

Badische Landesbibliothek Karlsruhe

Digitale Sammlung der Badischen Landesbibliothek Karlsruhe

1919-1920

Falck, Richard: Wege zur Kultur der Morchelarten

[urn:nbn:de:bsz:31-190101](https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:bsz:31-190101)

Ganz besondere Freude hatten wir aber an nachstehenden beiden Mitteilungen, die uns aus Österreich zuzugingen.

Herr Hofrat Dr. Ed. Meusberger, Klagenfurt, schreibt: Außerordentlich erfreut über die im „Puk“ Seite 170 erschienene Mitteilung betreffend die bevorzugten Bezugspreise für Österreich, beeile ich mich, der Pukleitung für ihr großes Entgegenkommen gegenüber den sehr bedrängten Österreichern den besten Dank mit dem lebhaften Wunsche auszusprechen, es möge hierdurch die Zahl der Mitglieder eine bedeutende Zunahme erfahren. Ich selbst werde nicht ermangeln, bei jeder Gelegenheit Pilzfreunde auf Ihre gute Zeitschrift aufmerksam zu machen.

Herr cand. phil. Josef Rozhold, Wien, schreibt: Beiliegend sende ich Ihnen das Bezugsgeld für den laufenden Jahrgang im Sinne des Entschlusses der löbl. Geschäftsstelle (siehe Pukheft 9/10), welchen ich — Österreicher — mit größter Freude und bestem Dank für dieses so brüderliche Entgegenkommen empfangen habe.

Wir hoffen, daß alle unsere Ausland-Freunde, die in ihrer Währung uns jetzt den Bezug des Puk bezahlen, nach Kenntnis dieser beiden Schreiben, dies mit großer Genugtuung und Freude tun werden zum Wohl der Pukgemeinde, als Zeichen einer inneren, ja brüderlichen Gemeinschaft.

Allen denen, die weiterhelfen, daß wir unsere großen gemeinnützigen Aufgaben erfüllen können, besonders auch solchen Lesern, die uns Anschriften von neuen Pilzfreunden senden, sei im Voraus herzlichster Dank gesagt.

**Die Geschäftsstelle der
Pilz- und Kräuterzentrale.**

**Der Herausgeber des
Pilz- und Kräuterfreund.**

Wege zur Kultur der Morchelarten.

Von Dr. Richard Falck.

Die Forsten und Holzungen Deutschlands umfassen nach Schwappach¹ 26 % der Gesamtfläche des Reiches. Schon in meiner Doktorarbeit² habe ich es als ein Ziel mykologischer Arbeit bezeichnet, die Kultur der eßbaren Pilze im Walde zu fördern und den Waldboden für die Aufgaben der Volksernährung in höherem Maße nutzbar zu machen.

Ich hatte mich der Hoffnung hingegen, daß meine Berufung an die Forstakademie Münden mir die Möglichkeit bieten würde, gerade diese Arbeit erfolgreich durchzuführen. Diese Hoffnung hat sich leider nicht erfüllt. Die für Arbeiten über die Kultur eßbarer Pilze in der Kriegszeit nach langen Kämpfen überwiesenen Kulturräume mußten nach Abschluß des Krieges ihrer früheren Bestimmung zurückgegeben und die Versuche damit endgültig abgebrochen werden. So oft ich Freilandversuche in dieser Richtung angesetzt habe, sind sie durch fremde Eingriffe gestört worden.

¹ Forstwirtschaft, Sammlung Göschen.

² „Über die Kultur der Oidien und ihre Rückführung in die höhere Fruchtförm“, in Beiträge zur Biologie der Pflanzen, Bd. VIII. Breslau 02.

So ist es mir trotz jahrelanger Kämpfe und Bemühungen bis heute doch nicht gelungen, den Ausbau meines Institutes für diese Aufgaben durchzusetzen, eine kleine, genügend geschützte Waldfläche zu erhalten und unter dem jungen forstlichen Nachwuchs Mitarbeiter für die Durchführung dieser Probleme an der Akademie zu gewinnen.

Da die Verhältnisse jetzt aber dazu drängen, alle Mittel und Wege zur Hebung der Volkswirtschaft und Volksernährung gangbar zu machen, möchte ich wenigstens meine Gedanken, die mich bei der Anlage meiner Versuche zur Morchelkultur geleitet haben, hier darlegen in der Hoffnung, daß diese neuen Aufgaben von forstlichen Kulturtechnikern, die selbständig über eine kleine Waldfläche verfügen, übernommen und doch noch im deutschen Walde durchgeführt werden möchte.

1. Mycelbrut oder Sporensaat.

In einem früheren Aufsatz über die Kultur des Austernpilzes³ habe ich ange-

³ „Puk“, Pilz- und Kräuterfreund, Heilbronn. No. 4/6, Jahrg. 1919.

geben, daß die Kultur der Hutpilze zweckmäßig von der in Reinkultur gezogenen Mycelbrut ihren Ausgang nehmen muß. Die Gründe dafür liegen im wesentlichen darin, daß sich die Sporen von den Früchten der sporenwerfenden (aktiven) Trägerpilze (Basidiomyceten)⁴ in größeren Mengen nur schwierig gewinnen lassen, und daß aus der Spore bei der Aussaat in der Regel zunächst noch kein normales Mycelium (sekundäres Oberflächenmycel)⁵ auskeimt, sondern eine langsam anwachsende Vorstufe desselben, die ich als vorläufiges (primäres) Mycelium⁵ bezeichnet habe.

Diese erste Anzucht der Arten mit leicht keimenden Sporen läßt sich sicher und zuverlässig bei dem derzeitigen Stande unserer kulturtechnischen Erfahrungen nur unter den Bedingungen der Reinkultur ausführen. Auf künstlichen Nährböden können wir zudem das vorläufige Mycelium unter so günstigen Ernährungsverhältnissen zur Entwicklung bringen, wie dies unter natürlichen Umständen kaum möglich sein wird. Es liegt daher nahe, diese erste Anzucht unter künstlichen Bedingungen im Laboratorium durchzuführen, und erst die auf diesem Wege zu günstiger Entwicklung gebrachte und in Reinkultur gezogene (daher artenreine und von Krankheitserregern freie) Mycelbrut für die Aussaat zu benutzen.

Die Schwierigkeit, diese in Reinkultur wachsenden Mycelien für die Impfung der natürlichen Nährunterlagen (Rohsubstrate) zu gebrauchen, lag im wesentlichen darin, daß das an löslichen Nährstoffen überreiche künstliche Substrat bei der Übertragung auf unsterilisiertes Holz, Erde, Dünger und dergl. sofort von Schimmelpilzen und Bakterien befallen wird. Der Befall bewirkt, daß das Mycelium, welches wir impfen wollten, von

⁴ Über aktive und inaktive Ascomyceten vergl. die Abhandl. über die Luftinfektion des Mutterkorns in der Zeitschrift für Forst- und Jagdwesen, S. 210, Jahrg. 1911.

