

Der Nährwert der Pilze

Autor(en): **Knecht, J.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizerische Zeitschrift für Pilzkunde = Bulletin suisse de mycologie**

Band (Jahr): **34 (1956)**

Heft 2

PDF erstellt am: **05.08.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-933570>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

qu'ils y trouvent des conditions de vie favorables, mais même plus tard, quand la forêt est grande et claire, on y rencontre parfois quelques carpophores pendant les conditions les plus favorables. La réapparition régulière du *bulbosus* aux mêmes stations prouve un mycélium durable (donc d'ordinaire il subsiste après la période de fructification et même après l'hiver).

Si les matières de nourriture dans le substrat sont épuisées ou bien si la couche où se trouve le substrat est détruite par des agents extérieurs, le terrain de l'endroit devenant mouillé ou sec, de telle sorte que le mycélium n'y trouve plus ses conditions d'existence et qu'il risque de disparaître, le mycélium se répand alors dans les endroits environnants où il trouve un sol nutritif plus favorable. On dit qu'il voyage.

On peut, il est vrai, expliquer la croissance des carpophores, mais on ne peut pas la prédire. Il est impossible d'expliquer comment le mycélium s'est développé ou s'il donnera beaucoup de carpophores. Le temps qu'il fera est aussi incertain et il peut y avoir des points de vue contradictoires sur le cas d'une bonne récolte de champignons.

Le *bulbosus* est notre meilleur et plus recherché des champignons comestibles. Les chercheurs de champignons sans scrupules remuent encore fréquemment la terre, les aiguilles de sapin et les mousses dans des endroits où ils anihilent ainsi le mycélium et les fructifications ultérieures. Il n'en reste pas moins que le bolet des sapins reste pour l'avenir un de nos champignons les plus abondants. Cette grande vitalité provient du fait que le bolet est un champignon de type mycorrhiza du sapin et du chêne, donc des arbres les plus répandus chez nous, ensuite au fait qu'il a un mycélium pérennant dont on ne sait pas à quelle période et de quelle façon et de quelle manière, après la germination des spores, il devient un mycélium de fructification, mais qui, pendant beaucoup d'années vit dans les mêmes endroits et porte à nouveau des carpophores.

¹ D'après un dicton populaire, St. Pierre et St. Paul, dont la fête tombe sur le 29 juin, ont l'habitude d'ensemencer des carpophores.

² Une vieille règle mycologique dit que ces *bulbosus* dans les endroits herbeux indiquent la fin de la récolte de l'année des *édulis*; mais cette règle a aussi ses exceptions (comme par exemple en 1950).

³ Beaucoup de «champignonneurs» sont d'avis, et cela joue avec l'expérience, que la grosse vermifération signifie la fin prochaine de la production.

⁴ L'hypothèse disant que les écureuils sèchent des champignons pour leurs réserves d'hiver est absolument invraisemblable.

⁵ La superstition disant que l'*édulis* ne croît plus après avoir été vu par un regard d'homme est, cela va de soi, fausse.

Der Nährwert der Pilze

(Aus einem Vortrag von J. Knecht. Gekürzt)

I. Allgemeines

Die Pilze stehen betreffs Nährwert zwischen dem Fleisch und dem Gemüse. Sie haben weniger Eiweiß als das Fleisch, aber dafür mehr Kohlenhydrate. Im Vergleich zum Gemüse besitzen sie aber mehr Eiweiß und Fett als dieses, dafür aber weniger Mineralsalze. Im Durchschnitt haben :

| | Pilze | Rindfleisch | Gemüse |
|---------------------|-------------|-------------|--------|
| Wasser | 87 % | 76 % | 92 % |
| Eiweiß | 2-3 % | 20 % | 1 % |
| Fett | 0,12-0,76 % | 1,74 % | 0,2 % |
| Kohlenhydrate | 3-10 % | — | 2,5 % |
| Mineralsalze | 0,8 % | 1,17 % | 1 % |

