

## Literatur:

- Bresinsky, A. in Bericht. Naturf. Gesellsch. 16: 1—4 (1958).  
 Fries, E. M.: *Hymenomyces Europaei*. — Upsala 1874 (Neudruck: Leipzig 1937).  
 Moser, M.: Die Röhrlinge, Blätter- und Bauchpilze (H. Gams: Kleine Kryptogamenflora, Bd. IIb). — Stuttgart 1955.  
 Ricken, A.: Die Blätterpilze Deutschlands und der angrenzenden Länder. — Leipzig 1915.  
 Smith, A. H. in *Brittonia* 9/4: 195—217 (1957).

## Forschungs- und Erfahrungsaustausch

## Pilzherbar nach dem Vakuum-Gefriertrocknungsverfahren

Von M. Hallermeier

Mit 2 Abbildungen

In letzter Zeit habe ich verschiedene Pilz-Exsikkate zum Bestimmen erhalten. Da diese aber nur lufttrocken und darum verunstaltet waren, ließen sich die meisten für eine Bestimmung notwendigen Merkmale nur ungenügend feststellen. Durch den Mangel einer Farbskizze, die den Habitus des Frischpilzes hätte erkennen lassen, war eine systematische Einordnung des Pilzes nur annähernd möglich. Gewöhnlich fehlte sogar ein Sporenpräparat, so daß selbst die wichtige Sporenfarbe nicht festzustellen war. Alle diese Schwierigkeiten haben mich veranlaßt, die modernen Hilfsmittel zur Herstellung von Exsikkaten zu benutzen. Es handelt sich hier im wesentlichen um das Trocknen von Pilzen unter Tiefkühlung im Vakuum. Die Apparatur dazu wurde von der Firma Leybold, Köln-Bayental, Bonner Straße, geliefert.

Um gute Resultate zu erhalten, muß man schon beim Sammeln der Pilze bestimmte Sorgfalt walten lassen:

Der Pilz wird mit einem Setzschäufelchen, wie es die Gärtner gebrauchen, etwa 1—2 cm vom Stiel entfernt ausgestochen. Die Tiefe des Stiches richtet sich nach der unterirdischen Stiellänge. Daß man dabei auch ganz junge Individuen mitbekommt, ist von Vorteil. Der Einwand, der vom Standpunkt des Naturschutzes gemacht werden könnte, ist absolut hinfällig: Erstens wird bei dem anempfohlenen Ausdrehen diese junge Pilzbrut auch vernichtet. Zweitens habe ich die Erfahrung gemacht, daß gerade am Rande von frischen Gräben oder anderweitig gerodeten Stellen der Pilzreichtum steigt, statt abzunehmen\*. So sind z. B. die frisch gerodeten, mit Rasen besäten Flächen des Ostfriedhofes in Köln-Dellbrück ein wahres Dorado für alle Pilze, die für den ursprünglichen Wald charakteristisch sind; sie wachsen hier in einer Üppigkeit an Größe und Zahl, wie sie sonst im ganzen Waldfriedhof nicht vorkommen. Drittens geht das Dauermyzel der Pilze (zum Beispiel *Calocybe Georgii*) bis 40 cm und mehr in den Boden hinein. Beim Umbruch des Gebietes wachsen diese Hyphen mit „Wonne“ in das frische Erdreich hinein. Dort finden sie viel mehr Nahrung und fruktifizieren auch entsprechend reichlich, natürlich erst ein oder mehrere Jahre nach dem Umbruch. Pilze verhalten sich darin ganz anders als Phanerogamen, die mit dem Ausgraben der Wurzel ihre ganze Regenerationsfähigkeit verlieren.

\* Nach Ansicht der Schriftleitung fällt allerdings die Vernichtung von Pilzbrut bei vorsichtigem (!) Abdrehen der Fruchtkörper kaum ins Gewicht, während die fruktifikationsfördernde Wirkung von Wagenspuren, Windbrüchen, Gräben und ähnlichen Bodenwunden fast überall zu beobachten ist.

