

kung des Natrium nucleicum der Hefezellen ist einheitlich und spezifisch. Das entsprechende Immunsorium wirkt nur auf Hefezellen, nicht aber auf Bakterien, wie Versuche mit *Coli*- und Typhusbazillen, mit *Cholera*vibriolen, mit *Vibrio Finkler* und mit *Spirillum volutans* gezeigt haben.

Ob dem Natrium nucleicum außer der agglutinogenen noch andere antigene Wirkungen zuzuschreiben sind, konnte ich noch nicht genau prüfen. Wie ein Versuch zeigen konnte, scheint diese Substanz eine präzipitogene Eigenschaft allerdings nicht zu besitzen.

ARCHIV

FÜR

ANATOMIE UND PHYSIOLOGIE.

FORTSETZUNG DES VON REIL, REIL u. AUFENRIETH, J. F. MECKEL, JOH. MÜLLER,
REICHERT u. DU BOIS-REYMOND HERAUSGEGEBENEN ARCHIVS.

HERAUSGEGEBEN

VON

DR. WILHELM WALDEYER,

PROFESSOR DER ANATOMIE AN DER UNIVERSITÄT BERLIN

UND

DR. MAX RUBNER,

PROFESSOR DER PHYSIOLOGIE AN DER UNIVERSITÄT BERLIN.

JAHRGANG 1915.

== PHYSIOLOGISCHE ABTEILUNG. ==

VIERTES UND FÜNFTES HEFT.

MIT VIER FIGUREN IM TEXT.

LEIPZIG,

VERLAG VON VEIT & COMP.

1916

Die Zusammensetzung der Steinpilze und ihre Verdaulichkeit.

Von
Max Rubner.

I.

Bei der Überlegung über unsere Nahrungsquellen hat man auch die Schwämme mit berücksichtigt und wie das so oft geschieht, die quantitative Bedeutung dieser ins Ungemessene überschätzt. Es ist nicht bekannt, wie groß die Erträgeisse der Sammlung von Pilzen überhaupt gewesen sein mag. Eine Zunahme des Konsums war sicher vorhanden, aber leider auch sind eine Reihe von Vergiftungen, vielleicht mehr als in anderen Jahren zu verzeichnen gewesen, obschon dringend vor dem unbedachten Sammeln gewarnt worden war. Im ganzen genommen stellen sicher die Schwämme im Verhältnis zu dem übrigen Gemüsegenuß überhaupt nur einen winzigen Bruchteil des Ernährungswertes dieser Gruppe von vegetabilischen Nahrungsmitteln dar.

Schwämme werden in manchen Ländern gar nicht gesammelt, auch in Deutschland verhält es sich in einzelnen Landesteilen ungleich. Im allgemeinen können aber die besseren Sorten als kaum entbehrliche Zutaten einer feinen Küche gelten. Sie werden im Sommer und Herbst gelegentlich gesammelt, auf den Markt gebracht oder getrocknet und aufbewahrt. Gegessen wurden die Schwämme auch im Altertum und das Trocknen zur Konservierung geht auch weit zurück. In den zwanziger Jahren des vorigen Jahrhunderts wurden von der Bedeutung der „Pflanzen-gallerie und den Eiweißstoffen“ in den Champignons berichtet und der Genuß der letzteren bei Tuberkulose befürwortet. An die erste unvollkommene Analyse der Pilze schlossen sich genauere an, die einen verhältnismäßig hohen N-Gehalt bestätigten. Mit großer Zähigkeit wird auf ihren enormen Nährwert in den populären Schriften hingewiesen, und seitdem vor allem Lorinser sie 1883 „zu den der Fleischnahrung nahe-

stehenden Speisen gerechnet hat“, ist diese Behauptung immer wieder reproduziert worden und von einem Druckwerk in das andere übergegangen, obschon man Dutzende von Gemüsen nennen könnte, die, rein nach der chemischen Analyse beurteilt, diese Bezeichnung mit mehr Recht verdienen würden, wenn man überhaupt im Gebiete der Vegetabilien mit solchen Analysenwerten frei operieren dürfte.

