Marginalzellen polymorph, ellipsoid, keulenförmig, kugelförmig etc., 7–12 × 7–20 (–28) μ, oft mehrzellig (d. h. Zellenketten, genau wie »Kakteen mit Seitentrieben«) und bis 60 μ vorragend, stellenweise gehäuft. In Neutralrot zeigen sie grobe, dunkelpurpurrote bis purpurschwarze Bläschen.

Lamellentrama auffallend weich, so daß sie nach dem Schneiden untermischt erscheint.

Subhymenium mit mehreren recht großen und fast rein kugelförmigen Zellen, darunter ein Hymenopod oder doch eine fast differenzierte Schicht aus deutlich schmäleren, periklin verlaufenden Hyphen.

Cutishyphen besonders stark zum Soliden (d. h. zur Verdickung der Wände) neigend, vor allem in den Schuppen, die somit eigentlich Pseudo-Schuppen sind, da sie aus nichts anderem als aus soliden Hyphen der Cutis bestehen.

Standort: Fichtenwaldrand mit eingestreuten Kiefern, zwischen Nadelstreu in Gruppen (insgesamt etwa 30 Exemplare). Im Sommer und Herbst. Die beiden Fundorte sind 40 km voneinander entfernt!

Fruchtkörperbildung und Luftfeuchtigkeit in Champignon-Kulturen

Von Helmut Schmidt

Mit 4 Abbildungen

An verschiedenen Champignon-Kulturen in Tiefkellern mit durchschnittlich sehr hoher relativer Feuchtigkeit der Raumluft (= Lfk. 90–100%) wurde die Fruchtkörperbildung in ihrer Abhängigkeit von der rel. Lfk. untersucht.

Die Fruchtkörper (= Frk.) entstanden auf den üblichen Champignon-Beeten mit Sandabdeckung (Abb. 1). Als Substrat diente durchweg ein sehr strohreicher Pferdemist, der dreimal präpariert worden war. Die Frk. gehörten weißen bis chremefarbenen Rassen von *Agaricus hortensis* an. Die Lfk.-Messungen wurden in Beethöhe mit einem Psychrometer ($^1/_5$°, ohne Aspiration) ausgeführt.

A. Der Einfluß von plötzlichen Änderungen der Luftfeuchtigkeit auf das Wachstum der jungen Fruchtkörper

In einer ca. 50 qm großen Anlage wurde im ersten Erntemonat folgendes festgestellt:

Datum:	rel. Lfk. in %:	Bemerkungen:
20. 5. 1951	99–100	Frk. wachsen nur sehr langsam, Beete trocknen kaum ab.
26. 5.	97–98	Elektrische Heizung; Frk. wachsen viel schneller, es wird gegossen. Sehr viele Frk.-Anlagen entstehen fast über der Sandabdeckung.
27. 5.	100	Wassereinbruch in das Kellersystem.
28. 5.	100	Heizung außer Betrieb.
29. 5. / 30. 5.	96–97	Heizung wieder in Betrieb, doppelt stark.
31. 5.	ca. 93	Dampfheizung neben doppelter elektrischer Heizung.

Datum:	rel. Lfk. in %:	Bemerkungen:
1. 6.	93–96	Nur noch elektrische Heizung; Frk. über oder direkt an der Oberfläche beginnen in ihrem Anlagenstadium abzusterben; neue entstehen fast unter dem Sand.
2. 6.	96,7	Lfk. in etwa 1 m Höhe über den Beeten.
	93,5	Lfk. in Beethöhe an ungeschützter Stelle; Frk. abgestorben.
	97	Lfk. an geschützter Stelle zwischen Doppelbeet; Frk. leben noch, wachsen aber gehemmt. Neue Frk. entstehen halb unter der Sandabdeckung, während die alten vor dem 27. 5. fast über dem Sand entstanden waren.