⁵ Über die Unterscheidung des primären und sekundären Myceliums siehe den Abschnitt II S. 56 in der Arbeit über die Meruliusfäule des Bauholzes, 6. Heft der Hausschwammforschungen. Jena 12.

diesen Unkräutern alsbald überwuchert und abgetötet wird.

Nachdem es nun gelungen ist, in dem mit Ammoniak vorbehandelten, erweichten und in Röhrchen zusammengepreßten Stroh einen von löslichen Nährstoffen völlig befreiten Nährboden zu erhalten,⁶ (auf dem fast alle holzbewohnenden Basidiomyceten außerordentlich kräftig anwachsen, während es von den Unkräutern nicht oder nur in unerheblichem Grade befallen werden kann), gelingt es leicht, die in den Strohteilchen wuchernden Mycelien wie Stecklinge auf das Rohsubstrat zur Aussaat zu übertragen. Über die Methoden dieser Brutübertragung auf Holz ist in der genannten Abhandlung über die Kultur des Austernpilzes berichtet worden. Die Herstellung des Kultursubstrates soll im 3. Heft der Mykologischen Untersuchungen und Berichte (bei Gust. Fischer, Jena) bekannt gegeben werden.

Bei der zweiten großen Gruppe der höheren Pilze, den Schlauchpilzen (Ascomyceten), liegen die Verhältnisse erheblich anders. Die für die Kultur in Betracht kommenden Formen bilden weit größere Sporen (im Durchschnitt 18—20 μ lang, 10—12 μ breit, bei der böhmischen Morehel (Verpa bohemica) 60 bis 80 μ lang und 17 bis 22 μ breit), die schnell und unmittelbar zum vollendeten Mycelium heranwachsen. Hier besitzt jede Spore nahezu den Wert eines vegetativen Brutstecklings. Die Sporensaat hat vor der Stecklingsübertragung den Vorzug, daß sie sich leichter und gleichmäßiger auf das Rohsubstrat übertragen und vereinzeln läßt; Sporen sind auch widerstandsfähiger als Mycelteile, besonders gegen das Austrocknen.

Für die Aussaat der eßbaren Schwämme aus der Klasse der Schlauchpilze (Ascomyceten) kommt also in erster Linie das Sporenmateriale und erst in zweiter Linie das auf vorbehandelten Stroh- oder Holzteilchen in Reinkultur gezogene vegetative Mycelium in Betracht. Das letztgenannte Material an Reinkulturen kann von dem Mykologischen Institut der Forst-

⁶ Vergl. Patentschrift No. 300571 Kl. 45 I/Gr. 2 v. 20. Septbr. 17.

akademie geliefert werden. Von einer Anzahl von Pilzen sind die Mycelien vorrätig,⁷ von anderen können sie aus übersandten Früchten oder Sporen leicht herangezogen und nach etwa 4 Wochen geliefert werden. Um die Mycelbrut leichter vereinzeln zu können, kann sie jetzt auch auf zerkleinerten Stroh- oder Holzteilchen gezogen und geliefert werden.

Wie können wir nun das Aussaatmaterial der Sporen in größeren Mengen für die Aussaat gewinnen? Dazu bedarf es der Kenntnis des Fruchtkörperbaues, auf den ich unter Hinweis auf meine ausführliche Arbeit über „die Sporenverbreitung bei den Ascomyceten, I. die radiosensiblen Discomyceten“ im Heft 2 meiner Mykologischen Untersuchungen und Berichte (bei Gust. Fischer, Jena 16) hier erst kurz eingehen muß.

2. Die Sporenbildung in der Frucht.

In der Gruppe der Schlauchpilze kommen als Speisepilze für praktische Kulturzwecke nur die großen hochorganisierten Formen aus der Familie der Helvellaceen in Betracht, die unter dem Namen Lorchel- und Morchelarten allgemein bekannt sind, und die ich hier unter der Bezeichnung „Morcheln“ zusammenfasse. Es handelt sich dabei ausnahmslos um Formen mit reizempfindlichen Fruchtschichten (Hymenien), die ihre Sporen nicht andauernd in unsichtbaren kleinen Mengen ausstreuen, sondern sie in reifem Zustande in ihrer Fruchtschicht zunächst anhäufen, bis äußere Reize einwirken, die den Sporenwurf veranlassen. Wir haben es also in der Hand, die Früchte beliebig lange ungeriezt ausreifen zu lassen, wobei sich so große Mengen von reifen Sporen in der Fruchtschicht anhäufen, daß bei Eintritt der Reizwirkung ganze Wolken von Sporen auf einmal sichtbar entlassen werden.⁸ Bei diesen Formen gelingt es also verhältnismäßig leicht, große Sporenmengen, in manchen Fällen sogar die Gesamtmenge der aus-

gebildeten Sporen, aus dem Fruchtkörper zu gewinnen und für Aussaatzwecke zu benutzen. Einen solchen Weg zu zeigen, ist die wesentliche Aufgabe der vorstehenden Veröffentlichung.

3. Sonnenbestrahlung bewirkt das Sporenwerfen in der Natur.

Der Reiz, der das Auswerfen der reifen Sporen bei den hier in Betracht kommenden Morchelarten zur Auslösung bringt, ist die Bestrahlung durch die Sonne.⁸ Diese bewirkt Temperaturüberhöhungen in der bestrahlten Pilzoberfläche, die einerseits durch die dunkle rußartige Oberflächenbeschaffenheit und ihre grubige, faltige oder kammerartige Ausgestaltung verstärkt, andererseits durch die Wasserverdunstung herabgesetzt und ausgeglichen werden. Da die Wirkungskraft der Bestrahlung sich während der ersten Sonnenstunden des Tages entsprechend steigert, kommt ein unaufhörliches Ausstäuben der Sporen zustande, das mit dem Maximum der täglichen Bestrahlung (gegen 12 Uhr) sein Ende erreicht. Darauf folgt eine Ruheperiode, in der sich die Frucht erholt und nachreift. Bei einzelnen Arten kommt nur eine Eintagsbestrahlung in Betracht, in der sich der Sporenwurf vollendet und das Leben der Frucht abschließt. In den meisten Fällen wirkt eine Anzahl solcher täglichen Bestrahlungsperioden, bis der Sporenwurf erschöpft ist.

Der Sinn dieser Einstellungen liegt ganz offensichtlich darin, daß bei der Bestrahlung der Fruchtoberfläche — und der Erdoberfläche überhaupt — eine aufsteigende Luftbewegung entsteht, die den Transport und die weitere Verbreitung der verhältnismäßig großen Sporen bewirkt. Diese für unser Gefühl nicht wahrnehmbaren Luftströmungen, deren Entstehung auf Temperaturunterschieden zwischen der Oberfläche eines festen Körpers und der umgebenden Luftschichten beruht, habe ich als „Temperaturströmungen“ bezeichnet und nachgewie-

⁷ Von der Lorchel (*Gyromitra esculenta*), der Speisemorchel (*Morchella esculenta*), der Spitzmorchel (*M. conica*), und von der böhmischen Morchel (*Verpa bohemica*).