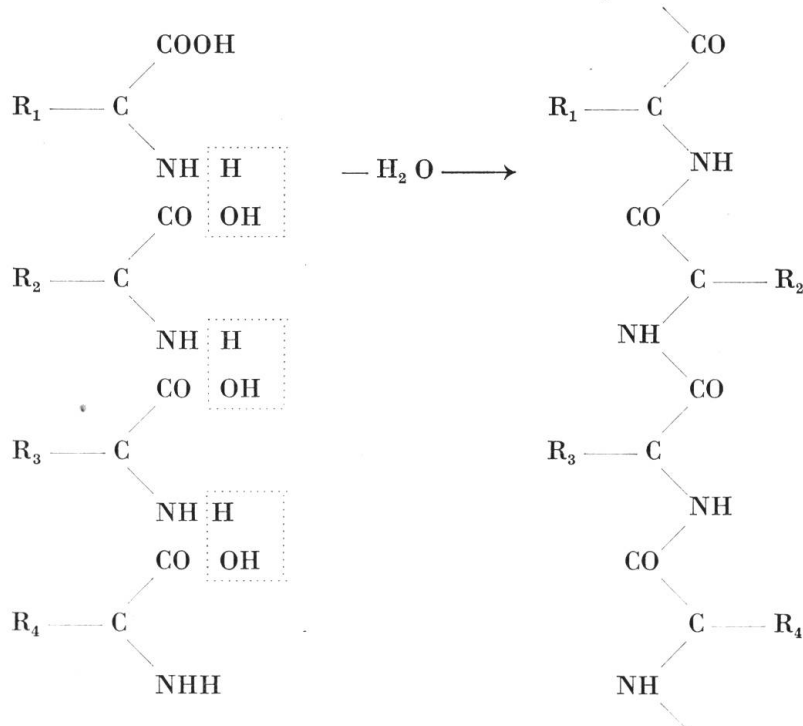
2. Das Fett

Das Fett in den Pilzen hat einen niederen Schmelzpunkt. Wir sehen es deshalb in den Zellen mit dem Mikroskop als kleine Tröpfchen. Es kann als Reservestoff betrachtet werden und ist darum oft in den Sporen vorhanden.

3. Eiweiß

Das Eiweiß macht den hauptsächlichsten Teil des Nährwertes der Pilze aus. Wie schon anfangs erwähnt, haben die Pilze zirka 2-3% Eiweiß, vom Trockengewicht 15-30%. Dieses können wir aber nicht alles als Nahrung verwerten, da davon zirka 30% Eiweiß für uns unverdaulich sind. Dieses ist besonders das Gerüst-Eiweiß. Der Eierpilz hat zum Beispiel 65% unverdauliches und 35% verdauliches Eiweiß, der Steinpilz 24% unverdauliches und 76% verdauliches Eiweiß. Wie ersichtlich, kommt also hier der Eierpilz sehr schlecht weg.

Das Eiweiß besteht aus zirka 50-55% Kohlenstoff, 6-7% Wasserstoff, 16% Stickstoff, 21-24% Sauerstoff und 0-2% Schwefel. Die Eiweißmoleküle gehören zu den größten Molekülen, die es überhaupt gibt. Es gibt solche, die ein Molekulargewicht von 16 000, 40 000, 200 000 bis 2 000 000 haben sollen. Wasserstoff hat das Atomgewicht 1. Die Verbindung der einzelnen Atome im Eiweißmolekül hat eine Kettenstruktur. Es sind immer zwei Kohlenstoffatome abwechselnd mit einem Stickstoffatom verbunden. Es treten die Säuregruppen mit benachbarten Aminogruppen von Aminosäuren miteinander in Verbindung, und zwar unter Wasser-
austritt.

