

# Operate with Fungi



**Herausgegeben von**  
**Edited by**

*Vera Meyer und Wolfgang Schöffner*



**Operate with Fungi**



# Operate with Fungi

Herausgegeben von  
Edited by

*Vera Meyer und Wolfgang Schäffner*

- 6 **Prologe**  
**Prologues**
- 15 **Wir bauen auf Pilze!**  
*Vera Meyer, Bertram Schmidt, Friederike Hoberg, Lisa Stelzer, Carsten Freidank-Pohl*  
**We build on fungi!**
- 33 **Pilze als symbolische und aktive Materialagenten**  
**Fungi as symbolic and active material agents**
- 34 **Experimentelle Philosophie der Pilze**  
*Wolfgang Schöffner*  
**Experimental philosophy of fungi**
- 40 **Myko.Plektonik – Verflechtung der biologischen und gebauten Umwelt**  
*Natalija Miodragović, Dimitra Almpani-Lekka*  
**Myko.Plektonik – Intertwining the biological and the built environment**
- 51 **Arbeiten im Spannungsfeld von Wissenschaft, Kunst und Gesellschaft**  
**Working in the field of tension between science, art, and society**
- 52 **Grenzüberschreitungen und Verbindungen**  
*Martin Weinhold*  
**Border crossings and connections**
- 68 **ZUR NACHAHMUNG EMPFOHLEN! erkundungen in ästhetik und nachhaltigkeit**  
*Adrienne Goehler*  
**EXAMPLES TO FOLLOW! explorations in aesthetics and sustainability**
- 78 **Und nun der Pilz? Zur Architektur des MY-CO SPACE**  
*Nils Philippi*  
**And now the fungi? On the architecture of MY-CO SPACE**
- 88 **Die kollaborative Forschungsinitiative Open Fung**  
*Phil Ross, Vera Meyer*  
**The collaborative research initiative Open Fung**

- 101 Transdisziplinär lehren und lernen**  
**Teaching and learning transdisciplinarily**
- 102 Material, Bild, Raum im Pilz-Kunst-Labor**  
*Nora Wilhelm, Erik Göngrich, Marcos García Pérez, Johanna Ficht*  
**Material, image, space in the Fungal-Art-Lab**
- 112 Die Wunder der defekten Natur**  
*Horst Bredekamp*  
**The wonders of a defective nature**
- 121 Pilze denken – Epilog**  
*Vera Meyer, Wolfgang Schäffner*  
**Thinking fungi – Epilogue**
- 127 Appendix**
- 128 Biografien  
Biographies
- 136 Anmerkungen  
Notes
- 146 *Operate with Fungi* in den Medien
- 148 Bibliografie
- 150 Abbildungsnachweis und Danksagung  
Picture credits and acknowledgements
- 151 Impressum  
Imprint

## Prolog I

**AUF EIN NEUES!** Nach *Mind the Fungi*<sup>1</sup> (Achtung, Pilze!, 2020) und *Engage with Fungi*<sup>2</sup> (Beschäftigung mit Pilzen, 2022) folgt nun ein drittes Buch, welches ich der Welt der Pilze und ihren Möglichkeiten widmen möchte. Warum? Weil ich davon überzeugt bin, dass die Auseinandersetzung mit der Welt der Funga uns Handlungsoptionen eröffnet, wie wir Menschen trotz einer wachsenden Bevölkerungszahl und damit verbunden wachsenden Bedürfnissen es vielleicht doch schaffen können, eine nachhaltige Zukunft für unsere Spezies zu gestalten, die die planetaren Grenzen respektiert und dem Klimawandel konstruktive Lösungen entgegensetzt.

Was können wir von Pilzen lernen? Nun, sie sind seit Jahrmillionen auf dieser Erde und haben eine Artenvielfalt entwickelt, die der Artenvielfalt der Tiere in nichts nachsteht; haben gelernt zu überleben, indem sie mit anderen Mikroorganismen wie Bakterien, aber auch mit Pflanzen und mit Tieren symbiotische

Gemeinschaften pflegen; haben gelernt, Stoffwechsel zu perfektionieren und die Elemente des Lebens wie Kohlenstoff, Sauerstoff, Stickstoff, Wasserstoff, Phosphor, Schwefel gemeinsam mit anderen mikroskopischen und makroskopischen Lebewesen in einem permanenten Kreislauf sich gegenseitig zur Verfügung zu stellen. In der Welt der Funga, die so stark verflochten ist mit der Welt aller anderen Lebewesen auf dieser Erde, gibt es keine Müllhalden, kein grenzenloses Wachstum, keine Dominanz einer oder weniger Arten, sondern es gibt ein gemeinschaftliches Leben und damit Überleben, ein gemeinschaftliches Nutzen von Ressourcen, eine gemeinschaftliche Entwicklung. Eine Ko-Evolution, die geprägt ist durch ein Miteinander statt Gegeneinander. Das mag vielleicht zu romantisierend klingen, aber die Welt der Funga ist ein Sinnbild par excellence, wie ein »diverses Wir« eine größere Wirkmacht entwickelt und damit eine höhere Überlebenschance hat als das »individuelle Ich«. Ich glaube, dass wir in der Auseinander-



## Prologue I

**HERE'S TO A NEW ONE!** After *Mind the Fungi*<sup>1</sup> (2020) and *Engage with Fungi*<sup>2</sup> (2022) now follows a third book dedicated to the world of fungi and their possibilities. Why is this? Because I am convinced that engaging with the world of fungi opens up options for how we humans, despite a growing population and increasing needs, might manage to create a sustainable future for our species that respects planetary boundaries and provides constructive solutions to climate change.

What can we learn from fungi? Well, they have been on Earth for millions of years and have developed a biodiversity that is in no way inferior to that of animals; they have learned to survive by maintaining symbiotic communities with other microorganisms such as bacteria, but also with plants and animals; they have learned to perfect metabolism and, together with other

microscopic and macroscopic creatures, to make the elements of life such as carbon, oxygen, nitrogen, hydrogen, phosphorus, and sulphur available to each other in a permanent cycle. In the world of the funga, which is so closely intertwined with the world of all other living beings on this Earth, there are no landfills, no limitless growth, no dominance of one or a few species, but there is communal life, a communal use of resources, a communal development, and thus survival. A co-evolution that is characterised by cooperation rather than competition. This may sound overly romanticised, but the world of funga is a symbol par excellence of how a »diverse we« develops a greater impact and thus has a better chance of survival than the »individual I«. I believe that by engaging with the intelligence of the microscopic and macroscopic world of funga, we can

setzung mit der Intelligenz der mikroskopischen wie auch makroskopischen Welt der Funga lernen können, wie ein vernetztes Miteinander und ein permanenter Aushandlungsprozess zwischen diversen Akteur\_innen, Perspektiven und Möglichkeiten tatsächlich funktionieren kann. Wir können ebenfalls erleben und somit verstehen, wie dieses Miteinander eine Ermächtigung und Erkenntnis beflügelt, die im ausschließlich individuellen Tun und Handeln nicht vorstellbar wäre.

*Operate with Fungi* (Arbeiten mit Pilzen) schreibt die Geschichte der Citizen-Science-Forschungsvorhaben *Mind the Fungi* (2018–2020) und *Engage with Fungi* (2020–2022) fort. Hier arbeiteten verschiedene wissenschaftliche, künstlerische und zivilgesellschaftliche Akteur\_innen aus dem Berliner Raum und in unterschiedlichen Konstellationen miteinander, um vom Leben der Funga zu lernen, um sich von den Möglichkeiten der Pilzbiotechnologie inspirieren zu lassen und darauf aufbauend gemeinschaftlich neue pilzbasierte Biomaterialien zu entwickeln, die die Grundlage für eine kreislauffähige und biobasierte Wirtschaft und Architektur bilden können. Während sich die beiden ersten Bücher eher dem Warum und Wie transdisziplinärer Zusam-

menarbeiten widmeten, aber auch der Frage, wie dadurch potenziell neue Möglichkeitsräume eröffnet werden können, berichtet das hier vorliegende Buch, wie das Arbeiten mit Pilzen tatsächlich Gräben überwunden und stabile Brücken gebaut hat. Zwischen höchst spezialisierten wissenschaftlichen und künstlerischen Disziplinen wie auch zwischen geschlossenen universitären Laboren und offenen gesellschaftlichen Räumen. Im Zeitraum 2022 bis 2024 haben viele Akteur\_innen aus den Künsten, dem Design, der Architektur, den Wissenschaften und der Zivilgesellschaft gelernt, wie Pilze kultiviert und aus ihnen gemeinschaftlich Biomaterialien mit belastbarer, aber auch ästhetischer Qualität entwickelt werden können. Aus anfänglicher Neugier der Beteiligten (manche davon seit 2018 dabei) wurde handwerkliche Expertise. Aus anfänglichem Staunen Erkenntnis. Aus künstlerischen Impulsen wissenschaftliche Erkenntnis und technologischer Fortschritt. Aus dem Weckruf »Achtung, Pilze!« reifte somit ein Thema heran, welches nun im breiten gesellschaftlichen Diskurs angekommen ist und gleichermaßen als utopischer wie auch realistischer Weg für eine bessere Zukunft verstanden wird.



learn how a networked coexistence and a permanent negotiation process between diverse actors, perspectives, and possibilities can actually work. We can also experience and thus understand how this togetherness inspires an empowerment and knowledge that would be inconceivable in exclusively individual actions.

*Operate with Fungi* continues the path of the citizen science research projects *Mind the Fungi* (2018–2020) and *Engage with Fungi* (2020–2022). In these projects, various scientific, artistic and civil society actors from the Berlin area worked together in different constellations to learn from the lives of fungi, to be inspired by the possibilities of fungal biotechnology and, building on this, to jointly develop new fungal-based biomaterials that can form the basis of a circular and bio-based economy and architecture. While the first two books focused more on the why and how of transdisciplinary collaboration, and how it can potentially open up new spaces of opportunity, this book reports on how working with fungi has actually bridged divides and built strong

connections. Between highly specialised scientific and artistic disciplines, and between closed university laboratories and open social spaces. From 2022 to 2024, many actors from art, design, architecture, science, and civil society learned how to cultivate fungi and how to jointly develop biomaterials with a resilient and aesthetic quality. The initial curiosity and amazement of the participants (some of whom have been involved since 2018) turned into technical expertise and knowledge. Artistic impulses furthered scientific knowledge and technological progress. The wake-up call *Mind the Fungi!* thus matured into a topic that has now arrived in the broad public discourse and is understood as both a utopian and realistic path to a better future.

*Operate with Fungi* traces these pathways and give a voice to actors who report on their work on and with fungi. This, I hope, will open up a spectrum of ways of thinking and seeing as well as practical ways of approaching the world of fungi, working with them and being inspired by them for a sustainable future.

Das Buch *Operate with Fungi* möchte diese Wege nachskizzieren und wesentliche Akteur\_innen zu Wort kommen lassen, die über ihre Arbeit an und mit Pilzen berichten. Ich hoffe, dass sich daraus für die Leser\_innen ein Spektrum an Denk- und Sichtweisen sowie praktischen Methoden eröffnet, wie man sich der Welt der Pilze nähern und wie man mit ihnen arbeiten und sich von ihnen für nachhaltige Zukunftsentwürfe inspirieren lassen kann. Die Welt der Funga als Vorbild für ein anderes, nachhaltiges Wirtschaften, ein achtsames, demokratisch-solidarisches Miteinander, eine andere (Alltags-)Ästhetik. Die Welt der Funga als Vorbild, wie wir innerhalb der planetaren Grenzen nicht nur überleben, sondern gut leben können. Und Pilze zur Produktion eben dieser Zukunft in den Dienst nehmen und mit ihnen kooperieren. Ich hoffe, dass das Buch damit zu einer Selbstermächtigung einlädt, selbst und gemeinsam mit anderen Menschen pilzhandwerklich aktiv zu werden. Ich bin überzeugt, dass sich daraus sowohl individuelle als auch kollektive Selbstwirksamkeiten und Handlungswissen entfalten können, die uns für die Herausforderungen unserer Zeit besser wappnen werden.

Auch dieses Buch gäbe es nicht ohne das Engagement vieler neugieriger, tatkräftiger und pilzbegeisterter Menschen, ohne die Unterstützung der Technischen Universität Berlin und der Berlin University Alliance. Allen bin ich mit größter Dankbarkeit verbunden. Ich freue mich sehr, dass ich als Mitherausgeber den Kulturwissenschaftler Wolfgang Schäffner von der Humboldt-Universität zu Berlin gewinnen konnte. Durch die Vernetzung und Verschränkung der Pilze und der Pilzbiotechnologie mit den Geisteswissenschaften erhoffen wir uns Impulse für neue Denkwelten, in denen wir die Intelligenz der Pilze anerkennen und von ihnen lernen.

**Prof. Dr.-Ing. Vera Meyer**



The world of fungi as a model for a different and sustainable economy, a mindful, democratic and solidary way of living together, a different (everyday) aesthetics. The world of fungi as a model of how we can live well within planetary boundaries and how we can achieve this through working and cooperating with fungi. I hope that the book empowers people to become – together with others – active in fungal crafting. I am convinced that this can help experiencing individual and collective self-efficacy, whereby the jointly acquired knowledge will better equip us for the challenges of our time.

This book would not exist without the commitment of many curious, energetic and fungi-loving people, without the support of the Technische Universität Berlin and the Berlin University Alliance. I am deeply grateful to them all. I am very pleased that I was able to win over the cultural scientist Wolfgang Schäffner from the Humboldt-Universität zu Berlin as co-editor. By networking and interweaving fungi and fungal biotechnology with the humanities, we hope to stimulate new

ways of thinking in which we recognise the intelligence of fungi and learn from them.

**Prof. Dr.-Ing. Vera Meyer**

## Prolog 2

**DIE ARBEIT MIT PILZEN**, wie sie dieser Band vorstellt, erweist sich in mehrfachem Sinne als eine besondere Herausforderung, die einen Paradigmenwechsel in der Zusammenarbeit von Geistes- und Naturwissenschaften einleitet. Denn Pilze wurden und werden immer noch in Form von Schimmel – trotz aller traditionellen Nutzungen bei der Herstellung von Lebensmitteln – als natürliche Motoren des Zerfalls verstanden, die überall dort auftauchen, wo das Leben von anderen Organismen endet. In diesem Sinne erscheinen sie als Gefahr nicht nur für die Haltbarkeit von Lebensmitteln, sondern auch für die archivarische oder museale Bewahrung von Artefakten. Denn für die Konservierung historischer Gegenstände gelten Pilze und Pilzbefall als ganz besonders störende Aktivität. Was hierbei zum Problem für eine Art Stillstellung der Zeit wird, erweist sich im Zusammenspiel der natürlichen Umwelt als wichtige Form der Prozessierung organischer Materialien und deren beständiger Wiederverwertung. Pilze verarbeiten

Reste anderer organischer Abläufe, sodass nichts übrig bleibt. Solche Funktionen der Pilze werden seit einigen Jahrzehnten durch die biotechnische Erzeugung von Enzymen oder Antibiotika genutzt, welche eine neuere Form im Kontext der großtechnischen Nutzung der Natur bildet, bei der riesige Populationen anderer Spezies eingesetzt werden, um massenhaft für den Menschen verwertbare Substanzen zu produzieren.

Demgegenüber geht es in *Operate with Fungi*, dem Arbeiten mit Pilzen, um eine fundamentale Wende im Sinne eines artenübergreifenden Verhaltens. Solange andere Spezies wie Tiere, Pflanzen oder Pilze nur als interessante Studien-Objekte einer sich überlegen fühlenden menschlichen Rationalität verstanden werden, verharren wir Menschen in den Grenzen unseres Wissens. Deshalb erstaunt es auch nicht, dass die Kultur- und Geisteswissenschaften lange Zeit kein bzw. kein positives Verhältnis zu den Pilzen entwickelt haben. Während man sich auf Tiere und Pflanzen in positiver



## Prologue 2

**WORKING WITH FUNGI**, as presented in this volume, proves to be a special challenge in many respects: It is initiating a paradigm shift in the collaboration between the humanities and natural sciences. Fungi were and still are understood in terms of mould – despite all their traditional uses in the production of food – as natural drivers of decay that appear wherever the life of other organisms ends. In this sense, they appear to be a threat not only to the preservation of food, but also to archival or museum conservation of artefacts. This is because fungi and fungal infestation are regarded as a particularly harmful activity for the preservation of historical objects. What becomes a problem when aiming for an artificial suspension of time proves to be an important form of processing and constantly recycling organic materials in the natural environment. Fungi process the

remains of other organic activities so that nothing is left over. Such functions of fungi have been used for several decades in the biotechnological production of enzymes or antibiotics, which is a newer form in the context of the large-scale exploitation of nature, in which huge populations of other species are used to produce substances important for humans on a massive scale. In contrast, *Operate with Fungi* is about a fundamental change in cross-species behaviour. As long as other species such as animals, plants, or fungi are only understood as interesting objects of study for a human rationality that feels superior, we humans remain within the limits of our knowledge. It is therefore not surprising that the cultural sciences and humanities have not developed a positive relationship with fungi for a long time. While animals and plants have long been mentioned in a

Weise bezog, erhielten Pilze in der Geschichte des Geistes eigentlich keinen Platz. Der große Berliner Philosoph Georg Friedrich Wilhelm Hegel stellte in seiner *Geschichte der Philosophie* die lange und langwierige Arbeit des Geistes in der Entwicklung der Welt dar, die alles andere als ein momentanes Ereignis war. »Im Reiche des Geistes«, schreibt Hegel, »geht es nicht so zu, wie ein Pilz in der Nacht aufschießt.«<sup>1</sup> Diese Geschwindigkeit des scheinbar plötzlichen Auftauchens der Pilze wird hier keineswegs als Zeichen einer Überlegenheit verstanden, sondern hat sich als Bild für eher minderwertige oder auch gefährliche und wenig kontrollierbare Sachverhalte etabliert: Auch neuere Philosophien »wachsen wie Pilze aus der Erde hervor«, heißt es in diesem Sinne an anderer Stelle bei Hegel.<sup>2</sup>

Solange jedoch die Pilze geradezu als Antipode des Geistes gesehen wurden, hatten die Geisteswissenschaften Schwierigkeiten (bzw. haben sie immer noch), sich auf diese Spezies in produktiver Weise zu beziehen. Dies änderte sich erst, als klar wurde, dass diese schnellwachsenden sichtbaren Pilze nur kleine sichtbare Teile eines Organismus darstellen, der unsichtbar im Untergrund agiert und dabei komplexe Interaktionen mit anderen

Spezies entfaltet. Zudem bewegen sich seine Sporen, die auch fliegen können, in einem terrestrischen Raum, der bis in die Stratosphäre reicht.

Aufgrund dieser rhizomatischen, symbiontischen und volatilen Komplexität erweisen sich Pilze als Organismen, deren Entwicklungsstufe im Vergleich zu anderen Arten und insbesondere zum Menschen sich nicht klar einordnen lässt. Dies beruht vor allem auf der noch immer begrenzten Kenntnis der Pilze als einer nicht-menschlichen, aber keineswegs geringeren Intelligenzform. Die Forschungen, für die Vera Meyers Arbeit steht, bereiten hier den Weg für eine Neubewertung, die zudem begleitet wird von geisteswissenschaftlichen Untersuchungen, in denen eine neue Aufmerksamkeit auf die Rolle der Pilze gelenkt wird. Das reicht von den anthropologischen Untersuchungen der Pilzforschung Anna Tsings – »I took my questions to mycologists here and there around the world«<sup>3</sup> – über Bücher von Biologen wie Nicholas Money<sup>4</sup> oder Merlin Sheldrake<sup>5</sup>, die den Stand des Wissens über Pilze für ein größeres Publikum aufbereiten, bis zu der Frage nach einer Philosophie der Pilze oder Mycophilosophie<sup>6</sup>. Nimmt man nicht mehr das menschliche Subjekt oder künstliche Intelligenz



positive light, fungi had no place in the history of the mind.

In his *History of Philosophy* (1817) the great Berlin philosopher Georg Friedrich Wilhelm Hegel described the long and tedious work of the spirit in the development of the world, which was anything but a fleeting event. »In the realm of the spirit,« writes Hegel, »things do not happen as a mushroom shoots up in the night.«<sup>1</sup> This speed of the seemingly sudden appearance of mushrooms is by no means understood as a sign of superiority, but has established itself as an allegory for rather inferior, or even dangerous and uncontrollable circumstances: Newer philosophies also »grow out of the earth like mushrooms,« Hegel states elsewhere in the same sense.<sup>2</sup>

However, as long as fungi were seen as an antipode of the mind, the humanities had and still have difficulties relating to this species in a productive way. This only changed when it became clear that these fast-growing mushrooms are only small visible parts of

organisms that act more invisibly underground, where they develop complex interactions with other species. Moreover, their spores, which can also fly, move in a terrestrial space that extends into the stratosphere.

Due to this rhizomatic, symbiotic and volatile complexity, fungi are organisms whose level of evolution cannot be clearly categorised in comparison to other species and especially to humans. This is mainly due to the still limited knowledge of fungi as a non-human but by no means inferior form of intelligence. The research that Vera Meyer's work represents is paving the way for a reassessment, which is also accompanied by humanities studies and artistic projects in which new attention is being paid to the role of fungi. This ranges from the anthropological investigations of Anna Tsing's fungal research – »I took my questions to mycologists here and there around the world«<sup>3</sup> – to books by biologists such as Nicholas Money<sup>4</sup> or Merlin Sheldrake<sup>5</sup>, which impart the state of knowledge about fungi to a broader audience, to the question of a philosophy of fungi or

zum Ausgangspunkt epistemologischer Fragen des Wissens und der Intelligenz, sondern aktive Materialien, die symbolische Prozesse in Gang setzen, eröffnet man ein anderes Feld der Forschung, eine Geistes- und Materialwissenschaft, die nicht mehr nur um den Menschen kreist.<sup>7</sup> Für eine derartige Philosophie erweisen sich Pilze als ideale Akteure, um nicht-menschliche Intelligenz grundlegend erforschen zu können. Dazu muss man nicht auf astrobiologische Funde im Weltall hoffen, sondern man kann die ganz anders geartete Intelligenz der Pilze in prototypischen Gestaltungsexperimenten erproben und die experimentelle Erkundung der Funktionsweisen der Pilze als notwendigen Bestandteil einer experimentellen Philosophie des Geistes entwickeln. Dann kann deutlich werden, dass das erstaunlich schnelle Aufschließen der Pilze Teil einer komplexen Intelligenz ist, die sich in einem einzigartigen biomechanischen hydraulischen Prozess verkörpert.

In diesem Sinne erkundet der vorliegende Band die Möglichkeiten, die sich ergeben, wenn man Pilze zu Protagonisten eines interdisziplinären Labors macht, in dem grundlegende Fragestellungen über aktive Materialien und der darin begründeten Ermöglichung von kom-

plexen Prozessen des Lebens als Formen von materialer Intelligenz verfolgt werden.

**Prof. Dr. Wolfgang Schäffner**



mycophilosophy<sup>6</sup>. If we no longer take the human subject or artificial intelligence as the main reference point for epistemological questions of knowledge and intelligence, but rather active materials that stimulate symbolic processes, we open up a different field of research, a Human/Geist and Materials Science that no longer focuses solely on humans.<sup>7</sup> For such a philosophy, fungi prove to be the ideal actors to fundamentally research non-human intelligence. It is not necessary to hope for astrobiological discoveries in outer space, but one can test the completely different intelligence of fungi in prototype design experiments and experimentally explore fungi as necessary components of an experimental philosophy of mind. Thus, it can be shown that the astonishingly fast shooting of the mushrooms is part of a complex intelligence that is embodied in a unique biomechanical hydraulic process.

In this sense, this volume explores possibilities that arise when fungi become the protagonists of an interdisciplinary laboratory in which fundamental questions

about active materials and the complex processes of life they enable are explored as forms of material intelligence.

**Prof. Dr. Wolfgang Schäffner**





2



1 *Mind the Fungi* erschien als erster Band der Trilogie im Jahr 2020. Dieser wurde von Vera Meyer und der Kunsthistorikerin und Kuratorin Regine Rapp herausgegeben.

*Mind the Fungi* was published as the first volume of the trilogy in 2020 and was co-edited by Vera Meyer and the art historian and curator Regine Rapp.

2 *Engage with Fungi* folgte im Jahr 2022 als zweiter Band. Diesen gab Vera Meyer gemeinsam mit dem Architekten und Designer Sven Pfeiffer heraus.

*Engage with Fungi* followed in 2022 as the second volume. It was published by Vera Meyer in collaboration with the architect and designer Sven Pfeiffer.



# **Wir bauen auf Pilze!**

*Vera Meyer, Bertram Schmidt, Friederike Hoberg,*

*Lisa Stelzer, Carsten Freidank-Pohl*

# **We build on fungi!**

**WELCHE BEDEUTUNG HABEN PILZE** für die Welt und unser Leben? Das Reich der Funga gehört neben Flora und Fauna zu den am weitesten entwickelten Organismenreichen auf dieser Erde. Sie bedingen einander und netzwerken miteinander. Mehr als 90 Prozent aller Landpflanzen gehen Symbiosen mit Pilzen ein, um Nährstoffe zu teilen und diese damit effizienter zu nutzen.<sup>1</sup> Pilze leben aber auch in Symbiosen mit Tieren, besiedeln den Magen-Darm-Trakt und die Haut und stärken dadurch die Entwicklung und das Immunsystem der Tiere.<sup>2</sup> Pilze binden darüber hinaus auch Mikroorganismen in ihre Netzwerke ein; so entstehen zum Beispiel Flechten aus dem Zusammengehen von Pilzen mit Cyanobakterien. Pilze können und »wollen« daher über Artgrenzen hinweg kommunizieren und gemeinschaftlich überleben. Keiner hat das je so umfänglich und zauberhaft beschrieben wie Merlin Sheldrake in seinem Buch *Verwobenes Leben: Wie Pilze unsere Welt formen und unsere Zukunft beeinflussen*<sup>3</sup>. Es gibt aber auch pathogene Pilze, die Tiere und Pflanzen schädigen und unsere Gesundheit oder auch Getreideernten bedrohen. Diese sind jedoch in der großen Minderheit: Mehr als 90 Prozent der bis heute beschriebenen Pilz-

arten sind nicht nur Netzwerker, sondern auch Saprophyten, denn sie ernähren sich von abgestorbener Biomasse. So erhalten sie Nährstoffkreisläufe und sind zentral für den Bestand von Ökosystemen.<sup>4</sup>

Unsere modernen Gesellschaften bauen schon seit mehr als 100 Jahren auf Pilze und ihre Stoffwechselfähigkeiten für die Produktion von Lebensmitteln, Getränken, Medikamenten, Biokraftstoffen, Vitaminen, Proteinen, Enzymen, Pigmenten und Kosmetika. Das weltweite Marktvolumen von Pilzprodukten beträgt über 54 Billionen US-Dollar<sup>5</sup> und ist damit mehr als doppelt so groß wie die weltweiten Märkte der Automobilindustrie (2,5 Billionen US-Dollar), der pharmazeutischen Industrie (1,3 Billionen US-Dollar), der chemischen Industrie (7,5 Billionen US-Dollar) und der Lebensmittelindustrie (8,5 Billionen US-Dollar) *zusammen*.<sup>6</sup> Diese große Bedeutung der Pilzbiotechnologie mag viele Menschen überraschen, misst man doch den Pilzen in der Regel eine eher untergeordnete Rolle für unser tägliches Leben zu. Dies liegt jedoch darin begründet, dass Pilze noch nicht die öffentliche Aufmerksamkeit erfahren, wie sie anderen Lebewesen gewährt wird. Damit sind auch die Errungenschaften der Pilzbiotechnologie weit



**HOW IMPORTANT ARE FUNGI** to the world and to our lives? Alongside flora and fauna, the funga is one of the most highly developed groups of organisms on Earth. They are interdependent and interconnected. More than 90 percent of land plants form symbioses with fungi to share nutrients and use them more efficiently.<sup>1</sup> Fungi live in symbiosis with animals, too, colonising their gastrointestinal tract and their skin, thus strengthening the development and immune system of animals.<sup>2</sup> Fungi also incorporate microorganisms into their networks; for example, lichens develop from the combination of fungi and cyanobacteria. Fungi can and »want« to communicate across species boundaries and survive together. No one has described this as comprehensively and magically as Merlin Sheldrake in his book *Entangled Life. How Fungi Make Our Worlds, Change Our Minds & Shape Our Futures*.<sup>3</sup> But there are also pathogenic fungi that harm animals and plants, threatening our health or even our crops. However, these are in the vast minority: more than 90 per cent of the fungal

species described to date are not only networkers but also saprophytes, as they feed on dead biomass. In this way, they maintain nutrient cycles and are central to the existence of ecosystems.<sup>4</sup>

Our modern societies have relied on fungi and their metabolic capabilities for more than a hundred years to produce food, beverages, medicines, biofuels, vitamins, proteins, enzymes, pigments, and cosmetics. The global market for fungal products is worth over 54 trillion US dollar<sup>5</sup>, more than twice the size of the global automotive (2,5 trillion US dollar), pharmaceutical (1,3 trillion US dollar), chemical (7,5 trillion US dollar) and food (8,5 trillion US dollar) industries *combined*.<sup>6</sup> The importance of fungal biotechnology may surprise many people, as fungi are generally considered to play a rather minor role in our daily lives. However, this is due to the fact that fungi have not yet received the same public attention as other living organisms. As a result, the achievements of fungal biotechnology are far less well known than the success stories of other industries. This is also

weniger bekannt als die Erfolgsgeschichten anderer Industriezweige. Auch, weil die weltweite Forschungscommunity der Pilzbiotechnologie eher klein ist und es damit weniger Fürsprecher\_innen im Vergleich zu anderen Wissenschaftsdisziplinen gibt. Doch neueste Forschungsergebnisse, Patenteinreichungen und weltweite Start-up-Bewegungen lassen vermuten, dass die Pilzbiotechnologie noch mehr an Bedeutung zunehmen und ihre Funktion als Innovations- und Wirtschaftsmotor weiter ausbauen kann. Nun als zusätzliche Produzentin von biobasierten und biologisch abbaubaren Materialien, die zum Beispiel im Bausektor, der Textilindustrie und der Automobilindustrie fossile Materialien ersetzen sollen.<sup>7</sup>

Jetzt steht daher ein neuer Innovationssprung mit potenziell größerer öffentlicher Wahrnehmung und gesellschaftlicher Unterstützung als noch vor wenigen Jahren an und dies potenziell mit größerer Wirkmacht. Warum? Weil weltweite Aktivitäten im Bereich der Citizen Science und der Open-Access-Bewegung, öffentliche Kampagnen sowie transdisziplinäre Forschungsvorhaben an der Schnittstelle wissenschaftlicher und künstlerischer Forschung den Pilzen und ihrer Bedeutung

für unsere Ökosysteme und für eine fossilfreie und nachhaltige Kreislaufwirtschaft eine neue Sichtbarkeit verliehen haben. So hat zum Beispiel die National Geographic Society 2024 die Funga in ihre bislang auf Flora und Fauna beschränkte Definition von »wildlife« übernommen<sup>8</sup>. Ohne Vollständigkeit zu beanspruchen, sei hier auf die Aktivitäten einiger Initiativen verwiesen: Fungi Foundation<sup>9</sup>, Mycostories<sup>10</sup>, Mushroom Observer<sup>11</sup>, Global Biodiversity Information Facility<sup>12</sup>, *Fungal Biology and Biotechnology*<sup>13</sup> sowie MY-CO-X<sup>14</sup>. Eine aktuelle Übersicht über weltweit agierende Citizen-Science-Projekte, die sich mit der Biodiversität der Pilze und ihrem Erhalt beschäftigen, wurde erst kürzlich veröffentlicht.<sup>15</sup> Auch haben sich in den letzten Jahren viele Wissenschafts- und Kunstmuseen von Merlin Sheldrakes Buch und den Citizen-Science-Initiativen inspirieren lassen und begonnen, die zeitgenössische und zukünftige Bedeutung der Pilze und der Pilzbiotechnologie intensiver aufzuarbeiten, im öffentlichen Raum zu präsentieren und damit weitere Impulse für die Auseinandersetzung der Gesellschaft mit dem Reich der Funga und deren Zukunftspotenzialen gesetzt. Hervorzuheben seien hier Ausstellungen mit internationaler Strahlkraft



because the global fungal biotechnology research community is relatively small and therefore has fewer advocates than other scientific disciplines. However, recent research results, patent applications, and global start-up movements suggest that fungal biotechnology could become even more important and expand its function as a driver of innovation and economy. For example, as an additional producer of bio-based and biodegradable materials to replace fossil materials in the construction, textile and automotive industries.<sup>7</sup>

A new leap in innovation is therefore on the horizon, with potentially greater public awareness and social support than just a few years ago, and with potentially greater impact. Why? Because global activities in citizen science and the open-access movement, public campaigns and transdisciplinary research projects at the intersection of science and art have given new visibility to fungi and their importance for our ecosystems and for a fossil-free and sustainable circular economy. For example, the National Geographic Society in 2024 has

included fungi in its definition of »wildlife«, which was previously limited to flora and fauna.<sup>8</sup> Without claiming to be exhaustive, the activities of a number of initiatives should be mentioned here: Fungi Foundation<sup>9</sup>, Mycostories<sup>10</sup>, Mushroom Observer<sup>11</sup>, Global Biodiversity Information Facility<sup>12</sup>, *Fungal Biology and Biotechnology*<sup>13</sup> and MY-CO-X<sup>14</sup>. A recent review of global citizen science projects on fungal biodiversity and conservation has been published.<sup>15</sup>

In recent years, many science and art museums have also been inspired by Merlin Sheldrake's book and the citizen science initiatives, and have begun to focus more intensively on the present and future significance of fungi and fungal biotechnology, presenting them in public spaces and thus providing further impetus for society's engagement with the realm of fungi and its future potential. Exhibitions with international appeal such as *Mushrooms: The Art, Design and Future of Fungi* at Somerset House in London (2020), *Fungi for Future* at the Natural History Museum in Munich (2021–2022),



1



2

1 Der nach organischen Prinzipien designte und aus pilzbasierten Materialien errichtete Pavillon MY-CO SPACE wurde der Öffentlichkeit erstmals 2021 im Rahmen der Kunstausstellung *tinyBE* präsentiert. Es ist ein Gemeinschaftswerk des SciArt-Kollektivs MY-CO-X.

The pavilion MY-CO SPACE was designed according to organic principles and constructed from fungal-based materials and first presented to the public in 2021 as part of the art exhibition *tinyBE*. It is a collaborative work of the SciArt collective MY-CO-X.

2 In der Ausstellung *MY-CO BUILD*, die Vera Meyer und Sven Pfeiffer für das Berliner Futurium kuratierten, zeigten sie von 2021 bis 2024 pilzbasierte Baustoffe und Kunstwerke aus ihrer wissenschaftlichen und künstlerischen Forschung.

*MY-CO BUILD* was an exhibition curated by Vera Meyer and Sven Pfeiffer for the Futurium in Berlin from 2021 to 2024 where they showed fungal-based building materials and artworks from their scientific and artistic research.

wie *Mushrooms: The Art, Design and Future of Fungi* im Londoner Somerset House (2020), *Fungi for Future* im Naturkundemuseum München (2021–2022), *Museum of Symbiosis* und der Belgische Pavillon während der Architekturbiennale in Venedig (2023), *Fungi – In Art and Science* im Nobelpreismuseum Stockholm (2023), *MY-CO BUILD* im Berliner Futurium (2021–2024), *Closer to Nature* in der Berlinischen Galerie in Berlin (2024) sowie *Descent into Fungal* im Stedelijk Museum Amsterdam (2023). Übereinstimmend widmeten sich diese Ausstellungen nicht nur dem faktischen Wissen über Pilze und deren aktuellen und zukünftigen Anwendungen, sie heben insbesondere den hohen Stellenwert transdisziplinärer Forschungsvorhaben hervor, in denen die Kreativitätsmotoren Wissenschaft, Kunst und Gesellschaft auf Augenhöhe forschen und gemeinschaftlich innovative Entwicklungen vorantreiben. Man könnte fast meinen (auf jeden Fall hoffen), dass heute wie zu Zeiten der Renaissance die kognitive Kraft der Künste und der ästhetische Wert der Wissenschaften eine neue Wertschätzung erfahren.

Viele Menschen konnten sich daher in den letzten Jahren intensiver über die Welt der Funga informieren

und von deren Möglichkeiten inspirieren lassen. Viele bauen deshalb in ihrer Vorstellung nachhaltiger Zukünfte auf Pilze und die Pilzbiotechnologie, da sie damit die Hoffnung verbinden, dass so linear agierende Wirtschaften, die vorrangig fossile oder endliche Rohstoffe nutzen, in kreislauffähige Wirtschaften transformiert werden können, deren Rohstoffbasis nachwachsend ist. Auch Bücher wie *Radical Mycology*<sup>16</sup>, *Mind the Fungi*<sup>17</sup> und *Engage with Fungi*<sup>18</sup>, in denen Do-it-yourself-Protokolle zur Kultivierung von Pilzen leicht verständlich zur Verfügung gestellt wurden, haben viele Menschen beflügelt, selbst aktiv zu werden und Pilze zu züchten, um daraus Lebensmittel, Getränke oder Materialien zu gewinnen. Der Beginn einer neuen Handwerkszunft der »Pilzkultivierer\_innen«?

Zentral für den Erfolg der Pilzbiotechnologie mit ihren industriellen Anfängen in den 1920er-Jahren war die Entwicklung innovativer Fermentationstechnologien. Es war die US-amerikanische Firma Pfizer, der es als Erstes gelungen war, die wesentliche Durchbrüche in der industriellen Flüssigkultivierung von Pilzen zu erzielen und die weltweit ersten großtechnischen Fermentationsanlagen zu bauen (1926 für den Schimmelpilz



*Museum of Symbiosis* and the Belgian Pavilion at the Architecture Biennale in Venice (2023), *Fungi – In Art and Science* at the Nobel Prize Museum in Stockholm (2023), *MY-CO BUILD* at the Futurium in Berlin (2021–2024), *Closer to Nature* at the Berlinische Galerie in Berlin (2024) and *Descent into Fungal* at the Stedelijk Museum in Amsterdam (2023). These exhibitions were unanimously dedicated not only to the factual knowledge of fungi and their present and future applications, but also emphasised the great importance of transdisciplinary research projects in which the creative engines of science, art, and society conduct research on an equal footing and jointly drive forward innovative developments. One might almost think (or at least hope) that the cognitive power of the arts and the aesthetic value of the sciences are experiencing a new appreciation today, as they did during the Renaissance.

In recent years, many people have been able to learn more about the world of funga and be inspired by its possibilities. As a result, many people are looking to

fungi and fungal biotechnology in their vision of a sustainable future, hoping that linear economies based primarily on fossil or finite resources can be transformed into circular economies based on renewable resources. Books such as *Radical Mycology*<sup>16</sup>, *Mind the Fungi*<sup>17</sup> und *Engage with Fungi*<sup>18</sup>, which provide easy-to-follow do-it-yourself protocols for growing fungi, have also inspired many people to get involved in growing fungi for food, drink or materials. The beginning of a new craft guild of »fungi growers«?

The development of innovative fermentation technologies has been central to the success of fungal biotechnology since its industrial beginnings in the 1920s. It was the US company Pfizer that made the first major breakthroughs in industrial liquid cultivation of fungi and built the world's first large-scale fermentation plants (in 1926 for the mould *Aspergillus niger* to produce citric acid and in 1944 for the mould *Penicillium chrysogenum* to produce penicillin)<sup>19</sup>. We face a similar challenge 100 years later. Now, in the 2020s, we need to invest in the

*Aspergillus niger* zur Zitronensäure-Produktion und 1944 für den Schimmelpilz *Penicillium chrysogenum* zur Penicillin-Produktion).<sup>19</sup> Vor einer ähnlichen Herausforderung stehen wir erneut 100 Jahre später. Jetzt, in den 2020er-Jahren, muss in die Entwicklung industrieller Fermentationsanlagen investiert werden, die kontrollierte Feststofffermentationen von Pilzen ermöglichen, um damit pilzbasierte Materialien im großen Maßstab weltweit zu produzieren. Mit denen dann in Zukunft Gebrauchsobjekte, Möbel, ja sogar Häuser gebaut werden sollen. Eine erste Studie der Kansas State University ermittelte bereits, dass der Bau eines Hauses aus pilzbasierten Baustoffen kostengünstiger ist als die Errichtung eines vergleichbaren Gebäudes aus Beton oder Holz, sogar unter dem Gesichtspunkt, dass die Haltbarkeit vermutlich geringer sein wird.<sup>20</sup> Das Umweltprogramm der Vereinten Nationen UNEP konstatierte 2023 in seinem Papier *Building Materials and the Climate: Constructing a New Future* (Baustoffe und das Klima: Eine neue Zukunft bauen), dass Baustoffe zukünftig kohlenstoffarm sein müssen, das heißt bei ihrer Produktion weniger CO<sub>2</sub> freigesetzt werden darf und dass hierbei pilzbasierten Materialien als Ersatz klassischer fossiler oder minera-

lischer Baustoffe eine zentrale Rolle zukommen wird. Voraussetzung: Die Produktionsprozesse für pilzbasierte Baustoffe können für großtechnische Anlagen skaliert werden, sodass diese weltweit und in großer Anzahl produziert werden können.<sup>21</sup>

Damit die Baustoffe der Zukunft also klimafreundlicher sind, müssen sie auf nachwachsenden und langfristig verfügbaren Ressourcen basieren und dabei vorrangig Reststoffströme verwerten. Für die Herstellung von Pilzkompositen bieten biogene Reststoffströme aus der Land- und Forstwirtschaft (etwa Stroh, Schäben, Sägespäne, Lignin et cetera) eine gute Materialgrundlage. Zentraler Dreh- und Angelpunkt für die Nachhaltigkeit der Pilzbaustoffe ist dabei die Nutzung lokal vorkommender pflanzlicher Restströme sowie der lokal vorherrschenden Biodiversität der Pilze. Wie wir in den beiden vorangegangenen Büchern *Mind the Fungi*<sup>22</sup> und *Engage with Fungi*<sup>23</sup> beschrieben haben, haben wir an der TU Berlin eine Stammsammlung an geeigneten Pilzen aus der Berlin-Brandenburger Region angelegt und uns auf den Baumpilz *Fomes fomentarius*, auch Zunderschwamm genannt (→ Abb. 7), als Produktionsorganismus festgelegt. Aufgrund seines hervorragenden Wachstums



development of industrial fermentation facilities that enable controlled solid-state fermentation of fungi to produce fungal-based materials on a large scale worldwide. In the future, these materials will be used to build everyday objects, furniture, and even houses. An initial study by Kansas State University has already found that building a house from fungal-based materials is cheaper than constructing a similar building from concrete or wood, even taking into account the fact that it is likely to be less durable<sup>20</sup>. In 2023, the United Nations Environment Programme (UNEP) stated in its paper *Building Materials and the Climate: Constructing a New Future* that in the future, building materials will have to be low-carbon, that is emit less CO<sub>2</sub> during their production, and that fungal-based materials will play a central role in replacing traditional fossil or mineral building materials. Precondition: The production processes for fungal-based building materials can be scaled up for large-scale plants, so that they can be produced worldwide and in large quantities.<sup>21</sup>

For the building materials of the future to be more climate-friendly, they must be based on renewable and long-term available resources and primarily use residual material flows. Biogenic waste streams from agriculture and forestry (such as straw, shives, sawdust, lignin, et cetera) provide a good material basis for the production of fungal composites. The key to the sustainability of fungal building materials is the use of locally available plant residue streams and the locally dominant fungal biodiversity. As described in our two previous books, *Mind the Fungi*<sup>22</sup> and *Engage with Fungi*<sup>23</sup>, we at the Technische Universität Berlin established a collection of suitable fungi from the Berlin-Brandenburg region and selected the tree fungus *Fomes fomentarius*, also known as tinder fungus (→ Fig. 7), as the production organism. It is an ideal species for laboratory-scale production due to its ability to grow on a wide range of plant residues that have little or no material use (for example hemp hurds, rape straw, poplar sawdust). Known to mankind as a vital fungus since the Neolithic Age, it is native to our

auf einer Vielzahl von pflanzlichen Restströmen, die wenig oder gar nicht stofflich genutzt werden (zum Beispiel Hanfschäben, Rapsstroh, Pappelsägespäne), stellt er eine ideale Art für die Produktion im Labormaßstab dar. Er ist der Menschheit seit der Jungsteinzeit als Vitalpilz bekannt, ist in unserer nördlichen Hemisphäre beheimatet, wo er kranke oder abgestorbene Bäume zersetzt, darunter Laubbäume (wie Birken, Buchen) und Nadelbäume (etwa Koniferen). Dabei dringen seine sich immerfort verzweigenden Zellfäden in beschädigte Bäume ein, bilden im Holz ein Myzel aus, welches in der Lage ist, an der Außenseite der Rinde für uns makroskopisch sichtbare mehrjährige Fruchtkörper zu bilden. Interessanterweise enthält das Genom von *F. fomentarius* alle Gene, die notwendig sind, um Materialien herzustellen, die wasserabweisend sind und eine hohe mechanische Festigkeit aufweisen und damit zukünftige strukturgebende Anwendungen ermöglichen, die bisher nur mit Holz oder Beton erreichbar sind. Das wird eindrucksvoll deutlich, wenn man Fruchtkörper von *F. fomentarius* unter rein materialtechnischen Aspekten betrachtet. Sie sind leicht, aber sehr stabil, sie sind atmungsaktiv, aber an der Außenseite wasserabweisend, und sie bil-

den mit ihren Hyphen eine äußerst robuste Verbindung zum Baumstamm. Diese Hyphenverbindungen sind so stark, dass sogar ein Erwachsener auf einem mehrjährigen Fruchtkörper von *F. fomentarius* stehen, gar hüpfen kann, ohne dass dieser vom Baum abreißt (→ Abb. 9). Mit anderen Worten: Die Biologie des Hyphen- und Myzelwachstums von *F. fomentarius* in einem Baum sowie in einem Fruchtkörper enthält alle genetischen Informationen, die für die Herstellung eines leichten, stabilen, wasserabweisenden und biologisch gänzlich abbaubaren Pilzverbundmaterials nötig sind. Wir müssen uns nur der Herkulesaufgabe stellen, den genetischen Bauplan von *F. fomentarius* mit seinen circa 14.000 Genen zu verstehen und gezielt für die Produktion von Biomaterialien einzusetzen.

Als wir uns 2019 als Team am Fachgebiet Angewandte und Molekulare Mikrobiologie der TU Berlin entschieden, uns in dem neuen Forschungsfeld pilzbasierte Biomaterialien zu engagieren und hierbei unsere Forschungsfragen auf den Zunderschwamm als Modellorganismus zu konzentrieren, war uns bewusst, dass wir damit nicht nur wissenschaftliches Neuland betreten, sondern dass es auch Jahre dauern wird, bis



Northern Hemisphere, where it decomposes diseased or dead trees, including deciduous (such as birch and beech) and coniferous (such as pine) trees. Its constantly branching cell filaments penetrate damaged trees and form new growth within the wood. Interestingly, the genome of *F. fomentarius* contains all the genes needed to produce materials that are water-repellent and have high mechanical strength, enabling future structural applications that were previously only possible with wood or concrete. This becomes impressively clear when looking at the fruiting bodies of *F. fomentarius* from a purely material point of view. They are light but very strong, they are breathable but water-repellent on the outside, and their hyphae form an extremely strong connection to the tree trunk. These hyphal connections are so strong that an adult person can stand or even hop on a perennial fruiting body of *F. fomentarius* without tearing it off the tree (→ Fig. 9). In other words, the biology of hyphal and mycelial growth of *F. fomentarius* in a tree, as well as in a fruiting body, contains all the genetic

information necessary to produce a lightweight, stable, water-repellent and completely biodegradable fungal composite. The Herculean task ahead is to understand the genetic blueprint of *F. fomentarius*, with its 14,000 genes, and use it specifically for the production of biomaterials.

When we decided as a team at the Department of Applied and Molecular Microbiology at the TU Berlin in 2019 to get involved in the new research field of fungal-based biomaterials and to focus our research questions on the tinder fungus as a model organism, we were aware that we were not only breaking new scientific ground, but that it would also take years to lay the molecular-biological and biotechnological foundations for producing biomaterials from *F. fomentarius* on an industrial scale. In order to accelerate this process, the Head of the Department, Vera Meyer, together with the architect Sven Pfeiffer, founded the SciArt collective MY-CO-X in 2020 to develop new fungal materials in collaboration with people from various scientific and



3



4

3 Auf der digitalen Veranstaltung *Hybrid Futures* des Berliner Futuriums stellten Sven Pfeiffer und Vera Meyer im Dezember 2020 erstmalig ihre gemeinsame Arbeit an der Schnittstelle von Kunst und Wissenschaft vor.