⁸ Die Nachweise sind erbracht in der genannten Arbeit über Radiosensible Ascomyceten.

sen,⁹ daß ein geringes Temperaturgefälle ausreicht, eine vollkommene Verteilung und Verbreitung der Sporen höherer Pilze in völlig geschlossenen Lufträumen herbeizuführen.

4. Natürliche Besporung der Kulturfläche.

Der einfachste Weg der Besporung (Sporenbesamung) einer Freilandfläche mit einer Morchelart würde somit darin bestehen, daß man reife Früchte derselben in natürlicher Lage durch die Sonne bestrahlen läßt. Damit die Frucht nicht vorzeitig austrocknet, muß man sie mit dem Stiel in feuchten Sand oder in Wasser eintauchen lassen, oder sie von Zeit zu Zeit mit Wasser bespritzen.

Diese natürliche Methode hat aber wesentliche Nachteile. Wir können kaum oder nur schwer kontrollieren, nach welcher Richtung und über welche Landflächen die Sporen verbreitet und abgesetzt werden, das hängt von der Art der Bestrahlung und vor allem von der herrschenden Windrichtung ab. Auch in der Bestrahlungszeit und der Bestrahlungskraft sind wir vollständig von der jeweiligen Witterung abhängig, so daß die Früchte verderben können, bevor die geeigneten Verhältnisse gegeben sind. Nur durch Einstellung der Stielhöhe bzw. durch künstliche Überhöhung der Fruchtlage über dem Erdboden würde es möglich sein, die Bestreuung eines größeren oder kleineren Umkreises bei windstillem Wetter zu erreichen.

5. Sporengewinnung im geschlossenen Raum.

Wir werden es also vorziehen müssen, die Sporen künstlich zur Entleerung zu bringen, sie aufzufangen und selbst an der gewünschten Stelle zur Aussaat zu bringen. Ein Weg hierzu ist der, daß man die Früchte in geeigneter Lage un-

⁹ In der Arbeit über „Die Sporenverbreitung bei den Basidiomyceten und den biologischen Wert der Basidie“ in Beiträge zur Biologie der Pflanzen, 1904, Bd. IX.

ter ein Glasgefäß oder in einen kleinen geschlossenen Kasten bringt und sie bei letzterem durch ein Glasfenster mit Hilfe einer Lampe (womöglich mit zeitlichen Intervallen) künstlich bestrahlt, bis der Sporenwurf beendet ist, (was sich leicht beobachten läßt). Die Sporen werden infolge der Bewärmung in dem Raum verteilt und auf den Oberflächen abgesetzt. Nimmt man Papier oder Glasscheiben als Unterlage, dann kann man die Sporen darauf sammeln. In trockener mäßig temperierter Luft aufbewahrt, bleiben sie bei den meisten Arten mehrere Jahre keimfähig. Ein Teil der Sporen, die der Fruchtkörper auswirft, wird auch auf den Früchten selbst abgesetzt; von diesen können sie durch Abspülen in Wasser gewonnen werden.

Die Sporen haften den Oberflächen, auf die sie sich abgesetzt haben, zumeist mehr oder weniger fest an, lassen sich aber mit Wasser leicht und unversehrt abschlämmen, (dickere Schichten lassen sich auch abkratzen). Im Wasser verteilt, kann man sie mit Hilfe der Gießkanne oder einer Sprühvorrichtung auf bestimmte Körper oder Landflächen in genauer Begrenzung gleichmäßig verteilen. Öfteres Umrühren ist aber erforderlich, um dem Absetzen der Sporen in der Flüssigkeit entgegenzuwirken.

Das Verfahren ist umständlich und die Ausbeute an Sporen keine vollständige; es kommt daher wohl nur in Betracht, wenn man das Sporenmateriale aufbewahren will, was nur in trockenem Zustande (womöglich auf den Auffangflächen) geschehen kann.

6. Sporengewinnung in erwärmtem Wasser.

Es hat sich nun gezeigt, daß die Früchte der radiosensiblen Discomyceten (strahlenempfindlichen Scheibenpilze) ihre Sporen auch auswerfen, wenn die Temperatur auf beliebigen anderen Wegen überhöht wird, z. B. durch Eintauchen der Fruchtschichten in Wasser von überhöhter (supramaximaler) Temperatur. Andererseits ist aber zu berücksichtigen, daß die Sporen bei höheren Temperaturen

leicht in in ihrer Keimkraft geschädigt und vollends abgetötet werden.

Wir bezeichnen als den Temperaturumfang einer Art diejenigen Celsiusgrade, bei welchen noch vegetatives Wachstum erfolgt. Dieser umfaßt bei den hier in Betracht kommenden Morchelarten etwa die Grade von 0° bis 30° C. Die optimale Zone (d. h. diejenige mit größter Wachstumsgeschwindigkeit) liegt bei 22° bis 24° C. Temperaturen, die über die Höchsttemperatur (Maximum) von 30° hinausgehen, werden als überhöhte (supramaximale) bezeichnet.¹⁰

Es waren nun genaue Versuche erforderlich, um den Einfluß von erwärmtem Wasser auf den Sporenwurf einerseits und die Keimkraftschädigung der Sporen andererseits zu prüfen. Die Resultate solcher Versuchsreihen mit *Gyromitra esculenta* (Speise-Lorchel oder Stock-Morchel), *Morchella esculenta* (Speise-Morchel) und *Morchella conica* (Spitz-Morchel) sind in den folgenden Tabellen zusammengestellt. Sie zeigen, welche Temperaturen und Zeitfristen wir anwenden müssen, um vollkommen keimfähiges Sporenmaterial aus den reifen Früchten zu erhalten.

Versuchsordnung: Es wurden sporengefüllte überreife Fruchtschichten in etwa gleichgroße Stückchen geschnitten, diese gemischt und in gleiche Portionen geteilt. Das heiße Wasser (40 ccm) befand sich in einem Bechergläschen, welches in ein großes wassergefülltes Gefäß bis zum Rande eingetaucht und in dieser Lage durch eine lose Drahtschlinge befestigt war. Das Wasser im kleinen Becher wurde auf die gewünschte Temperatur gebracht und diese durch ein kleines Flämmchen auf der gewollten Höhe gehalten. Dann wurde eine Portion Fruchtschicht hineingebracht und umgerührt. Nach Ablauf der bestimmten Zeit wurde das Bechergläschen herausgehoben und durch Eingießen etwa der gleichen Mengen kalten Wassers die Temperatur augenblicklich herabgesetzt. Alsdann wurde umgerührt, eine Anzahl Tröpfchen von der trüben Flüssigkeit entnommen, auf Objektträger gebracht und unter feuchten Glocken zum Keimen angesetzt. Die dem Wasser entnommenen Stücke der Fruchtschicht wurden in kaltem Wasser abgospült und dann in 80° heißes Wasser gebracht, um zu prüfen, ob noch Trübung infolge Sporenwurfes stattfindet.