Abb. 1: *Agaricus hortensis* (Cooke) Pilát. Kultur mit durchschnittlich 98% rel. Luftfeuchtigkeit. Die vertiefte Beetmitte bringt den besten Ertrag! Beetbreite etwa 1 m; Substrat Pferdemist. – Aufn. H. Schmidt –

Die Luftfeuchtigkeit lag in diesem Keller immer bei 100% (Nebel, entstehend durch Abkühlung feuchtwarmer Außenluft im Keller) oder auch knapp darunter; die Beete trockneten nicht ab, und das Fruchtkörperwachstum wie auch die Bildung neuer Frk. gingen nur schleppend vor sich. Es wurden deshalb abgeschirmte elektrische Heizkörper im Keller aufgestellt, so daß in Beethöhe die Lfk. je nach Lage auf 97–98% absank. Alle zwei Tage konnte nun gegossen werden. Die vorhandenen Frk. wuchsen darauf bedeutend schneller, und sehr viele Frk.-Anlagen bildeten sich fast über oder direkt an der Oberfläche des Abdecksandes. Dann erfolgte ein plötzlicher Wassereinbruch in die Kellerungen, was für zwei Tage eine völlige Sättigung der Raumluft mit Wasser zur Folge hatte. Die Frk. erlitten jedoch hierdurch keinen Schaden. Nach der Beseitigung des Wassers wurde mit der doppelten Energie elektrisch geheizt, und die Lfk. sank infolge-

dessen etwas ab. Nach zwei Tagen wurde die Dampfheizung für etwa 5 Stunden in Betrieb gesetzt, um diejenigen Kellerteile, die mit Wasser bedeckt waren, energisch abzutrocknen. Die relative Luftfeuchtigkeit sank hierbei in kurzer Zeit stark ab. Nach weiteren zwei Tagen, nachdem die früheren Bedingungen wiederhergestellt worden waren, zeigte sich, daß an einer ungeschützten Stelle am Mitteleingang alle Frk.-Anlagen abgestorben waren, wogegen etwa einen Meter weiter zwischen einem Doppelbeet die zur gleichen Zeit entstandenen Frk.-Anlagen noch lebten (und auch groß wurden). Man bemerkte ferner, daß neue Frk. jetzt halb unter der Sandabdeckung im Entstehen begriffen waren.

Die Raumtemperaturen waren selbstverständlich während der Beobachtungszeit ebenfalls gewissen Schwankungen unterworfen; sie lagen zwischen 13 und 14°C. Der reine Temperatur-Einfluß soll hier jedoch nicht weiter berücksichtigt werden, da die Änderungen nur innerhalb eines Grades lagen und Temperatur und Luftfeuchtigkeit in ihrer Wirkung auf den Fruchtkörper bis zu einem gewissen Grade unlösbar miteinander verknüpft bleiben. Die Ursache hierfür liegt u. a. darin, daß die Einwirkung einer bestimmten Luftfeuchtigkeit auf den feuchten Pilz stets mit einer entsprechenden Abkühlung an diesem durch Wasserverdunstung Hand in Hand geht. (Die psychrometrische Bestimmung der Luftfeuchtigkeit beruht bekanntlich auf der Feststellung der zwischen einem trockenen und einem feuchten Thermometer eintretenden Temperaturdifferenz. Das feuchte Thermometer, das dem Frk. entspricht, ist nur bei völlig gesättigter Luft mit dem trockenen gleich, sonst aber stets kälter.) Es wird Spezialuntersuchungen in Klimakammern vorbehalten bleiben, welche Relationen zwischen den beteiligten Faktoren die Endwirkung am stärksten beeinflussen.

Läßt man die Temperatureinflüsse unberücksichtigt, so zeigte sich in dieser Kultur also, daß

1. eine Senkung der rel. Lfk. von 99–100% auf 97–98% das Wachstum der bestehenden Frk. nicht hindert, sondern fördert sowie die Bildung neuer Frk.-Anlagen begünstigt;
2. eine Erhöhung der Lfk. von 97–98% auf 100% dem Leben der Frk. nicht schadet, das Frk.-Wachstum aber subjektiv langsamer vor sich geht;
3. eine Senkung der Lfk. von 97–98% auf 96–97% die bestehenden Frk.-Anlagen nicht abtötet, neue jedoch schon etwas tiefer in der Sandabdeckung entstehen läßt;
4. eine Senkung der Lfk. von ca. 98% auf ca. 93% selbst bei rel. kurzer Dauer die bestehenden Frk.-Anlagen, die ungeschützt fast über der Abdeckung entstanden sind, zum Absterben bringt.

