

567

Sonderdruck aus der Fachzeitschrift

„Der Champignon“

1000 Berlin 12 · Schlüterstraße 39

Jahrgang 9, Nr. 93, Berlin, Mai 1969



VORTRAG

anlässlich der Jahreshauptversammlung
des Bundes Deutscher Champignonzüchter e. V.
vom 25.—26. Oktober 1968 in Aachen
gehalten von W. HUHNIKE

Aus dem
Max-Planck-Institut für Kulturpflanzenzüchtung,
Hamburg-Volksdorf
Direktor: Prof. Dr. R. v. Sengbusch

**Champignonanbau auf nicht
kompostiertem Nährsubstrat**

W. HUHNIKE, R. v. SENGBUSCH

Von allen Faktoren, die die Ertrags-
höhe und damit den Erfolg einer
Champignonkultur beeinflussen, ist
das Nährsubstrat am stärksten betei-
ligt. Von seiner Zusammensetzung,
seinem Nährstoffgehalt und dem Frei-
sein von Konkurrenzorganismen und
Schädlingen wird die Pilzernte in er-
ster Linie und entscheidend beeinflusst.

Bis heute sind in aller Welt für den
Champignonanbau Nährsubstrate ge-
bräuchlich, die durch einen mikrobiolo-
gischen Prozeß, die Kompostierung,
zu einem ertragsfähigen Nährkompost
aufbereitet werden. Dies gilt sowohl
für das klassische Substrat Pferdemist,
als auch für alle übrigen kompostier-
ten organischen Substratgrundstoffe,
wie Stroh verschiedenster Getreide-
arten, Heu, Mais, Holzspäne oder an-
dere Zelluloserohstoffe.

Vom richtigen und optimalen Ver-
lauf dieser mikrobiologischen Präpara-
tion ist der Ertragserfolg bei allen
Nährkomposten abhängig. Zur Beherr-
schung der vielfältigen komplexen
mikrobiologischen Vorgänge sind theo-
retische Kenntnisse, große Erfahrungen
und Können unbedingt erforder-
lich.

Aufgrund der qualitativ sehr unter-
schiedlichen Substratrohstoffe, sowie
zusätzlich durch das Einwirken der
ständig wechselnden Umweltbedin-
gungen im Laufe der Jahreszeiten, er-
geben sich häufig Schwierigkeiten und
Unsicherheiten bei der Kompostie-

rung. Die Folgen sind Ertragsschwan-
kungen, die manchmal bis zum totalen
Mißerfolg gehen.

Im Max-Planck-Institut Hamburg-
Volksdorf hatte man sich deshalb in
der Arbeit am Champignonanbau das
Ziel gesetzt, durch die Entwicklung
neuer Verfahren der Nährsubstatauf-
bereitung die Champignonkultur aus
den Unsicherheiten und Risiken des
Anbaues auf kompostiertem Nährsub-
strat zu lösen. Ein ganz neuer Weg
wurde eingeschlagen. Die mikrobiolo-
gische Kompostierung des Nährsub-
strats wurde abgelöst durch die Ent-
wicklung eines sichereren Verfahrens
der Nährsubstataufbereitung auf ster-
iler Grundlage.

Bisher hatten alle Fachleute der
Welt geglaubt, daß die mikrobiologi-
sche Präparation unbedingte Voraus-
setzung für ein ertragsfähiges Cham-
pignon-Nährsubstrat sei.

TILL (9, 10, 11) erbrachte in seinen
ersten Versuchen (1961) den Beweis,
daß bei Einhaltung bestimmter Vor-
aussetzungen die Kompostierung zur
Erzielung eines Fruchtkörperertrages
durchaus entbehrlich ist. Durch Sterili-
sierung seines nach Rezept hergestell-
ten Nährsubstrats schaltete er die Tä-
tigkeit von Mikroorganismen absolut
aus. Nach anschließender steriler Be-
impfung und bei Myzelanwuchs unter
sterilen Bedingungen konnte er in
Weckgläsern Pilze ernten. Seine er-
sten Ergebnisse wurden zur Grund-

lage des nach ihm benannten Verfahrens.

Nach TILLs Tod wurden vom Arbeitskreis HUHNEKE, LEMKE und von SENGBUSCH die von TILL in Laborversuchen erzielten Ergebnisse in Richtung zur praktischen Anwendbarkeit hin weiter entwickelt.

Die Versuche der 2. Phase in 5-kg-Plastik-Substratbehältern erbrachten bereits Durchschnittserträge von 12 kg/m² bei 50 kg Substrat je Quadratmeter, gleich 24 % Pilzausbeute vom Substrat-Feuchtgewicht.

An der Ertragssteigerung war die Anwendung der nachträglichen Aufwertung des Nährsubstrats nach dem Durchspinnen mit eiweißhaltigen Zusatzstoffen (6, 7) besonders beteiligt. Das TILL-Verfahren ist für hohe Aufwertungsmengen von 5 % und mehr Baumwollsaatmehl besonders geeignet.

Außerdem ergaben erfolgreiche Versuche mit der Wiederverwendung von abgetragenen Substrat (8, 10, 11) nach erneuter Sterilisierung eine weitere zusätzliche Nutzungsmöglichkeit des Verfahrens.