Sven Pfeiffer and Vera Meyer were invited to the digital event *Hybrid Futures* at the Futurium in Berlin in December 2020, where they presented their joint work at the interface of art and science for the first time.

4 Nur wenige Monate später präsentierten sie den Kunstpavillon MY-CO SPACE in Frankfurt am Main erstmalig der Öffentlichkeit im Rahmen der Ausstellung *tinyBE*.

Just a few months later, they presented the MY-CO SPACE art pavilion in Frankfurt am Main to the public as part of the exhibition *tinyBE* for the first time.

wir die molekularbiologischen und biotechnologischen Grundlagen gelegt haben werden, um Biomaterialien aus *F. fomentarius* großindustriell herstellen zu können. Um diesen Prozess zu beschleunigen, gründete die Fachgebietsleiterin Vera Meyer 2020 das SciArt-Kollektiv MY-CO-X gemeinsam mit dem Architekten Sven Pfeiffer, um mit Menschen aus verschiedenen Wissenschafts- und Kunstdisziplinen sowie der Zivilgesellschaft neue pilzbasierte Materialien gemeinschaftlich zu entwickeln und über die Brücke der Kunst in die Gesellschaft zu tragen. So konnten wir unsere ersten Forschungsergebnisse für neue Materialien und Werkstoffe in der Ausstellung MY-CO BUILD im Berliner Futurium im Zeitraum 2021 bis 2024 präsentieren (→ Abb.2) und unsere Vorstellungen für nachhaltig gebaute Wohnräume in dem Kunstwerk und bewohnbaren Pavillon MY-CO SPACE (2021) künstlerisch umsetzen (→ Abb.1,4). All dies ist nachzulesen in dem Buch *Engage with Fungi*<sup>24</sup> und kann in dem Videofilm MY-CO-X (2023) nachverfolgt werden (QR-Code → S.147). Durch die kognitive Kraft der Kunst konnten wir dadurch unseren Forschungsprozess transparent und für alle Sinne erfahrbar in die Gesellschaft hineintransportieren und dort über

viele Vortragsreihen und Workshops zum Beispiel im Rahmen der Berliner Diskussionsreihe MY-CO PLACE verankern (→ Abb.5, 6).

Parallel dazu fand in unseren Laboren und in interdisziplinärer Zusammenarbeit mit verschiedenen Fachgebieten an der TU Berlin und darüber hinaus die entsprechende Grundlagenforschung statt, um einerseits den Produktionsprozess im Labormaßstab zu etablieren und zu optimieren sowie andererseits reproduzierbare Materialprototypen herzustellen und hinsichtlich verschiedener Anwendungsszenarien zu untersuchen. Wir konnten somit zeigen, dass sich Verbundwerkstoffe aus *F. fomentarius* und Hanfschäben oder Rapsstroh in guter Qualität und reproduzierbar herstellen lassen<sup>25</sup>. Aufgrund sehr guter Dämm- und Brandschutzeigenschaften sowie Druckfestigkeiten und Wasserdampfdurchlässigkeiten eignen sie sich hervorragend als Ersatz für Styropor, Polyurethan, MDF und Rigipsplatten<sup>26</sup> und können auch stabile Verbindungen mit Lehm als natürlichem Baustoff eingehen<sup>27</sup> (→ Abb.10). Erste Ökobilanzen zeigten, dass Verbundwerkstoffe aus *F. fomentarius* und Hanfschäben, Rapsstroh oder Pappelsägespänen im Herstellungsprozess weniger Energie



artistic disciplines and civil society, and to introduce them to society via the bridge of art. We were able to present our first research results for new materials in the exhibition MY-CO BUILD at the Futurium in Berlin from 2021 to 2024 (→ Fig.2) and to artistically realise our ideas for sustainably built living spaces in the artwork and habitable pavilion MY-CO SPACE (2021) (→ Fig.1,4). All this can be read in the book *Engage with Fungi* and followed in the video MY-CO-X (2023)<sup>24</sup> (QR code → p.147). Through the cognitive power of art, we were able to transport our research process into society in a way that was transparent and tangible for all the senses, and to anchor it there through numerous lecture series and workshops, for example as part of the Berlin discussion series MY-CO PLACE (→ Fig.5, 6).

At the same time, we carried out basic research in our laboratories and in interdisciplinary cooperation with various departments at the TU Berlin and beyond to establish and optimise the production process on a laboratory scale, and to produce reproducible material

prototypes and test them in various application scenarios. We were able to show that composites made from *F. fomentarius* and hemp shives or rapeseed straw can be produced in a good quality and reproducible manner<sup>25</sup>. Due to their very good insulation and fire protection properties as well as their compressive strength and water vapour permeability, they are ideal as a substitute for polystyrene, polyurethane, MDF, and plasterboard<sup>26</sup>, and can also form stable bonds with the natural building material clay<sup>27</sup> (→ Fig.10). Initial life cycle assessments have shown that composites made from *F. fomentarius* and hemp shives, rapeseed straw, or poplar sawdust use less energy and water and produce less CO<sub>2</sub> during the manufacturing process than concrete, limestone, or clinker.<sup>28</sup> In addition, we have already developed the first 3D printing processes for *F. fomentarius* mycelium<sup>29</sup>, as we anticipate that the construction sector will increasingly rely on additive manufacturing processes in the future. Over the past few years, we have thus laid the biotechnological foundations for solid-state

und Wasser verbrauchen und CO<sub>2</sub> produzieren als Beton, Kalkstein oder Klinker.<sup>28</sup> Darüber hinaus konnten wir bereits erste 3D-Druckverfahren für Myzel aus *F. fomentarius* entwickeln<sup>29</sup>, da wir davon ausgehen, dass der Bausektor in Zukunft verstärkt auf additive Fertigungsverfahren setzen wird. Die ersten biotechnologischen Voraussetzungen für eine Feststofffermentation von *F. fomentarius* auf verschiedenen pflanzlichen Substraten und das industrielle Arbeiten mit Werkstoffen aus dem Pilz konnten wir daher in den letzten Jahren legen. Die nächsten Herausforderungen sind jedoch schon in Sichtweite: den Produktionsprozess skalierbar zu etablieren sowie die genetischen Grundlagen für die besonderen Eigenschaften der Fruchtkörper von *F. fomentarius* zu verstehen, sodass diese während der industriellen Feststofffermentation berücksichtigt werden können.



fermentation of *F. fomentarius* on various plant substrates and for industrial work with materials derived from the fungus. However, the next challenges are already in sight: to establish the production process in a scalable manner and to understand the genetic basis for the special properties of the fruiting bodies of *F. fomentarius* so that these can be implemented in industrial solid-state fermentation.



**5** MY-CO PLACE war ein temporäres transdisziplinäres Labor von Vera Meyer und Sven Pfeiffer, das Pilze und Pilzmaterialien in das Zentrum einer Debatte um zukünftige Bau- und Lebensweisen des Menschen stellte. Hierfür wurde im Sommer 2023 das BHROX Bauhaus reuse im Herzen von Berlin zu einem Pilzort transformiert.

MY-CO PLACE was a temporary transdisciplinary laboratory by Vera Meyer and Sven Pfeiffer that placed fungi and fungal materials at the centre of a debate about future ways of building and living. For this purpose, the BHROX Bauhaus reuse in the heart of Berlin was transformed in the summer of 2023 into a fungal place.



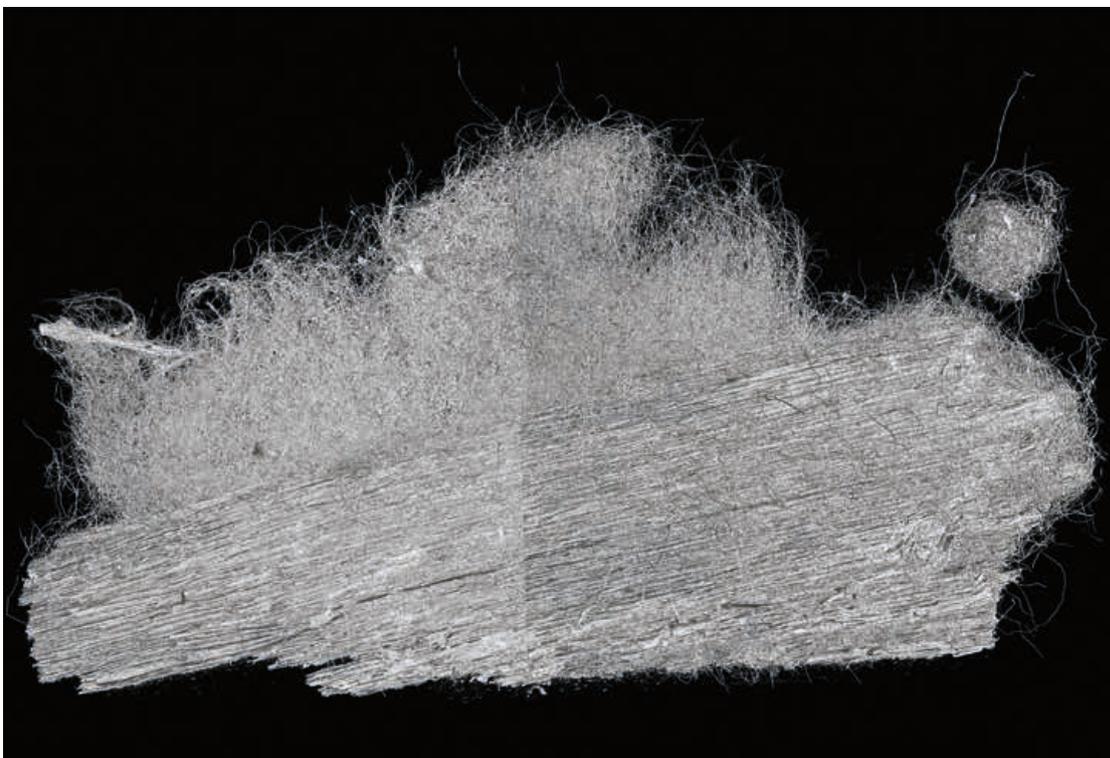
6 MY-CO PLACE ermöglichte ein Zusammenkommen von Wissenschaftler\_innen, Studierenden und Partner\_innen aus Kultur, Zivilgesellschaft und Wirtschaft. In Vorträgen, Workshops und Lehrprojekten wurden gemeinsam Potenziale und Utopien für eine nachhaltig gebaute Umwelt diskutiert.

MY-CO PLACE brought together scientists, students and partners from culture, civil society, and business. In lectures, workshops and teaching projects, the potential and utopias for a sustainable built environment were discussed.



7 Der Zunderschwamm *Fomes fomentarius* besiedelt alte und kranke Bäume, wobei sein Myzel das Holz durchzieht, um es zu zersetzen. Zu erkennen ist der Pilz anhand seiner mehrjährigen Fruchtkörper.

The tinder fungus *Fomes fomentarius* colonises old and diseased trees, where its mycelium penetrates the wood to decompose it. The fungus can be recognised by its perennial fruiting bodies.



8 Aufnahmen von Kompositen aus *Fomes fomentarius* und Hanfschäben, aufgenommen mittels Röntgen-Mikrocomputertomografie (aus Schmidt et al. 2023, CC BY 4.0)

Images of composites made of *Fomes fomentarius* and hemp shives taken by X-ray microcomputed tomography (from Schmidt et al. 2023, CC BY 4.0)



9

9 Das Myzel von *Fomes fomentarius* bildet sehr stabile Fruchtkörper aus, die hohe Kräfte aufnehmen können, ohne sich vom Baum zu lösen.

The mycelium of *Fomes fomentarius* forms very stable fruiting bodies capable of absorbing high forces without detaching from the tree.

10 Vielfältige Verbundwerkstoffe lassen sich aus dem Myzel von *Fomes fomentarius* und Restströmen aus der Land- und Forstwirtschaft herstellen. Diese Komposite können auch mit Materialien aus der Bauindustrie wie recykliertem Beton und Glas, aber auch mit Lehm kombiniert werden (↗). Diese und weitere pilzbasierte Materialien wurden im MY-CO PLACE ausgestellt (↘).

A wide range of composite materials can be made from *Fomes fomentarius* mycelium and agricultural and forestry residual streams. These can also be combined with materials from the construction industry, such as recycled concrete, and glass, and clay (↗). These and other fungal-based materials were exhibited at MY-CO PLACE (↘).



10





**Pilze als symbolische  
und aktive Materialagenten**

**Fungi as symbolic  
and active material agents**

# Experimentelle Philosophie der Pilze

Die Bestimmung der Rolle des Menschen und die Erforschung seiner Wissens- und Handlungsformen bilden den klassischen Gegenstand von Geisteswissenschaften und Philosophie im Unterschied zu den Natur- und Materialwissenschaften und deren Analyse der physikalischen und biologischen Grundlagen der Natur. Demgegenüber soll hier im Zeichen der Pilze eine Herausforderung formuliert werden, die darin liegt, diesen Gegensatz durch eine Perspektivverschiebung aufzulösen und sogar umzukehren. Da das Immaterielle und der Geist nichts ist, was auf den Menschen reduzierbar wäre, wie umgekehrt der Mensch selbst als biologisches Wesen Teil der materiellen Natur ist, erscheint diese Trennung immer weniger sinnvoll.

Insbesondere das menschliche Mikrobiom, das in und mit unserem Körper lebt und aus einer größeren Anzahl an Organismen wie Bakterien und Pilzen besteht als die gesamte Menge aller Körperzellen, wirft die Frage auf, wer hier wen steuert und leitet: Haben wir als

Personen die Herrschaft über diese Organismen in uns, die wie in einem industriellen Komplex für uns arbeiten, oder stellt das Mikrobiom eine Art Demos dar, der weit eher über uns bestimmt? Dieselbe Wende steht im Umgang des Menschen mit der gesamten Biosphäre der Erde an, die nicht länger als bloße materiale Ressource, sondern als neue kollaborative Gemeinschaft verstanden werden muss.

Wichtiger Bestandteil des menschlichen Bioms sind Pilze, die hier im Zentrum der Überlegung stehen und als Organismen eine besonders komplexe terrestrische Existenzform darstellen. Um dem Anthropozentrismus zu entrinnen, werden wir Pilze nicht mehr als Spezies einer natürlichen Umwelt des Menschen verstehen, sondern sie zum Ausgangspunkt für philosophische Fragen nehmen, die traditionellerweise am Menschen selbst und seinen Formen des Wissens ansetzen.

Waren Pilze bisher selten Gegenstand der Betrachtung, wenn es um die Frage nach höher entwickelten

Wolfgang Schäffner

## Experimental philosophy of fungi

Determining the role of humans and researching their forms of knowledge and action can be seen as the classic subject matter of the humanities and philosophy. In contrast to this, the natural and material sciences focus their analysis on the physical and biological foundations of nature. In the light of fungi, however, the challenge is to dissolve and even reverse this contrast by shifting the perspective. Since the immaterial and the spirit are not to be reduced to the human being, just as human beings themselves as a biological species are part of material nature, this separation appears increasingly less reasonable.

The human microbiome in particular lives in and with our body and consists of a larger number of organisms – such as bacteria and fungi – than the total number of all body cells. This raises the question of who controls and directs whom: Do we as persons have dominion

over these organisms within us, working for us as if in an industrial complex, or does the microbiome represent a kind of dems that reigns over us? The same fundamental change is pending in the way humans deal with the entire biosphere of the Earth, which must no longer be understood as a mere material resource, but as a new collaborative community.

Fungi are important components of the human microbiome. As such they are our focus of consideration here and, as organisms, represent a particularly complex terrestrial form of existence. In seeking to escape anthropocentrism, we will no longer understand fungi as species of natural human environment, but take them as starting point for philosophical questions that traditionally focus on humans themselves and their forms of knowledge.

Lebewesen geht, so liegt dies sicher an der fehlenden Empathie mit diesen für den Menschen seltsamen, ja auch oft gefährlichen mikrobiologischen Existenzen. Deshalb ist die Erzeugung einer anderen Erfahrung mit ihnen für die hier verfolgte Nobilitierung als epistemologisches Modell von großer Bedeutung, insbesondere da Pilze sonst im Kontext der industriellen Biotechnologie als biologische Arbeiter ausgebeutet werden. Wenn deutlich wird, dass zum Beispiel die Pilzart *Aspergillus niger* wie der Mensch Melanin als Farbstoff generiert, dann kann durch das damit erzeugbare Farbspektrum eine unerwartete Empathie mit diesen Lebewesen entstehen.<sup>1</sup> Solche Strategien sind wichtige Voraussetzungen für eine breitere, philosophische Beschäftigung mit Pilzen.<sup>2</sup>

Pilze als eine besondere Intelligenzform dienen uns dazu, Fragen der Wahrnehmung, der Interaktion, des Lernens oder des Gedächtnisses – alles Fragen, die im Zentrum philosophischer Überlegungen stehen – in anderer Weise zu stellen. Denn immaterielle, »geistige« Prozesse betrachten wir hier als etwas, das aus aktiven biologischen Materialien entsteht, die wie im Falle der Pilze eine komplexe Organisationsform entwickeln.

Wenn in diesem Sinne geistige Aktivität immer auch materiale Aktivität bedeutet, wird deutlich, dass beide nicht als getrennt, sondern nur als unterschiedliche Stufen der Organisation zu verstehen sind.

Damit zielen wir eher auf eine integrierende Material- und Geisteswissenschaft<sup>3</sup>, die weniger durch Introspektion mentaler Prozesse und Spekulation im Sinne einer klassischen Philosophie des Geistes vorgeht, sondern nach dem Vorbild der Naturwissenschaft durch Experimente sowie eine experiment geleitete spekulative Gestaltung. Die hiermit intendierte experimentelle Philosophie<sup>4</sup> leitet jedoch nicht nur den Blick vom Menschen weg in die Natur der Pilze, sondern sie etabliert im Sinne des menschlichen Mikrobioms auch einen neuen Blick in den Menschen hinein, der nun nicht unbedingt das Gehirn als Zentralorgan des Wissens anvisiert, sondern die Aktionsweise der Pilze, ohne die der menschliche Körper nicht leben könnte. Für uns wird damit der Mensch eher zur Umwelt im symbiontischen System der Pilze.

Mit diesem Fokus auf nicht-menschliche Intelligenz eröffnen wir im Sinne von *Operate with Fungi* eine enge Verschränkung von philosophischer Analyse und



That fungi have rarely been the subject of discussion about higher developed beings is certainly due to the lack of empathy with these strange and often dangerous microbiological existences for humans. This is why the creation of a different experience with them is of great importance for their nobilitisation as an epistemological model, especially since fungi are otherwise exploited as biological workers in the context of industrial biotechnology. If it becomes clear, for example, that the fungus species *Aspergillus niger* produces melanin as a dye, just like humans, then an unexpected empathy with these creatures could arise from the colour spectrum generated with it.<sup>1</sup> Such strategies are important prerequisites for a broader, philosophical engagement with fungi.<sup>2</sup>

Fungi as a special form of intelligence serve us to pose questions of perception, interaction, learning, or memory – all questions that are at the centre of philosophical considerations – in a different way. We consider immaterial, »mental« processes as something arising

from active biological materials that develop, like fungi, a complex form of organisation. If, in this sense, mental activity always means material activity, both are not to be understood as separate, but only as different stages of organisation.

We are thus aiming more at an integrating *Material and Geist Science*,<sup>3</sup> which proceeds less through introspection of mental processes and speculation – as it is the case in classical philosophy of mind – but rather, following the example of natural science, through experiments and experiment-led speculative design. However, the experimental philosophy intended here not only directs the view away from the human being into the nature of fungi, but also establishes a new view into the human being in terms of the human microbiome. We now do not necessarily focus on the brain as the central organ of knowledge, but on the activity of fungi, without which the human body could not live. As a result, humans become more like the environment within the symbiotic system of fungi.

biologischer Forschung, die hier als Modell einer *experimentellen Philosophie* skizziert werden soll. Die Idee einer experimentellen Philosophie stammt schon aus dem 17. Jahrhundert: Hier ging es im Feld der *Natural Philosophy*, einem Bereich, in dem Physik, Biologie und Philosophie noch nicht im heutigen disziplinären Sinne getrennt waren, um empirische Methoden mit neuen Instrumenten im Gegensatz zur spekulativen Philosophie, die sich auf die Bestimmung von Wahrheiten konzentrierte. Diese vor allem in England entwickelte Unterscheidung von Experiment und Spekulation war grundlegend für die Arbeiten von Forschenden wie Robert Hooke oder Isaac Newton. Für Hooke bildet die experimentelle Philosophie die Basis in seinem Werk *Micrographia, or, Some Physiological Descriptions of Minute Bodies Made by Magnifying Glasses with Observations and Inquiries Thereupon* von 1665, in dem er die Welt der Dinge unter das Mikroskop legte und damit bis dahin völlig unsichtbare Sachverhalte zeigen konnte (→ Abb. 1). Warum Hooke hier zu erwähnen ist, liegt darin, dass er auch Pilze zum Gegenstand seiner »experimental Philosophy« macht,<sup>5</sup> die seit dem frühen 17. Jahrhundert ein vermehrtes Interesse der Naturforschenden,

insbesondere an Giftpilzen, darstellten.<sup>6</sup> Bei Hooke erscheinen Pilze auch als eigentümliche irritierende Begleiter der Forschenden, da sie auch auf den ledernen Einbänden von Büchern als Schimmel wachsen und diese mit Verfall bedrohen.

Doch dieser Schimmel eröffnet unter dem Mikroskop eine extrem reiche Formenwelt, die Fragen der Morphogenese ähnlich den Schwämmen in der Art von »water mushroom [sic]« aufwirft, oder sogar analog den Tropfsteinen, die Hooke als umgekehrte, nach unten wachsende und den Pilzen vergleichbare Formen versteht. Hooke ging es bei der Analyse der eigentümlichen Formen der Pilze vor allem darum, dass es bei diesen Phänomenen der Morphogenese keine »andere als eine rein mechanische Ursache«<sup>7</sup> gibt. Pilze wurden dabei noch als besondere Pflanzen verstanden.<sup>8</sup>

Für eine gegenwärtige Philosophie bedeutet die Verschiebung von einer spekulativen zu einer experimentellen Methode eine enge Verbindung mit der biologischen und materialwissenschaftlichen Pilzforschung, während diese wiederum einen neuen Fokus auf epistemologisch relevante Sachverhalte erhält. Mit dieser Verbindung sollen Entstehungsformen von Selbst-



With this focus on non-human intelligence, we open up a close interweaving of philosophical analysis and biological research in the sense of *Operate with Fungi*, which will be outlined here as a model of experimental philosophy. The idea of »experimental philosophy« dates back to the 17th century. In the field of natural philosophy, an area in which physics, biology, and philosophy were not yet separated in today's disciplinary sense, the focus was on empirical methods based on new instruments in contrast to speculative philosophy concentrated on the determination of truths. This distinction between experiment and speculation – developed primarily in England – was fundamental to the work of researchers such as Robert Hooke and Isaac Newton.

For Hooke, experimental philosophy provides the basis for his work *Micrographia, or, Some Physiological Descriptions of Minute Bodies Made by Magnifying Glasses with Observations and Inquiries Thereupon* (1665), in which he put the world of things under the microscope and was thus able to show hitherto completely

invisible phenomena (→ Fig. 1). The reason why Hooke should be mentioned here is that he also made fungi the subject of his experimental philosophy, which, particularly as poisonous fungi, had attracted increased interest among natural scientists since the early 17th century.<sup>4</sup> In Hooke's work, fungi also appear as peculiarly irritating companions of the researchers, as they also grow as mould on the leather covers of books, threatening them with decay.

But under the microscope this mould opens up an extremely rich world of forms that raises questions of morphogenesis similar to the sponges in the manner of »water mushroom [sic]« or even comparable to the stalactites, which Hooke understands as inverted downward-growing mushroom-like forms.<sup>5</sup> Hooke's main concern in analysing the peculiar forms of fungi was to prove that there existed not »any other concurrent cause then such as is purely Mechanical«<sup>6</sup> for all these phenomena of morphogenesis. Mushrooms were still seen as special plants.<sup>7</sup>

verhältnissen verfolgt werden,<sup>9</sup> die als responsive und adaptive Prozesse die Materialien selbst entwickeln und aus deren verschachtelten Hierarchien komplexere höhere Aktionsformen entstehen. Der Neurowissenschaftler Terrence Deacon hat entlang derartiger Konstellationen den Prozess, wie Geist aus der Materie entstand, als stufenartige Abfolge entfaltet, wobei sich unterschiedliche Niveaus der Selbstorganisation miteinander verbunden und dabei über Jahrtausende auf dem Planeten Erde biologisches Leben und schließlich mentale Prozesse möglich wurden.<sup>10</sup>

Komplexe Selbstverhältnisse emergieren aus einfacheren Formen und Prozessen und deren beständiger Verschränkung. Wenn Deacon diese Stufen einer Emergenz vorführt, so handelt es sich dabei, trotz aller Referenzen auf physikalische und biologische Sachverhalte, jedoch um einen spekulativen Entwurf. Diesem Defizit kann unsere Myko- oder Pilzphilosophie insoweit begegnen, wie sie Pilze als Modellspezies für elementare epistemologische Prozesse in experimenteller Weise entwickelt.<sup>11</sup>

Ein Pilz bildet ein sehr komplexes Selbst oder »Subjekt«, das sich aus mindestens drei wesentlichen

Komponenten zusammensetzt, die auch als operative Dimensionen bezeichnet werden könnten: erstens dem *Myzel*, das ein zum Teil extrem großes unterirdisches Netzwerk von Hyphen darstellt, das eine nicht zentrale, sondern distribuiert prozessierende Netz-Ein-/Vielheit entfaltet. Zweitens den oberirdisch sichtbaren *Fruchtkörpern*, die als Pilze im engeren Sinne eine sehr kurze Lebensdauer haben. Und drittens den *Sporen*, die in riesigen Mengen von Hyphen und Fruchtkörpern produziert und verteilt werden. Diese drei Komponenten sind zudem nicht als isolierter multipler Organismus zu verstehen, sondern als offenes System, das in sein Netzwerk andere Organismen in symbiontischer Weise integriert. Im menschlichen Biom ist auch der Mensch selbst Teil dieses Netzwerkes; im Falle von Flechten bilden Pilze mit Algen und Bakterien eine Art integrierter Spezies, bei Bäumen wiederum konfigurieren die Pilze mit den Wurzeln ein subterrantes Gefüge, das essenziellen Charakter für deren Lebensfähigkeit besitzt.

Diese komplex verzweigte und multiple Existenz von Pilzen liefert ein paradigmatisches Modell für eine Struktur einer verschachtelten und verzweigten Hierarchie von Organisationsformen. Wie weit hier die



For contemporary philosophy, the shift from a speculative to an experimental method means a close connection with biological and material research of fungi, whereas the latter in turn receives a new focus on epistemologically relevant issues. This connection is intended to trace the forms of emergence of selves and self-relationships as responsive and adaptive processes that develop the materials themselves.<sup>8</sup> From their nested hierarchies more complex higher forms of activity emerge. The neuroscientist Terrence Deacon has explored the question of how mind emerged from matter along such constellations as a step-like process that connects different levels of self-organisation.<sup>9</sup> Over thousands of years, these emerging properties have made biological life and ultimately mental processes possible on planet Earth.

Complex self-relations or selves emerge from the forms of simpler processes and their entanglement. When Deacon constellates these stages of emergence, it is a speculative design, despite all references to physical

and biological facts. Our myco- or mushroom philosophy can counter this deficit to the extent that it develops fungi as model species for elementary epistemological processes in an experimental manner.<sup>10</sup>

A fungus constitutes a very complex self or »subject«, which is composed of at least three essential components which could also be described as operative dimensions: firstly, the *mycelium*, which is an underground network of hyphae, sometimes extremely large, that unfolds a network unity/multiplicity that is not centralised but a distributed process. Secondly, the above-ground visible *fruiting bodies*, which as mushrooms have a very short lifespan. And thirdly, the *spores*, which are produced and distributed in huge quantities by hyphae and fruiting bodies. Moreover, these three components are not to be understood as an isolated multiple organism, but as an open system that integrates other organisms into its symbiotic network. In the human microbiome, humans themselves also form part of this network; in the case of lichens, fungi form a kind of integrated species with

Fig: 1



Fig: 2



1

materiale Aktivität führt und welche Grade der Selbstverhältnisse und Intelligenz sich dabei entfalten, ist viel schwerer zu bestimmen als im Falle der weit anthropomorpheren Säugetiere. Insbesondere handelt es sich bei Pilzen um das möglicherweise komplexeste rhizomatische Agieren, das die französischen Philosophen Gilles Deleuze und Félix Guattari im 20. Jahrhundert als besondere Intelligenzform skizziert haben, ohne dabei jedoch auf Pilze zu verweisen.<sup>12</sup> Die Untersuchung solcher rhizomatischer »Subjekte« entdeckt vielfältige Wachstums- und Orientierungsprozesse, multiple Handlungsformen sowie Gedächtnis- und Lernprozesse. Besonders wichtig sind hier auch das Reagieren und Adaptieren an die Umwelt sowie die mannigfachen Formen der Koproduktion in Form von komplexen symbiotischen Netzwerken. Daraus ergibt sich im Sinne von *Operate with Fungi* ein zukunftsweisendes Programm, für das Pilze nicht Gegenstand einer Naturphilosophie sind, sondern zu Protagonisten einer philosophischen Analyse von komplexen Wissens- und Handlungsformen werden, in die der Mensch nur als eine unter vielen Komponenten eingebunden ist. Oder, um es im Sinne der Berliner Philosophie des

Geistes von Hegel zu formulieren: Eine zukünftige Phänomenologie des Geistes wird nicht mehr ohne Pilze auskommen.



algae and bacteria, whereas in the case of trees, the fungi configure a subterranean structure with the roots essential for the trees' livability.

This complex multiple existence of fungi provides a paradigmatic model for a structure of a nested and branched hierarchy of organisational forms. How far the material activity goes here and what degrees of self and intelligence unfold in the process is far more difficult to determine than in the case of the widely more anthropomorphic mammals. In particular, fungi are possibly the most complex rhizomatic activity that the French philosophers Gilles Deleuze and Félix Guattari outlined as a special form of intelligence, however without referring to fungi.<sup>11</sup> The exploration of such rhizomatic »subjects« reveals divers processes of growth and orientation, multiple forms of action as well as memory and learning processes. Of particular importance here are the reaction and adaptation to the environment as well as the manifold forms of co-production in the form of complex symbiotic networks. This results in a

pioneering programme of *Operate with Fungi*, for which fungi are not the subject of a natural philosophy, but rather become protagonists of a philosophical analysis of complex forms of knowledge and action, in which humans are only one of many components. Or, to put it in terms of Hegel's Berlin philosophy of mind: A future phenomenology of the spirit will no longer be possible without fungi.

<sup>1</sup> Robert Hooke, *Mikroskopische Ansicht von Blättern und Schimmelpilzen*, ca. 1665 (Schema XII aus *Micrographia*)

Robert Hooke, *Microscopic view of leaves and molds*, c. 1665 (Schema XII from *Micrographia*)

# Myko.Plektonik

## Verflechtung der biologischen und gebauten Umwelt

Unser Designforschungsprojekt Myko.Plektonik startete im Oktober 2021 am Berliner Exzellenzcluster *Matters of Activity* und läuft seitdem in Kooperation mit Vera Meyer und Bertram Schmidt vom Fachgebiet Angewandte und Molekulare Mikrobiologie der Technischen Universität Berlin und dem Sächsischen Textilforschungsinstitut in Chemnitz. Ziel ist es, Wissen über das Myzelwachstum von filamentösen Pilzen mit architektonischen Anwendungen und städtebaulichen Maßstäben zu verknüpfen. Konkret untersuchen wir das Myzelwachstum im Zusammenwirken mit dem zuvor von Natalija Miodragović, Nelli Singer und Daniel Suarez entwickelten Materialsystem »PLEKTONIK Structural Textile«, welches faserbasierte Techniken aus der Korb- und Textilindustrie nutzt.<sup>1</sup> Dieses System ermöglicht die Gestaltung komplexer Oberflächen, die mit verschiedenen Schlingengrößen und Materialien mit unterschiedlichen elastischen Eigenschaften pro-

grammiert werden können. Aus architektonischer Sicht sind strukturelle Textilien, die räumliche Elemente bilden, von Interesse, da sie als Gerüste für das Wachstum oder als Verstärkungen für die additive Fertigung mit Beton oder Lehm verwendet werden können.

Filamente und Fasern gehören zu den häufigsten Organisationsprinzipien in der Natur, und ihre Verwendung zur Gestaltung großflächiger textiler Strukturen eröffnet die Möglichkeit einer wechselseitigen Beziehung zwischen gebauter und biologischer Umwelt. Das Potenzial von Baustoffen, von lebenden Organismen besiedelt zu werden, die sogenannte Biorezeptivität<sup>2</sup>, wurde erstmals 1995 beschrieben. In unserer Arbeit ist die Biorezeptivität von Pilzen das wichtigste Designkriterium für die Entwicklung von endlosen Hybrid-Holzgarne für die industrielle Montage. Einer der Beweggründe, mit Pilzen im Zusammenhang mit Architekturtextilien zu arbeiten, war der Wunsch, das Myzel-

Natalija Miodragović, Dimitra Almpanti-Lekka

# Myko.Plektonik

## Intertwining the biological and the built environment

Our design research project Myko.Plektonik started in October 2021 at the Berlin Cluster of Excellence *Matters of Activity* and runs since then in collaboration with Vera Meyer and Bertram Schmidt from the Department of Applied and Molecular Microbiology at the Technische Universität Berlin and the Saxonian Textile Research Institute in Chemnitz. It aims to bridge the knowledge on mycelial growth of filamentous fungi with architectural applications and urban-tectonic scales. Specifically, we investigate mycelial growth in synergy with the »PLEKTONIK Structural Textile« material system that has been previously developed by Natalija Miodragović, Nelli Singer and Daniel Suarez and employs fibre-based techniques from basketry and the textile industry<sup>1</sup>. This system allows to design com-

plex surfaces which can be programmed with different loop sizes and materials with varying elastic properties. From an architectural perspective, structural textiles that form spatial elements are of interest because they can be used as scaffolds for growth or as reinforcements for additive manufacturing with concrete or clay.

Filaments and fibres are among the most frequent organising principles in nature and their use for designing large-scale textile structures opens the possibility for an interdependent relationship between the built and the biological environment. The potential of construction materials to be colonised by living organisms, known as bioreceptivity<sup>2</sup>, was first described in 1995. In our work, fungal bioreceptivity is the main design criteria for developing continuous hybrid wooden yarns

wachstum selbst zu verstehen und Informationen über das Material, auf dem es wächst, zu erhalten. Während der Begriff der Biorezeptivität ursprünglich für mineralische Materialien verwendet wurde, konzentrierten wir uns auf einheimische pflanzliche Materialien: Weidenzweige wegen ihrer Stabilität und Formbarkeit sowie Pflanzenfasern wie Hanf und Flachswolle wegen ihrer Elastizität und Myko-Rezeptivität als Füllstoffe. Zusätzlich haben wir den Zunderschwamm *Fomes fomentarius* aus der Stammsammlung der TU Berlin verwendet, den wir wegen seines voluminösen und luftigen Myzelwachstums<sup>3</sup> und seiner wärmedämmenden und feuchtigkeitsregulierenden Eigenschaften für unsere Arbeit auswählten. Wir konnten beobachten, dass sein Myzel eine dicke Hüllschicht bildet, die die Strukturtextilien verbindet und stabilisiert, da es die Hohlräume zwischen den Fugen und den Fasern auszufüllen vermag. Trotz dieser Stabilisierung wird jedoch eine Durchlässigkeit ermöglicht, sodass wir vermuten, dass das Myzel das Raumklima verbessern kann. Da Weidenzweige verformbar sind und einen geringen Durchmesser haben, können so in der Architektur mit jungem, ein- bis dreijährigem Holz neuen Wege gegangen werden. Unsere

Forschung konzentriert sich jedoch nicht nur auf neue hybride Biomaterialsysteme, sondern auch darauf, wie unsere Gesellschaft unabhängiger von der Ressource Wald werden kann. Wir glauben, dass Verfall, Beschädigung und Vergänglichkeit als Katalysatoren und Triebkräfte für kreative Prozesse und Wachstum betrachtet werden sollten und bedeutende soziale und ökologische Auswirkungen haben können.

Unser Projekt begann mit einer Reihe von Screening-Experimenten, um die Bedürfnisse des Pilzes und seine optimalen Wachstumsbedingungen zu verstehen und die Entwicklung des Zunderschwamms in verschiedenen Morphologien, Dichten und Selbstorganisationsmustern zu untersuchen, die für das architektonische Design wertvoll sind (→ Abb. 1, 21, 2). Die anfänglichen »Wachstumsunregelmäßigkeiten« und vielfältigen Muster wären aus rein technischer Perspektive ein Misserfolg, lieferten uns jedoch wichtige Erkenntnisse, die wir für die Entwicklung unserer wachstumsbasierten Designmethode benötigten (→ Abb. 2 \). Dieser Ansatz ermöglichte es uns, Pilze als Organismen zu betrachten, deren Aktivitäten die Beziehung zwischen Designer\_in, Material und gestaltetem Objekt bereichern und



for industrial assembling. One of the motivations for working with fungi in the architectural textile context was the desire to understand mycelial growth itself and to let it reveal information about the material it grows on. While the term bioreceptivity was initially used for mineral materials, we focus on local plant-based materials: willow twigs for stability and formability, and plant fibres as fillers in the form of hemp and flax wool for their elasticity and myco-receptivity, sheathed together. We also used the tinder fungus *Fomes fomentarius* from the TU Berlin strain collection and selected it for our work because it expresses voluminous and aerated mycelial growth, provides thermal insulation and humidity regulation<sup>3</sup>. We could observe that its mycelium forms a deep coating and binds and stabilises the structural textiles through filling the voids between the joints and the fibres. Despite this stabilisation, however, the structure is permeable, leading us to presume that it could improve the indoor climate. The flexibility of small-diameter willow twigs opens up new possibilities

for architecture with young, one to three years old wood. Our research explores not only new hybrid biomaterial systems but also how our society can become less dependent on forests as a resource.

We believe that decay, damage, and transience should be viewed as catalysts and drivers for creative processes and growth and are fundamental to create societal and ecological impact. Our project started with a series of screening experiments to understand the needs and optimal growth conditions for the fungus, as well as to explore the organism's unfolding of various morphologies, densities, and self-organisation patterns that are valuable for architectural design (→ Fig. 1, 21, 2). The initial »growth inconsistencies« and diversified patterns could be perceived as failures from a technical perspective, but they produced the knowledge needed to develop our method of growth-based design (→ Fig. 2 \). This approach allowed us to perceive fungi as organisms whose activities can enrich and transform the relationship between the designer, the material, and the designed



1 *Fomes fomentarius* und Industriehanfwole werden im Labor miteinander kombiniert.  
Die starken holzigen Hanffasern fördern ein reiches, voluminöses Wachstum des Pilzmyzels.

*Fomes fomentarius* and industrial hemp wool are combined with each other in the laboratory.  
The strong woody hemp fibers foster rich voluminous growth of the fungus.

verändern können. Wir sind überzeugt, dass ein solcher Perspektivwechsel neue Beziehungen zwischen Labor, Industrie, Landschaft, Architekt\_innen, Pflanzen und Mikroorganismen ermöglichen kann. Deshalb vernetzen wir verschiedene Akteur\_innen, Methoden und Prozesse und entwerfen unsere Modelle und Experimente im Sinne eines *Critical Prototyping*<sup>4</sup>. Unsere auf experimenteller und architektonischer Ebene entwickelten immersiven Prototypen ermöglichen eine »Selbstreflexion für Veränderungswillige«, eine neue Materialkultur mit Fokus auf Bewusstsein und Achtsamkeit. Wir sind überzeugt, dass die Praxis des Ausstellens auch Teil der Forschung ist. Daher wurden Prototypen (→ Abb.3) von Myko.Plektonik auf der jährlichen Kunstausstellung des Fachgebiets Angewandte und Molekulare Mikrobiologie der TU Berlin gezeigt, im Futurium in Berlin sowie im Ausstellungsraum Activarium des Exzellenzclusters *Matters of Activity*. Hier wurde unsere Arbeit für eine ARTE-Dokumentation über nachhaltiges Design (→ s.147) gefilmt.



object. This shift in perspective cultivates new relationships among laboratories, industries, landscapes, architects, plants, and microorganisms. By bridging different actors, methods, and processes, the developed models and experiments take the form of *Critical Prototyping*<sup>4</sup>. The developed immersive prototypes on an experiential, architectural scale (→ Fig.3) allow for »self-reflection for the one desirous of change« and for a new culture of material, with the focus on awareness and care. Therefore, the practice of exhibiting is part of the research. Myko.Plektonik prototypes have been showcased at the annual exhibition of the Department of Applied and Molecular Microbiology at TU Berlin, the Museum Futurium in Berlin, and the Activarium showroom of the Cluster of Excellence *Matters of Activity*. Here, our work has been filmed for an ARTE documentary on sustainable design (→ p.147).



2 Petrischalen gefüllt mit Weiden- oder Rattanzweigen, auf denen Pilze wie *Fomes fomentarius* wachsen (1) (✓). Misslungene Experimente gewähren dabei oft einen höheren Erkenntnisgewinn als unmittelbar erfolgreiche Versuche (✗). Unbeabsichtigte mikrobielle Kontaminationen (hier erkennbar an den schwarzen Punkten und der schleimigen Schicht) können dazu beitragen, die Prozessbedingungen zu optimieren oder den Weg für neue Ideen zu eröffnen. Die einzigartige Form des kontaminierten Stücks erlaubt es sogar, sich architektonische Strukturen in größerem Maßstab vorzustellen.

Petri dishes filled with willow or rattan twigs on which fungi such as *Fomes fomentarius* grow (1) (✓). Failed experiments often yield more knowledge than those that are immediately successful (✗). Unintentional microbial contamination (of which the black dots and the slimy layer are an indication here) can help to optimise process conditions or open the way to new ideas. The unique shape of the contaminated piece even makes it possible to imagine architectural structures on a larger scale.

Pilze als symbolische und aktive Materialagenten



Fungi as symbolic and active material agents





**3** Aus Zweigen gefertigte Holzstrukturgarne, die sich zu Schlingengeweben formen lassen (1), werden von Pilzen besiedelt (✓). – Ein Modell zukünftiger Siedlungen, in denen Gebäude aus textilen Strukturen bestehen, die von Pilzmyzel verdichtet und stabilisiert werden?

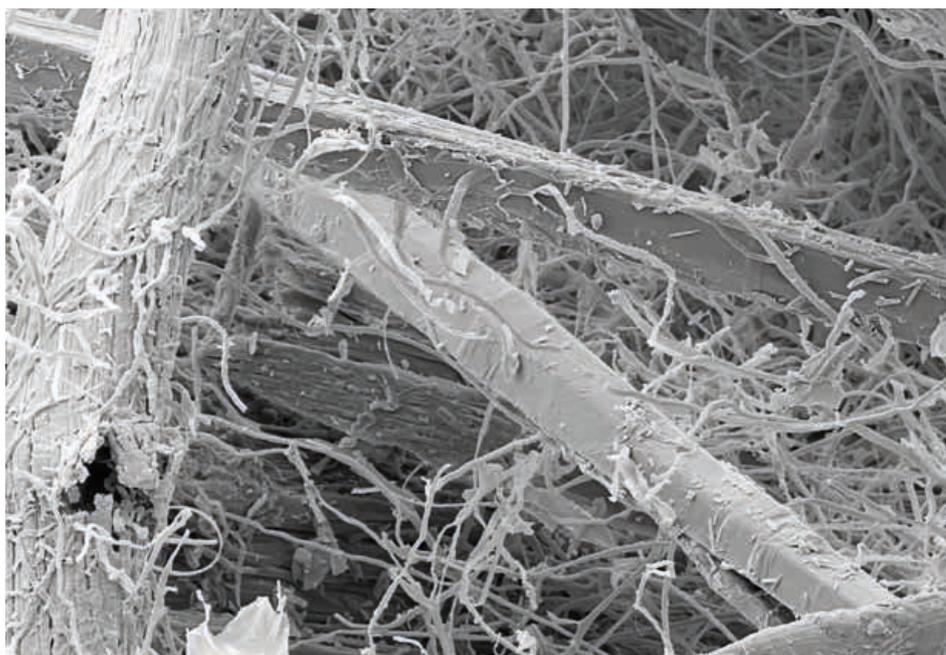
Structural wooden yarns made from twigs can be formed into loop fabric (1) which is then colonised by fungi (✓). – A model for future settlements where buildings consist of textile structures that are compacted and stabilised by fungal mycelium?





4 Myko.Plektonik-Strukturelement aus hybriden Holzgarnen und Myzel von *Fomes fomentarius* (1). Die gewirkten Elemente werden von Natalija Miodragović (links) und Dimitra Almpanti-Lekka (rechts) zu komplexen Geometrien wie Säulen oder kontinuierlichen, wellenförmigen, wandartigen Flächen zusammengesetzt (1).

Myko.Plektonik structural element made from hybrid wooden yarns and mycelium of *Fomes fomentarius* (1). The warp-knitted elements become assembled by Natalija Miodragović (left) and Dimitra Almpanti-Lekka (right) to complex geometries like columns or continuous undulating wall-like surfaces (1).



5 Die faserartigen Hyphen des Myzels, die auf den viel größeren Hanffasern (der unbehandelten gedrehten Garne) wachsen, sind im 500-fach vergrößerten Querschnitt (I) und in der 750-fach vergrößerten Längsansicht (II) zu sehen.

The fibre-like hyphae of the mycelium growing on the much larger hemp fibres (of the untreated twisted yarns) can be seen in the cross-section (I) magnified 500 times and in the longitudinal view (II) magnified 750 times.



**Arbeiten im Spannungsfeld  
von Wissenschaft, Kunst und  
Gesellschaft**

**Working in the field of  
tension between science, art,  
and society**

# Grenzüberschreitungen und Verbindungen

Vom 30. September 2023 bis zum 7. Januar 2024 war im Stockholmer Nobelpreismuseum die Ausstellung *Fungi – In Art and Science* zu sehen.<sup>1</sup> Dafür wurde eine Allianz aus Wissenschaftler\_innen, Künstler\_innen und Designer\_innen zusammengeführt, die alle vermeintlichen Gräben zwischen den Disziplinen, zwischen Forscher\_innen und Kreativen überwand. Die Ausstellung ist der Ausgangspunkt, um aktuell über Grenzüberschreitungen und Verbindungen in der Arbeit mit Pilzen zu berichten.

## Die Ausstellung in Stockholm

Vom Eingang des Museums aus leitet eine bewegliche Galerie aus Nobelpreisträger\_innen den Besucher ins Innere des Gebäudes. Die Porträts der geehrten Persönlichkeiten fahren raschelnd, ruckelnd auf einem Schienensystem an der Decke in den hinteren Raum und kehren in einer Schleife wieder um. Dort, wo die Bilder wenden, empfängt eine große Tafel die Besucher\_innen

in der Ausstellung *Fungi – In Art and Science*, die sich links und rechts davon zwischen alten Säulen erstreckt. Der Raum wird an den Stirnseiten von zwei auffälligen Polen begrenzt: der eine Popsängerin Björks giftgrünes Showkleid, der andere eine wandhohe Video-Projektion, die einen rotierenden Baum zeigt (→ Abb. 1).

Die Kuratoren des Nobelpreismuseums haben in dem historischen Gebäude ein hochaktuelles Mosaik aus Bezügen zum Thema Pilz geschaffen. Wie ein auf- und abwiegender Boden mäandert die vielfach gegliederte Ausstellungsfläche aus hellem Holz; die Ebenen mit ihren unterschiedlichen Höhen geben dem Raum einen Rhythmus. Stetig wechseln Exponate aus Design, Kunst und Wissenschaft, es gibt Einblicke in die Natur der Lebensform Pilz, die weder Pflanze noch Tier ist. Materialproben liegen aus, Monitore zeigen Pilzwachstum oder kurze Videos, in denen Wissenschaftler\_innen Grundbegriffe aus der Pilzforschung erklären. Davor stehen Bänke, viele Besucher\_innen bleiben lange dort

Martin Weinhold

## Border crossings and connections

Abridged reprint

From 30th September 2023 to 7th January 2024 the Nobel Prize Museum in Stockholm presented the show *Fungi – In Art and Science*.<sup>1</sup> For the exhibition an alliance of scientists, artists, and designers was brought together that overcame all the alleged borders between the disciplines, between the scientific and the creative world. This special exhibition is the starting point to take on a tour where it is about crossing borders and growing connections when working with fungi.

