

- KOHL, F., I. Untersuchungen über das Karotin. Leipzig 1902. — II. Diese Berichte **24** (1906), S. 124. — III. Ibid. **24**, S. 222.
- MARCHLEWSKI, L. und SCHUNCK, C. A., I. Journ. Chem. Soc. **27** (1900), p. 1081. — II. Journ. für prakt. Chemie **62** (1900), S. 247.
- MÜLLER, N. J. C., PRINGSH. Jahrb. für wiss. Botanik **7** (1869), S. 200.
- OSTWALD, W., Lehrbuch der allgem. Chemie I (1903).
- PREYER, W., Die Blutkristalle. Jena 1871.
- SACHSSE, R., Chemie und Physiologie der Farbstoffe usw. Leipzig 1877.
- SORBY, H., Proceed. Roy. Soc. London **21** (1873), p. 442.
- STRASBURGER, ED., Das botanische Praktikum, IV. Aufl. (1902).
- TSWETT, M., I. Comptes rendus **131** (1900), p. 842. — II. Ibid. **132** (1901), p. 149. — III. Diese Berichte **24** (1906), S. 316.

## 61. W. Ruhland: Über Arabinbildung durch Bakterien und deren Beziehung zum Gummi der Amygdaleen.

Eingegangen am 25. Juli 1906.

Über die Natur der bei Bakterien so verbreiteten Schleim- und Gummibildungen<sup>1)</sup> wissen wir bisher so wenig Befriedigendes, dass jeder auch kleine Beitrag zu unseren Kenntnissen hier als willkommen begrüsst werden dürfte. Die wenigen einschlägigen Zitate findet man z. B. bei CZAPEK<sup>2)</sup> und LAFAR<sup>3)</sup>. Kurz hervorzuheben wäre hier nur, dass SCHEIBLER das fadenziehende, von *Streptococcus mesenterioides* produzierte Gummi zuerst als Dextran erkannte. ANDRLIK studierte einen in der Zuckerfabrikation auftretenden Spaltpilz, welcher ebenfalls Dextran in grossen Mengen lieferte, MAASSEN<sup>4)</sup> einen ebensolchen, der Lävulan produzierte. Interessant sind die Befunde von SCHARDINGER, welcher in seinem Bakterien Schleim auch eine Hemicellulose, Galactan, nachwies, zugleich aber zeigte, dass neben diesem in Hauptmasse auftretenden Stoff noch Mucin, also ein

1) Die Begriffe „Schleim“ und „Gummi“ werden im allgemeinem homonym gebraucht. Eine strenge Unterscheidung ist auch nicht durchführbar. Immerhin dürfte es sich empfehlen, den Ausdruck „Gummi“, übereinstimmend mit dem allgemeinen Sprachgebrauch, für die klebrigen, fadenziehenden Kohlenhydrate zu reservieren; als Schleim würden demgemäss die übrigen nicht fadenziehenden, aber stark quellenden membranartigen Stoffe und die eiweissähnlichen Mucine usw. zu bezeichnen sein.

2) Biochemie der Pflanzen. Bd. I, 1905, S. 555 ff.

3) Handbuch der technischen Mykologie, Bd. I, Abschnitt III. Die chemischen Bestandteile usw., bearbeitet von HUGO FISCHER; besonders §§ 59 und 60.

4) Über Gallertbildungen in den Säften der Zuckerfabriken. Arbeiten der biol. Abt. des Kais. Gesundheitsamtes, V, 1905, S. 16.



N-haltiger Körper, als Träger der fadenziehenden Eigenschaft vorhanden ist.

Die kurze Übersicht deutet bereits auf eine grosse Mannigfaltigkeit der Schleime und Gummi hin, die auf eine ebenso grosse Mannigfaltigkeit der Bedingungen des Entstehens schliessen lässt.