Zycha (1939) erwähnt die Beobachtung über das plötzliche Absterben von Frk.-Anlagen in Champignon-Kulturen und macht dafür die Änderungen der Transpirationsverhältnisse verantwortlich. Hier zeigte sich nun in diesem Sinne, daß bereits eine Änderung der rel. Lfk. in der Größenordnung von 5% zur trockenen Seite hin genügt, um eine den jungen Frk.-Anlagen offensichtlich unerträgliche Transpirationssteigerung hervorzurufen.

Ähnliche Feststellungen konnte ich auch in anderen Kulturen machen, jedoch muß betont werden, daß für das Absterben von Frk.-Anlagen nicht nur Änderungen der Lfk. in Betracht kommen. So beobachtet man oft am Ende der einzelnen Wachstumsphasen (»Flüge«) bei der Edelpilz-Kultivierung ebenfalls ein Eingehen der noch nicht zur Entwicklung gelangten Frk.-Anlagen. Es kann sich aber auch um eine während dieser Zeit herrschende besondere Empfindlichkeit der verbliebenen Anlagen handeln. Auch durch rasch sich im Beet entwickelnde Krankheiten (*Myceliophthora lutea*) können, wie ich gefunden habe, plötzlich viele Frk.-Anlagen absterben, was sich in einer leicht bräunlichen Verfärbung und einem Weichwerden junger Frk. äußert.

B. Der Einfluß einer bestimmten relativen Luftfeuchtigkeit auf die Art und Weise der Fruchtkörper-Entstehung

Die folgenden Zusammenhänge ergaben sich aus jungen Kulturen, die noch im Anfang der 3-monatigen Ernteperiode standen:

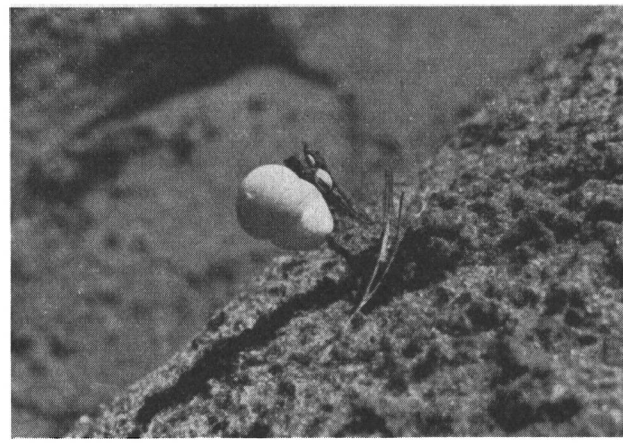

Abb. 2: *Agaricus hortensis* (Cooke) Pilát. Fruchtkörperbildung an einem aus dem Beet herausragenden Strohhalm bei 99–100% rel. Luftfeuchtigkeit. Nat. Größe. – Aufn.: H. Schmidt –

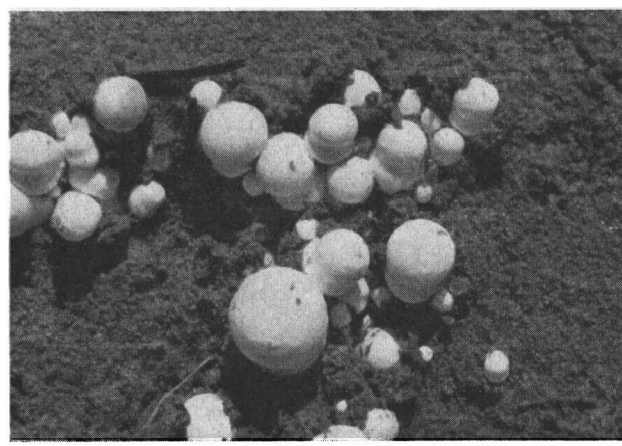

Abb. 3: *Agaricus hortensis* (Cooke) Pilát. Fruchtkörperbildung bei 96,7% rel. Luftfeuchtigkeit. Etwa ½ nat. Größe. – Aufn.: H. Schmidt. –

Lfk. (meist Nebel)	100%	Die Frk. entstehen meist ganz über der Sandabdeckung der Beete (Sandstärke etwa 1 cm) bzw. dem Substrat, oft mit ± starken »Watte«-Bildungen am Stielgrund; Hyphenkomplexe wachsen in die Luft hinein und verdichten sich dort zu Frk.-Anlagen (Abb. 2).
	99%	Die Frk. entstehen direkt an der Oberfläche.
	98%	Die Frk. entstehen fast über dem Sand und sind etwa ab 2 mm Durchm. sichtbar; sie heben keine Sandreste mit empor.
	97%	Die Frk. entstehen wenig unter dem Sand, sind etwa ab 5 mm Durchm. sichtbar und heben geringe Sandreste mit empor (Abb. 3).
	96%	Die Frk. entstehen halb unter dem Sand und heben stets Sandreste mit empor.
unter	94%	Die Frk. entstehen stets ganz unter der 1-cm-Sandschicht.