### The exhibition in Stockholm

An image gallery of Nobel laureates is guiding the visitor from the museum's entrance towards the building's interior. The portraits of honoured men and women move slowly and by jerks along a track system on the ceiling towards the rear room and turn there in an infinite loop.

At their turning point, a presentation board welcomes the visitor to the exhibition. From there the show expands symmetrically into a space between old columns. The face sides catch the visitor's eye quickly with a stage costume once worn by pop artist Björk glowing in shiny green on one side and a tall video installation with a rotating tree trunk on the other (→ Fig. 1).

The Nobel Prize Museum created a highly topical mosaic of fungi references placed in a dignified historical building. The manifold structured exhibition ground is made of bright wood. With its various levels and surfaces, it gives the room an organic rhythm. Exhibits from the realms of art, science, and design change constantly, convey knowledge about the species fungi, which is neither plant nor animal. Material samples are on display, screens show the growth of fungi or present

sitzen, hören fasziniert zu. Die Ausstellung führt durch einen Wald der Entdeckungen von Thema zu Thema. Durch die spielerischen Übergänge der Exponate aus verschiedenen Gebieten wird erfahrbar, dass wir ein miteinander verbundenes Ganzes betrachten.

### Ein Kurator entdeckt die Pilze

Karl-Johan Cottman ist Kurator am Nobelpreismuseum. Wir treffen uns für das Interview in der historischen Stockholmer Altstadt. Vor dem Haupteingang des Museums steht ein Bilderbuch-Weihnachtsmarkt, auf dem Platz drängen sich die Tourist\_innen im sacht fallenden Schnee. Es ist Montag, das Museum geschlossen, und trotzdem herrscht Geschäftigkeit im Inneren des Gebäudes. Schulklassen werden durch die Ausstellung geführt, Wartungsarbeiten und kleinere Reparaturen finden statt, der Hausmeister wechselt Glühlampen. Am Wochenende davor war die Ausstellung wieder voll von morgens bis abends.

Seit November 2022 gehört Karl-Johan Cottman zum Kurationsteam des Nobelpreismuseums. In seinem ersten Jahr hat er, zusammen mit seinem Kollegen Magnus af Petersens, die Ausstellung über die Welt der Pilze ge-

schaffen. Wie kamen sie auf das Thema? Karl-Johan Cottman beschreibt, dass die Entscheidung intuitiv, aus einem gemeinsamen Bauchgefühl heraus entstand. Alle im Team hatten den Eindruck, dass Pilze mit zunehmender Aufmerksamkeit betrachtet würden und es somit auch verdienten, im Rampenlicht zu stehen. »In der Kunst, im Design, in der Mode, der Medizin, der Biotechnologie – in sehr vielen Bereichen entdeckten wir Menschen und Kollektive, die gegenwärtig mit Pilzen arbeiten. Ganz offensichtlich war da ein Trend zu erkennen. Das ließ uns aufmerken. Pilze schienen außerdem eine gute Wahl für einen interdisziplinären Ansatz zu sein – und dafür steht das Nobelpreismuseum mit seinem Themenspektrum von der Chemie bis zur Weltliteratur ja in ganz besonderer Weise. Diese ursprüngliche Begeisterung für das Thema haben wir dann in eine Ausstellung übersetzt.« Das Konzept war zu Beginn auf eine kleinere und thematisch begrenzte Darstellung zugeschnitten. Karl-Johan Cottman erinnert sich, wie er anfänglich dachte, »das kann jetzt auch nicht so viel sein über Pilze«. Er schüttelt lachend den Kopf: »Im Nachhinein denke ich, es hätte uns klar sein müssen, wie komplex das Ganze ist. Wenn es darum ginge, eine Ausstellung



short videos in which scientists explain basic concepts of fungal research. Benches are placed in front of the monitors; many visitors remain there sitting for a long time, listening mesmerised. The exhibition feels like a hike, taking you from subject to subject, guiding you through a forest of discoveries. Through playful transitions the show easily connects exhibits from different fields thus helping us to understand that we are looking at an interconnected whole.

### The curator intrigued by fungi

Karl-Johan Cottman works as a curator at the Nobel Prize Museum. For the interview we meet in the museum's beautiful building in the old town of Stockholm. Light snow is falling, the Christmas market attracts crowds of tourists in front of the main entrance. It's Monday, the museum is closed, but it's busy inside nonetheless. School classes are led through the exhibition, maintenance people take care of minor repairs or replace blown light bulbs.

In November 2022 Karl-Johan Cottman had joined the museum's team. It was in his very first year that he got involved in curating a show about the world of fungi together with his colleague Magnus af Petersens. Why did they choose to exhibit fungi? Karl-Johan Cottman explains that the decision was made intuitively, based on a shared gut feeling. Everyone in the team had the impression that fungi attract more and more attention and therefore deserved to be in the spotlight. »We saw examples in a lot of different fields, like art, design, fashion, medicine, biotechnology, and so on, where a lot of people are now working with fungi. This is what we got intrigued by. Fungi also seemed to be a good match for a cross-disciplinary approach, which is at the core of the Nobel Prize Museum with its special mix ranking from chemistry to literature. And we were then translating this initial amazement into an exhibition.« At first the concept was designed for a rather small and focused show. Karl-Johan Cottman remembers how in the very beginning he thought »There can't be that much about

über Tiere zu machen, wüsste jede\_r, was das für ein riesiges Thema ist. Aber für das Reich der Pilze mussten wir uns das erst einmal vergegenwärtigen.«

Anfangspunkt für die Ausstellungsexponate war das *Fermenting Futures Project* von Anna Dumitriu und Alex May. Das Duo benutzt für seine Kunstwerke die CRISPR/Cas9-Technik, um Hefepilze zu modifizieren. CRISPR/Cas9 wird in der Gentechnik verwendet, um gezielt DNA verändern zu können. Für die Entdeckung dieser bahnbrechenden Methode wurde 2020 der Nobelpreis für Chemie an die Wissenschaftlerinnen Emmanuelle Charpentier und Jennifer Doudna vergeben. Somit gab es eine perfekte Verbindung zwischen den Künstler\_innen und ihrer Arbeitsweise und dem Stockholmer Nobelpreismuseum.

Das Netz der Kontakte für die Ausstellung wuchs schnell. Karl-Johan Cottman nannte es ihr »wachsendes Myzel der Pilzbegeisterten«. Bereits im Februar 2023 war klar: Das wird keine kleine Ausstellung. Das Spektrum zeigte sich bereits viel größer, als sie es erwartet hatten. Als Phil Ross im Frühjahr 2023 von den beiden Kuratoren angesprochen wurde, änderte das wiederum die Ideen, die das Team des Museums ursprünglich für

die Präsentation seines Ausstellungsbeitrags hatte. Phil Ross wollte einen experimentelleren Weg in der Präsentation gehen und auf jeden Fall Vera Meyer mit in das Projekt einbeziehen. Zusammen schlugen sie vor, einen laufenden Bioreaktor zu zeigen. Karl-Johan Cottman wusste zu diesem Zeitpunkt nicht, was das überhaupt ist. Das erste gemeinsame Treffen fand im Juni 2023 an der TU Berlin statt, als sie zusammen die Labore des Fachgebiets Molekulare und Angewandte Mikrobiologie besuchten. Hier sah Karl-Johan Cottman zum ersten Mal einen Bioreaktor und war fasziniert. Phil Ross und Vera Meyer schlugen vor, mehr vom eigentlichen Prozess zu zeigen, und die Kuratoren waren begeistert: »Magnus und ich fanden es sehr gut, die Biotechnologie in den Mittelpunkt zu rücken und nicht nur ihre Ergebnisse auszustellen. Zu zeigen, was normalerweise hinter Labortüren verborgen ist – das hat uns sofort gefallen. Wir wollten die Komplexität der Prozesse vermitteln und den dazugehörigen wissenschaftlichen Hintergrund, statt nur das fertige Produkt wie in einer Designshow zu präsentieren.«

Das Design für die Ausstellung im historischen Gebäude des Nobelpreismuseums zu entwickeln war nicht



fungi.« Smilingly he adds: »Now, in hindsight, I think it should have been clear that it is such a complex subject-matter. If you were asked to make an exhibition about animals – everybody would know this is huge. But for the fungi kingdom it is something you still have to realise.«

The team's actual starting point for exhibits was the *Fermenting Futures Project*, a series of art pieces done by Anna Dumitriu and Alex May, using the CRISPR-Cas9 technique for modifying yeasts, which are unicellular fungi. Their work had an excellent link to the museum, since in 2020 the Nobel Prize in Chemistry was awarded to Emmanuelle Charpentier and Jennifer Doudna for »discovering one of gene technology's sharpest tools: the CRISPR/Cas9 genetic scissors.«

In February 2023 the network of contacts for the exhibition had grown quickly. Karl-Johan Cottman called it a »growing mycelium of fungi-involved people.« This is also when it became clear that they could no longer think in terms of a small exhibition.

The spectrum was already much larger than they had expected. Phil Ross came into play in the spring of 2023 and envisioned a more experimental take on his presentation than the museum's team originally had in mind. He also suggested to bring in Vera Meyer right away. When the two of them brought up the idea to show a working bioreactor, Karl-Johan Cottmann had to admit that he had no clue what that might be. In June 2023 they all met in Berlin and visited the lab of the Department of Applied and Molecular Microbiology. There Karl-Johan Cottman saw a bioreactor for the first time and was thrilled. Phil Ross and Vera Meyer suggested to reveal more of the actual process, an idea which the curators welcomed: »Magnus and I liked the idea to focus on the biotechnology itself and not just on its outcome. For us it was great to show the process and production which usually is hidden behind lab doors. We wanted to depict the complexity and the scientific background, not just display the finished object like in a design show.«

einfach, da der Raum durch Reihen massiver Säulen unterteilt ist. Die Kuratoren und der Ausstellungsdesigner Birger Lipinski fanden aber eine so fantasievolle wie praktische Lösung, bei der variierende Ebenen an Schautischen den Raum strukturieren (→ Abb. 1). Sie sollen an das Auf und Ab eines Waldbodens erinnern. Auf diesen unterschiedlich hohen Ebenen wurden die Ausstellungsobjekte so platziert, dass sie bei unterschiedlicher Größe dem Auge der Betrachter\_innen doch gleichwertig erscheinen. Als Material für die Ausstellungstische und -tafeln wurde helles Holz gewählt; Holz als eine sehr naheliegende Wahl beim Thema Pilze, so Karl-Johan Cottman.

Eine weitere Metapher im Zusammenhang mit dem Design der Ausstellungsebenen ist das Rhizom. Karl-Johan Cottman beschreibt den Bezug: »Rhizom ist ein Begriff aus der Biologie, der aber auch in der Philosophie benutzt wird. Was er beschreibt, ist eine Horizontalstruktur, wo alles mit allem verbunden ist. Die Struktur ist auch im Untergrund, sodass Dinge vom Rhizom ebenso von dort aus an der Oberfläche erscheinen können. Es handelt sich bei diesen Manifestationen jedoch nicht um konkrete Dinge oder individuelle

Lebewesen, vielmehr gehören sie alle zu einem einzigen Ganzen. Diesen philosophischen Kontext nutzte Birger ganz bewusst als Hinweis auf einen ganzheitlichen Blick. Er wollte ein Design schaffen, das durch seine unregelmäßige Struktur klarmacht: Es gibt keine eindeutigen Hierarchien. Alles hängt mit allem zusammen und ist gleichwertig, unabhängig davon, in welcher Form und an welchen Orten es in Erscheinung tritt.«

Seit zwei Monaten läuft *Fungi – In Art and Science* – wie sieht Karl-Johan Cottman die Zwischenbilanz? Eine wichtige Zielgruppe der Wechselausstellungen seien die Stockholmer\_innen selbst, sagt er. Das Nobelmuseum will damit mehr Stadtbewohner\_innen anziehen. Allein in dieser Hinsicht ist die aktuelle Ausstellung bereits ein großer Erfolg: »Vorher waren unsere Besucher\_innen zu 90 Prozent Tourist\_innen, nur ungefähr 10 Prozent kamen aus Stockholm. Jetzt, mit *Fungi – In Art and Science*, haben wir an den Wochenenden ungefähr ein Verhältnis von 50 zu 50.«

Auf die Frage, wie die Menschen auf die Pilzausstellung reagieren, denkt Karl-Johan Cottman einen Moment nach und erwidert dann: »Wenn ich mich in der Ausstellung aufhalte, beobachte ich, dass die Leute



Having limited space in a hall lined with pillars was a challenge for the show's design, a challenge brilliantly mastered by the curating team and their exhibition designer Birger Lipinski. The display tables and boards are made out of light wood, wood being an obvious choice for the subject of fungi, as Karl-Johan Cottman points out. The varying levels of display tables filling the room were conceived by the designer to resemble the undulating bottom of the forest (→ Fig. 1). Then, by putting objects on these different levels, they tried to use the height according to the respective exhibit's size, in order to make them equal to the viewer's eye.

Karl-Johan Cottman mentions the rhizome as another metaphor in relation to the design of the exhibition levels: »Rhizome is a term in biology but also has been used in philosophy. It describes a horizontal structure where everything is connected to everything. And it is also underneath, so that things pop up from the rhizome. But they are not individual entities, they are all part of the whole. Birger used that kind of work

because it is related to the philosophy of a holistic view. He wanted to create a design that suggests by its irregular shape: hierarchies are not that apparent. Different platforms pop up in different spaces and they have an equal value, no matter where they show up.«

With the show running now for two months, it is also a good moment for a first interim balance. According to Karl-Johan Cottman, one of the museum's main objectives with this kind of temporary theme exhibition is to increase the number of local visitors. In this respect alone, the exhibition is already a great success: »Before, we had a ratio of 90 percent tourists and only about 10 percent people from Stockholm. Now, with this show, we came close to 50:50 on weekend days.«

When asked about how people respond to the fungi exhibition, Karl-Johan Cottman takes a moment to think. Then he replies: »One of my observations is that people spend a lot of time there. They really sit down and watch and listen. People seem to find something they like. They find details they remember. Even



1 Die Ausstellung *Fungi – In Art and Science* im Nobelpreismuseum in Stockholm näherte sich der Welt der Pilze anhand von Kunstwerken, Designobjekten, Mode und aktueller wissenschaftlicher Forschung.

The exhibition *Fungi – In Art and Science* at the Nobel Prize Museum in Stockholm explored the world of fungi through artworks, design objects, fashion, and current scientific research.



hier eine Menge Zeit verbringen. Sie setzen sich tatsächlich hin, sehen sich etwas gründlich an, hören lange zu. Sie finden Dinge für sich, an die sie sich erinnern werden. Oft sind selbst grundlegende Fakten über Pilze den Leuten völlig unbekannt. Es ruft daher große Neugier hervor, wenn sie davon lesen oder hören. In diesem Sinne passiert den Besucher\_innen genau das, was uns als Kuratoren widerfuhr: Es ist eine echte Entdeckung, über das Reich der Pilze zu lernen.« Auch in seiner eigenen Sicht hat sich etwas verändert durch die lange Zeit, in der er sich intensiv mit dem Thema befasst hat: »Wenn ich jetzt in den Wald gehe, habe ich seit Neuestem einen anderen Blick. Ich spüre mehr von der ganzheitlichen Vernetzung der Natur. Und wer etwas über Pilze gelernt hat, denkt nie wieder, eine Handvoll Erde enthielte kein Leben.«

### **Die Wissenschaftlerin in der Kunst**

Da ist die Wissenschaftlerin Vera Meyer. In der Pilzforschung seit über 25 Jahren, international vernetzt, vertreten auf Konferenzen von Kalifornien bis Shanghai; die Reihe ihrer Veröffentlichungen ist lang. Und es gibt ihre Verbindung zur Kunst. Eine ungewöhnliche Liaison, in

der sich Leidenschaft und sachliche Überzeugung treffen: Leidenschaft beim Schaffen eigener Kunstwerke und die Überzeugung, dass Kunst so viel für die Vermittlung von Wissenschaft leisten kann. In den letzten 300 Jahren wurden beide Sphären künstlich getrennt, sagt sie, und es läge an uns, sie wieder zusammenzuführen. Das ist Teil ihrer Vision. Wissenschaft und Kunst, beides sind kreative Prozesse, bei beiden ginge es darum, »Welt zu verstehen, Welt zu beschreiben, Welt zu verändern«. Ihr Fachgebiet an der TU Berlin hat sie deshalb seit 2018 für Künstler\_innen geöffnet, überzeugt davon, dass es interdisziplinäre Ansätze braucht, wenn wir bei der Lösung entscheidender Fragen weiterkommen wollen.

Wir führen das Interview in einem kleinen Stockholmer Restaurant, nachdem wir den Tag in der Ausstellung *Fungi – In Art and Science* verbracht haben. Die Eindrücke klingen bei Vera Meyer fast hörbar nach.

Wie hätte sie nicht begeistert sein können, als Phil Ross im Juni 2023 anrief und von den Plänen zur Ausstellung erzählte? Genau darum ginge es ja: Wissenschaft erlebbar machen! Vera Meyer erzählt von früheren Erfahrungen mit den Medien: »In den ersten Jahren meiner Forschung in Berlin habe ich in Interviews



the most basic facts about fungi are completely new to people and in turn create curiosity when they read or hear about it. So, what happened to them is what happened to us – it was a revelation to learn about fungi.« His personal perspective has changed as well, after being immersed in the subject for an intense period of time: »When I go out walking in the woods now, I have a different view. I sense more of nature's interconnectedness. Also, once you've learned about fungi, you never again think a handful of soil is empty.«

### **The scientist exploring the arts**

There is the scientist Vera Meyer. Immersed in fungal research for more than 25 years, internationally connected, invited to speak on conferences from California to Shanghai. The list of her publications is a long one. And there is Vera Meyer's relation to the arts. It is an unusual liaison in which passion meets factual conviction. Passion when it comes to creating own artworks and a factual conviction that art can achieve so much

to convey scientific ideas. For the last 300 years, natural sciences and the arts and humanities were separated artificially, that's what Vera Meyer is saying repeatedly. It is on us to bring them back together – this is an important part of her vision. Both the sciences and the arts are creative processes in order to »understand the world, depict the world, change the world.« She is certain we will need cross-disciplinary approaches if we want to find solutions for the burning issues of our time. Which is why, in 2018, she opened up her department at TU Berlin for collaborations with artists. And has never again closed the door on them.

For the interview we sit in a small restaurant in Stockholm after having spent the day in the exhibition *Fungi – In Art and Science*. The show has left a strong impression on Vera Meyer.

She had been thrilled when Phil Ross called her in June 2023 and told her about the plans for the exhibition. Because she, too, wants to make science tangible! Vera Meyer speaks about her early experience with

versucht, Dinge über Daten und Fakten begreifbar zu machen, immer den wissenschaftlichen Kontext zu wahren, um dann festzustellen: Das bleibt für die Leute alles zu abstrakt. Über die Kunst kann man Menschen ganz anders erreichen, kann man Dinge erfahrbar machen – über Sehen, Riechen, Anfassen, Fühlen. Mit den Sinnen öffnet man eine Welt in die Wissenschaft. Kunst ist Brücke und Medium.« Deshalb wäre es so großartig, dass die Kuratoren in Stockholm die Ausstellung bewusst *Fungi – In Art and Science* genannt und sich nicht auf Pilze in der Wissenschaft beschränkt hätten.

Künstlerisches Schaffen und haptisches Tun haben auch Vera Meyer geholfen zu erkennen. Als sie begann, Skulpturen aus Pilzen zu bauen, fiel ihr auf, wie stabil zum Beispiel der Baumpilz Zunderschwamm ist: »Ich kann mich draufstellen und er bricht nicht durch, ich kann was reinschrauben und es bleibt drin, ich kann sogar einen Nagel einschlagen. Der Fruchtkörper absorbiert Stöße, ist leicht und auch noch wasserabweisend. So hat mir die künstlerische Auseinandersetzung geholfen, die Wissenschaft besser zu verstehen. Mit konkreten Auswirkungen auf unsere Forschung. Als wir zum Beispiel vor einigen Jahren am Fachgebiet ent-

schieden: Wir sammeln in Brandenburg Pilze und untersuchen, welche davon auf Reststoffen der Agrar- und Forstwirtschaft im Labor kultiviert werden können. In unserer Sammlung aus 70 bis 80 Arten befand sich auch der Zunderschwamm. Als es später um einen Forschungsantrag zum Thema Bauen mit Pilzen ging, habe ich gesagt: Wir nehmen den Zunderschwamm als zentrales Versuchsobjekt, weil der als Material diese hervorragenden Eigenschaften hat. Die Entscheidung wäre so nicht gefallen, wenn ich nicht vorher mit dem Pilz im Atelier gearbeitet hätte.«

Mit dem »Stoffwechsellkünstler« Pilz und dem Bioreaktor größere, industrielle Dimensionen erreichen, das ist für Vera Meyer von zentraler Bedeutung, wenn wir es als Weltgemeinschaft schaffen wollen, von der fossilen zu einer nachhaltigen Wirtschaft zu kommen. Um das begreifbar zu machen, entwickelte sie mit Phil Ross für die Ausstellung in Stockholm die Installation *Fungal Transformer* (→ Abb. 3–5), in der sich vier Sichten ergänzen: Wir sehen die Nährlösung im laufenden Bioreaktor, sehen den Pilz *Aspergillus niger* strukturell aufgeschlüsselt in einer animierten Röntgentomografie, finden seine Einordnung in einem gezeichneten



press and media: »Whenever I gave interviews in the first years of my research in Berlin, I was trying to make things understandable through data and facts. I explained everything within the scientific context. Only to realise in the end that it remained way too abstract for most people. By using the arts as a medium and a bridge, you can reach people differently. Make people see, smell, touch! Make knowledge perceptible and the senses will open a portal into the sciences. It made me so happy when I learned that the curators in Stockholm had called the exhibition *Fungi – In Art and Science* and therefore did not limit the show on fungi in science.«

Artistic creation and manual work were helpful for Vera Meyer's own research work. When she began sculpting with fungal material, she noticed the remarkable stability of the tinder fungus which led her to important conclusions: »I can stand on it and it doesn't break, I can screw something into it and it remains, I can even put a nail into it. The fruiting body is shock-resistant, lightweight, and even water-repellent. To

deal with this material artistically helped me to understand it scientifically. It also had a tangible effect on our research. A couple of years ago we decided in our faculty to collect all different kinds of mushrooms in the Berlin-Brandenburg region. The goal was to analyse which of these fungi could be cultivated in the laboratory on residues of agriculture and forestry. We collected about 70 to 80 species, among them the tinder fungus. When we later applied for a grant on the subject of building with fungi, I said: »Let's take the tinder fungus as the central topic of our experiment because this species has such outstanding material properties.« I wouldn't have made this decision if I hadn't worked with the fungus in the studio beforehand.«

In Vera Meyer's view it will be of crucial importance to use fungi in bioreactors on an industrial scale if we want to succeed with the transformation of our petroleum-based economy into a sustainable one. To illustrate this aspect, she and Phil Ross developed the installation *Fungal Transformer* for the exhibition (→ Fig. 3–5). In their





3

2 Zu Besuch in der eigenen Ausstellung – Vera Meyer (↖), Karl-Johann Cottmann (←) und Phil Ross (↗)

Visiting their own exhibition – Vera Meyer (↖), Karl-Johann Cottmann (←) and Phil Ross (↗)

3 Was passiert hier? Besucher\_innen vor dem Werk *Fungal Transformer*, dem gemeinsamen Ausstellungsbeitrag von Vera Meyer und Phil Ross

What is happening here? Visitors contemplate the work *Fungal Transformer*, Vera Meyer's and Phil Ross' joint contribution to the exhibition

phylogenetischen Stammbaum und können ein reales, gefriergetrocknetes Pilz-Pellet betrachten, das aus dem Bioreaktor isoliert wurde.

Vera Meyer war wichtig, dass bei der im Stammbaum dargestellten Auswahl von 24 industriell nutzbaren Pilzen die Spezies konkret benannt wird: »Sie verdienen es, mit Namen genannt zu werden!« Noch zu oft würde generalisiert und pauschalisiert, sagt sie kopfschüttelnd und fährt fort: »Keiner würde eine Ausstellung nur ›Tiere‹ nennen. So wie es Millionen von Tierarten gibt, gibt es auch Millionen von Pilzarten. Daher sind Pilze auch nicht nur gut oder schlecht. Einige Arten können wichtige Produkte für unser tägliches Leben herstellen, andere Arten machen Menschen krank oder bedrohen die Getreideernten. Wenn es aber um nachhaltige Lösungen für die Zukunft geht, können wir viel von Pilzen lernen, zum Beispiel wie wir als Menschen die planetaren Grenzen akzeptieren. Pilze tun das sehr erfolgreich, indem sie über Artgrenzen hinweg zusammenarbeiten.«

Zusammenarbeit ist auch ein zentrales Thema für Vera Meyer. Bezogen auf Kunst und Wissenschaft wäre bei der gegenwärtigen Menge an Wissen die Zeit

der Universalgelehrten wie Alexander von Humboldt vorbei, aber in Kollektiven könnten die kreativen Potenziale vereint und entfesselt werden. An ihrem Fachgebiet praktiziert sie das bereits mit Erfolg und fragt sich eher, warum das nicht längst schon in anderen Wissenschaftsbereichen Einzug gehalten hat. Es läge auf der Hand, dass man bei unterschiedlichen Perspektiven auf das gleiche Phänomen auch zu unterschiedlichem Verstehen und somit zu anderen Lösungsansätzen käme. Für Vera Meyer ist das eine Form von Biodiversität – Menschen unterschiedlichster Couleur zusammenbringen, deren Sichtweisen respektieren, nutzen und integrieren, sodass die gefundenen Lösungen am Ende entsprechend nachhaltig sind. Disziplinenübergreifende Kollaborationen sind für sie nicht nur eine Chance, sondern eine Notwendigkeit, wenn wir schnell zu Lösungen für die brennenden Probleme unserer Zeit kommen wollen.

In der Pilz-BioTech-Community sieht sie das auf einem guten Weg. Es gäbe eine wachsende Zahl von Konsortien, in denen beispielsweise Expert\_innen aus Architektur, Kunst, Design und Biotechnologie zusammenarbeiten. Aber generell sollte das Wissen in



arrangement, four different views complement each other: we see the fungus' nutrient solution in an operating bioreactor, we see the structure of *Aspergillus niger* in an animated X-ray tomography, find its classification within a phylogenetic tree, and finally see a tiny freeze-dried fungal pellet being isolated from the bioreactor. Vera Meyer stresses the importance of naming the 24 industrially useable fungi in the phylogenetic tree with their precise species titles. »They deserve having their names mentioned!« Sweeping generalisations are still too common, she says, shaking her head, and continues: »Nobody would call an exhibition simply ›Animals‹. Just as there are millions of animal species, there are also millions of fungal species – and of course, they are neither all good nor bad. Some fungi can produce useful and important products for our daily life, others make people sick or threaten to destroy entire harvests. But when it comes to sustainable solutions for the future, there's a lot we can learn from fungi. For instance, how we as humans can accept the planetary limits. Fungi

are doing this very successfully by collaborating across species' boundaries.«

Collaboration is also a central topic for Vera Meyer. Given the overwhelming amount of knowledge in our present time, she thinks the era of universal scholars like Alexander von Humboldt is over. In collectives and teams, however, the creative potentials could be united and unleashed. Which is what she practises in her department successfully. Vera Meyer is rather wondering why it hasn't long since found its way into other areas of science. Isn't it obvious that different perspectives on the same phenomenon lead to different understandings and therefore different approaches to solutions? For Vera Meyer, this is a form of biodiversity: »When you bring together people from various backgrounds in work teams, when you respect, use, and integrate their differing views so that the solutions found are ultimately sustainable. Cross-disciplinary collaborations are not just an opportunity but a necessity if we want to quickly solve the pressing problems of our time.«

die Gesellschaft hineingetragen werden. Vera Meyer möchte alle befähigen, mit Pilztechnologie zu arbeiten. Eine Tendenz zu einer neuen Selbstermächtigung sieht sie bereits – es wird wieder mehr Brot selbst gebacken, Mikro-Bierbrauereien entstehen, die Leute machen sich zu Hause ihr eigenes Kimchi. Warum sollten Menschen dann in zehn Jahren nicht auch in der Lage sein, sich mithilfe lokal vorkommender Pilze ihre eigenen Möbel wachsen zu lassen? Mit den neuen Materialien entsteht ein neues Handwerk. Neugier und Mut zum gemeinsamen Ausprobieren, das ist Vera Meyers Wunsch für die Zukunft und das ist es auch, wozu die Ausstellung in Stockholm motiviert: Operate with Fungi!

### Der Künstler in Wissenschaft und Wirtschaft

Künstler, Citizen Scientist, Unternehmer – wo genau verortet man Phil Ross? Der lacht nur bei der Frage und sagt, er habe es aufgegeben, sich einzuordnen. Phil Ross ist Wanderer zwischen den Welten aus Überzeugung. Im Januar 2024 führen wir ein Telefon-Interview. Phil Ross sitzt in den Bergen von South Carolina, ich in Berlin. Die Leitung knackt, bricht manchmal ab; es rauscht wie zu Zeiten des ersten Atlantik-Kabels.

Phil Ross' Verhältnis zu Pilzen begann in der Küche, eine Erweiterung seiner Arbeit als Koch. Das Restaurant lag im waldigen Tal des Hudson River im Bundesstaat New York, Pilze wuchsen dort quasi vor der Tür. Ihre unterschiedlichen Aromen begeisterten ihn, es wäre so einfach, damit vegetarische Gerichte raffinierter zu machen, erzählt er. Also fing er an, Pilze selbst zu züchten. Als Nächstes hielten sie Einzug in seine Kunst. 1997 beimpfte er eine riesige Skulptur, eine aus Abfall nachgebaute Boeing 747, mit Austernpilzsporen und ließ das Kunstwerk während der fünfwöchigen Ausstellungszeit von den sich explosionsartig vermehrenden Fruchtkörpern vertilgen<sup>2</sup>. War er nun Koch, Künstler oder Pilzzüchter? Alles ging ineinander über, beeinflusste sich gegenseitig. In der Bio-Art-Szene war Phil Ross bereits gut etabliert, als seine Experimente mit Pilz-Myzel begannen. Er wollte daraus völlig neue Materialien entwickeln. Die erstaunlichen Ergebnisse weckten schnell das Interesse der Wirtschaft, welches derart groß war, dass es ihn zur Gründung der Firma MycoWorks trieb. Die Leder-Alternative, die MycoWorks seit 2023 in industriellem Maßstab herstellt, machte wiederum Kurator Karl-Johan Cottman auf Phil Ross



For the Biotech community working with fungi, she is optimistic. There she can see a growing number of alliances where architects, artists, designers, and biotechnologists collaborate closely. But it would be as important to disseminate the knowledge into society. In an ideal world, Vera Meyer would like to enable each and everybody to work with fungal technology. She already detects signs for a trend into that direction: more people are baking their own bread, micro-breweries are springing up, kimchi is being made at home. Why shouldn't people be able to grow their own furniture in ten years' time with the help of locally available fungi? Curiosity and the courage to experiment together – that's Vera Meyer's wish for the future. For her that's what the exhibition in Stockholm motivates us to do: Operate with fungi!

### The artist in science and business

Artist, citizen scientist, entrepreneur – where do you place Phil Ross exactly? He laughs when I ask the ques-

tion and responds that he has given up placing himself. Phil Ross is a wanderer between worlds by conviction. We conduct the interview by phone in January 2024. Phil Ross is sitting in the Santa Cruz mountains, I'm in Berlin. There is static noise and crackling, sometimes the line breaks off; it hisses like in the days of the first Atlantic cable.

Phil Ross' relationship with mushroom-forming fungi began in the kitchen, as an extension of cooking. He was employed in a restaurant located in the wooded valley of the Hudson River, New York State. Mushrooms practically grew on his doorstep. Their different flavours mesmerised him, and they lent so much sophistication to his vegetarian dishes! So he started growing mushrooms in order to supply his kitchen. Next, fungi entered his artwork. In 1997 he inoculated a huge sculpture, a replica Boeing 747 built from garbage, with oyster mushroom spawn. During the five-week exhibition at Gallery 16 in San Francisco<sup>2</sup>, the fruiting bodies of the tremendously multiplying fungus ate the sculpture. Now what?

aufmerksam, weshalb er ihn für die Ausstellung *Fungi – In Art and Science* im Nobelpreismuseum gewinnen wollte.

Phil Ross überzeugte die Stockholmer Kuratoren davon, nicht nur Proben seines Pilzmaterials auszustellen, sondern das Augenmerk auf den Prozess der Entstehung solcher Pilzstoffe zu legen. Er schlug vor, dafür Vera Meyer von der TU Berlin mit ins Boot zu holen. Phil Ross beschreibt, wie die Idee zu dem Ausstellungsbeitrag entstand: »Es ist seit fast 20 Jahren eine Wunschvorstellung von mir, Ausstellungen in Wissenschaftsmuseen zu machen, speziell in der Biotechnologie. Was ich zum Beispiel extrem spannend finde und was nur sehr wenige wissen: Fast das gesamte Vitamin C, das wir zu uns nehmen, kommt aus Bioreaktoren. Das stammt schon lange nicht mehr von Zitrusfrüchten. Ein Großteil unserer Krebs-Medikamente kommt ebenfalls aus Bioreaktoren. Den Prozess dahinter, den Apparat, mit dem das geschieht, ästhetisch und verständlich zu präsentieren, das war eine Idee, über die ich schon lange nachgedacht hatte. Der Bioreaktor steht für mich symbolisch für das Eingangstor zu dieser mikroskopischen Welt, zu der wir uns Zugang verschafft haben und die

diese fantastischen Dinge für uns herstellen kann. Es ist beinahe wie der Eintritt in eine Schatzkammer, wo es unendlich Manna und Juwelen gibt. Vera und ich sprachen wegen der Ausstellung viel über die Geschichte des Bioreaktors und der industriell genutzten Pilze. Wir wollten beschreiben, wie die mikroskopische Welt der Pilze sich zu öffnen beginnt, wenn wir dieses Instrument benutzen, diesen synthetischen Raum, den Menschen für Mikroorganismen geschaffen haben. So kamen wir auf die Idee, einen laufenden Bioreaktor in Stockholm als zentrales Element auszustellen.« (→ Abb. 4)

In die Pilzwissenschaften ist Phil Ross als Künstler gekommen. Deshalb könne er wagemutiger an die Dinge herangehen: »Ich habe schließlich keinen Job zu verlieren, betrete das Feld mit der Freiheit der Kunst.« Während der Aufbauphase von MycoWorks, als es darum ging, wie Pilzmaterialien industriell hergestellt werden können, tauschte sich Phil Ross mit vielen Expert\_innen für die Lebensweise, das Wachstum und die Genetik von Pilzen aus. Ihm fiel auf, dass deren Perspektive eine ganz andere als seine war. Ihr Schwerpunkt war es in fast allen Fällen, pilzliche Mikroorganismen am Wachsen zu hindern oder abzutöten –



Was he a cook, a mushroom grower, an artist? It was all connected, intertwined, and affecting one another.

Phil Ross was already well established in the bio-art scene when he started experimenting with fungal mycelium. He was keen on developing completely new materials. The astonishing results quickly aroused the interest of multinational companies, so much so that it led him to set up the company MycoWorks. The leather alternative, which MycoWorks has been producing on an industrial scale since 2023, also attracted the attention of Karl-Johan Cottman. When invited to participate in the exhibition *Fungi – In Art and Science*, Phil Ross convinced the curator's team to go beyond the mere display of Fine Mycelium samples but to instead emphasize the process of developing mycelium-derived materials. Asking Vera Meyer to join the exhibition project was the other suggestion he made to Karl-Johan Cottman. He describes how his and Vera Meyer's joint contribution to the show came into being: »It's been a fantasy of mine for almost 20 years to do exhibits in science museums,

particularly in the biology section. One example of what I found very interesting and what only few people know: Almost all of our vitamin C is grown in bioreactors. It doesn't come from citrus fruit. Similarly, many of our cancer medicines are made with bioreactors. So many elements of our world are grown inside these reactors and I always wanted to make that visible in an aesthetic way that is interesting to the audience.«

For the exhibition, Vera Meyer and Phil Ross talked a lot about the history of bioreactors, the history of industrial fungi. They were wondering how to make this instrument and this process apparent. Phil Ross explains their train of thought: »How do we visualise this very standard method, this synthetic space humans created for fungi and other microorganisms? A space from which we derive such phenomenal elements of the natural world that we are able to isolate and expand, to grow in volume. You can think of this access to the dimension of fungi as a portal. Once we created the bioreactor, we created a way to access the elements of fungal space and

den Schimmelpilz an der Wand oder den Befall von Bäumen oder Weizen, um Ernteverlust zu vermeiden. Doch es gab erstaunlich wenig Wissen darüber, welche großartigen Substanzen das Pilzgenom produzieren kann. Für Phil Ross liegen aber genau da die heutigen »Arktis-Territorien«: ein unglaublich lohnenswertes Terrain, das es zu entdecken gilt. In dieser völlig neuen Dimension der Möglichkeiten können die Großtaten der Moderne vollbracht werden. Wer sich dort hineinbegibt, wird reich belohnt werden. Und ja, vielleicht wird es noch Jahrzehnte dauern, bis man Raumschiffe und Mobiltelefone aus Pilzen wachsen lassen kann. Die Organismen müssen entwickelt werden und ebenso die nötigen Strukturen für diese neue Pilzwirtschaft – Institutionen, Finanzmittel und junge Leute, die Tausende neuer Dokortitel erwerben können. Dann aber wäre fast alles machbar.



micro space. It has just begun to open and the things that are already spilling out are like bounty, manna and jewels. That's why Vera and I wanted to describe how the fungal world opens up when you use this instrument, and we came up with the idea to showcase an operating bioreactor as the central element.« (→ Fig. 4)

Because Phil Ross came into the fungal science world as an artist, he could be more daring in this field. As he points out: »I don't have a job to lose, I don't have all the responsibility of somebody working in a scientific institution. I have the freedom of the arts.« In the course of founding MycoWorks he met with mycologists and geneticists. Phil Ross encountered them as an entrepreneur when his company was figuring out the industrial production of fungal materials. Very soon he noticed that their perspective on fungi was entirely different from his. Their focus in almost all cases was to kill fungal microorganisms or to prevent them from growing – getting rid of mould on the wall or avoiding crop losses in forestry or agriculture caused by fungal infestation.

But there was surprisingly little expertise about the fungal genome with respect to what great substances it can produce. For Phil Ross, however, this is where today's »Arctic territories« lie: a promising terra incognita where discoverers will surely be rewarded. He calls it »an entirely new dimension of possibilities« where the great deeds of modernity can be accomplished. Phil Ross can easily envision mycelium-grown spaceships or mobile phones. It may take another decade or two, he concedes. The microorganisms need to be developed, as well as the structures for this new fungal economy – institutions, funding, and thousands of young people ready to launch into fungal research. If that happens, almost anything would be possible.

---

First published in *Fungal Biology and Biotechnology* under Creative Commons Attribution License on 22 August 2024; CC BY, [creativecommons.org/licenses/by/4.0/](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).



4

4 *Fungal Transformer*, Vera Meyer und Phil Ross, 2023 – Pilze werden in Bioreaktoren kultiviert, wo sie nachwachsende Rohstoffe in Produkte für unser tägliches Leben umwandeln.

*Fungal Transformer*, Vera Meyer and Phil Ross, 2023 – Fungi are cultivated in bioreactors, where they convert renewable raw materials into products for our daily live.

5 Ein phylogenetischer Stammbaum visualisiert die evolutionären Beziehungen zwischen industriell genutzten Pilzen und den Produkten, die sie heutzutage bereits für uns herstellen. Die Installation *Fungal Transformer* im Nobelpreismuseum will unsere Aufmerksamkeit auf die Schönheit und Vielfalt mikroskopisch kleiner pilzlicher Zellfabriken und ihren unendlich großen Beitrag für unser Leben lenken. (Das Showkleid von Sängerin Björk ist nicht Teil des Werks.)

A phylogenetic family tree visualises the evolutionary relationships between industrially used fungi and the products they already produce for us today. The installation *Fungal Transformer* in the Nobel Prize Museum wants to draw our attention to the beauty and diversity of microscopic fungal cell factories and their infinite contribution to our lives. (Singer Björk's stage costume is not part of the work.)



## ZUR NACHAHMUNG EMPFOHLEN! erkundungen in ästhetik und nachhaltigkeit

Es fühlt sich nach dem richtigen Moment an, um über Gewohnheitsstränge zu schlagen und jenseits der zugestandenen Orte der Selbstvergewisserung der Kunst und des Mainstreams der Beton-Bauindustrie neue Allianzen einzugehen, interdisziplinäre Fördermodelle zu ersinnen, die eher den Prozess fördern und Netzwerke im Sinn haben als die Unterwerfung unter starre herkömmliche Kriterien wie Produktorientierung und Outputzwang.

»Die Klimakrise ist eine Kulturkrise und somit auch eine der Vorstellungskraft«, notiert der Schriftsteller Amitav Ghosh und hat damit auch ein Aufgabenfeld skizziert.

Die dramatischen Veränderungen unserer Lebensgrundlagen benötigen das Zusammenwirken der unterschiedlichen gesellschaftlichen Kräfte. Wir brauchen neue Denk-, Bewegungs- und Organisationsformen, um die Herausforderungen unserer Gegenwart anneh-

men zu können. Durchlässigkeiten und Verbindungen zwischen Künsten, Wissenschaften, Bewegungswissen und partizipatorischen Verfahren. Und Kooperationsprojekte mit veränderungswilliger Wirtschaft.

Wir müssen kulturpolitisch größer denken und brauchen Visionen eines zukunftsfähigen Lebens, die sich mit Sinn(lichkeit), der Lust und der Leidenschaft des eigenen Handelns verbinden lassen.

Die Idee zu der Ausstellung *ZUR NACHAHMUNG EMPFOHLEN! erkundungen in ästhetik und nachhaltigkeit*<sup>1</sup> (ZNE!) verdankt sich meinem Privileg, als Kuratorin des Hauptstadtkulturfonds vier Jahre beobachtet zu haben, wie und an was Künstler\_innen gerne arbeiten würden, wenn sie ihren Lebensunterhalt damit verdienen, mit ihren ästhetischen Mitteln Teil der unabdingbar notwendigen Transformation zu werden, statt sich und die Umwelt mit nicht nachhaltigen Kurzzeitprojekten zu verschleifen.

Adrienne Goehler

## EXAMPLES TO FOLLOW! explorations in aesthetics and sustainability

It feels like the right moment to break out of the box and enter into new alliances beyond the conceded places of self-assurance of art and the mainstream of the concrete construction industry, to develop interdisciplinary funding models that promote the process and have networks in mind rather than subjugation to rigid conventional criteria such as product orientation and the pressure for output.

»The climate crisis is a cultural crisis and therefore also a crisis of the imagination,« notes author Amitav Ghosh, outlining a field of action.

The dramatic changes to our livelihoods require the co-operation of different forces in society. We need new ways of thinking, moving and organising in order to meet the challenges of our time. Permeability and

connections between the arts, sciences, movement knowledge, and participatory processes. And co-operation projects with companies willing to change.

We have to think bigger in terms of cultural policy and need visions of a sustainable life that can be combined with meaningfulness, the desire and passion of our own actions.

The idea for the exhibition *EXAMPLES TO FOLLOW! explorations in aesthetics and sustainability*<sup>1</sup> (ETF!) is the result of my work as a curator for the Capital Cultural Fund, where I had the privilege of observing for four years how and what artists would like to work on if they earned their living by using their aesthetic means to become part of the transformation that is considered indispensable, instead of exhausting

13 Jahre haben wir in vier verschiedenen Kontinenten die Relevanz künstlerischer Fragestellungen für die genuin kulturelle Herausforderung der globalen Verwerfungen gezeigt, die inhaltliche Ausweitung des individuellen künstlerischen Resonanzraums vor Augen geführt, alte Kulturtechniken wiederaufgenommen und koloniale Praktiken befragt. Die Versuchsanordnungen der insgesamt 128 Künstler\_innen aus 29 Ländern, ihre Erfindungen und Interventionen, die architektonischen wie ästhetischen Reflexionen, haben die Grenzen zwischen Kunst, Forschung und Erfindungen verschwimmen lassen. Die Arbeiten kreisen um die großen und existenziellen Fragen unserer Gegenwart – und alle fordern sie das individuelle Handeln heraus. Immer geht es um die transformierende Kraft der Kunst, ihre Imaginationsfähigkeit und Probierlust als eine der unerschöpflichen menschlichen Ressourcen.

Am Ende dieser 13 Jahre bleibt die grundlegende Erkenntnis, dass uns weiterhin die Grundlage zu kontinuierlicherem, interdisziplinärem Forschen und Handeln fehlt. Wir brauchen öffentliche wie private Fördergefäße, ressort-/zuständigkeits-/disziplinübergreifend, für gewollte Durchlässigkeiten zwischen Kunst, Wissenschaft,

Erfindungen und Bürger\_innenforschung. Es braucht die Stärkung der Vorstellungskraft eines guten Lebens, sinnliche Erkenntnis. Genau das meint Ästhetik.

Für das Ausstellungsfinale hat sich ein Kernthema herauskristallisiert: Bauen aus natürlichen Werkstoffen, nachwachsend, kompostierbar, die wenig Wasser und wenig Pestizide brauchen, CO<sub>2</sub>-neutral oder CO<sub>2</sub>-negativ sind, lärm- und wärmedämmend. Häuser und Fassaden aus Schafwolle, Hanf, ein Dom aus Rinde, Pilzbausteine als Baumaterial und ihre Kombinierbarkeit untereinander wurden in Workshops untersucht, interdisziplinär getestet, in Abendgesprächen zwischen den Exponaten vertieft.

Stellvertretend für die vielen Abendgespräche will ich das zwischen der Künstlerin Christin Lahr und Vera Meyer als Wissenschaftlerin *und* als Künstlerin bei ZNE! nennen: »Pilze als Transformations- und Werkstoff, Verflechtungen zwischen Kunst und Wissenschaft«.

Für Christin Lahr sind Pilze mehr als höchst effiziente und resiliente Lebewesen und Transformatoren. Parallelen zu ihrer Arbeit<sup>2</sup> sieht sie unter anderem in deren exponentiellen Strategien und kooperativen Ökonomien, basierend auf einem vertrauensvollen



themselves and the environment with unsustainable short-term projects.

For 13 years, in four different continents, we have demonstrated the relevance of artistic issues to the genuine cultural challenge of global upheavals, demonstrated the expansion of the individual artistic resonance space in terms of content, revived old cultural techniques and questioned colonial practices. The experimental setups by a total of 128 artists from 29 countries, their inventions and interventions, their architectural and aesthetic reflections, have blurred the boundaries between art, research, and invention. The works revolve around the most pressing and existential questions of our time – and they all challenge individual action. It is always about the transformative power of art, its capacity for imagination and desire to explore as one of the limitless human resources.

At the end of these 13 years, the fundamental conclusion remains that we still lack the grounding for continuous, interdisciplinary research and action.

We need both, public and private funding instruments, across departments/responsibilities/disciplines, for explicitly intended permeability between art, science, inventions, and citizen research. We need to strengthen the imagination of a good life, sensual knowledge. This is exactly what aesthetics means.

A core issue emerged for the exhibition finale: building from natural materials, renewable, compostable, requiring little water and few pesticides, CO<sub>2</sub>-neutral or CO<sub>2</sub>-negative, noise- and heat-insulating. Houses and façades made of sheep's wool, hemp, a dome made of bark, fungi building bricks as a construction material and their combinability with each other were explored in workshops, tested on an interdisciplinary basis, and discussed in depth in evening talks between the exhibits.

As a representative of the many evening talks, I would like to mention the one between Christin Lahr, artist, and Vera Meyer, scientist *and* artist, at ETF! »Fungi as transformation and material, intertwining between art and science.« For Christin Lahr, fungi are



1



2



3

1 2023 zeigte die Ausstellung *ZUR NACHAHMUNG EMPFOHLEN! expeditionen in ästhetik und nachhaltigkeit (ZNE!)* Exponate und Kunstwerke aus der MITKUNSTZENTRALE (Erik Göngrich und Nora Wilhelm) sowie von Vera Meyer | V. meer.