Über diese positiven Ergebnisse der 2. Phase ist in Veröffentlichungen berichtet worden (1). Sie waren begründeter Anlaß für die Weiterentwicklung des Verfahrens.

Durch Erstellung größerer technischer Einrichtungen und Umbauten im Champignon-Kulturhaus des Max-Planck-Instituts wurden die Voraussetzungen geschaffen, um das Verfahren aus den Modellversuchen des Labors in praxisähnliche Verhältnisse und Größenordnungen zu übertragen. In der 3. Phase (2) sollte bewiesen werden, daß die in der Laborstufe erreichten Pilzerträge auch unter Praxisverhältnissen möglich sind.

Die sterilisierte Nährsubstratmenge wurde mit 10-Liter-Plastikgefäßen auf 1,5 Tonnen täglich gesteigert. Innerhalb von 5 Tagen konnte in der Woche ein Kulturraum mit 7,5 t Substrat in etwa 300 Kulturkisten mit je 1/2 m² zu je 25 kg Substrat gefüllt werden. Im Zusammenwirken verschiedener Verfahrensverbesserungen wurden die

Ertragsergebnisse der Laborstufe nicht nur bestätigt, sondern konnten darüber auf 17,5 kg/m² bei 50 kg Feuchtsubstrat je m² gesteigert werden; d. h. es wurden 35 % abgeschnittene Pilze (15 % Schnittverlust) vom eingesetzten Substrat-Feuchtgewicht geerntet.

Damit war der Beweis erbracht, daß mit nichtkompostiertem, stattdessen sterilisiertem Nährsubstrat auch unter praxisähnlichen Verhältnissen hohe Ertragsleistungen erreicht werden können, die über denen der zu vergleichenden durchschnittlichen Erträge der allgemeinen Praxis liegen.

Einer praktischen Anwendung des Verfahrens standen jedoch noch die zur Sterilisierung und für den Anwuchs benutzten vielen unrationellen 10-Liter-Plastikgefäße entgegen.

Zur weiteren Rationalisierung des Verfahrens wurden deshalb in der 4. Phase die vielen kleinen Plastikbehälter durch 200-Liter-Stahlblechfässer ersetzt (3). Diese Großbehälter ermöglichen das Einmischen der Brut durch Rollen und haben Sondereinrichtungen zur aktiven, sterilen Belüftung. Eine Verkürzung der Anwuchszeit auf drei Wochen und wesentliche Arbeitseinsparungen beim Füllen, Entleeren und beim Transport wurden damit erreicht. Die hohen Pilzausbeuten der Vorstufe mit 35 % vom Substrat-Feuchtgewicht wurden auch in dieser letzten Phase erzielt und damit die Brauchbarkeit des Verfahrensprinzips erneut bestätigt.

Bei dem derzeitigen technischen Stand kommt das Verfahren der praktischen Pilzproduktion bereits sehr nahe. Es bedarf allerdings weiterer intensiver Entwicklungsarbeit, um es in eine endgültige ökonomische, industrielle Großproduktion zu überführen.

Es liegen bereits Pläne vor für die Vervollständigung der Mechanisierung bei der Substrat-Aufbereitung sowie zur Rationalisierung der Sterilisierung durch kontinuierlich arbeitende Autoklaven, oder mit chemischen Entkeimungsverfahren (4), die im Laborversuch bereits erfolgreich erprobt wurden.

Leistungssteigerungen sind noch möglich, und die bisher erzielten Erfolge würden weitere Anstrengungen rechtfertigen. Zu diesem Zeitpunkt stellte sich aber die Frage, ob die großen Anforderungen, die eine so hoch entwickelte Verfahrenstechnik an das Können und die Finanzkraft der Praktiker stellt, nicht seiner breiteren Anwendung im praktischen Anbau im Wege stehen. Da sind einmal die höheren Investitionskosten, die bei den technischen Einrichtungen, den Maschinen und den Spezialräumen erhebliche Mehraufwendungen benötigen und es sind die hohen Anforderungen an die Ausbildung und das Können des unter sterilen Bedingungen arbeitenden technischen Personals, welche die Einführung des Verfahrens in die Praxis erschweren. Dazu kommt noch die eigene sterile Brutherstellung, die mit dem Verfahren gekoppelt ist und damit weitere große Ansprüche stellt.

Es wären nur wenige ausgesuchte Betriebe, die in der Lage sind, die Voraussetzungen zu erfüllen, um Champignonanbau nach dem TILL-Verfahren zu betreiben.

Der Champignonanbau, der in dieser Form als die „Hohe Schule“ der Champignonkultur bezeichnet werden könnte, wird gegebenenfalls später in einer industriell weiter entwickelten Wirtschaft der Zukunft seine Bedeutung erhalten.

Im Max-Planck-Institut wurden aus diesen Überlegungen heraus die Konsequenzen gezogen und in der Folge die Weiterentwicklung des TILL-Verfahrens in der bisherigen Form zurückgestellt. An dessen Stelle wurde die Entwicklung eines neuen Verfahrens (5) eingeleitet, das unter Einbeziehung von sterilisiertem TILL-Substrat im weiteren Verfahrensablauf wesentliche Änderungen und Vereinfachungen aufweist, ohne die hohen Ansprüche des TILL-Verfahrens. Ein abgeändertes Verfahren soll einer breiteren Praxis die Möglichkeit eröffnen, die Vorteile des Champignonanbaues auf nicht-kompostiertem Nährsubstrat zu nutzen.