Die Frage nach der Entstehung und chemischen Natur gewisser Bakteriengummi hat durch die Beziehungen, in die man sie zu den als Gummifluss bezeichneten Erscheinungen verschiedener höherer Pflanzen zu bringen versucht hat, neuerdings besonderes Interesse erhalten, dem auch die folgenden Zeilen ihre Entstehung verdanken. Die mitgeteilten Beobachtungen über Bakterien- und Amygdaleengummi wurden im Laufe eingehender, noch nicht veröffentlichter Untersuchungen gemacht, welche Verfasser gemeinsam mit Herrn Geheimrat Dr. ADERHOLD über eine durch Bakterien hervorgerufene und unter Gummifluss verlaufende, neue Krankheit des Steinobstes angestellt hat. Es wird in der ausführlichen Arbeit auch von den hier kurz mitgeteilten Daten nochmals eingehend die Rede sein.

Wegen der oben hervorgehobenen Beziehungen wird es zweckmässig sein, bei unserer Betrachtung der Bakteriengummibildung von den Erscheinungen des Gummiflusses bei den Amygdaleen auszugehen.

Wie schon ADERHOLD<sup>1)</sup> hervorgehoben hat und später BELJERINCK und RANT<sup>2)</sup> bzw. letzterer allein<sup>3)</sup> nachwiesen, kann der Gummifluss durch verschiedene äussere Anlässe hervorgerufen werden, besonders auch durch solche Wundreize, bei denen eine Mitwirkung von Mikroorganismen nicht stattfindet.

In neuerer Zeit hat man dem Studium der hierbei in Frage kommenden Bakterien besondere Aufmerksamkeit geschenkt, und einige Forscher sind sogar so weit gegangen, den Gummifluss schlechthin als durch Bakterien veranlasst hinzustellen.

Die Frage, wie weit bei den in der Natur so ungemein verbreiteten Gummiaustritten den Bakterien eine Rolle zufällt, wird auf Grund einer grösseren Reihe von Verwundungen, Impfungs- und Isolierungsversuchen Gegenstand einer besonderen Mitteilung von ADERHOLD und mir bilden.

Hier interessiert uns besonders die Auffassung jener Forscher, dass das aus der Rinde austretende Gummi nach seiner physiologischen Herkunft das Stoffwechselprodukt spezifischer

1) Über *Clasterosporium carpophilum* (Lév.) Aderh. und Beziehungen desselben zum Gummiflusse des Steinobstes. Arbeiten der biol. Abt. des Kais. Gesundheitsamtes, Bd. II, 1902, S. 515–559. Vgl. besonders Abschnitt V, S. 542 ff.

2) Wundreiz, Parasitismus und Gummifluss bei den Amygdaleen. Bakteriolog. Centralbl., 2. Abt., Bd. XV, 1905, S. 366–375.

3) De gummosis der Amygdalaceae. Dissertation. Amsterdam 1906, bei J. H. DE BUSSY, 91 Seiten mit 7 Tafeln.



Gummiflussbakterien sei, deren Ausgangssubstrat man in den Nährmaterialien der betreffenden Amygdalee zu suchen habe.

Es ist vor allem einer ganzen Reihe Einzeluntersuchungen von GREIG SMITH zu gedenken, welche unter dem Gesamttitel: „The bacterial origin of the gums of the arabin group“<sup>1)</sup> für eine grössere Zahl von Beispielen den Nachweis erbringen sollen, dass das von den höheren Pflanzen ausgeschiedene Gummi in Wahrheit von bisher übersehenen Bakterien herrühre. Ohne auf Einzelheiten einzugehen, erwähne ich nur, dass auf diesen Ursprung z. B. das Gummi der *Acacia penninervis* (wattle gum), von *Cedrela australis*, *Sterculia diversifolia*, *Eucalyptus Stuartiana*, des Pfirsichs und anderer Amygdaleen zurückgeführt wird.

GREIG SMITH bleibt nun zwar den Nachweis (der nur auf dem Wege vergleichender Impfversuche zu erbringen gewesen wäre) dafür, dass die von ihm aus gummiflüssigen Zweigen isolierten Organismen in der Tat auch im Baume die ihnen zugeschriebene Wirkung auszuüben vermöchten, durchaus schuldig und begnügt sich vielmehr damit, die Identität, wie er glaubt, der von seinen Bakterien auf verschiedenen künstlichen Substraten in Reinkultur erzeugten Produkte mit den natürlichen Gummistoffen auf chemischem Wege darzutun.

Er unterwarf die in Kulturen erzogenen Bakteriengummi einer Hydrolyse und ermittelte, dass sie hierbei, wie das natürliche Gummi, ein Gemisch von Arabinose und Galaktose ergeben.