In 2023, the exhibition *EXAMPLES TO FOLLOW! explorations in aesthetics and sustainability (ETF!)* displayed exhibits and artworks from the MITKUNSTZENTRALE (Erik Göngrich and Nora Wilhelm) and Vera Meyer | V. meer.

2 Von Carsten Freidank-Pohl 2021 mittels 3D-Druck angefertigte Replika des Proteins AnAFP aus dem Pilz *Aspergillus niger*. Dieses Protein wird an der TU Berlin wegen seiner pharmazeutisch interessanten Bioaktivität erforscht (aus dem *ZNE!*-Ausstellungskatalog).

Replica of protein AnAFP from the fungus *Aspergillus niger* produced by Carsten Freidank-Pohl in 2021 using 3D printing. This protein is being researched at TU Berlin due to its pharmaceutically interesting bioactivity (from the *ETF!* exhibition catalogue).

3 *Malus fungiphila - Der (un)sichtbare Gast Nr. V*, V. meer, 2023. Von Wespen ausgehöhlter Apfel, Eichenblatt, Gold, Rost (aus dem *ZNE!*-Ausstellungskatalog)

*Malus fungiphila - The (in)visible guest No. V*, V. meer, 2023. Apple hollowed by wasps, oak leaf, gold, rust (from the *ETF!* exhibition catalogue)

statt konkurrierenden Vernetztsein. In Vera Meyers Forschungsvorhaben legen sich Kunst und Wissenschaft förmlich übereinander, etwa in ihrem bildhaften und ansteckenden Sprechen. Fühlt sich ein bisschen wie 3D an, auch ohne Brille. Die Arbeit der Pilzrhizome wird plötzlich ganz körperlich wahrgenommen und löst schiere Gedankenexplosionen aus. Vera Meyer braucht für ihre streng-akzentuierte wissenschaftliche Beweiskraft gleichzeitig das Überschießende und -schäumende der Kunst, in ihrer Behauptungs- und Erweiterungslust, die sie zu neuen wissenschaftlichen Erkenntnissen führt. Sie navigiert zwischen Natur- und Ingenieurwissenschaften, Kunst, Design und Architektur und entwirft mit anderen – kollaborativ statt kompetitiv – biobasierte Szenarien für mögliche Lebens- und Wohnwelten der Zukunft. Ein Haus aus Pilzen wäre einfach zu kompostieren, rückstandslos, sollten wir zwangsläufig zu Klimanomad\_innen werden müssen. Das sagt sie leicht dahin und alle finden es plausibel. Und noch etwas wird an dem Abend so deutlich: Die Komplexität der aktuellen Geschehnisse mache unumgänglich, von einem »Ich« zum »Wir« zu kommen. Weil niemand diese Welt mehr allein verstehen könne, brauche es verschiedene

Zugänge und Perspektiven. Komplexe theoretische Zusammenhänge müssen ästhetisch, das heißt durch die Sinne erfahrbar und somit verständlich werden.

Aus der Summe solcher Gespräche und Workshops entstand der Wunsch, die gemeinsame multidisziplinäre Praxis fortzusetzen und dort hinzugehen, wo die Realisierung größtmöglichen Sinn machen und sich zur Nachahmung empfehlen könnte. Den Schritt machen vom Zeigen zum Tun. Dort, wo die Bauindustrie in den Startlöchern steht, um die in Trümmern liegenden Orte konventionell mit Beton aufzubauen, setzen wir einen spür- und nachweisbaren ökologischen Kontrapunkt, durch ein Bau-Pilotprojekt in der Ukraine, in einem Dorf in der Oblast Mykolaiv, mit nachwachsenden Wertstoffen: *HOPE HOME • НАДІЯ*.<sup>3</sup> Wir bieten dem Bausektor die Stirn, dem größten Umweltverschmutzer der Welt<sup>4</sup>, verantwortlich für 40 Prozent des globalen CO<sub>2</sub>-Ausstoßes, für 60 Prozent des globalen Mülls und mehr als 70 Prozent des Flächenverbrauchs. Gleichzeitig wird nur ein Prozent der verbauten Materialien wiederverwendet.

Kriegs- und Erdbebengebiete sind daher nicht nur Schauplätze menschlicher, sondern auch unübersehbar



more than just highly efficient and resilient creatures and transformers. She sees parallels to her work<sup>2</sup> in their exponential strategies and cooperative and collaborative economies, based on trust-based rather than competitive networking. In Vera Meyer's research projects, art and science literally overlap, for example in her vivid and persuasive way of speaking. Feels a bit like 3D, even without glasses. The work of the fungal rhizomes is suddenly perceived in a very physical way and triggers sheer explosions of thought. For her rigorously accentuated scientific evidence, Vera Meyer simultaneously needs the exuberance and effervescence of art in her desire to assert and expand, which leads her to new scientific conclusions. She navigates between natural and engineering sciences, art, design, and architecture and, together with others, develops bio-based scenarios for possible living and residential worlds of the future collaboratively rather than competitively. A house made of fungi would be easy to compost, without leaving any residue, should we be forced to become climate nomads.

She says this casually and everyone finds it plausible. And something else becomes so clear during the evening: the complexity of the current situation makes it inevitable to move from an »I« to a »we«. Because no one alone can understand this world, different approaches and perspectives are needed. Complex theoretical contexts must be experienced aesthetically, through the senses, and thereby become understandable.

The sum of such discussions and workshops gave rise to the desire to continue the joint multidisciplinary practice and to go where the realisation could make the greatest possible sense and be an example to follow. Taking the step from showing to doing, where the construction industry is in the starting blocks to conventionally build up the places in ruins with concrete, we are setting a tangible and verifiable ecological counterpoint through a construction pilot project in Ukraine, in a village in the Mykolaiv oblast with renewable materials: *HOPE HOME • НАДІЯ*.<sup>3</sup> We stand up to the construction sector, the world's biggest polluter<sup>4</sup>,

ökologischer Tragödien. Ohne einen radikalen Wandel dieses Bausektors durch Kreislaufwirtschaft und nachwachsende Baustoffe wird eine nachhaltige Zukunft nicht möglich sein. Wir machen uns auf, um von der Dekontaminierung von Böden, dem Anbau von biologischen Baustoffen oder der Wiederverwendung von Materialien zerstörter Häuser über den modellhaften Häuserbau bis zur Skalierbarkeit, dem Gründen von Laboratorien und Manufakturen, die ganze Strecke zu erarbeiten, um ein Kapitel der künftigen betonminimierten Baugeschichte zu schreiben.

Im Kooperieren zwischen Fach- und Erfahrungswissen, mit Hochschulen, zwischen Kunst und Design, mit Unternehmen, Schäfern, Bäuer\_innen, Bewohner\_innen und Behörden in Mykolaiv. In diesem experimentellen, unmittelbar wirksamen Miteinander vor Ort liegt nicht nur eine Chance für künftige regionale Wertschöpfung, sondern auch für ein Wieder-zu-sich-selbst-, Wieder-nach-Hause-Finden der Menschen nach ihren traumatischen Erfahrungen. Und einmal mehr stellen wir fest, wie dringend wir für derlei notwendige Arbeit neue Fördergefäße brauchen.<sup>5</sup>

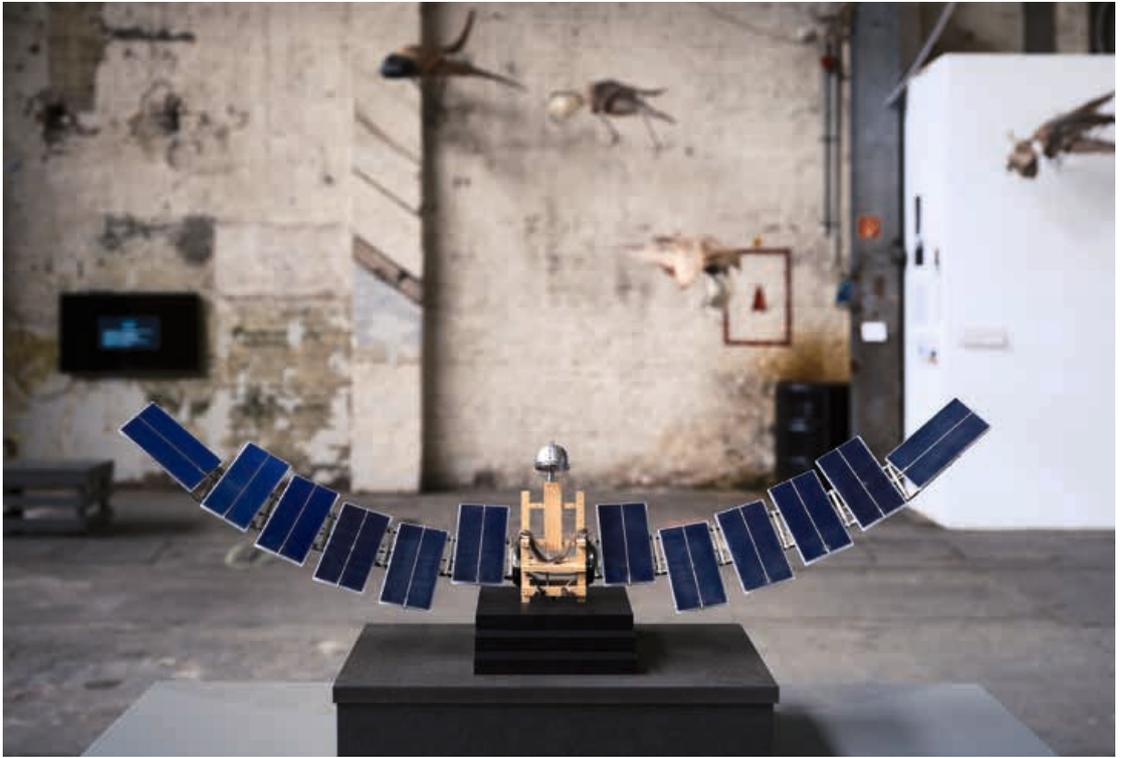


responsible for 40 per cent of global CO<sub>2</sub> emissions, 60 per cent of global waste, and more than 70 per cent of land consumption. At the same time, only one per cent of the building materials are reused.

War zones and earthquake zones are therefore not only the scenarios of human tragedies, but also of ecological tragedies. Without a radical transformation of this construction sector through a circular economy and renewable building materials, a sustainable future will not be possible. From the decontamination of soils, the cultivation of organic building materials, or the reuse of materials from demolished houses to model house construction, scalability, the creation of laboratories and factories – we intend to work all the way, to write a chapter in the future history of concrete-minimised construction.

Cooperating between expertise and experience, universities, art and design, with companies, shepherds, farmers, residents, and authorities in the Mykolaiv oblast. This experimental, directly effective cooperation

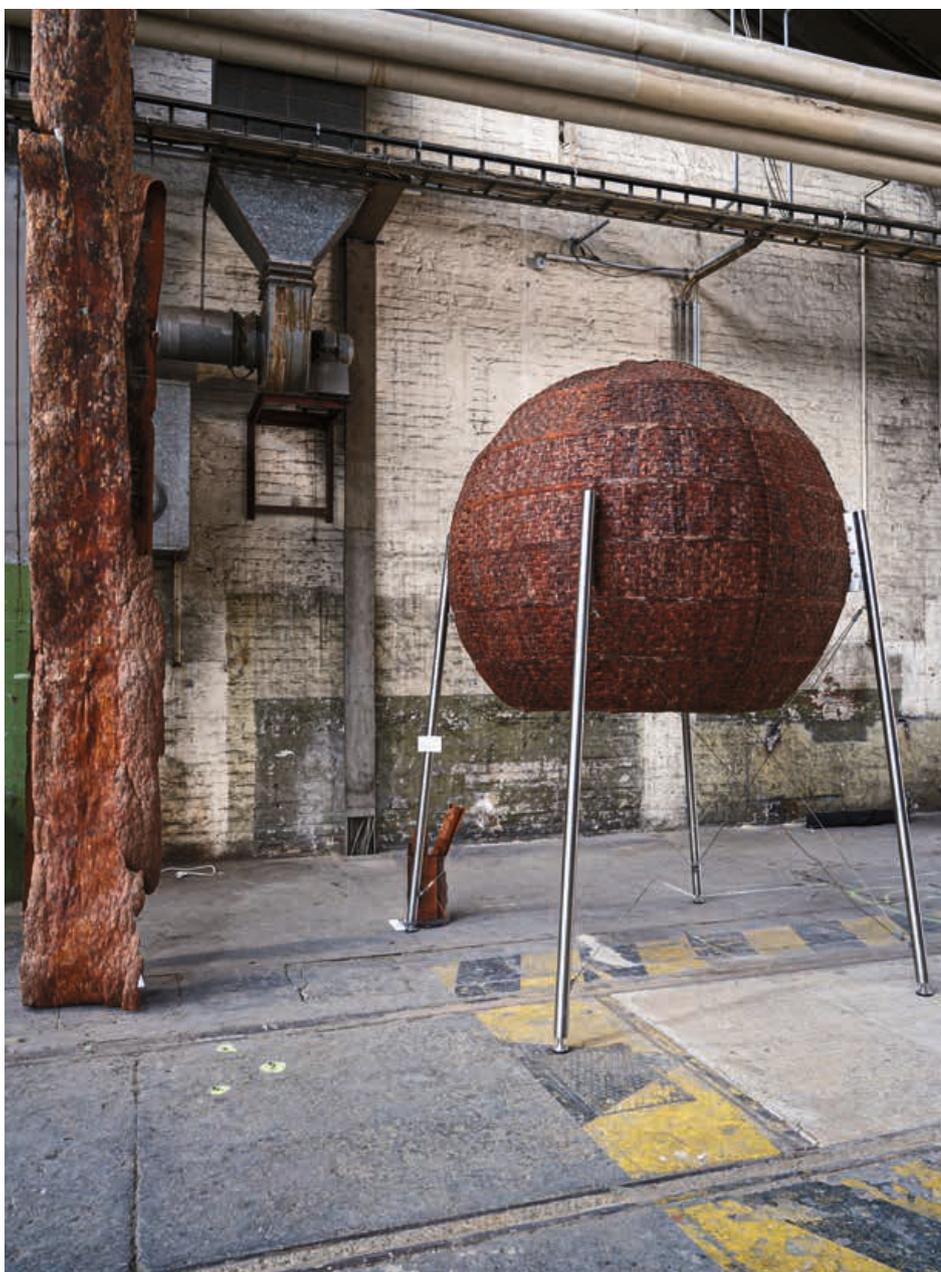
on site is not only an opportunity for future regional value creation, but also for people to find themselves again, to find their way back home after their traumatic experiences. And once again we realise how urgently we need new funding instruments for this kind of complex and necessary work.<sup>5</sup>



4



5



6

4 *Solar Powered Electric Chair (off-grid)*, David Smithson, 1992/2011, in *ZNE!*, Uferhallen Berlin 2023  
*Solar Powered Electric Chair (off-grid)*, David Smithson, 1992/2011, in *ETF!*, Uferhallen Berlin 2023

5 *Palas por pistolas (Schaufeln statt Pistolen)*, Pedro Reyes, 2012, und *The end of the forest*, Dina Shenhav, 2008/2023, in *ZNE!*, Uferhallen Berlin 2023

*Palas por pistolas (Shovels instead of pistols)*, Pedro Reyes, 2012, and *The end of the forest*, Dina Shenhav, 2008/2023, in *ETF!*, Uferhallen Berlin 2023

6 *The Bark Project*, Charlett Wenig und Johanna Hehemeyer-Cürten, 2020, in *ZNE!*, Uferhallen Berlin 2023  
*The Bark Project*, Charlett Wenig and Johanna Hehemeyer-Cürten, 2020, in *ETF!*, Uferhallen Berlin 2023



7

7 *Das Haus vom Acker*, Norbert Höpfer, 2023, in *ZNE!*, Uferhallen Berlin 2023  
*Das Haus vom Acker*, Norbert Höpfer, 2023, in *ETF!*, Uferhallen Berlin 2023

8 Ergebnisse aus den *ZNE!*-Workshops: Hier wurden natürliche Materialien wie Rinde, Schafwolle, Weide, Hanf und Pilze im Hinblick auf ihre Eignung als Baumaterial und ihre Kombinierbarkeit untereinander untersucht.

Results of the *ETF!* workshops: Natural materials such as bark, sheep's wool, willow, hemp, and fungi were analysed for their suitability as building materials and their combinability with each other.



## Und nun der Pilz? Zur Architektur des MY-CO SPACE

Täglich schwinden die Ressourcen unseres Planeten weiter, während der Bedarf an gebautem Raum stetig wächst. Und zudem bedingt das eine das andere. Das Dilemma scheint umso unausweichlicher, je bildhafter es vor Augen steht: Am Platz des Hauses ist keiner mehr für Baum, Wiese oder Tier. Wo der Mensch baut, da wird also zwangsläufig Natur zerstört – ein Konflikt, der tief wurzelt. Architektur diente seit jeher zuallererst als Schutzraum vor der natürlichen Welt. Deren schädliche Einflüsse soll sie abwehren, abschirmen, sich damit gegen Widrigkeiten wie Witterung und wilde Tiere behaupten. Zeitweise erhob sie sich so schlechtweg zum Ideal jenes Begriffes von Kultur, den lange gerade die Differenz zur Natur bestimmte.<sup>1</sup>

Doch ebenso wie dieser Dualismus zusehends in Bewegung gerät,<sup>2</sup> so wird auch in der Architektur ein Wandel proklamiert. Das Bauen soll – angesichts der immensen Energie- und Rohstoffmengen, die es einerseits verschlingt sowie seiner gleichermaßen beträchtli-

chen Abfall- und Emissionsproduktion – endlich, wenn auch nicht zum ersten Mal,<sup>3</sup> nachhaltiger werden. Die Bauwende ist in aller Munde.<sup>4</sup>

Dass diese Bemühungen, statt allein um eine bessere Klimabilanz zu kreisen, auch Anlass bieten können, die elementare Beziehung zwischen Architektur und Natur neu zu befragen, zeigt die Ausstellung *Closer to Nature. Bauen mit Pilz, Baum, Lehm* in der Berlinischen Galerie.<sup>5</sup> Bis dato produziert der traditionelle Gegensatz der beiden Sphären ungewollt komische Bilder urbaner Trostlosigkeit (→ Abb.1,2). Drei Berliner Architekturen stellen diesen nun auf den Prüfstand: Sie kooperieren und verbinden sich mit der Natur, atmen, wachsen und werden somit selbst lebendig.

Mit der Kapelle der Versöhnung (Reitermann & Sassenroth Architekten und Martin Rauch, 1996–2000), dem mit dem 3. Preis ausgezeichneten Wettbewerbsentwurf für das heutige Futurium (Ferdinand Ludwig und Daniel Schönle, 2012) sowie dem MY-CO SPACE

Nils Philippi

## And now the fungi? On the architecture of MY-CO SPACE

The resources of our planet are being depleted at an alarming rate, while the demand for built space continues to grow. Attempts to satisfy this demand further fuel the hunger for resources. The conflict becomes clearer when being visualised: Where there is a house, there is no more room for trees, meadows, or animals. So, when people build, nature is inevitably destroyed – a conflict that has deep roots. After all, architecture has always served first and foremost as a shelter from the natural world, to ward off adversity such as bad weather or wild animals. At times, architecture has been elevated to represent an ideal concept of culture, which has been defined for a considerable period of time by its distinction from nature.<sup>1</sup>

Nevertheless, as this dualism becomes increasingly prevalent,<sup>2</sup> a certain transformation is also being

proclaimed in the field of architecture. Faced with the considerable amounts of energy and raw materials consumed and the equally considerable production of waste and emissions, building is finally to become more sustainable, albeit not for the first time.<sup>3</sup> The *Bauwende* (turnaround in construction) is on everyone's lips.<sup>4</sup>

The exhibition *Closer to Nature. Building with Fungi, Trees, Mud*<sup>5</sup> at Berlinische Galerie demonstrates that these endeavours, in addition to addressing climate change, can also prompt a rethinking of the fundamental relationship between architecture and nature. While the traditional contrast between the two spheres has so far produced unintentionally comical images of urban desolation (→ Fig.1,2), three Berlin architectures are now putting the contrast to the test: they co-operate and

(MY-CO-X, 2021) vereint die Ausstellung drei Bauten völlig verschiedener Zeit, Funktion und Gestalt. Futuristisch mutet der MY-CO SPACE an mit seiner eigenwillig organischen, amorphen Form. Sein halbkreisförmiger Grundriss wird, anstelle von Wänden und Dach, von einer mehrfach geöffneten Außenhaut überspannt. Sie ist aus rund 300 Paneelen aus Pilzkomposit zusammengesetzt, angebracht auf hölzernen Bögen, die sich einem Gerippe ähnlich auf einer ebenfalls in Holz gefertigten Bodenplatte hintereinanderreihen. Die gesamte Konstruktion folgt Prinzipien des System- und Selbstbaus und lässt sich mithilfe einer digitalen Bauanleitung und einfachem Werkzeug (de-)montieren (→ Abb. 3).

Der MY-CO SPACE mag als pavillonartiges Tiny House begegnen,<sup>6</sup> doch funktionieren kann er als solches nicht, da ihm Koch- und Sanitäreinrichtungen sowie ausreichend Witterungsschutz fehlen. Er ist auch weder als konkrete Architekturidee noch als freie Vision zu verstehen, denn vielmehr als kreativer Reflexions- sowie Demonstrationsraum aktueller Forschung. MY-CO SPACE bringt die heute weltweit und auch in Berlin immer intensiver vorangetriebene Entwicklung pilzbasierter, nachhaltiger Materialien in Form

einer experimentellen Behausung zur Anwendung und damit die Potenziale zur Anschauung, die Pilze für die erstrebte Bauwende entfalten könnten.

Allerdings nicht Wissenschaft oder Bauwirtschaft, sondern Kunst und Design gaben vor rund 15 Jahren die ersten Impulse, Pilze raumgestalterisch einzusetzen.<sup>7</sup> Mit ihrer Hilfe erprobte der US-amerikanische Künstler Phil Ross schon seit den 1990er-Jahren neue Form- und Materialmöglichkeiten, ehe er daraus erste skulptural-raumbildende Konstruktionen wie das 2009 entstandene Teehaus *Mycotectural Alpha* schuf. Ein Jahr nach dieser Pionierleistung gründete Maurizio Montalti in Amsterdam seine *Officina Corpuscoli*, die seitdem unter anderem Stühle, Lampenschirme und zuletzt schalldämpfende Wandmodule aus verschiedenen Pilzstoffen entwickelt. Designs für eben diese drei Produkte finden sich auch in der 2013 begonnenen MYX-Serie des Dänen Jonas Edvard. Mit dem *Mycelium Chair* stellte das Studio Klarenbeek & Dros in den Niederlanden 2013 als Resultat vierjähriger Arbeit und Experimente mit pilzbasierten Materialien das erste 3D-gedruckte Pilz-Objekt vor. 2014 errichtete The Living, das Büro des New Yorker Architekten David Benjamin, einen zwölf Meter



connect with nature, breathe, grow, and thus become alive themselves.

With the Chapel of Reconciliation (Reitermann & Sassenroth Architekten and Martin Rauch, 1996–2000), the competition design for today's Futurium, which was awarded 3rd prize (Ferdinand Ludwig and Daniel Schönle, 2012), and the MY-CO SPACE (MY-CO-X, 2021), the exhibition brings together three buildings of completely different times, functions, and forms. The MY-CO SPACE appears futuristic with its unconventionally organic, amorphous form. Instead of walls and a roof, the semi-circular floor plan is spanned by a multiple open outer skin. It is composed of around 300 panels made of a fungal composite, mounted on wooden arches that are arranged like a skeleton on a wooden base plate. The entire construction follows the principles of system and self-assembly and can be (dis)assembled using digital assembly instructions and basic tools (→ Fig. 3).

The MY-CO SPACE could be described as a pavilion-like tiny house,<sup>6</sup> but without kitchen and sanitary

facilities or sufficient protection from the weather, it cannot function as a house. It is also to be understood neither as a concrete architectural idea nor as mere vision, but rather as a creative space for reflection and demonstration of current research. MY-CO SPACE applies the development of fungal-based, sustainable materials, which is increasingly being promoted worldwide, as well as in Berlin, in the form of an experimental dwelling. As such, it demonstrates the potential that fungi could unfold for the desired *Bauwende*.

However, it was not science or the construction sector, but art and design that provided the initial stimulus for using fungi in interior design around 15 years ago.<sup>7</sup> The American artist Phil Ross had been using them to test new form and material possibilities since the 1990s, before using them to create his first sculptural and spatial constructions, such as the *Mycotectural Alpha* tea-house created in 2009. One year after this pioneering achievement, Maurizio Montalti founded his *Officina Corpuscoli* in Amsterdam, which has since developed

hohen Turm aus 10.000 *Mycelium Bricks*. Und unlängst vertäfelte das belgische Büro Bento als Beitrag zur 18. Architekturbiennale in Venedig eine offene Raumstruktur mit Platten aus Pilz.<sup>8</sup> (→ Abb. 4-7)

Pilze in der Architektur sind also kein Novum mehr. Der MY-CO SPACE ist der Berliner Beitrag zu einem progressiven, gleichwohl international bereits breit bearbeiteten Feld. Darin fällt der Experimentalbau durch seine Genese auf. Im Unterschied sowohl zu den frühen und bis heute vor allem eher designorientierten Experimenten mit Pilzen als auch zur Materialforschung im akademischen Rahmen oder der Industrie verbinden sich im MY-CO-X-Kollektiv die naturwissenschaftlichen und technischen mit den gestalterischen Perspektiven seiner Mitglieder.

Ob Biotechnologin, Materialwissenschaftler, Architektin, Möbel- oder Modedesigner – das über den Globus sich spannende Netzwerk der an oder mit Pilzen Arbeitenden verbindet eine von Optimismus getragene Passion. Wenn Paul Stamets »6 ways mushrooms can save the world«<sup>9</sup> proklamiert, Merlin Sheldrake darlegt, »How Fungi Make Our Worlds, Change Our Minds & Shape Our Futures«<sup>10</sup>, oder Vera Meyer und Sven

Pfeiffer von MY-CO-X den Pilz als »Lehrmeister«<sup>11</sup> rühmen, »das Wir über das Ich zu stellen«, dann ruft solcher Enthusiasmus Erinnerungen wach. Etwa an die vom Gestalterischen weit ins Gesellschaftliche hineinstrahlenden Visionen, die Paul Scheerbart 1914 und anschließend die »Gläserne Kette« auf fantastische Bauten aus farbigem Glas projizierten.<sup>12</sup> Oder an die in den 1960er-Jahren postulierten Potenziale von Plastik,<sup>13</sup> das heute nur noch kritisch beäugt werden mag, aber ein Beispiel mehr liefert, wie sich Architektur und Design immer wieder auf bestimmte Stoffe kaprizierten. Diese wurden sodann mitnichten allein als ästhetisch reiz- oder technisch sinnvoll befunden, sondern mehr noch als ethisch wertvoll. Selbst der Siegeszug des Betons, dieser »Massenkonstruktionswaffe des Kapitalismus«<sup>14</sup>, begann mit sozialen Hoffnungen.<sup>15</sup> Glas, Plastik, Beton – und nun der Pilz?

Ohne Zweifel beeindruckt die Nachhaltigkeit von biotechnologisch mit Pilzen erzeugten Materialien. Das von MY-CO-X entwickelte Komposit etwa ist restlos biologisch abbaubar, seine Herstellung erfordert verschwindend wenig Energie und verwertet zudem Abfälle, statt Rohstoffe zu verbrauchen. Genutzt wird dazu die Fähigkeit der Pilze, organische Masse ebenso gut zersetzen



chairs, lampshades and, most recently, sound-absorbing modules made from various fungal materials. Designs for these three products can also be found in the MYX series launched by Danish designer Jonas Edvard in 2013. Also in 2013, after four years of working and experimenting with fungal-based materials, Studio Klarenbeek & Dros in the Netherlands presented the first 3D-printed fungal-object: the *Mycelium Chair*. In 2014, The Living, the office of New York architect David Benjamin, erected a 12-metre-high tower made of 10,000 *Mycelium Bricks*. And recently, the Belgian firm Bento clad an open spatial structure with panels made of fungi as its contribution to the 18th Architecture Biennale in Venice.<sup>8</sup> (→ Fig. 4-7)

Fungi as an architectural material are therefore no longer a novelty. The MY-CO SPACE is Berlin's contribution to a progressive field that is already widely worked on internationally. In this field, the experimental building stands out due to its genesis. Early and contemporary experiments with fungi remain either primarily

design-orientated, or focus on academic or industry-related materials research. In contrast, the MY-CO-X collective combines the scientific and technical with the design perspectives of its members.

Whether biotechnologist, materials scientist, architect, furniture or fashion designer – the global network of people working on or with fungi is united by a passion fuelled by optimism. When Paul Stamets proclaims »6 ways mushrooms can save the world«,<sup>9</sup> Merlin Sheldrake explains »How Fungi Make Our Worlds, Change Our Minds & Shape Our Futures«,<sup>10</sup> or Vera Meyer and Sven Pfeiffer from MY-CO-X praise the fungi as »teachers«<sup>11</sup> to »put the we above the I«, such enthusiasm is evoking memories. For example, the social visions projected by Paul Scheerbart in 1914 and subsequently by the Gläserne Kette on fantastic buildings made of coloured glass.<sup>12</sup> Or the potential of plastic postulated in the 1960s,<sup>13</sup> which must be viewed critically today, but is yet another example of how architecture and design have repeatedly focussed on certain materials. These

wie synthetisieren zu können. Mittels dieser Transformationsleistung verbindet sich das Myzel des Zunderschwamms mit Hanfstängeln zu jener neuen stofflichen Einheit in den 300 Sechsecken, die den MY-CO SPACE bedecken: ein ressourcenschonender, kreislauffähiger, leichter, vergleichsweise stabiler, gut dämmender und schwer entflammbarer Werkstoff.

Diese erstaunlichen und vielseitigen Vorzüge erklären den Überschwang, der die Material-Hypes der Vergangenheit und den aktuellen um die Pilze so ähnlich macht. Letzteren als »Akteure(n)«<sup>16</sup> auf »Augenhöhe«<sup>17</sup> zu begegnen, dieses Credo des MY-CO-X-Kollektivs sollte deshalb nicht wörtlich zu nehmen sein. Jedenfalls müsste dem das unumgängliche Töten der neuen »Co-Autor\_innen«<sup>18</sup> zuwiderlaufen. (Das fortwährende Wachsen des Myzels auf dem gewählten Substrat wird zu gewünschtem Zeitpunkt durch Hitze gestoppt und der Pilz dadurch abgetötet.) Wenn aus Pilzen die Baustoffe von morgen erwachsen, dann bleibt folglich noch zu klären, wo in dieser Zusammenarbeit von Mensch und Natur die Grenze verläuft zum neuerlichen Verfügen über die Natur, ihrer Nutzbarmachung im tradierten Sinne des Kultivierens.

»Ideegeber«<sup>19</sup> ist der Pilz für den MY-CO SPACE stattdessen ganz konkret, »symbolisiert«<sup>20</sup> dieser doch »einen (...) pilzlichen Fruchtkörper mit seiner Lamellengeometrie«. In dem Experimentalbau verbindet sich also ein ausschließlich digitaler Entwurfsprozess mit dem uralten Modell der Mimesis. Resultat ist eine betont skulpturale, die Orthogonale verweigernde und damit weich und bewegt scheinende Form. Sie erinnert an die seit Mitte der 1990er-Jahre entstandene Blob-Architektur, wie sie sich in Berlin etwa mit Frank Gehrys Konferenzsaal der DZ Bank am Pariser Platz nicht weniger spektakulär zeigt (→ Abb. 8). Solchen »Blobs« ist der MY-CO SPACE tatsächlich ebenso in seiner formalen Sprache wie in Technik und Konstruktion verwandt. Auch er ist mithilfe neuester Planungssoftware, innovativer Materialien und aus einem tragenden Skelett und einer äußeren Haut gebaut.<sup>21</sup> Weniger gemeinsam hat er hingegen mit Gebäuden, die im Sinne der Bionik effiziente Strukturen und Prinzipien aus der Pflanzen- und Tierwelt nachbilden. Frei Ottos leichte Flächentragwerke sind wohl das prominenteste Beispiel hierfür.

Angesprochen sind so bereits verschiedene Spielarten organischer Architektur, eines baugeschichtlichen



were then not only found to be aesthetically appealing or technically meaningful, but even more so ethically valuable. Even the conquest of concrete, this »weapon of mass construction of capitalism«,<sup>14</sup> began with social aspirations.<sup>15</sup> Glass, plastic, concrete – and now fungi?

The sustainability of biotechnologically produced materials using fungi is undoubtedly impressive. The composite developed by MY-CO-X, for example, is completely biodegradable. Its production requires very little energy and even utilises waste instead of consuming raw materials. The ability of fungi to decompose organic matter as well as to synthesise it is used for this purpose. By means of this transformation, the mycelium of the tinder fungus combines with hemp stalks to form the new material unit in the 300 panels that cover the MY-CO SPACE: a resource-saving, recyclable, lightweight, comparatively stable, well-insulating and flame-retardant material.

These astonishing and versatile advantages explain the enthusiasm that makes the material hypes of the

past and the current one surrounding the fungi so similar. To meet them as »agents«<sup>16</sup> at »eye level«<sup>17</sup>, this credo of the MY-CO-X collective should therefore not be taken literally. In any case, the inevitable killing of the new »co-authors«<sup>18</sup> would have to run counter to this claim. (The continuous growth of the mycelium on the selected substrate is stopped by heat at the desired time, thereby killing the fungus.) If the building materials of tomorrow grow out of fungi, then it remains to be clarified where in this collaboration between man and nature the boundary runs to the renewed disposal of nature, its utilisation in the traditional sense of cultivation.

For MY-CO SPACE, the fungus is instead a very concrete »role model«<sup>19</sup>, as it »symbolises an enlarged fungal fruiting body with its lamellar geometry«<sup>20</sup>. The experimental building thus combines an exclusively digital design process with the ancient model of mimesis. The result is an emphatically sculptural form that rejects orthogonality and thus appears soft and animated. It is reminiscent of the blob architecture that has

Etiketts, das mitunter an Visionen, Entwürfen und Gebäuden haftet, die äußerlich nicht verschiedener sein könnten. Immer aber machen sie das Verhältnis der Architektur zu ihrer Umwelt, von Ort und Landschaft sowie von Mensch und gebautem Raum zum Thema. Ebenso der MY-CO SPACE: Wer darin liest, ruht oder sich begegnet, bleibt stets im Austausch auch mit dem umgebenden Raum, und zwar dem dies- und jenseits der Pilzhülle. Sie wirkt wie eine Membran, in der sich Außen und Innen durchdringen. Denn die Umgebung des MY-CO SPACE bleibt sichtbar und damit gegenwärtig auch in seinem Innern. Hier wiederum öffnet sich ein sensorischer Erfahrungsraum, mit dem man zwangsläufig ebenfalls in Kontakt tritt.

Den während der Ausstellung in der Berlinischen Galerie im MY-SO SPACE ausgelegten Gästebüchern ist eingeschrieben, wie reizvoll das verbaute Pilzkomposit für verschiedene unserer Sinne ist. Haptik, Geruch und Stimmung des damit gebildeten Raums wurden von den Besucher\_innen intensiv und dabei meist positiv empfunden (→ Abb. 9).<sup>22</sup> So wird im MY-CO SPACE neu erlebbar, was zu häufig droht, in der uninspirierten Verwendung industrieller Baustoffe wie Beton, Stahl oder

Glas verloren zu gehen: die Präsenz von Materialität und ihre Schaffung eines spezifischen, wahrnehmbaren Raumgefühls. Indem der MY-CO SPACE im Wortsinn sensibilisiert, versetzt er seine Besucher\_innen, räumlich und zeitlich bedingt, in eine bewusste Beziehung zu ihrer Umwelt – und entfaltet damit eine nachhaltige Wirkung über das Materielle hinaus.

Schließlich zeugt die Arbeit von MY-CO-X wie alle drei in der Ausstellung *Closer to Nature* präsentierten Ansätze von der Gewissheit, dass die ökologischen Herausforderungen unserer Zeit mit Mitteln der Technik allein, etwa durch eine Innovation von Verfahren und Baustoffen, nicht beherrscht werden können. Es scheint ein fundamentaleres Nachdenken über das Verhältnis zu unserer Umwelt angezeigt. So will man in den vorgestellten Projekten nicht länger gegen die Natur an-, sondern mit ihr zusammenarbeiten. Für die drei Architekturen gewinnt damit der Begriff des Ökosystems (von *oikós*, Haus, und *sýstema*, das Verbundene) neue Relevanz, wie auch Pilz, Baum und Erde in einem solchen miteinander existieren.



emerged since the mid-1990s, such as Frank Gehry's DZ Bank conference hall on Pariser Platz in Berlin, which is no less spectacular (→ Fig. 8). The MY-CO SPACE is actually just as similar to such »blobs« in its formal language as it is in its technology and construction. It is also built using the latest planning software, innovative materials, and a load-bearing skeleton and outer skin.<sup>21</sup> However, it has less in common with buildings that emulate efficient structures and principles from the plant and animal world in terms of bionics. Frei Otto's lightweight tensile structures are probably the most prominent example hereof.

This addresses different varieties of organic architecture, an architectural label that is sometimes attached to visions, designs, and buildings that could not be more different in their appearance. However, they consistently focus on the relationship between architecture and its environment, between place and landscape, and between people and built space. The same applies to MY-CO SPACE: anyone who reads, rests or meets

in it remains in constant dialogue with the surrounding space, both on this side and on the other side of the fungi cover. It acts like a membrane in which outside and inside interpenetrate. This is because the surroundings of the MY-CO SPACE remain visible and therefore also present inside it. This in turn opens up a sensory space of experience with which you inevitably also come into contact.

The guest books provided in MY-SO SPACE during the exhibition at Berlinische Galerie show how strongly the fungal composite stimulates several of our senses. The feel, smell, and atmosphere of the space created with it were perceived intensively and mostly positively by the visitors (→ Fig. 9).<sup>22</sup> In MY-CO SPACE, we can experience something that often enough seems lost in the seemingly uninspired use of industrial building materials such as concrete, steel, or glass: the presence of materiality and its creation of a specific, perceptible sense of space. By literally sensitising visitors, MY-CO SPACE places them in a conscious relationship with



1



2

1 Elisabeth Niggemeyer, *Lindenthaler Allee, Berlin-Zehlendorf*, 1964, Archiv Elisabeth Niggemeyer, Berlin/Zittau

Elisabeth Niggemeyer, *Lindenthaler Allee, Berlin-Zehlendorf*, 1964, archive Elisabeth Niggemeyer, Berlin/Zittau

2 Ulrich Wüst, *Rohrbruchpark/Hellersdorfer Straße*, aus der Serie *Peripherie als Ort. Das Hellersdorf-Projekt*, 1998, Berlinische Galerie

Ulrich Wüst, *Rohrbruchpark/Hellersdorfer Straße*, from the series *Periphery as a Place. The Hellersdorf Project*, 1998, Berlinische Galerie

their environment, both spatially and temporally – and thus has a lasting effect that goes beyond the material.

Ultimately, the work of MY-CO-X, like the two other buildings presented in the *Closer to Nature* exhibition, testifies to the realisation that the ecological challenges of our time cannot be mastered by means of technology alone, for example through innovation in processes and building materials. A more fundamental reflection on our relationship with our environment seems to be necessary. In the projects presented, the aim is no longer to work against nature, but to co-operate with it. For the three architectures, the concept of the ecosystem (from *oikós*, house and *sýstema*, the connected) gains new relevance, just as fungus, tree, and soil are so interwoven in nature.



3

3 Der MY-CO SPACE des SciArt-Kollektivs MY-CO-X von 2021 in der Ausstellung *Closer to Nature. Bauen mit Pilz, Baum, Lehm*, Berlinische Galerie 2024

The MY-CO SPACE of the SciArt collective MY-CO-X from 2021 in the exhibition *Closer to Nature. Building with Fungi, Trees, Mud*, Berlinische Galerie 2024



4



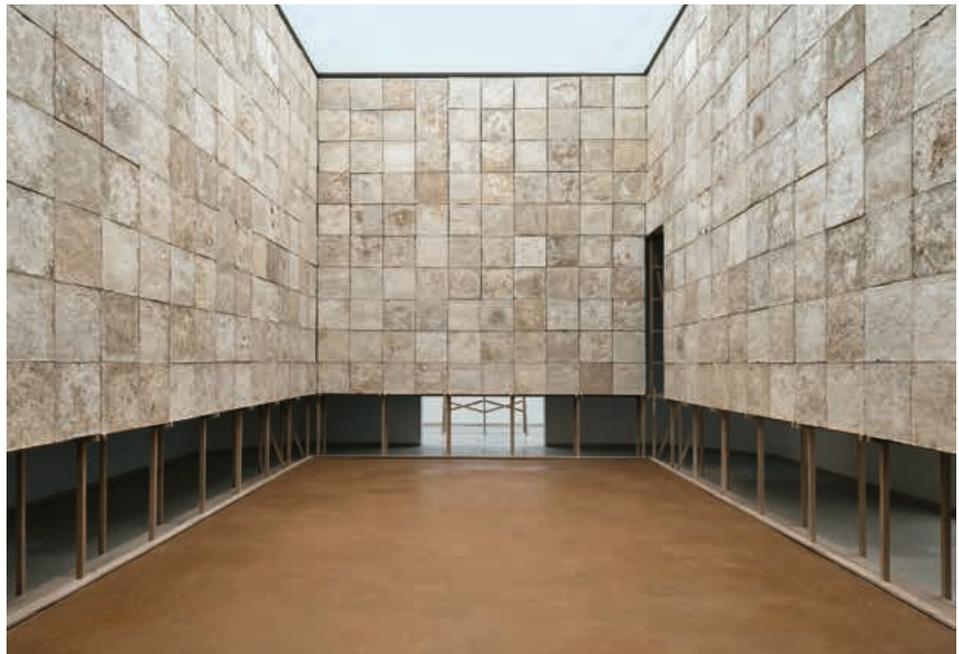
5

4 Klarenbeek & Dros, Designers of the Unusual, *Mycelium Chair*, 2013  
Klarenbeek & Dros, Designers of the Unusual, *Mycelium Chair*, 2013

5 Phil Ross, *Mycotectural Alpha*, 2009  
Phil Ross, *Mycotectural Alpha*, 2009



6



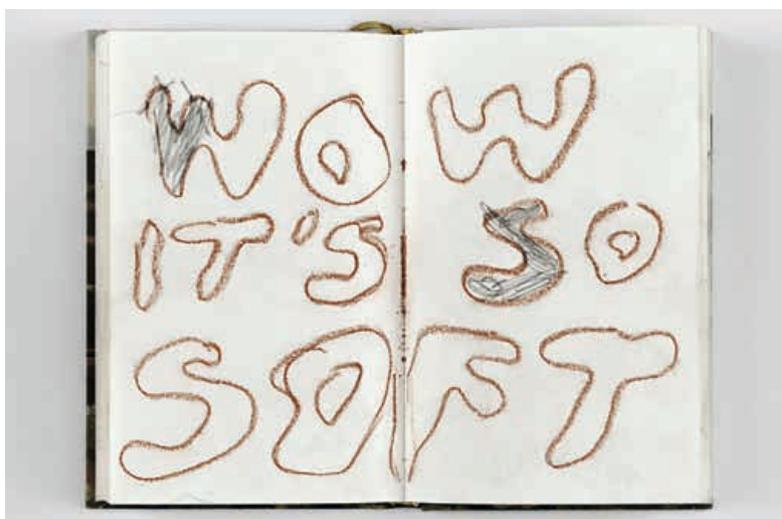
7

6 The Living, *Hy-Fi*, Ausstellungsansicht *Young Architects Program 2014*, Museum of Modern Art, New York 2014  
The Living, *Hy-Fi*, installation view *Young Architects Program 2014*, Museum of Modern Art, New York 2014

7 Bento Architecture, *In Vivo*, Belgischer Pavillon auf der 18. Architekturbiennale, Venedig 2023  
Bento Architecture, *In Vivo*, Belgian pavilion at the 18th International Architecture Exhibition, Venice 2023



8



9

8 Frank O. Gehry, Konferenzsaal der DZ Bank, Berlin 1996–2001  
Frank O. Gehry, conference hall of the DZ Bank, Berlin 1996–2001

9 Eintrag im Gästebuch des MY-CO SPACE aus der Ausstellungszeit in der Berlinischen Galerie  
Entry in the MY-CO SPACE guest book from the exhibition period at the Berlinische Galerie

## Die kollaborative Forschungsinitiative Open Fung

Pilze werden seit mehr als 100 Jahren zur Herstellung von Molekülen, Proteinen, Enzymen und anderen Naturstoffen genutzt. In dieser Zeit hat sich die Pilzbiotechnologie zu einer Plattformtechnologie entwickelt, die Innovationen in verschiedenen Wirtschaftsbranchen vorantreibt, insbesondere – aber nicht nur – in der Lebensmittel-, Pharma- und Chemieindustrie. Grundlage für diesen Erfolg war das Verständnis der Pilze als Zellfabriken, die Erforschung ihrer grundlegenden Zellbiologie (Wachstum, Morphologie), Physiologie (Stoffwechsel) und Genetik (Genregulation) sowie die Entwicklung von Technologien zu ihrer kontrollierten Kultivierung in Rührkessel-Bioreaktoren, die ein Volumen von bis zu mehreren hundert Kubikmetern erreichen können. In diesen Bioreaktoren transformieren Pilze nachwachsende pflanzliche Biomasse in Produkte des täglichen Lebens. Auch die Fortschritte in der Systembiologie (also der ganzheitlichen Betrachtung der Funktionen von Genom, Transkriptom, Proteom und

Metabolom) und in der Synthetischen Biologie der Pilze (das heißt dem maßgeschneiderten Design von Genen, Genomen und Stoffwechselwegen) haben zu wichtigen wissenschaftlichen Erkenntnissen geführt und den Weg für Antibiotika, Medikamente, Vitamine, biobasierte Kunststoffe und effizientere industrielle Bioprozesse geebnet<sup>1</sup>. Diese Erfolgsgeschichte der Pilzbiotechnologie beschränkte sich bisher jedoch vorrangig auf eine bestimmte Pilzgruppe, die Ascomycota, zu denen einzellige Pilze (Hefen) wie auch mehrzellige Hyphenpilze (Schimmelpilze) gezählt werden.

Neueste Entwicklungen in der Pilzbiotechnologie bauen auf eine weitere Gruppe von mehrzelligen Hyphenpilzen, den Basidiomycota (Ständerpilze), mit deren Hilfe nachhaltige Lösungen für Baumaterialien, Textilien und andere Werkstoffe erforscht werden. Die Industrieproduktion der Zukunft muss dringend nachhaltig ausgerichtet sein – wenn wir lernen, das Wachstum dieser Pilze zu steuern, können wir einen

*Phil Ross, Vera Meyer*

## The collaborative research initiative Open Fung

Fungi have been harnessed for more than a hundred years for the manufacturing of molecules, proteins, enzymes, and other natural products. During this period, fungal biotechnology has flourished into a platform technology that drives innovation in different industrial sectors including food, pharmaceutical, and chemical, to name but a few. Fundamental to this success has been the understanding of fungi as cell factories, basic cellular biology (growth, morphology), physiology (metabolism), and genetics (gene regulation), as well as the development of technologies for their controlled cultivation in stirred-tank bioreactors that reach volumes up to a scale of several hundred cubic metres. In these vessels, fungi transform plant biomass into products for everyday life. Also, advances in systems biology (that is the holistic view on genome, transcriptome, proteome,

metabolome functions) as well as in synthetic biology of fungi (here especially tailor-made design of genes, genomes, and metabolic pathways) has led to important scientific findings and paved the way towards antibiotics, drugs, vitamins, biobased plastics as well as more efficient industrial bioprocesses<sup>1</sup>. However, this success story of fungal biotechnology has been limited so far to a specific fungal phylum called Ascomycota, which resides at the branch of unicellular fungi (yeasts) and multicellular filamentous fungi (moulds).