Die unmittelbar angrenzenden Pflanzen und Moose sticht man mit aus, die Blätter und einigen Detritus der umgebenden Bäume und Stauden gibt man hinzu. So nimmt man das Bild der assoziativen Zusammenhänge unverlierbar mit. Beim Einpacken muß man natürlich dafür sorgen, daß nicht alles durcheinanderkommt. Zu diesem Zwecke reicht Zeitungspapier entsprechender Größe (daheim zugeschnitten) als Packmaterial vollauf. Der ausgestochene Pilz wird fachmännisch mit „Wurzelballen“ eingeschlagen; so ist das Ganze vor dem Zerfallen geschützt. Die Oberseite bleibt offen. Auf das Packpapier schreibt man am besten vorher das Datum (!) und eine fortlaufende Nummer. Jetzt legt man unter das Hymenium eines Pilzes ein Stückchen Cellophanpapier (5×5 cm groß). Am besten hat sich (trotz mancher Mängel) das Cellophan, das man zum Abschließen von Eingemachtem verwendet, bewährt. Die Päckchen werden, das offene Ende nach oben, in einem Sammelkorb mit flachem Boden fest aneinandergereiht.

Was hat diese minutiöse Verpackung für einen Sinn? Erstens gibt es keinen Sporenmischmasch beim Transport. Es ist mir nicht nur einmal beim Bestimmen lufttrockener Exsikkate passiert, daß ich aus den Lamellen Fremdsporen bekam und zwar in solcher Menge, daß die eigenen Sporen fast verschwanden! Der Pilz hatte mit dem Hymenium nach oben im schön gewölbten Sammelkorb gelegen und war von einem anderen Pilz mit Hymenium nach unten zugedeckt worden. Bis man am Abend nach Hause kommt, ist bei der Wärme und Ruhe, die in der Packung besteht, das Sporenpräparat fertig. Es wird herausgenommen und mit der Nummer, eventuell auch mit dem Datum, des entsprechenden Päckchens versehen. Der Rest kann bis zu drei Tagen in einem kühlen Raum aufbewahrt werden, ohne an Schönheit und Brauchbarkeit zu verlieren. Man kann die Pilze sogar etwas befeuchten. Das Aufrechtstehen der Päckchen hindert die geotropische Krümmung der Pilze, die bei reifenden Pilzen über Nacht eintritt; ferner öffnen sich geschlossene Pilze noch, oder es reifen andere nach, falls man bisher kein genügendes Sporenpräparat bekommen hat. Das Sporenpräparat wird nicht mitgekühlt und kommt auch nicht unter die Luftpumpe, obwohl es den Anschein hat, daß den Sporen diese Prozedur nicht schadet. Man erkennt die noch lebenden Sporen an der Färbungsintensität z. B. mit Gentianaviolett: Tote Sporen speichern den Farbstoff momentan und sehr intensiv, während lebende Sporen einer Färbung widerstehen. Besser ist es allerdings, wenn man die Sporen den Präpariervorgang nicht mitmachen läßt.