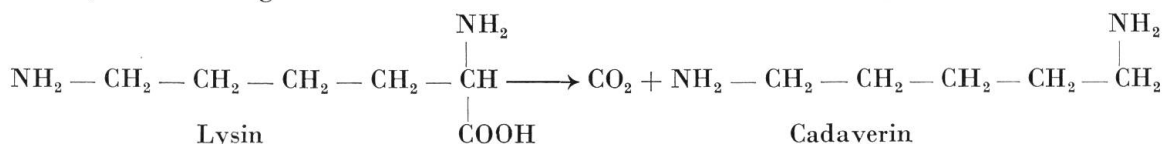


R ist das Kohlenstoffgerüst der Aminosäure, wobei ganz verschiedene gemeint sein können. Wie ja beim Eiweiß in Wirklichkeit auch die verschiedensten Aminosäuren so zusammentreten. Diese Kettenbildung mit Aminosäuren gibt erst die Polypeptide, die aber zur Hauptsache das Gerüst des Eiweißmoleküls vorstellen. Es können dann neben den Polypeptidbindungen noch solche anderer Art vorhanden sein, wie Diketopiperazinderivate, Oxazolingruppierungen usw.

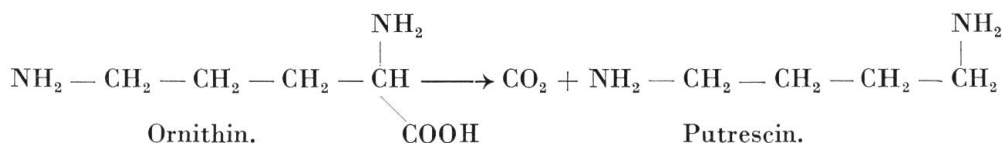
Da wie schon gesagt, die verschiedensten Aminosäuren zu einem Polypeptid und somit auch zu einem Eiweißmolekül zusammentreten können, und bis jetzt 25 Aminosäuren bekannt sind, ist begreiflich, daß das Eiweiß eine sehr komplizierte Verbindung ist und daß auch eine ungeheure Anzahl von verschiedenen Kombinationen möglich sind. Nur schon mit 10 verschiedenen Aminosäuren können 3,6 Millionen verschiedene Polypeptide aufgebaut werden, mit 20 Aminosäuren sogar 2,3 Trillionen. Diese Zahl wird noch durch die isomeren Formen ins Unermeßliche vergrößert, so daß man die Möglichkeit begreifen kann, daß jedes Lebewesen, nicht nur jede Pflanzen- und Tierart, sondern jedes einzelne Exemplar sein arteigenes Eiweiß haben kann.

Bei der Fäulnis des Eiweißes ist der umgekehrte Vorgang der Fall. Da wird die lange Kette vom Eiweißmolekül durch Fermente und Bakterien in einfachere Verbindungen, die Aminosäuren, gespalten. Wie aber vorher beim Aufbau der Polypeptide aus Aminosäuren, Wasser frei wurde, muß hier im umgekehrten Fall Wasser vorhanden sein, daß wieder die Aminosäuren gebildet werden können. Man weiß ja, daß nur etwas faulen kann, wenn irgendwie Wasser vorhanden ist. Etwas das ganz trocken und dürr ist, fault eben aus diesem Grunde nicht.

Beim weiteren Abbau des Eiweißes, also bei der Fäulnis desselben, werden die Aminosäuren durch Bakterien noch weiter abgebaut. Es wird Kohlensäure CO_2 abgespalten und so Amine gebildet; zum Beispiel wird so aus Lysin, einer Aminosäure, Cadaverin gebildet.



oder aus Ornithin gibt es Putrescin (giftige Substanz)



Zuletzt bleibt nur noch Ammoniak. Man sieht also, daß beim Abbau des Eiweißes giftige Zwischenprodukte gebildet werden. Wir sagen dann eben, das Eiweiß zersetzt sich, oder es fault. Etwas das in Zersetzung begriffen ist oder fault, ist für uns schädlich oder wirkt giftig. Bei den Pilzen geht die Zersetzung besonders schnell vor sich, weil sie viel Wasser enthalten. Wenn die Pilze ihr volles Reifestadium erreicht haben, und die Sporen abgeworfen sind, fängt die Zersetzung schon an. Aus diesem Grunde nehmen wir ja auch keine überreifen Exemplare mehr. Auch nachdem man die Pilze gepflückt hat, darf man sie nicht zu lange aufbewahren.