Dass jedoch hiermit ein Beweis für die wirkliche Übereinstimmung der betreffenden Substanzen in keiner Weise erbracht ist, bedarf kaum einer näheren Begründung. Wir wissen, dass auch Gummi sehr verschiedenen Ursprunges fast allgemein diese Verseifungsprodukte ergeben. Man vergleiche z. B. die Zusammenstellung bei CZAPEK<sup>2)</sup>. Es ist mithin auf diesem Wege überhaupt nicht möglich, einen Beweis für Identitäten zu erbringen, zumal in derartigen Verbindungen auch quantitativ die Galaktose- und Arabinoseanteile nicht unbeträchtlichen Schwankungen zu unterliegen scheinen.

Auffallenderweise vernachlässigt der genannte Forscher andererseits beträchtliche Unterschiede, die die Bakteriengummi von den entsprechenden natürlichen Produkten aufwiesen. So betrug z. B. die spezifische Drehung des Akaziengummi (Wattlegum)  $[\alpha]_D = +0,9^\circ$ , während diejenige des auf Nährböden erzogenen Bakterienschleimes sich auf  $[\alpha]_D = +43^\circ$  belief<sup>3)</sup>.

Auch BRZEZIŃSKI<sup>4)</sup> führt als besonders wichtig für seine ange-

1) Proceedings of the Linnean Society of New South Wales. 1902—1904.

2) Biochemie der Pflanzen I, 1905, S. 555 ff.

3) l. c., 1902, S. 393.

4) Le chancre des arbres, ses causes et symptômes (Anzeiger der Akad. der Wiss. in Krakau, Math.-naturw. Klasse, 1903, S. 95—142; vgl. besonders S. 141)



lich den Gummifluss erzeugenden Bakterien die Eigenschaft an, dass sie auch auf künstlichem Substrate gleiches Gummi produzieren. Der Verfasser scheint sich der weittragenden Bedeutung einer solchen Behauptung gar nicht bewusst zu sein, da irgend ein Beweis für die Identität des Gummi nicht erbracht und auch nicht versucht wird.

Wie bereits in einer vorläufigen Mitteilung<sup>1)</sup> angegeben, ist es ADERHOLD und mir gelungen, aus kranken Kirschentrieben einen Spaltpilz, *Bacillus spongiosus* Aderh. et Ruhl., zu züchten, welcher bei der Verimpfung in Kirschteilen einen unter intensivem Gummifluss verlaufenden Krankheitsprozess hervorruft.

Im Zusammenhange mit den obigen Literaturangaben erschien besonders die Eigenschaft des interessanten Organismus bemerkenswert, auch seinerseits auf mehreren künstlichen Nährböden einen stark fadenziehenden, also gummiartigen Schleim zu bilden.

Gummibildende Kolonien auf festen, namentlich Agar-Nährböden, erscheinen deshalb erhaben-tropfenförmig. Das Gummi ist glasklar oder weisslich-trübe, niemals gelblich. Im Folgenden teile ich nunmehr einiges Nähere über ihn mit, soweit es im Zusammenhange mit den obigen Fragen steht.

Zur Prüfung der zur Gummibildung führenden Stoffe wurden unter den in Betracht kommenden C-Quellen folgende Zucker geprüft:

- |                            |   |   |
|----------------------------|---|---|
| 1. Pentosen . . . . .      | { | Arabinose,<br>Xylose,<br>Rhamnose.  |
| 2. Hexosen . . . . .       | { | a) Aldosen . . . . . { Glukose,<br>Mannose,<br>Galaktose.<br>b) Ketosen . . . . . { Fruktose,<br>Sorbose. |
| 3. Disaccharide . . . . .  | { | Rohrzucker,<br>Milchzucker,<br>Maltose.   |
| 4. Trisaccharide . . . . . |   | Raffinose.  |

Die Zucker wurden zu 2 pCt. dem Bouillon-Agar zugesetzt; ferner auch ein Zusatz von 5 pCt. Glyzerin, Ammoniumlactat bezw. Mannit zum Agar erprobt. Eine Schleimbildung trat sofort besonders schön auf Rohrzucker zutage, etwas später, aber ebenfalls sehr schön, auf Raffinose.

und: Étiologie du chancre et de la gomme des arbres fruitiers. (Comptes rendus, Paris 1902).