In sehr alten Kulturen verwischt sich das dargelegte Schema teilweise, da infolge des wohlausgebildeten Versorgungsnetzes (Myzelstränge) der junge Frk. besser versorgt werden kann und somit sicherlich von äußeren Bedingungen weniger abhängig ist als in jüngeren Kulturen. In diesen ist die Organisation zur Versorgung der Frk. mit Nährstoffen und Wasser erst im Entstehen begriffen und noch schwach entwickelt. Jene relative Unabhängigkeit äußert sich auch in einer geringeren Empfindlichkeit gegenüber plötzlichen Änderungen der Lfk. und damit der Transpiration während der Frk.-Bildung in älteren Kulturen.

Da bewegte Luft eine höhere Verdunstung von Wasser aus Substrat und Hyphen bewirkt als unbewegte gleichen Feuchtigkeitsgehaltes, beobachtet man je nach der Stärke der Bewegung ebenfalls eine gewisse Verschiebung des obigen Schemas nach der trockenen Seite hin. In gleicher Weise wirkt Wärmestrahlung.

Hält man bei geringer Lfk. die Oberfläche des Substrates dauernd naß, so will das Myzel ebenfalls über der Substratabdeckung zur Frk.-Bildung schreiten, weil sich im Sand bis zur Substratoberfläche nur wassergesättigte Luft befindet; die jungen Frk.-Anlagen wachsen aber nicht weiter und sterben ab, während laufend neue entstehen, denen es ebenso geht. Dagegen bilden sich unter sonst gleichen Bedingungen, aber ohne Naßhaltung der Oberfläche, in der Tiefe des Substrates – hinreichenden Wassergehalt vorausgesetzt – durchaus normale Fruchtkörper. Solche »Maulwürfe« entstehen jedoch auch bei zu lockeren Beeten, bzw. wenn aus irgendwelchen Gründen die äußere Beetschicht nicht vom Myzel durchwachsen worden ist.

Auf unabgedeckten Beeten geht die Frk.-Bildung analog vor sich: Je geringer die Luftfeuchtigkeit, desto tiefer im Substrat bzw. unter der Oberfläche entstehen die Frk.-Anlagen. Diese Verhältnisse kann man auch in der freien Natur öfter beobachten.

C. Die allgemeine Wirkung der Luftfeuchtigkeit auf den Pilz

Die Lfk. ist für einen wasserhaltigen Körper dadurch bedeutungsvoll, daß die Luft dem Körper bei geringerem eigenen Festhaltevermögen des Wassers zwangsläufig Wasser entzieht (= Saugkraft, Sgk.), falls die Luft ungesättigt ist und eine größere Sgk. aufweist. Ist es umgekehrt, so entzieht der betreffende Körper der Luft Wasser, bis sich ein Gleichgewicht eingestellt hat.

Entsprechend den osmotischen Gesetzmäßigkeiten müssen die Saugkräfte der Pilzhyphen bzw. der Myzelien immer etwas höher sein als die des Substrates, da sonst kein Wasser und damit keine Nährsalze aufgenommen werden können. Die Hyphen können jedoch nur sehr begrenzte Saugkräfte entwickeln; sie betragen im Normalfall, wie Ursprung und Blum bereits 1925 gezeigt haben, 5–10 Atmosphären und können maximal vielleicht 20 At. erreichen.

Es ist in diesem Zusammenhang interessant zu wissen, daß Luft mit 75% rel. Feuchtigkeit bereits eine Saugkraft von ca. 370 At. (!) aufweist und die möglichen 20 At. der Pilzhyphen schon von ca. 98,5% rel. Lfk. kompensiert werden. Denn diesen osmotischen Wert erreicht die Luft schon, wenn ihr nur 1,5% an der vollen Sättigung mit Wasser fehlen.