Vorher haben wir gesehen, daß das Eiweiß aus Polypeptiden und diese wieder aus verschiedenen Aminosäuren zusammengesetzt sind. Die Aminosäuren werden nun aus den einfachen Endprodukten der Eiweißfäulnis faulender Stoffe gebildet. Da nun die Pilze kein Blattgrün besitzen und deshalb den Kohlenstoff nicht aus der Luft nehmen können wie die Phanerogamen, müssen sie ihn eben aus dem Boden in Form dieser einfachen Fäulnisendprodukte, der faulenden Stoffe, aufnehmen. Aus diesen bilden die Pilze ihr eigenes Eiweiß.

Die Substanz der Pilze, die ihnen die Form und den Halt gibt, besteht aus den Zellwänden, die hier zum großen Teil aus Chitin bestehen. Das Chitin ist ein mit d-Glukosamin (ein Kohlenhydrat) verbundenes Eiweiß. Dieses ist aber eben das unverdauliche Eiweiß oder das Gerüsteiweiß.

Das verdauliche Eiweiß, das als Nährwert in Frage kommt, ist das Plasmaeiweiß, das im Innern der Zellen vorhanden ist, und das Reserveeiweiß. Das Reserveeiweiß wird in den Zellen oft als Aleuronkörner und Kirstalloide abgelagert. Bei dem kristallisierten Eiweiß handelt es sich immer um reguläre oder rhomboedrische Kristallformen. Hieraus schließt man, daß die Grundbausteine dieser Kristalloide kugelige Gestalt haben. Aus diesem Grunde ist dieses Eiweiß auch leicht verdaulich, wo hingegen das Gerüsteiweiß eine längsfaserige Struktur hat, und darum schwer oder nicht verdaulich ist, den Zellwänden aber Stabilität und Elastizität gibt.

4. Mineralien

Wie eingangs erwähnt, haben die Pilze im Durchschnitt einen Gehalt von 0,8% Mineralsalzen vom Frischgewicht. Vom Trockengewicht macht dies etwa 5–10%. Der Steinpilz hat zum Beispiel 7,32%, der Fliegenpilz 7,98%, *Morchella esculenta* 9,42%, *Agaricus campestris* 5,31%. Um nur ein Beispiel zu nehmen, wieviel der Gehalt der einzelnen Mineralien in einem Pilz sein kann, wollen wir den Steinpilz nennen. Von den 7,32% Aschengehalt entfallen auf K_2O 57,76%, Na_2O 0,87%, CaO 5,95%, Fe_2O_3 und Al_2O_3 0,98%, MgO 2,41%, P_2O_5 26,08%, SO_3 8,42%, Cl 3,55%.

Die Verteilung der Mineralien in den Hutpilzen ist ungleich. Im Stiel soll es weniger haben als im Hut. Kalium ist häufig im Zellsaft gelöst mit Chlor oder Phosphorsäure gebunden, selten als Sulfat, häufiger an organischen Säuren wie Apfelsäure, Essigsäure, Fumarsäure.

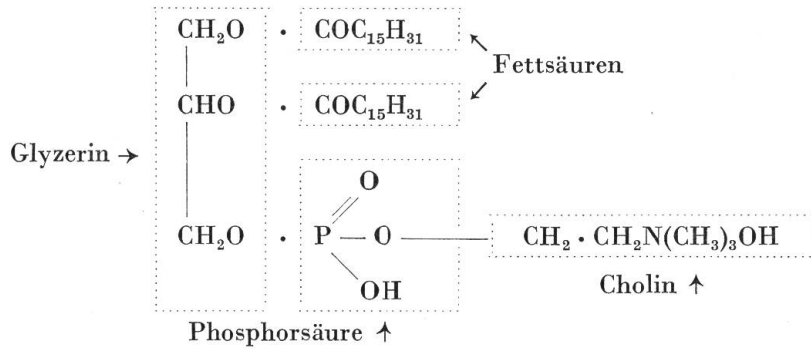
Natrium ist in ähnlichen Verbindungen wie Kalium vorhanden. Calcium ist meist als Oxalat und nur selten als Carbonat vorhanden. Magnesium hat es zum Beispiel bei *Mycena rugosa* im Stielfleisch mehr als im Hutfleisch. Bei *Russula delicata* hat es im Hutfleisch Magnesium, aber in den Lamellen keines.