¹⁰ Vergl. Wachstumsgesetze, Wachstumsfaktoren und Temperaturwerte holzzerstörender Mycelien im 1. Heft der Hausschwammforschungen, Jena 07.

Speiselorchel (*Gyromitra esculenta*).

Zeit in Minute	Temperatur						
	40°	45°	50°	55°	65°	70°	75°
1/8				+		20%+	5%+
1/4				20%+	—	—	—
1/2			+	—	—		
1			80%+	—			
1 1/2			5%+				
2		+	—				
4		80%+	—				
6		5%+					
10	+	—					
20	+	—					
30	+—						

Speisemorchel (*Morchella esculenta*).

Zeit in Minute	Temperatur							
	40°	45°	47°	50°	53°	55°	56°	63°
1/8						+	+	5%+
1/4				+	+	5%+	—	—
1/2			+	+	—	—		
1		+	+	+				
2		+	+	+				
4		+		—				
5	+							
10	+							
20	+							
30	+—							

Spitzmorchel (*Morchella conica*).

Zeit in Minute	Temperatur		
	40°	45°	50°
1/2			+
1		+	+
2		+	
4		+	
5	+		
10	+		
20	+		

Zeichenerklärung: + = normal gekeimt; + mit %-Zahl = die %-Zahl der Sporen, die noch normal gekeimt haben; schätzungsweise; — = keine Keimung.

Wir sehen also, daß die Sporen in heißem Wasser schon nach kürzester Zeit abgetötet werden, und daß wir höchstens Temperaturen zwischen 40° und 50° anwenden dürfen. Die Angabe, daß man das Brühwasser der Morcheln oder Lorcheln (letzere werden vielfach zur Beseitigung eines löslichen Giftstoffes mit heißem Wasser gebrüht) zur Saat des Pilzes benutzen könnte,¹¹ ist also völlig verfehlt. Wer auf diesem Wege Erfolge gehabt hat, würde sie auch ohne Aussaat erzielt haben, wie fast alles, was bisher über Morchelzucht mitgeteilt wurde, wissenschaftlicher Grundlagen entbehrt.

Von der Speiselorchel sind bei 70° nach $\frac{1}{8}$ Minute nur noch etwa 20 % der Sporen keimfähig, bei 75° etwa 50 %; von der Speiselorchel bei 63° nach $\frac{1}{8}$ Minute nur noch 5 %.

Bei 50° wird eine Minute, bei 45° 4 Minuten und bei 40° 20 Minuten ohne sichtbare Schädigung der Keimkraft vertragen. Fruchtschichten, die nur 1—8 Minuten im Wasser bei 55° und $\frac{1}{4}$ Minute bei 50° verblieben, hatten noch nicht alle reifen Schläuche entleert. Daraus ist ersichtlich, daß man bis an die äußersten Grenzen gehen muß, wenn man alle Sporen gewinnen will.

Noch deutlicher werden die Verhältnisse durch die folgende Kurve (Seite 217) veranschaulicht.

Auf Grund dieser Feststellungen empfehle ich das folgende Verfahren: Man zerschneide die vollkommen ausgereiften, womöglich überreifen Fruchtschichten (Hymenien) in markstückgroße Stücke, lege sie auf ein grobes Sieb, das einem mit etwas kaltem Wasser gefüllten Gefäß aufliegt, damit die sporenhaltige Flüssigkeit sofort abgekühlt wird. Der Siebinhalt wird sodann mit 40° warmen Wasser (man muß die Temperatur mit

¹¹ So gibt Michael in seinem Führer für Pilzfreunde, S. 25, eine Vorschrift zur Morchelzucht, in der es wörtlich heißt: „man nimmt eine Portion Morcheln und Lorcheln, wäscht sie zunächst mit heißem Wasser 2—3 mal tüchtig aus, also genau so, wie man bei der Zubereitung von Speisen verfährt, und besprengt nun mit diesem Wasser das betreffende Beet“.

dem Thermometer in der Hand dauernd kontrollieren) aus einer Gießkanne 5 Minuten lang in feinen Strahlen übergossen, und dieser Vorgang nach ebenso langer Pause 2—3 mal wiederholt, bis die abtropfende Flüssigkeit klar abläuft und keine Sporen mehr enthält. Dann wird das Wasser auf 45° gebracht, damit aber nur $\frac{1}{2}$ Minute lang übergossen. In Zwischenräumen von 1—2 Minuten wird dies 1—2 mal wiederholt, bis die Flüssigkeit wieder klar abläuft und keine Sporen mehr enthält. Schließlich wird Wasser von 50° verwendet und in einigen kurzen Zwischenräumen jedesmal etwa 5 Sekunden lang überbraust. Man kann die Temperatur schließlich, um das Möglichste herauszuholen, auf 55° steigern und damit ganz kurz nachbrühen. Auf diesem Wege gelingt es, die Sporen wie bei der natürlichen Bestrahlung, ohne Beschädigung durch allmähliche Temperaturerhöhung zur Entleerung zu bringen; höchstens bei den letzten Sporen ist eine Minderung der Keimkraft zu befürchten, doch ist die Zahl der zuletzt entleerten Sporen im Verhältnis zur Gesamtmenge so gering, daß dadurch das Keimprozent nicht wesentlich herabgesetzt werden kann. Je weiter die Reizreifung der Sporenschläuche vorgeschritten war, desto geringere Temperaturgrade und Zeitfristen sind erforderlich, die völlige Entleerung zu bewirken. (Vergl. Abschn. 8.)

Es gibt auch andere Abtötungsmittel der Fruchtschicht, z. B. Chloroform, Ätherdampf usw., welche die Sporentleerung ebenso wie die überhöhten (supramaximalen) Temperaturen bewirken, aber die Sporen töten. Nur bei der Temperaturerhöhung handelt es sich um das natürliche Mittel der Fruchtschichtreizung, dessen richtige Anwendung eher günstig als schädlich auf die Sporenkeimung einwirkt.

