

Über das Verhalten des Hefegummis im tierischen Organismus.

Von

Friedrich Simon-Berlin.

(Aus der chemischen Abteilung des Pathologischen Instituts der Universität Berlin.)

(Der Redaktion zugegangen am 16. Februar 1912.)

Nachdem W. Völtz¹⁾ sowie Völtz und Baudrexel²⁾ schon früher Untersuchungen über die Verwertung der Hefe-eiweißkörper im tierischen und menschlichen Organismus angestellt hatten, berichteten Völtz und Baudrexel³⁾ kürzlich über weitere Versuche, die die Verdaulichkeit der organischen Substanz und der einzelnen N-freien Nährstoffe der Hefe zum Gegenstande hatten. Als Resultat ihrer Untersuchungen, die am Menschen während einer «Grundregimeperiode» und einer Hefeperiode (von 4 Tagen mit täglicher Aufnahme von je 100 g entbitterter Hefe) angestellt wurden, konnten die Autoren feststellen, daß von den Nährstoffen der Hefe

die organische Substanz zu rund	90 0/0
das Eiweiß	» » 86 0/0
das Rohfett	» » 70 0/0
die Rohfaser	» » 40 0/0
die N-freien Extraktstoffe	» » 100 0/0

resorbiert wurden. Unter «stickstofffreien Extraktstoffen» verstehen Völtz und Baudrexel: Organische Substanz — (Rohprotein + Rohfett + Rohfaser). Zu diesen stickstofffreien Extraktstoffen wird man also auch das zuerst von E. Salkowski⁴⁾

¹⁾ W. Völtz, Pflügers Archiv, Bd. 107, S. 388, 1905.

²⁾ W. Völtz und A. Baudrexel, Biochem. Zeitschrift, Bd. 30, S. 457, 1911.

³⁾ W. Völtz und A. Baudrexel, Biochem. Zeitschrift, Bd. 31, S. 355, 1911.

⁴⁾ Salkowski, Ber. d. Deutsch. chem. Ges., Bd. 27, S. 499 (1894) sowie Du Bois-Reymonds Archiv f. Physiol., 1890, S. 555.

als einheitlichen Körper¹⁾ isolierte Hefegummi zu rechnen haben. Da nun der Gehalt der Preßhefe an Hefegummi (auf Grund einer von Salkowski²⁾ selbst angegebenen Modifikation seiner ursprünglichen Darstellungsmethode) zu über 5% angenommen werden kann, so müssen während des oben angeführten Stoffwechselfersuches von Völtz und Baudrexel innerhalb der viertägigen Hefeperiode von der Versuchsperson mindestens 20 g Hefegummi aufgenommen und «zu rund 100%» resorbiert worden sein. Dieses Verhalten erscheint nun keineswegs ganz selbstverständlich, da ja das Hefegummi, wie Salkowski³⁾ nachweisen konnte, weder durch Gärung noch durch Autolyse zerlegt wird, noch auch sonst durch irgend ein hydrolytisches Ferment angreifbar ist.

Die Resistenz gegen Gärungsenzyme und alle anderen im Magen- und Darmkanal vorkommenden Fermente wurde in der älteren physiologisch-chemischen Literatur auch immer zur Erklärung der angeblich mangelnden Resorbierbarkeit des arabischen Gummi angeführt. In der Tat wird in der älteren physiologisch-chemischen Literatur von verschiedenen Autoren über Tierversuche berichtet, bei denen die verfütterten Mengen von Gummi arabicum fast vollständig und unverändert in den Faeces wiedergefunden worden waren. Eine gegenteilige Beobachtung hatte Jos. Bauer⁴⁾ zu verzeichnen, der einem Hunde an drei Versuchstagen zusammen 174,8 g Gummi (als wässrige Lösung) in den Magen einführte und die darauf abgesetzten Faeces mit Wasser behandelte. Die Flüssigkeit wurde abkoliert und eingedampft. Aus dem Gewichte des trockenen Rückstandes berechnete Bauer, daß das verfütterte Gummi zu mindestens 46% resorbiert worden wäre. Wenn nun auch die mit dieser Methode gewonnenen Resultate keinen Anspruch auf größere Genauigkeit machen können, so geht doch aus dem Versuchsergebnisse Bauers hervor, daß ein gewisser und wahrscheinlich

¹⁾ Siehe W. Meigen und A. Spreng, Diese Zeitschrift, Bd. 55, S. 48 (1908).