Es war von vornherein nach den zahlreichen Untersuchungen, die ich über die Ausnützung von Vegetabilien angestellt habe, anzunehmen, daß die Verdaulichkeit der N-haltigen Stoffe der Pilze sicherlich eine insoweit beschränkte sein werde, wie das etwa von einigen Gemüsesorten gezeigt worden ist. Immerhin war es wünschenswert, in dieser Richtung etwas Genaueres zu erfahren.

Eine sehr eingehende Untersuchung über die Verdaulichkeit der Steinpilze hat Saltet im Jahre 1885 veröffentlicht¹, er hat an Menschen gezeigt, daß dieser geschätzte Pilz einen Verlust von 19.1 Prozent der Trockensubstanz und 25.7 Prozent des Eiweißes erfährt. Er ist dabei so verfahren, daß er den in Alkohol und Äther unlöslichen Teil des Kotes als Rückstand der Nahrung angesehen hat. Von Uffelmann rührt die Angabe her, daß 29 bis 39 Prozent des N der Pilze unverdaulich sei.

Von dem großen Eiweißreichtum der Pilze fällt also nach diesen Untersuchungen schon ein erheblicher Bruchteil weg, im Mittel vielleicht ein Drittel, dabei ist damals noch nicht berücksichtigt worden, daß in den Pilzen ein Teil des N gar nicht als Protein vorhanden ist, sondern als Amidstoffe usw., die, weil wasserlöslich, wahrscheinlich leicht resorbiert werden, aber nicht als Eiweißnahrung bezeichnet werden können, woraus man weiter folgern müßte, daß der unverdauliche N wesentlich auf das wirkliche Protein entfällt. Diese Untersuchungen haben auf die populäre Literatur keinen Einfluß geübt, nach wie vor bleibt dort der Pilz ein der Fleischnahrung nahestehendes Gericht.

Es schien mir im Zusammenhang mit den Untersuchungen über Gemüsen wünschenswert, auch die Zusammensetzung der Pilze nochmals genau zu analysieren, speziell mit Rücksicht auf die Menge und Beschaffenheit der Zellmembranen, die ja hier, bei den nicht chlorophyllführenden Pflanzen andere Ergebnisse haben könnten, wie bei den chlorophyllführenden und den Wurzelgewächsen usw.

Meine Untersuchungen fielen in die Zeit des Winters, konnten daher nur an getrocknetem Material von Steinpilzen ausgeführt werden. Die Pilze fielen sich weich und lederartig an. 2000 g lieferten nur 842 g

¹ *Archiv für Hygiene*. Bd. III. S. 443.

Lufttrockene Substanz mit 92.5 Prozent Trockensubstanz, sie besaßen also als Handelsware nur 39 Prozent Trockensubstanz, was sehr wenig ist. Frische Steimpilze enthalten nach König, Bd. II, S. 944 (Mittel aus vier Proben):

12.87 g	Trockensubstanz,
5.39 Prozent	Protein,
3.4	„ Fett,
0.43	„ Mannit,
2.292	„ Glukose,
2.60	„ N-freie Extrakte,
1.01	„ Rohfaser,
0.95	„ Asche,
41.88 Prozent	Protein,
3.11	„ Fett,
21.1	„ Mannit und Glukose,
20.2	„ N-freie Extrakte,
7.85	„ Rohfaser,
7.38	„ Asche.

Von dem Proteinstickstoff stammt nur 63 bis 81 Prozent aus Eiweiß, das Fett enthält 56 Prozent freie Fettsäuren. Neben Mannit kommt auch Trehalose vor, die beim Trocknen in ersteren übergeht. Auch Inulin soll vorhanden sein, die Pentosen betragen etwa 0.17 Prozent.

Was meine Untersuchungen anlangt, so war namentlich die Darstellung der Zellmembran schwierig, da sie ein sehr lockeres Gewirre, das gerne am Filter haftet, darstellt. Beim Ausziehen mit Wasser erhält man eine braunschwarze Flüssigkeit, schließlich nach Anwendung aller Extraktionsmittel bleibt eine grauflockige Masse zurück. Bei der Zellulosedarstellung findet erhebliches Dunkelwerden der Flüssigkeit bei der Einwirkung von Ammoniak statt.

