

Zur Frage: Ist im Parotidenspeichel ein Ferment vorgebildet vorhanden oder nicht?

Von

Harald Goldschmidt aus Kopenhagen.

(Aus dem physiologischen Laboratorium der Königl. Thierarzneischule zu Dresden.)

(Der Redaktion zugegangen am 2. März 1886.)

Im physiologischen Laboratorium der Kgl. Thierarzneischule zu Dresden habe ich Gelegenheit gehabt, über oben genannte Frage einige Untersuchungen anzustellen, die aber einen vollständigen Abschluss nicht finden konnten, weil die nothwendige Zeit fehlte ¹⁾. Da ich indessen glaube, dass die Resultate meiner Untersuchungen nicht ganz ohne Interesse sind, und dass dieselben weitergehenden Untersuchungen auf demselben Gebiete als Fundament dienen können, habe ich keinen Anstand genommen, dieselben zu veröffentlichen.

Seitdem Leuchs im Jahre 1831 die diastatische Wirkung des Speichels festgestellt hat, sind viele Untersuchungen über das saccharificirende Vermögen des Speichels der verschiedensten Thiere und des Secretes der verschiedenen Drüsen angestellt worden. Aus allen Untersuchungen ergab sich,

¹⁾ Herrn Professor Dr. Ellenberger, unter dessen liebenswürdiger Leitung ich diese Untersuchungen ausgeführt habe, sage ich an dieser Stelle für seine Belehrungen und Rathschläge meinen aufrichtigsten Dank.

dass im Speichel ein Körper vorkommt, welcher im Stande ist, Stärke, bezw. Kleister, in Zucker umzuwandeln. Diesen Körper nannte man ein Ferment. Fast alle Physiologen sind der Ansicht, dass dieses Ferment als ein nicht organisirter, nicht vitaler Körper betrachtet werden müsse, im Gegensatz zu den belebten Fermenten, deren Natur uns Pasteur u. A. kennen gelernt haben. — Alle Anhänger der Lehre von un-geformten Fermenten bekennen damit, dass sich in der Natur eine Gruppe von Stoffen vorfindet, die weder zu den Pflanzen, noch zu den Thieren, noch zu den Mineralien gerechnet werden können, die vielmehr eine Art von Zwischenstufe zwischen Thier- und Pflanzenreich bilden und eine Stütze der Lehre der *generatio acquivoca* geben könnten.

Die Entdeckungen der neuern Zeit auf dem Gebiete der Bacteriologie und die sehr interessanten Entdeckungen über das Zell- und Kernleben von Flemming, Gaule u. A. lassen indessen die Auffassung zu, dass es sich doch auch beim Speichelferment um ein belebtes Ferment handeln könne, welches in den Speicheldrüsenzellen producirt worden ist.

Der Zweck meiner Untersuchungen war, das Dasein und Wesen des Ferments zu erforschen. Um dieses Ziel zu erreichen, war es daher durchaus nothwendig, vorerst die Frage: ob im Speichel ein Ferment vorgebildet vorhanden sei, ganz bestimmt zu beantworten.

Dass ich zu meinen Untersuchungen nur Parotidenspeichel, und zwar nur vom Pferde, benutzt habe, liegt darin, dass dieser Speichel verhältnissmässig leicht zu erhalten ist, und dass, meiner Meinung nach, gerade der Umstand, dass der Parotidenspeichel des Pferdes, weil wenig wirksam, insofern günstig ist, als ein positives Resultat hier schwerer ins Gewicht fallen müsste, als bei einer andern Speichelart.

Indem ich mich bestreben werde, die nachfolgende Darstellung möglichst kurz und klar zu machen, will ich, bevor ich die einzelnen Versuche erwähne, die Bemerkung vorausschicken, dass ich von der Voraussetzung ausgegangen