1) Über ein durch Bakterien veranlassetes Kirschensterben. Centralbl. für Bakteriologie, II. Abt., Bd. XV, 1905, S. 376 ff.



Raffinose gibt durch Inversion bekanntlich zunächst d-Fruktose und „Melibiose“, welche dann weiter zerfällt zu Galaktose und d-Glukose. Es treten also d-Fruktose- und d-Glukosegruppen sowohl im Rohrzucker, als im Raffinosemolekül auf, und es liegt die Vermutung nahe, dass gerade hierin die Quelle für die Gummibildung liegt.

Erwähnenswert ist, dass als alleinige Zuckerquelle Dextrose nicht, Lävulose (2–5 pCt.) nicht oder nur überaus wenig Gummi ergibt. Ganz unwirksam sind auch Dextrose-Lävulosemischungen, wie sie der Zusammensetzung des invertierten Rohrzuckers entsprechen<sup>1)</sup>. Da auch die Verarbeitung des Rohrzuckers durch den Bacillus, soweit ich bis jetzt übersehe, ohne Inversion verläuft, sind für das Zustandekommen von Gummi offenbar gewisse Bindungsverhältnisse (die Art der Bindung) der zu kondensierenden Gruppen wichtig.

Ähnlich wie Lävulose verhält sich auch Mannit. Hier tritt meist eine, wenn auch nur sehr schwache Schleimbildung ein. Diese Ähnlichkeit bietet nichts Auffallendes, da Mannit bekanntlich durch schwache Oxydation leicht in Lävulose übergeht.

Die optimale Zuckerkonzentration des Agarbodens scheint ausserordentlich hoch zu liegen. Bei einem Gehalt an Rohrzucker z. B. von 30 pCt. findet jedenfalls intensivere Schleimbildung statt als bei 5–20 pCt. Auch der Schleim selbst hat auf hochkonzentrierten Böden eine festere, zähere Beschaffenheit als auf solchen niedrigeren Zuckergehaltes, wo er schliesslich sogar oft ziemlich dünnflüssig werden kann.

Um für eine chemische Untersuchung des Schleimes genügendes Material zur Verfügung zu haben, wurde deshalb folgendermassen verfahren:

In einer grösseren Anzahl PETRUSCHKY'scher Flaschen für Flächenkulturen wurde ein 20 pCt. Rohrzucker enthaltender Bouillon-Agar ausgegossen und nach dem Erstarren durch Übergiessen mit Bouillonkulturen des *Bacillus spongiosus* geimpft.

Nach etwa achttägigem Wachstum wurde der in üppigster Weise gebildete Schleim geerntet, indem mit dem Spatel die Agaroberfläche unter Vermeidung von Verletzungen derselben abgeschabt wurde. Letzteres verdient besonders betont zu werden, weil der aus Galaktan bestehende Agar bei der Hydrolyse Galaktose ergeben würde, ein

1) Ein ähnliches a priori nicht zu erwartendes Verhalten beobachtete z. B. auch MAASSEN (l. c.) insofern, als seine Lävulan bildenden Semiclostridien wohl aus Rohrzucker, nicht aber aus Trauben- und Fruchtzucker die Gallerte erzeugten. Nach einer neuerlichen Mitteilung von GREIG SMITH (Bakt. Centralbl., Bd. XV, 1903, S. 38) liegen die Verhältnisse für dessen *Bacterium Acaciae* ganz ähnlich, das besonders schön auf Lävulose und Rohrzucker, dagegen nicht auf Raffinose, Invertzucker oder Dextroseemischungen Gummi bildete.



Umstand, der, wie aus dem Folgenden hervorgehen wird, zu den schwerwiegendsten Irrtümern Anlass geben würde.

Das Gummi wurde darauf in destilliertem Wasser unter Umrühren gleichmässig verteilt, wobei sehr leicht eine trübgraue, etwas klebrige Lösung entstand. Es lag also jedenfalls keine Hemicellulose vor, die bekanntlich erst beim Kochen mit verdünnten Säuren löslich wird. Die Lösung musste, um alle Spuren von Agar zu entfernen, noch durch ein Haarsieb gegeben werden.