Recent emerging fungal technologies for another class of multicellular filamentous fungi, the mushroom-forming Basidiomycota, hold deep promise for sustainable solutions in building materials, textiles, and beyond. The ability to engineer this class of fungi as they grow would be an incredibly valuable compo-

entscheidenden Beitrag hierzu leisten. Jedoch sind grundlegende wissenschaftliche Erkenntnisse und biotechnologische Werkzeuge für Ständerpilze weniger weit entwickelt als für andere Pilzbiotechnologien. Auch liegt das Fachwissen über die Kultivierung und Nutzung von Pilzmyzel nur verstreut in einzelnen Unternehmen, Institutionen und Forschungslaboren vor und der jeweilige Wissensstand über potenzielle Anwendungsmöglichkeiten ist sehr unterschiedlich. Hinzu kommt die Herausforderung, dass zentrales handwerkliches und institutionelles Know-how bezüglich Pilzkultivierung nur isoliert vorhanden ist und durch Überalterung des Personals verloren geht. Interessanterweise ist vor allem bekannt, wie das Wachstum von Pilzen verhindert oder gestoppt werden kann. Für eine nachhaltige Zukunft müssen wir nun lernen, wie wir das Wachstum der Pilze stimulieren und gezielt für eine neue Kreislaufwirtschaft fruchtbar machen können.

### Die Antwort von Open Fung

Open Fung<sup>2</sup> wurde 2023 gegründet, weil wir glauben, dass wir Pilze vielseitig nutzen können: um die Welt zu begreifen, um Reichtum zu ermöglichen und um uns

selbst und einander kennenzulernen. Darüber hinaus symbolisieren Pilzmyzelien, wie Pilze und Menschen in Netzwerke eingebunden werden können. Aufgrund dieser Eigenschaften haben wir uns zusammengeschlossen, um Open Fung zu gründen – als Anbieter für zuverlässige Informationen über Pilze und als Ressource für Kollaborationen in der angewandten Pilzmyzel-Forschung. Denn es ist dringend notwendig, dass die Entwicklung und Bereitstellung von neuen Methoden, Technologien und Wissen für die angewandte Mykologie beschleunigt wird. Wir denken, dass es Organisationen braucht, um die Entwicklung solcher Kapazitäten zu koordinieren, um das gesamte Feld voranzubringen und um den Ausbau der Pilzmyzel-Industrie zu beschleunigen. Wir haben daher Open Fung als eine Art Accelerator gegründet, um die Erforschung, Skalierung und Verbreitung nachhaltiger Pilzbiotechnologien zu beschleunigen. Open Fung wird Synthetische Biologie, künstliche Intelligenz und genomische Technologien einsetzen, um die Effizienz und Skalierbarkeit der Pilzproduktion zu verbessern, einschließlich der Entwicklung neuer Methoden zur Kultivierung von Pilzmyzel unter kontrollierten Bedingungen.



ment in the future manufacturing capabilities of sustainable societies. Despite this promise, the basic scientific knowledge and bioengineering tools needed for mushroom-forming fungi are less developed than those of other fungal biotechnologies, with few standardised tools, measures, or data to guide and help advance this research. At this moment in time, expert knowledge on the cultivation and application of fungal mycelium is distributed between uncoordinated companies, institutions, and research labs, and broad familiarity with the promise of fungi varies widely. Furthermore, siloed knowledge about fermentation and an aging workforce risks the loss of critical artisanal and institutional knowledge. Also, more is known about how to prevent or stop the growth of fungal mycelium than there is about how to propagate and encourage it.

### The Open Fung response

Open Fung<sup>2</sup> was founded in 2023 because we believe that fungi can serve as a versatile utility: to know the

world; to produce abundance; and to know ourselves and each other. Mycelium also symbolises how mushrooms, and fungi in general, draw people into networks. It is because of these qualities that we have come together to create Open Fung – as a utility for reliable information and a resource for collaboratively working with applied mycelium research.

There is a crucial need to accelerate the development and sharing of new tools, technologies, and knowledge for applied mycology. To achieve swift deployment and scaleup of mycelium-based industries, an organisation should be formed to coordinate the development of fungal tools and capacities for advancing the entire field. We have responded to this call for an organisation, and have established Open Fung, a centralised authority to accelerate the research, scaling and deployment of sustainable fungal biotechnologies. Open Fung will use synthetic biology, artificial intelligence, and genomic technologies to increase the efficiency and scalability of mushroom production, including the development of

Open Fung ist bestrebt, Pilzbiotechnologien für eine globale zirkuläre Bioökonomie zu entwerfen und in der Produktion zu etablieren. Genomische Ansätze versprechen holistische, also ganzheitliche, Herangehensweisen, wurden aber bisher nur isoliert von einzelnen Akteur\_innen verfolgt und häufig nicht mit anderen wertvollen Datensätzen wie Bildgebungsverfahren zur Erfassung von Myzelwachstum und Entwicklungsprozessen gekoppelt. Jüngste Fortschritte in der Genomanalyse haben jedoch systematische und hochauflösende Methoden zur umfassenden Charakterisierung von Genen und Zellen innerhalb einer wachsenden Pilzkolonie in greifbare Nähe gerückt. Denn Computertechnologien können nun die molekulare Erfassung von RNA und Proteinen mit räumlichen Informationen über Zustände, Orte, Übergänge und Interaktionen von miteinander verbundenen Zellen kombinieren. Wir sind daher überzeugt, dass Pilzbiotechnologien einer viel breiteren Öffentlichkeit bekannt gemacht und von ihr genutzt werden sollten und dass die Kunst eine entscheidende Rolle bei der Gestaltung und raschen Verbreitung dieser Technologien in der Öffentlichkeit spielen wird.



new methods for cultivating fungal mycelium under controlled conditions.

Open Fung seeks to create and rapidly deploy mycological technologies critical to the global circular bioeconomy. Genomics offers the promise of a systematic approach, but thus far has been applied ad hoc between contributing parties, and often in isolation from other valuable sources of data such as imaging of colony dynamics and biological development. Advances in genomic analysis have put within reach a systematic, high-resolution means to comprehensively characterise fungal cells within a growing colony. Rapidly emerging computational techniques can couple molecular profiling of RNA and proteins with spatial information about states, locations, transitions, and interactions of connected cells. We believe these mycological technologies should become familiar and utilised by a much broader population, and that the arts will be a critical component in their conception and rapid adoption into the greater world.

## Das Open-Fung-Team

---

**Philip Ross** – *Mitbegründer, Geschäftsführer, leitender Forscher*  
Mitbegründer und früherer CTO von MycoWorks, Künstler, Erfinder, Unternehmer

**Courtney Fink** – *Mitbegründerin, Leiterin der Künstlerprogramme und laufenden Geschäfte*  
Ehemalige Geschäftsführerin von Southern Exposure und Common Field

**Rachel Linzer** – *Mitbegründerin, Co-Leiterin für Wissenschaft*  
Ehemalige Leitende Wissenschaftlerin für Mykologie und Genomik, MycoWorks

**Rolando Perez** – *Mitbegründer, Co-Leiter für Wissenschaft*  
Biotechnologe, Universität Stanford

**Drew Endy** – *Berater*  
Synthetischer Biologe, Lehrstuhl für Biotechnologie, Universität Stanford

**Vera Meyer** – *Beraterin*  
Biotechnologin und Künstlerin, Lehrstuhl für Angewandte und Molekulare Mikrobiologie, Technische Universität Berlin

## The Open Fung team

---

**Philip Ross** – *Co-Founder, Director, Principal Investigator*  
Co-Founder and former CTO MycoWorks, artist, inventor, and entrepreneur

**Courtney Fink** – *Co-Founder, Director of Artist Programs and Operations*  
Former Executive Director, Southern Exposure and Common Field

**Rachel Linzer** – *Co-Founder, Co-Director of Science*  
Former Senior Principal Scientist for Mycology and Genomics, MycoWorks

**Rolando Perez** – *Co-Founder, Co-Director of Science*  
Bioengineer, Stanford University

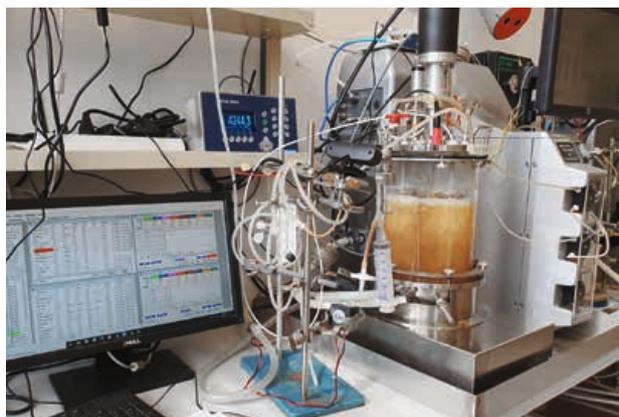
**Drew Endy** – *Advisor*  
Synthetic biologist, Department of Bioengineering, Stanford University

**Vera Meyer** – *Advisor*  
Biotechnologist and artist, Department of Applied and Molecular Microbiology, Technische Universität Berlin



1 Vera Meyer, Rolando Perez, Rachel Linzer, Phil Ross im Bioreaktorlabor des Fachgebietes Angewandte und Molekulare Mikrobiologie der TU Berlin (1) und gemeinsam mit Courtney Fink auf dem Forschungsgelände (1)

Vera Meyer, Rolando Perez, Rachel Linzer, Phil Ross in the bioreactor laboratory of TU Berlin's Department of Applied and Molecular Microbiology (1) and together with Courtney Fink on the research site (1)



2 Bioreaktorläufe am Fachgebiet Angewandte und Molekulare Mikrobiologie, in denen verschiedene Pilze kultiviert werden.

Bioreactor runs at the Department of Applied and Molecular Microbiology, in which various fungi are cultivated.

## Die Open-Fung-Forschung

Open Fung arbeitet nach dem *Hub and Spoke*-Modell<sup>3</sup> und führt zielgerichtete Forschung durch, während es gleichzeitig mit einem globalen Netzwerk von Laboren zusammenarbeitet, um gemeinsam belastbare Pilztechnologien zu entwickeln. Open Fung startet sein Forschungsprogramm in Partnerschaft mit dem Department of Bioengineering der Stanford University und dem Drew Endy Lab. Diese stellen Räume und Ressourcen zur Verfügung und unterstützen damit unsere Arbeit und bauen unser Programm mit auf. Open Fung konzentriert sich auf jene Ständerpilze, für die nur wenige molekulare Werkzeuge zur Verfügung stehen. Mithilfe der Synthetischen Biologie, dem maschinellen Lernen und der Automatisierung werden vollständig charakterisierte Pilzstämme erzeugt, um die Effizienz, Reproduzierbarkeit und Skalierbarkeit der Pilzmyzelproduktion zu verbessern. Dazu gehören kontrollierte Kultivierungsumgebungen und Produktionsmethoden, charakterisierte Substrate, Bioprozessmodelle und -simulationen sowie Technologien für die Stammkonstruktion im Hochdurchsatzverfahren und computergestütztes Design. Vielversprechende Pilzkan-

didaten werden durch genomische DNA-Sequenzierung, Transkriptomik, Einzelzell-Regulation, Messung von Pilzstoffwechselprodukten und bildgebende Verfahren zellulärer Strukturen untersucht. Die Sammlung dieser bioinformatischen Daten wird unsere zukünftigen Arbeiten unterstützen, um einzelne Pilzstämme zu verbessern und die Methoden auf andere nützliche Pilze zu übertragen. Durch die offene Weitergabe der Daten erhalten Pilzinnovator\_innen Zugang zu den neuesten Daten und können damit die eigene Arbeit mit ihren regional vorkommenden Pilzen und Substraten vorantreiben. Die Erfahrung unseres Teams im Bereich der kulturellen Kommunikation wird entscheidend sein, um diese komplexen Ideen miteinander zu verbinden und für ein breiteres Publikum verständlich aufzubereiten.

## Stellenwert von Kunst und Kommunikation bei Open Fung

Open Fung ist eine von Künstler\_innen und Wissenschaftler\_innen geleitete Organisation, die eine intensive Auseinandersetzung mit Pilzen durch angewandte Forschung und Kunst fördert. Wir sind uns des kulturellen Werts der Neugier bei materialbasiertem Lernen



## The Open Fung research

Working on a hub and spoke model, Open Fung will conduct focused research while working with a global network of labs to develop robust fungal utilities. Open Fung is inaugurating its research programme in partnership with Stanford University's Department of Bioengineering and the Drew Endy Lab which provide space and resources to further our work and build our programme.

Focusing on mushroom-forming fungi with scarce existing tools, Open Fung will create rationalised and fully characterised strains using synthetic biology, machine learning and automation to increase the efficiency, reproducibility, and scalability of fungal mycelium production. This includes controlled environments and production methods, characterised substrates, bioprocess growth models and simulations, and high-throughput strain construction and computational design technologies. We will study promising candidate fungi through genomic DNA sequencing, transcriptom-

ics, single cell regulation, measuring products of fungal metabolism, and imaging cellular structures. Collecting such bioinformatic data will feed our future work to improve individual fungal strains and to repeat the methods for other useful fungi. Openly sharing the data will allow fungal innovators at all levels access to cutting-edge information for fuelling their own work using local fungi, local substrates, and their own designs. Our team's experiences in cultural communications will be critical to connecting and translating these complex ideas for a broader public.

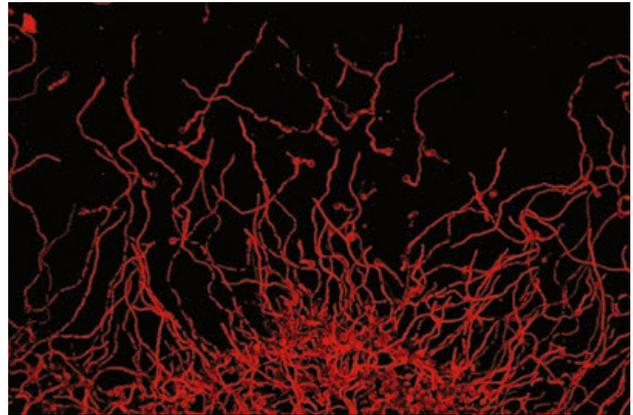
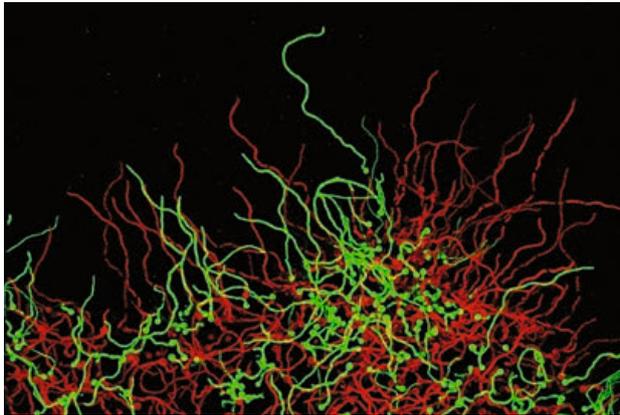
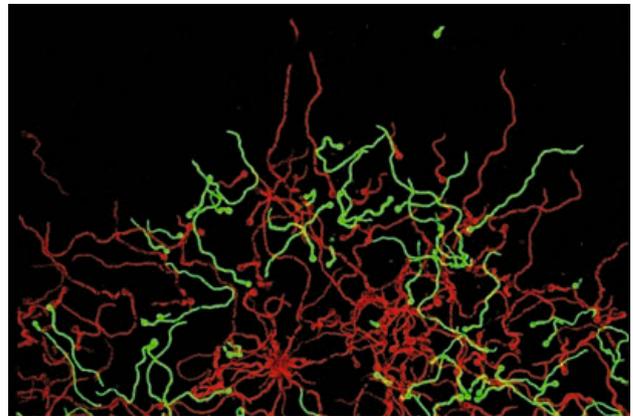
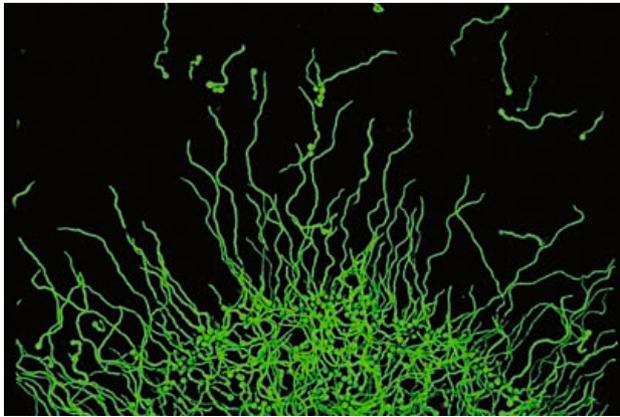
## Centrality of art and communication to Open Fung

Open Fung is an artist- and scientist-led organisation that fosters deep engagement with fungi through applied research and the arts. We value the cultural impact of curiosity in material-driven learning and critical thinking, values that are important to both art and science as ways of knowing. Open Fung resides within a broad set of collaborating groups, with art providing

und kritischem Denken bewusst – beides Methoden der Wissenserlangung und -erweiterung, die sowohl für die Kunst als auch für die Wissenschaft wichtig sind. Dass die Kunst unserer Arbeit Bedeutung verleiht und die Welt reflektiert, die wir erschaffen und verbreiten, vereint Open Fung mit einer Vielzahl anderer kollaborativer Gruppen. Die wissenschaftliche Forschung, die wir betreiben, braucht eine Rechtfertigung, und die Kunst hat das Potenzial, eine solche zu liefern. Unsere Kunstprogramme sind getragen von der Überzeugung, dass es die Kultur ist, die uns als Gemeinschaften verbindet, zusammenschweißt und gegenseitiges Verständnis ermöglicht. Wir werden somit wissensbasierte Programme in Auftrag geben, um öffentliche Präsentationen und Veranstaltungen zu ermöglichen, die kryptischen Stimmen und ungewöhnlichen Ideen eine Bühne geben. Wir arbeiten an einer Zukunft, in der wir in Zusammenarbeit mit Pilzen unser Leben und unseren Planeten zum Erblühen bringen.

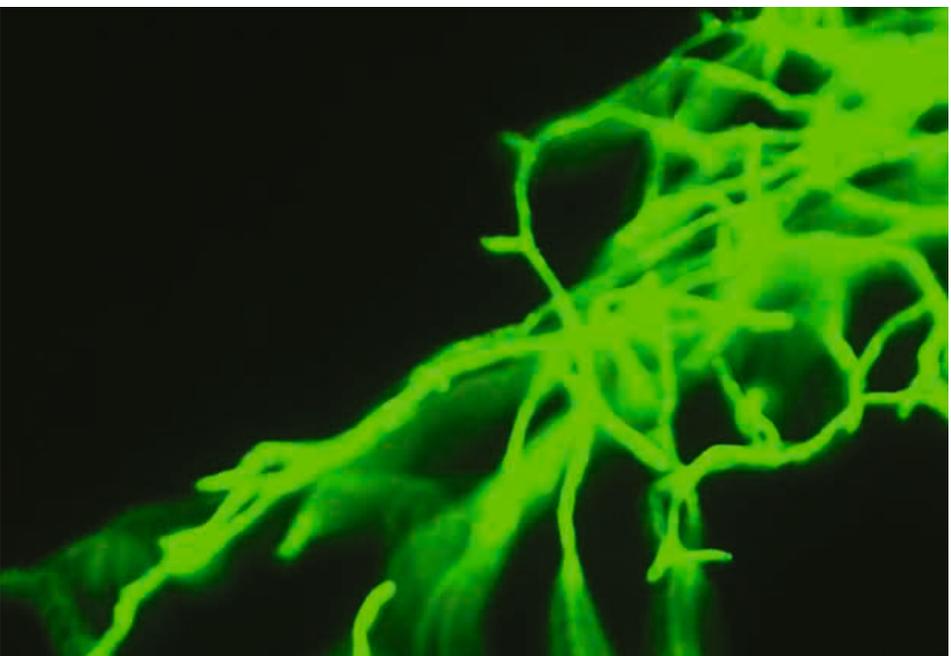


meaning to our work and mapping the world we are creating and radiating. The scientific exploration we are pursuing needs a rationale, and the arts have the potential to provide this – our art programmes are being devised with the recognition that culture is the mechanism by which communities form and understanding is built. We will commission knowledge-based programmes that result in public presentations and events with a focus on cryptic voices and non-model genomic ideas. We envision a future where humans engage with fungi so life and the planet may flourish.



3 Lichtmikroskopische Aufnahmen des filamentösen Pilzes *Aspergillus niger*. Grün- oder rotfluoreszierende Stämme werden mittels gentechnischer Methoden am Fachgebiet Angewandte und Molekulare Mikrobiologie erzeugt.

Light microscopic images of the filamentous fungus *Aspergillus niger*. Green or red fluorescent strains are produced using genetic engineering methods at the Department of Applied and Molecular Microbiology.





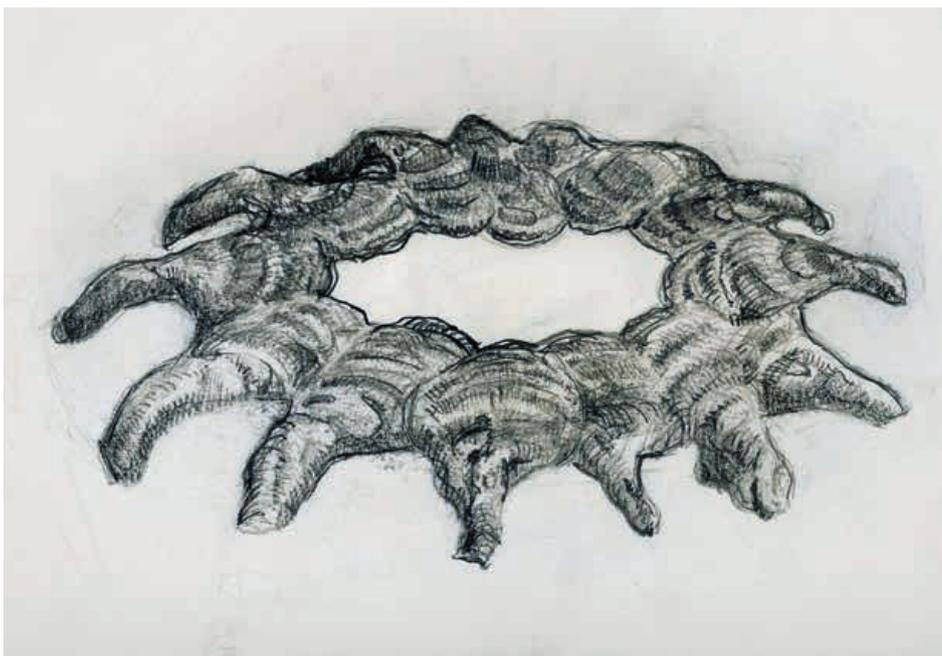
4

4 *Dragon Style*, Phil Ross, 1996. *Ganoderma multipileum*  
(Verzweigter Lackporling), variable Abmessungen

*Dragon Style*, Phil Ross, 1996. *Ganoderma multipileum*  
(Antler Reishi), variable dimensions



5



6

5 *Mycotectural Alpha Model*, Phil Ross, 2004. Knetmasse  
*Mycotectural Alpha Model*, Phil Ross, 2004. Plasticine clay

6 *Kind Recognition Study*, Phil Ross, 1996. Bleistift auf Papier  
*Kind Recognition Study*, 1996, Phil Ross, 1996. Pencil on paper





7 Wiesen und Wälder der Berlin-Brandenburger Region beherbergen eine hohe Biodiversität an Pilzen.

Meadows and forests in the Berlin-Brandenburg region harbour a high biodiversity of fungi.



**Transdisziplinär lehren  
und lernen**

**Teaching and learning  
transdisciplinarily**

# Material, Bild, Raum im Pilz-Kunst-Labor

## ***Unsere Reise von der Pilzproduktion über das Myzel-Mobil zur zeichnerischen und performativen Auseinandersetzung mit Pilzen im Haus der Materialisierung***

Im Herbst 2021 entwickelten der Künstler Erik Göngrich und die Designerin Nora Wilhelm der MITKUNSTZENTRALE am Berliner Alexanderplatz mit den Biotechnolog\_innen Vera Meyer, Lena Heber und Bertram Schmidt vom Fachgebiet Angewandte und Molekulare Mikrobiologie der TU Berlin das Pilz-Kunst-Labor für das transdisziplinäre Lehr- und Forschungsprojekt *Biotechnologie im Kontext von Kunst und Design*. Seither praktizieren im Haus der Materialisierung (HdM) Studierende verschiedener Fachrichtungen sowie Citizen Scientists Pilzmyzelkultivierung und stellen Materialkreisläufe her, indem Reste der Reste des HdM in neue Verbundstoffe myzelisiert werden. Die hauseigene Substratquelle – geschredderte Holz-Zuschnittreste der Holzwerkstatt (→ Abb. 2) – bildet eine verlässliche Material-

grundlage für die Pilzkomposite, die mithilfe des Myzels zu einem formstabilen neuen Baustoff gebunden werden.

Im Sommersemester 2022 lag der Fokus auf dem Aufbau des DIT-Pilzlabors (DIT = do it together) in den Räumlichkeiten der MITKUNSTZENTRALE. Wir vertetigten die Myzelkultivierung und die Vermittlung von Wissen über Pilze und das Potenzial pilzbasierter Materialien für eine städtische Kreislaufwirtschaft und erweiterten unsere Perspektive zusammen mit dem Künstler Marcos García Pérez auf das zeichnungs-basierte Erforschen und Erschaffen von Pilz-Inszenierungen. Die Zeichnung verstehen wir als gleichberechtigtes Werkzeug neben Sprache, Fotografie, Film und Musik, um uns den Inhalten anzunähern und Interaktionen jenseits der verbalen Unterhaltung einzugehen. Dabei

*Nora Wilhelm, Erik Göngrich, Marcos García Pérez, Johanna Ficht*

# Material, image, space in the Fungal-Art-Lab

## **Our journey from mycelium production via the Mycelium Mobile to graphic and performative exploration of fungi in the Haus der Materialisierung**

In autumn 2021, artist Erik Göngrich and designer Nora Wilhelm from the MITKUNSTZENTRALE at Berlin's Alexanderplatz developed, together with biotechnologists Vera Meyer, Lena Heber, and Bertram Schmidt from the Department of Applied and Molecular Microbiology at TU Berlin, the Fungal-Art-Lab for the transdisciplinary teaching and research project *Biotechnology in the Context of Art and Design*. Since then, students from various disciplines and citizen scientists have been practising mycelium cultivation in the Haus der Materialisierung (HdM) and creating material cycles by mycelialising the remains of the HdM into new compos-

ite materials. The in-house substrate source – shredded wood offcuts from the wood workshop (→ Fig. 2) – forms a reliable material basis for the fungal composites, which are bound by mycelium into a dimensionally stable new building material.

In the summer semester of 2022, the focus was on setting up the DIT fungal laboratory (DIT = do it together) in the space of MITKUNSTZENTRALE. We stabilised mycelium cultivation and mediation and expanded our perspective together with the artist Marcos García Pérez to include drawing-based research and creation in fungal illustrations. We see drawing as

geht es um eine multiästhetische Herangehensweise, die einen Reflexions- und Aktionsraum eröffnet und gleichzeitig unsere Arbeitsprozesse sowie die Protokolle der Pilzkultivierung dokumentiert.

### Material: Myzel-Mobil

Im Sommersemester 2023 entwickelte eine Teilnehmer\_innengruppe von 15 Personen das Myzel-Mobil für Workshops »on the road« (→ Abb. 4, 5). Ausgehend von der zurückliegenden Erfahrung, dass das Erinnern der Kultivierungsabfolge für Neueinsteigende herausfordernd ist, starteten wir zunächst damit, die Kultivierungsschritte zeichnerisch im Gedächtnis zu verankern (→ Abb. 3), bevor diese in die Realität umgesetzt wurden. Die vorgestellte Beschäftigung über den Weg der Zeichnung eröffnet dabei neue Denkräume. In verschiedenen aufeinander aufbauenden Schritten der Zeichnung, vom Bleistift auf Papier bis zum Frässtift auf Holzplatten (→ Abb. 4), wurden die Kultivierungsprotokolle final zeichnerisch auf dem Myzel-Mobil festgehalten. Der erste erfolgreiche Einsatz des Mobils fand im Sommer 2023 in einem Workshop<sup>1</sup> im MY-CO PLACE auf dem Ernst-Reuter-Platz in Berlin statt (→ Abb. 1).

### Bild: Kunst-Pilz

Wie viel Komfort braucht ein Pilz-Labor? Im Wintersemester 2023/24 erforderte der Aufenthalt in den Räumlichkeiten im Haus der Materialisierung einen starken Willen, denn Heizungen gibt es in dem temporär genutzten Zentrum für zirkuläre Praxis nicht. Doch selbst eingefrorene Wasserleitungen hielten eine Gruppe von 15 Personen im Winter nicht davon ab, Abbildungen und Inszenierungen von und mit Pilzen zu erforschen und selbst herzustellen. Nach einem Auftakt-Input über die Möglichkeiten von pilzbasierten Produkten in Design und Architektur führten die Teilnehmenden selbst Recherchen zu Pilzinszenierungen und -abbildungen in Büchern, auf Fotos, in Kunstwerken oder Theaterstücken durch. Aufbauend auf der Recherche wurden verschiedene zeichnerische praktische Übungen durchgeführt, um eine eigene Inszenierung zu entwickeln, in welcher der Pilz eine Rolle spielt. So erklärt Citizen Scientist Marianne Häußler etwa in ihrem Beitrag, wie Pilze und Pflanzen untereinander lebenswichtige Nährstoffe austauschen. Inspirieren ließ sie sich hierfür von einer Illustration von Enzo Pérès-Labourdette, der zeigt, wie Bäume unterirdisch über Myzel kommunizieren.<sup>2</sup>



an equal tool alongside language, photography, film, and music to access the content and engage in interactions beyond verbal conversation. It is about a multi-aesthetic approach that opens a space for reflection and action and at the same time documents our work processes and the protocols of mycelium cultivation.

### Material: Mycelium Mobile

In the summer semester of 2023, a group of 15 participants developed the Mycelium Mobile for workshops »on the road« (→ Fig. 4, 5). Based on the past experience that remembering the cultivation sequence is challenging for newcomers, we first started by anchoring the cultivation steps in memory through drawing (→ Fig. 3) before translating them into reality. The drawing approach presented here opens new ways of thinking. In various successive stages of drawing, from pencil on paper to milling pencil on wooden boards (→ Fig. 4), the cultivation protocols were finally recorded in drawings on the Mycelium Mobile. The first successful use of the

mobile took place in summer 2023 in a workshop<sup>1</sup> at MY-CO PLACE on Ernst-Reuter-Platz in Berlin (→ Fig. 1).

### Image: artificial fungi

How much comfort does a fungal lab need? In the winter semester of 2023/24, staying on the premises in the HdM required a strong will, as there is no heating in the temporary centre for circular practice. But even frozen water pipes did not stop a group of 15 people from exploring and creating images and illustrations of and with fungi. After an introductory input on the possibilities of mycelium-based products in design and architecture, the participants carried out their own research into fungal illustrations in books, photos, works of art, and plays. Building on the research, various practical drawing exercises were carried out in order to develop their own image in which fungi play a role. Citizen scientist Marianne Häußler explains how fungi and plants exchange vital nutrients with each other. She was inspired by an illustration by Enzo



1





2

1 Gemeinsames Essen nach dem multisensorischen Workshop für Pilzkultivierung im MY-CO PLACE im Sommer 2023 (↖). Johanna Ficht erläutert den Workshopteilnehmenden verschiedene Schritte der Pilzkultivierung (↗).

Eating together after the multi-sensory fungal cultivation workshop at MY-CO PLACE in the summer of 2023 (↖). Johanna Ficht explains various steps of fungal cultivation to the workshop participants (↗).

2 Resthölzer aus dem Haus der Materialisierung werden in Zusammenarbeit mit dem Fachgebiet für Kreislaufwirtschaft und Recyclingtechnologie der TU Berlin für die Pilzkultivierung geschreddert und gesiebt.

Residual wood from the Haus der Materialisierung is shredded and sieved for fungal cultivation in collaboration with the Department of Circular Economy and Recycling Technology at the TU Berlin.

In einer weiteren Inszenierung steht der MycoTree<sup>3</sup> der Staatlichen Hochschule für Gestaltung (HfG) Karlsruhe Pate für eine zweidimensionale Übersetzung der konstruktiven Pilzstruktur. Aber auch das Spiel mit einer beinahe kitschigen Pilzfruchtkörperdarstellung, wie sie uns vielfach in Illustrationen begegnet und keineswegs mit unserer Sehgewohnheit bricht, wird in den Inszenierungen aufgegriffen: ein Pilzhaus mit Garage und einer Straße, die ins Erdreich führt. Es ist eine Straße, die ins Nichts gerichtet zu sein scheint. Doch findet unterirdisch mithilfe der Pilze der bereits erwähnte lebenswichtige Nährstoffaustausch zwischen Flora und Funga statt: Die Pilze liefern den Pflanzen Stickstoff und Phosphate und erhalten von ihnen im Gegenzug Glukose, welche die Pflanzen bei der Photosynthese gewinnen. Auch die Gegenüberstellung von Natur und Kultur wird thematisiert, beispielsweise in der Inszenierung von Quinn Schaffelder. Der Student der biologischen Chemie lässt dichtes Pilzmyzel um einen To-go-Pappbecher mit Plastikdeckel und -trinkhalm wachsen. Das Pilzmyzel umgreift den Becher und scheint ihn zu zersetzen. Oder verdeckt das Myzel den Becher nur und macht ihn unsichtbar für unser Auge? Die entstandenen Projekte

wurden in einer Ausstellung im Pilz-Kunst-Labor präsentiert und in einem Kurzfilm performativ gebündelt<sup>4</sup>.

#### **Raum: Prozess des Voneinander-Lernens**

Das HdM gilt europaweit als ein Leuchtturmprojekt für Re-use-Zentren und zirkuläre Praxis. 2025 findet der Umzug in temporäre Arbeitsersatzstätten innerhalb des Quartiers statt, womit das HdM und somit auch das Pilz-Kunst-Labor am jetzigen Standort Geschichte sein wird. Neben den von Anfang an bestehenden Werkstätten für Holz, Textil, Metall, Haushalts-Elektronik, Fahrrad-Mobilität und den Initiativen für Gebrauchtmaterial konnten wir das HdM um ein Labor für Pilzkultivierung erweitern. Das Pilz-Kunst-Labor ist maßgeblich von diesem Kontext mit den benannten Werkstattmöglichkeiten vor Ort geprägt. Das HdM ist ein Teil des Modellprojekts *Haus der Statistik*; Räumlichkeiten im Berliner Stadtkern werden hier gemeinwohlorientiert entwickelt. Neben der Pilzkultivierung verhandeln wir auch Fragen der innerstädtischen nicht-kommerziellen Raumnutzung. Wer bekommt welche Räumlichkeiten zu welchen Mietpreisen? Wir bleiben am Alexanderplatz, übergangsweise in einer Container-



Pères-Labourdette, who shows how trees communicate underground via mycelium.<sup>2</sup> In another production, the MycoTree<sup>3</sup> from the Karlsruhe University of Arts and Design (HfG) is the inspiration for a two-dimensional translation of the constructive fungal structure. The drawings also play with an almost kitschy depiction of fungal fruiting bodies, which we often encounter in illustrations and which in no way breaks with our visual habits: a mushroom house with a garage and a road that leads into the ground. It is a road that seems to lead to nowhere. But underground, with the help of fungi, the above-mentioned vital exchange of nutrients takes place between flora and funga: In exchange for nitrogen and phosphates, fungi receive glucose, which plants obtain through photosynthesis. The comparison of nature and culture is also addressed, for example in Quinn Schaffelder's illustration. The student of biological chemistry has fungal mycelium growing around a to-go paper cup with a plastic lid and straw. The fungal mycelium surrounds the cup and appears to decompose

it. Or does the mycelium just cover the cup and make it invisible to our eyes? The resulting productions were presented in an exhibition in the Fungal-Art-Lab and bundled in a short film<sup>4</sup>.

#### **Space: process of learning from each other**

The HdM is regarded throughout Europe as a beacon project for reuse centres and circular practice. In 2025, the HdM will move to temporary workplaces within the quarter, making the HdM and thus also the Fungal-Art-Lab history at its current location. In addition to the workshops for wood, textiles, metal, household electronics, bicycle mobility and the initiatives for used materials that have already existed, we have been able to expand the HdM with a laboratory for mycelium cultivation. The Fungal-Art-Lab is significantly influenced by the context of the HdM with the aforementioned workshop facilities on site. The HdM is part of the model project *Haus der Statistik*; premises in Berlin's city centre are being developed here for the common good.

struktur, bis der Umzug (Ende 2026) in die bezugsfertigen Räume des Hauses der Statistik stattfindet. Trotz der räumlichen Herausforderungen werden wir das Pilz-Kunst-Labor mit dem transdisziplinären Lehr- und Forschungsprojekt *Biotechnologie im Kontext von Kunst und Design* weiterentwickeln.

Seit Mai 2024 entwickeln wir daher mit dem Fachgebiet Angewandte und Molekulare Mikrobiologie der TU Berlin, dem Studiengang Design & Computation der Universität der Künste und der Neuköllner Oper Ideen für das erste pilzbasierte Bühnenbild Berlins, das im April 2025 uraufgeführt wird. Was ist dieses Objekt auf der Bühne, das zum einen versucht, Mensch und Natur zu verbinden, und zum anderen den nichtmenschlichen Lebensformen in Flora, Fauna und Funga eigene Rechte zuspricht?

---

Textauszüge aus und inspiriert durch das Begleitheft der Ausstellung *Materielle Kollaborationen* der MITKUNSTZENTRALE.<sup>5</sup>



In addition to mycelium cultivation, we are negotiating questions of inner-city space utilisation. Who gets what space and at what rent? We will remain at Alexanderplatz, temporarily in a container structure, until the move (at the end of 2026) to the ready-to-occupy rooms of Haus der Statistik takes place. Despite the spatial challenges we will further develop the Fungal-Art-Lab with the transdisciplinary teaching and research project *Biotechnology in the Context of Art and Design*.

Since May 2024, we have been developing Berlin's first fungal-based stage set with the Department of Applied and Molecular Microbiology at TU Berlin, the Design & Computation programme at the University of the Arts and the Neukölln Opera, which will have its premiere in April 2025. What is this object on stage which, on the one hand, attempts to connect people and nature and, on the other, grants non-human life forms in flora, fauna, and funga their own rights?

---

Text excerpts from and inspired by the booklet accompanying the exhibition *Materielle Kollaborationen* of the MITKUNSTZENTRALE.<sup>5</sup>

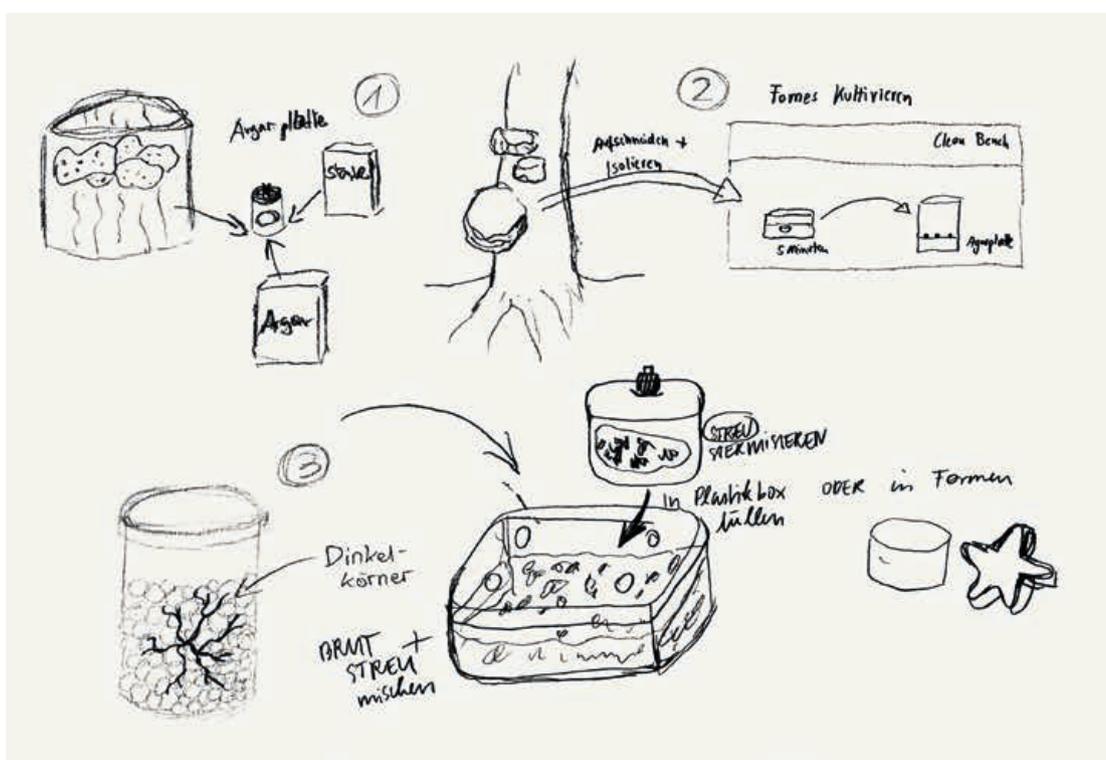
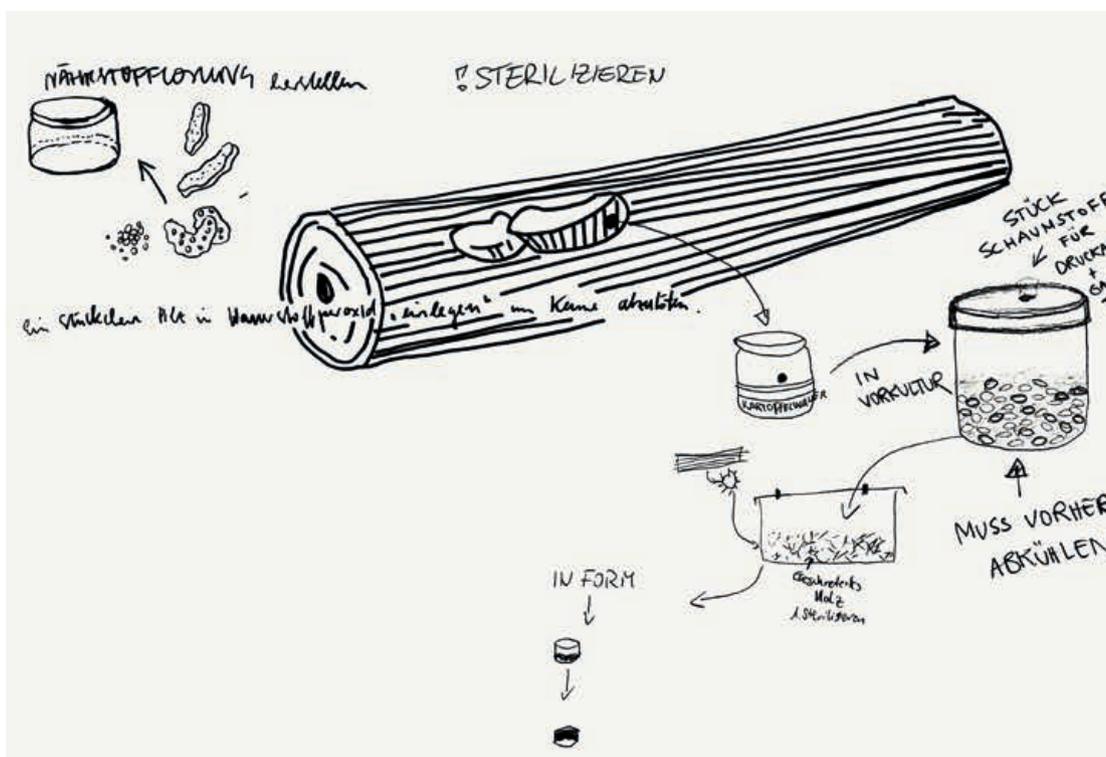
## 20 Do's für ein (außer)universitäres Pilz-Kunst-Labor-Lehrmodul

- Suche alles, was deinen kreativen Horizont erweitert und hinterfragt.
- Nutze Orte, die du normalerweise nicht betreten würdest.
- Erschließe dir Werkzeuge, die du noch nicht kennst.
- Verarbeite Materialien, die du noch nie angefasst hast.
- Fertige Zeichnungen auf ungewohnten Untergründen an und probiere aus, welche Werkzeuge sich hierfür als Zeichengerät eignen.
- Lege eine zeitliche und räumliche Struktur fest, innerhalb welcher viel Freiraum besteht.
- Nutze Pilze als Platzhalter für das, was dir gerade wichtig ist.
- Recherchiere vielfältig: ¼ Internet, ¼ Gespräche, ¼ Interviews, ¼ Bibliotheken, Sammlungen, Museen.
- Hinterfrage herkömmliche Illustrationen von Pilzen und entwerfe neue.
- Begreife Kunst als Einstellung, Horizonterweiterung und kreative Aktion.
- Definiere klare Aufgabenstellungen mit Ergebnis-Nachweisen.
- Organisiere Präsentationsveranstaltungen, zum Beispiel Ausstellungen.
- Breche aus gewohnten Repräsentationsformen, Diskurs-Bahnen und Denkweisen aus.
- Bewerte künstlerische und wissenschaftliche Arbeiten nicht mit gut oder schlecht.
- Löse hierarchische Strukturen durch gleiche Grundbedingungen auf: Außeruniversitäre Kursangebote bedürfen der gleichen stabilen finanziellen und inhaltlichen Unterstützung wie Angebote innerhalb der Universität.
- Definiere klare Ist-Kapazitäten und plane extra kollaborative Zeit ein: Wer macht das nächste Mal den Tee und bringt einen Kuchen mit?
- Schaffe einen sicheren Raum, in dem alle sich äußern können und auszudrücken trauen.
- Suche alle Orte auf, die mit Pilzen zu tun haben.
- Koche gemeinsam mit anderen – gerne Pilzgerichte.
- Arbeite im Team – denn das Myzel macht es auch.



## 20 do's for a (non-)university Fungal-Art-Lab teaching module

- Look for anything that broadens and challenges your creative horizons.
- Frequent places you wouldn't normally go.
- Discover tools that you are not yet familiar with.
- Work with materials you have never touched before.
- Make drawings with tools on unfamiliar surfaces.
- Establish a temporal and spatial structure within which there is plenty of freedom.
- Use fungi as placeholders for what is important to you at the moment.
- Research in a variety of ways: ¼ internet, ¼ conversations, ¼ interviews, ¼ libraries, collections, museums.
- Question illustrations of fungi and create new ones.
- Understand art as an attitude, a broadening of horizons, a creative action.
- Define clear tasks with proof of results.
- Organise presentation events such as exhibitions.
- Break out of the usual channels of representation, discourse, and ways of thinking.
- Do not evaluate artistic and scientific work as good or bad.
- Dissolve hierarchical structures through equal basic conditions: Non-university course offerings require the same stable financial and content-related support as those within the university.
- Clearly define actual capacities and schedule extra collaborative time: Who will make the tea next time and bring a cake?
- Create a safe space where everyone can express themselves.
- Visit all places that have to do with fungi.
- Cook together – for example mushrooms.
- Work as a team – because the mycelium does it, too.



3 Gemeinschaftlich erarbeitete Darstellungen der Kultivierungsschritte vom Fruchtkörper bis zum Pilzmaterial. Der Prozess des Zeichnens hilft, die Abfolge der einzelnen Schritte zu verinnerlichen.

Collective drawings of the cultivation steps from the fruiting body to the fungal material. The process of drawing helps to internalise the sequence of the individual steps.



4 Kursteilnehmende zeichnen mit Frässtiften die Prozessschritte der Pilzkultivierung auf schwarz gestrichene Holzkisten des Myzel-Mobils (1). Die Ideen für die Zeichnungen entwickeln sie gemeinschaftlich mithilfe der 9-Felder-Methode (1).

Course participants draw the process steps of fungal cultivation on black-painted wooden crates of the Mycelium Mobile using milling pens (1). They develop the ideas for the drawings together using the 9-field method (1).



5 Das Myzel-Mobil wird für den Einsatz bestückt (1) und kann mit einem Fahrrad-Anhänger an seinen Bestimmungsort gefahren werden (1). Die Fräsungen auf dem Mobil werden während der Workshops für die Erklärung der Pilzkultivierung verwendet.

The Mycelium Mobile is equipped for use (1) and can be driven to its destination on a bicycle trailer (1). The milling on the mobile is used during the workshops to explain fungal cultivation.