Eine einzelne Hyphe mit einem Durchmesser von ca. 50 μ (= 0,05 mm) und ohne jeden Transpirationsschutz wird sich deshalb nur in einem Medium in Tätigkeit befinden können, das entweder geringere oder etwa gleiche Saugkräfte hat wie sie selbst. Die Hyphe vertrocknet sonst schneller, als sie Wasser nachsaugen kann. Schließen sich jedoch viele Hyphen zu einem Komplex zusammen wie z. B. zu einer Frk.-Anlage (Abb. 4), so kommen immer nur die jeweils äußeren mit dem betreffenden Medium in Berührung. Der Wasserverlust der Gesamtheit in seiner Wirkung auf jede einzelne Hyphe des Komplexes ist bedeutend geringer: Die Frk. der Pilze können von einer gewissen Größe ab in einem Medium weiterentwickelt werden, das höhere Saugkräfte aufweist, als die einzelnen Hyphen entwickeln und vertragen können. Durch die damit eintretende Transpiration erhöhen sich die Saugkräfte der Frk.-Hyphen etwas gegenüber denen der Myzel-Hyphen, und die mit dem stärker angesaugten Wasser rascher herangeführten Nährstoffe gestatten ein schnelleres Frk.-Wachstum. Wird die Sgk. der Luft zu hoch, so vertrocknen zuerst die Hyphen der Oberfläche und bilden automatisch eine Schutzschicht um den Kern. Da diese tote bzw. nicht mehr wachsende Hyphenschicht sich kaum dehnt, bekommt sie mit dem weiteren Wachstum der darunter befindlichen Substanz bald Risse, und man beobachtet – besonders, wenn die Oberflächenschicht gefärbt ist – mehr oder weniger starke Schuppenbildung. Bei sehr starker Verdunstung vertrocknet nach einiger Zeit der ganze Frk., während neue nicht gebildet werden können.

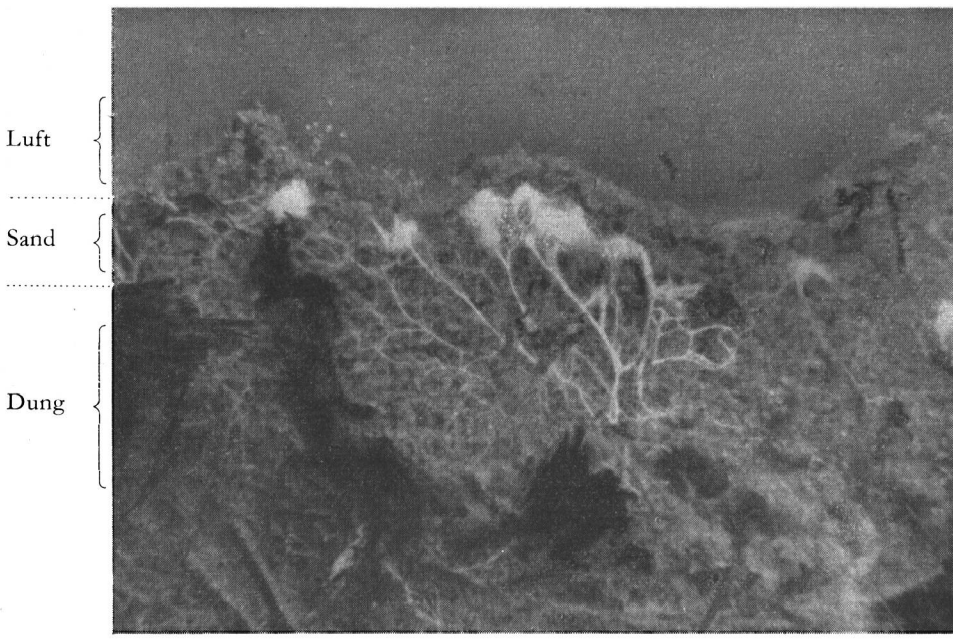

Abb. 4: *Agaricus hortensis* (Cooke) Pilát. Erste Ausbildung von Fruchtkörperanlagen innerhalb der Sandbedeckung. Aus dem vom Myzel durchzogenen Substrat (unteres Bilddrittel) wachsen Myzelstränge in die darüber befindliche Sandschicht hinein (Mitte) und bilden nur 3–5 mm unter der Sandoberfläche die Frk.-Anlagen. Das Bild wurde durch die Glaswand eines Versuchsgefäßes im Laboratorium aufgenommen und zeigt die völlig unberührten Verhältnisse der Frk.-Entstehung. Vergr. 2,2:1.
– Aufn.: H. Schmidt –