²⁾ Salkowski, Diese Zeitschrift, Bd. 69, S. 470 (1910).

³⁾ Salkowski, Diese Zeitschrift, Bd. 69, S. 466 (1910).

⁴⁾ Bauer, Zeitschrift f. Biologie, Bd. 10, S. 65 (1874).

nicht unbeträchtlicher Anteil des verfütterten Gummis ausgenutzt worden war. Allerdings bleibt die Frage offen, ob das aus dem Darm verschwundene Gummi arabicum als solches oder erst nach seiner (supponierten) enzymatischen bzw. bakteriellen Überführung in Arabinose resorbiert wurde. Nimmt man den zweiten Vorgang als wahrscheinlich an, so würde hinsichtlich des Hefegummis die Umwandlung der Mannane und Dextrane innerhalb des Darmtractus in die entsprechenden Zucker und deren Verhalten im tierischen Organismus in Frage kommen. Denn Salkowski hatte bereits bei seinen ersten Untersuchungen¹⁾ über die Kohlenhydrate der Hefe gefunden, daß das Hefegummi durch Säuren in einen gärungsfähigen, schwach rechtsdrehenden Zucker übergeht, und konnte später²⁾ in dem so gebildeten Zucker unzweifelhaft Mannose durch Reindarstellung des Hydrazons nachweisen. Dieser Befund wurde dann zunächst durch Oshima³⁾ bestätigt, der bei der Säurehydrolyse aus Hefegummi hauptsächlich d-Mannose neben wenig d-Glukose erhielt. Auch Meigen und Spreng⁴⁾ konnten zeigen, daß das Hefegummi bei der Hydrolyse nur Mannose und Dextrose liefert und (nach dem Salkowskischen Verfahren dargestellt) als ein einheitlicher Körper anzunehmen ist, und zwar als ein Dextromannan, in dem doppelt so viel Mannan wie Dextran enthalten ist. Neuerdings haben noch Euler und Fodor⁵⁾ ein durch Autolyse von Hefe gewonnenes Gummi der Säurehydrolyse unterworfen und als Spaltungsprodukte ebenfalls Mannose und Glukose aufgefunden. Über die Resorption und Verwertung der Mannose im tierischen Organismus sind einige experimentelle Erfahrungen in der Literatur niedergelegt. So konnten Schuster und Liebscher⁶⁾ nach Verfütterung von Steinnußspähen an Merinoschafe einen reichlichen Fettansatz beobachten und

¹⁾ Salkowski, Ber. d. Deutsch. chem. Ges., Bd. 27, S. 501 (1894).

²⁾ Salkowski, Diese Zeitschrift, Bd. 31, S. 312 u. 313 (1900/01).

³⁾ Oshima, Diese Zeitschrift, Bd. 36, S. 42.

⁴⁾ Meigen und Spreng, Diese Zeitschrift, Bd. 55, S. 48.

