, Flora & Funga proposal (FF&F). IMA Fungus 9, A71–A74 (2018). doi.org/10.1007/BF03449441, abgerufen am 8.8.2024.
- 11 Gesamter Abschnitt: Vgl. Wissenschaftliche Dienste, Deutscher Bundestag (2022): Schutz der Funga neben Fauna und Flora, [www.bundestag.de/resource/blob/902754/48ea629418c1555d9bf092db4f66bc2/WD-8-019-22-pdf.pdf](http://www.bundestag.de/resource/blob/902754/48ea629418c1555d9bf092db4f66bc2/WD-8-019-22-pdf.pdf). [www.nabu.de/tiere-und-pflanzen/pilze-und-flechten/index.html](http://www.nabu.de/tiere-und-pflanzen/pilze-und-flechten/index.html), abgerufen am 10.6.2024. Scott und Gaya (s. Anm. 3), S. 16.
- 12 Vgl. [www.bgbm.org/de/pr/pilze-sind-das-zweitgroesste-organismenreich-der-erde-studie-schaetzt-globale-pilzvielfalt-auf](http://www.bgbm.org/de/pr/pilze-sind-das-zweitgroesste-organismenreich-der-erde-studie-schaetzt-globale-pilzvielfalt-auf), abgerufen am 10.6.2024.
- 13 Ebd.
- 14 Vgl. [www.scinexx.de/news/biowissen/aeltstes-landfossil-entdeckt/](http://www.scinexx.de/news/biowissen/aeltstes-landfossil-entdeckt/), abgerufen am 12.6.2024.
- 15 Merlin Sheldrake, Verwobenes Leben, Berlin 2020, S. 17.
- 16 Ebd., S. 84–85.
- 17 Ebd., S. 82.
- 18 „Wachstumsraten variieren enorm, abhängig von Luftfeuchtigkeit und Temperatur. Die Arten sind optimal an ihre jeweiligen Umweltbedingungen angepasst.“ Scott und Gaya (s. Anm. 3), S. 16.
- 19 Scott und Gaya (s. Anm. 3), S. 36.
- 20 Vgl. [www.dgfm-ev.de/infotehk/pilze-im-oekosystem](http://www.dgfm-ev.de/infotehk/pilze-im-oekosystem), [www.ardalpha.de/wissen/natur/symbiose-symbiosen-natur-biologie-lebensgemeinschaft-pflanzen-tiere-mensch-100.html](http://www.ardalpha.de/wissen/natur/symbiose-symbiosen-natur-biologie-lebensgemeinschaft-pflanzen-tiere-mensch-100.html), [www.pflanzenforschung.de/de/pflanzenwissen/lexikon-a-z/symbiose-739](http://www.pflanzenforschung.de/de/pflanzenwissen/lexikon-a-z/symbiose-739), [www.waldwissen.net/de/lebensraum-wald/baeume-und-waldpflanzen/pflanzenoekologie/mykorrhiza](http://www.waldwissen.net/de/lebensraum-wald/baeume-und-waldpflanzen/pflanzenoekologie/mykorrhiza), abgerufen am 11.6.2024. Marco Thines: Entdecke die Pilze, Münster 2022, S. 48. Solveig Nitzke: Das Flüstern im Waldboden. Über die romantischen Geheimnisse und symbiotischen Signale des populären Waldwissens. In: Wälder. Von der Romantik in die Zukunft. Hrsg. Von Anne Bohnenkamp-Franken, Brigitte Franzen, Nicola Lepp und Kathrin Meyer, Frankfurt 2024.
- 21 Prozessphilosophie. Eine Abkehr vom Ich, in: [www.deutschlandfunkkultur.de/prozess-philosophie-eine-abkehr-vom-ich-100.html](http://www.deutschlandfunkkultur.de/prozess-philosophie-eine-abkehr-vom-ich-100.html), abgerufen am 1.7.2024.
- 22 Vgl. [www.waldwissen.net/de/lebensraum-wald/baeume-und-waldpflanzen/pflanzenoekologie/mykorrhiza](http://www.waldwissen.net/de/lebensraum-wald/baeume-und-waldpflanzen/pflanzenoekologie/mykorrhiza), [www.dgfm-ev.de/infotehk/lebensweisen-der-pilze](http://www.dgfm-ev.de/infotehk/lebensweisen-der-pilze), abgerufen am 6.5.2024. Thines 2022 (s. Anm. 20), S. 47.