# Die Wunder der defekten Natur Galileis Buchmetapher und Federico Cesis Welt der Pilze

## Lodovico Cigoli, Galilei und das »Buch der Natur«

Ohne den frühen Tod zweier Personen wäre Galileo Galilei vermutlich niemals durch Papst Urban VIII. verurteilt worden. Die erste war Lodovico Cigoli, jener Florentiner Hofmaler, der zu den besten Freunden Galileis zählte und der ihm eine Art Kompass in allen Fragen der Auseinandersetzung mit den Autoritäten war. Als Cigoli im Juni 1613 starb, fehlte Galilei jene warnende Stimme, der er umso mehr vertrauen konnte, als beide in der Forschung in engstem Kontakt standen. Ihre gemeinsame Untersuchung der Sonnenflecken gehört zu den Sternstunden der ersten überregionalen, mit Teleskopen unternommenen Himmelsforschung.<sup>1</sup>

Cigoli hat mit Galilei die Auffassung geteilt, dass die künstlerischen Mittel unabweisbare Medien der Erkundung der Natur darstellten. Hierzu gehörte in erster Linie das Darstellungs- und Analyseinstrument der Zeichnung. So bekundete Cigoli seinem Freund in

einem Schreiben des August 1611, dass jeder, der nicht zeichnen könne, »ein Mensch ohne Augen sei.«<sup>2</sup> Wenn für Cigoli erst der Einsatz der Zeichnung die Wahrnehmungsfähigkeit garantierte, dann war Galilei die verkörperte Instanz dieser Bindung von *Disegno* und Analyse.<sup>3</sup> Seine Entdeckung der unebenen Oberfläche des Mondes wie auch seine Wiedergabe und Deutung der Sonnenflecken waren das Produkt des Zusammenspiels zwischen instrumentell bewaffneten Augen und deutenden Zeichnungen. Die Oberflächen der Himmelskörper waren so uneben und befleckt wie die der Erde.

Dieser Erkenntnis kontrastierte Galileis im August 1610 formulierte Metapher, dass die wahre Philosophie nicht aus der Welt der Buchstaben, sondern aus dem »Buch der Natur« zu ziehen sei,<sup>4</sup> das jedoch, wie Galilei es 1624 im *Saggiatore* ausführte, aus den Formen und Regeln der Geometrie bestünde: »Die Philosophie ist in

Horst Bredekamp

# The wonders of a defective nature Galileo's book metaphor and Federico Cesi's world of fungi

## Lodovico Cigoli, Galileo and the »book of nature«

Without the early death of two people, Galileo Galilei would probably never have been condemned by Pope Urban VIII. The first was Lodovico Cigoli, the Florentine court painter who was one of Galileo's best friends and who acted as a kind of compass for him in all matters of dispute with the authorities. When Cigoli died in June 1613, Galileo lacked that warning voice, which he could trust all the more as the two were in close contact in their research. Their joint study of sunspots was one of the finest moments of the first supra-regional celestial research undertaken with telescopes.<sup>1</sup>

Cigoli shared Galileo's view that artistic means were indispensable media for the exploration of nature. This included first and foremost the representational

and analytical instrument of drawing. In a letter dated August 1611, Cigoli told his friend that anyone who could not draw was »a man without eyes.«<sup>2</sup> If, for Cigoli, only the use of drawing guaranteed the ability to perceive, then Galileo was the embodiment of this link between *disegno* and analysis.<sup>3</sup> Both his discovery of the uneven surface of the moon and his reproduction and interpretation of sunspots were the product of the interplay between instrumentally armed eyes and interpretative drawings. The surfaces of the celestial bodies were as uneven and stained as those of the Earth.

This insight contrasted with Galileo's metaphor, formulated in August 1610, that true philosophy was not to be drawn from the world of letters, but from the »book of nature«,<sup>4</sup> which, however, as Galileo explained in the

jenem großartigen Buch geschrieben, das uns fortwährend offen vor Augen steht (ich spreche vom Universum), das man aber nicht verstehen kann, wenn man nicht zuvor die Sprache und die Zeichen kennenlernt, in der es geschrieben ist. Es ist in mathematischer Sprache geschrieben, und die Zeichen sind Dreiecke, Kreise und andere geometrische Figuren, ohne die es uns Menschen unmöglich ist, auch nur ein Wort zu verstehen; ohne sie ist es ein vergebliches Umherirren in einem dunklen Labyrinth.<sup>5</sup>

Diese Definition des »Buches der Natur« konnte als Beleg dafür gewertet werden, dass die Natur für Galilei gemäß den Gesetzen der Mathematik gelesen werden müsse, insofern diese der göttlichen Erkenntnis »ebenbürtig« sei.<sup>6</sup> Eine solche Deutung traf fraglos zu, beschränkte sich jedoch auf die unabänderlichen Bewegungen der Sterne. Galilei zielte auf die Definition einer Philosophie, die sich nicht an der Scheingewissheit überlieferter Lehrmeinungen, sondern am sichtbaren Lauf der Sterne orientieren müsse. Dass diese Zone des Universums allein von den Regeln der Geometrie bestimmt sei, war damit jedoch nicht gesagt. Vielmehr erbrachten Galileis teleskopische Entdeckungen die Erkenntnis,

dass auch die Sternenwelt trotz der geometrischen Vollendung ihrer Bewegungen von Irregularität und, wie im Fall der Sonnenflecken, erhabenem Schmutz mitbestimmt war.<sup>7</sup> Auf diese umfassende Sicht zielte das Diktum von Cigoli über den Zusammenhang von Sehen und Zeichnen.

### Die Defektforschung von Cesis Akademie

Vor allem aber änderte sich das Bild der allein mathematischen Lesart des »Buches der Natur«, wenn nicht die makrokosmischen Sterne, sondern die mikrokosmische Welt der Moose, Farne und Pilze betrachtet wurde. Auf diesen Forschungsraum zielte die zweite Person, die neben Cigoli alles daran setzte, Galilei vor Anfeindungen abzusichern: Federico Cesi, einer der reichsten und einflussreichsten Patrizier Roms. Cesi war jener Naturforscher, der mit der Accademia dei Lincei (Akademie der Luchse) 1603 die erste freie naturwissenschaftliche Forschungseinrichtung gründete. Ihren Namen besaß sie wegen der Überzeugung ihrer Mitglieder, dass die Sehkraft nach Art des Luchses gestärkt werden müsse, um die Oberfläche der Dinge zu erkennen und über diese hinaus in das Innere durchzudringen:



*Saggiatore* in 1624, consisted of the forms and rules of geometry: »Philosophy is written in that great book which is continually open before our eyes (I speak of the universe), but which cannot be understood unless one first learns the language and the signs in which it is written. It is written in mathematical language, and the signs are triangles, circles, and other geometrical figures, without which it is impossible for us humans to understand a single word; without them it is a vain wandering in a dark labyrinth.«<sup>5</sup>

This definition of the »book of nature« could be interpreted as evidence that, for Galileo, nature had to be read according to the laws of mathematics, insofar as this was »equal« to divine knowledge.<sup>6</sup> Such an interpretation was unquestionably true, but was limited to the unalterable course of the stars. Galileo aimed to define a philosophy that was not based on the pseudo-certainty of traditional doctrines, but on the stars' visible movement. However, this did not mean that this zone of the universe was determined

solely by the rules of geometry. Rather, Galileo's telescopic discoveries brought the realisation that, despite the geometric perfection of its movements, the realm of stars was also determined by irregularity and, as in the case of the sunspots, sublime dirt.<sup>7</sup> Cigoli's dictum about the connection between seeing and drawing was aimed at this comprehensive view.

### The defect research of Cesi's academy

Above all, however, the image of the purely mathematical reading of the »book of nature« changed when not the macrocosmic stars but the microcosmic world of mosses, ferns, and fungi was considered. This research area was the target of the second person who, alongside Cigoli, did everything in their power to shield Galileo from hostility: Federico Cesi, one of Rome's richest and most influential patricians. Cesi was the naturalist who founded the Accademia dei Lincei (academy of the lynxes) in 1603, the first free scientific research institution. It took its name from the conviction of its members

*Adspicit et inspicit* (er schaut hin und hinein). Ende April 1611 wurde Galilei in diese Akademie aufgenommen.<sup>8</sup>

Das generelle Ziel der »Luchse« lag darin, im Prinzip alle Arten und Gegenstände der Natur zeichnerisch aufzunehmen und zu klassifizieren.<sup>9</sup> Von Beginn an hatten die Linceianer ein besonderes Interesse an den Abweichungen und scheinbaren Defekten der Natur, weil diese die Regeln und das Wesen der Dinge stärker zu verdeutlichen vermochten als die vollendeten Gebilde der Schöpfung. Pilze und verwandte Spezies nahmen bei ihren Untersuchungen eine zentrale Rolle ein, weil sie aufgrund ihrer scheinbaren Absenz von Wurzeln, Früchten, Blüten und Samen aus den geläufigen Ordnungen herausfielen. Hierbei blieb unerkannt, dass die Pilze nicht etwa nicht über Früchte verfügten, sondern dass, was als Pilz galt, genau dieser Fruchtkörper war. Farne, Moose und eben Pilze schienen von mangelnder Vollendung und gar von systematischen Defekten gezeichnet zu sein. Einer der Mitgründer der Accademia dei Lincei, der niederländische Botaniker Johannes Heckius, gab mit seinem Begriff von den »imperfekten Pflanzen« jenes Stichwort, dem Cesi seine Forschungen widmete.<sup>10</sup> Heckius' Fixierung auf die *plantae degeneres*

*et mutilatae* (degenerierten und beschädigten Pflanzen) nahm Cesi schon im Titel eines seiner Manuskripte auf: *De plantis imperfectis*.<sup>11</sup>

Von nichts war Cesi mehr angezogen als vom Monströsen, Defizienten und Wunderbaren insbesondere der Pilze, weil diese Sonderformen der Natur die höchsten Anforderungen, aber auch die besten Möglichkeiten zu bieten schienen, in die Geheimnisse der Natur einzudringen. Buchstäblich Hunderte kostbarer Aquarelle von Pilzen nahmen in Cesis Defektforschungen daher den zentralen Stellenwert ein. Offenkundig wollte er ähnlich wie Friedrich II., der Jahrhunderte zuvor ein unvergängliches Buch über die Falken verfasst hatte,<sup>12</sup> ein ebenso maßgebliches Werk über die Pilze vorlegen.

### Die mikroskopische Verschärfung

Cesis Forschungen erhielten eine entscheidende Wende durch Galilei, der nicht nur mithilfe des Teleskopes die Sterne, sondern mit Unterstützung des seit dem Ende des 16. Jahrhunderts sporadisch verwendeten Mikroskopes auch die Kleinstwelt der Tiere und Pflanzen studiert hatte.<sup>13</sup> 1610, im Jahr von Galileis Publikation des *Sidereus Nuncius*, berichtete sein schottischer Schüler



that the power of sight had to be strengthened in the manner of the lynx in order to recognise the surface of things and penetrate beyond it into the interior: *adspicit et inspicit* (he looks at and into). Galileo was admitted to this academy at the end of April 1611.<sup>8</sup>

The general aim of the »lynxes« was to record and classify all types and objects of nature in drawings.<sup>9</sup> From the very beginning, the Linceians had a special interest in the deviations and apparent defects of nature, because these were able to illustrate the rules and essence of things more clearly than the perfect forms of creation. Fungi and related species played a central role in their investigations because their apparent absence of roots, fruits, flowers, and seeds meant that they fell outside the known orders. It remained unrecognised that the fungi did not have no fruits, but that which was considered a fungus was precisely this fruiting body, the mushroom itself. Ferns, mosses, and also fungi seemed to be characterised by a lack of perfection and even systematic defects. One of the co-founders of

the Accademia dei Lincei, the Dutch botanist Johannes Heckius, coined the term »imperfect plants«, to which Cesi dedicated his research.<sup>10</sup> Heckius' fixation on *plantae degeneres et mutilatae* (degenerate and damaged plants) was taken up by Cesi in the title of one of his manuscripts: *De plantis imperfectis*.<sup>11</sup>

Nothing attracted Cesi more than the monstrous, deficient, and miraculous, in particular of fungi, because these special forms of nature seemed to offer the highest demands, but also the best opportunities to penetrate the secrets of nature. Literally hundreds of precious watercolours of fungi therefore played a central role in Cesi's research into defects. Obviously, like Frederick II, who had written an immortal book on falcons centuries earlier,<sup>12</sup> he wanted to produce an equally authoritative work on fungi.

### The microscopic intensification

Cesi's research took a decisive turn with Galileo, who had not only studied the stars with the aid of the telescope,

John Wedderburn davon, dass dieser mithilfe des Mikroskopes die Augenvielfalt von Insekten erkundete.<sup>14</sup> Im folgenden Mai sprach Galilei selbst von Tausenden mithilfe des Mikroskopes gemachten Studien,<sup>15</sup> und 1614 vermerkte ein französischer Kleriker in seinem Reisetagebuch, dass Galilei nicht nur die Sterne, sondern gleichermaßen auch die Kleinstwelten mit seinen Instrumenten betrachte.<sup>16</sup>

Auf die Bitte von Francesco Maria del Monte schickte Galilei dem Kardinal im Mai 1620 ein Mikroskop,<sup>17</sup> und vier Jahre später, im September 1624, sandte er ein weiteres Exemplar an den befreundeten Cesi. Galileis bei dieser Gelegenheit gefasste Beschreibung seiner Erkundungen ist die wohl lebendigste Darlegung der frühen Mikroskopie: »Ich habe sehr viele kleine Tiere mit höchster Bewunderung betrachtet, unter denen der Floh überaus schrecklich ist, die Mücke und die Motte [dagegen] wunderschön, und erfreut habe ich gesehen, wie die Fliegen und andere kleine Tiere es anstellen, am Spiegel klebend zu laufen, und sogar kopfunter. Aber Euer Ehrwürden werdet [selbst] ein riesiges Feld finden, Abertausende Besonderheiten zu beobachten, von denen ich Euch bitte, mir von den sonderbarsten zu

berichten. Kurz und gut, hier ist die Größe der Natur, und wie subtil und mit welcher unsagbarer Sorgfalt sie arbeitet, endlos zu betrachten.«<sup>18</sup>

Die Analyse des Gesehenen war allein durch Zeichnungen zu sichern, wie Lodovico Cigoli dies betont hatte. Federico Cesi hat seine gemeinsam mit den beteiligten Forschern Fabio Colonna, Johannes Faber und Francesco Stelluti unternommenen mikroskopischen Untersuchungen zwischen Ende 1624 und 1630 in das Corpus seiner Pilzzeichnungen eingefügt, um mit deren Hilfe Charakteristika festhalten und Unterscheidungen vornehmen zu können.

Ihre Bemühungen waren darin von einer beispielhaften Wahrhaftigkeit, dass die durch ihr Vorgehen ausgelösten Widersprüche nicht überbrückt wurden. Dies betraf weniger die durch den Einsatz des Mikroskopes bekräftigten Korrekturen, dass die Pilze nicht in allen hypostasierten Elementen defizitär waren, sondern vielmehr zum Beispiel über Samen verfügten.<sup>19</sup> Die entscheidende Schwierigkeit lag in der Frage nach der Struktur des Sichtbaren, der Gestalt. Wenn Cesi, wie auch seine Mitstreiter, von der scheinbaren Unvollkommenheit der Pilze gefesselt war, zielten seine



but also the minute world of animals and plants with the support of the microscope, which had been used sporadically since the end of the 16th century.<sup>13</sup> In 1610, the year of Galileo's publication of *Sidereus Nuncius*, his Scottish student John Wedderburn reported that the former had used the microscope to explore the diversity of insect eyes.<sup>14</sup> The following May, Galileo himself spoke of thousands of studies made with the microscope,<sup>15</sup> and in 1614 a French cleric noted in his travel diary that Galileo not only observed the stars with his instruments, but also the smallest worlds.<sup>16</sup>

At the request of Francesco Maria del Monte, Galileo sent the cardinal a microscope in May 1620,<sup>17</sup> and four years later, in September 1624, he sent another one to his friend Cesi. Galileo's description of his explorations on this occasion is probably the most vivid account of early microscopy: »I have looked at many small animals with the greatest admiration, among which the flea is most horrifying, the mosquito and the moth [on the other hand] beautiful, and I have been delighted to see how

flies and other small animals manage to walk clinging to the mirror, and even upside down. But Your Honour will [yourself] find a vast field to observe thousands and thousands of peculiarities, of which I ask you to tell me about the most curious. In short, here the greatness of nature can be endlessly contemplated, and how subtly it works, and with what unspeakable care.«<sup>18</sup>

The analysis of what he saw could only be secured through drawings, as Cigoli had emphasised. Cesi added the microscopic examinations he undertook together with the participating researchers Fabio Colonna, Johannes Faber, and Francesco Stelluti between the end of 1624 and 1630 to the corpus of his fungi drawings in order to be able to record characteristics and make distinctions with their help.

Their efforts were of an exemplary veracity in that the contradictions caused by their approach were not bridged. This applied less to the corrections confirmed by the use of the microscope that the fungi were not deficient in all hypostatised elements, but rather had

Bestrebungen im Gegenzug umso mehr darauf, selbst noch im Irregulären die Geometrie und damit die Regelmäßigkeit als ein inneres Prinzip zu entdecken. Was Galilei mit dem »Buch der Natur« verband, ohne die Natur an sich auf die Regeln der Geometrie allein zu beziehen, vollzog Cesi von einem gänzlich anderen Startpunkt aus, indem er gerade im Dominium des Irregulären und Defekten Elemente der Geometrie erkennen zu können meinte. Im Rahmen dessen, dass er geometrische Linien in Binsen, Kuben in Birnen, Früchten und Knollen, Ovale in Kohlköpfen und Anklänge an Pyramiden in Glockenblumen zu entdecken meinte, betonte er: »Wenn Du den Zirkel anzuwenden wünschst, trachte nach den Pilzen.«<sup>20</sup>

Das Konvolut von Cesis Zeichnungen bestärkt diesen Wunsch nach Geometrisierung der Phänomene jedoch nur in Ausnahmefällen wie etwa beim Vogelnestpilz, *Cyathus striatus*.<sup>21</sup> Wenn Cesi mithilfe der Projektion von Galileis Buchmetapher auf die Welt der Pilze jene Gewissheit erzwingen wollte, die sich für Galilei im Reich der stellaren Mathematik ergab, so standen dem die eigenen Zeichnungen entgegen. Deren wuchernde Individualität erlaubte wohl Annäherungen an geome-

trische Formen, entsprach aber nirgends der idealen Überlagerung von Naturphänomen und Mathematik, welche die Metapher des »Buches der Natur« erforderte.

Jede der insgesamt 599 Zeichnungen zeigt unverwechselbare Eigenarten der Pilze, die teils isoliert, teils in Gruppen und teils in unterschiedlichen Populationen dargestellt sind. Als ein Beispiel der letzten Kategorie vermitteln die an einem auf den Boden gefallenem Stock sich ausbreitenden Pilzarten (→ Abb. 1) mit dem höchst variablen Spektrum ihrer Formen und Farben einen Eindruck von der Finesse, in der diese Pilze aquarelliert wurden.<sup>22</sup>

### Die Pilze als Buch der aktiven Natur

Dass die Natur größer war als die Unantastbarkeit ihrer mathematisch ableitbaren Gewissheiten, hat Galilei bereits früh erfahren. In einem Brief an Monsignor Pietro Dini vom 21. Mai 1611 hatte er seine Unfähigkeit bekundet, die Tausenden von Observationen in eine Ordnung überführen zu können. Dass diese ihm den Eindruck vermittelten, er würde andauernd getäuscht,<sup>23</sup> dürfte ein Grundton gewesen sein, der die Gruppe der »Luchse« niemals verließ.



seeds, for example.<sup>19</sup> The decisive difficulty lay in the question of the structure of the visible, the *gestalt*.

If Cesi, like his colleagues, was captivated by the apparent imperfection of the fungi, his efforts were aimed all the more at discovering geometry and thus regularity as an inner principle even in the irregular. What Galileo associated with the »book of nature«, without relating nature itself to the rules of geometry alone, Cesi carried out from a completely different starting point, in that he believed he could recognise elements of geometry precisely in the dominion of the irregular and defective. In the context of his belief that he could discover geometric lines in rushes, cubes in pears, fruit, and tubers, ovals in cabbages, and echoes of pyramids in bluebells, he emphasised: »If you want to use the compasses, look for the fungi.«<sup>20</sup>

However, the collection of Cesi's drawings only reinforces this desire to geometrize the phenomena in exceptional cases, such as the bird's nest fungus, *Cyathus striatus*.<sup>21</sup> If Cesi wanted to use the projection of Galileo's

book metaphor onto the world of fungi to enforce the certainty that Galileo found in the realm of stellar mathematics, his own drawings stood in the way. Their proliferating individuality allowed approximations to geometric forms, but nowhere did they correspond to the ideal superimposition of natural phenomena and mathematics that the metaphor of the »book of nature« required.

Each of the 599 drawings in total shows unmistakable characteristics of the fungi, some of which are depicted in isolation, some in groups and some in different populations. As an example of the latter category, the fungi species spreading out on a stick that has fallen to the ground (→ Fig. 1), with their highly variable spectrum of shapes and colours, convey an impression of the finesse with which these fungi were painted in watercolour.<sup>22</sup>

### The fungi as a book of active nature

Galileo learned early on that nature was greater than the inviolability of its mathematically deducible certainties.

Galilei hat der Überzeugung, dass zwischen den mathematischen Regeln und der Materie eine eigentümliche Spannung bestünde, in den *Discorsi* eine Fassung gegeben, die eindringlich bestätigt, dass er nicht auf eine Methode reduziert werden kann.<sup>24</sup> Materie, so Galilei, sei individuell angelegt, sodass es unmöglich erscheine, diese bruchlos auf die Geometrie zu beziehen.<sup>25</sup>

In einer seiner letzten Äußerungen hat Galilei jenes Prinzip formuliert, das über den Forschungen zur Welt der Pilze stehen könnte, weil es der Irregularität die Berechtigung zuerkannte. Er glaube, so Galilei, »dass die Vortrefflichkeit, die Größe und die Erhabenheit, die unsere Handlungen und Unternehmungen wunderbar und hervorragend machen, nicht auf den notwendigen Dingen beruht (wenn auch ihr Fehlen der größte zu begehende Fehler wäre), sondern auf den nicht notwendigen Dingen, solange diese nicht gänzlich ohne Zweck sind und noch eine gewisse, obgleich geringe Beziehung zum Hauptzweck haben.«<sup>26</sup> Galilei benennt hier jene Elastizität zwischen Notwendigkeit und Zweckfreiheit, die seit Eubulides von Milet, einem Zeitgenossen von Aristoteles, bis in die jüngste Naturwissenschaft als ein Ideal gleichsam rauer, umfassender Erkenntnis auftritt:

als Zusammenspiel von Präzision und Vagheit.<sup>27</sup> Es gehört zur unmittelbaren Erfahrung jenes Galilei, der an der Florentiner Kunstakademie die visuellen Medien sowohl als Darstellungs- wie Forschungsmittel studiert hat, diese Doppelbestimmung von Genauigkeit und freier Entfaltungskraft der Natur mit dem Prinzip der Kunst zu verbinden.<sup>28</sup>

Das Buch der beweglichen Natur, so hätten die Forscher um Cesi gefolgert, sei in der Sprache der Pilze geschrieben. Wie es zum Anliegen bereits von Heckius gehörte, lag im Bereich des Defekten und der hieraus entstehenden Vielfalt das Prinzip der Aktivität, der Kraft, *vis*.<sup>29</sup> Pilze waren für die »Luchse« und insbesondere Cesi als Inkarnation von Abundanz und Eigenenergie die Verkörperungen dieser Irregularität, ohne welche die Natur in der Starre der Vollendung hätte verbleiben müssen. In den formschwangeren Defekten der Pilze lag die naturgegebene Affinität zur Kunst, die sich in knapp 600 teils brillanten Zeichnungen niederschlug.

Die Besonderheit der Pilze führte im Rahmen der ersten nachantiken Forschungsakademie, in die Galilei eingebunden war, zur grundlegenden Erkenntnis über den Zusammenhang von Wissenschaft und Kunst.



In a letter to Monsignor Pietro Dini dated 21 May 1611, he expressed his inability to put the thousands of observations into order. The fact that these gave him the impression that he was constantly being deceived was probably an underlying theme that never left the group of »lynxes«.<sup>23</sup>

In the *Discorsi*, Galileo gave the conviction that there was a peculiar tension between mathematical rules and matter a version that emphatically testifies to the fact that he could not be reduced to one method.<sup>24</sup> Matter, according to Galileo, was disposed individually, so that it seemed impossible to relate it seamlessly to geometry.<sup>25</sup>

In one of his last statements, Galileo formulated a principle that could stand above research into the world of fungi because it recognised the legitimacy of irregularity. According to Galileo, he believed »that the excellence, the greatness, and the sublimity which make our actions and undertakings marvellous and outstanding are not based on necessary things (although their absence would be the greatest mistake to be made), but

on things that are not necessary, as long as they are not entirely without purpose and still have a certain, albeit small, relationship to the main purpose.«<sup>26</sup> Here Galileo names that elasticity between necessity and purposelessness which, from Eubulides of Miletus, a contemporary of Aristotle, to the most recent natural science, appears as an ideal of rough, comprehensive knowledge, as it were: as an interplay of precision and vagueness.<sup>27</sup> It is part of the direct experience of Galileo, who studied visual media at the Florentine Academy of Art both as a means of representation and research, to combine this dual determination of precision and the free unfolding power of nature with the principle of art.<sup>28</sup>

Cesi's researchers concluded that the book of moving nature was written in the language of fungi. As was already the concern of Heckius, the principle of activity, of power, *vis*, lay in the realm of defects and the resulting diversity.<sup>29</sup> For the »lynxes« and Cesi in particular, fungi were the embodiment of this irregularity as an incarnation of abundance and intrinsic energy, without

Diese kann nicht als ein voluntaristisches Programm der Anreizung spröder Forschung erachtet werden, sondern als notwendiges Ensemble von Genauigkeit und Formaktivität. Ohne das »Buch der Pilze« bleibt das »Buch der Natur« leer.



which nature would have had to remain in the rigidity of perfection. The formless defects of the fungi were the natural affinity to art, which was reflected in almost 600 in part brilliant drawings.

The peculiarity of fungi led to a fundamental insight into the connection between science and art within the framework of the first post-antique research academy, in which Galileo was involved. This cannot be regarded as a voluntaristic programme of stimulating brittle research, but as a necessary ensemble of precision and the activity of matter and form. Without the »book of fungi«, the »book of nature« remains empty.

**1** Federico Cesi, Verschiedene Pilzarten auf einem Baumstumpf, Aquarell, zwischen 1624 und 1630 (aus Pegler und Freedberg, 2005, S. 40, Fol. 42)

Federico Cesi, Various species of fungi on a tree stump, watercolour, between 1624 and 1630 (from Pegler and Freedberg, 2005, p. 40, fol. 42)

*Tubera Candoeubella dentillata*

*Floresitium*

*Bombyciophyton*

*Tubera Aurea a Ranca obus  
luta*

*Bombyciophyton*



*Tub. candoeubella  
dentillata*

*Floresitium*

*Bombyciophyton*

*Tubera aurea  
luta*

*Bombyciophyton*



# **Pilze denken – Epilog**

*Vera Meyer, Wolfgang Schäffner*

# **Thinking fungi – Epilogue**

**WER NICHT DENKEN WILL FLIEGT RAUS** ist der Titel einer gemeinsamen Ringvorlesung der Humboldt-Universität zu Berlin, der Technischen Universität Berlin und der Universität der Künste Berlin. Diese öffentliche Semesterveranstaltung lädt jede Woche Expert\_innen und Denker\_innen aus einem breiten Fächerspektrum zu einem Diskurs mit Studierenden und interessierten Menschen ein, um mit- und voneinander zu lernen, um zu verstehen, welche Denk-Perspektiven den Wissenschaften, Künsten und dem Design sowie der Wirtschaft, Politik, dem Journalismus und der Gesellschaft zugrunde liegen. Um vielleicht zu erkennen, was sie vereint und wo sie sich möglicherweise ausschließen. Eingeladen wird daher zur Reflexion über Denk-Modelle und Denk-Kategorien in diesen äußerst verschiedenen Sphären menschlichen Tuns und Handelns und damit zum Hinterfragen eigener Denk-Muster sowie der Grenzen des eigenen Denkens. Den Satz »wer nicht denken will fliegt raus« hat der Künstler Joseph Beuys 1977 während der documenta in Kassel auf eine Karteikarte geschrieben und »sich selbst« darunter.<sup>1</sup> Was für ein wunderbarer Titel für eine Lehrveranstaltung, die Angebot und Imperativ zugleich ist.



**THOSE WHO DON'T WANT TO THINK WILL BE FIRED** is the title of a joint lecture series organised by Humboldt-Universität zu Berlin, Technische Universität Berlin and Universität der Künste Berlin. Since 2018, this public semester event has been inviting experts and thinkers from a wide range of disciplines to engage in a discourse with students and interested people each week in order to learn with and from one another and to understand which mental perspectives underlie the sciences, art, and design, as well as business, politics, journalism, and society. To identify what unites them and where they may be mutually exclusive. An invitation to reflect on the models and categories of thinking in these very different fields of human endeavour and action, and to question patterns and limits of our own thinking. During the documenta in Kassel in 1977, the artist Joseph Beuys wrote the sentence »wer nicht denken will fliegt raus« (those who don't want to think will be fired) on an index card with the word »sich selbst« (oneself) underneath.<sup>1</sup> What a wonderful title for a course that is both an offer and an imperative.

Im Sommer 2024 war der Vortrag »Pilze denken« von Vera Meyer zu dieser Ringvorlesung eingeladen. Der Anspruch war einerseits, ein Bild zu skizzieren, wie Pilze »denken« könnten, und andererseits, aufzuzeigen, was wir mit dem Denken über Pilze für unser Leben, für unser Tun und für die Zukunft der Menschheit erkennen könnten. Können uns Pilze vielleicht helfen, unsere *filosofia* (φιλοσοφία, griechisch für Liebe zur Klugheit/Weisheit), also den Wunsch des Menschen, die Welt, die Natur und sich selbst zu verstehen, weiterzuentwickeln? Wir denken *Ja!* Denn während der Mensch erst seit circa 300.000 Jahren die Erde bevölkert und aktuell seine eigene Spezies durch unvernünftiges Handeln in Gefahr bringt, sind Pilze Überlebens- und Transformationskünstler und existieren seit mehreren Hunderten von Millionen Jahren auf unserem Planeten. Wir können also viel von ihnen und ihrer Intelligenz lernen.

Wir möchten daher zu einem Nachdenken über die Welt der Funga anregen: über ihre Fähigkeit, sich über Jahrtausende hinweg an sich permanent verändernde Umweltbedingungen kontinuierlich anzupassen, über ihre Intelligenz, die sich vor allem durch *communitas* (lateinisch für Gemeinschaft) auszeichnet und den Weg

In the summer of 2024, Vera Meyer was invited to give a lecture on »Thinking fungi«. The aim was to sketch a picture of how fungi might »think« and to discuss what we might learn for our way of living and the future of mankind by thinking about fungi. Can fungi help us to further develop our *filosofia* (φιλοσοφία, Greek for love of wisdom), the human desire to understand the world, nature, and ourselves? We think *yes!* Because humans have only been on the planet for around 300,000 years and are currently endangering their own species by acting irrationally, whereas fungi are survival and transformation experts and have been on our planet for hundreds of millions of years. We have a lot to learn from them and their intelligence.

We would therefore like to encourage a contemplation about the world of funga: About their ability to adapt to constantly changing environmental conditions over thousands of years, about their intelligence, which is above all characterised by *communitas* (Latin for community) and which has paved the way for their evolu-

für ihren evolutionär gewachsenen Erfolg geebnet hat, durch Austausch und Vernetzung mit anderen Lebewesen sowohl stabile als auch agile (Überlebens-)Gemeinschaften zu bilden.

Ein Nachdenken über Pilze könnte uns helfen, lineare Entweder-oder-Logiken und Denk-Muster aufzubrechen, in denen nur ein Gedanke aus einem Gedanken folgt, und durch divergentes Denken und Sowohl-als-auch-Logiken zu bereichern. Wie eine Pilzhyphe, die sich an einer Weggabelung zu verzweigen vermag, weshalb der Pilz gleichzeitig zwei neue Wege beschreiten und erkunden kann, während wir Menschen uns meist eindeutig entscheiden müssen und uns daher nur auf den einen oder den anderen Weg einlassen können.

Dieser Epilog beendet zwar die Buch-Trilogie *Mind the Fungi*, *Engage with Fungi* und *Operate with Fungi*, ist jedoch gleichermaßen Aufruf und Auftakt für neue spannende, überraschende und transdisziplinäre Einlassungen, die wir mit unserem seit 2018 gewachsenen Netzwerk an Pilzbegeisterten für die nächsten Jahre planen. Denn wir sehen es wie die Transformationsforscherin Maja Göpel, die im Klappentext zu ihrem Buch *Wir können auch anders: Aufbruch in die Welt*

*von morgen* schreibt: »Unser Fenster zur Zukunft steht weit offen«<sup>2</sup>. Wir sind überzeugt, dass das Nachdenken über Pilze und ihre Überlebens- und Transformationskraft sowie das Arbeiten mit Pilzen uns inspirieren wird, kreative und nachhaltige Lösungen für unsere Zukunft gemeinschaftlich zu finden. Denn wir sollten als Menschheit nicht unter unseren Möglichkeiten bleiben. Im Gegenteil. Hören wir auf die Pilze, die auf diesem Planeten weit mehr sind als wir Menschen und uns sagen: »Wenn ihr nicht anders denken wollt, fliegt ihr hier schneller raus, als euch lieb ist.«



tionary success in forming both stable and agile (survival) communities through exchange and networking with other living beings.

Thinking about fungi could help us to break down linear either/or logics and patterns of thinking, where one thought follows from another, and enrich them with divergent thinking and both/and logics. Like a fungal hypha that can branch at a fork in the path, which is why the fungi can take and explore two new directions at the same time, whereas we humans usually have to make a clear choice and therefore can only engage with one or the other.

Although this epilogue concludes the book trilogy *Mind the Fungi*, *Engage with Fungi* and *Operate with Fungi*, it is both a call and a prelude to new exciting, surprising and transdisciplinary contributions that we are planning for the coming years with our network of fungal enthusiasts that has grown since 2018. Because we share the view of the transformation researcher Maja Göpel, who writes in the preface to her book *We*

*Can Do Better: A Departure into the World of Tomorrow*: »Our window to the future is wide open«<sup>2</sup>. We are convinced that thinking about fungi and their ability to survive and transform, as well as working with them, will inspire us to find creative and sustainable solutions for our future together. Because we, as humanity, should not remain below our potential. On the contrary. Let us listen to the fungi, who by far outnumber us humans on this planet and who tell us: »If you do not think differently, you will be out of here sooner than you would like.«



1 Die Deutsche Gesellschaft für Mykologie schätzt, dass circa 4500 Pilzarten in der Berlin-Brandenburger Region leben. Für die meisten Menschen bleiben sie jedoch im Verborgenen, da sie sich mit ihren Fruchtkörpern nur für kurze Zeit im Jahr zeigen.

The German Society for Mycology estimates that around 4,500 fungal species live in the Berlin-Brandenburg region. For most people, however, they remain hidden, as they only show their fruiting bodies for a short time each year.







**Appendix**

## Biografien

**Dimitra Almpani-Lekka** ist Architektin und hat ihr Studium an der Aristoteles-Universität Thessaloniki abgeschlossen. Als Landschaftsarchitektin arbeitet sie seit einigen Jahren bei Lavaland & Treibhaus Landschaftsarchitekten mit den Schwerpunkten urbane Biodiversität und städtische Wasserressourcen. Von 2020 bis 2021 war sie Mitglied des in Berlin ansässigen SciArt-Kollektivs MY-CO-X. Seit 2022 ist sie Forscherin am Exzellenzcluster *Matters of Activity*, wo sie im Rahmen des Projekts Myko.Plektonik das Wachstum von Pilzmyzelien auf Strukturtextilien untersucht. Ebenso ist sie Doktorandin am Fachbereich Architektur-Ingenieurwesen der Universität Ioannina und erforscht das Potenzial von Gebäudehüllen, die mit Wasser aktiviert werden und als Zwischenräume für artenübergreifende Symbiosen fungieren sollen.



**Horst Bredekamp** ist Professor für Kunst- und Bildgeschichte an der Humboldt-Universität zu Berlin und war von 2012 bis 2018 Direktor des Exzellenzclusters *Bild Wissen Gestaltung*. Im Jahr 2000 gründete er das Projekt *Das Technische Bild* am Hermann von Helmholtz-Zentrum für Kulturtechnik. Von 2003 bis 2012 war Bredekamp Permanent Fellow des Wissenschaftskollegs, von 2008 bis 2016 leitete er die DFG-Kolleg-Forschungsgruppe *Bildakt und Verkörperung*, die mit der Gründung des Exzellenzclusters *Bild Wissen Gestaltung* in das Projekt *Bildakt und Körperwissen* überging. Von Oktober 2015 bis August 2018 war Bredekamp einer der Gründungsdirektoren des Humboldt Forums. Als Senior Co-Direktor leitet Bredekamp gemeinsam mit Peter Fratzl, Claudia Mareis und Wolfgang Schäffner den Exzellenzcluster *Matters of Activity*.

**Johanna Ficht** studierte Angewandte Chemie im Bachelor in Nürnberg, bevor sie im Masterstudiengang Biologische Chemie an der TU Berlin ihre Faszination für die Mikrobiologie insbesondere der Pilze entdeckte. Dort belegte sie das von Vera Meyer initiierte Wahlfach *Biotechnologie im Kontext von Kunst und Design*, in dem zusammen mit Nora Wilhelm und Erik Göngrich das Pilz-Kunst-Labor in der MITKUNSTZENTRALE aufgebaut wurde. Seit Juli 2023 ist sie Mitglied im Pilz-Kunst-Labor und vermittelt handwerkliches Wissen zur Pilzkultivierung und Herstellung von Pilzmaterialien an Studierende sowie an Interessierte aus der Gesellschaft. Zudem leitet sie diverse Workshops für Kinder und Erwachsene, um die Welt der Pilze und ihr Potenzial für nachhaltiges Bauen in einem künstlerisch-kreativen Kontext zu vermitteln.



**Carsten Freidank-Pohl** hat an der Technischen Universität Berlin Biotechnologie studiert und an der Universität von Groningen zum Thema der Sekundärmetabolitproduktion in Schimmelpilzen promoviert. Forschungsaufenthalte führten ihn unter anderem in die Niederlande, nach Österreich und Südkorea. Er arbeitet im Team von Vera Meyer mit dem Arbeitsschwerpunkt Synthetische Biologie der Pilze. In den Projekten *Mind the Fungi* (2018–2020), *MY-CO SPACE* (2021) und *MY-CO BUILD* (2021–2024) wendet er seine Erfahrungen mit verschiedenen Schimmelpilzen nun auf Ständerpilze an und entwickelt grundlegende molekulare und biotechnologische Werkzeuge für diese.



**Marcos García Pérez** untersucht in seiner künstlerischen Praxis, die Zeichnung, Spiel, Dialog, Spazierengehen und Improvisation umfasst, Themen wie kollektive Autor\_innenschaft, Commons, Ökologie und Urbanität. Ortsspezifische Prozesse, Partizipation und die Wiederverwertung von Materialien liegen dabei im Fokus. Er ist Teil von mehreren Arbeitsgruppen und kollaborativen Prozessen, wie Meeting Lines mit Carla Schliephack, Standortwechsel in der Berlinischen Galerie oder AG Spielclub Oranienstraße 25 der nGbK. Seit 2021 ist er Akteur in der MITKUNSTZENTRALE und im Satelliten, wo er zeichnerisch recherchiert und die aktuellen Entwicklungen im Haus der Statistik prozessual begleitet.

## Biographies

**Dimitra Almpani-Lekka** is an architect who graduated from the Aristotle University of Thessaloniki. For the last years she has been working as a landscape architect at Lavaland & Treibhaus Landschaftsarchitekten with a focus on urban biodiversity and urban water resources. She has been a member of the Berlin-based SciArt collective MY-CO-X from 2020 to 2021. She is a researcher at the Cluster of Excellence *Matters of Activity* where she investigates fungal mycelium growth on structural textiles for the Myko.Plektonik project. She is a PhD candidate at the Architectural Engineering Department of the University of Ioannina where she explores the potential of architectural envelopes to be activated with water and function as intermediate spaces for multi-species symbioses.



**Horst Bredekamp** is Professor of Art and Visual History at Humboldt-Universität zu Berlin and was Director of the Cluster of Excellence *Image Knowledge Gestaltung* from 2012 to 2018. In 2000, he founded the project *The Technical Image* at the Hermann von Helmholtz-Zentrum für Kulturtechnik. Bredekamp has been a Permanent Fellow of the Wissenschaftskolleg from 2003 to 2012, from 2008 to 2016 he has directed the German Research Foundation's (DFG) Centre for Advanced Studies in the Humanities and Social Sciences *Picture Act and Embodiment*, which merged into the project *Picture Act and Body Knowledge* with the foundation of the Cluster of Excellence *Image Knowledge Gestaltung*. From October 2015 to August 2018, Bredekamp was one of the Founding Directors of the Humboldt Forum. As Senior Co-Director Bredekamp leads the Cluster of Excellence *Matters of Activity* together with Peter Fratzl, Claudia Mareis and Wolfgang Schäffner.

**Johanna Ficht** studied Applied Chemistry in Nuremberg before discovering her fascination with microbiology, especially fungi, in the Master's degree programme in Biological Chemistry at TU Berlin. Right at the beginning of her Master's degree, she attended the elective course *Biotechnology in the Context of Art and Design* initiated by Vera Meyer, in which the Fungal-Art-Lab was set up together with Nora Wilhelm and Erik Göngrich at the MITKUNSTZENTRALE. Since July 2023, she has been an integral part of the Fungal-Art-Lab and teaches fungal cultivation and the manufacturing of fungal materials to students and interested people from the public. She also runs various workshops for children and adults to convey the world of fungi and their potential for sustainable construction in an artistic and creative context.



**Carsten Freidank-Pohl** got his Master's degree in biotechnology at the Technische Universität Berlin and studied the secondary metabolite production of fungi during his PhD at the University of Groningen. Research stays took him to the Netherlands, Austria, and South Korea, among other countries. He works in Vera Meyer's team with a focus on the synthetic biology of fungi. In the projects *Mind the Fungi* (2018–2020), *MY-CO SPACE* (2021) und *MY-CO BUILD* (2021–2024), he is now applying his experience with various moulds to mushroom-forming fungi and developing basic molecular and biotechnological tools for them.



**Marcos García Pérez** explores themes such as collective authorship, commons, ecology, and urbanity in his artistic practice, which includes drawing, play, dialogue, walking, and improvisation. Site-specific processes, participation, and the recycling of materials are the focus of his artistic approach. García Pérez is part of several working groups and collaborative processes, such as Meeting Lines with Carla Schliephack, Standortwechsel in the Berlinische Galerie or AG Spielclub Oranienstraße 25 of the neue Gesellschaft für bildende Kunst. Since 2021 he has been a protagonist in the MITKUNSTZENTRALE and the Satellit, where he conducts graphic research and accompanies the current developments in the Haus der Statistik procedurally.

## Biografien

**Adrienne Goehler** ist ausgebildete Diplompsychologin und arbeitet als freie Kuratorin, Theoretikerin und Autorin. Von 1989 bis 2001 war sie Präsidentin der Hochschule für Bildende Künste in Hamburg. Im Anschluss war sie Senatorin für Wissenschaft, Forschung und Kultur des Landes Berlin und von 2002 bis 2006 Kuratorin des Hauptstadtkulturfonds. Zwischen 2010 und 2023 tourte sie weltweit mit der Ausstellung *ZUR NACHAHMUNG EMPFOHLEN! erkundungen in ästhetik und nachhaltigkeit*, die künstlerische Positionen zu Themen der Nachhaltigkeit vereinte. Seit 2018 ist sie Fellow am Institute for Advanced Sustainability Studies in Potsdam und engagiert sich für die Errichtung eines *Fonds Ästhetik und Nachhaltigkeit*.



**Erik Göngrich** ist forschender Künstler, politischer Architekt, produzierender Kurator, diskursiver Zeichner, gemeinwohlorientierter Koch und performativer Verleger. Seine Arbeit thematisiert die Nutzung und Veränderung des städtischen Raumes, welchen er aktiv skulptural mitgestaltet. Vorgefundene räumliche und gesellschaftliche Situationen werden dabei zum Ausgangspunkt eines mehrjährigen, oft kollaborativen Prozesses, in dem ein zeit-, benutzer\_innen- und ortsspezifisches Kunstwerk entwickelt wird. Mit der von ihm initiierten MITKUNSTZENTRALE betreibt er mit Valeria Fahrenkrog, Nora Wilhelm und vielen Kollaborateur\_innen seit 2019 eine Werkstatt und einen Projekt- raum, wo Materialkreisläufe und Kunst in Zeiten des Klimanotstands thematisiert werden. Es handelt sich dabei um eine Zentrale der skulpturalen Gemeingüter, hergestellt durch künstlerische Praktiken des Recyclings von Materialien, Ideen und Geschichten.

**Friederike Hoberg** studierte im Bachelor Chemie an der Universität Münster und im Master Biologische Chemie an der Technischen Universität Berlin. Im Rahmen eines studentischen Forschungsprojekts arbeitete sie im Team von Vera Meyer an Pilzkompositen, analysierte deren Ökobilanz und entdeckte hierbei ihre Faszination für die Welt der Pilze. Derzeit promoviert sie im Fachgebiet Angewandte und Molekulare Mikrobiologie unter der Leitung von Vera Meyer und erforscht Farben und Pigmente aus Pilzen, die als natürliche Alternativen zu synthetischen Farbstoffen industriell eingesetzt werden sollen. Dabei nutzt sie insbesondere molekulare Werkzeuge der Synthetischen Biologie für die genetische Modifikation geeigneter Pilzarten. Des Weiteren begeistert sie das Arbeiten im transdisziplinären Kontext und gestaltet sie als Mitglied des MY-CO-X-Kollektivs diverse Veranstaltungen und Ausstellungen.



**Vera Meyer** ist Professorin für Angewandte und Molekulare Mikrobiologie an der Technischen Universität Berlin. Die Erforschung und Optimierung pilzlicher Zellfabriken bilden den Schwerpunkt, dabei geht es um eine effektivere Nutzung pilzlicher Stoffwechselfunktionen zur Herstellung von Medikamenten, Enzymen und Biomaterialien. Sie entwickelt mit ihrem Team Methoden aus der Systembiologie und der Synthetischen Biologie. Ihre inter- und transdisziplinären Forschungsvorhaben verbinden Natur- und Ingenieurwissenschaften mit Kunst, Design und Architektur und entwerfen biobasierte Szenarien für mögliche Lebens- und Wohnwelten der Zukunft. Vera Meyer ist auch als bildende Künstlerin unter dem Pseudonym V. meer aktiv und macht durch die Mittel der Kunst das Potenzial von Pilzen für eine nachhaltige Zukunft in der Gesellschaft bekannter. 2020 gründete sie gemeinsam mit Sven Pfeiffer das interdisziplinäre SciArt-Kollektiv MY-CO-X.

## Biographies

**Adrienne Goehler** has a diploma in psychology and works as a curator, theorist, and author. From 1989 to 2001, she was President of the Hochschule für Bildende Künste in Hamburg. She then served as Senator for Science, Research, and Culture of the State of Berlin and was curator of the Capital Cultural Fund from 2002 to 2006. Between 2010 and 2023, she toured the world with the exhibition *EXAMPLES TO FOLLOW! explorations in aesthetics and sustainability*, which brought together artistic positions on sustainability issues. She has been a fellow at the Institute for Advanced Sustainability Studies in Potsdam since 2018 and is an advocate for a public *Fund Aesthetics and Sustainability*.



**Erik Göngrich** is a researching artist, political architect, producing curator, discursive draftsman, public-spirited cook, and performative publisher. His work addresses the use and transformation of urban space, which he actively shapes sculpturally. Found spatial and social situations become the starting point of a multi-year, often collaborative process in which a time-, user- and place-specific work of art is developed. With the MIT-KUNSTZENTRALE, which he initiated, he has been running a workshop and a project space with Valeria Fahrenkrog, Nora Wilhelm, and many collaborators since 2019 in which material cycles and art are thematised in times of climate emergency. It is a centre of sculptural commons, produced through artistic practices of recycling materials, ideas, and stories.