Aluminium ist an Phosphorsäure, Apfelsäure und Zitronensäure gebunden. Schwefelsäure stammt meist aus organischen Verbindungen (Eiweiß).

Der Phosphor ist als Phosphorsäure an Kalium, Natrium, Aluminium und organische Stoffe, wie Phosphatide, gebunden. Die Phosphatide sind Verbindungen von Phosphorsäure mit Fettsäuren, Glycerin und einer Base, dem Cholin. Diese Verbindungen sind physiologisch, also im Leben der Pilze außerordentlich wichtig. Und nicht nur in den Pilzen, sondern auch in allen andern Pflanzen und in den Muskeln von Mensch und Tier kommen sie vor. Sie gehören also zum Leben,

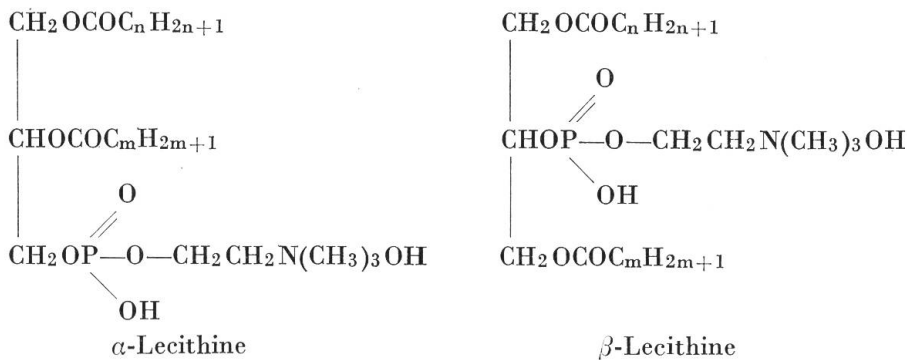
und man nimmt an, daß sie in keinem Lebewesen fehlen. Das bekannteste Phosphatid ist das Lecithin.

Es gibt aber etwas verschiedene Lecithine. Diese Verschiedenheit ist bedingt durch die Fettsäuren. Im Verhältnis ist die Verbindung des Lecithins folgendermaßen: Ein Teil Phosphorsäure, ein Teil Glycerin, ein Teil Cholin und zwei Teile Fettsäure. Die Fettsäure muß nicht immer die gleiche sein, und es können auch je ein Teil von zwei verschiedenen Fettsäuren hier beteiligt sein. Auch an Stelle des Cholins kann eine andere Base treten. Die Formel sieht folgendermaßen aus:

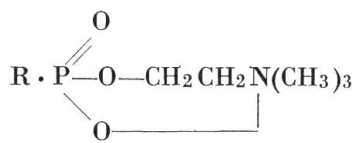


An Stelle des Cholins kann, wie schon gesagt, eine andere Base treten. Doch stellt das Cholin die wichtigste basische Komponente des Lecithins dar. Es ist in dieser Verbindung biologisch sehr wichtig. Mit seinen drei Methylgruppen wirkt es in biologischen Prozessen als Methylierungsmittel. Es selbst kann seine Methylgruppen vom Methionin, einer Aminosäure, empfangen. Im Steinpilz hat man zum Beispiel auf 100 g Material 6,6 mg Cholin nachgewiesen.

Im weitem hat sich noch gezeigt, daß die rohen Lecithinpräparate noch in einer anderen Richtung nicht einheitlich sind. Da sich das Lecithin teils von der Glycerin- α -Phosphorsäure, teils von der Glycerin- β -Phosphorsäure ableitet, entsteht aus der ersteren Lecithin in optisch aktiver Form, aus der zweiten Lecithin in inaktiver Form.



Das Lecithin stellt daher eine Mischung von α -Lecithinen und β -Lecithinen dar. Die letzteren, die symmetrisch gebauten, überwiegen der Menge nach. Es wird auch angenommen, daß zwischen Phosphorsäure und Cholinrest Betainbindung besteht.