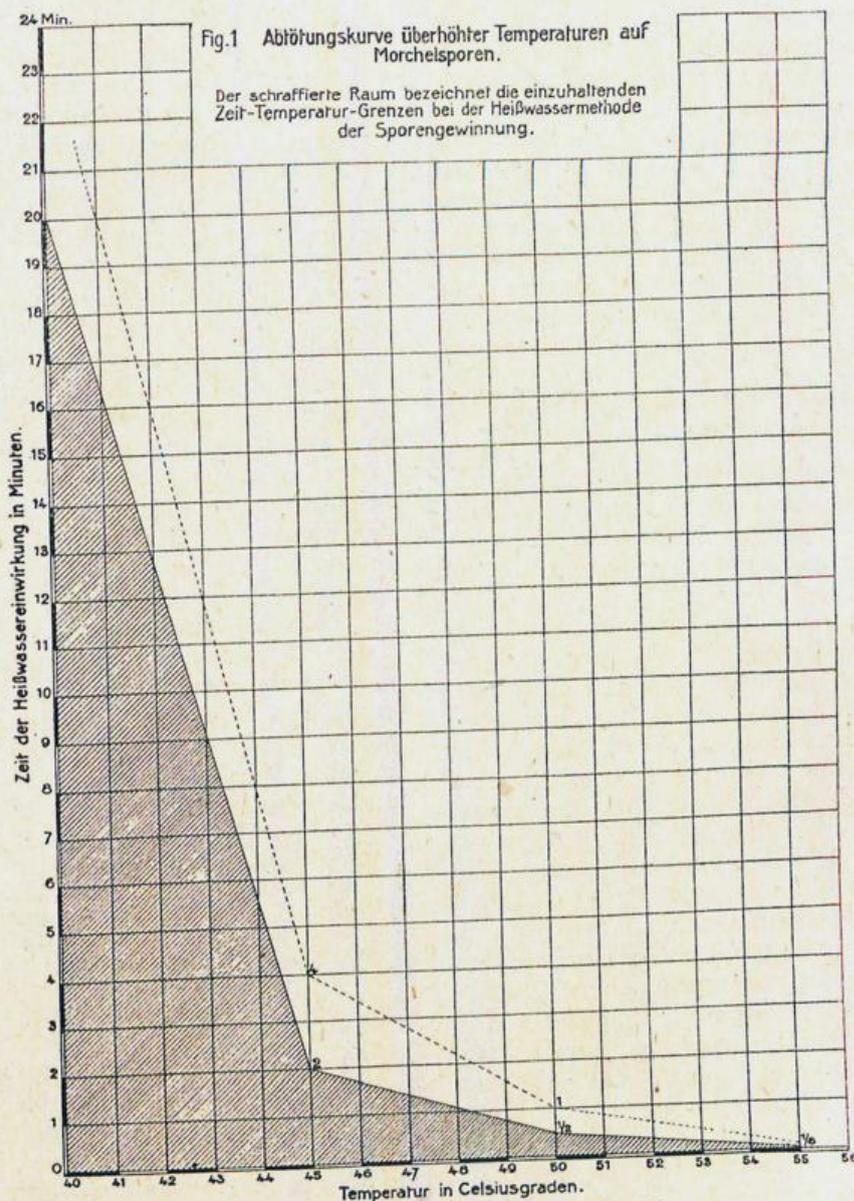
Die Beobachtung, daß bei verstärkter Temperaturwirkung zunächst nur ein bestimmter Prozentsatz der Sporen abstirbt, beweist, daß die Sporen sehr verschiedene Widerstandskraft besitzen. Ebenso verschieden ist die Keimenergie, denn man beobachtet stets, daß die einen zuerst keimen und voranwachsen, die anderen

nachkommen und ein bestimmter Prozentsatz erst nach längerer Zeit nachkeimt.¹²

7. Die Besporung der Kulturfläche.

Das trübe Wasser, welches die Sporen enthält, muß dann unmittelbar zur Aus-

zu impfende Substrat damit behandelt oder die Flüssigkeit unter stetem Rühren direkt auf das vorbereitete Beet gesprüht, wobei man durch Verdünnung die Dichte der Aussaat regulieren kann. Jeder, der ein Mikroskop zur Verfügung hat, darf



saat benutzt werden. Entweder wird das

¹² Das Nachkeimen ist wahrscheinlich auf hemmende Einflüsse zurückzuführen, die in den Sporen selbst liegen und anscheinend bezwecken, daß bei Eintritt trockenem Wetter, welches die gekeimten Schläuche leicht abtötet, ein noch keimfähiger Sporenteil bestehen bleibt.

nicht versäumen, einen mit einem Glasstab auf das Objektglas gebrachten und darauf etwas ausgebreiteten Tropfen der umgerührten Flüssigkeit auf den Gehalt an Sporen zu untersuchen: es müssen zahlreiche Sporen darin enthalten sein.

Ferner ist zu wünschen, daß gleichzeitig die Keimfähigkeit der Sporen geprüft wird, indem man die mikroskopisch geprüften Gläschen in einer feuchten Kammer (auf einem Drahtbänkehen unter umgestülptem Wasserglas oder Käseglocke) 2—3 Tage stehen läßt und das Hervortreten der Keimschläuche beobachtet. Nur solche Versuche können wissenschaftlichen Wert beanspruchen, bei denen die Keimfähigkeit der Aussaat kontrolliert wurde. Die Gestalt und Größe der Sporen ist bei den Lorchel- und Morchelarten eine sehr ähnliche; Verpa macht eine Ausnahme, ihre Sporen gehören zu den größten, die im Pilzreich überhaupt vorkommen. Die Keimung der Sporen in Wasser und in Nährlösung zeigen die hier beigefügten Abbildungen.

8. Die Reifezustände und die Reifung der Früchte.

Sehr wesentlich für den Erfolg der Sporengewinnung ist die richtige Beurteilung des Reifezustandes der Früchte. Ich unterscheide unreife, sporenreife und reizreife Früchte.

a) Die unreifen Früchte enthalten noch keine reifen Ascen und Sporen. Ein Schnitt durch die Fruchtschicht oder ein Zupfpräparat zeigt ein reines Paraphysengewebe (Fig. 3, S. 97 der Arbeit über radiosensible Ascomyceten). Erst später sind die Sporenschläuche dazwischengeschoben (Taf. I, Fig. 3c der vorgenannten Arbeit) und dann in allen Entwicklungsstadien anzutreffen.

b) In sporenreifen Früchten ist die Fruchtschicht mit mehr oder weniger ausgereiften Sporenschläuchen gefüllt, deren Sporen größtenteils keimfähig sind. Hymenien mit ausgewachsenen Ascen und keimfähigen Sporen sind aber zunächst noch nicht reizreif, d. h. sie werfen bei Bestrahlung noch keine Sporen aus.

c) Der reizreife Sporenschlauch (Ascus) wirft die Sporen, sobald die Fruchtschicht (Hymenium) durch die Sonnenbestrahlung erwärmt wird (besonders wirksam sind daher die dunklen Wärmestrahlen). Es sind aber verschiedene Stadien des Reifezustandes zu unterscheiden. In der mittleren Reiz-

reife wird das Auswerfen durch eine Strahlung von mittlerer Energie bewirkt, im unterreifen Zustande ist eine erheblich höhere, und im überreifen Zustande eine entsprechend geringere Strahlungskraft erforderlich, um den Sporenwurf auszulösen. Schließlich erreicht die Überreife einen solchen Grad, daß geringste Wärmeüberhöhungen (die Annäherung der warmen Hand) das Werfen in ganzen Wolken — das sogen. Stäuben — herbeiführen.¹³

Wir werden also, um alle Sporen einer bestimmten Frucht auffangen zu können, in erster Linie jede Reizung der reifen Fruchtschicht zu verhüten und in zweiter Linie eine völlige zeitliche Ausreife der Früchte zu erreichen suchen, bevor wir sie zur Sporengewinnung benutzen.