⁵⁾ Euler und Fodor, Diese Zeitschrift, Bd. 72, S. 339 (1911)

⁶⁾ Schuster und Liebscher, Landwirtschaftl. Jahrb., Bd. 19, S. 143—148.

glaubten, diese Fettbildung auf eine entsprechende Ausnutzung und Verwertung der Steinnußcellulose zurückführen zu müssen, einer Cellulose, die — analog den Verhältnissen bei der künstlichen Säurehydrolyse — auch wohl im Tierkörper in Mannose umgewandelt werden dürfte. Ferner fand Rosenfeld,¹⁾ daß an Hunde verfütterte Mannose 25—50% Glykogen lieferte und im Harn zu 21—25% wiedererschien. Speziell d-Mannose bewirkt nach den Versuchen von Cremer²⁾ deutliche Glykogenablagerung, wenn auch nicht in dem Maße wie Traubenzucker und Lävulose, die auch nicht so leicht wie die d-Mannose in den Harn übergehen. Im Gegensatz zur Dextromannose werden die l- und i-Mannose, wie Neuberg und Mayer³⁾ feststellten, weniger gut ausgenutzt, jedoch ebenfalls für die Glykogenbildung verwertet. Über die Ausnutzung des Dextrans, das hier als zweiter Bestandteil des Hefegummis von Interesse ist, liegen Untersuchungen von Saiki,⁴⁾ sowie Myers und Mac Arthur⁵⁾ vor. Diese Autoren fanden, daß bei Verfütterung von *Cetraria islandica* (teils als Extrakt, teils getrocknet und gepulvert) die Kohlenhydrate (Dextrane) von Hunden nur zu einem sehr geringen Teile, von Menschen fast gar nicht resorbiert wurden. Von den Spaltungsprodukten des Hefegummis würde also vornehmlich die Mannose für die Ausnutzung im tierischen Organismus in Betracht kommen — allerdings unter der Voraussetzung einer fermentativen Angreifbarkeit des Hefegummis, zu deren Annahme wir freilich bisher nicht berechtigt sind. Deshalb erscheint der aus den Versuchsergebnissen von Völtz und Baudrexel zu entnehmende Befund einer vollständigen Resorption des verfütterten Hefegummis sehr bemerkenswert. Da nun m. W. das Verhalten des Hefegummis im tierischen Organismus überhaupt bisher nicht beachtet worden ist, folgte ich sehr gern der Anregung des Herrn Ge-

¹⁾ Rosenfeld, Zentralbl. f. inn. Medizin, Bd. 21, S. 177—189.

²⁾ Cremer. Zeitschrift f. Biologie, Bd. 29, S. 484—553.

³⁾ Neuberg und Mayer, Diese Zeitschrift, Bd. 37, S. 530—544.

⁴⁾ Saiki

} Zitiert nach Swartz, Transact of the

⁵⁾ Myers und MacArthur } Connecticut Academy of Arts and Sciences, Vol. 16, S. 247—382. — 1911, S. 303.

heimrats Salkowski zur Bearbeitung des vorliegenden Themas und erlaube mir, demselben auch an dieser Stelle für das dieser Untersuchung gewidmete freundliche Interesse bestens zu danken.

Das für die folgenden Versuche benötigte Hefegummi wurde aus Preßhefe sowohl nach der ursprünglichen Methode Salkowskis als auch nach dem von ihm selbst modifizierten Verfahren (l. c.) dargestellt.

I. Ausnutzungsversuch am Kaninchen.

Ein 2080 g schweres gesundes Kaninchen, das zuvor mehrere Tage hindurch mit Kohlrabi (täglich 500 g) gefüttert worden ist, erhält mit der Schlundsonde eine wässrige Lösung von 0,9107 g Hefegummi (bis zur Gewichtskonstanz getrocknet). Während der nächsten 7 Tage wird der Harn des Kaninchens täglich untersucht. Er erweist sich stets als eiweiß- und zuckerfrei; der (durch Erhitzen mit Natronlauge und folgende Filtration von Phosphaten befreite) Harn gibt nie eine Trübung oder einen Niederschlag mit Fehlingscher Lösung. Unverändertes Hefegummi wird also mit dem Harn nicht angeschlossen. Die während der sieben, auf die Hefegummidarreichung folgenden Tage abgesetzten Faeces werden gesammelt, auf dem Dampfbade getrocknet und gepulvert. Ihr Gesamtgewicht beträgt (in lufttrockenem Zustande) 27 g. Diese 27 g werden mit 450 ccm Wasser¹⁾ in einer Schale verrieben und einige Zeit im Sieden erhalten. Nach dem Erkalten wird das Gemisch im Meßzylinder zum Volumen von 600 ccm mit Wasser aufgefüllt. Am nächsten Tage wird filtriert. Vom Filtrate werden 465 ccm abgemessen, auf dem Wasserbade eingeeengt und dann mit 20 ccm Fehlingscher Lösung unter Umrühren versetzt. Das weitere Verfahren schließt sich genau an die Vorschriften an, die Salkowski²⁾ für die Bestimmung des Gummigehaltes