Die saure Reaktion der Lösung rührt von den gleichzeitig mit dem Schleim gebildeten organischen Säuren her (vor allem Essigsäure, daneben noch Ameisensäure, inaktive Milchsäure, viel Buttersäure und Spuren von Propionsäure). Die gereinigte Gummilösung dagegen reagiert neutral.

Die Reinigung wurde erzielt durch mehrmaliges Ausfällen mit absolutem Alkohol und Wiederauflösen in destilliertem Wasser. Der zunächst in zäh-klebrigen, klebrigen, grauweissen Klümpchen fallende Niederschlag wird bei Wiederholung des Ausfällens schliesslich weiss und nach wiederholtem Begiessen mit Alkohol absol. spröde-brüchig. Beim Zerreiben der hartbröckeligen Masse ergab sich ein hygroskopisches, weissliches Pulver, das, in Wasser leicht lösbar, hier eine bei auffallendem Lichte etwas trübe und zwar opaleszierende, weissliche Lösung ergab, auch nachdem die Flüssigkeit durch eine Chamberlandkerze filtriert worden war, also mikroskopisch Bakterien in ihr nicht mehr nachweisbar waren. Bei durchfallendem Licht ist sie dagegen klar.

Von dem so erhaltenen pulverigen Produkt wurde eine Portion in 50 *ccm* 5prozentiger Schwefelsäure gelöst und unter dem Rückflusskühler 5–6 Stunden lang gekocht, darauf mit Baryumkarbonat oder noch besser mit Schlemmkreide neutralisiert, mit Aluminiumhydroxyd geklärt und mit Tierkohle entfärbt. Selbst bei Zusatz eines sehr grossen Überschusses von Alkohol entstand nur selten noch eine schwache, kaum merkliche Trübung durch unverseiftes Gummi; dieses wurde durch Klärung beseitigt und der Alkohol wieder abdestilliert.

Das in der übrig bleibenden Flüssigkeit enthaltene Hydrolyseprodukt reduzierte FEHLING'sche Lösung und ergab nach Einengung auf dem Wasserbade einen Sirup. Wurde eine Probe desselben mit etwa 50prozentiger Schwefelsäure behandelt und destilliert, so konnte in der Vorlage leicht mit Anilinacetat durch dunkelrote Färbung reichliches Furfurol nachgewiesen werden. Diesen Nachweis einer Pentose bestätigte die genauere Untersuchung des Sirups.

Dieser wurde mit Salzsäure-Phenylhydrazin und Natriumacetat im Verhältnis 2:3 versetzt. Es entstand erst nach längerem Erhitzen (Abwesenheit von Mannose!) über dem Wasserbade ein aus gelben Nadeln bestehendes schönes Osazon, welches zwischen Filtrierpapier



ausgepresst, vorsichtig getrocknet und mit Äther von einer dunkelbraunen, amorphen, harzigen Substanz befreit sowie durch mehrmaliges Umkristallisieren aus Alkohol gereinigt wurde. Der Schmelzpunkt schwankte vor dem Umkristallisieren zwischen  $151$  und  $154^{\circ}$  und stieg nachher auf die konstante Höhe von  $158^{\circ}$ . Es lag also reines Arabinosazon vor, und das von *Bacillus spongiosus* gebildete Gummi war ein Pentosan, und zwar Arabin ohne Beimischung anderer Polysaccharide.

Angesichts der oben hervorgehobenen Resultate und Hypothesen von GREIG SMITH u. a. erscheint dieses Resultat bedeutungsvoll. Es war hierdurch nachgewiesen, dass ein Gummiausflüsse unter Krankheitserscheinungen hervorrufender Spaltpilz ein chemisch von dem der Wirtspflanze weit abweichendes Gummi bildet. Während ersteres ein Arabin-Galaktinmisch darstellt, besteht letzteres aus reinem Arabin.