- 23 Vgl. Eugenia Bone: Pilze als Nahrung und Medizin für Pflanzen (und Menschen), in: Stamets (Hg.) (s. Anm. 2), S. 79., zu Pflanzenschutzmitteln und Pestiziden: [www.nabu.de/umwelt-und-ressourcen/pestizide/index.html](http://www.nabu.de/umwelt-und-ressourcen/pestizide/index.html), abgerufen am 5.8.2024.
- 24 [www.furche.at/wissen/merlin-sheldrake-pilze-im-wood-wide-web-8984800](http://www.furche.at/wissen/merlin-sheldrake-pilze-im-wood-wide-web-8984800), abgerufen am 11.07.2024.
- 25 Vgl. Nitzke (s. Anm. 20).
- 26 Vgl. Nitzke (s. Anm. 20). [www.faz.net/aktuell/feuilleton/debatten/kritik-an-peter-wohl-lebens-thesen-baeume-kuscheln-nicht-19188355.html](http://www.faz.net/aktuell/feuilleton/debatten/kritik-an-peter-wohl-lebens-thesen-baeume-kuscheln-nicht-19188355.html), [www.nytimes.com/2022/11/07/science/trees-fungi-talking.html](http://www.nytimes.com/2022/11/07/science/trees-fungi-talking.html), abgerufen am 29.7.2024. Dass Waldbäume Kohlenstoff austauschen, fanden Tamir Klein und sein Team in einer wissenschaftlichen Studie in einem schweizerischen Wald heraus. Sie vermuten, dass der Austausch über Mykorrhiza-Netzwerke läuft. Das konnte jedoch noch nicht belegt werden. Außerdem ist wahrscheinlich, dass verschiedene Bäume die gleichen Pilznetzwerke teilen. Ob sie darüber Nährstoffe teilen, ist auch noch nicht klar.
- 27 Harry Andersson: Von Zitterlingen, Stinkmorcheln und Mönchsköpfen – das bunte Volk der Pilze. In: Förderverein Naturschutzgebiet Riddagshausen e.V. Das Naturschutzgebiet Riddagshausen. Faszinierende Vielfalt einer historischen Kulturlandschaft, 1. Aufl., Braunschweig 2013, S. 104, 105 f.
- 28 [www.waldwissen.net/de/lebensraum-wald/baeume-und-waldpflanzen/pflanzenoekologie/mykorrhiza](http://www.waldwissen.net/de/lebensraum-wald/baeume-und-waldpflanzen/pflanzenoekologie/mykorrhiza), abgerufen am 6.5.2024.
- 29 A. Laurie Palmer. The lichen museum. Art after nature, 2023, S. 3.
- 30 Vgl. Asia Gwis und Liliana Fabisinskka: Pilze. Verrückte Fakten über Fliegenpilz, Hefe und Co., München 2019, S. 66. [www.smnk.de/forschung/botanik/wissenswertes-aus-derbotanik/flechten/](http://www.smnk.de/forschung/botanik/wissenswertes-aus-derbotanik/flechten/), abgerufen am 12.6.2024.
- 31 [www.naturwald-akademie.org/waldwissen/waldtiere-und-pflanzen/flechten-ueber-lebenskunstler-auf-der-rinde/](http://www.naturwald-akademie.org/waldwissen/waldtiere-und-pflanzen/flechten-ueber-lebenskunstler-auf-der-rinde/), abgerufen am 22.4.2024.
- 32 [www.kulturwest.de/inhalt/mycological-nrw](http://www.kulturwest.de/inhalt/mycological-nrw), abgerufen am 2.8.2024.
- 33 [www.baumpflegeportal.de/baumwissen/wissenswertes\\_mykorrhiza\\_pilzen/](http://www.baumpflegeportal.de/baumwissen/wissenswertes_mykorrhiza_pilzen/), [www.ardalpha.de/wissen/gesundheitsernaehrung/pilze-suchen-finden-pilzstellen-wo-fungi-100.html](http://www.ardalpha.de/wissen/gesundheitsernaehrung/pilze-suchen-finden-pilzstellen-wo-fungi-100.html), abgerufen am 12.6.2024.
- 34 <https://case-publishing.jp/en/news/takashi-homma-conversation>, abgerufen am 2.8.2024.