¹⁾ Eine Behandlung der Faeces mit wässriger Natronlauge war nicht zulässig, da entsprechende Vorversuche mit Faeces von Kaninchen, die einfach mit Kohlrabi gefüttert worden waren, zeigten, daß aus solchen Kohlrabifaeces Verbindungen (Xylan) in die alkalische Lösung übergingen, die mit Fehlingscher Lösung dicke Niederschläge und dann entsprechende Gummifällungen gaben.

²⁾ Salkowski, Diese Zeitschrift, Bd. 31, S. 309 (1900/1901).

im «Invertin» der Hefe gegeben hat. Nach dieser Methode werden in 465 ccm des Filtrates 0,0114 g Hefegummi wiedergefunden. Von den verfütterten 0,9107 g Hefegummi waren also 0,0147 g = 1,61% nicht resorbiert worden.

II. Ausnutzungsversuch am Hunde.

Ein 18 kg schwerer gesunder Hund, der zuvor mehrere Tage hindurch mit Fleisch und Fett (täglich 600 g gekochtes Pferdefleisch + 50 g Speck) gefüttert worden ist, erhält am 28. VI. — seiner täglichen Ration beigemischt — eine wässrige Lösung von 3,2404 g Hefegummi (bis zur Gewichtskonstanz getrocknet). Das Futter mit dem beigemischtem Hefegummi wird vollständig verzehrt. An diesem und den folgenden 5 Tagen wird der Harn immer eiweißfrei gefunden. Er gibt stets beim Kochen mit Fehlingscher Lösung eine deutliche, allerdings etwas zögernd einsetzende Reduktion; die Gärungsprobe erweist den Harn jedoch regelmäßig als zuckerfrei. Der (durch Erhitzen mit Natronlauge und Filtration von Phosphaten befreite) Harn gibt mit Fehlingscher Lösung nie eine Trübung oder einen Niederschlag. Unverändertes Hefegummi findet sich also als Bestandteil des Harnes während der Beobachtungszeit nicht vor. Am 3. VII. 11 setzt der Hund zum ersten Male (also 5 Tage) nach der Hefegummidarreicherung Faeces ab. Diese werden gesammelt, auf dem Dampfbade getrocknet und gepulvert. Ihr Gesamtgewicht beträgt (in lufttrockenem Zustande) 49 g. Die weitere Verarbeitung der Faeces zur Bestimmung des nicht resorbierten Hefegummi geschieht nach dem oben beschriebenen Verfahren — mit dem einzigen Unterschiede, daß die Faeces nicht (wie beim Kaninchenversuche) nur mit Wasser, sondern mit 3%iger wässriger Natriumhydratlösung gekocht werden. Es wurden wiedergefunden: 0,03368 g Hefegummi. Von dem verfütterten Hefegummi waren also 1,04% der Resorption entgangen. Zur Epikrise der beiden vorstehenden Versuche sei zunächst bemerkt, daß die hier zur Anwendung gebrachte und von Salkowski (l. c.) ursprünglich für das «Invertin» der Hefe ausgearbeitete Methode der Hefegummi-bestimmung gerade unter den bei den Faeces vorliegenden