Die Zusammensetzung von 100 g Trockensubstanz ergab folgendes:

7.94	Prozent Asche,
92.06	„ Organisches,
2.51	„ Pentosen = 2.21 Prozent Pentosane,
7.26	„ asche- und pentosanfreie Zellulose,
12.13	„ asche- und proteinfreie Zellmembran mit
4.86	„ 0.4 g Pentose = 0.36 g Pentosane,
4.05	„ N = 30.41 Prozent Protein,
„	„ Fett.

Von diesen Ergebnissen ist zunächst der geringe Gehalt an Pentosen bemerkenswert, freilich so gering wie oben nach König angegeben, fand ich ihn nicht, denn 0.17 Prozent der frischen Substanz müßten immerhin etwa 1 Prozent der Trockensubstanz geben, meine Werte sind über doppelt so hoch.

Ein kaum zu überwindendes Hindernis für die Bestimmung der Zellulose und der Zellmembran liegt in dem Vorkommen von Chitin, das in feinen Fäden im Gewebe eingelagert ist. Chitin stört bei der Zellulosebestimmung, weil es durch die angewendeten Reagenzien nicht völlig aufgelöst wird.

Ich habe 8.99 g trockene Chitinmasse hergestellt aus Hummerschalen durch Ausziehen mit CH₃ Alkohol, Äther mit chloressaurem Kali und Salzsäure und mit Ammoniak behandelt, wobei 65.06 Prozent einer schnee-weißen pulverigen Substanz übrig blieben, die einen N-Gehalt von 6.7 Prozent aufwies. Es ist also rund $\frac{1}{3}$ gelöst worden.

Wenn auch diese Chitinfiliden nicht reichlich vorkommen, so ist es doch möglich, daß der Zellulosegehalt etwas zu hoch gefunden wird, doch bleibt noch zu bedenken, daß möglicherweise die feinen Pilz-Chitinfiliden leichter vom Chlorat angegriffen werden, als meine Chitinprobe, die im Mörser gepulvert, immerhin an Feinheit der Zerteilung unvollkommen war. Derselben Bedenken wie für die Zellulosebestimmung gelten auch für die Zellmembrandarstellung, doch wie ich wiederholen möchte, man darf den Einfluß des Chitins sicher nicht sehr hoch anschlagen.

In 100 Teilen Zellmembran sind demnach:

57.19	Prozent Zellulose,
4.51	„ Pentosan,
38.30	„ Rest.

Die Zellmembran scheint demnach sehr zellulosereich zu sein, was übrigens bei dem geringen Gehalt an Pentosen fast im Voraus erwartet werden dürfte. Von den Pentosen ist nur ein recht kleiner Teil in der Zellmembran nachweisbar gewesen, rund $\frac{1}{6}$, während sonst häufig die Hauptmasse der Pentosen in diesen vorhanden ist. Im ganzen genommen ist die Pilzmasse trotz ihrer lederartigen Beschaffenheit mäßig reich an Zellmembran, der Proteinstickstoff haftet sehr fest in den Zellen, so daß ein erheblicher Teil nicht zu entfernen war. Die lederartige Beschaffenheit der Pilze muß offenbar durch die eigentümliche morphologische Anordnung der Bestandteile der Zellmembran zustande kommen. Anderes pflanzliches Material von gleichem Zellmembrangehalt war, was die Zähigkeit und den Widerstand beim Kaunen anlangt, oft recht zart und leicht zu zerleinern.

II.

Die Größe der Ausnützung nochmals festzustellen, ist ein dringendes Bedürfnis, zum Vergleich mit anderen Zellmembranen wäre es ja wünschenswert gewesen, auch für die der Steinpilze einen gesonderten Versuch anzustellen. Es schien mir aber die Verwendung großer Pilzmassen für ein solches Experiment nicht geboten, da die Rolle der Zellmembranen durch meine früheren Untersuchungen bereits geklärt ist, und insoweit Besonderheiten vorliegen sollten, sich diese auch aus einem Ausnützungsversuch mit den Pilzen selbst erledigen lassen.