bin, dass man nur dann auf ein im Speichel vorgebildetes, resp. in der Drüse selbst producirtes Ferment, schliessen darf, wenn man dasselbe in solchem Speichel findet, welcher unter antiseptischen Cautelen gewonnen worden und womöglich gar nicht mit septischer Luft in Berührung gekommen ist. — Um dieses zu erreichen, wurde der Speichel vorher in ein sorgfältig gereinigtes und sterilisirtes Cylinderglas aufgesammelt, zu welchem die Luft nur durch ein enges, gebogenes, mit einem Wattenpfropfen versehenes Glasröhrchen Zutritt hatte. Die in dem Gefässe vorhandene Luft war sterilisirt; die durch den Wattenpfropf zuströmende Luft war keimfrei. Da nun der Speichel direct aus dem Gange in das Gefäss einfluss, so gelangte er nicht in Berührung mit Luftkeimen. — Der auf diese Art aufgesammelte «antiseptische» Speichel ist auf verschiedene Weise zu Verdauungsversuchen mit sterilisirter Stärke benutzt worden. — Als Controle ist ferner gleichzeitig ohne besondere Vorsichtsmassregeln Speichel aufgesammelt und ebenso wie der antiseptische Speichel auf verschiedene Weise zu Verdauungsversuchen verwendet worden.

Versuch I.

Nach gründlichem Rasiren der Haut und Abwaschen derselben mit Sublimatwasser wurde mit desinficirten Instrumenten der ductus stenonianus an der Stelle, wo er vom Kieferrande aus am vorderen Rande des Masseter in die Höhe steigt, freigelegt und mit einem spitzen Bistouri geöffnet. — Während der Operation wurde die Wunde öfters mit Sublimatwasser gereinigt und befeuchtet. Nach Oeffnung des Speichelganges wurde in denselben eine Canüle, welche durch einen Kautschuckschlauch mit einem Cylinderglas in Verbindung stand, eingelegt und lege artis befestigt.

Das Cylinderglas (Messeylinder) mit dazugehörendem Kautschuckstöpsel und -Schlauch sammt Canüle war vorher im Dampfsterilisationsapparat sterilisirt worden, und die Canüle war, bis sie in den Speichelgang eingeschoben wurde, in Karbolwasser eingetaucht. — Nach der Operation, die um 11 Uhr Vorm. stattfand, wurde das Pferd, welches seit dem vorigen Tage gehungert hatte, mit Heu gefüttert, um die Speichelsecretion anzuregen. Nach ca. einer Viertelstunde war 1 Liter Speichel secernirt, welcher vollständig klar war.

Nunmehr wurde aus derselben Fistel beim weiteren Fressen des Pferdes auch Speichel¹⁾ in einem offenen Gefässe mit Luftzutritt aufgefangen.

Der gewöhnliche Speichel unterschied sich von dem antiseptischen dadurch, dass er kurz nach der Entleerung trübe wurde, und dass sich die Trübung in den folgenden Tagen bedeutend vermehrte, während der antiseptische Speichel innerhalb der ersten 8 Tage wasserklar blieb und dann erst anfang trübe zu werden, so dass er nach 11 Tagen milchig geworden war. Bei Erwärmung des antiseptischen Speichels trat bald unter lebhafter Kohlensäureentwicklung eine Trübung ein. Mit beiden Speichelarten wurden Digestionsversuche gemacht.

Es sollte festgestellt werden, ob ein Zucker- und ein Milchsäureferment in beiden vorhanden sei, ob bei längerem Stehen auch ganz kleine Speichelmengen grössere Quantitäten Stärke verdauen können, ob also das Speichelferment das Vermögen der Vermehrungsfähigkeit besitze, ob das Verdauungsvermögen mit der Quantität des Speichels steige u. s. w.

1.

In den Brütöfen gelangten 6 Gefässe mit je 10 chem. antiseptischem Speichel und 2 gr. Stärke in Kleisterform. Die Stärke war sterilisirt bei 2stündigem Aufenthalt im Trockenofen (120° C.) und, nachdem sie in Kleister umgewandelt war, bei zweimal $\frac{1}{4}$ Stunde Aufenthalt im Dampfsterilisationsapparat. — Ferner wurden 5 Gefässe mit je 10 chem. gewöhnlichem Speichel und 2 gr. (nicht sterilisirten) Stärke in Kleisterform sammt 2 mit Wattepfropfen versehene Kölbchen mit sterilisirter Stärke ohne Speichel in den Brütöfen gestellt; endlich wurden 2 Kölbchen (Wattepfropf) mit steriler Stärke bei Zimmertemperatur gestellt. In den letztern war nach Verlauf von 2 Monaten keine Spur von Zucker vorhanden.