Bedingungen keine gut übereinstimmenden Resultate zu liefern scheint, wie verschiedene (mit normalen Hunde- und Kaninchenfaeces bei willkürlichem Zusatz gewogener Hefegummimengen angestellte) Blindversuche gelehrt haben. Wenn es demnach auch nicht angehen wird, bestimmte Zahlenangaben über die Resorptionsgröße des Hefegummis zu machen, so wird man doch auf Grund der vorstehenden Versuche annehmen dürfen, daß sowohl beim Hunde wie beim Kaninchen das verfütterte Hefegummi zu einem gewissen und wahrscheinlich sogar ziemlich beträchtlichen Teile resorbiert werden kann. Diese Annahme würde dann mit den anfangs erwähnten Angaben von Völtz und Baudrexel, die eine restlose Verwertung der in der Hefe enthaltenen N-freien Extraktstoffe beim Menschen feststellen konnten, einigermaßen übereinstimmen.

III. Versuche über die Vermehrung des Leberglykogens nach Verfütterung von Hefegummi an Kaninchen.

A. Ohne vorhergehende Adrenalininjektionen.

Zwei gesunde Kaninchen werden vier Tage hindurch mit je 500 g Kohl täglich gefüttert. 12 Stunden nach der letzten Fütterung erhält das eine Kaninchen (Haupttier) mit der Schlundsonde 8,8756 g Hefegummi (bis zur Gewichtskonstanz getrocknet). Der darauf entleerte Harn ist eiweiß- und zuckerfrei und gibt (nach Entfernung der Phosphate) keinen Niederschlag mit Fehlingscher Lösung. Am folgenden Tage werden beide Tiere (also 36 Stunden nach der letzten Fütterung, das Haupttier 24 Stunden nach der Gummidarreichung) getötet und die Lebern sofort entnommen. Gewicht des Haupttieres = 2640 g, seiner Leber = 76,5 g. Gewicht des Kontrolltieres = 2020 g, seiner Leber = 59 g. Von der Leber des Haupttieres werden 66 g, von der des Kontrolltieres 56,5 g zur Glykogenbestimmung genommen. Der Leberbrei wird zunächst bei schwach essigsaurer Reaktion mit dem zehnfachen Volumen Wasser ausgekocht. Der wässrige Auszug wird durch Papier filtriert.

Diese Auskochung und Filtration werden dreimal wieder-

holt. Die vereinigten Auszüge werden eingengt, mit Salzsäure versetzt, darauf abwechselnd mit Brückeschem Reagens und mit Salzsäure gefällt, schließlich filtriert. Das Filtrat wird mit dem doppelten Volumen 90%igen Alkohols gefällt. Der Niederschlag wird auf ein getrocknetes und gewogenes Filter gesammelt, zuerst mit verdünntem, dann mit absolutem Alkohol und Äther gewaschen, getrocknet und gewogen. Die Gewichte dieser Niederschläge betragen (auf je 56,5 g Leber berechnet)

beim Hauptversuch	1,6009 g
» Kontrollversuch	0,0765 »

Die bei der Auskochung mit Wasser verbliebenen Rückstände des Leberbreies werden in Kolben übertragen und — nach Pflügers bekannten Vorschriften — mit dem gleichen Volumen 60%iger Kalilauge 2 Stunden hindurch in siedendem Wasserbade gehalten. Nach dem Erkalten werden die dickflüssigen Lösungen mit Salzsäure neutralisiert und filtriert. Die Filtrate werden mit Salzsäure und Brückeschem Reagens nochmals gefällt und wieder filtriert. Die (durch das Filter passierende Quecksilberverbindungen) getrübbten Filtrate werden mit Alkohol gefällt. Die entstehenden Niederschläge werden in heißem Wasser gelöst und unter Zusatz von Salzsäure im Wasserbade 3 Stunden lang hydrolysiert. Die nunmehr erhaltenen Zuckerlösungen werden neutralisiert und mit dem Polarisometer untersucht. Aus den so bestimmten Zuckermengen ließ sich für die bereits ausgekochten Leberrückstände noch ein Glykogengehalt von 0,5643 g beim Hauptversuch und von 0,1055 g beim Kontrollversuch (auf je 56,5 g des frischen Leberbreies bezogen) berechnen. Die Gesamtmenge des in beiden Lebern (in je 56,5 g) nachgewiesenen Glykogens betrug also

beim Hauptversuch	2,1652 g
» Kontrollversuch	0,1820 »