- 35 Textausschnitt aus dem Video, Übersetzung Museum Sinclair-Haus.
- 36 [www.lazyoaf.com/blogs/interview/phyllis-ma-interview](http://www.lazyoaf.com/blogs/interview/phyllis-ma-interview), abgerufen am 2.7.2024.
- 37 Andrew Weil: Pilze. Pharmakologische Wunder, in: Stamets (Hg.) (s. Anm. 2), S. 71.
- 38 Ebd., S. 75.
- 39 Ebd., S. 72.
- 40 Vgl. [www.emcdda.europa.eu/publications/drug-profiles/hallucinogenic-mushrooms\\_de](http://www.emcdda.europa.eu/publications/drug-profiles/hallucinogenic-mushrooms_de), abgerufen am 21.6.2024.
- 41 Vgl. Scott und Gaya (s. Anm. 3), S. 52. [www.br.de/nachrichten/wissen/mutterkorn-ig-getreide-einst-gefuerchtet-heuteunter-kontrolle,Sed6JrE](http://www.br.de/nachrichten/wissen/mutterkorn-ig-getreide-einst-gefuerchtet-heuteunter-kontrolle,Sed6JrE), abgerufen am 20.6.2024.
- 42 Ina Hengstler im Gespräch mit einem Mitarbeiter der Abteilung, mit freundlicher Genehmigung von Prof. Marc Stadler, Department Microbial Drugs, Helmholtz Centre for Infection Research.
- 43 Vgl. Marin Winkelheide: Entdeckung des Penicillins – ein Zufall, in: Deutschlandfunk (10.5.2009). [www.deutschlandfunk.de/entdeckung-des-penicillins-ein-zufall-100.html](http://www.deutschlandfunk.de/entdeckung-des-penicillins-ein-zufall-100.html).
- 44 Vgl. [www.waldwissen.net/de/waldwirtschaft/schadensmanagement/pilze-und-nematoden/wenn-ulmen-heimlich-sterben](http://www.waldwissen.net/de/waldwirtschaft/schadensmanagement/pilze-und-nematoden/wenn-ulmen-heimlich-sterben), abgerufen am 20.6.2024. Scott und Gaya (s. Anm. 3), S. 50.
- 45 Kathrin Köster, <https://talk-foodish.org/schaetze-in-offenbachs-untergrund/>, abgerufen am 27.6.2024.
- 46 [www.spiegel.de/wissenschaft/natur/leuchtende-pilze-gruenes-licht-lockt-insekt-enan-a-1024520.html](http://www.spiegel.de/wissenschaft/natur/leuchtende-pilze-gruenes-licht-lockt-insekt-enan-a-1024520.html), abgerufen am 4.8.2024.
- 47 Vgl. [www.pilzmaennchen.de/tipps/pilze-zuechten-mit-kindern](http://www.pilzmaennchen.de/tipps/pilze-zuechten-mit-kindern), abgerufen am 27.6.2024.
- 48 In: Yasmine Ostendorf-Rodriguez, Let's become fungal. Mycelium teaching and the arts, Amsterdam 2023.
- 49 Vgl. [www.quorn.ch/unternehmen](http://www.quorn.ch/unternehmen), abgerufen am 21.6.2024.
- 50 Vgl. [www.geo.de/natur/oekologie/pilze-speichern-gigantische-mengen-kohlenstoff-33534984.html](http://www.geo.de/natur/oekologie/pilze-speichern-gigantische-mengen-kohlenstoff-33534984.html), abgerufen am 5.8.2024.
- 51 Vgl. [www.tagesschau.de/wissen/klima/waelder-umweltschutz-100.html](http://www.tagesschau.de/wissen/klima/waelder-umweltschutz-100.html) (24.10.2023), abgerufen am 27.6.2024.
- 52 [www.regenwald-schuetzen.org/regenwaldschutz-im-alltag/verbrauchertipps-im-alltag/soja-fleischkonsum](http://www.regenwald-schuetzen.org/regenwaldschutz-im-alltag/verbrauchertipps-im-alltag/soja-fleischkonsum), abgerufen am 4.07.2024.
- 53 Phyllis Ma, Original: „The ‘friends’ in the title refers to the way mushrooms form relationships with what’s around them – insects, trees, birds – as well as the community of mushroom enthusiasts whom I learn so much from.“ (Übersetzung: Museum Sinclair Haus).