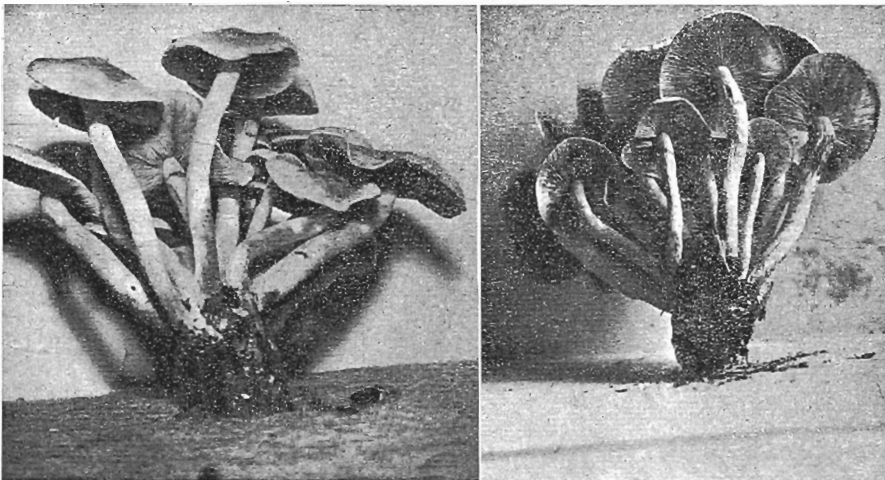
Zum Gefrierenlassen benutze ich eine sog. Gefriertruhe, die auf minus 30 Grad eingestellt ist. Am besten ist es, wenn man sich Drahtkörbchen herstellt, die der Rezipient der Luftpumpe fassen kann. In diese Körbchen werden die Pilze mit Packung eingelegt. Dann kommen sie in die Gefriertruhe und bleiben dort, bis sie hart gefroren sind und eine Temperatur von etwa minus 20 Grad Celsius haben. Das dauert je nach Lage in der Gefriertruhe 2—5 Stunden. Von jetzt ab dürfen sie nicht mehr auftauen, bis sie vollkommen trocken sind! Gefroren kann man sie in der Kühlkiste ein ganzes Jahr und noch länger aufbewahren. Die Pilze ändern sich bei Temperaturen unter minus 18 Grad nicht mehr.

Die gefrorenen Pilze kommen jetzt in den Rezipienten der Gasballastpumpe. Selbstverständlich bleibt das Packmaterial dran; es ist ja durch seine Feuchtigkeit fest angefroren. Stark schleimige Pilze dürfen nicht unmittelbar mit trockenem Packmaterial in Berührung kommen, weil das Papier die Feuchtigkeit aufsaugt und beim Trocknen dann kleben bleibt. Am besten legt man zwischen Pilz und Packmaterial an Stellen, die verkleben könnten, stark feuchtes altes Laub aus der soziologischen Umgebung des Pilzes. Sollte dies dann beim Trocknen kleben bleiben, so ist das kein so großer Schaden. Gewöhnlich löst es sich aber leicht. Das Wasser des nassen Laubes gefriert im Kühlschrank und bildet so eine Trennungsschicht zwischen Schleim und Blatt. Die Trennungsschicht verdunstet bei gefrorenem Schleim, und das Blatt bleibt getrennt, da es kein Wasser der Schleimschicht aufgesaugt hat. Da der Rezipient der Luftpumpe oben eine Tiefkühlanlage hat, bleibt die niedrige Temperatur während des ganzen Trocknens erhalten. Das Wassereis sublimiert im Vakuum und erniedrigt dadurch die anfängliche Temperatur noch bedeutend (Verdunstungskälte!).

Während des Trocknens kann man von Zeit zu Zeit den Rezipienten abnehmen (erst natürlich Luft einlassen, wobei sich der Inhalt nicht erwärmt — Expansionskälte!). Der fertige Trockenzustand wird an der Wärmeleitung der getrockneten Pilze erkannt: Ein wasserfreier Trockenpilz ist ein sehr schlechter Wärmeleiter (ein glimmendes Streichholz bringt ihn sofort zum Glimmen). Mit dem Finger berührt, fühlt er sich warm an, obwohl er eine Eigentemperatur von etwa minus 20 Grad hat. Ist er aber noch irgendwie wasserhaltig, so fühlt er sich kalt an. Es ist ja noch Eis von minus 20 Grad Eigentemperatur in ihm vorhanden. Bei größeren Pilzen ist die Verbindungsstelle des Stieles mit dem Hut am meisten gefährdet, da sie am längsten Wasser behält. Sie muß darum in erster Linie abgefühlt werden. Das volle Trocknen dauert bei kleinen Pilzen (Hut- und Stieldicke ca. 1 cm) etwa 5—6 Stunden, bei einer Hutdicke von etwa 3—5 cm ca. 16—24 Stunden. Bei einer Hut- und Stieldicke von etwa 5 cm dauert das Trocknen 4—5 Tage. Aber selbst wenn sich so dicke Pilze völlig warm anfühlen, sind sie noch keinesfalls wasserfrei. Im Innern ist noch immer eine wasserhaltige Schicht, die nur durch die äußere Trockenschicht abgeschirmt wird, so daß man sie nach dem Warmanfühlen noch mindestens 1—2 Tage unter dem Rezipienten belassen muß, bevor man sie herausnimmt. Das Wasser im zu früh entnommenen Pilze taut sehr langsam auf, so daß man erst nach etwa 16—24 Stunden etwas merkt. Dann fällt der Pilz an den Stellen ein, wo das Wasser von innen nach außen dringt, und ist somit verloren. Es ist bitter, wenn man 4—5 Tage getrocknet hat und dann sieht, daß doch alles vergebens war. Dieser ärgerliche Fall ist mir nicht etwa nur einmal passiert und gerade bei den fleischigsten Arten!