B. Mit vorhergehenden Adrenalininjektionen.

Der Zweck dieser Versuchsanordnung bestand darin, den (nach dem vorigen Versuch zu erwartenden) selbst nach 36 stündiger Karenz noch ziemlich beträchtlichen Glykogengehalt in der Leber des Kontrolltieres doch Adrenalininjektionen herab-

zusetzen. Nach dem Vorgange von Blum sowie Gatin-Gruzewska konnte nämlich Agadschanianz¹⁾ feststellen, daß in den Muskeln von mit Adrenalin intraperitoneal gespritzten Kaninchen niemals eine Spur, in ihren Lebern bei einigen Versuchen ebensowenig Glykogen nachzuweisen war. Der Versuch wurde also in folgender Weise angeordnet. Ein Kaninchen (Haupttier) erhält nach 24stündiger Karenz eine intraperitoneale Injektion von 6,5 ccm einer $1\frac{1}{2}\%$ igen Adrenalinlösung = ca. 1 mg Adrenalin pro Kilogramm (Gewicht des Tieres am Injektionstage = 3170 g). Der am folgenden Tage entleerte Harn reduzierte Fehlingsche Lösung (ohne Ausscheidung von Kupferoxydul). Nach weiteren 24 Stunden der Karenz erhält das Tier mit der Schlundsonde 9,2825 g Hefegummi (zur Gewichtskonstanz getrocknet) in wässriger Lösung. Am vierten Tage (Gewicht des Tieres = 2830 g), also nach 72stündigem Hungern, wird das Tier getötet und die Leber sofort entnommen. Von der Leber (78,8 g) werden 68 g zur Glykogenbestimmung genommen.

Ein zweites Kaninchen (Kontrolltier) erhält nach 24stündigem Hungern eine intraperitoneale Injektion von 6 ccm einer $1\frac{1}{2}\%$ igen Adrenalinlösung = ca. 1 mg Adrenalin pro Kilogramm (Gewicht des Tieres am Injektionstage = 2850 g). Der am folgenden Tage entleerte Harn reduzierte Fehlingsche Lösung nur schwach. Nach weiteren 48 Stunden wiegt das Tier 2410 g und wird nun (also nach 72stündiger Karenz) getötet. Von der frisch entnommenen Leber (71,5 g) werden 65 g zur Glykogenbestimmung benutzt. Diese Bestimmungen werden in der beim vorigen Versuche A beschriebenen Art durchgeführt und ergeben für je 65 g Leber einen Glykogengehalt von 0,372 g beim Hauptversuch und von 0,0637 g beim Kontrollversuch.

Zur Epikrise der letzten Versuchsreihe sei zunächst auf die Wirkung der intraperitonealen Adrenalininjektionen hingewiesen, die zwar ihren eigentlichen Zweck, die Verminderung des Leberglykogens bei dem Kontrolltiere erreichten, gleich-

¹⁾ Agadschanianz, Biochem. Zeitschrift, Bd. 2, S. 148.