¹⁾ Den erst im sterilen Gefäss aufgesammelten Speichel werde ich fernerhin als antiseptischen Speichel, den unter Luftzutritt aufgefangenen als gewöhnlichen Speichel bezeichnen.

Uebrigens gestaltet sich der erste Versuch mit seinen Resultaten, wie nachstehende Tabelle zeigt:

Antiseptischer Speichel.						Gewöhnlicher Speichel.									
Gefäss.	Speichelmenge.	Stärke.	Verdauungszeit.	Zuckermenge.	Gefäss.	Speichelmenge.	Stärke.	Verdauungszeit.	Zuckermenge.	Gefäss.	Speichelmenge.	Stärke.	Verdauungszeit.	Zuckermenge.	Controle.
α)	10 ccm	2 gr.	6 Tage.	0	a)	10 ccm.	2 gr.	1 Tag.	0,100 gr.	a)	10 ccm.	2 gr.	1 Tag.	0,100 gr.	2 Gefässe mit steriler Stärke in den Brüt- ofen.
β)	10 »	2 »	6 »	0	b)	10 »	2 »	3 Tage.	0,096 »	b)	10 »	2 »	3 Tage.	0,0285	
γ)	10 »	2 »	6 »	0	c)	10 »	2 »	5 »	0,446 »	c)	10 »	2 »	5 »	0,0285	
δ)	10 »	2 »	6 »	0	d)	10 »	2 »	7 »	0,625 »	d)	10 »	2 »	7 »	0,0689	2 Gefässe mit steriler Stärke bei Zimmer- temperatur.
ε)	10 »	2 »	6 »	0	e)	10 »	2 »	9 »	0,625 »	e)	10 »	2 »	9 »	0,0855	
ζ)	10 »	2 »	6 »	0											

Die Menge der organischen Säure ist auf Salzsäure bestimmt.

Aus den vorstehenden Versuchen ergibt sich:

1. Der mit der Luft in Berührung gekommene Speichel verzuckert Kleister.
2. Bei dieser Verzuckerung findet gleichzeitig Milchsäurebildung statt.
3. Die Zucker- und Säurebildung nimmt mit der Länge der Verdauungszeit zu.
4. Ueberraschender Weise besitzt der antiseptische Speichel weder ein diastatisches Vermögen, noch leitet er Milchsäurelösung ein.

Nach 6tägigem Aufenthalt im Brütöfen war die Reaction in allen Kölbchen mit antiseptischem Speichel alkalisch und in keinem von denselben eine Spur von Zucker vorhanden.

2 Versuchskölbchen mit antiseptischem Speichel und steriler Stärke blieben noch längere Zeit im Brütöfen stehen. — 14 Tage nach dem Einstellen war weder Zucker- noch Säurebildung zu constatiren. Eine Woche später — also 3 Wochen nach dem Einstellen in den Brütöfen — war Zuckerbildung in allen eingetreten; in einem Kölbchen mit Speichel bestand saure Reaction, dieses enthielt die grösste Zuckermenge; das zweite hatte alkalische Reaction und enthielt weniger Zucker; im Controlkölbchen war die Reaction schwach sauer und der Zuckergehalt ein sehr geringer.

Ob das Säureferment im Speichel vorhanden ist, oder ob dieses bei dem Öffnen der Kölbchen in dieselben gelangte, und ob sich bei längerem Stehen in dem Speichel ein diastatisches Ferment entwickeln kann, oder ob das Ferment aus der Luft stammt und in Luftkeimen oder chemischen Körpern derselben besteht, vermag dieser erste Versuch nicht zu entscheiden; doch ist es höchst wahrscheinlich, dass sowohl die Zuckerbildung als die darauf folgende Säurebildung in Verbindung mit dem Zutritte der unreinen Luft steht, weil in den 2 Kölbchen mit steriler Stärke, welche bei Zimmertemperatur standen, nach 2 Monaten keine Spur von Zucker vorhanden war.

2.

Gleichzeitig mit 1 gelangten 6 Kölbchen mit antiseptischem Speichel und steriler Stärke und 5 Kölbchen mit gewöhnlichem Speichel und Stärke in den Brütöfen, um zu constatiren, ob die gebildete Zuckermenge nach einer gewissen Verdauungszeit in einem Verhältniss, bew. in welchem, zu der Speichelmenge stand.