Außerdem war aber letzteres nicht zu umgehen, wenn auch Saltet zweifellos im wesentlichen die Ausnützbarkheit der Steinpilze richtig charakterisiert hat, so war nach dem Stand der Technik zur Zeit der Ausführung der Versuche durch Saltet, die Feststellung des Resorbierten so ausgeführt worden, daß der in saurem Alkohol und Äther unlösliche Kotanteil als Pilzrest angesehen wurde. Das ist nicht ganz zutreffend, da einerseits in Alkohol und Äther auch Bestandteile der Pilze übergehen, die unresorbierbar geblieben sind, nach anderer Richtung aber allerdings auch Teile des echten Kotes in den gedachten Reagenzien unlöslich bleiben. Daher wird eine Wiederholung solcher Experimente wünschenswert. Bei der Unmöglichkeit, alle Pilzbestandteile analytisch festzustellen, wurde auch die Anwendung der kalorimetrischen Untersuchungen unabweislich.

Der Tierversuch am Hund dauerte 3 Tage. Gefüttert wurden 1000 g Fleisch und 70 g lufttrockene Steinpilze obiger Zusammensetzung.

In dieser Tagesration war vorhanden:

64.75 g	Trockensubstanz mit
5.14 „	Asche,
59.60 „	Organisches,
1.62 „	Pentosen = 1.4 Pentosane,
4.69 „	Reinzellulose,
7.85 „	asche- und proteinfreie Zellmembran mit 0.26 g Pentosen = 0.22 g Pentosane,
3.14 „	N,
2.62 „	Fett.

Irgend etwas Bemerkenswertes hat sich beim Tierversuch nicht ergeben, doch schien der Hund die Zugabe der gepulverten Steinpilzmasse durch den Geruch wahrzunehmen. Die frischen Entleerungen waren schwarz, nahmen aber beim Trocknen eine hellere Farbe an. Der Kot hatte einen leichten Fäkalgeruch, der sich namentlich bei der weiteren Verarbeitung

recht deutlich fühlbar machte. Die Menge der täglich im Kot entleerten Trockensubstanz war:

45.2 g.

Diese Ausscheidungen hatten folgende Zusammensetzung für 100 Teile trocken:

31.7	Prozent Asche,
68.3	„ Organisch,
2.82	„ Pentosen = 2.49 Prozent Pentosan,
7.12	„ Reinzellulose,
12.45	„ Reinzellmembran mit 0.637 g Pentosen = 0.562 Prozent Pentosan,
4.86	„ N,
6.87	„ Fett.

Bemerkenswert ist der hohe Fettgehalt des Kotes, der, auf organische Substanz berechnet, nicht weniger als 10.06 Prozent beträgt.

In der Tagesausscheidung von 45.2 g war vorhanden:

14.3	g Asche,
30.9	„ Organisch,
1.27	„ Pentose = 1.12 g Pentosan,
3.22	„ Reinzellulose,
5.62	„ Reinzellmembran = 0.29 g Pentose = 0.254 g Pentosan,
2.20	„ N,
3.10	„ Fett.

1 g trockenem Kot gab 3.762 kg-cal.

1 g Organisch = 4.389 „

Im Kot erscheinen also wieder reichlich Pentosen und auch Zellmembranen. Ich gehe zuerst an die allgemeine Betrachtung aller Stoffe, soweit sie durch die kalorimetrische Untersuchung getroffen werden. Die aufgenommenen Steinpilze geben pro Gramm 4.420 kg-cal. pro 1 g Organisch = 4.800 kg-cal. Im ganzen betrug der Verbrennungswert der gefütterten Steinpilze 285.8 kg-cal.

Der Verbrennungswert obigen Kotes war insgesamt 169.9 kg-cal.

Darin wird enthalten sein vom gefütterten Fleisch 67.7 „

also Zuwachs durch die Steinpilze 102.2 kg-cal.

= Verlust. Daraus berechnet sich als Gesamtverlust aller organischen Substanzen der Steinpilze 35.75 Prozent.