zeitig aber auch bei dem Haupttiere — wohl infolge protrahierter Wirkung — eine stärkere Ablagerung von Leberglykogen nach der Hefegummidarreicherung verhinderten. Gleichwohl ist in beiden Versuchen A und B eine deutliche Vermehrung des Leberglykogens bei den mit Hefegummi gefütterten Kaninchen gegenüber den Kontrolltieren festzustellen; und zwar beträgt im Versuche A das Verhältnis des Leberglykogens des Haupttieres zu dem des Kontrolltieres 11,9 : 1, im Versuche B 5,8 : 1. Daß nun die in beiden Versuchen zur Wägung gebrachten Niederschläge tatsächlich ihrer Hauptmasse nach aus Glykogen bestanden, geht aus ihrer Beschaffenheit und aus ihren Reaktionen hervor. Diese Niederschläge stellen nämlich weiße, kreibige Massen dar, die beim Erhitzen auf dem Platinblech nur einen ganz geringen weißen Rückstand hinterlassen. Die Massen sind in Wasser mit leichter Opalescenz löslich. Die Lösung gibt ausgeprägte Jodreaktion auf Glykogen und nach dem Alkalisieren keine Fällung mit Fehlingscher Lösung, ist also frei von Hefegummi. Wird die Lösung mit Salzsäure erhitzt oder mit Speichel einige Stunden bei 38—40° digeriert, so läßt sich neugebildeter Zucker in Mengen leicht nachweisen.

Zusammenfassend läßt sich also aus den Ergebnissen der vorliegenden Versuche feststellen, daß verfüttertes Hefegummi nicht nur aus dem Darmtractus des Hundes und Kaninchens zum größten Teile resorbiert wurde, sondern auch bei den so genährten Kaninchen eine deutliche Vermehrung des Leberglykogens gegenüber den entsprechenden Kontrolltieren bewirkte. Mit diesem Befunde bleiben freilich noch die Fragen ungelöst, ob das Hefegummi als solches oder erst nach voraufgegangener Hydrolyse durch die Fermente und Bakterien des Darmkanals resorbiert oder an einer anderen Stelle und durch andere Einflüsse des Tierkörpers in Mannose bzw. Dextrose umgewandelt wurde, um dann den Glykogenbestand der Leber zu vermehren. Daß die Wirksamkeit der intestinalen Verdauungsfermente bei der Aufschließung des Hefegummi kaum in Betracht kommen dürfte, geht schon aus den anfangs erwähnten Erfahrungen

Salkowskis (l. c.) hervor und wird neuerdings durch die Untersuchungen von Mary Davies Swartz¹⁾ über den Einfluß von Bakterien und Fermenten auf verschiedene Pentosane, Mannane, Lävulane und Galaktane bestätigt. Diese Stoffe verhielten sich nämlich (mit wenigen Ausnahmen) gegenüber der Einwirkung verschiedener Fermente vollständig refraktär; besonders konnte nach 24 stündiger Digestion eines Salep-Mannans mit Speichel, Malzdiastase, Takadiastase, pankreatischem, Darm- und Magensaft keine Spur reduzierenden Zuckers nachgewiesen werden. Dagegen wurde das Salep-Mannan durch aërobe und anaërobe Kulturen von Schmutz- und Faecesbakterien sowie durch Kulturen von *B. anthracis* symptom. und *B. oedemat. malign.* unter Bildung reduzierenden Zuckers invertiert. In Übereinstimmung mit diesen experimentellen Befunden stehen die Ergebnisse der Fütterungsversuche, die Swartz mit den genannten Stoffen an Menschen und Hunden anstellte. Hier zeigte sich nämlich, daß die von Bakterien sehr leicht angreifbaren «Hemicellulosen» (wie gewisse Pentosane und das Salep-Mannan) fast vollständig (durchschnittlich 99%) aus dem Darmkanal verschwanden, während gewisse Galaktane, die sich gegen Bakterien äußerst resistent verhielten, beim Menschen nur zu durchschnittlich 25% und bei Hunden zu 45% resorbiert wurden.

Es liegt nahe, diese Erklärung, welche eine leichte Möglichkeit hydrolysierender Bakterienwirkungen (bei erheblicher Resistenz gegen Verdauungsenzyme) zur Voraussetzung einer ausreichenden Resorption der «Hemicellulosen» macht, auch für die hier festgestellte gute Ausnutzung des Hefegummis heranzuziehen.

¹⁾ Swartz, Nutrition Investigations on the carbohydrates of Lichens etc. (Transactions of the Connecticut Academy of Arts and Sciences, Vol. 16, S. 247—382, 1911).