Die Tabelle zeigt das Resultat:

Antiseptischer Speichel.

Gewöhnlicher Speichel.

Gefäss.	Speichel- menge.	Stärke.	Verdauungs- zeit.	Zucker- menge.	Gefäss.	Speichel- menge.	Stärke.	Verdauungs- zeit.	Zucker- menge.
a)	10 ebem.	2 gr.	7 Tage.	0,06 gr.	aa)	20 ebem.	2 gr.	24 Std.	0,180 gr.
b)	20 »	2 »	6 »	0,23 »	bb)	30 »	2 »	24 »	0,208 »
c)	30 »	2 »	7 »	0	cc)	50 »	2 »	24 »	0,234 »
d)	50 »	2 »	7 »	0	dd)	70 »	2 »	24 »	0,260 »
e)	70 »	2 »	7 »	0	ee)	100 »	2 »	24 »	0,276 »
f)	100 »	2 »	7 »	0					

Da nach 24 Stunden noch in keinem der Kölbchen mit antiseptischem Speichel Zucker vorhanden war, so blieben dieselben schliesslich 6 Tage stehen, ohne dass jedoch Zuckerbildung eingetreten wäre.

Die Wattenpfropfen wurden dann abgenommen, die Kölbchen gut geschüttelt und unter ungehindertem Zutritte der Luft eine Zeit lang ins Laboratorium gestellt, worauf sie dann wieder in den Brütöfen gelangten. — Am folgenden Tag war nur in dem Kölbchen mit 20 gr. Speichel Zucker (0,23 gr.) vorhanden. Der Inhalt der übrigen Kölbchen wurde dann, jeder für sich, in eine Schaalē gegossen und stand unbedeckt ca. 3 Stunden, wonach die Kölbchen, nachdem der Inhalt zurückgegossen worden, abermals ca. 24 Stunden im Brütöfen standen; jedoch nur in dem Gefäss mit 10 gr. Speichel war Zucker (0,06 gr.) gebildet.

In Bezug auf den gewöhnlichen Speichel stimmt das Resultat (siehe die Tabelle) mit frühern, von Ellenberger und Hofmeister gewonnenen Resultaten überein und zeigt, dass die Zuckermenge sich steigert, jedoch nicht proportional mit der Speichelmenge. — Dieses Letztere kann vielleicht darin seine Erklärung finden, dass die Verhältnisse nicht überall dieselben sind, weil z. B. die grössere Speichelmenge eine verhältnissmässig kleinere Oberfläche in dem Gefäss (welches überall von derselben Grösse war) besass.

3.

Um festzustellen, ob der antiseptische Speichel überhaupt ein Ferment besitze, wurde sowohl dieser, als auch gewöhnlicher Speichel mit Alkohol behandelt und das Filter, auf welchem der Niederschlag getrocknet war, zerkleinert und mit Kleister in den Brütöfen gestellt.

Das Resultat war ein positives: Beide Niederschläge zeigten diastatische Wirkung.

4.

Eine Untersuchung über die Schnelligkeit, mit welcher der wirksame, gewöhnliche Speichel Stärke in Zucker umwandeln könnte, ergab, dass die Zuckermenge nach 4stündiger Verdauungszeit recht beträchtlich war.

5.

In den Brütöfen gelangten ferner:

- | | | |
|-------------------|---|--|
| 1. 1 Kölbchen mit | } | antisept. Speichel. |
| | | steriler ¹⁾ 0,6% NaCl-Lösung. |
| | | sterilem ¹⁾ Kleister. |
| 2. 1 Kölbchen mit | } | antisept. Speichel. |
| | | gewöhnl. (nicht steril) NaCl. |
| | | gewöhnl. (nicht steril) Kleister. |
| 3. 1 Kölbchen mit | } | gewöhnl. NaCl-Lösung. |
| | | gewöhnl. Stärke. |

Nach einigen Tagen war im Kölbchen 2 und 3 Zucker vorhanden, im Kölbchen 1 dagegen nicht. Da nicht sterile NaCl-Lösung allein Stärke in Zucker umzuwandeln vermag²⁾, so kann man aus den Versuchen nur schliessen, dass sterile NaCl-Lösung nicht vermag, antiseptischen, unwirksamen Speichel wirksam zu machen — wenigstens nicht im Laufe kürzerer Zeit.