Infolge der Wichtigkeit dieses letzteren Punktes schien es wünschenswert, die Abwesenheit des Galaktins noch besonders darzutun. Für diese Abwesenheit sprach in Anbetracht der Tatsache, dass das erst bei  $188-191^{\circ}$  schmelzende Galaktosazon in heissem Wasser fast unlöslich ist, zunächst der Umstand, dass das mehrfach mit heissem Wasser ausgezogene Osazon vor und nach dem Umkristallisieren nie einen höheren Schmelzpunkt als  $158^{\circ}$  ergab.

Einen besonderen Weg, der zu demselben Ergebnis führte, bot ferner die mehrfach bewährte, auch quantitativ verwertbare Methode von KENT, RISCHBIETH und CREYDT<sup>1)</sup>, nach welcher das Bakteriengummi einer Oxydation mit Salpetersäure von 1,15 spez. Gew. unterworfen wurde.

Nach dieser Methode gelingt es, wie mehrfache vergleichende Versuche lehrten, leicht, im Kirschgummi (durch wiederholtes Ausfällen mit Alkohol von Zuckern usw. gereinigt) den reichen Galaktoseanteil in Form von Schleimsäure (Schmelzpunkt  $208^{\circ}$ ) nachzuweisen. Auch Kirschgummi, welches infolge einer gelungenen Impfung mit *Bacillus spongiosus* gebildet war, zeigte dieses Verhalten.

Wurde eine Portion des Bakteriengummi mit der  $2\frac{1}{2}$ - bis 3fachen Menge Salpetersäure (spez. Gew. = 1,2) behandelt und letztere verjagt, so ergab sich im Rückstande eine Säure, die in Wasser gelöst, mit  $\text{CaCO}_3$  gekocht und heiss filtriert wurde. Nachdem das Kalksalz mit Oxalsäure zersetzt worden war, konnte die Säure in reinem Zustande in Form mikroskopischer Blättchen erhalten

1) „Über die Entdeckung von Galaktosegruppen (Galaktan usw.) in Kohlenhydraten und pflanzlichen Stoffen durch die Schleimsäurereaktion.“ In: TOLLENS, Untersuchungen über Kohlenhydrate. Landwirtschaftliche Versuchsstationen XXXIX. 1891, S. 401; vgl. besonders S. 416 ff.



werden. Der Schmelzpunkt lag bei  $127^{\circ}$ . Es handelte sich um l-Trioxylglutarsäure  $C_8H_8(OH)_3(CO_2H)_2$ .

Dieser selbe Körper konnte nach der obigen „Salpetersäuremethode“ bei hinreichend weitem Eindunsten in Form von Blättchen erhalten werden. Diese sind auf den ersten Blick von den Einzelkristallen oder Aggregaten der Schleimsäure in Form von schiefen rhombischen Säulen unter dem Mikroskope zu unterscheiden, sowie ferner durch ihre ausserordentlich leichte Löslichkeit in Wasser, im Gegensatz zu der schwerlöslichen Schleimsäure. Auch dieser Befund beweist also die Abwesenheit einer Galaktosegruppe in unserem Bakteriengummi und die völlige Verschiedenheit desselben vom Kirschengummi. Vielleicht rührt z. B. auch die im Vergleich mit letzterem weit leichtere Löslichkeit des Bakteriengummi von der beschriebenen Zusammensetzung her.

Weitere Reaktionen dieses Bakteriengummi sollen später an anderer Stelle ausführlicher beschrieben werden. In diesem Zusammenhange sei indessen noch hervorgehoben, dass das von demselben Bacillus auf Raffinose (5 pCt. Raffinose in Bouillonagar) produzierte Gummi von gleicher Zusammensetzung ist.

Am Schlusse der Besprechung unseres Bakteriengummi seien noch einige Bemerkungen über den N-Gehalt desselben und seine eventuelle Eiweissnatur mitgeteilt. Schon die reichen, leicht durch Osazonbildung auffindbaren Pentosemengen sprachen zunächst dagegen, dass hier etwa eine jener komplizierten N-Verbindungen vorlag, welche zum Teil Furfurolreaktionen ergeben, wie z. B. Lecithin usw.<sup>1)</sup> Viel näher noch lag, namentlich angesichts der Resultate SCHARDINGER's, die Vermutung nach einem Mucin. Wie andere Glykoproteide hätte jedoch dieser Stoff durch Kochen mit Säuren ein Glukosamin ergeben müssen. Dieser Körper gibt mit Hydrazin dasselbe erst bei  $201-204^{\circ}$  schmelzende Osazon wie die nicht amidierte Hexose.