- 54 Peter Karasch, in: [www.pilzteam-bayern.de/?Produkte-aus-Zunderschwamm-veganes-Leder](http://www.pilzteam-bayern.de/?Produkte-aus-Zunderschwamm-veganes-Leder), abgerufen am 24.4.2024.
- 55 Ronald Rippchen: Zauberpilze. Der Grüne Zweig, Löhrbach 1999, S. 21. Hanns Kreis: Ethnomykologie. Verzeichnis der ethnomykologischen, biotechnisch und toxikologisch relevanten Pilze, Jena 2014, S. 9 f.
- 56 [www.oetztal.com/de/magazin/oetztal.html](http://www.oetztal.com/de/magazin/oetztal.html), abgerufen am 15.5.2024.
- 57 [www.gletschermumie.org/p/ausruetzung.html](http://www.gletschermumie.org/p/ausruetzung.html), abgerufen am 2.5.2024.
- 58 [www.waldwissen.net/de/lebensraum-wald/pilze-und-flechten/baumschwaemme](http://www.waldwissen.net/de/lebensraum-wald/pilze-und-flechten/baumschwaemme), abgerufen am 21.6.2024.
- 59 [www.dgfm-ev.de/pilz-des-jahres/2024-schopftintling](http://www.dgfm-ev.de/pilz-des-jahres/2024-schopftintling) und [www.myko-kitchen.de/?s=Schoepftintling](http://www.myko-kitchen.de/?s=Schoepftintling), abgerufen am 30.4.2024.
- 60 Karin Tegler: Leitfaden zum Färben mit Pilzen, hg. von DGfM, 2016, S. 69.
- 61 Ebd., S. 17.
- 62 Vgl. Karin Tegler: Leitfaden zum Färben mit Pilzen.
- 63 [www.dgfm-ev.de/jugend-und-nachwuchs/kreativwerkstatt/pilzfarben-malen-und-farben](http://www.dgfm-ev.de/jugend-und-nachwuchs/kreativwerkstatt/pilzfarben-malen-und-farben), abgerufen am 2.5.2024.
- 64 Ebd.
- 65 Vgl. Karin Tegler: Leitfaden zum Färben mit Pilzen.
- 66 [www.dgfm-ev.de/jugend-und-nachwuchs/kreativwerkstatt/papierschoepfen-aus-pilzen](http://www.dgfm-ev.de/jugend-und-nachwuchs/kreativwerkstatt/papierschoepfen-aus-pilzen), abgerufen am 4.8.2024.
- 67 Umweltbundesamt (2009): Biologisch abbaubare Kunststoffe, [https://renewable-carbon.eu/news/media/news-images/20090901-02/UBA\\_Biokunststoffe.pdf](https://renewable-carbon.eu/news/media/news-images/20090901-02/UBA_Biokunststoffe.pdf), S. 4, abgerufen am 2.7.2024.
- 68 Vgl. Andrey M. Yurkov: Fantastische Hefen in der Geschichte der Menschheit, in: Biologie in unserer Zeit, 3, 53. Jg., 2023, S. 267.
- 69 „Einige Hefepilze können aber auch Hyphen produzieren, wenn sie in Gewebe eindringen, während Fadenpilze wiederum hefeähnliche Stadien in ihrem Lebenszyklus durchlaufen.“ In: Scott und Gaya (s. Anm. 3), S. 16.
- 70 Vgl. Yurkov (s. Anm. 68), S. 265.
- 71 Vgl. ebd., S. 267.
- 72 Vgl. ebd., S. 266f.
- 73 Vgl. ebd., S. 267.
- 74 [www.sciencestories.dk/en/articles/microbiome-delicious-food-and-solutions-climate-crisis](http://www.sciencestories.dk/en/articles/microbiome-delicious-food-and-solutions-climate-crisis), abgerufen am 2.5.2024.
- 75 Vgl. Labor Veritas AG (2018). Spotlight 29, Hefen, Gärer und Lebensmittelverderber. [https://laborveritas.ch/wp-content/uploads/LV\\_Spotlight\\_2018\\_Nr29.pdf](https://laborveritas.ch/wp-content/uploads/LV_Spotlight_2018_Nr29.pdf), abgerufen am 17.2024.
- 76 <https://mimiforments.com/>, abgerufen am 22.5.2024.