6.

Antiseptischer Speichel wurde zu Fleischwasserpepton-Gelatine-Platten und Stichkultur verwendet. Es traten aber keine Wachstumserscheinungen von besondern Lebewesen auf.

Aus obengenannten 6 Versuchsreihen ging also hervor:

1. dass antiseptischer Parotidenspeichel, von Pferde auf erwähnte Weise aufgesammelt, nicht fähig scheint, Kleister in Zucker umzuwandeln;

2. dass unwirksamer Speichel bei Luftzutritt unter uns noch unbekanntem Verhältnissen wirksam werden kann;

3. dass unwirksamer Speichel ein diastatisches Ferment enthalten kann, und dass dieses Ferment, wenn es durch Alkohol niedergeschlagen wird, wirksam zu werden vermag.

1) Sterilisirt im Dampfsterilisationsapparat bei 15 Minuten Aufenthalt daselbst 4 Tage nach einander.

2) Versuche, die ich in einem folgenden Artikel erwähnen werde, haben diese Thatsache bewiesen.

Versuch II.

Der Speichel wurde auf dieselbe Weise wie bei Versuch I gewonnen.

In Bezug auf die Schnelligkeit, mit welcher der Speichel secernirt wurde, kann bemerkt werden, dass bei Versuch I ca. 1 Liter Speichel nach ca. 20 Minuten, bei Versuch II dieselbe Menge nach ca. 25 Minuten aufgefangen wurde. Wie das erste Mal, wurde auch jetzt sowohl gewöhnlicher als auch antiseptischer Speichel aufgesammelt.

Der gewöhnliche Speichel vom Versuche II (und Versuche III, siehe später) unterschied sich vom entsprechenden Speichel vom Versuche I dadurch, dass er viel länger klar blieb, jedoch nicht so lange wie der antiseptische Speichel vom Versuche II. Bei schwacher Erwärmung und bei Schütteln in einem Reagensglase trat die Trübung langsamer und unter schwächerer Kohlensäureentwicklung ein, als beim Speichel vom Versuche I.

In den Brütöfen gelangten folgende Gefässe:

- | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|-------------|---------|------------|-----------------|---------|-------------|---|--------|-----------------|--|--|-------------|---|--------|-----------------|--|
| <p>a) antiseptischer Speichel mit:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. steriler Stärke; 2. steriler Stärke und steriler 0,6% NaCl-Lösung; 3. steriler Stärke (die Mischung wurde so lange geschüttelt, bis sie stark schäumte); 4. gewöhnlicher Stärke; 5. ein Theil des antisept. Speichels wurde mit grösster Vorsicht in eine sterilisirte dreihalsige Flasche gegossen, zu welcher nur durch Wattefröpfchen Luftzutritt war, und ca. $\frac{1}{2}$ Stunde Sauerstoff¹⁾ (durch Braunstein und Kalium chloricum entwickelt) durchgeleitet und darauf in den Brütöfen mit <table border="0" style="margin-left: 20px;"> <tr> <td style="padding-right: 5px;">α) steriler</td> <td rowspan="2" style="font-size: 2em; vertical-align: middle;">}</td> <td rowspan="2">Stärke ge-</td> </tr> <tr> <td>β) gewöhnlicher</td> <td>stellt;</td> </tr> </table> 6. ein anderer Theil des antiseptischen Speichels wurde mit Kohlensäure durchleitet und gelangte ebenso mit <table border="0" style="margin-left: 20px;"> <tr> <td style="padding-right: 5px;">α) steriler</td> <td rowspan="2" style="font-size: 2em; vertical-align: middle;">}</td> <td rowspan="2">Stärke</td> </tr> <tr> <td>β) gewöhnlicher</td> <td></td> </tr> </table> in den Brütöfen. | α) steriler | } | Stärke ge- | β) gewöhnlicher | stellt; | α) steriler | } | Stärke | β) gewöhnlicher | | <p>b) gewöhnlicher Speichel mit:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. steriler Stärke; 2. gewöhnlicher Stärke; 3. ein Theil des gewöhnlichen Speichels wurde mit Kohlensäure durchleitet (bei welchem Prozesse der Speichel, welcher ein wenig trübe war, völlig klar wurde) und ebenso mit <table border="0" style="margin-left: 20px;"> <tr> <td style="padding-right: 5px;">α) steriler</td> <td rowspan="2" style="font-size: 2em; vertical-align: middle;">}</td> <td rowspan="2">Stärke</td> </tr> <tr> <td>β) gewöhnlicher</td> <td></td> </tr> </table> zu Verdauungsversuchen benutzt. | α) steriler | } | Stärke | β) gewöhnlicher | |
| α) steriler | } | | | Stärke ge- | | | | | | | | | | | | |
| β) gewöhnlicher | | stellt; | | | | | | | | | | | | | | |
| α) steriler | } | Stärke | | | | | | | | | | | | | | |
| β) gewöhnlicher | | | | | | | | | | | | | | | | |
| α) steriler | } | Stärke | | | | | | | | | | | | | | |
| β) gewöhnlicher | | | | | | | | | | | | | | | | |