Die Neuentwicklung geht von der bekannten feststehenden Tatsache aus,

daß bei der normal üblichen Kompostierung geeignete spezifische Mikroorganismen außer den stofflichen Um- und Neubildungen die ebenso wichtige wie bevorzugte Aufgabe haben, durch ihre Anwesenheit und Lebens-tätigkeit andere parasitische und pathogene niedere Konkurrenzorganismen des Champignons zu verdrängen und dem Champignon die Vorherrschaft im Nährsubstrat zu sichern.

Die Erkenntnis, daß die geeigneten spezifischen thermophilen Mikroorganismen im Substrat sich dem Champignon gegenüber tolerant verhalten, aber gleichzeitig die Konkurrenzorganismen des Champignons abwehren, wurde zur entscheidenden Grundlage für ein neues Verfahren.

Die Ausgangsbasis dafür ist das beim TILL-Verfahren bereits bewährte Nährsubstrat gleicher Zusammensetzung (Tab. 1). Das Rohsubstrat wird

Tabelle 1
Zusammensetzung von TILL-Substrat:

Stroh-Häcksel	22 %
Stroh-Schrot	20 %
Torf	16 %
Sojamehl, entfettet	5 %
Baumwollsaatmehl	5 %
Luzernemehl	10 %
Calciumkarbonat	22 %
<hr/>	
Trockenmasse	100 %
	= 30 % Trocken-
	masse + 70 % Wasser
	<hr/>
	100 %
	<hr/>

wie bisher mechanisch aufbereitet; d. h. zerkleinert, gemischt und befeuchtet (Abb. 1). Im Anschluß wird es wie beim TILL-Verfahren durch Sterilisieren im Autoklaven keim- und schädlingfrei gemacht. Mit dieser Vernichtung aller im Substrat vorhandenen Konkurrenzorganismen und Schädlinge endet aber auch gleichzeitig die sterile Phase bei dem neuen Verfahren.

Alle anschließenden Arbeiten und weiteren Behandlungen können jetzt offen und brauchen nicht unter strengen sterilen Bedingungen des TILL-Verfahrens durchgeführt werden.

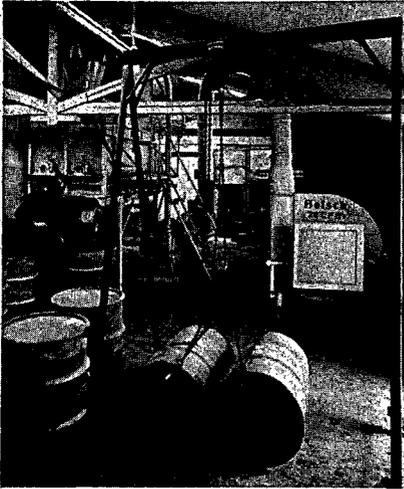


Abb. 1 Maschinenanlage zur Aufbereitung von TILL-Substrat

Diese entscheidende Vereinfachung wird ermöglicht durch die konsequente Ausnutzung des bereits genannten antibiotischen Effekts, der von der Tätigkeit Champignon-toleranter thermophiler Mikroorganismen ausgeht. Um diesen wichtigen Effekt einzuleiten und für das Verfahren nutzbar zu machen, wird das Nährsubstrat nach dem Sterilisieren mit den spezifischen Mikroorganismen beimpft und im sofortigen Anschluß einem gesteuerten und kontrollierten Fermentationsprozeß unterzogen. Die hier angewandte Fermentation ist keine Präparation im Sinne der Kompostierung oder Pasteurisierung; denn der Aufschluß von Cellulose oder die Umwandlung von Nährstoffen, insbesondere von anorganischem Stickstoff in Eiweiß, ist beim TILL-Substrat nicht erforderlich. Ebenso ist die Eliminierung von Schädlingen der Mikrofauna und Mikroflora nicht mehr notwendig, weil diese ja bereits durch die Sterilisierung wirkungsvoll und total vernichtet wurden. Unsere Fermentation dient dem einzigen bevorzugten Zweck, die Anfälligkeit des sterilisierten TILL-Substrats gegen Infektion aufzuheben.

Die während der Fermentation sich optimal entwickelnden eingepfiffen Mikroorganismen verleihen dem Substrat durch ihre während des Prozesses entstehenden Stoffwechselprodukte, Enzyme und andere, eine selektive antibiotische Schutzwirkung, so daß es nach beendeter Fermentation gegen spätere unerwünschte Infektionen immunisiert ist.

Der angewandte Fermentationsprozeß ist im Vergleich zum normalen klassischen Kompostieren einfacher, sicherer und wirkungsvoller.