- 77 In belgisches St. Vith betreibt eine Backmittelfirma ein Forschungszentrum mit der Puratos-Sauerteig-Bibliothek.
- 78 Sheldrake (s. Anm. 15), S. 32.
- 79 Vgl. [blogs.uni-bremen.de/scienceblog/2021/11/08/pilze-die-wahren-alleskoenner/](http://blogs.uni-bremen.de/scienceblog/2021/11/08/pilze-die-wahren-alleskoenner/), [www.pflanzenforschung.de/de/pflanzenwissen/lexikon-a-z/destruente-10204](http://www.pflanzenforschung.de/de/pflanzenwissen/lexikon-a-z/destruente-10204), abgerufen am 20.6.2024.
- 80 [www.dgfm-ev.de/infotehk/pilze-im-oekosystem](http://www.dgfm-ev.de/infotehk/pilze-im-oekosystem), abgerufen am 20.6.2024.
- 81 [www.tintling.com/pilzbuch/oekologie/lebensweise/saprobiontisch.html](http://www.tintling.com/pilzbuch/oekologie/lebensweise/saprobiontisch.html), abgerufen am 4.07.2024.
- 82 Marco Thines: Der Unterwald: das verborgene Leben im Wald unter dem Wald, in: Wälder. Von der Romantik in die Zukunft (s. Anm. 20), S. 77.
- 83 Vgl. ebd.
- 84 Vgl. Sheldrake (s. Anm. 15), S.148f.
- 85 Vgl. Scott und Gaya (s. Anm. 3), S. 8.
- 86 Vgl. Jana Sepehr, in: [www.fluter.de/pilze-plastik-muell-nachhaltigkeit](http://www.fluter.de/pilze-plastik-muell-nachhaltigkeit), abgerufen am 21.6.2024.
- 87 Vgl. Thines 2022 (s. Anm. 20), S. 33.
- 88 Vgl. Scott und Gaya (s. Anm. 3), S. 16.
- 89 [www.spiegel.de/geschichte/dieter-roth-der-kuenstler-und-sein-schimmelmuseum-a-1029091.html](http://www.spiegel.de/geschichte/dieter-roth-der-kuenstler-und-sein-schimmelmuseum-a-1029091.html), abgerufen am 1.7.2024.
- 90 „Biotechnologie und Design“, Interview mit Vera Meyer im Herbst 2019, in: Vera Meyer/Regine Rapp (Hg.): Mind the Fungi, Berlin 2020, S. 110.
- 91 Andreas Böhm in Zusammenarbeit mit dem „Aalener Künstlerkollektiv“: Entwicklung einer Skulptur aus Pilzmyzel für einen Ideenwettbewerb (nicht realisiert).
- 92 sneaker.de/news/der-adidas-stan-smith-myo-tm-fertigung-aus-einen-pilzwurzelgeflecht-in-einem-revolutionaeren-neuen-verfahren, abgerufen am 21.6.2024.
- 93 [www.vogue.de/mode/artikel/biocouture-materialien-nachhaltig-hergestellt-bakterien](http://www.vogue.de/mode/artikel/biocouture-materialien-nachhaltig-hergestellt-bakterien), abgerufen am 21.6.2024.
- 94 Merle Groneweg: Kann der Pilz das Klima retten? Pilze mit Potenzial. Ob Fleischersatz, Leder oder CO2-Reduktion: Pilze sind wahre Alleskönner und könnten sogar den Klimawandel beeinflussen, Missy-Magazin 2023, S. 54.
- 95 „Die ehrenhafte Ernte“, in: Robin Wall Kimmerer: Geflochtenes Stiefgras. Die Weisheit der Pflanzen, Berlin 2021 (engl. Originalausgabe 2013).
- 96 Vgl. [www.spektrum.de/lexikon/biologie/fermentation/24148](http://www.spektrum.de/lexikon/biologie/fermentation/24148), <https://utopia.de/ratgeber/fermentieren-fermentation-so-gehts/>, abgerufen am 18.6.2024.
- 97 Aus: [www.lehrmittelperlen.net/lehrrmittel/die-pilze](http://www.lehrmittelperlen.net/lehrrmittel/die-pilze)
- 98 Vgl. [www.spektrum.de/lexikon/biologie/hefen/31015](http://www.spektrum.de/lexikon/biologie/hefen/31015), abgerufen am 18.6.2024.