Die eigentümliche Beobachtung, daß Frk.-Anlagen bei einer Änderung der Lfk. (etwa durch Temperaturerhöhung, Zugluft oder ähnliches) absterben müssen, während unter den gleichen Bedingungen andere, neu entstandene, bestes Wachstum zeigen, erklärt sich zwanglos aus den osmotischen Verhältnissen: Die Frk. können, wie oben dargelegt, erst von einer gewissen Größe ab in einem Medium höherer Sgk. wachsen. Sie entstehen – auf die Sgk. des Myzels bezogen – immer in einer Zone geringerer, gleicher oder nur sehr wenig höherer Saugkraft. Rückt diese Zone infolge stärkerer Verdunstung (durch erhöhte Sgk. der Luft) tiefer nach innen, so werden alle Anlagen bis zu einer gewissen kritischen Größe, die durch die Sgk. und Wasseraufnahme- bzw. -leitungs-Fähigkeit des versorgenden Myzelsystems bestimmt ist, absterben müssen, während neue Anlagen unter den für sie günstigen (aber nur noch in anderen, meist tieferen Schichten herrschenden) Bedingungen entstehen.

Indem der Praktiker seine Beete mit einer Sandschicht oder entsprechendem anderen Material zudeckt, deren Saugkraft er durch dauerndes Anfeuchten möglichst niedrig hält, sorgt er für die Stetigkeit jener Schicht. Feuchtet man dementsprechend ohne Bedeckung das Substrat unmittelbar an, so beobachtet man ebenfalls Frk.-Bildung. Durch die dauernde Nässe siedeln sich aber bald Fäulnisbakterien, Fremdpilze und andere schädliche Organismen auf dem Kompost an, die den Zuchtchampignon mit der Zeit hemmen. Ferner hindert diese feuchte Schicht, die durch den reichen Kolloidgehalt des Düngers sehr schmierig und verklebt wird, die Durchlüftung des Substrates. Aus diesem Grunde wird auch die Abdeckung öfter nur leicht besprengt, um lediglich die Wassermenge zu ersetzen, die in der Zwischenzeit verdunstet ist – genügenden Wassergehalt des darunter befindlichen Substrates vorausgesetzt.

Literatur:

Ursprung und Blum: Über die Saugkraft und Wasserversorgung einiger Hutpilze. Zentralblatt f. Bakt., Abt. II, **64**/445 (1925).

Pieschel, E.: Über Transpiration und Wasserversorgung der Hymenomyceten. Bot. Arch. **8**/64 (1924).

Zycha, H.: Mykologische Grundlagen der Champignon-Kultur. Angew. Bot. **21**/46–59 (1939).

Forschungs- und Erfahrungsaustausch

Eine Düngerlingvergiftung in Bremen

Von W. Neuhoff

Vergiftungen durch die schwarzsporigen Düngerlinge (*Panaeolus*) kommen anscheinend nur selten vor. Bekanntgeworden sind bisher vereinzelte Fälle aus Nordamerika und England. Die Schilderung des Krankheitsverlaufes geht im wesentlichen zurück auf Louis C. C. Krieger – »A popular guide to the higher fungi (mushrooms) of New York State«, 1935, S. 147 –, der die Symptome als ähnlich denjenigen einer Alkoholvergiftung beschreibt: Schwierigkeiten beim Stehen und Gehen, unzusammenhängendes und unangebrachtes Reden und Lachen, visionäres Schwanken oder Tanzen von Gegenständen der Umgebung. Hinzu kommen bemerkenswerte Halluzinationen prachtvoller Farbenzusammenstellungen. Äußerlich besonders auffallend sind die geröteten Augen und die Erweiterung der Pupillen.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Zeitschrift für Pilzkunde

Jahr/Year: 1958

Band/Volume: 24_1958

Autor(en)/Author(s): Schmidt Helmut

Artikel/Article: FruchtkörperbHdung und Luftfeuchtigkeit in Champignon-Kulturen 81-87