Beim klassischen Kompostierungsprozeß steht im Substrat am Anfang stets eine anonyme Mischung von nützlichen und ungeeigneten Mikroorganismen und Schädlingen nebeneinander, die sich zunächst in einem regellosen, unkontrollierten Konkurrenzkampf untereinander befinden. Erst durch arbeitsaufwendige Manipulationen, wie Umsetzen, Lockern, Verfestigen, Lüften, Düngen, Wässern, wird die Präparation im Kompoststapel in bestimmte geordnete Bahnen gelenkt. Mit fortschreitendem Kompostierungsprozeß tritt dann allmählich die erwünschte Selektion ein. Die nützliche Mikroflora bekommt die Oberhand und die Schädlinge werden zurückgedrängt.

Im Gegensatz dazu erfolgt der Start bei dem neuen Verfahren unter günstigeren Voraussetzungen. In dem durch das Sterilisieren bereits keim- und schädlingfrei gemachten Substrat können die vorkultivierten und selektierten Mikroorganismen sofort aktiv werden und die beabsichtigte Fermentation unmittelbar positiv einleiten. Der ganze Prozeß läuft deshalb auch risikoloser und ohne die genannten aufwendigen Manipulationen in wesentlich kürzerer Zeit ab.

Die als Impfmateriale dienenden Mikroorganismen können im Ursprung einem guteratenen und durch Pasteurisierung vollendeten Pferdemitkompost entnommen werden. Dieser fertige Kompost enthält die erwünschten selektierten Mikroorganismen und wird direkt und unmittelbar als Impfmateriale verwendet.

Oder die Mikroorganismen werden der natürlichen in der Umwelt vorhandenen Mikroflora entnommen. Dazu wird steriles TILL-Substrat zunächst mit unsteriler Luft infiziert und anschließend unter Einhaltung der spezifischen thermophilen Fermentationsbedingungen in mehrmaliger Behandlung die erwünschte Mikroflora selektiert.

Sind einmal die ersten Substrate erfolgreich fermentiert worden, kann in der Folge das jeweils fermentierte Substrat vorausgegangener Kulturen als Impfmateriale wieder benutzt werden. Bei diesem Nachbau muß allerdings eine mögliche Entartung der spezifischen Mikroflora beachtet und gegebenenfalls durch erneute Selektion bereinigt werden. Bei strikter Einhaltung der spezifischen Fermentationsbedingungen ist jedoch eine Entartung der Mikroflora so gut wie ausgeschlossen.

Die technischen und physiologischen Bedingungen bei der Fermentation kommen denen der heute allgemein üblichen Pasteurisierung sehr nahe. Die optimale Temperatur bewegt sich zwischen 50 und 65° C.

Zur Einhaltung aerober Verhältnisse und zum Temperatenausgleich ist eine hohe Luftumwälzung, mindestens 20-fach je Stunde, besser noch höher, notwendig. Eine möglichst 100 %ige Luftfeuchte soll durch zusätzliche Luftbefeuchtung eingehalten werden.

Dagegen ist eine Wärmezufuhr mittels Dampf oder über Heizelemente meist überflüssig. Wird das Substrat mit 35° C in den Fermentationsraum eingebracht, erfolgt die weitere Erwärmung durch die einsetzende Tätigkeit der Mikroorganismen völlig freiwillig und ohne jegliche Nachhilfe. Im weiteren Verlauf des Prozesses wird meist sogar das Kühlen mit Frischluft notwendig. Der Temperaturunterschied

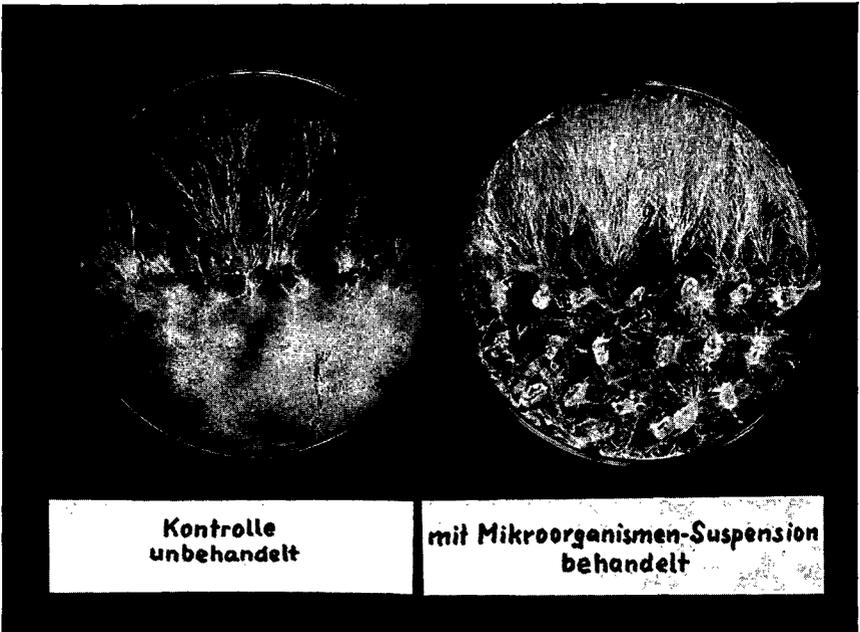


Abb. 2 Halbschalentest mit sterilisiertem, nicht fermentiertem TILL-Substrat. Rechte Schale: mit Mikroorganismen-Suspension behandelt, gesund, kräftiges Myzelwachstum. Linke Schale: unbehandelte Kontrolle, infiziert, schwaches Myzelwachstum

zwischen Substrat und der Raumluft beträgt im Höhepunkt der Aktivität der Mikroorganismen mehr als 30° C.