Die ersten Früchte, die im März und April auf den Markt kommen, befinden sich stets in unterreifem Zustande. Wenn man sie unter Glocken aufbewahrt, erreichen sie den mittleren und schließlich den überreifen Reifezustand, den letzteren umso vollständiger, je länger sie in der Verbindung mit ihrem Vegetationskörper belassen werden und an ihrem natürlichen Standort ausreifen können. In ganz jungem und unreifem Zustande abgeplückte Früchte (Märzlorchel) faulen, bevor sie reizreif werden. Reizreife Früchte werden besonders leicht befallen und abgetötet.

Für Speisewecke sind die unreifen Früchte unzweifelhaft die wertvollsten. Es ist auch noch zu untersuchen, ob die Giftigkeit der Lorcheln nicht mit dem Reifezustand zusammenhängt. Durch das Brühen werden Früchte jeder Art entwertet. Mehr als 50 % des Trockengewichts der Pilze sind wasserlöslich. Bei reifen Früchten werden auch die Sporen entleert und gehen mit dem Brühwasser verloren.

Aus diesen Gründen empfiehlt es sich also, die zur Besamung dienenden Früchte solange wie möglich in der Natur reifen zu lassen, bzw. nur solche Früchte zu verwenden, die schon im schwach reizreifen Zustande auf den

¹³ Jeder ausgebildete Sporenschlauch (Ascus) durchläuft also, wenn er in der Fruchtschicht verbleibt, alle Stadien der Reife und Reizempfindlichkeit, und wir finden in mittleren Reifezuständen in jedem kleinen Ausschnitt der ungeritzten Fruchtschicht so viele verschiedene Empfindlichkeitsstufen nebeneinander, als Altersstadien darin vorhanden sind.

Markt gelangen. Man läßt sie dann an einem dunklen Ort bei gleichmäßiger, mittlerer Temperatur (17—20°) unter Glasglocken oder dergl. stehen, bis sie gut ausgereift sind (d. h. die Mehrzahl der Sporenschläuche reizreif geworden ist), was man an der Stärke des Stäubens bei irgend einer Art von Bewärmung (Annäherung eines warmen Gegenstandes) und gleichzeitiger Beleuchtung (besonders bei einseitigem Licht im dunklen Zimmer) leicht erkennen kann. So ist der Reizreifezustand und die Zugehörigkeit einer Art zur Reihe der strahlenempfindlichen Schlauchpilze (der radiosensiblen Ascomyceten) leicht zu prüfen, nur muß man sich hüten, die bei stärkerer Wasserverdunstung der Fruchtschicht leicht entstehenden Nebel mit austäubenden Sporen zu verwechseln. Die letzteren lassen sich auf einem den stäubenden Sporen entgegengehaltenen Gläschen auffangen (sie bilden einen dauernden Beleg, der mikroskopisch leicht zu bestimmen ist). Kann man die Früchte selbst ziehen, dann wird man für die Sporengewinnung die besten Exemplare auswählen und sie an Ort und Stelle, durch geeignete Überdeckungen von jeder Reizung geschützt, voll ausreifen lassen.

9. Sporenkeimung und Mycelausbreitung.

Die Sporen aller Morchelarten keimen in feuchter Luft, in Wasser oder Nährlösung sofort aus (Fig. 2 u. 3). Die Keimschläuche wachsen auch unmittelbar zu dem endgültigen Fadengeflecht (Mycelium) heran, welches ebenso wie die Pilzlager anderer Fadenpilze, sich durch Spitzenwachstum und Verzweigung nach allen Richtungen des Raumes fortsetzt, soweit feuchtigkeitsgesättigte Lufträume das Vordringen im Substrat ermöglichen. In die Tiefe wässriger Lösungen oder wassergefüllter Substrate (Gelatine- oder Agarnährböden) dringen die Fäden nicht ein. Dieses Wachstum an den Oberflächen zeigen die hier beigefügten Fadengeflechtbilder (Mycelbilder) der Speisemorchel auf Bierwürze-Gelatine in runden flachen Glasschalen (Petrischalen), welche bei schräger Spiegelbeleuchtung photographiert sind, um das sonst schwer sicht-

bare Fadengeflecht, das sich bei üppiger Ernährung zu dicken Häuten vereinigt, hervortreten zu lassen. Die Bilder (Fig. 3, 4 u. 5) mit ihren Unterschriften mögen den Lesern eine Vorstellung von der Ent-



Fig. 2. Die Sporen und die Sporenkeimung.
(gez. von Olga Falck)

a. Gekeimte Spore mit 4 Keimschläuchen an beliebigen Stellen von *Gyromitra esculenta*. Vergr. etwa 200. b. Sporen von *Gyromitra gigas* in der Durchsicht. c. In der Aufsicht. Vergr. etwa 300.

wicklung und dem Wesen der sonst im Nährboden verborgenen Vegetationskörper dieser Pflanzen vermitteln.

10. Temperaturwerte und Wachstumsgeschwindigkeit der Mycelien.

Die mikroskopische Form der Pilzfäden (Hyphen) und ihre charakteristischen Bilder sind so gleichartig, daß wir die verschiedenen Arten in ihren Mycelbildern noch nicht unterscheiden können, auch das Hyphenvolum (Hyphendurchmesser) und die Wachstumsgeschwindigkeit der Fäden sind bei allen Arten ver-



Fig. 3. Die Keimung der Sporen im mikroskopischen Bild (Mikrophotogr.)
 a) Keimende Sporen der Speislorchel, *Gyromitra esculenta*, (bei Δ die Sporen) in Wasser nach 3 Tagen, (bei $+$ degenerierte Sporen.) Objektivglaskultur. Vergr. ca. 200.
 b) Kleines Mycelium der Speislorchel aus einigen Sporen auf dem Objektivglas in schwacher Nährlösung gebildet. 8 Tage nach der Aussaat. Vergr. ca. 200. Charakt. rechtwinkl. Verzweigung und Verwachsung.