- 99 Ebd.
- 100 Ebd.
- 101 [www.waldwissen.net/de/lebensraum-wald/baeume-und-waldpflanzen/pflanzenoekologie/mykorrhiza](http://www.waldwissen.net/de/lebensraum-wald/baeume-und-waldpflanzen/pflanzenoekologie/mykorrhiza), [www.dgfm-ev.de/infotehk/lebensweisen-der-pilze](http://www.dgfm-ev.de/infotehk/lebensweisen-der-pilze), abgerufen am 6.5.2024. Thines 2022 (s. Anm. 20), S. 47.
- 102 [www.spektrum.de/lexikon/biologie-kompakt/mikroorganismen/7607](http://www.spektrum.de/lexikon/biologie-kompakt/mikroorganismen/7607), abgerufen am 18.6.2024.
- 103 Aus: [www.lehrmittelperlen.net/lehrrmittel/die-pilze/](http://www.lehrmittelperlen.net/lehrrmittel/die-pilze/), abgerufen am 18.6.2024.
- 104 [www.dwds.de/wb/organisch](http://www.dwds.de/wb/organisch), abgerufen am 20.6.2024.
- 105 Schutzgemeinschaft Deutscher Wald (Hg.): Die Klimaköner – Grundlagen zu Wald und Klima. Grundlagen rund um den Themenkomplex Wald und Klima für Pädagogen innen und waldpädagogisch Interessierte. Themen: Naturerfahrung, Wald, Klima und Bildung für nachhaltige Entwicklung (BNE). [https://www.bildungsserver-wald.de/fileadmin/bildungsserver-wald.de/bildungsmaterial/broschueren/01\\_Klimaköner\\_-\\_Grundlagen.pdf](https://www.bildungsserver-wald.de/fileadmin/bildungsserver-wald.de/bildungsmaterial/broschueren/01_Klimaköner_-_Grundlagen.pdf), S. 20, abgerufen am 13.11.2023.
- 106 Thines 2024 (s. Anm. 84), S. 77.
- 107 Aus: [www.lehrmittelperlen.net/lehrrmittel/die-pilze/](http://www.lehrmittelperlen.net/lehrrmittel/die-pilze/); [www.pflanzenforschung.de/de/pflanzenwissen/lexikon-a-z/sporen-520](http://www.pflanzenforschung.de/de/pflanzenwissen/lexikon-a-z/sporen-520).
- 108 [klexikon.zum.de/wiki/Zelle](http://klexikon.zum.de/wiki/Zelle), abgerufen am 10.6.2024.

Stiftung  
Kunst  
und NaturMuseum  
Sinclair-Haus

Inhalt: Ann-Cathrin Agethen, Anika Benkhardt, Andreas Böhm, Manuela Büchting, Brigitte Halder-Kaplan, Ina Hengstler, Katrin Köster, Kristin Lohmann, Rita Lüder, Kathrin Meyer, Moritz Ohlig, Kristine Preuß, Linnan Zhang  
Die praktischen Ideen wurden gemeinschaftlich entwickelt und sind eine Mischung aus eigenen und gesehenen Inspirationen, zusammengestellt und erprobt im Vorfeld der Ausstellung.  
Konzept und Redaktion: Ann-Cathrin Agethen, Kristine Preuß  
Gestaltung, Illustration und Kalligrafie: Sandra Beer, Frankfurt am Main  
Lektorat: Konzeption & Redaktion, Leonberg  
Druck und Bindung: Druckerei Lokay, Papier: Circle Offset Premium White

Abbildungsnachweis: siehe Angaben bei den Werken; alle Fotos ohne Angabe: © Museum Sinclair-Haus, Stiftung Kunst und Natur gGmbH, Fotos: Michael Habes; Abbildungen S. 20 u., 21 o., 21 M., 21 u.l., 23 u.l., 23 M.l., 27 o. © Linnan Zhang; Abbildungen S. 23 o., 23 M.r., © Kristin Lohmann; Abbildungen S. 28, 29, © Manuela Büchting; Abbildungen S. 34 M.r., 35 u.l., 35 M.l., © Andreas Böhm; Abbildungen S. 24, 25, 33 u.l., © Katrin Köster; Illustrationen: Sandra Beer

Textnachweis: Trotz intensiver Recherche war es nicht in allen Fällen möglich, die Rechteinhabenden der Abbildungen und Texte ausfindig zu machen. Berechtigte Ansprüche werden selbstverständlich im Rahmen der üblichen Vereinbarungen abgegolten. Alle Rechte vorbehalten.