Im Unterschied zum gebräuchlichen Pasteurisieren von Kompost läuft der Fermentationsprozeß wesentlich schneller, in etwa 2 Tagen, ab. Eine Umsetzung oder Entfernung von Restammoniak, wie sie bei Komposten häufig nötig ist, braucht nicht stattzufinden. Ebenso sind keinerlei besondere Maßnahmen erforderlich zur Eliminierung von Schädlingen, insbesondere Nematoden, wie üblicherweise beim Pasteurisieren klassischer Komposte. Damit ist das Fermentieren beim neuen Verfahren kürzer, einfacher und risikoloser als beim allgemein gebräuchlichen Pasteurisieren.

Die Fermentation des sterilisierten TILL-Substrats bewirkt durch ihren antibiotischen Effekt die Resistenz des Substrats gegen Rückinfektion und Neuentwicklung von schädlichen Or-

ganismen. Die Vorherrschaft des nachfolgend eingemischten Champignonmyzels gegenüber solchen unerwünschten Konkurrenzorganismen ist damit gesichert (Abb. 2).

Daraus ergeben sich für die technische Verfahrensdurchführung gegenüber dem vollsterilen TILL-Verfahren einschneidende Abänderungen, die zu einer Reihe wesentlicher Vereinfachungen führen:

1. Die sterile Phase endet bereits nach dem Sterilisieren. Das Substrat kann in den nachfolgenden Behandlungen offen und unsteril weiterbearbeitet werden (Abb. 3 a, 3 b).
2. Damit entfällt von vornherein die Notwendigkeit geschlossener Spezialbehälter, sowohl zum Sterilisieren als auch während der Anwachzeit.
3. Durch den Wegfall geschlossener Sterilisierbehälter und mit der Ver-

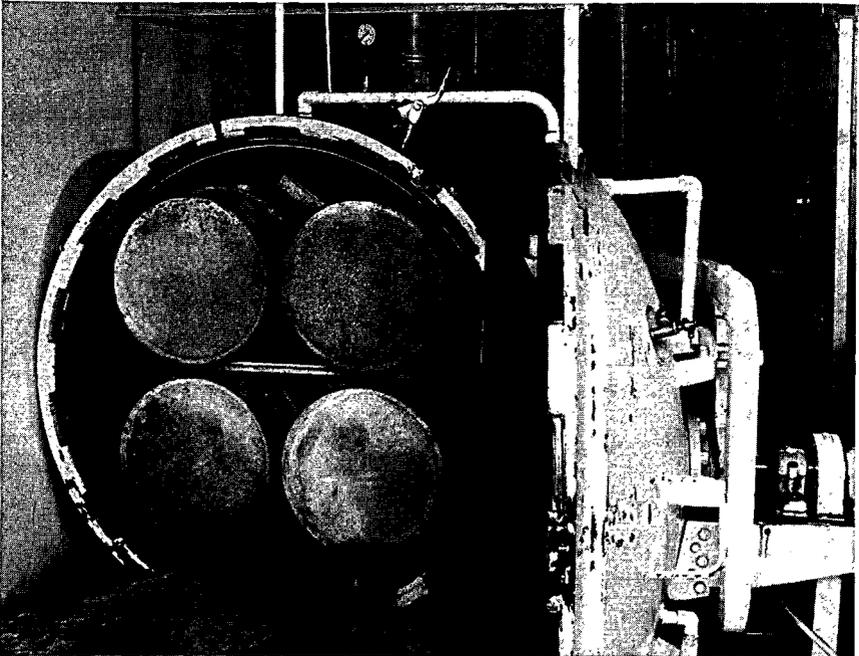


Abb. 3 Sterilisieren. a) Steriles Anbauverfahren (TILL) — geschlossene Spezialbehälter (Fässer)

wendung offener Kisten steigt die Leistung der Sterilisieranlage auf mehr als das 5fache.

4. Für das Beimpfen des fermentierten Nährsubstrats sind weder besondere sterile Impräume oder Einrichtungen noch im sterilen Arbeiten geschultes Personal notwendig. Es wird keine Spezialbrut mit Höchstanspruch auf Sterilität benötigt, sondern es kann qualitativ gute Handelsbrut gebraucht werden, die im zur Zeit gebräuchlichen Mix-Spick-Verfahren eingemischt wird (Abb. 4 a, 4 b).
5. Der Durchwuchs des Champignonmyzels kann in normalen, mit den üblichen Klimaeinrichtungen ausgestatteten Anwachsräumen stattfinden. Die Anwuchszeit verkürzt sich von 3—4 Wochen beim Steril-Verfahren auf normale 2 Wochen (Abb. 5 a, 5 b).

Die genannten Vereinfachungen, die das neue Fermentationsverfahren auf-

weist, bieten so bedeutende Erleichterungen gegenüber dem sterilen TILL-Verfahren, daß sich damit jetzt einem größeren Anbauerkreis die Möglichkeit eröffnet, Champignonanbau auf nichtkompostiertem Nährsubstrat nach dem neuen Verfahren zu betreiben.