Das ist ein sehr erheblicher Verlust; die unverdaulich abgehenden Pilzbestandteile drücken auch die Verbrennungswärme des Kotes herunter. Sie sollten nach meinen Bestimmungen pro 1 g organisch 6·284 Kal. betragen, wenn es reiner Fleischkot wäre, hier aber fand sich nur 4·389 kg-cal. pro 1 g organisch.

Was die Resorption der N-Substanzen anlangt, so ergibt die einfache Aufrechnung folgendes:

Entleert wurden pro Tag	2·20 g N
bei reiner Fleischfütterung wird abgegeben	1·09 „ „
sonit Überschuß im Kot	<u>1·11 g N</u>

welcher durch die Zufuhr der Pilze bedingt ist. Das macht in Prozenten

35·35 Prozent

aus = Verlust bei der Ausnützung.

Der N-Verlust ist also fast genau so groß wie der Gesamtenergieverlust. Sallet hat einen Verlust der Trockensubstanz von 19 Prozent und des N von 25·7 Prozent gefunden; es könnte ja möglich sein, daß in der Tat zwischen einzelnen Ernten der Steinpilze solche Unterschiede vorkommen oder daß meine getrockneten Pilze etwas schwerer resorbierbar waren als das frischere Material Sallets. Ich glaube aber, richtiger noch wird der Unterschied durch die Methodik der Untersuchung erklärt. Bei Sallet blieb als Kotrest nach seiner Bestimmungsmethode nur fettfreie Substanz zurück, während das Fett der Pilze nicht gut resorbierbar ist und namentlich bei der kalorimetrischen Messung, die allein einwandfreie Resultate gibt, stark ins Gewicht fällt. Unter diesen Gesichtspunkten betrachtet, klären sich die Unterschiede also auf.

Ein Grund, warum der N verhältnismäßig schwer ausgenützt wird, liegt darin, wie ich schon erwähnt habe, daß das Protein in den Zellmembranen zum Teil ganz fest eingeschlossen ist, diesen Teil kann ich nach meinen Analysen berechnen. Es ergab sich, daß in den isolierten Zellmembranen pro Tag immer noch 1·09 g N enthalten war, das ist fast genau so viel, wie in dem Kote nach Pilzfütterung überhaupt an N mehr als an dem Fleischtage ausgeschieden worden ist. Die Unverdaulichkeit hängt also hier ähnlich wie bei der Kleie mit dem Einschluß wertvoller Nahrungsbestandteile in unverdaulicher Zellhülle zusammen.

III.

Unser Interesse konzentriert sich weiter auf das Verhalten der Zellmembran und der Zellulose selbst. Es betrug der Verlust:

70·43 Prozent an Pentosen überhaupt,	
100 „ an Pentosen, die in der Zellmembran enthalten sind,	
74·28 „ an Zellmembran überhaupt,	
68·65 „ an Zellulose,	
73·71 an Restsubstanz der Zellmembran.	

Bei der Berechnung ist zu beachten, daß der Hundekot nach Fleischfütterung auch Pentosen enthält. Diese kleinen Mengen können gewöhnlich außer Betracht bleiben, weil mit dem pflanzlichen Nahrungsmaterial so reichlich Pentosen ausgeschieden werden, daß dieser vom Fleisch herführende Pentosenanteil verschwindend ist. Hier bei der Fütterung mit Pilzen kann man diesen Anteil nicht vernachlässigen, er betrug pro Tag = 0·129 g Pentosen. Bei einer Pentosenausscheidung von 1·27 g pro Tag sind also 0·129 g abzuziehen, also rühren nur 1·141 g von den Steinpilzen her. Es sind also 70·43 Prozent aller Pentosen unresorbierbar gewesen. Sämtliche an die Zellmembran gebundene Pentosane sind wieder in den Ausscheidungen enthalten gewesen, die Einfuhr betrug 0·26, in den Zellmembranen im Kot wurden 0·29 g wieder gefunden, es lag somit ein geringer Fehler der Bestimmung vor, der bei der Kleinheit der Werte begreiflich ist. Vielleicht ist auch nicht auszuschließen, daß Spuren anderer Pentosen in den Zellen der Zellmembran eingeschlossen blieben. Das Resultat ist insofern bemerkenswert, als hier zum erstmal eine Zellmembran vorliegt, welche die Pentose zäh zurückhält, während sonst die Pentosane sich zum mindesten als teilweise löslich erweisen haben. Die Zellulose ist so ungünstig ausgenützt worden, als wenn Holz vorgelegen hätte. Die Restsubstanzen zeigen auch hier keine von der Zellmembran abweichende Löslichkeit. Man hat also den Eindruck, daß hier eine sehr festgefügte Zellmembran das Gerüst des Pilzes bildet, welches zwar nicht unauflöslich ist, aber schwerer auflösbar als Birkenholz mit einem sehr innigen Verband der drei die Zellwand bildenden Stoffgruppen.