**Friederike Hoberg** studied chemistry at the Universität Münster and biological chemistry at the Technische Universität Berlin. As part of a student research project, she worked in Vera Meyer's team on fungal composites, analysing their life-cycle assessment, and thereby discovered her fascination with the world of fungi. She is currently doing her PhD in the Department of Applied and Molecular Microbiology under the supervision of Vera Meyer and is investigating dyes and pigments from fungi which are to be used industrially as natural alternatives to synthetic dyes. In particular, she applies molecular tools of synthetic biology for the genetic modification of suitable fungal species. She is also enthusiastic about working in a transdisciplinary context and co-designs various events and exhibitions as a member of the MY-CO-X collective.



**Vera Meyer** is Full Professor of Applied and Molecular Microbiology at the Technische Universität Berlin. The research and optimisation of fungal cell factories are her main focus, with the aim of a more effective use of fungal metabolic potentials for the production of drugs, enzymes, and biomaterials. Together with her team, she develops as well as combines methods from systems biology and synthetic biology. Her inter- and transdisciplinary research projects combine natural and engineering sciences with art, design, and architecture, and create biobased scenarios for possible living environments of the future. Vera Meyer is also active as a visual artist under the pseudonym V. meer and uses the means of art to make society more aware of the potential of fungi for a sustainable future. In 2020, she founded the interdisciplinary SciArt collective MY-CO-X together with Sven Pfeiffer.

## Biografien

**Natalija Miodragović** hat einen Abschluss als Dipl.-Ing. in Architektur von der Universität Belgrad und einen Master von der Städelschule in Frankfurt am Main. Ausgangspunkt für ihre interdisziplinäre und experimentelle Arbeit sind Kunst und Raum als Vehikel für sozialen Wandel. Sie arbeitet in Kooperation mit Künstler\_innen, Wissenschaftler\_innen und im Bereich der akademischen Forschung und beschäftigt sich mit der Wahrnehmung und dem Verständnis von Raum, leichten, flexiblen, faltbaren und textilen Strukturen. Von 2016 bis 2018 forschte sie zu faltbaren, isolierenden Textilien in der Architektur in der Gruppe von Prof. Claudia Lüling an der Frankfurt University of Applied Sciences. Als Autorin arbeitete sie für den serbischen Pavillon EXPO 2010 und in Zusammenarbeit mit dreidreidrei für die Zionskirche Berlin. Von 2002 bis 2015 arbeitete sie mit dem Künstler Tomás Saraceno an einer Reihe von Projekten und Ausstellungen wie *Geodesic Solar Balloon* und *Biosphere*.



**Nils Philippi** studierte Kommunikations- und Kulturwissenschaften sowie Kunstgeschichte in Friedrichshafen, Dresden und Berlin. Von der Abstraktion fasziniert, begeistern ihn der Konstruktivismus und dessen Nachfolge in West wie Ost. Architektur, etwa des Barock, der Klassischen Moderne oder der DDR, interessiert ihn vor allem auch als sozialer Raum. In bisherigen Forschungsarbeiten ging er der Räumlichkeit im Bild sowie den Wechselwirkungen zwischen Malerei und Architektur nach. Er ist seit 2020 in der Berlinischen Galerie tätig. Hier arbeitete er als wissenschaftlicher Volontär an *Magyar Modern. Ungarische Kunst in Berlin 1910–1933* und *Suddenly Wonderful. Zukunftsideen für Westberliner Großbauten der 1970er Jahre* mit und war Co-Kurator der Ausstellung *Closer to Nature. Bauen mit Pilz, Baum, Lehm*.

**Philip Ross** ist Künstler, Erfinder und Unternehmer, dessen Arbeit sich auf die Beziehungen zwischen dem Menschen und seiner Umwelt konzentriert. Er ist Mitbegründer und leitender Forscher bei Open Fung – einer Organisation, die kollektive Ressourcen zur Förderung von Pilztechnologie, Materialien und Kunst aufbaut. Im Jahr 2013 war er Mitbegründer von MycoWorks, einem Unternehmen, das Biomaterialien aus Myzel herstellt. Ross' kreative Arbeit wurde bereits im Nobelpreismuseum, auf der Moskauer Biennale für zeitgenössische Kunst, im Museum of Jurassic Technology und auf der Architekturbiennale 2016 in Venedig gezeigt. Zu seinen kuratorischen Projekten gehören eine Geschichte des Bioreaktordesigns für das Yerba Buena Center for the Arts und den Critter Salon.



**Wolfgang Schöffner** ist Wissenschafts- und Medienhistoriker und seit 2009 Professor für Wissens- und Kulturgeschichte am Institut für Kulturwissenschaften der Humboldt-Universität zu Berlin. Von 2013 bis 2021 war er Direktor des Hermann von Helmholtz-Zentrums für Kulturtechnik und von 2012 bis 2018 Direktor des Exzellenzclusters *Bild Wissen Gestaltung* an der Humboldt-Universität zu Berlin. Außerdem ist er seit 2005 Gastprofessor und Direktor des Walter-Gropius-Programms an der Fakultät für Architektur, Design und Urbanismus der Universidad de Buenos Aires sowie Leiter des deutsch-argentinischen Masterprogramms *Open Design* der Humboldt-Universität zu Berlin und der Universidad de Buenos Aires. Wolfgang Schöffner ist Direktor des Exzellenzclusters *Matters of Activity*, den er gemeinsam mit Horst Bredekamp, Peter Fratzl und Claudia Mareis leitet.

## Biographies

**Natalija Miodragović** holds a diploma in architecture from the University of Belgrade and a Master's degree from the Städelschule in Frankfurt am Main. The starting point for her interdisciplinary and experimental work is art and space as a vehicle for social change. She works in cooperation with artists, scientists and in the field of academic research and deals with the perception and understanding of space, light, flexible, foldable and textile structures. From 2016 to 2018, she researched foldable, insulating textiles in architecture in Prof. Claudia Lüling's group at the Frankfurt University of Applied Sciences. She worked as an author for the Serbian Pavilion EXPO 2010 and in collaboration with dreidreidrei for the Zionskirche Berlin. From 2002 to 2015 she worked with the artist Tomás Saraceno for a series of projects and exhibitions such as *Geodesic Solar Balloon* and *Biosphere*.



**Nils Philippi** studied communication and cultural studies as well as art history in Friedrichshafen, Dresden, and Berlin. Fascinated by abstraction, he was inspired by Constructivism and its successors in both East and West. Architecture, such as that of the Baroque, Classical Modernism or the GDR, interests him above all as a social space. In previous research projects, he has explored questions of spatiality in the image and the interactions between painting and architecture. He has worked at the Berlinische Galerie since 2020. Here he worked as a research assistant on *Magyar Modern. Hungarian Art in Berlin 1910–1933* and *Suddenly Wonderful. Visions for chunky 1970's architecture in West Berlin* and was co-curator of the exhibition *Closer to Nature. Building with Fungi, Trees, Mud*.

**Philip Ross** is an artist, inventor, and entrepreneur whose work is focused on the relationships between human beings and the greater living environment. He is the Co-Founder and Principal Investigator at Open Fung – an organisation that builds collective resources for advancing fungi technology, fungal materials, and the arts. In 2013, he co-founded MycoWorks, a company that grows biomaterials out of mycelium. Ross's creative work has been featured at the Nobel Prize Museum, the Moscow Biennale of Contemporary Art, the Museum of Jurassic Technology and the 2016 Venice Biennale of Architecture. His curatorial projects include a history of bioreactor design for the Yerba Buena Center for the Arts and Critter Salon.



**Wolfgang Schäffner** is a historian of science and media technologies and has been Professor of the Cultural History of Knowledge at the Department of History and Theory of Culture at the Humboldt-Universität zu Berlin since 2009. He has been Director of the Hermann von Helmholtz-Zentrum für Kulturtechnik from 2013 to 2021 and Director of the Cluster of Excellence *Image Knowledge Gestaltung* at Humboldt-Universität zu Berlin from 2012 to 2018. He has also been Guest Professor and Director of the Walter Gropius Programme at the Faculty of Architecture, Design, and Urbanism at the Universidad de Buenos Aires since 2005 and head of the German-Argentinian Master-Programme *Open Design* of the Humboldt-Universität zu Berlin and Universidad de Buenos Aires. Wolfgang Schäffner is Director of the Cluster of Excellence *Matters of Activity* which he heads together with Horst Bredekamp, Peter Fratzl, and Claudia Mareis.

## Biografien

**Bertram Schmidt** hat an der Technischen Universität Berlin Umwelttechnik studiert und sich während seiner Promotion auf Umweltmikrobiologie spezialisiert. Die mikrobielle Diversität in der Natur und technischen Systemen ist sein Thema. Neben Ausflügen in die anaerobe Mikrobiologie in Biogasanlagen und in die Lebensmittelmikrobiologie hat er über Eisenbakterien in Feuerland promoviert. Zurzeit arbeitet er als Biotechnologe im Team von Vera Meyer und widmet sich der Erforschung von Pilzen und ihren Einsatzmöglichkeiten als neuartige Biomaterialien. Materialien interessieren ihn auch in ästhetischem Sinne, sei es bei dem Auftragen pastoser Ölfarben, dem Schnitzen von Holz oder dem Schmieden von Stahl. Daher ist er an vielen wissenschaftlich-künstlerischen Projekten wie *Mind the Fungi* (2018–2020), *MY-CO SPACE* (2021) und *MY-CO BUILD* (2021–2024) beteiligt und bringt sich auch in transdisziplinäre Forschungs- und Lehrformate unter anderem mit der MITKUNSTZENTRALE ein.



**Lisa Stelzer** studierte Biologische Chemie an der Technischen Universität Berlin und hat bereits mehrere Jahre Berufserfahrung im Forschungs- und Entwicklungsbereich eines Medizinprodukteherstellers. Nach der Teilnahme an verschiedenen Projekten mit dem Schwerpunkt pilzbasierte Komposite in Vera Meyers Team führte sie auch ihre Masterarbeit am Fachgebiet Angewandte und Molekulare Mikrobiologie durch und beschäftigte sich mit den mechanischen Eigenschaften von Pilzkompositen. Vor allem die Potenziale von Pilzkompositen im Hinblick auf Nachhaltigkeit interessieren sie, ob es nun um Umweltauswirkungen bei der Herstellung dieser Materialien geht oder um deren Implementierung in bioökonomische Prozesse. Daher forscht sie nun im Team von Vera Meyer an der Industrialisierbarkeit von Pilzkompositen unter der Verwendung von Reststoffen aus der Papierindustrie.

**Martin Weinhold** studierte an der Berliner Universität der Künste und schloss mit einem Diplom in Gesellschafts- und Wirtschaftskommunikation ab. Neben seiner Arbeit als selbstständiger Fotograf und Autor unterrichtet er in Deutschland und Kanada als Dozent für visuelle Kommunikation. Nach langjähriger Tätigkeit als Kameramann fürs Fernsehen wechselte er 2008 vollständig zur Fotografie; seit 2018 arbeitet er auch als Textautor. Sein künstlerischer Schwerpunkt ist das sozialdokumentarische Porträt. Mit dem Jahr 2006 begann das bisher umfangreichste Werk, das Projekt *WorkSpace / WorkLife*, für dessen Umsetzung er teilweise nach Kanada übersiedelte. Seit 2021 findet diese Dokumentation der gegenwärtigen Arbeitswelt in Zusammenarbeit mit der University of Alberta statt. Weinhold verwendet für seine Dokumentationen analoges Schwarz-weiß-Material, das er im eigenen Labor entwickelt und als Fine-Art-Prints zu Papier bringt.



**Nora Wilhelm** arbeitet als Materialforscherin mit gebrauchtem Material zu aktuellen Fragen einer klimaschonenden Ressourcennutzung. Sie ist Designerin, lebt und arbeitet in Berlin und wirkt seit 2020 in der MITKUNSTZENTRALE im Haus der Materialisierung. Im Möbelkatalog, der dort seit Herbst 2021 erhältlich ist und jährlich aktualisiert wird, thematisiert sie mit Kollaborateur\_innen Designstrategien für das Bauen mit Gebrauchtem. Nora Wilhelm ist motiviert von einer materiellen Kultur, in der wir uns einreihen in eine Kette von Entscheidungen über die Nutzung, Farbe und Form eines Bauteils oder Materials, die schon vor uns getroffen wurden und nach uns getroffen werden. Als Mitbegründerin des Pilz-Kunst-Labors, eines transdisziplinären Lehr- und Forschungsprojekts im Haus der Materialisierung, vermittelt und erforscht sie seit 2021 Pilzkultivierung mit Resten von Resten, um materielle Kreisläufe weiterzuentwickeln.

## Biographies

**Bertram Schmidt** studied environmental engineering at the Technische Universität Berlin and specialised in environmental microbiology during his doctorate. The microbial diversity in nature and technical systems is his subject. In addition to excursions into the anaerobic microbiology of biogas plants and in food microbiology, he did his doctorate on iron bacteria in Tierra del Fuego. He is currently working as a biotechnologist in the team of Vera Meyer and is dedicated to the research of fungi and their possible applications as novel biomaterials. He is also interested in materials in an aesthetic sense, be it in applying pasty oil paints, carving wood, or forging steel. Therefore, he is involved in many scientific-artistic projects such as *Mind the Fungi* (2018–2020), *MY-CO SPACE* (2021) and *MY-CO BUILD* (2021–2024) and also contributes to transdisciplinary research and teaching formats with MITKUNSTZENTRALE, among others.



**Lisa Stelzer** studied biological chemistry at the Technische Universität Berlin and already has several years of professional experience in the research and development department of a medical device manufacturer. After participating in various projects focusing on fungal-based composites in Vera Meyer's team, she conducted her Master's thesis at the Department of Applied and Molecular Microbiology and worked on the mechanical properties of fungal composites. She is particularly interested in the potentials of fungal composites in terms of sustainability, be it environmental impacts in the production of these materials or their implementation in bioeconomic processes. She is now working in Vera Meyer's team on the industrialisation of fungal composites using waste materials from the paper industry.

**Martin Weinhold** studied communication in social and economic contexts at the University of the Arts in Berlin. He is a freelance photographer, text author and works as an instructor for visual communication in both Germany and Canada. For many years he was cameraman for various television programmes until he decided in 2008 to commit himself completely to photography. His main artistic interest is in social documentary portrait photography. In 2006, he launched his most ambitious endeavour, the still ongoing *WorkSpace / WorkLife* project, for which he became a permanent resident of Canada. Since 2021, this documentary of the world of work is conducted in collaboration with the University of Alberta. For his documentaries, Weinhold is using analogue black-and-white material, which he processes in his own darkroom facilities where he also manufactures his fine art prints.



**Nora Wilhelm** works as a materials researcher with used materials on current issues relating to the climate-friendly use of resources. She is a designer, lives and works in Berlin and has been working at the MITKUNSTZENTRALE in the Haus der Materialisierung since 2020. In the furniture catalogue, which has been available there since autumn 2021 and is updated annually, she and collaborators address design strategies for building with used materials. Nora Wilhelm is motivated by a material culture in which we join a chain of decisions that have already been made before us in terms of use, colour, and form of a component or material, and will be made after us. As co-founder of the Fungal-Art-Lab, a transdisciplinary teaching and research project in the Haus der Materialisierung, she has been teaching and researching fungal cultivation with remnants of remnants since 2021 in order to further develop material cycles.

# Anmerkungen

## Prolog 1

- 1 Vera Meyer und Regine Rapp (Hrsg.): *Mind the Fungi*, Berlin 2020. DOI 10.14279/depositonce-10350
- 2 Vera Meyer und Sven Pfeiffer (Hrsg.): *Engage with Fungi*, Berlin 2022. DOI 10.14279/depositonce-15894

## Prolog 2

- 1 Georg Wilhelm Friedrich Hegel (1817): *Vorlesungen über die Geschichte der Philosophie I und III* (Werke 18 und 20), Frankfurt am Main 1980.
- 2 Ebd.
- 3 Anna Lowenhaupt Tsing: *The Mushroom at the End of the World. On the Possibility of Life in Capitalist Ruins*. Princeton, New Jersey 2015, S. 226.
- 4 Nicholas P. Money: *Mushrooms. A Natural and Cultural History*. London 2017.
- 5 Merlin Sheldrake: *Entangled Life. How Fungi Make Our Worlds, Change Our Minds & Shape Our Futures*. New York 2020.
- 6 Kristina Šekrst: *Do we need mycophilosophy?* Vorabdruck April 2022. DOI 10.13140/RG.2.2.26897.71529
- 7 Siehe den Berliner Exzellenzcluster *Matters of Activity. Image Space Material*; matters-of-activity.de

## Wir bauen auf Pilze!

- 1 B. Wang und Yin-Long Qiu: »Phylogenetic distribution and evolution of mycorrhizas in land plants«, in *Mycorrhiza* **16**, 5 (2006), S. 299–363. DOI 10.1007/s00572-005-0033-6
- 2 Patrick C. Seed: »The human mycobiome«, in *Cold Spring Harbor Perspectives in Medicine* **5**, 5 (2015). DOI 10.1101/cshperspect.a019810
- 3 Merlin Sheldrake: *Verwobenes Leben: Wie Pilze unsere Welt formen und unsere Zukunft beeinflussen*, Berlin 2020.
- 4 David L. Hawksworth und Robert Lücking: »Fungal diversity revisited: 2.2 to 3.8 million species«, in *Microbiology Spectrum* **5**, 4 (2017). DOI 10.1128/microbiolspec.FUNK-0052-2016
- 5 Allen Grace T. Niego et al.: »The contribution of fungi to the global economy«, in *Fungal Diversity* **121** (2023), S. 95–137. DOI 10.1007/s13225-023-00520-9
- 6 Statista 2023.
- 7 Vera Meyer et al.: »Growing a circular economy with fungal biotechnology: A white paper«, in *Fungal Biology and Biotechnology* **7**, 5 (2020). DOI 10.1186/s40694-020-00095-z
- 8 nationalgeographic.com/magazine/issue/april-2024
- 9 fungi.org

- 10 mycostories.com
- 11 mushroomobserver.org
- 12 gbif.org
- 13 fungalbiolbiotech.biomedcentral.com
- 14 youtube.com/watch?v=fKsLhYHo62I
- 15 Danny Haelewaters et al.: »The power of citizen science to advance fungal conservation«, in *Conservation Letters* **17**, 3 (2024). DOI 10.1111/conl.13013
- 16 Peter McCoy: *Radical Mycology: A Treatise On Seeing And Working With Fungi*, Portland, Oregon 2016. DOI 10.1007/s13199-016-0460-5
- 17 Vera Meyer und Regine Rapp (Hrsg.): *Mind the Fungi*, Berlin 2020. DOI 10.14279/depositonce-10350
- 18 Vera Meyer und Sven Pfeiffer (Hrsg.): *Engage with Fungi*, Berlin 2022. DOI 10.14279/depositonce-15894
- 19 acs.org/education/whatischemistry/landmarks/penicillin.html
- 20 Eliyasu Yahaya Osman: »Economic assessment of mycelia-based composite in the built environment«, Master-of-Science-Arbeit an der Kansas State University, Manhattan, Kansas 2023. bit.ly/4c16UO5
- 21 United Nations Environment Programme und Yale Center for Ecosystems + Architecture: *Building Materials and the Climate: Constructing a New Future*, 2023. wedocs.unep.org/20.500.11822/43293
- 22 Meyer / Rapp, *Mind the Fungi*.
- 23 Meyer / Pfeiffer, *Engage with Fungi*.
- 24 youtube.com/watch?v=fKsLhYHo62I
- 25 Carsten Pohl et al.: »Establishment of the basidiomycete *Fomes fomentarius* for the production of composite materials«, in *Fungal Biology and Biotechnology* **9**, 4 (2022). DOI 10.1186/s40694-022-00133-y
- 26 Bertram Schmidt et al.: »Mechanical, physical and thermal properties of composite materials produced with the basidiomycete *Fomes fomentarius*«, in *Fungal Biology and Biotechnology* **10**, 22 (2023). DOI 10.1186/s40694-023-00169-8
- 27 Christian Lehmann et al.: »Investigation of the interface of fungal mycelium composite building materials by means of low-vacuum scanning electron microscopy«, in *Journal of Microscopy* **294**, 2 (2024). DOI 10.1111/jmi.13292
- 28 Lisa Stelzer et al.: »Life cycle assessment of fungal-based composite bricks«, in *Sustainability* **13**, 21 (2021), S. 11573. DOI 10.3390/su132111573
- 29 Chen et al.: »Extrusion-based additive manufacturing of fungal-based composite materials using the tinder fungus *Fomes fomentarius*«, in *Fungal Biology and Biotechnology* **8**, 21 (2021). DOI 10.1186/s40694-021-00129-0

## Notes

## Prologue 1

- 1 Vera Meyer and Regine Rapp (Eds): *Mind the Fungi*, Berlin 2020. DOI 10.14279/depositonce-10350
- 2 Vera Meyer and Sven Pfeiffer (Eds): *Engage with Fungi*, Berlin 2022. DOI 10.14279/depositonce-15894

## Prologue 2

- 1 Georg Wilhelm Friedrich Hegel (1817): *Vorlesungen über die Geschichte der Philosophie I and III* (Werke 18 and 20), Frankfurt am Main 1980.
- 2 Ibid.
- 3 Anna Lowenhaupt Tsing: *The Mushroom at the End of the World. On the Possibility of Life in Capitalist Ruins*. Princeton, New Jersey 2015, p. 226.
- 4 Nicholas P. Money: *Mushrooms. A Natural and Cultural History*. London 2017.
- 5 Merlin Sheldrake: *Entangled Life. How Fungi Make Our Worlds, Change Our Minds & Shape Our Futures*. New York 2020.
- 6 Kristina Šekrst: »Do we need mycophilosophy?« Preprint April 2022. DOI 10.13140/RG.2.2.26897.71529
- 7 See the Berlin Cluster of Excellence *Matters of Activity. Image Space Material*; matters-of-activity.de/en/

## We build on fungi!

- 1 B. Wang and Yin-Long Qiu: »Phylogenetic distribution and evolution of mycorrhizas in land plants«, in *Mycorrhiza* **16**, 5 (2006), pp. 299–363. DOI 10.1007/s00572-005-0033-6
- 2 Patrick C. Seed: »The human mycobiome«, in *Cold Spring Harbor Perspectives in Medicine* **5**, 5 (2015). DOI 10.1101/cshperspect.a019810
- 3 Merlin Sheldrake: *Entangled Life: How Fungi Make Our Worlds, Change Our Minds & Shape Our Futures*, New York 2020.
- 4 David L. Hawksworth and Robert Lücking: »Fungal diversity revisited: 2.2 to 3.8 million species«, in *Microbiology Spectrum* **5**, 4 (2017). DOI 10.1128/microbiolspec.FUNK-0052-2016
- 5 Allen Grace T. Niego et al.: »The contribution of fungi to the global economy«, in *Fungal Diversity* **121** (2023), pp. 95–137. DOI 10.1007/s13225-023-00520-9
- 6 Statista Research Department (2023)
- 7 Vera Meyer et al.: »Growing a circular economy with fungal biotechnology: A white paper«, in *Fungal Biology and Biotechnology* **7**, 5 (2020). DOI 10.1186/s40694-020-00095-z
- 8 nationalgeographic.com/magazine/issue/april-2024
- 9 fungi.org

- 10 mycostories.com
- 11 mushroomobserver.org
- 12 gbif.org
- 13 fungalbiolbiotech.biomedcentral.com
- 14 youtube.com/watch?v=fKsLhYHo62I
- 15 Danny Haelewaters et al.: »The power of citizen science to advance fungal conservation«, in *Conservation Letters* **17**, 3 (2024). DOI 10.1111/conl.13013
- 16 Peter McCoy: *Radical Mycology: A Treatise On Seeing And Working With Fungi*, Portland, Oregon 2016. DOI 10.1007/s13199-016-0460-5
- 17 Vera Meyer and Regine Rapp (Eds): *Mind the Fungi*, Berlin 2020. DOI 10.14279/depositonce-10350
- 18 Vera Meyer and Sven Pfeiffer (Eds): *Engage with Fungi*, Berlin 2022. DOI 10.14279/depositonce-15894
- 19 acs.org/education/whatischemistry/landmarks/penicillin.html
- 20 Eliyasu Yahaya Osman: »Economic assessment of mycelia-based composite in the built environment«, Master of Science thesis at Kansas State University, Manhattan, Kansas 2023. bit.ly/4c16U05
- 21 United Nations Environment Programme and Yale Center for Ecosystems + Architecture: *Building Materials and the Climate: Constructing a New Future*, 2023. wedocs.unep.org/20.500.11822/43293
- 22 Meyer / Rapp, *Mind the Fungi*.
- 23 Meyer / Pfeiffer, *Engage with Fungi*.
- 24 youtube.com/watch?v=fKsLhYHo62I
- 25 Carsten Pohl et al.: »Establishment of the basidiomycete *Fomes fomentarius* for the production of composite materials«, in *Fungal Biology and Biotechnology* **9**, 4 (2022). DOI 10.1186/s40694-022-00133-y
- 26 Bertram Schmidt et al.: »Mechanical, physical and thermal properties of composite materials produced with the basidiomycete *Fomes fomentarius*«, in *Fungal Biology and Biotechnology* **10**, 22 (2023). DOI 10.1186/s40694-023-00169-8
- 27 Christian Lehmann et al.: »Investigation of the interface of fungal mycelium composite building materials by means of low-vacuum scanning electron microscopy«, in *Journal of Microscopy* **294**, 2 (2024). DOI 10.1111/jmi.13292
- 28 Lisa Stelzer et al.: »Life cycle assessment of fungal-based composite bricks«, in *Sustainability* **13**, 21 (2021), p. 11573. DOI 10.3390/su132111573
- 29 Chen et al.: »Extrusion-based additive manufacturing of fungal-based composite materials using the tinder fungus *Fomes fomentarius*«, in *Fungal Biology and Biotechnology* **8**, 21 (2021). DOI 10.1186/s40694-021-00129-0

# Anmerkungen

## Pilze als symbolische und aktive Materialagenten

### Experimentelle Philosophie der Pilze

- 1 Sunanda Sharma und Vera Meyer: »The colors of life: an interdisciplinary art-in-residence project to research fungal pigments as a gateway to empathy and understanding of microbial life«, in *Fungal Biology and Biotechnology* **9**, 1 (2022).
- 2 Einen vergleichbaren Fall stellen Pflanzen dar, denen erst jüngst Emanuele Coccia eine Philosophie der Pflanzen widmete. Emanuele Coccia: *Die Wurzeln der Welt. Eine Philosophie der Pflanzen*, München 2018.
- 3 Dieser Perspektive eines neuen Materialismus, der die Aktivität von Materialien zum Ausgangspunkt von Untersuchungen biologischer und kultureller Praktiken nimmt, widmet sich der Berliner Exzellenzcluster *Matters of Activity*. [matters-of-activity.de](https://matters-of-activity.de)
- 4 In diesem Sinne hat sich eine Experimentelle Philosophie als X-Phi etabliert, die empirische Methoden für die Analyse geistiger Prozesse verwendet.
- 5 Robert Hooke: »Preface«, in ders.: *Micrographia, or, Some Physiological Descriptions of Minute Bodies Made by Magnifying Glasses with Observations and Inquiries Thereupon*, London 1665.
- 6 So etwa der Niederländer Johannes Heckius, Gründungsmitglied der Accademia dei Lincei. Vgl. dazu Horst Bredekamp in diesem Band.
- 7 Hooke, *Micrographia*, S. 130.
- 8 Vgl. etwa Franciscus van Sterbeec: *Theatrum fungorum*, Antwerpen 1675. Pier Antonio Micheli (*Nova plantarum genera*, Florenz 1729) etablierte erstmals eine Ordnung der Pilze im Reich der Pflanzen. Erst Ende des 19. Jahrhunderts etabliert sich die Mykologie als eigener Bereich.
- 9 Eine artenvergleichende Perspektive entwickelt Daniel C. Dennett: »The Origins of Selves«, in *Cogito* **3**, 3 (1989), S. 163–173.
- 10 Terrence W. Deacon: *Incomplete Nature. How Mind Emerged from Matter*, New York und London 2012.
- 11 Vgl. Kristina Šekrst: »Do we need mycophilosophy?«, Vorabdruck April 2022. DOI: 10.13140/RG.2.2.2689771529
- 12 Gilles Deleuze und Félix Guattari: *Tausend Plateaus. Kapitalismus und Schizophrenie*, Berlin 1992, S. II–41.

### Myko.Plektonik

#### Verflechtung der biologischen und gebauten Umwelt

- 1 Natalija Miodragović, Nelli Singer, Daniel Suarez und Mohammad Fardin Gholami: »PLEKTONIK: Plasticity and Structural Textiles«, in *Toward a New Culture of the Material*, hrsg. von Frank Bauer, Yoonha Kim, Sabine Marienberg und Wolfgang Schäffner, Berlin und Boston 2024, S. 63–74.

- 2 Olivier Guillitte: »Bioreceptivity: a new concept for building ecology studies«, in *Science of the Total Environment* **167**, 1–3 (1995), S. 215–220. DOI 10.1016/0048-9697(95)04582-L

- 3 Bertram Schmidt et al.: »Mechanical, physical and thermal properties of composite materials produced with the basidiomycete *Fomes fomentarius*«, in *Fungal Biology and Biotechnology* **10**, 22 (2023). DOI 10.1186/s40694-023-00169-8

- 4 Der Begriff meint eine sozial verantwortliche Designstrategie in Kunst und Architektur, die ethische Fragen in die Raumgestaltung und Produktentwicklung mit einbezieht.

## Arbeiten im Spannungsfeld von Wissenschaft, Kunst und Gesellschaft

### Grenzüberschreitungen und Verbindungen

- 1 [nobelprizemuseum.se/en/press-invitation-new-exhibition-fungi-in-art-and-science/](https://nobelprizemuseum.se/en/press-invitation-new-exhibition-fungi-in-art-and-science/)
- 2 Adam Fisher: »The Mushroom Man's Magic«, in *Alta Journal* **16** (2021). [altaonline.com/culture/art/a36536479/mycoworks-hermes-mushroom-man/](https://altaonline.com/culture/art/a36536479/mycoworks-hermes-mushroom-man/)

### ZUR NACHAHMUNG EMPFOHLEN! erkundungen in ästhetik und nachhaltigkeit

- 1 [zur-nachahmung.empfohlen.de](https://zur-nachahmung.empfohlen.de)
- 2 [zur-nachahmung.empfohlen.de/project/christin-lahr](https://zur-nachahmung.empfohlen.de/project/christin-lahr)
- 3 [zur-nachahmung.empfohlen.de/hope-home](https://zur-nachahmung.empfohlen.de/hope-home)
- 4 [nachhaltigkeitsrat.de](https://nachhaltigkeitsrat.de)
- 5 [fonds-aesthetik-und-nachhaltigkeit.de](https://fonds-aesthetik-und-nachhaltigkeit.de)

### Und nun der Pilz? Zur Architektur des MY-CO SPACE

- 1 Diese Verschränkung spiegelt sich in der zentralen Bedeutung der Architektur für den internationalen Konstruktivismus: Da ihm das Bauen und Konstruieren als ein »primäres Schaffen« (Lajos Kassák, 1922) und als das genuin Schöpferische gilt, wird sie Prototyp für alles vom Menschen Gemachte und Erfundene, das heißt einer Konzeption von Kultur, die diese der gegebenen Welt natürlicher Dinge diametral gegenüberstellt. Damit qualifiziert sich Architektur als Instrument, eine neue (sozialere) Welt zu kreieren.
- 2 Exemplarisch etwa bei Bruno Latour (*Nous n'avons jamais été modernes*, Paris 1991, dt. *Wir sind nie modern gewesen*, Frankfurt am Main 2008) oder Philippe Descola (*Par-delà nature et culture*, Paris 2005, dt. *Jenseits von Natur und Kultur*, Berlin 2011).

## Notes

### Fungi as symbolic and active material agents

#### Experimental philosophy of fungi

- 1 Sunanda Sharma and Vera Meyer: »The colors of life: an interdisciplinary art-in-residence project to research fungal pigments as a gateway to empathy and understanding of microbial life«, in *Fungal Biology and Biotechnology* **9**, 1 (2022).
- 2 Plants can be seen as a comparable case, to which Emanuele Coccia recently dedicated a philosophy of plants. Emanuele Coccia: *The Life of Plants: A Metaphysics of Mixture*, Medford, Massachusetts 2018.
- 3 The Berlin Cluster of Excellence *Matters of Activity* is dedicated to this perspective of a new materialism that takes the activity of materials as the starting point for research into biological and cultural practices. [matters-of-activity.de](http://matters-of-activity.de)
- 4 The Dutch naturalist Johannes Heckius has to be mentioned here, who was one of the founding members of Accademia dei Lincei. See the text of Horst Bredekamp in this volume.
- 5 »[...] the droppings or trillings of Lapidescant waters in Vaults under ground, seem to constitute a kind of petrify'd body, form'd almost like some kind of Mushrooms inverted.« Robert Hooke: *Micrographia, or, Some Physiological Descriptions of Minute Bodies Made by Magnifying Glasses with Observations and Inquiries Thereupon*, London 1665, p. 129.
- 6 Hooke, *Micrographia*, p. 130.
- 7 See e.g. Franciscus van Sterbeeck: *Theatrum fungorum*, Antwerp 1675. Pier Antonio Micheli (*Nova plantarum genera*, Florence 1729) established an order of fungi within the realm of plants. It was not until the end of the 19th century that mycology was established as an independent specialist field.
- 8 Daniel C. Dennett develops a species-comparative perspective: »The Origins of Selves«, in *Cogito* **3**, 3 (1989). pp. 163–173.
- 9 Terrence W. Deacon: *Incomplete Nature. How Mind Emerged from Matter*, New York and London 2012.
- 10 See Kristina Šekrst: »Do we need mycophilosophy?«, Preprint April 2022. DOI: [10.13140/RG.2.2.2689771529](https://doi.org/10.13140/RG.2.2.2689771529)
- 11 Gilles Deleuze and Félix Guattari: *A Thousand Plateaus. Capitalism and Schizophrenia*, Minneapolis and London 1987, pp. 3–25.

#### Myko.Plektonik

##### Intertwining the biological and the built environment

- 1 Natalija Miodragović, Nelli Singer, Daniel Suarez and Mohammad Fardin Gholami: »PLEKTONIK: Plasticity and Structural Textile«, in *Toward a New Culture of the Material*, ed. by Frank Bauer, Yoonha Kim, Sabine Marienberg and Wolfgang Schäffner, Berlin and Boston 2024, pp. 63–74.

- 2 Olivier Guillitte: »Bioreceptivity: a new concept for building ecology studies«, in *Science of the Total Environment* **167**, 1–3 (1995), pp. 215–220. DOI [10.1016/0048-9697\(95\)04582-L](https://doi.org/10.1016/0048-9697(95)04582-L)

- 3 Bertram Schmidt et al.: »Mechanical, physical and thermal properties of composite materials produced with the basidiomycete *Fomes fomentarius*«, in *Fungal Biology and Biotechnology* **10**, 22 (2023). DOI [10.1186/s40694-023-00169-8](https://doi.org/10.1186/s40694-023-00169-8)

- 4 The term is derived from Critical Theory, and emerged historically from disciplines of care (social, medical), and is more recently adopted by spatial, social disciplines of art and architecture to the practices of care.

### Working in the field of tension between science, art, and society

#### Border crossings and connections

- 1 [nobelprizemuseum.se/en/press-invitation-new-exhibition-fungi-in-art-and-science/](https://nobelprizemuseum.se/en/press-invitation-new-exhibition-fungi-in-art-and-science/)
- 2 Adam Fisher: »The Mushroom Man's Magic,« in *Alta Journal* **16** (2021). [altaonline.com/culture/art/a36536479/mycoworks-hermes-mushroom-man/](https://altaonline.com/culture/art/a36536479/mycoworks-hermes-mushroom-man/)

#### EXAMPLES TO FOLLOW!

##### explorations in aesthetics and sustainability

- 1 [zur-nachahmung-empfohlen.de/en](https://zur-nachahmung-empfohlen.de/en)
- 2 [zur-nachahmung-empfohlen.de/en/project/christin-lahr](https://zur-nachahmung-empfohlen.de/en/project/christin-lahr)
- 3 [zur-nachahmung-empfohlen.de/en/hope-home/](https://zur-nachahmung-empfohlen.de/en/hope-home/)
- 4 [nachhaltigkeitsrat.de/en](https://nachhaltigkeitsrat.de/en)
- 5 [fonds-aesthetik-und-nachhaltigkeit.de/english-version-faes](https://fonds-aesthetik-und-nachhaltigkeit.de/english-version-faes)

#### And now the fungi? On the architecture of MY-CO SPACE

- 1 This entanglement is reflected in the central importance of architecture for international Constructivism: Since building and constructing is considered a »primary creation« (Lajos Kassák, 1922) and the genuinely creative, it becomes a prototype for everything made and invented by man, i.e. a conception of culture that diametrically opposes it to the given world of natural things. Architecture thus qualifies as an instrument for creating a new (more social) world.
- 2 Examples include Bruno Latour (*Nous n'avons jamais été modernes*, Paris 1991, engl. *We Have Never Been Modern*, Cambridge, Massachusetts 1993) and Philippe Descola (*Par-delà nature et culture*, Paris 2005, engl. *Beyond Nature and Culture*, Chicago 2013).

## Anmerkungen

- 3 Eine erste ökologische Architekturbewegung folgte auf Technikglauben, Energie- und Umweltkrisen der 1970er-Jahre. Vgl. etwa die *ARCH+* 94 (4/1988, Nachdenken über Ökologie), 80 (5/1985, Lust auf Lehm), 51/52 und 62 (7/1980 und 5/1982, Ökologisch Planen und Bauen I und II). Im Rahmen der IBA 1984/87 in Berlin wurden Ansätze von Inken und Hinrich Baller, Rudolf Doernach, Martin Küenzlen, Frei Otto, Bengt Warne und anderen (Verwendung von Naturbaustoffen, Nutzung von Sonnenenergie und Regenwasser, behutsamer Umgang mit vorhandener Vegetation, Dach- und Fassadenbegrünungen, Entsiegelung, Abfallvermeidung usw.) erstmals umfassend thematisiert und realisiert.
- 4 Am 22. Mai 2024 erzielte der Suchbegriff »Bauwende« auf Google in der Kategorie News 91 Ergebnisse.
- 5 Laufzeit 14. Februar bis 15. Oktober 2024.
- 6 Der für den Außenraum konzipierte MY-CO SPACE entspricht dem Typ des Pavillons als kleiner, frei stehender, offener und leichter (Garten-)Bau mit häufig gewölbtem Dach. Auch deckt er die Definition eines Tiny House, das neben eher vagen Formalia (vgl. etwa Lisa Maile: *Tiny House Movement*, München 2020, S. 18 ff.) vor allem als Ort alternativer Lebens- und Wirtschaftsformen verstanden wird (vgl. ebd., S. 44 ff.), auf die auch MY-CO-X abhebt (vgl. *Engage with Fungi*, hrsg. von Vera Meyer und Sven Pfeiffer, Berlin 2022, S. 26). Inwiefern das Tiny House letztlich jedoch ein individualistisches Wohnkonzept manifestiert, diskutiert Burkhard Brunn in *tinyBE. living in a sculpture*, hrsg. von Cornelia Saalfrank und Katrin Lewinsky, Berlin 2021.
- 7 Vgl. Kustrim Cerimi, Vera Meyer, Carsten Pohl, Bertram Schmidt und Bastian Schubert: »Pilze als nachhaltige Biomaterialien«, in *Mind the Fungi*, hrsg. von Vera Meyer und Regine Rapp, Berlin 2020, S. 15; Sven Pfeiffer: »Prolog 2«, in *Engage with Fungi*, S. 9.
- 8 Zur architektur- und designgebundenen Arbeit mit Pilzen vgl. die Ausstellungen: *The Future of Plastic*, Fondazione PLART, Neapel, 2014; *Fungal Futures / Growing Domestic Bio-Landscapes*, Oude Hortus, Universität Utrecht, März bis Mai 2016 und Museum TwentseWelle Enschede, Oktober 2016 bis Februar 2017; *La Fabrique du vivant (Mutations/Créations 3)*, Centre Pompidou Paris, Februar bis April 2019; *The Future is Present*, Designmuseum Dänemark, Kopenhagen, Juni 2022 bis Dezember 2024; *Reset Materials – Towards Sustainable Architecture*, Copenhagen Contemporary, 2023; *Fungi – In Art and Science*, Nobelpreis-museum, Stockholm, September 2023 bis Januar 2024.
- 9 Titel eines TED-Talks, den der US-amerikanische Pilzforscher und Unternehmer im März 2008 hielt.
- 10 Untertitel des Buches *Entangled Life*, das der britische Biologe 2020 veröffentlichte.
- 11 Hier und im Folgenden Vera Meyer und Sven Pfeiffer: »Epilog für eine vernetzte Zukunft«, in *Engage with Fungi*, S. 106 f.
- 12 Scheerbarts 1914 im Sturm-Verlag in Berlin erschienener Essay »Glasarchitektur« gab wesentliche Impulse für die 1919 gegründete Briefgemeinschaft »Gläserne Kette«, in der Architekten wie Bruno und Max Taut, Hermann Finsterlin und Wenzel Hablik sozial-utopisch grundierte Architekturfantasien entwarfen. Vgl. hierzu etwa Gabriele Struck: »Glas-Architektur«, in: Berlinische Galerie (Hg.): *Wände aus farbigem Glas*, Ausst.-Kat. Berlinische Galerie, 1989, S. 17 ff.
- 13 Zum durch Plastik begünstigten, vermeintlich demokratischen Massenkonsum sowie den von dem Material ausgelösten Innovationen und Utopien in Kunst, Architektur und Design vgl. Martina Weinhart (Hg.): *Plastic World*, Ausst.-Kat. Schirn Kunsthalle Frankfurt, 2023, darin insbesondere Dietmar Rübels Beitrag », ... weniger Objekt als Spur einer Bewegung«, *Kunst-Stoff-Kunst in den 1960er Jahren*, S. 74 f.
- 14 Untertitel des 2023 erschienenen Buches *Beton* des deutschen Philosophen Anselm Jappe.
- 15 Schon vor dem Zweiten Weltkrieg setzten verschiedene ideologische Lager auf Beton, um damit ihre teils konträren gesellschaftlichen Absichten zu verfolgen. Vgl. hierzu Anselm Jappe: *Beton*, Berlin und Wien 2023, S. 29 ff. Auch der Brutalismus der 1950er- und 1960er-Jahre verstand sich als eine »ethisch fundierte Handlungsanweisung« (Oliver Elser: »Just what is it that makes Brutalism today so appealing?«, in *SOS Brutalismus. Eine internationale Bestandsaufnahme*, hrsg. von dems., Philip Kurz und Peter Cachola Schmal, Ausst.-Kat. Deutsches Architekturmuseum und Wüstenrot Stiftung, 2017, S. 17).
- 16 Vera Meyer: »Prolog 1«, in *Engage with Fungi*, S. 7.
- 17 Vera Meyer, Sven Pfeiffer, Carsten Pohl, Bertram Schmidt und Christian Schmidts: »Das Projekt MY-CO SPACE«, in *Engage with Fungi*, S. 20.
- 18 Meyer und Pfeiffer, »Epilog für eine vernetzte Zukunft«, S. 107.
- 19 Meyer, »Prolog 1«, S. 7.
- 20 Hier und im Folgenden Meyer et. al., »Das Projekt MY-CO SPACE«, S. 17.
- 21 Vgl. Svenja Schneider: *Blob-Architektur für das 21. Jahrhundert*, Baden-Baden 2012, S. 28, 79 f.
- 22 Zugleich belegen die Gästebücher auch die bereits in Studien aufgezeigte »Angst vor einem ›lebendigen‹ Material« (Vera Meyer, Sven Pfeiffer und Gudrun Rauwolf: »MY-CO BUILD + AFFECT – Subjektives Erleben und Bewertung pilzbasierter Materialien«, in *Engage with Fungi*, S. 94.) sowie die hygienischen und gesundheitlichen Vorbehalte gegenüber Pilzen (vgl. hierzu ebd.).

### Die kollaborative Forschungsinitiative Open Fung

1 Vera Meyer et al.: »Growing a circular economy with fungal biotechnology: a white paper;« in *Fungal Biology and Biotechnology* 7, 5 (2020). DOI 10.1186/s40694-020-00095-z

2 [openfung.org](https://openfung.org)

3 *Hub and Spoke*, dt. Nabe und Speiche, meint ein System, bei dem die einzelnen Punkte nicht direkt, sondern immer über einen zentralen Knotenpunkt miteinander verbunden sind.

## Notes

3 The first ecological architectural movement followed the faith in technology, as well as the energy and environmental crises of the 1970s. This discourse can be seen, for example, in *ARCH+* 94 (4/1988), 80 (5/1985), 51/52 (7/1980) and 62 (5/1982). As part of the international building exhibition IBA 1984/87 in Berlin, approaches by Inken and Hinrich Baller, Rudolf Doernach, Martin Küenzlen, Frei Otto, Bengt Warne and others (use of natural building materials, use of solar energy and rainwater, careful use of existing vegetation, green roofs and façades, unsealing, waste avoidance, etc.) were comprehensively addressed and realised for the first time.

4 On 22 May 2024, the search term *Bauwende* (turnaround in construction) achieved 91 results on Google in the News category.

5 14 February until 15 October 2024.

6 Designed for outdoor use, MY-CO SPACE resembles a pavilion as a small, free-standing, open, and lightweight (garden) building with a frequently arched roof. It also covers the definition of a Tiny House, which, in addition to rather vague formalities (see, e.g., Lisa Maile: *Tiny House Movement*, Munich 2020, pp. 18–20), is understood above all as a place for alternative forms of living and economic activity (see *ibid.*, pp. 44–48), which MY-CO-X also emphasises (see *Engage with Fungi*, ed. by Vera Meyer and Sven Pfeiffer, Berlin 2022, p. 26). Burkhard Brunn (in *tinyBe, living in a sculpture*, ed. by Cornelia Saalfrank and Katrin Lewinsky, Berlin 2021) discusses the extent to which this is opposed by the ultimately individualistic living concept of the Tiny House.

7 See Kustrim Cerimi, Vera Meyer, Carsten Pohl, Bertram Schmidt and Bastian Schubert: »Fungi as sustainable biomaterials«, in *Mind the Fungi*, ed. by Vera Meyer and Regine Rapp, Berlin 2020, p. 15; Sven Pfeiffer: »Prologue 2«, *Engage with Fungi*, p. 9.

8 For architecture- and design-related work with fungi, see the exhibitions: *The Future of Plastic*, Fondazione PLART, Naples, 2014; *Fungal Futures / Growing Domestic Bio-Landscapes*, Oude Hortus, Utrecht University, March until May 2016 and Museum TwentseWelle Enschede, October 2016 until February 2017; *La Fabrique du vivant (Mutation / Créations 3)*, Centre Pompidou Paris, 2019; *The Future is present*, Designmuseum Denmark, Copenhagen, June 2022 until December 2024; *Reset Materials – Towards Sustainable Architecture*, Copenhagen Contemporary, 2023; *Fungi – In Art and Science*, Nobel Prize Museum, Stockholm, September 2023 until January 2024.

9 Title of a TED talk given by the US mycologist and entrepreneur in March 2008.

10 Subtitle of the book *Entangled Life*, which the British biologist published in 2020.

11 Here and in the following Vera Meyer and Sven Pfeiffer: »Epilogue for a networked future«, *Engage with Fungi*, pp. 106–107.

12 Scheerbart's essay »Glasarchitektur« (»glass architecture«), published by Sturm-Verlag in Berlin in 1914, provided significant impetus for the correspondence group Gläserne Kette (»glass chain«) founded in 1919, in which architects such as Bruno and

Max Taut, Hermann Finsterlin and Wenzel Hablik developed socially utopian architectural fantasies. See for example Gabriele Struck: »Glas-Architektur«, in *Wände aus farbigem Glas*, ed. by Berlinische Galerie, exhib. cat. Berlinische Galerie, 1989, pp. 17–26.

13 On the (supposedly democratic) mass consumption of plastic as well as the innovations and utopias it inspired in art, architecture, and design, see *Plastic World*, ed. by Martina Weinhardt, exhib. cat. Schirn Kunsthalle Frankfurt, 2023, in particular Dietmar Rübel: »... less a thing than the trace of a movement«, *The Materiality of Plastic in the Art of the 1960s*, pp. 80–81.