5. Die Frage des Standortes

Die eben besprochenen Mineralsalze, die die Pilze brauchen, nehmen sie, was ja ohne weiteres verständlich ist, aus dem Boden auf. Aber jetzt wollen wir einmal schauen, warum überhaupt die verschiedenen Pilzarten nur auf ihrem, ihnen zusagenden Boden vorkommen. Dabei wollen wir nicht nur wissen, warum eine Pilzart nur im Tannenwald vorkommt und nicht im Buchenwald, sondern interessant wäre auch zu wissen, warum jetzt ein Pilz, zum Beispiel Steinpilz, nur gerade hier auf diesem kleinen Platz zu finden ist und daneben, wo auch noch alles Tannenwald ist, findet man ihn nie. Dies ist nicht etwa nur darum, weil vielleicht irgendein Mineralstoff im Boden fehlt, sondern in erster Linie, weil jede Pflanze und jeder Pilz auf einen bestimmten pH-Wert angewiesen ist. Der pH-Wert gibt das direkte Maß der herrschenden Azidität an. Bei den Böden wird ja bekanntlich zwischen sauren, alkalischen und neutralen unterschieden. Es herrscht noch vielfach die Meinung, ein guter Boden müsse alkalisch oder doch neutral sein, und ein saurer Boden sei immer schlecht. Oder viele glauben, die «schwarze» Erde vom Tannenwald sei besonders gute Erde und brauchen sie für ihre Blumentöpfe. Dabei würden sie gewiß sehr erstaunt sein, wenn sie wüßten, daß, wo Tannenwald ist, immer saurer Boden ist. Nur ist er natürlich nicht so stark sauer wie der Boden in einem Sumpf. Mit anderen Worten will das auch heißen, daß ein saurer Boden gar nicht schlecht sein muß, es fragt sich nur für was.

Um nun die genaue herrschende Azidität eines Bodens (oder auch von etwas anderem) anzugeben, gebraucht man die Bezeichnung des pH-Wertes. Mit dem pH-Wert meint man den Wasserstoffexponenten. Dieser ist definiert als der negative dekadische Logarithmus der Wasserstoffionenkonzentration; $\text{pH} = -\log [\text{H}^+]$. Für eine $n/_{10}$ Salzsäure ist $[\text{H}^+] = 10^{-1}$, folglich ist der Wasserstoffexponent: $\text{pH} = 1$, und für ln HCl ist $[\text{H}^+] = 10^0$ oder $\text{pH} = 0$. Für eine ln Natronlauge ist $[\text{H}^+] = 10^{-14}$ oder $\text{pH} = 14$, und für $n/_{10}$ NaOH ist $[\text{H}^+] = 10^{-13}$ oder $\text{pH} = 13$. Die stärkste Säure hat also den pH-Wert 1 bei einer Konzentration von $n/_{10}$, und die stärkste Lauge hat den pH-Wert 14. Der Neutralpunkt ist bei pH 7. Wenn der Wasserstoffexponent pH größer ist als 7, stellt er eine alkalische Lösung dar, und wenn er kleiner ist als 7, haben wir eine saure Lösung.

Nun wollen wir einmal sehen, was für einen pH-Wert so ein Waldboden hat. Wie schon gesagt, hat Tannenwald immer sauren Boden, und tatsächlich ist sein pH zwischen 3,6–5,8.

Was nun unsere Pilze mit dem pH-Wert zu tun haben, darüber wurden andererseits noch nicht viele Untersuchungen angestellt. Ich habe bis jetzt schon mehrere Arten auf den pH-Wert hin geprüft, verschiedene Röhrlinge, Amaniten, Fälb-linge und andere. Um einige Beispiele herauszugreifen, seien genannt: Den Steinpilz, *Boletus edulis*, findet man bei einem pH-Wert von 4,8–6,8, am meisten kommt er bei 5,6–5,7. Der Rotfußröhrling, *Boletus chrysenteron*, will einen pH-Wert von 5,25, der olivgestiefelte Schneckling, *Hygrophorus olivaceoalbum* 5,1 bis 5,7, der Fliegenpilz, *Amanita muscaria*, 5,3–5,9; der Sandröhrling, *Boletus variegatus*, 5,7, der Märzellerling, *Hygrophorus marzuolus*, 6,9–7,2, der Perlpilz, *Amanita rubescens*, 5,5–6,0, der Rettichfälbling, *Hebeloma sinapizans*, 6,8–7,3, der Blasse Fälbling, *Hebeloma longicaudum*, 6,4–7,0, der Gemeine Fälbling, He-