Was wird bei diesem Trocknungsverfahren erhalten?

Zunächst einmal die Größe und Form (siehe Abb.!): Der Pilz, stark gefroren, schrumpft nicht. Wenn er naß gefroren ist, so sublimiert erst das Eis der Oberfläche ab. Man kann verfolgen, wie der Reif im Vakuum von der Oberfläche der Pilze wegsублимиert. Die äußeren Schichten werden dann trocken, während das Innere noch Eis ist und einem



*Nematoloma fasciculare* (Huds. ex Fr.) Karst.: Das gleiche Exemplar als Frischpilz (links) und nach dem Vakuum-Tiefkühl-Verfahren getrocknet (rechts). Die Erhaltung des natürlichen Habitus ist auch im Schwarzdruck gut sichtbar. — Aufn.: M. Hallermeier.

Schrumpfen unüberwindlichen Widerstand entgegensetzt. Dieses Trocknen eines harten Pilzes von außen nach innen macht das Nichtschrumpfen erklärlich. Selbstredend entstehen beim Wegsublimieren des Eises im Innern des Pilzes starke Spannungen, und es kann vorkommen, daß ein Exsikkat bei zu raschem Luftzutritt in das Vakuum unter Knistern Sprünge bekommt oder mit einem Knall gleichsam explodiert, so daß die Stücke im Rezipienten umherspringen. Solange die Pilze nicht ganz trocken sind, kommt das nicht vor. Um es bei vollkommen trockenen Pilzen, die größere Masse haben, zu verhindern, darf man die Luft nur sehr langsam zutreten lassen. Eine leichte Fältelung tritt (jedoch nicht immer) nur bei Pilzen mit einer Schleimhaut auf (z. B. *Hebeloma*). Besonders schön behalten dagegen Schleimpilze (*Myxomyceten*) und Gallertpilze (Gallertstacheling) ihre Form.

Die mikroskopische Form der Hyphen und ihr Inhalt bleiben ebenfalls erhalten. Dünnschnitte, mit Wasser benetzt, quellen nicht, wie das bei Schnitten von lufttrockenen Exsikkaten der Fall ist. So sind z. B. die Cystiden der Lamellenschneide im Schnitt in ihrer natürlichen Prallheit vorhanden, während sie bei Lufttrocknung meist knitterig oder geschrumpft sind und erst mit einem Pinsel von der Lamellenschneide mühsam hochgebürstet werden müssen, wenn man sie einwandfrei feststellen will. Eine Sprengung der Zellen beim Gefrieren oder eine Durchlöcherung der Hyphen habe ich nirgends feststellen können. Dies hängt wohl damit zusammen, daß das Hyphengeflecht Eiskristalle nur in den verhältnismäßig großen Räumen zwischen den Zellen bildet oder bilden kann, nicht aber in den Zellen.