Die Vorteile einer Champignonkultur auf der Basis von nichtkompostiertem Nährsubstrat sind zahlreich:

1. Mit dem Fortfall der problematischen und mit Risiko behafteten Kompostierung erübrigen sich die zum Kompostieren notwendigen theoretischen Kenntnisse und unumgänglichen Erfahrungen. Damit ist der Betrieb unabhängig von Spezialisten.
2. Die Substratherstellung ist unabhängig von Jahreszeit und Witterung im Gegensatz zum klassischen Kompostieren.
3. Volle Kontrolle der Zusammensetzung und Reproduzierbarkeit des

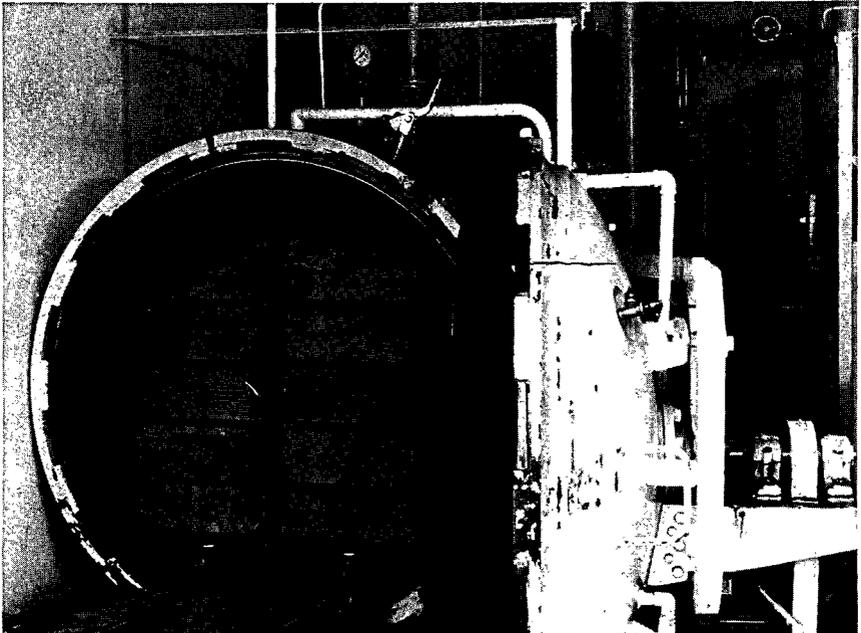


Abb. 3 Sterilisieren. b) Fermentations-Anbauverfahren (HUHNKE) — offene Kisten

nach Rezept in stets gleichbleibender Qualität herzustellen Substrats.

4. Sichere Ausschaltung aller im Substrat ursprünglich vorhandenen Schädlinge und Konkurrenzorganismen durch die Sterilisierung. Dadurch gesündere Kulturen.

Im Zusammenwirken der genannten Punkte 1 bis 4:

Geringere Schwankungen der Ertragshöhe, sicherere Pilzerträge; insgesamt genommen: Verringerung des Anbaurisikos, größere Sicherheit ist das hervorragende Merkmal des neuen Fermentationsverfahrens, höhere Ertragsleistung wird noch hinzukommen.

Dazu kommen noch:

5. Fortfall der sich ständig wiederholenden Antransporte von Pferdemit, die zum Teil über weite Entfernungen gehen, und damit auch

Unabhängigkeit von Pferdemitzeugern.

6. Einsparung an Zeit, mindestens 1 Woche, die sonst für die Phase 1, das Kompostieren, benötigt wird (Tab. 2). Dieser Zeitgewinn bedeutet Verringerung der ertragslosen Vorbereitungszeit. Gleichzeitig eingesparte mehrfache Umsetzarbeit kann zum mindesten den Arbeitsmehraufwand, der beim neuen Verfahren zum Beispiel durch das Substratbeimpfen mit Mikroorganismen entsteht, kompensieren.

7. Ein nicht zu unterschätzender Vorteil:

Keine Geruchsbelästigung für die Anlieger. Champignonbetriebe können in der Nähe von Stadt- und Wohngebieten arbeiten. Gleichzeitig bessere Arbeitsbedingungen für die Arbeitskräfte durch Fortfall von Gestank, Ammoniakdämpfen,



Abb. 4 Beimpfen. a) Steriles Anbauverfahren (TILL) — steriler Impfraum, sterile Brut

Jauche und Nässe, wodurch die Anwerbung von Arbeitskräften erleichtert wird.

Bei der Umstellung eines bestehenden Betriebes können die bisherigen Betriebseinrichtungen, wie Pasteurisierräume, Anwuchsräume und Kulturräume, wenn diese den Anforderungen moderner Kulturen entsprechend ausgerüstet sind, ohne Änderungen weiter benutzt werden. Ebenso Spickmaschinen, Transporteinrichtungen und Kisten. Es fallen weg: Lastzüge, die für den Antransport von Pferdemit nicht mehr benötigt werden und Umsetzmaschinen. Von der Kompostierhalle wird nur etwa $\frac{1}{3}$ als Maschinenraum benötigt, der freiwerdende Raum kann jetzt vorteilhaft als Vorratslager für die Substratrohstoffe dienen. Neu erstellt werden müssen die Aufbereitungsmaschinen zum Zerkleinern, Mischen und Abfüllen des Substrats, sowie eine Sterilisieranlage, bestehend aus Autoklaven und dem

Dampfkessel, aber meist ist der letztere schon im Betrieb vorhanden.