beloma crustuliniforme, 7,35–7,4. Jede Pilzart hat also ihren eigenen, mehr oder weniger weit begrenzten pH-Wert. Auf einem Boden, dessen pH-Wert darüber oder darunter ist, wie ihn eine Pilzart haben muß, kommt sie gar nicht vor. Nach obigen Beispielen kann man schon einige Unterschiede feststellen, wie zum Beispiel zwischen den Röhrlingen und den Fälblingen. (Diese Beispiele entbehren natürlich noch der Vollständigkeit.) Der Rotfußröhrling wünscht eher noch den saureren Boden als der Steinpilz. Am Anfang dieses Abschnittes habe ich gesagt, daß es interessant wäre zu wissen, warum zum Beispiel der Steinpilz nur immer auf diesem Platz, inmitten eines großen Tannenwaldes, vorkommt, den wir vielleicht schon seit 10 Jahren immer absuchen und auch immer Steinpilze dort finden, aber einige Meter daneben nie. Dabei kann vielleicht dort daneben auch der scheinbar gleiche junge Tannenwald sein. Es kennt sicher jeder irgendein kleineres Tannenwäldchen, das nach allem ganz nach einem guten Steinpilzplatz gelten kann, aber auf dem er noch nie einen Steinpilz gesehen hat. Da hat es dann sicher schon manchen gewundert, warum. Da die Tannen den größeren Zwischenraum in der pH-Wert-Abstufung haben, auf alle Fälle nach der sauren Seite, als der Steinpilz, paßt ihm natürlich nicht jeder Tannenwaldboden. Wenn ein Pilz absport und die Sporen durch den Wind weit herum getragen werden, so fallen sie nicht nur gerade in einem solchen Waldteil auf den Boden, der dieser Pilzart gerade recht ist, sondern auch an vielen unpassenden Orten. Aber der Pilz kommt dann nur dort, wo er den passenden Boden hat.

In landwirtschaftlichen Großbetrieben wird auch schon lange auf den pH-Wert des Bodens geachtet. Man weiß zum Beispiel, daß Erbsen nur in einem alkalischen, nicht in saurem Boden wachsen wollen. Umgekehrt will Hafer einen sauren Boden haben. Klee gedeiht am besten bei $\text{pH} = 7,7$; bei $\text{pH} = 6,4$ erhält man nur etwa 70% von dem, was man bei 7,7 erhält, und bei $\text{pH} = 5,2$ sogar nur noch 14%. Kartoffeln lieben einen Boden, der unter 5,1 liegt. Wenn in der Landwirtschaft ein Boden nicht den gewünschten pH-Wert hat, so kann er mit Dünger usw. geändert werden.

Bei unseren Pilzen ist in dieser Beziehung noch ein großes Gebiet offen, das noch zu erforschen ist.

Literatur

- Karrer, Paul: Lehrbuch der organischen Chemie.
Treadwell, F.P. u. W.D.: Lehrbuch der analytischen Chemie.
Holleman, A.F.: Lehrbuch der organischen Chemie.
Jander, G. u. Spandau, H.: Lehrbuch der anorganischen Chemie.
Kolthoff, J.-M.: Der Gebrauch von Farbindicatoren.
Kordatzki, W.: Taschenbuch der praktischen pH-Messung.
Braun-Blanquet: Pflanzensoziologie.
Frey-Wyßling, A.: Ernährung und Stoffwechsel der Pflanzen.
Zeller, J.: Chemie der höheren Pilze.
Klein, G.: Handbuch der Pflanzenanalyse.
Guggenheim: Biogene Amine.
Rosenthaler, L.: Der Nachweis organischer Verbindungen.