Die Farben bleiben erhalten, soweit es sich um substanzielle Farben handelt. Farben, die wesentlich vom Wassergehalt abhängen (so bei allen hygrophanen Pilzen), schwinden natürlich, bis die reinen Substanzfarben zum Vorschein kommen. Besonders schön erscheint z. B. der fleischrote Ton bei manchen *Psathyrellen*. Diese substanzialen Farben erleiden auch beim Trocknen keine chemische Umformung. Bei bestimmten *Boletaceen* tritt der bekannte Farbumschlag von Gelb nach Blau (durch Oxydation mit dem Luft-Sauerstoff) nicht auf, wenn man ein Exsikkat anschneidet — wohl aber erscheint der Umschlag sofort, wenn man den Schnitt befeuchtet. *Corpora non agunt nisi soluta* — das Lösungswasser fehlt ja beim Exsikkat.

Gerüche schwinden natürlich, wenn es sich um sublimierbare Duftstoffe handelt. Pilzdufte, die als Zersetzungerscheinung zu gelten haben, gibt es beim Trocknen im Vakuum nicht. In einem Raum, in dem nach dieser Methode Pilze getrocknet und die Exsikkate nachher ganz offen trocken aufbewahrt werden, gibt es keinen Pilzduft. So ist z. B. das angenehme Aroma des Steinpilzes nicht vorhanden, bis das Exsikkat naß oder feucht wird und der Zersetzungsvorgang beginnt. Wenn es also im Raum nach Pilzen riecht, so ist sicher „etwas faul im Staate Dänemark“; und wenn noch nicht ganz trockene Exsikkate einzufallen beginnen, ist der Pilzduft geradezu unerträglich!

Den Geschmack der Exsikkate habe ich nur bei den Täublingen eingehender untersucht: Der scharfe Geschmack ist beim Exsikkat in der gleichen Schärfe vorhanden wie am frischen Pilz. Am deutlichsten ist er, wenn man ein Stück des Exsikkates erst in destilliertes Wasser taucht und dann untersucht, also im feuchten Medium wie bei den Farben (s. o.). Über die Erhaltung der Giftstoffe habe ich noch keine Versuche gemacht. Vielleicht bietet sich in der nächsten Zeit eine Gelegenheit zu Fütterungsversuchen mit Ratten.

Die Frage nach der Haltbarkeit der Präparate ist gleichbedeutend mit der Frage: Wie lange kann ich den wasserfreien Zustand der Präparate sichern? Die Präparate sind unbeschränkt haltbar, solange sie nicht feucht werden! Das Verblässen aller rotgefärbten Täublinge im Freien an sonnigen Stellen ist nur möglich, weil die Pilze frisch sehr wasserhaltig sind. Wasserfrei entfärben sie nicht. Übrigens ist zum Entstehen der roten Täublingsfarbe Licht geradezu die Voraussetzung. Dauernd stark beschattete Täublinge bilden an den beschatteten Stellen kein Rot aus, sondern bleiben blaß. Auch das Verblässen in der Sonne tritt (gewöhnlich) erst bei alternden Exemplaren auf. So sind die jungen Exemplare von *Russula sanguinea* auch an dauernd sonnigen Stellen schön rot, während erst beim Vergehen alternder Exemplare ein Verblässen eintritt. Ich

werde mit *Russula sardonia*, wovon ich eine größere Menge getrocknet habe, im Laufe der Zeit auch Belichtungsversuche machen, um die „Farbenechtheit“ festzustellen.