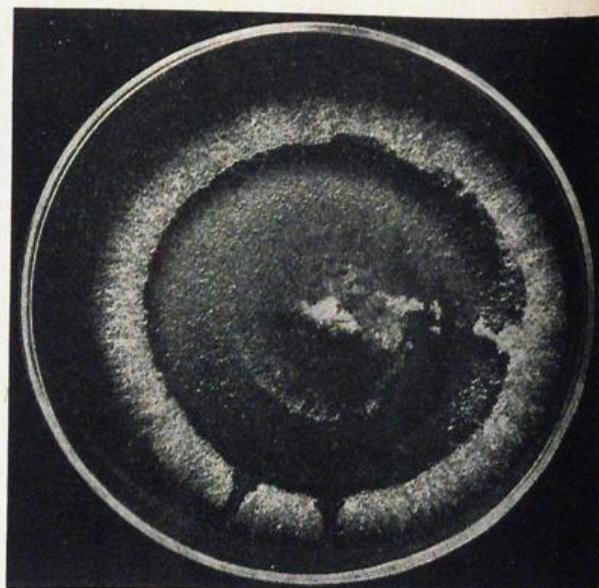


Fig. 4. Schwach verkleinerte Ansichten des wachsenden Myceliums auf gelatinisiertem Nährboden.
 Oberflächen bei zentraler Impfung.
 a) Etwas gehemmtes ungleichmäßig fortwachsendes Mycel der Speislorchel auf künstl. Agar Nährboden. Plattenkultur in Petrischale. In der Zeit vom 13. II. bis 9. III. gewachsen. Schräg belichtet.
 b) Ungehemmtes, allseitig gleichmäßiges Fortwachsen des Myceliums der Speislorchel auf Bier-Würze-Gelatine. Die mittleren Teile der Gelatine sind durch das Mycel verflüssigt, daher sinkt es ein und wird benetzt, nur die peripherische Mycelzone bleibt oberflächlich sichtbar. Am 6. II. Sporenaussaat, am 12. II. Mycelflöckchen in das Zentrum der Platte übertragen, am 20. II. photographiert, am 23. II. ist die Platte ganz überwachsen. Verkl. 10:6,5.

hältnismäßig große und gleiche. Innerhalb der Grenzen von 0° bis 22° C. wird die Geschwindigkeit des Wachstums proportional gesteigert, wie das die bei beständigen (konstanten) Temperaturgraden in langen Agarröhren gemessenen täglichen Zuwachslängen des fortschreitenden Fadengeflechts der böhmischen Morchel (*Verpa bohémica*) dartun, die nachstehend mitgeteilt sind. Trägt man diese Zahlen in ein Koordinatensystem ein, so erhält man die folgende Temperaturkurve Wachstumsgeschwindigkeit. Bei 26° C. beträgt der Zuwachs in 10 Tagen nur noch 11,6 cm, mit jedem weiteren Grad nimmt sie schnell ab. Bei 30° C. (Maximum) ist das Wachstum des Pilzes bereits vollständig gehemmt. Man kann also aus dieser Kurve leicht entnehmen, welche räumlichen Fortschritte der Vegetationskörper dieser Pilze bei jeder verschiedenen Temperatur im Substrate macht, wenn nicht Hemmungen irgendwelcher Art eintreten, die

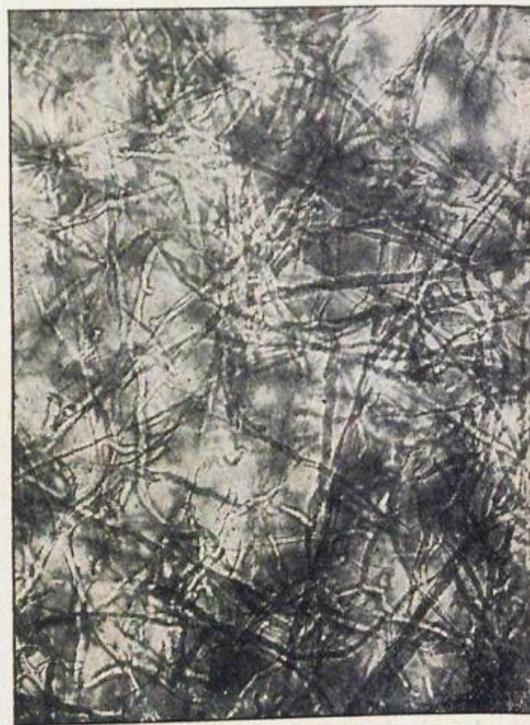


Fig. 5. Mikroskopische Teil-Ansichten (Mikrophotogr.) des Myceliums von Plattenkulturen (Fig. 5 a vom Rande, b aus der Mitte).

a) Hochwachsendes Verzweigungssystem der Hyphen von *Gyromitra esculenta* am Rande einer 14 Tage alten Gelatine-Kultur. Die den Hyphen angrenzende Gelatineschicht ist verflüssigt, daher die doppelten Konturen. Vergr.

b) Partie des untergetauchten Mycels mit netzartigem Zusammenschluss der Hyphen 14 tägige Plattenkultur (Fig. 5 b) auf Bier-Würze-Gelatine. Vergr.

des Längenwachstums, (Fig. 6, Kurve) welche die Verhältnisse bei allen Morchelarten kennzeichnen dürfte. Zwischen 22° und 24° C. liegt die günstigste (optimale) Zone, hier wachsen die Pilzfäden (Hyphen) also in der größten Geschwindigkeit, die für *Verpa bohémica* in 10 Tagen 13 cm beträgt. Jede weitere Steigerung der Temperatur bedingt von jetzt ab eine bestimmte Minderung (Hemmung) der

die Wachstumsgeschwindigkeit herabsetzen oder ganz zum Stillstand bringen. Gehemmte Mycelien kehren bei Eintritt normaler Bedingungen nicht gleich in den normalen Zustand zurück; es bedarf einer mehr oder weniger langen Erholungszeit (je nach Grad und Wirkungsdauer der vorangegangenen Hemmungsursache) bis sie die in der Kurve verzeichneten Wachstumsgeschwindigkeiten wieder erreichen.

Zusammenstellung der Mittelwerte von Messungen der Wachstumsgeschwindigkeit der Mycelen von *Verpa bohemia* bei verschiedenen konstanten Temperaturen.¹

I	II	III	IV	V
Wachstumtemperatur in °C.	Längenwachstum in 10 Tagen gemessen in ccm	II: I Längenwachstum für 1 °C. berechnet	Längenwachstum in in 10 Tagen (mit Hilfe des Faktors 0,604) berechnet.	Abweichungen der gemessenen von der berechneten Zahl
5°	3,10	0,620	3,02	+ 0,08
10°	5,85	0,584	6,04	- 0,19
14°	8,34	0,596	8,456	- 0,12
18°	11,20	0,622	10,87	+ 0,33
22°	13,10	0,596	13,29	- 0,19
26°	11,60	—	—	—
Mittelwert (Faktor)		0,604		

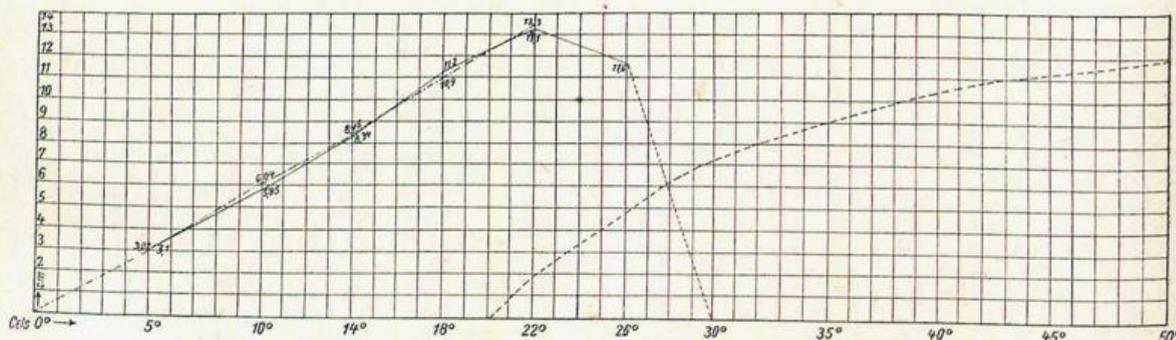


Fig. 6 Temperaturkurve des Längenwachstums und des Sporenstäubens von *Verpa bohemia*.
— = Gemessene Temperaturlinie. - - - = Berechnete Temperaturlinie.
..... = Sporenstäubens bei demselben Pilz (konstruierte Linie.)