Bei neu zu errichtenden Betrieben gleichen sich die Kosten für den Mehraufwand für die neuen Zusatzeinrichtungen in etwa mit den nun nicht mehr anzuschaffenden Maschinen aus.

Bestehende Betriebe können dagegen den Mehraufwand für die Neubeschaffung zunächst kaum mit dem übrigbleibenden Gerät kompensieren. Sie können aber mit großer Wahrscheinlichkeit aufgrund der Vorteile, vor allem größeren Sicherheit des neuen Verfahrens, eine sichere Amortisation für die Mehrkosten einkalkulieren.

Die Entwicklungsarbeiten an dem neuen Verfahren sind noch nicht abgeschlossen. Es wird vor allem noch an der Steigerung der Erträge gearbeitet.

Lagen die Ernten vor einem halben Jahr (VII. Internationaler Champi-

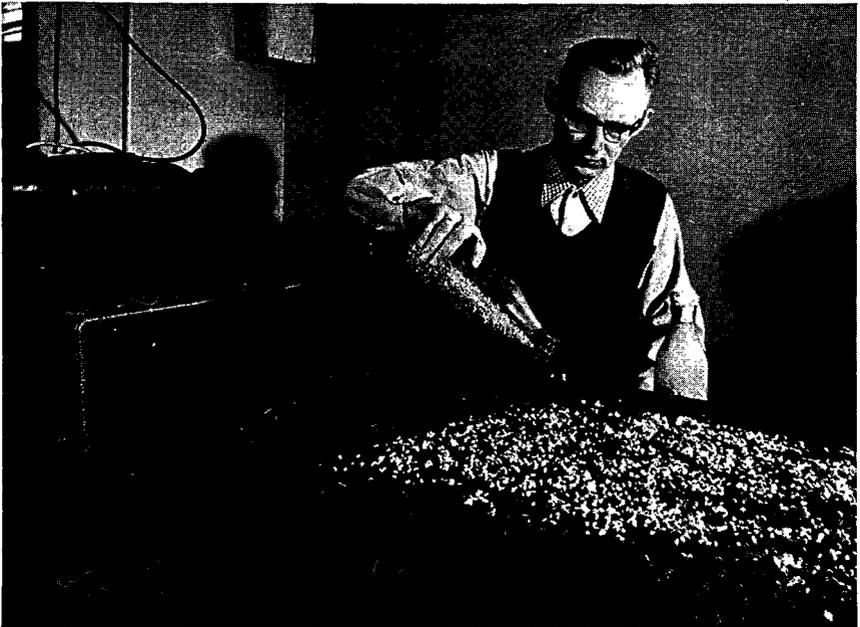


Abb. 4 Fermentations-Anbauverfahren (HUHNKE) — offenes Mix-Spicken, Handelsbrut

gnonkongreß Mai 1968) noch bei 12,5 Kilogramm Champignons vom Quadratmeter bei 50 kg Substrat je m² oder 25 % Pilzausbeute vom Substrat-Feuchtgewicht, so konnten jetzt Pilzerträge bis zu 15 kg/m², bzw. 30 % vom Substrat-Feuchtgewicht (abgeschnittene Pilze) erreicht werden.

Wenn man diese Ergebnisse und die genannten Vorteile eines kompostierungsfreien Anbauverfahrens zur Bewertung des neuen Verfahrens heranzieht, kann seine Anwendung in der Praxis in naher Zukunft verantwortet werden.

Wir sind sicher, daß durch konsequente Versuchsarbeit noch weitere Verbesserungen bis zur endgültigen Praxisreife erreicht werden können.

Für die Mitarbeit an dieser neuartigen Präparationsmethode bieten sich den Physiologen, Biochemikern, vor allem den Mikrobiologen neue interessante Aspekte und Arbeitsmöglichkeiten.

Zusammenfassung:

Für den Champignonanbau auf nicht kompostiertem Nährsubstrat wurden zwei neue Verfahren entwickelt:

1. In jahrelanger stufenweiser Arbeit das „TILL-Verfahren“, das von der Substratherstellung bis zum totalen Myzeldurchwuchs unter absolut sterilen Bedingungen arbeitet. Seine hohe Ertragsleistung wurde auch unter praxisgleichen Bedingungen bestätigt. Einer breiten Anwendung in der Praxis stehen aber die hohen Investitionskosten, der große technische Aufwand und die hohen Ansprüche an Ausbildung und Können des Personals entgegen.
2. In konsequenter Folgerung wurde ein neues abgeändertes Verfahrensprinzip entwickelt, das entscheidende Vereinfachungen und damit Erleichterungen für seine Anwendung aufweist. Dies wird erreicht durch die logische Ausnutzung des antibiotischen Effekts, der sich nach kontrollierter Fer-