Die Aufbewahrung in den wasserklaren Kunststoffdöschen ist wohl sehr schön, hat aber auch ihre Schattenseiten. Wenn die Exsikkate unmittelbar nach der Entnahme aus dem Exsikkator vollkommen trocken in die Dosen kommen, von denen die runden so eingerichtet sind, daß sie den Eintritt der Außenluft (also der Luftfeuchtigkeit) weitgehend unmöglich machen, so halten sie sich unbeschränkt. Tritt aber Luft hinzu (beim Erwärmen dehnt sich die Dosenluft aus und entweicht, beim Abkühlen zieht sie sich wieder zusammen und saugt jetzt unter Umständen sehr feuchte Luft ein!), so kann sich der relative Wassergehalt der Dosenluft so stark erhöhen, daß die Gefäßwände feucht werden. Mit-eingedrungene Schimmelpilzsporen fangen dann an zu keimen, und nach einiger Zeit ist das ganze Präparat von einem grauen und schwarzen Schimmel überzogen und vernichtet. Es ist also nach Möglichkeit ziemlich gleichmäßige Temperatur im Sammlungsraum beizubehalten. Grelle Sonne ist darum jederzeit schädlich, weil sie die Dosenluft zu stark erwärmt, also ausdehnt und beim Zusammenziehen durch Abkühlung feuchte Luft eindringen läßt. Ich hatte z. B. einen Teil meiner Sammlung vom warmen Zimmer in den kühlen Kellerraum gebracht — Folge: Die Dosenluft zog sich zusammen, saugte die feuchte Kellerluft mit den Schimmelpilzsporen ein und verdarb mir dadurch alle Präparate, die nicht luftdicht schlossen. Ich habe dann versucht, die Präparate mit Salicylsäure einzustäuben (mit einem Parfümerzstäuber), und habe bis jetzt noch keine Infektion gemerkt. Der Alkohol verdampft sehr rasch, die Salicylsäure ändert das Exsikkat nicht, nur für chemisch-mikroskopische Untersuchungen müßte man das berücksichtigen. Ob sich allerdings die Pilzsporen durch festes Salicyl am Keimen stören lassen, ist fraglich; denn wenn eingemachte Früchte damit haltbar gemacht werden, so ist ja dort das Salicyl in den Fruchtsäften gelöst. Ich muß also das Resultat abwarten. Das ist vielleicht der wundeste Punkt der ganzen Aufbewahrung. Von der Industrie werden ja feuchtigkeitsempfindliche Sachen in Behältnissen mit Klebeband luftdicht abgeschlossen (Tropenpackung). Das wäre ein Weg, aber dann sind die Objekte einer Untersuchung nicht mehr zugänglich. Wenn die Dosen aber nicht luftdicht sind und Feuchtigkeit eindringt, dann geht in der stagnierenden Dosenluft der Verfall ungemein rasch vor sich. Ich mache gegenwärtig Versuche in Pappdosen aus porösem Material mit Deckel aus wasserklarem Kunststoff. Hier soll der Luftzirkulation ein Weg gegeben werden, ohne Pilzsporen und Insekten eindringen zu lassen. Man könnte dann durch Erwärmen bei geringem absoluten Feuchtigkeitsgehalt der Luft die relative Feuchtigkeit in den Dosen weit herunterdrücken. Pilzsporen keimen ja nur bei ziemlich hohem relativen Feuchtigkeitsgehalt der Luft. Bis jetzt haben sich die Präparate noch am besten gehalten, wenn sie ohne jede Verpackung in einem trockenen Zimmer aufbewahrt wurden. Wenn sich durch Abkühlen die relative Luftfeuchtigkeit stark erhöht (etwa im Winter), müßte man den Raum wohl erwärmen. Übrigens glaube ich, daß es genügt, wenn man die Sammlungsobjekte von Zeit zu Zeit nachsieht und dann eventuell angefangene Stücke offen in einen warmen Raum zum Trocknen stellt. In einem an sich trockenen Sammlungsraum besteht sowieso geringe Gefahr zu einem Verderb.

Nun noch die Beantwortung einer nichtmykologischen Frage: Es wurde vom Botanischen Garten in Berlin-Dahlem angefragt, ob man nach der beschriebenen Methode auch höhere Pflanzen präparieren könne. Selbstverständlich ist das möglich. Bei gewissen großblättrigen Formen kommt es allerdings zu Verkrümmungen der Blattflächen, jedoch ist diese nicht vergleichbar mit den Verkrümmungen und Kräuselungen beim einfachen Lufttrocknen. Beim Gefrieren selbst kommt es noch nicht zu diesen Verbiegungen, erst beim Trocknen im Vakuum. Das hat mich auf eine Methode gebracht, die Krümmungen ganz zu umgehen: Die zu trocknende, bereits tiefgekühlte Pflanze wird in einen Karton aus poröser, also stark gasdurchlässiger, Pappe mit trockenem, feinem Sand eingebettet. Damit der Sand nicht an der Pflanze haften bleibt, kann man das gefrorene Objekt kurz mit Wasser bestäuben, das einen Eisfilm über der Pflanze erzeugt. Dieser Eisfilm hindert eine direkte Berührung von Pflanze und Sand, bis die Pflanze vollkommen trocken ist. Der Sand fällt