© 2024 Museum Sinclair-Haus, Bad Homburg v. d. H./Stiftung Kunst und Natur gGmbH

Für eventuelle Schäden an Leib und Gut, die durch die Umsetzung und den Gebrauch der in diesem Heft vorgeschlagenen Rezepturen, Anleitungen und Informationen entstehen, übernehmen wir keine Haftung.

Dieses Heft erscheint anlässlich der Ausstellung  
„Pilze – Verflochtene Welten“, 15.09.2024 – 09.02.2025  
Kuratorisches Team: Kathrin Meyer, Moritz Ohlig, Sophie Olivotto

Das Museum Sinclair-Haus ist Teil der Stiftung Kunst und Natur.  
[museum-sinclair-haus.de](http://museum-sinclair-haus.de)  
[kunst-und-natur.de](http://kunst-und-natur.de)



#### Team des Museums Sinclair-Haus

Direktorin: Kathrin Meyer  
Kurator: Moritz Ohlig  
Kunstvermittlung: Kristine Preuß (Leitung), Ann-Cathrin Agethen  
Kommunikation: Claudia Praml (Leitung), Laura Rühle (Werkstudentin)  
Ausstellungs- und Sammlungsmanagement: Andrea Sietzy  
Volontärin: Sophie Olivotto  
Controlling und Büromanagement: Yvonne Schawe  
Besucherservice: Heike Boss  
Museumsteam: Beate Böhm, Helmut Werres  
Haustechnik: Sven Bücher, Andreas Giesa

#### Blattwerke-Reihe der Kunstvermittlung Museum Sinclair-Haus

Werkbuch HIMMEL zur Ausstellung „HIMMELwärts. Kunst über den Wolken“, 2015  
Werkbuch NACHT zur Ausstellung „Darren Almond. Schatten und Licht“, 2016  
Blattwerke FRÜCHTE zur Ausstellung „Sünde und Erkenntnis – Die Frucht in der Kunst“, 2016  
Blattwerke NATURKLEID zur Ausstellung „Die zweite Haut“, 2016  
Blattwerke MODELLELANDSCHAFT zur Ausstellung „THOMAS WREDE. Modell Landschaft. Fotografie“, 2017  
Blattwerke MATERIAL NATUR zur Ausstellung „Nach der Natur. Material, Form, Struktur“, 2017  
Blattwerke BUCHWELTEN zur Ausstellung „Buchwelten“, 2017  
Blattwerke FENSTER zur Ausstellung „Aussicht – Einsicht. Blick durchs Fenster“, 2018  
Blattwerke GEFLECHTE UND GESPINSTE zur Ausstellung „Gedankenlinien/Line of Thought“, 2019  
Blattwerke INSEKTEN zur Ausstellung „Flügelschlag. Insekten in der zeitgenössischen Kunst“, 2019  
Blattwerke DIGITALE LANDSCHAFT zur Ausstellung „Illusion Natur. Digitale Welten im Museum Sinclair-Haus“, 2019  
Blattwerke GEFÜHLSKÖRPER zur Ausstellung „Juul Kraijer. Zweiheit“, 2020  
Blattwerke WAS IST NATUR? zur Ausstellung „Was ist Natur?“, 2020  
Blattwerke TEMPO! zur Ausstellung „Tempo! Alle Zeit der Welt“, 2021  
Blattwerke WANDELMUT zur Ausstellung „Wandelmut“, 2022  
Blattwerke MOORE, 2022  
Blattwerke EIS zur Ausstellung „Ewiges Eis“, 2022  
Blattwerke WOLKEN zur Ausstellung „Wolken. Von Gerhard Richter bis zur Cloud“, 2023  
Blattwerke LEBENDIGE BÖDEN, 2023  
Blattwerke SAND zur Ausstellung „Sand – Ressource, Leben, Sehnsucht“, 2023  
Blattwerke WÄLDER zur Ausstellung „Wälder. Von der Romantik in die Zukunft“, 2024  
Blattwerke PILZE zur Ausstellung „Pilze – Verflochtene Welten“, 2024