¹ Das Nähere ist einzusehen in der Arbeit über Wachstumsgesetze usw. im Heft 1 der Hausschwammforschungen (G. Fischer, Jena), S. 104.

II. Vegetationsdauer und Fruchtbildung.

Die vergleichenden Beobachtungen, die wir mit den Reinkulturen dieser Pilzarten in langen Jahren gemacht haben, lehren uns, daß der Vegetationskörper der Morcheln und aller übrigen Pilze aus der Reihe der Schlauchpilze (Ascomyceten) von denjenigen der Trägerpilze (Basidiomyceten) grundverschieden ist und demjenigen der algenähnlichen und im Entwicklungssystem der Pilze niedriger stehenden Zygomyceten näher kommt. Die mit knospenartigen Gebilden, den sog. Schnallen, ausgestatteten Trägerpilz-Mycelien sind zu weitgehenden nachträglichen Umbildungen befähigt, die zu den bekannten Strangbildern führen (wie wir sie besonders auffällig beim Hausschwamm antreffen). Mit dieser — wahrscheinlich durch die Schnallen bedingten — Um-

bildungsfähigkeit ist eine längere Lebensdauer verbunden als bei allen übrigen Pilzen. Daher vermögen die Trägerpilze das von ihnen befallene Substrat jahrelang zu okkupieren, und derselbe Okkupationsherd kann in oft wiederholten jährlichen Perioden Fruchtkörper ausbilden. Wenn wir daher einen Baumstubben mit dem Austernpilz erfolgreich bepflanzt haben, dann ist zu erwarten, daß der Pilz sich viele Jahre darin halten und in jedem Jahre immer wieder seine Früchte darauf bilden wird.

Ganz anders liegen die Verhältnisse bei den hier in Betracht kommenden Schlauchpilzen. Die ausgewachsenen Fadengeflechte sind zu so weitgehenden Umbildungen nicht befähigt, sie sterben verhältnismäßig schnell ab, und die Kulturen geraten dementsprechend schon kurze Zeit, nachdem sie durchwachsen

sind, in einen Schwächezustand, der ihren Befall durch andere saprophytische (von toten organischen Stoffen lebende) Pilze zur Folge hat, wenn ihre Aufzehrung durch die eigene Fruchtbildung nicht rechtzeitig erfolgen kann. Diese Beobachtungen lassen darauf schließen, daß der Vegetationskörper der Morchelarten in der freien Natur sich nicht viele Jahre hindurch in demselben Substrate halten und ebendasselbst in den folgenden Jahren erneut seine Früchte ausbilden kann. Ich möchte die Schlauchpilze daher mit den ein- bis zweijährigen Pflanzen, die Trägerpilze (natürlich mit Ausnahmen) mit den ausdauernden Stauden vergleichen. Die Entwicklungsgeschichte der Schlauchpilze dürfte sich in Bezug auf die Vegetationsdauer und die Fruchtkörperbildung etwa folgendermaßen abspielen: Die Sporen, welche der Fruchtkörper an seinem natürlichen Standort auswirft, besparen in dichter Verteilung in der Regel (infolge ihrer Schwere und ihrer sonstigen Einstellung) die unmittelbar anschließende Oberfläche etwa im Umkreis von mehreren Metern. Ein gewisser Teil wird auch auf größere Entfernungen — allerdings in sehr großer Verdünnung — verteilt. Das richtet sich nach Art und Intensivität der herrschenden Windströmung. (Die experimentellen Prüfungen, die dieser Aussage zugrunde liegen, können erst später veröffentlicht werden.)

Die gekeimten Mycellen befallen die zu dieser Zeit (während des Winters) an der Erdoberfläche angesammelten organischen Substanzen. In diesem Substrat breiten sie sich während der ganzen Vegetationszeit aus und gehen zugleich in die darunter befindlichen Humus- und Erdschichten über. Mit dem Winter

schließen sie die vegetative Entwicklung ab und kommen dann schon im nächsten Frühjahr zur Fruchtbildung. Mit den neuen Sporen wird wiederum eine neue vegetative Generation eingeleitet. Dieser Verlauf schließt natürlich nicht aus, daß bestimmte Arten unter besonders günstigen Wachstumsbedingungen eine zweijährige Vegetationsperiode inne halten, so daß sich die vegetative Ausbreitung dann auf einem entsprechend weiteren räumlichen Umfang erstrecken kann. Es kommt weiterhin auch in Betracht, daß die jüngsten randständigen Teile des Fadengeflechts sich vegetativ fortsetzen können, während das Zentrum fruchtet und abstirbt. Die Früchte des folgenden Jahres würden dann aber bei dem schnellen Wachstum der Fadengeflechte voraussichtlich in erheblicher Entfernung von der erstjährigen Fruchtbildung zur Entwicklung kommen. Jedenfalls weisen alle Beobachtungen darauf hin, daß wir gerade bei den Morchelarten eine Kultur mit verhältnismäßig schnellem ein- bis zweijährigem Umtrieb unter natürlichen Verhältnissen werden betreiben können.

Das Erscheinen der Früchte zu ganz bestimmten Jahreszeiten, zumeist im Frühjahr, weist ferner auf eine strenge Anpassung an die jahreszeitlichen Perioden hin, die wir bei der Aussaat einzuhalten haben.

Diese Ausführungen zeigen ferner, eine wie große Rolle die Fruchtbildung und die jährliche Besporung des Bodens für die Erhaltung dieser Arten spielt, und daß sie viel leichter sowohl ausgerottet als auch (durch Besporung) angepflanzt werden können, wie die ausdauernden (perennierenden) Trägerpilze.

(Fortsetzung folgt.)

Seltene ostpreußische Pilze.

Von Lehrer E. Gramberg-Königsberg.

Die nachstehende Arbeit erschien 1918 in den Schriften der Physikalisch-ökonomischen Gesellschaft zu Königsberg i. Pr. Für die Leser des Puk habe ich sie gekürzt und den wissenschaftlichen Pilznamen die deutschen Bezeichnungen beigefügt.

Alle aufgeführten Arten sind im Som-

mer und Herbst 1915 gefunden und wurden, gepreßt, im Preußischen Botanischen Verein im Winter 1915/16 vorgelegt. Die schwierigeren Arten haben sämtlich den Forschern G. Bresadola, Trient oder F. v. Höhnel, Wien, vorgelegen und sind von ihnen bestätigt, bezw. bestimmt.

Aus der nächsten Umgebung von Kö-