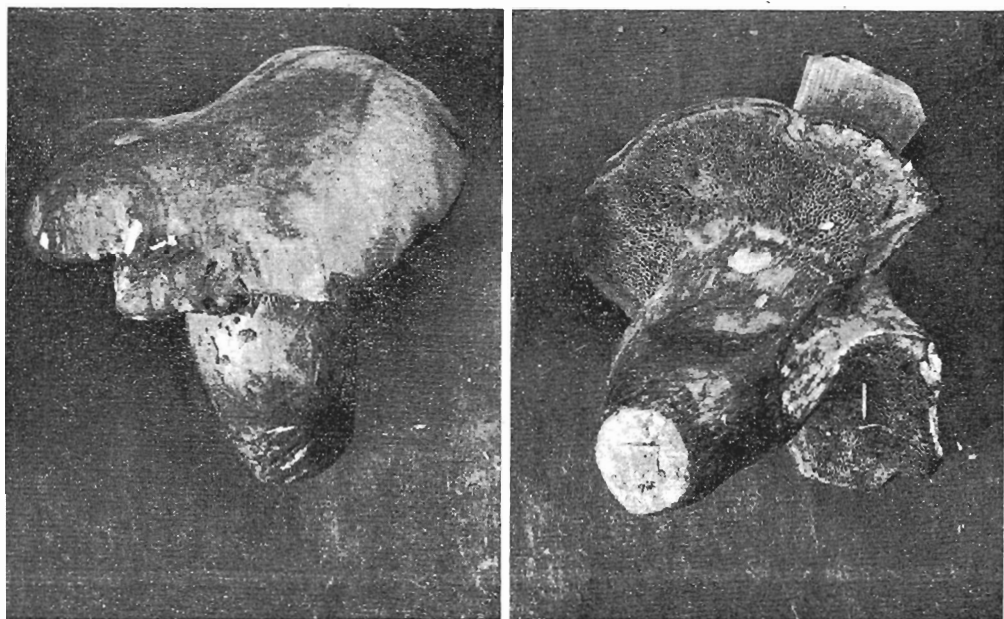
dann bei Herausnahme der trockenen Pflanze ohne weiteres vollkommen von der Pflanze ab. Dadurch dauert der Trocknungsvorgang wohl etwas länger, aber die Präparate werden von wundervoller Natürlichkeit. Eine Gefahr, daß der Sand die dünnen Blätter noch zusammendrücke, besteht nicht.

### Aus unserer Lesermappe

#### Weitere Fundstellen des Kurzsporigen Röhlings

(Vgl. hierzu unsere Zeitschrift: Bd. 23, S. 84 ff.; 24, S. 54, und 26, S. 77!)

Erst im Herbst 1960 (kurz nach dem II. Kongreß der Europäischen Mykologen) habe ich festgestellt, daß ich in meinem mykologischen Herbar zwei Belege des *Boletus rubinus* besitze! Ich habe seinerzeit diese Funde falsch bestimmt — als *Boletus piperatus* var. *amarellus* (es handelte sich um eine sogenannte Bestimmung im Feld, und ein Vergleich des Materials mit der Beschreibung der Varietät „*amarellus*“ interessierte mich damals nicht). Leider handelt es sich nicht um meine eigenen Funde. Der erste, den man als den wirklichen ersten Fund des *B. rubinus* in der ganzen Tschechoslowakei bezeichnen muß (der erste Fund im „Kapansko“ — Mähren — datiert erst vom August 1950!), liegt im nordöstlichen



*Boletus rubinus* Sm. aus Mittelböhmen, 29. VII. 1951 (Herb. myc. Herink, No. 86/51).  
Natürl. Größe. — Aufn.: J. Herink.