Mit diesen Erwägungen übereinstimmend ergab sich in der Tat, dass das Gummi nach viermaligem Ausfällen mit Alkohol nur noch Spuren von N enthielt, also praktisch stickstofffrei war.

Dagegen schäumte eine nur einmalig mit Alkohol gefällte Gummiprobe beim Oxydieren mit  $HNO_3$ , was auf einen gewissen Eiweissgehalt hindeutete. Diese Probe ergab dann in der Tat bei der Bestimmung nach KJELDAL einen N-Gehalt von 1,5 pCt. auf bei  $100^{\circ}$  getrocknetes, pulverisiertes Gummi berechnet. Indessen rührt dieser Gehalt von den noch reichlich im Gummi vorhandenen Bak-

1) Vgl. z. B. E. WINTERSTEIN und O. HIESTAND, Zur Kenntnis pflanzlicher Lecithine. HOPPE-SEYLER's Zeitschrift für physiologische Chemie XLVII, 1906, S. 496 ff.



terienleibern her. Bei weiteren Auflösungen in Wasser und nachfolgenden Ausfällungen mit Alkohol bleiben die Bakterien in letzterem suspendiert. Der Unterschied des über dem Gumminiederschlag stehenden Alkohols in den einzelnen Fällungen, vom völlig trüben bis zum ganz klaren, ist sehr augenfällig. Es steht also nichts im Wege, das Gummi als reines, polymeres Zuckeranhydrid aufzufassen.

Bezüglich weiterer Einzelheiten über die Gummibildung dieses und anderer bakterieller, die Rinden von Pomaceen bewohnender Mikroorganismen verweise ich auf die späteren eingehenderen Darstellungen von ADERHOLD und mir.

Zum Schluss fasse ich die wichtigsten Punkte nochmals kurz zusammen:

1. *Bacillus spongiosus* Aderh. et Ruhl. bildet ein Gummi, welches aus reinem Arabin, ohne Beimischung von Galaktin oder von Hemicellulosen und stickstoffhaltigen Bestandteilen besteht.

2. Die Gummi ergebenden Zuckerquellen sind vor allem Rohrzucker und Raffinose. Dextrose allein gibt keine, Fruktose allein keine oder nur überaus geringe Gummibildung. Etwas günstiger wirkt Mannit. Mischungen beider Zucker, wie sie der invertierten Saccharose entsprechen, sind ganz unwirksam.

3. Wie bereits in einer vorläufigen Mitteilung von ADERHOLD und dem Verfasser gezeigt wurde<sup>1)</sup>, vermag *Bacillus spongiosus* in Kirschenrinden sehr starke Gummiflusserscheinungen und damit im Zusammenhang stehende Krankheitsprozesse hervorzurufen. Das von der Kirsche gebildete Gummi ist durch seinen bedeutenden Gehalt an Galaktosegruppen als Arabin-Galaktinmisch chemisch deutlich von dem Bakteriengummi verschieden.

4. Der bakterielle Ursprung des Gummi der von GREIG SMITH untersuchten Phanerogamen ist nicht bewiesen und höchst unwahrscheinlich.

5. A priori lässt sich sehr wohl denken, dass in ausfliessenden zuckerreichen Säften höherer Pflanzen Gummistoffe durch hinzutretende Bakterien erzeugt werden. Dieser Fall würde besonders bei solchen Phanerogamen in die Augen springen, welche weder unter gewöhnlichen Verhältnissen, noch bei Verwundungen sonst Gummi oder ähnliche Substanzen hervorbringen. Bei den Amygdaleen jedenfalls haben wir ein in besonderen, anatomisch wohl charakterisierten Organen, den Gummilacunen, aus den Kohlenhydraten der Rinde von dieser selbst gebildetes Produkt vor uns.

1) Vgl. oben.



# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft](#)

Jahr/Year: 1906

Band/Volume: [24](#)

Autor(en)/Author(s): Ruhland Wilhelm Otto Eugen

Artikel/Article: [Über Arabinbildung durch Bakterien und deren Beziehung zum Gummi der Amygdaleen. 393-401](#)