14 Subtitle of the book *Beton* (concrete) by German philosopher Anselm Jappe, published in 2023.

15 Even before the Second World War, various ideological camps relied on concrete to pursue their sometimes conflicting social agendas. See Anselm Jappe: *Beton*, Berlin and Vienna 2023, pp. 29–32. Brutalism of the 1950s and 60s also saw itself as an »ethically founded instruction for action« (Oliver Elser: »Just what is it that makes Brutalism today so appealing?«, in *SOS Brutalism. A Global Survey*, ed. by id., Philip Kurz, Peter Cachola Schmal, exhib. cat. German Architecture Museum and Wüstenrot Foundation, 2017, p. 17).

16 Vera Meyer: »Prologue 1«, *Engage with Fungi*, p. 7.

17 Vera Meyer, Sven Pfeiffer, Carsten Pohl, Bertram Schmidt and Christian Schmidts: »The MY-CO SPACE project«, *Engage with Fungi*, p. 20.

18 Vera Meyer and Sven Pfeiffer: »Epilogue for a networked future«, *Engage with Fungi*, p. 107.

19 Meyer, »Prologue 1«, p. 7.

20 Here and in the following Meyer et al., »The MY-CO SPACE project«, p. 17.

21 See Svenia Schneider: *Blob-Architektur für das 21. Jahrhundert*, Baden-Baden 2012, pp. 28, 79 f.

22 At the same time, the guest books also provide evidence of the »fear of a ›living‹ material« already identified in studies (Vera Meyer, Sven Pfeiffer and Gudrun Rauwolf: »MY-CO BUILD + AFFECT – Subjective experience and evaluation of fungal-based materials«, *Engage with Fungi*, p. 94.) as well as the hygienic and health-related reservations about fungi. See *ibid.*

### The collaborative research initiative Open Fung

1 Vera Meyer et al.: »Growing a circular economy with fungal biotechnology: a white paper,« in *Fungal Biology and Biotechnology* 7, 5 (2020). DOI 10.1186/s40694-020-00095-z

2 [openfung.org](https://openfung.org)

# Anmerkungen

## Transdisziplinär lehren und lernen

### Material, Bild, Raum im Pilz-Kunst-Labor

- 1 Workshop am 14. Juli 2023: *Für uns gibt es Kartoffelsuppe, für die Pilze Kartoffelwasser*; erster Einsatz des Myzel-Mobils im MY-CO PLACE-Pavillon auf der Mittelinsel, Ernst-Reuter-Platz, Berlin.
- 2 Erstellt für das Magazin *The New Yorker*, siehe enzo.studio/#/new-gallery-5/.
- 3 parametrighthouse.com/mycotree
- 4 mitkunstzentrale.de/pilzkunstlabor?pgid=lhnrjkd8doefdo69-3f88-4dec-87c7-9f27cf72dd8d
- 5 Valeria Fahrenkrog, Erik Göngrich und Nora Wilhelm: MITKUNSTZENTRALE – *Materielle Kollaborationen*, Begleitheft zur gleichnamigen Ausstellung im ZAK – Zentrum für Aktuelle Kunst, Zitadelle Spandau, Berlin 2024. mitkunstzentrale.de/\_files/ugd/82foed\_f85b42dc34ed414eaobe44d8fd5566.pdf

### Die Wunder der defekten Natur

- 1 Horst Bredekamp: *Galileis denkende Hand. Form und Forschung um 1600*, Berlin 2015, S. 188–220.
- 2 »Ora io ci ò pensato et ripensato, nè ci trovo altro ripiegho in sua difesa, se non che un matematico, sia grande quanto si vole, trovandosi senza disegno, sia non solo un mezzo matematico, ma ancho uno huomo senza ochi« (Lodovico Cigoli an Galilei, II. August 1611, in Galileo Galilei: *Le Opere, Edizione Nazionale*, hrsg. von Antonio Favaro, 20 Bde., Florenz 1968 [Nachdruck der Originalausgabe, Florenz 1890–1909], Bd. XI, S. 168, Z. 35–38).
- 3 Horst Bredekamp: »Gazing Hands and Blind Spots: Galileo as Draftsman«, in *Galileo in Context*, hrsg. von Jürgen Renn, Cambridge 2001, S. 153–192.
- 4 »[...] philosophiam esse librum quendam velut Eneida et Odissea; vera autem non in mundo aut in natura, sed in confrontatione textuum (utor illorum verbum), esse quaerenda« (Galilei 1968, Bd. X, S. 423, Z. 59–62).
- 5 »La filosofia è scritta in questo grandissimo libro che continuamente ci sta aperto innanzi a gli occhi (io dico l'universo), ma non si può intendere se prima non s'impara a intender la lingua, e conoscer i caratteri, ne quali è scritto. Egli è scritto in lingua matematica, e i caratteri son triangoli, cerchi, ed altre figure geometriche, senza i quali mezzi è impossibile a intenderne umanamente parola; senza questi è un aggirarsi vanamente per un oscuro laberinto« (ebda., Bd. VI, S. 232, Z. 11–18). Vgl. ders.: *Il saggiaatore*, hrsg. von Ottavio Besomi und Mario Helbing, Rom 2005, S. 119 f. und Kommentar S. 487 f.
- 6 Volker R. Remmert: *Ariadnefäden im Wissenschaftslabyrinth. Studien zu Galilei: Historiographie - Mathematik - Wirkung*, Bern, Berlin u. a. 1998, S. 147.
- 7 Bredekamp 2015, S. 295–298.

- 8 Ada Alessandrini: *Documenti Lincei e Cimeli Galileiani*, Rom 1965, Nr. 1, S. 47.
- 9 David Freedberg: *The Eye of the Lynx. Galileo, his Friends, and the Beginnings of Modern Natural History*, Chicago und London 2002.
- 10 David Freedberg: »The mycological researches of Federico Cesi and the early Lincei«, in: David Pegler und David Freedberg: *Fungi: Institut de France MS 968 (= The Paper Museum of Cassiano dal Pozzo. Natural History, Teil II, Bd. I, hrsg. von Martin Clayton)*, London 2005, S. 20–45, hier: S. 23.
- 11 Ebda., S. 26. Cesis Konvolute sind erst im frühen 18. Jahrhundert durch den Naturforscher Luigi Ferdinando Marsigli wieder gefunden worden (ebda. S. 29).
- 12 Friedrich II.: *Das Falkenbuch Kaiser Friedrichs II. Vollständige Wiedergabe des Codex Ms. Pal. Lat. 1071*, mit einem Kommentar von Carl Arnold Willemsen, Dortmund 1980.
- 13 Zur Geschichte des Mikroskops siehe Simon Rebohm: *Frühe Mikroskopie. Beobachtung als Forschungspraxis*, Berlin 2017.
- 14 Galilei 1968, Bd. III, S. 164, Z. 3–10. Vgl. Sergio Zotti: »Galileo? Microscopista«, in *Padova e il suo territorio* 24, 142 (2009), S. 18–19, hier: S. 18.
- 15 Galilei 1968, Bd. XI, S. 106, Z. 22–36.
- 16 Ebda., Bd. XIX, S. 590, Z. 53 f.
- 17 Ebda., Bd. XIII, S. 36, Z. 1–5 und S. 40, Z. 1–S. 41, Z. 8. Offenkundig gehörten Mikroskope zum Reservoir an Geschenken, mit denen Galilei Freunde und Hochgestellte bedachte (Mario Biagioli: *Galileo's Instruments of Credit. Telescopes, Images, Secrecy*, Chicago und London 2006).
- 18 »Io ho contemplati moltissimi animalucci con infinita ammirazione: tra i quali la pulce è orribilissima, la zanzara e la tignuola son bellissimi; e con gran contento ho veduto come facciano le mosche et altri animalucci a camminare attaccato a' specchi, et anco di sotto in su. Ma V. E. haverà campo larghissimo di osservar mille e mille particolari, de i quali la prego a darmi avviso delle cose più curiose. In somma ci è da contemplare infinitamente la grandezza della natura, e quanto sottilmente ella lavora, e con quanta indicibil diligenza« (Galilei 1968, Bd. XIII, Nr. 1665, S. 208, Z. 15–S. 209, Z. 19).
- 19 Francisco Hernández: *Nova plantarum, animalium et mineralium Mexicanorum historia*, Rom 1651, S. 757; vgl. Freedberg 2005, S. 29.
- 20 »Si verò vsum circini quaeris Fungos pete« (Hernández 1651, S. 910); vgl. Freedberg 2005, S. 40 f.
- 21 Nicholas Jardine: »Prince Cesi and fungi, not to mention fungifunguli«, in *British Journal for the History of Science* 41, 2 (2008), S. 267–273, hier: S. 268.
- 22 Pegler und Freedberg 2005, Nr. 40, S. 118, Fol. 42.
- 23 Galilei 1968, Bd. XIII, S. 106, Z. 22–28.

## Notes

## Teaching and learning transdisciplinarily

## Material, image, space in the Fungal-Art-Lab

- 1 Workshop on 14 July 2023: *Potato soup for us, potato water for the fungus*; first use of the Mycelium Mobile in the MY-CO PLACE pavilion on the central island, Ernst-Reuter-Platz, Berlin.
- 2 Illustration for *The New Yorker*, see [enzo.studio/#/new-gallery-5/](http://enzo.studio/#/new-gallery-5/).
- 3 [parametrichouse.com/mycotree](http://parametrichouse.com/mycotree)
- 4 [mitkunstzentrale.de/pilzkunstlabor?pgid=lhrnjdk8-doeftdo69-3f88-4dec-87c7-9f27cf72dd8d](http://mitkunstzentrale.de/pilzkunstlabor?pgid=lhrnjdk8-doeftdo69-3f88-4dec-87c7-9f27cf72dd8d)
- 5 Valeria Fahrenkrog, Erik Göngrich and Nora Wilhelm: MITKUNSTZENTRALE – *Materielle Kollaborationen*, booklet accompanying the exhibition of the same name at ZAK – Center for Contemporary Art, Zitadelle Spandau, Berlin 2024. [mitkunstzentrale.de/\\_files/ugd/82foed\\_f85b42dc34ed414ea0beba44d8fd5566.pdf](http://mitkunstzentrale.de/_files/ugd/82foed_f85b42dc34ed414ea0beba44d8fd5566.pdf)

## The wonders of a defective nature

- 1 Horst Bredekamp: *Galileis denkende Hand. Form und Forschung um 1600*, Berlin 2015, pp. 188–220.
- 2 »Ora io ci ò pensato et ripensato, nè ci trovo altro ripieghe in sua difesa, se non che un matematico, sia grande quanto si vole, trovandosi senza disegno, sia non solo un mezzo matematico, ma ancho uno huomo senza ochi« (Lodovico Cigoli to Galilei, 11 August 1611, in Galileo Galilei: *Le Opere, Edizione Nazionale*, ed. Antonio Favaro, 20 vols., Florence 1968 [reprint of the original edition, Florence 1890–1909], vol. XI, p. 168, l. 35–38).
- 3 Horst Bredekamp: »Gazing Hands and Blind Spots: Galileo as Draftsman«, in *Galileo in Context*, ed. by Jürgen Renn, Cambridge 2001, pp. 153–192.
- 4 »[...] philosophiam esse librum quendam velut Eneida et Odissea; vera autem non in mundo aut in natura, sed in confrontatione textuum (utor illorum verbum), esse quaerenda« (Galilei 1968, vol. X, p. 423, l. 59–62).
- 5 »La filosofia è scritta in questo grandissimo libro che continuamente ci sta aperto innanzi a gli occhi (io dico l'universo), ma non si può intendere se prima non s'impara a intendere la lingua, e conoscer i caratteri, ne quali è scritto. Egli è scritto in lingua matematica, e i caratteri son triangoli, cerchi, ed altre figure geometriche, senza i quali mezzi è impossibile a intenderne umanamente parola; senza questi è un aggirarsi vanamente per un oscuro laberinto« (ibid., vol. VI, p. 232, l. 11–18). Cf. id.: *Il saggiatore*, ed. by Ottavio Besomi and Mario Helbing, Rome 2005, pp. 119 f. and commentary pp. 487 f.
- 6 Volker R. Remmert: *Ariadnefäden im Wissenschaftslabyrinth. Studien zu Galilei: Historiographie - Mathematik - Wirkung*, Bern, Berlin et al. 1998, p. 147.
- 7 Bredekamp 2015, pp. 295–298.
- 8 Ada Alessandrini: *Documenti Lincei e Cimeli Galileiani*, Rome 1965, no. 1, p. 47.
- 9 David Freedberg: *The Eye of the Lynx. Galileo, his Friends, and the Beginnings of Modern Natural History*, Chicago and London 2002.
- 10 David Freedberg: »The mycological researches of Federico Cesi and the early Lincei«, in: David Pegler and David Freedberg: *Fungi: Institut de France MS 968 (= The Paper Museum of Cassiano dal Pozzo. Natural History*, pt. II, vol. 1, ed. by Martin Clayton), London 2005, pp. 20–45, here: p. 23.
- 11 Ibid., p. 26. Cesi's convolutes were only rediscovered in the early 18th century by the naturalist Luigi Ferdinando Marsigli (ibid. p. 29).
- 12 Friedrich II.: *Das Falkenbuch Kaiser Friedrichs II. Vollständige Wiedergabe des Codex Ms. Pal. Lat. 1071*, with a commentary by Carl Arnold Willemsen, Dortmund 1980.
- 13 On the history of the microscope see Simon Rebohm: *Frühe Mikroskopie. Beobachtung als Forschungspraxis*, Berlin 2017.
- 14 Galilei 1968, vol. III, p. 164, l. 3–10. Cf. Sergio Zotti: »Galileo? Microscopista«, in *Padova e il suo territorio* 24, 142 (2009), pp. 18–19, here: p. 18.
- 15 Galilei 1968, vol. XI, p. 106, l. 22–36.
- 16 Ibid., vol. XIX, p. 590, l. 53 f.
- 17 Ibid., vol. XIII, p. 36, l. 1–5 and p. 40, l. 1 – p. 41, l. 8. Microscopes were obviously among the gifts Galileo gave to friends and high-ranking people (Mario Biagioli: *Galileo's Instruments of Credit. Telescopes, Images, Secrecy*, Chicago and London 2006).
- 18 »Io ho contemplati moltissimi animalucci con infinita ammirazione: tra i quali la pulce è orribilissima, la zanzara e la tignuola son bellissimi; e con gran contento ho veduto come faccino le mosche et altri animalucci a camminare attaccato a' specchi, et anco di sotto in su. Ma V. E. haverà campo larghissimo di osservar mille e mille particolari, de i quali la prego a darmi avviso delle cose più curiose. In somma ci è da contemplare infinitamente la grandezza della natura, e quanto sottilmente ella lavora, e con quanta indicibil diligenza« (Galilei 1968, vol. XIII, no. 1665, p. 208, l. 15 – p. 209, l. 19).
- 19 Francisco Hernández: *Nova plantarum, animalium et mineralium Mexicanorum historia*, Rome 1651, p. 757; cf. Freedberg 2005, p. 29.
- 20 »Si verò vsum circini quaeris Fungos pete« (Hernández 1651, p. 910); cf. Freedberg 2005, pp. 40 f.
- 21 Nicholas Jardine: »Prince Cesi and fungi, not to mention fungifunguli«, in *British Journal for the History of Science* 41, 2 (2008), p. 267–273, here: p. 268.
- 22 Pegler and Freedberg 2005, no. 40, p. 118, fol. 42.
- 23 Galilei 1968, vol. XIII, p. 106, l. 22–28.

## Anmerkungen

24 J. C. Pitt: *Galilei, Human Knowledge, and the Book of Nature. Method Replaces Metaphysics*, Dordrecht, Boston und London 1992, S. 76 f.

25 Galileo 1968, Bd. VIII, S. 154, Z. 14–20. Allgemein zu dieser Problemlage s. Michele Camerota: *Galileo Galilei e la cultura scientifica nell'età della Controriforma*, Rom 2004, S. 554–557.

26 »[...] anzi stimo che la nobiltà, la grandezza e la magnificenzia, che fa le azzioni ed imprese nostre meravigliose ed eccellenti, non consista nelle cose necessarie (ancorchè il mancarvi queste sia il maggior difetto che commetter si possa), ma nelle non necessarie, purchè non siano poste del tutto fuori di proposito, ma abbiano qualche relazione, ancorchè piccola, al principale intento« (Galilei 1968, Bd. VIII, S. 544, Z. 9–14; vgl. S. 491, Z. 25–30).

27 Sabine Marienberg: »Matters of Vagueness and Articulation«, in *Toward a New Culture of the Material*, hrsg. von Frank Bauer, Yoonha Kim, Sabine Marienberg und Wolfgang Schäffner, Berlin und Boston 2024, S. 11–20.

28 Bredekamp 2015, S. 301.

29 Freedberg 2005, S. 24 f.

### Pilze denken – Epilog

1 Jürgen Werner Schulz: *Glossar der Sicherheitsgesellschaft: Gegen die Verlockung der Eindeutigkeit*, Berlin 2022, S. 72.

2 Maja Göpel: *Wir können auch anders: Aufbruch in die Welt von morgen*, Berlin 2022.

## Notes

24 J. C. Pitt: *Galilei, Human Knowledge, and the Book of Nature. Method Replaces Metaphysics*, Dordrecht, Boston and London 1992, pp. 76 f.

25 Galilei 1968, vol. VIII, p. 154, l. 14–20. For general information on this problem, see Michele Camerota: *Galileo Galilei e la cultura scientifica nell'età della Controriforma*, Rome 2004, pp. 554–557.

26 »[...] anzi stimo che la nobiltà, la grandezza e la magnificenzia, che fa le azzioni ed imprese nostre meravigliose ed eccellenti, non consista nelle cose necessarie (ancorchè il mancarvi queste sia il maggior difetto che commetter si possa), ma nelle non necessarie, purchè non siano poste del tutto fuori di proposito, ma abbiano qualche relazione, ancorchè piccola, al principale intento« (Galilei 1968, vol. VIII, p. 544, l. 9–14; cf. p. 491, l. 25–30).

27 Sabine Marienberg: »Matters of Vagueness and Articulation,« in *Toward a New Culture of the Material*, ed. by Frank Bauer, Yoonha Kim, Sabine Marienberg, and Wolfgang Schäffner, Berlin and Boston 2024, pp. 11–20.

28 Bredekamp 2015, p. 301.

29 Freedberg 2005, pp. 24 f.

## Thinking fungi – Epilogue

1 Jürgen Werner Schulz: *Glossar der Sicherheitsgesellschaft: Gegen die Verlockung der Eindeutigkeit*, Berlin 2022, p. 72.

2 Maja Göpel: *We Can Do Better: A Departure into the World of Tomorrow*, Melbourne and London 2024.

# Operate with Fungi in den Medien

## Ausstellungen

### Museum Sinclair-Haus, Bad-Homburg

Pilze – Verflochtene Welten  
(September 2024 bis Februar 2025)  
[kunst-und-natur.de/museum-sinclair-haus/startseite](http://kunst-und-natur.de/museum-sinclair-haus/startseite)

### Berlinische Galerie, Berlin

Closer to Nature (Februar 2024 bis Oktober 2024)  
[berlinischegalerie.de/ausstellungen/aktuell/closer-to-nature/](http://berlinischegalerie.de/ausstellungen/aktuell/closer-to-nature/)

### Futurium, Berlin

MY-CO BUILD (Mai 2021 bis April 2024)  
[futurium.de/en/my-co-build](http://futurium.de/en/my-co-build)

### Nobelpreismuseum, Stockholm

Fungi – In Art and Science (September 2023 bis Januar 2024)  
[tinyurl.com/2c744j5h](http://tinyurl.com/2c744j5h)

### BHROX bauhaus reuse, Berlin

MY-CO PLACE (Mai 2023 bis Juli 2023)  
[tu.berlin/mikrobiologie/nachrichtendetails/2023-my-co-place-im-bhrox-am-ernst-reuter-platz-12523-3172023](http://tu.berlin/mikrobiologie/nachrichtendetails/2023-my-co-place-im-bhrox-am-ernst-reuter-platz-12523-3172023)

### Uferhallen Berlin-Wedding, Berlin

ZUR NACHAHMUNG EMPFOHLEN! (Mai 2023 bis Juli 2023)  
[zur-nachahmung-empfohlen.de/](http://zur-nachahmung-empfohlen.de/)

### Kunstverein KiSS im Schloss Untergröningen, Abtsgmünd-Untergröningen

GLASSHOUSE (März 2023 bis Juli 2023)  
[kiss-untergroeningen.de/news/1231/862983/kategorie/glasshouse-2023.html](http://kiss-untergroeningen.de/news/1231/862983/kategorie/glasshouse-2023.html)

## Text (Print & Online)

### Deutsche Bauzeitschrift

Drei mal Funghi, Ausgabe 4/2024  
[hft-stuttgart.de/fileadmin/Dateien/Architektur-Gestaltung/Master-Innenarchitektur/Semesterprojekte\\_Seminare\\_WPF/WS23-24\\_Mycelium-Model-Making/2024\\_04\\_DBZ\\_Mycelium-Model-Making.pdf](http://hft-stuttgart.de/fileadmin/Dateien/Architektur-Gestaltung/Master-Innenarchitektur/Semesterprojekte_Seminare_WPF/WS23-24_Mycelium-Model-Making/2024_04_DBZ_Mycelium-Model-Making.pdf)

### Ingenieur.de

Aus Pilzen gebaut. Die Skulptur MY-CO SPACE, 11.3.2024  
[ingenieur.de/fachmedien/bauingenieur/forschung-und-entwicklung/skulptur-my-co-space/](http://ingenieur.de/fachmedien/bauingenieur/forschung-und-entwicklung/skulptur-my-co-space/)

### Deutsches Architekturjahrbuch 2024

Organische Architektur: Pilzmyzel und Flachs als Materialien für die ökologische Bauwende  
[dam-online.de/produkt/deutsches-architektur-jahrbuch-2024/](http://dam-online.de/produkt/deutsches-architektur-jahrbuch-2024/)  
[www.static.tu.berlin/fileadmin/www/10002136/Presse\\_News/Ausschnitt\\_Lars\\_Klaassen.pdf](http://www.static.tu.berlin/fileadmin/www/10002136/Presse_News/Ausschnitt_Lars_Klaassen.pdf)

### Holz-Zentralblatt

Bauen mit Pilzen, 23.2.2024

### Frankfurter Allgemeine Zeitung

Rundgang durchs Berliner Pilzhäuschen, 16.2.2024  
[faz.net/aktuell/architektur-und-natur-rundgang-durchs-berliner-pilzhaeuschen-19523735.html](http://faz.net/aktuell/architektur-und-natur-rundgang-durchs-berliner-pilzhaeuschen-19523735.html)

### Tagesspiegel

Ausstellung Berlinische Galerie:  
Bauen im Einklang mit der Natur, 20.2.2024  
[tagesspiegel.de/kultur/ausstellung-berlinische-galerie-bauen-im-einklang-mit-der-natur-11231236.html](http://tagesspiegel.de/kultur/ausstellung-berlinische-galerie-bauen-im-einklang-mit-der-natur-11231236.html)

### Bioökonomie.de

Bauen mit Pilz, Baum und Lehm in der Berlinischen Galerie, 19.2.2024  
[biooekonomie.de/nachrichten/neues-aus-der-biooekonomie/bauen-mit-pilz-baum-und-lehm-der-berlinischen-galerie](http://biooekonomie.de/nachrichten/neues-aus-der-biooekonomie/bauen-mit-pilz-baum-und-lehm-der-berlinischen-galerie)

### rbb24

Wie das Bauen der Zukunft aussehen könnte, 17.2.2024  
[rbb24.de/kultur/beitrag/2024/02/berlin-ausstellung-berlinische-galerie-closer-to-nature-zukunft-bauen-architektur.html](http://rbb24.de/kultur/beitrag/2024/02/berlin-ausstellung-berlinische-galerie-closer-to-nature-zukunft-bauen-architektur.html)

### bau beratung architektur

Ausstellung »Closer to Nature«, 14.2.2024  
[bba-online.de/news/ausstellung-closer-to-nature-bauen-mit-pilz-baum-lehm/](http://bba-online.de/news/ausstellung-closer-to-nature-bauen-mit-pilz-baum-lehm/)

### BASF Magazine Creating Chemistry

Talent from the underground, 6.2.2024  
[basf.com/global/en/media/magazine/creatingchemistrystories/2024/talent-from-the-underground.html](http://basf.com/global/en/media/magazine/creatingchemistrystories/2024/talent-from-the-underground.html)

### Missy Magazine

Kann der Pilz das Klima retten?, 23.11.2023  
[missy-magazine.de/blog/2023/11/13/kann-der-pilz-das-klima-retten/](http://missy-magazine.de/blog/2023/11/13/kann-der-pilz-das-klima-retten/)

### Klimakatalog der Zukunftsorte Berlin

Entwicklung pilzbasierter Werkstoffe, 17.11.2023  
[zukunftsorte.berlin/wp-content/uploads/2023/11/ZO\\_Klimakatalog\\_Web\\_RZ8.pdf](http://zukunftsorte.berlin/wp-content/uploads/2023/11/ZO_Klimakatalog_Web_RZ8.pdf)

### Deutsches Architektenblatt

Bauen mit Pilzen: Herstellung, Materialien und Einsatzbereiche, 24.10.2023  
[dabonline.de/2023/10/24/bauen-pilzen-myzel-steine/](http://dabonline.de/2023/10/24/bauen-pilzen-myzel-steine/)

### TU Berlin

Ausstellungseröffnung »Pilze in Kunst und Wissenschaft«, 23.9.2023  
[tu.berlin/ueber-die-tu-berlin/profil/pressemitteilungen-nachrichten/ausstellungseroeffnung-pilze-in-kunst-und-wissenschaft](http://tu.berlin/ueber-die-tu-berlin/profil/pressemitteilungen-nachrichten/ausstellungseroeffnung-pilze-in-kunst-und-wissenschaft)

### Berliner Senatsverwaltung für Wirtschaft, Energie und Betriebe

Lightweight Innovation Awards 2023 in Berlin vergeben, 24.5.2023  
[berlin.de/sen/web/presse/pressemitteilungen/2023/pressemitteilung.1327892.php](http://berlin.de/sen/web/presse/pressemitteilungen/2023/pressemitteilung.1327892.php)

**Tagesspiegel**

Forschung zu nachhaltigen Materialien: An der TU werden aus Pilzkulturen Baustoffe, 15.5.2023  
tagesspiegel.de/wissen/auf-der-mittelinsel-am-ernst-reuter-platz-ein-labor-der-tu-berlin-erforscht-den-vielfaltigen-nutzen-von-pilzen-9822473.html

**der Freitag**

Wir werden eine Pilzrevolution erleben auf der Welt, 20.4.2023  
v-meer.de/wp-content/uploads/2023/04/freitag-interview-vm20042023.pdf

**wochentaz**

Hoffnung aus dem Erdreich, 28.1.2023  
v-meer.de/wp-content/uploads/2023/03/28-01-23-taz-v-meer.pdf

**Tagesspiegel**

Wunder aus dem Waldboden, 19.11.2022

**taz**

Von Fürsten, Pilzen und Tibetern, 10.11.2022  
taz.de/!5890609/

**Die Zeit**

Pilze: Revolution von ganz unten, 16.10.2022  
zeit.de/2022/42/pilze-biotechnologie-myzel-gentechnik-fleischersatz/komplettansicht

**Tagesspiegel**

Was Menschen von Pilzen lernen können, 1.7.2022  
tagesspiegel.de/in-der-natur-gibt-es-keine-individuen-was-menschen-von-pilzen-lernen-können-524760.html

**Berliner Zeitung**

Ein Haus aus Pilzen und der Wandel von Perspektiven, 28.6.2022  
berliner-zeitung.de/mensch-metropole/die-lange-nacht-der-wissenschaften-kehrt-zurueck-1400-angebote-in-berlin-li.239817

**Radio & Audio****radioeins rbb**

Closer to Nature – Bauen mit Pilz, Baum, Lehm, 19.2.2024  
radioeins.de/programm/sendungen/der\_schoene\_morgen/\_/ausstellung-closer-to-nature-bauen-mit-pilz-baum-lehm.html

**radioeins rbb**

Interview Vera Meyer: Im Pilzhaus, 2.7.2022

**TV & Video****ARTE**

Change by design – Nachhaltig und schön: Mode, 25.8.2024  
arte.tv/de/videos/I12308-001-A/change-by-design/

**rbb24 Abendschau**

Annis Entdeckung: Anni und das Pilzhaus, 8.10.2022

**WDR Quarks**

Vera Meyer's Welt der Pilze, 6.10.2022  
ardmediathek.de/video/quarks/vera-meyers-welt-der-pilze/wdr/Y3JpZDovL3dkci5kZS9CZWlocmFnLTBiN2U2OWFkLW-Q3YTktNDZlMio4YmU3LWRkYTcwYTThMjJlOA

**Studienmaterial**

MYKOHOLZ | MYCOWOOD, 2023  
Video (de/en), 14 min  
Deutsche Film AG, Vera Meyer, Saskia Hundt, Friederike Hoberg



enter the future 05: Biologische Transformation – Wofür? Und was haben Pilze damit zu tun?, 2022  
Video (de), 1h 29 min  
Wittenstein Stiftung, Igersheim



MY-CO-X, 2023  
Video (de/en), 9 min  
film.BIOCOM, Berlin



Fungal Manifesto, 2023  
Video (de/en), 9 min  
film.BIOCOM, Berlin



MY-CO BUILD Tutorial, 2023  
Video (de/en), 9 min  
Vera Meyer, Sven Pfeiffer, Alessandro Volpato, Logan Noonan, Annemarie Nazarek, Miguel Canal

---

Der aufgeführte Pressespiegel umfasst alle Medienauftritte von Januar 2022 bis August 2024. Die vorherigen medialen Veröffentlichungen sind im Anhang des Buches *Mind the Fungi* (Berlin 2020) sowie im Anhang des Buches *Engage with Fungi* (Berlin 2022) zu finden.

---

Oben aufgeführte und weitere Videos finden sich auch auf dem YouTube-Channel von Vera Meyer | V. meer: [youtube.com/@v.meer\\_/videos](https://youtube.com/@v.meer_/videos).

# Bibliografie

## Alessandrini, Ada

*Documenti Lincei e Cimeli Galileiani*, Rom 1965.

## Biagioli, Mario

*Galileo's Instruments of Credit. Telescopes, Images, Secrecy*, Chicago und London 2006.

## Bredekamp, Horst

»Gazing Hands and Blind Spots: Galileo as Draftsman«, in *Galileo in Context*, hrsg. von Jürgen Renn, Cambridge 2001.

## Bredekamp, Horst

*Galileis denkende Hand. Form und Forschung um 1600*, Berlin 2015.

## Camerota, Michele

*Galileo Galilei e la cultura scientifica nell'età della Controriforma*, Rom 2004.

## Chen et al.

»Extrusion-based additive manufacturing of fungal-based composite materials using the tinder fungus *Fomes fomentarius*«, in *Fungal Biology and Biotechnology* **8**, 21 (2021).

## Coccia, Emanuele

*Die Wurzeln der Welt. Eine Philosophie der Pflanzen*, München 2018; engl. *The Life of Plants: A Metaphysics of Mixture*, Medford, Massachusetts 2018.

## Deacon, Terrence W.

*Incomplete Nature. How Mind Emerged from Matter*, New York und London 2012.

## Deleuze, Gilles und Félix Guattari

*A Thousand Plateaus. Capitalism and Schizophrenia*, Minneapolis und London 1987; *Tausend Plateaus. Kapitalismus und Schizophrenie*, Berlin 1992.

## Dennett, Daniel C.

»The Origins of Selves«, in *Cogito* **3**, 3 (1989).

## Descola, Philippe

*Par-delà nature et culture*, Paris 2005; dt. *Jenseits von Natur und Kultur*, Berlin 2013; engl. *Beyond Nature and Culture*, Chicago 2013.

## Elser, Oliver, Philip Kurz und Peter Cachola Schmal (Hrsg.)

*SOS Brutalismus. Eine internationale Bestandsaufnahme*, Ausst.-Kat. Deutsches Architekturmuseum und Wüstenrot Stiftung, 2017.

## Fahrenkrog, Valeria, Erik Göngrich und Nora Wilhelm

MITKUNSTZENTRALE – *Materielle Kollaborationen*, Begleitheft zur gleichnamigen Ausstellung im ZAK – Zentrum für Aktuelle Kunst, Zitadelle Spandau, Berlin 2024.

## Fisher, Adam

»The Mushroom Man's Magic«, in *Alta Journal* **16** (2021).

## Freedberg, David

*The Eye of the Lynx. Galileo, his Friends, and the Beginnings of Modern Natural History*, Chicago und London 2002.

## Freedberg, David

»The mycological researches of Federico Cesi and the early Lincei«, in *Fungi: Institut de France MS 968*, hrsg. von David Pegler und David Freedberg (= *The Paper Museum of Cassiano dal Pozzo: Natural History*, Teil II, Bd. 1, hrsg. von Martin Clayton), London 2005.

## Friedrich II.

*Das Falkenbuch Kaiser Friedrichs II. Vollständige Wiedergabe des Codex Ms. Pal. Lat. 1071*, mit einem Kommentar von Carl Arnold Willemsen, Dortmund 1980.

## Galilei, Galileo

*Le Opere, Edizione Nazionale*, hrsg. von Antonio Favaro, 20 Bde., Florenz 1968 (Nachdruck der Originalausgabe, Florenz 1890–1909).

## Galilei, Galileo

*Il saggiatore*, hrsg. von Ottavio Besomi und Mario Helbing, Rom 2005.

## Göpel, Maja

*Wir können auch anders: Aufbruch in die Welt von morgen*, Berlin 2022; engl. *We Can Do Better: A Departure into the World of Tomorrow*, Melbourne und London 2024.

## Guillitte, Olivier

»Bioreceptivity: a new concept for building ecology studies«, in *Science of the Total Environment* **167**, 1–3 (1995).

## Haelewaters, Danny et al.

»The power of citizen science to advance fungal conservation«, in *Conservation Letters* **17**, 3 (2024).

## Hawksworth, David L. und Robert Lücking

»Fungal diversity revisited: 2.2 to 3.8 million species«, in *Microbiology Spectrum* **5**, 4 (2017).

## Hegel, Georg Wilhelm Friedrich (1817)

*Vorlesungen über die Geschichte der Philosophie I und III* (Werke 18 und 20), Frankfurt 1980.

## Hernández, Francisco

*Nova plantarum, animalium et mineralium Mexicanorum historia*, Rom 1651.

## Hooke, Robert

*Micrographia, or, Some Physiological Descriptions of Minute Bodies Made by Magnifying Glasses with Observations and Inquiries Thereupon*, London 1665.

## Jappe, Anselm

*Beton*, Berlin und Wien 2023.

## Jardine, Nicholas

»Prince Cesi and fungi, not to mention fungifunguli«, in *British Journal for the History of Science* **41**, 2 (2008).

## Latour, Bruno

*Nous n'avons jamais été modernes*, Paris 1991; engl. *We Have Never Been Modern*, Cambridge, Massachusetts 1993; dt. *Wir sind nie modern gewesen*, Frankfurt am Main 2008.

## Lehmann, Christian et al.

»Investigation of the interface of fungal mycelium composite building materials by means of low-vacuum scanning electron microscopy«, in *Journal of Microscopy* **294**, 2 (2024).

## Maile, Lisa

*Tiny House Movement*, München 2020.

## Marienberger, Sabine

»Matters of Vagueness and Articulation«, in *Toward a New Culture of the Material*, hrsg. von Frank Bauer, Yoonha Kim, Sabine Marienberger und Wolfgang Schäffner, Berlin und Boston 2024.

**McCoy, Peter**

*Radical Mycology. A Treatise On Seeing And Working With Fungi*, Portland, Oregon 2016.

**Meyer, Vera et al.**

»Growing a circular economy with fungal biotechnology: A white paper«, in *Fungal Biology and Biotechnology* 7, 5 (2020).

**Meyer, Vera und Regine Rapp (Hrsg.)**

*Mind the Fungi*, Berlin 2020.

**Meyer, Vera und Sven Pfeiffer (Hrsg.)**

*Engage with Fungi*, Berlin 2022.

**Micheli, Pier Antonio**

*Nova plantarum genera*, Florenz 1729.

**Miodragović, Natalija et al.**

»PLEKTONIK Plasticity and Structural Textile«, in *Toward a New Culture of the Material*, hrsg. von Frank Bauer et al., Berlin und Boston 2024.

**Money, Nicholas P.**

*Mushrooms. A Natural and Cultural History*, London 2017.

**Niego, Allen Grace T. et al.**

»The contribution of fungi to the global economy«, in *Fungal Diversity* 121 (2023).

**Osman, Eliyasu Yahaya**

»Economic assessment of mycelia-based composite in the built environment«, Master-of-Science-Arbeit an der Kansas State University, Manhattan, Kansas 2023.

**Pegler, David und David Freedberg**

*Fungi: Institut de France MS 968 (= The Paper Museum of Cassiano dal Pozzo: Natural History, Teil II, Bd. 1, hrsg. von Martin Clayton)*, London 2005.

**Pitt, J. C.**

*Galilei, Human Knowledge, and the Book of Nature. Method Replaces Metaphysics*, Dordrecht, Boston und London 1992.

**Pohl, Carsten et al.**

»Establishment of the basidiomycete *Fomes fomentarius* for the production of composite materials«, in *Fungal Biology and Biotechnology* 9, 4 (2022).

**Rebohm, Simon**

*Frühe Mikroskopie. Beobachtung als Forschungspraxis*, Berlin 2017.

**Remmert, Volker R.**

*Ariadnefäden im Wissenschaftslabyrinth. Studien zu Galilei: Historiographie - Mathematik - Wirkung*, Bern, Berlin u. a. 1998.

**Saalfrank, Cornelia und Katrin Lewinsky (Hrsg.)**

*tinyBE. living in a sculpture*, Berlin 2021.

**Schmidt, Bertram et al.**

»Mechanical, physical and thermal properties of composite materials produced with the basidiomycete *Fomes fomentarius*«, in *Fungal Biology and Biotechnology* 10, 22 (2023).

**Schneider, Svenia**

*Blob-Architektur für das 21. Jahrhundert*, Baden-Baden 2012.

**Schulz, Jürgen Werner**

*Glossar der Sicherheitsgesellschaft. Gegen die Verlockung der Eindeutigkeit*, Berlin 2022.

**Seed, Patrick C.**

»The human mycobiome«, in *Cold Spring Harbor Perspectives in Medicine* 5, 5 (2015).

**Šekrst, Kristina**

»Do we need mycophilosophy?«, Preprint April 2022. DOI 10.13140/RG.2.2.2689771529

**Sharma, Sunanda und Vera Meyer**

»The colors of life: an interdisciplinary art-in-residence project to research fungal pigments as a gateway to empathy and understanding of microbial life«, in *Fungal Biology and Biotechnology* 9, 1 (2022).

**Sheldrake, Merlin**

*Entangled Life. How Fungi Make Our Worlds, Change Our Minds & Shape Our Futures*, New York 2020; dt. *Verwobenes Leben: Wie Pilze unsere Welt formen und unsere Zukunft beeinflussen*, Berlin 2020.

**Stelzer, Lisa et al.**

»Life cycle assessment of fungal-based composite bricks«, in *Sustainability* 13, 21 (2021).

**Sterbeeck, Franciscus van**

*Theatrum fungorum*, Antwerpen 1675.

**Struck, Gabriele**

»Glas-Architektur«, in *Wände aus farbigem Glas*, hrsg. von der Berlinischen Galerie, Ausst.-Kat. Berlinische Galerie, 1989.

**Tsing, Anna Lowenhaupt**

*The Mushroom at the End of the World. On the Possibility of Life in Capitalist Ruins*, Princeton, New Jersey 2015.

**United Nations Environment Programme und Yale Center for Ecosystems + Architecture**

*Building Materials and the Climate: Constructing a New Future*, 2023.

**Wang, B. und Yin-Long Qiu**

»Phylogenetic distribution and evolution of mycorrhizas in land plants«, in *Mycorrhiza* 16, 5 (2006).

**Weinhart, Martina (Hrsg.)**

*Plastic World*, Ausst.-Kat. Schirn Kunsthalle Frankfurt, 2023.

**Weinhold, Martin**

»Border crossings and connections«, in *Fungal Biology and Biotechnology* 11, 12 (2024).

**Zotti, Sergio**

»Galileo? Microscopista«, in *Padova e il suo territorio* 24, 142 (2009).

**Abbildungsnachweis**  
**Picture credits**

René Arnold 23/3  
Eva-Maria Bolz 12–13  
Ugo Carmeni 86/7  
Kustrim Cerimi 31 (†)  
Siegfried Dengler 70/1, 76  
Julius Eirund 23/4  
Karin Engelbert 94  
Marcos García Pérez 109  
Gehry Partners, LLP 87/8  
Kris Graves / The Museum of Modern Art, New York / Scala, Florenz 86/6  
Erik Göngrich 105, 110  
Wolfgang Günzel 18  
Institut für Architekturbezogene Kunst 77  
Christian Kielmann 26 (†), 27  
Klarenbeek & Dros, Designers of the Unusual 85/4  
Christian Lehmann 49  
Richard Ley 32, 42, 44–48  
Vera Meyer 19, 28, 91/2 (→), 95, 99  
Nobelpreismuseum 60 (↙), (†)  
Oliver Päßler 26 (†), 31 (†), 91/1 (†)  
Phil Ross 85/5, 96–97  
Andreas Rost 74–75  
Harry Schnitger 84/3 (†)  
Science History Institute 38  
Stephan Starke 98, 100, 124–125  
The Paper Museum of Cassiano dal Pozzo 119  
Martin Weinhold 14, 30, 50, 56–57, 60 (†), 61, 66–67, 70/2, 71, 91/2 (→), 120  
Nora Wilhelm 104, 111  
Anja-Elisabeth Witte / Berlinische Galerie 83, 87/9  
Fangxing Zhang 29  
Jens Ziehe 84/3 (†)

**Danksagung**  
**Acknowledgements**

Die Herausgeber\_innen Vera Meyer und Wolfgang Schöffner danken der Technischen Universität Berlin, der Humboldt-Universität zu Berlin, der Berlin University Alliance sowie Berlin Universities Publishing für die Unterstützung dieses Buchprojektes. Die Autor\_innen Dimitra Almpanti-Lekka, Horst Bredekamp, Natalija Miodragović und Wolfgang Schöffner danken für die Unterstützung des Exzellenzclusters *Matters of Activity. Image Space Material*, gefördert durch die Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) im Rahmen der Exzellenzstrategie des Bundes und der Länder – EXC 2025 – 390648296.

The editors Vera Meyer and Wolfgang Schöffner would like to thank the Technische Universität Berlin, the Humboldt-Universität zu Berlin, the Berlin University Alliance and Berlin Universities Publishing for their support of this book project. The authors Dimitra Almpanti-Lekka, Horst Bredekamp, Natalija Miodragović and Wolfgang Schöffner acknowledge the support of the Cluster of Excellence *Matters of Activity. Image Space Material* funded by the Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG, German Research Foundation) under Germany's Excellence Strategy – EXC 2025 – 390648296.

## Impressum Imprint

Herausgegeben von  
Edited by  
**Vera Meyer und  
Wolfgang Schäffner**

Buchgestaltung  
Book design  
**Eva-Maria Bolz**

Lektorat  
Copy editing  
**Julia Kühn**

Bildbearbeitung  
Image editing  
**Johann Hausstätter**

Druck  
Print  
**Druckhaus Sportflieger**

### **Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek**

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.dnb.de/> abrufbar.

### **Bibliographic information published by the Deutsche Nationalbibliothek**

The Deutsche Nationalbibliothek lists this publication in the Deutsche Nationalbibliografie; detailed bibliographic data are available in the internet at <http://dnb.dnb.de/>.

Diese Publikation wurde aus dem Open-Access-Publikationsfonds der Technischen Universität Berlin unterstützt.

We acknowledge support by the Open Access Publication Fund of TU Berlin.

### **Berlin Universities Publishing, 2024**

<https://berlin-universities-publishing.de/>

Berlin Universities Publishing (BerlinUP) ist der Open-Access-Verlag der Freien Universität Berlin, der Humboldt-Universität zu Berlin, der Technischen Universität Berlin und der Charité – Universitätsmedizin Berlin im Zusammenschluss der Berlin University Alliance (BUA). Die Sparte BerlinUP Books veröffentlicht hochwertige Bücher für die disziplinären Schwerpunkte der Berliner Forschungslandschaft. Der Verlagsname **BerlinUP** ist markenrechtlich geschützt.

Berlin Universities Publishing (BerlinUP) is the open access publisher from the consortium of Freie Universität Berlin, Humboldt-Universität zu Berlin, Technische Universität Berlin, and Charité – Universitätsmedizin Berlin which together form the Berlin University Alliance (BUA). The BerlinUP Books division publishes high-quality books across the core disciplines of Berlin's research landscape. The publisher's name **BerlinUP** is protected by trademark law.

BerlinUP Books

Universitätsbibliothek der TU Berlin

Fasanenstr. 88, 10623 Berlin

Tel.: +49 (0)30 314 76119

E-Mail: [books@berlin-universities-publishing.de](mailto:books@berlin-universities-publishing.de)



Diese Veröffentlichung ist unter der Creative Commons Lizenz CC BY 4.0 lizenziert. Dies gilt nicht für anderweitig gekennzeichnete Inhalte.

This work is licensed under a Creative Commons License Attribution 4.0 International. This does not apply to otherwise indicated content.

<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0>

Die Qualitätssicherung dieser Publikation wurde durch ein Herausgeber\_innen-Review sichergestellt.

The quality assurance of this publication was ensured by an editorial review.

ORCID iD Vera Meyer

<https://orcid.org/0000-0002-2298-2258>

ORCID iD Wolfgang Schäffner

<https://orcid.org/0000-0001-6863-3689>

**ISBN 978-3-98781-004-6 (print)**

**ISBN 978-3-98781-029-9 (online)**

Online veröffentlicht auf dem institutionellen Repositorium der Technischen Universität Berlin

Published online on the institutional repository of the Technische Universität Berlin

DOI [10.14279/depositonce-21528](https://doi.org/10.14279/depositonce-21528)

<https://doi.org/10.14279/depositonce-21528>





Auf ein Neues! Nach *Mind the Fungi* (2020) und *Engage with Fungi* (2022) folgt nun mit *Operate with Fungi* das letzte Buch einer Trilogie, welche sich der Welt der Pilze und ihren Möglichkeiten widmet. In allen drei Projekten arbeiteten verschiedene wissenschaftliche, künstlerische und zivilgesellschaftliche Akteur\_innen aus dem Berliner Raum in unterschiedlichen Konstellationen miteinander, um vom Leben der Funga zu lernen, um sich von den Möglichkeiten der Pilzbiotechnologie inspirieren zu lassen und darauf aufbauend gemeinschaftlich neue pilzbasierte Biomaterialien zu entwickeln, die die Grundlage für eine kreislauffähige und biobasierte Wirtschaft und Architektur bilden können. Während sich die beiden ersten Bücher eher dem Warum und Wie transdisziplinärer Zusammenarbeiten widmeten, berichtet das hier vorliegende Buch, wie das Arbeiten mit Pilzen tatsächlich Gräben überwinden und stabile Brücken bauen kann. Zwischen höchst spezialisierten wissenschaftlichen und künstlerischen Disziplinen wie auch zwischen geschlossenen universitären Laboren und offenen gesellschaftlichen Räumen. *Operate with Fungi* lädt ein zum Nachdenken über die Welt der Funga und ihre enge Verflechtung mit der Welt der Flora und Fauna. Es eröffnet uns Handlungsoptionen, wie wir es vielleicht doch schaffen können, eine nachhaltige Zukunft für unsere Spezies zu gestalten, die die planetaren Grenzen respektiert und dem Klimawandel konstruktive Lösungen entgegensetzt.



Here's to a new one! Following *Mind the Fungi* (2020) and *Engage with Fungi* (2022), *Operate with Fungi* is the final book in a trilogy dedicated to the world of fungi and their possibilities. In all three projects, various scientific, artistic and civil society actors from the Berlin area worked together in different constellations to learn from the life of Funga, to be inspired by the possibilities of fungal biotechnology and, building on this, to jointly develop new fungal-based biomaterials that can form the basis of a circular and bio-based economy and architecture. While the first two books focused more on the why and how of transdisciplinary collaboration, this book reports on how working with fungi can bridge divides and build strong connections. Between highly specialised scientific and artistic disciplines, and between closed university laboratories and open social spaces. *Operate with Fungi* invites us to reflect on the world of Funga, which is so closely intertwined with the world of Flora and Fauna. It offers options as to how we can create a sustainable future for our species that respects planetary boundaries and offers constructive solutions to climate change.

Berlin Universities Publishing

ISBN 978-3-98781-004-6 (print)

ISBN 978-3-98781-029-9 (online)