Zwischen der Zusammensetzung der gefütterten und verdauten Zellmembran ist kein wesentlicher Unterschied.

100 Teile Zellmembran enthalten:

Zufuhr	Zellmembran aus Kot
59·85 Prozent	57·19 Prozent Zellulose
2·97 „	4·51 „ Pentosane
37·18 „	38·30 „ Rest

Beachtungswert bleibt, daß von den Pentosen oder Pentosanen, die nicht im Verbande der Zellmembranen stehen, ein so erheblicher Anteil unresorbierbar gelieben ist.

Die Frage, ob mit der Zufuhr der Plitze eine Anregung der Darmtätigkeit unter Vermehrung von Kotbestandteilen, d. h. Resten der Verdauungssäften stattgefunden hat, läßt sich nicht scharf beantworten, da die kalorimetrische Untersuchung der Zellmembran bei der kleinen Menge, welche überhaupt im Kot ausgeschieden worden war, nicht ausgeführt werden konnte. Zweifellos ist auch das Fett in den Steinplitzen unvollkommen aufgenommen worden und es sind möglicherweise auch andere Plitzbestandteile unresorbiert geblieben, die analytisch nicht faßbar sind, nach einer Schätzung glaube ich annehmen zu dürfen, daß eine Mehrbildung von Kotsstoffwechselfprodukten nicht eingetreten ist.

Beziehungen des Plethysmogramms und der Blutdruckkurve bei Muskelarbeit zur Qualität des Herzens.

Von

Dr. Felix Meyer
(Kassingen-Berlin).

(Aus der physikalisch-psychologischen Abteilung des Kaiser-Wilhelm-Instituts
für Arbeitsphysiologie.) (Winter 1913/14.)

Infolge einer Anregung und unter Leitung von Prof. Ernst Weber (physikal.-psycholog. Abteilung des Kaiser Wilhelm-Institutes für Arbeitsphysiologie) beschloß ich die von E. Weber für den gesunden Menschen gefundene Gesetze der Blutverschiebungen bei Muskelarbeit auf Menschen mit geschwächten Herzen anzuwenden, indem ich mich der von E. Weber modifizierten Methoden der fortlaufenden Registrierung des Blutdruckes und des Plethysmogrammes bediente. E. Weber¹ hat in verschiedenen Publikationen dargetan, daß bei Ausführung von anstrengender Muskelarbeit eine bestimmte Blutverschiebung im menschlichen Körper eintritt. Der Vorgang war gemäß seinen Beobachtungen am Menschen mittels des von ihm konstruierten Darmplethysmograph und der Mossoschen Wage sowie verschiedener Extremitäten-Plethysmographen der, daß die Splanchniengefäße sich verengern und die Muskelgefäße des Rumpfes und der Extremitäten sich aktiv erweitern, daß also im ganzen eine Verschiebung einer größeren Blutmenge von den Bauchorganen zu den äußeren muskulären Teilen des Rumpfes und der Glieder eintritt. Diese Blutverschiebung dient, teleologisch betrachtet, dazu, vermehrten Sauerstoff den angestrengt arbeitenden Muskelfasern durch die Zirkulation größerer Blutmengen zuzuführen und die Ermüdungsstoffe fortzuschwemmen, um so die Leistungsfähigkeit zu steigern. Folgte nun

¹ Ernst Weber, *Der Einfluß psychischer Vorgänge auf den Körper*. Berlin 1910.