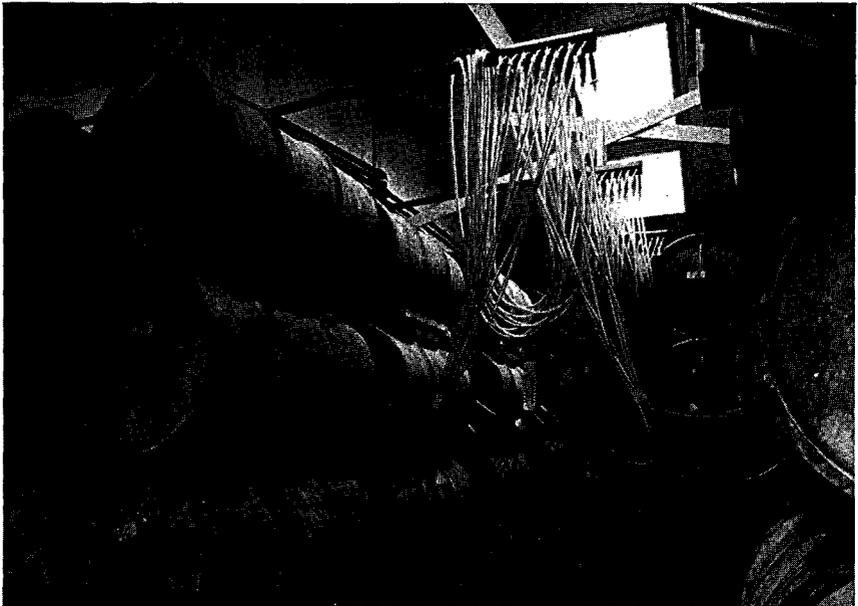


Abb. 5 Anwachsen. a) Steriles Anbauverfahren (TILL) — geschlossene Behälter, aktive sterile Belüftung



Abb. 5 Anwachsen. b) Fermentations-Anbauverfahren (HUHNKE) — offene Kulturkisten, normaler Anwuchsraum

Tabelle 2

Zeitdauer der Substratpräparation und Myceldurchwuchs :

	Vorw.	Kompostieren	Past.	Anwuchs	
Mittellange Kompostierung nach Rasmussen	3	16	3	14	= 36 Tg.

	Vorw.	Kompostieren	Past.	Anwuchs	
Kürzkompostierung nach Sinden	3	7	5	14	= 29 Tg.

	St. i.	Anwuchs	
Steril-Verfahren nach Till	1 1	28	= 30 Tg.

	St. i.	Fer. i.	Anwuchs	
Fermentationsverfahren nach Huhnke	1 1	2 1	14	= 19 Tg.

mentation von sterilisiertem TILL-Nährsubstrat ergibt. Fermentiertes TILL-Substrat kann wie normaler Kompost unsteril behandelt werden.

Das neue Verfahren besitzt gute Voraussetzungen für eine kommerzielle ökonomische Anwendung im praktischen Champignonanbau in naher Zukunft.

Literatur:

1. Huhnke, W., G. Lemke und R. v. Sengbusch: Die Weiterentwicklung des TILLschen Champignon-Kulturverfahrens auf nicht kompostiertem sterilem Nährsubstrat (II. Phase). *Gartenbauwissenschaft* **30**, 189—207 (1965).
2. Huhnke, W., G. Lemke und R. v. Sengbusch: Die III. Phase der Entwicklung des Champignon-Anbauverfahrens auf nicht kompostiertem sterilem Nährsubstrat. *Gartenbauwissenschaft* **32**, 485—502 (1967).
3. Huhnke, W., und R. v. Sengbusch: Die Bedeutung der Temperatur bei der Kultur des Champignons, insbesondere beim „TILL-Verfahren“. *Gartenbauwissenschaft* **32**, 387—398 (1967).
4. Huhnke, W., G. Lemke und R. v. Sengbusch: Sterilisation von Nährböden mit Äthylenoxyd für die Kultur von Champignons. *Gartenbauwissenschaft* **31**, 508—511 (1966).
5. Huhnke, W.: Champignonkultur auf nicht kompostiertem Nährsubstrat. *Gartenbauwissenschaft* **33**, 75—76 (1968).
6. Lemke, G.: Champignonkultur auf sterilisiertem abgetragenen Kompost mit „Startdüngung“. *Deutsche Gartenbauwirtschaft* **11**, 93 (1963).
7. Lemke, G.: Champignonkultur auf nicht kompostiertem Strohs substrat mit „Startdüngung“. *Deutsche Gartenbauwirtschaft* **11**, 167—169 (1963).
8. Lemke, G.: Die Möglichkeit der Wiederverwendung von abgetragenen Kompost für die Champignonkultur. *Gartenbauwissenschaft* **28**, 565—570 (1963).
9. Till, O.: Champignonkultur auf sterilisiertem Nährsubstrat. *Deutsche Gartenbauwirtschaft* **9**, 215—216 (1961).
10. Till, O.: Wiederverwendung von abgetragenen Kompost zur Erhöhung der Rentabilität des Champignonanbaues. *Deutsche Gartenbauwirtschaft* **9**, 216 bis 217 (1961).
11. Till, O.: Champignonkultur auf sterilisiertem Nährsubstrat und die Wiederverwendung von abgetragenen Kompost. *Mushroom Sci.* **3**, 127—133 (1962).