1) Der Sauerstoff wurde durch einen Gummischlauch, der in kaltes Wasser getaucht war, zum Speichel geleitet.

Nach einer Verdauungszeit von ca. 20 Stunden wurden sämtliche Gefäße auf Zucker untersucht. Allein in keinem derselben war Zucker vorhanden.

Dass der gewöhnliche Speichel auch unwirksam war, beruhte wohl darauf, dass derselbe zuletzt aufgesammelt worden — wo also die Drüse einigermassen ermüdet war —, und vielleicht auch darauf, dass das Pferd während der Operation etwas gelitten hatte.

Es wurde daher eine neue Portion gewöhnlichen Speichels aufgesammelt, während das Pferd sein Morgenfutter frass, und mit

- | | | |
|-----------------|---|--------|
| 1. steriler | } | Stärke |
| 2. gewöhnlicher | | |

in den Brütöfen gestellt, wohin gleichzeitig folgende Kölbchen gelangten:

- | | | |
|---|---|--|
| Alkoholniederschlag (mit gewöhnlicher Stärke) von | } | 3. antisept. Speichel. |
| | | 4. gewöhnl. Speichel [1] ¹⁾ . |
| | | 5. gewöhnl. Speichel [2]. |

Am nächsten Tag erwiesen alle 5 Gefäße Zuckerreaction.

Wenn man den gewöhnlichen Speichel [2] als dem gewöhnlichen Speichel bei dem ersten Versuche (I) analog betrachtet, was doch nur zum Theil berechtigt ist, sind demnach die Resultate denjenigen vom Versuch I gleich.

Um abermals zu prüfen, ob die Zuckermenge — bzw. Säuremenge — sich steigerte bei längerer Verdauungszeit, wurden wie bei Versuch I folgende Gefäße mit je 10 gr. gewöhnlichem Speichel [2] und 1,5 gr. Stärke in den Brütöfen gestellt und nach 1, 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 17, 20 Tagen herausgenommen.

Kölbchen.	Speichelmenge.	Verdauungszeit.	Zuckermenge.	Säuremenge ²⁾ .
1.	10 chem.	1 Tag.	0	0
2.	10 »	2 Tage.	0,170 gr.	0,0055 gr.
3.	10 »	4 »	0,250 »	0,00112
4.	10 »	6 »	0,164 »	0,0182
5.	10 »	8 »	0,221 »	0,0168
6.	10 »	10 »	0,188 »	0,0168
7.	10 »	12 »	0,375 »	0,0151
8.	10 »	14 »	0,469 »	0,0473
9.	10 »	17 »	0,260	0,0637
10 ³⁾ .	10 »	20 »	0,294 »	0,0136

1) Unter gewöhnlichem Speichel [1] und [2] verstehe ich Speichel, aufgesammelt bzw. am 1. und am 2. Tage.

2) Die Säure ist auf HCl bestimmt.

3) Der Inhalt dieses Kölbchens (10) wurde filtrirt, das Filtrat mit

Es scheint also die Zuckerbildung eine gewisse Grenze nicht überschreiten zu können, und diese Grenze, wenn der Speichel (wie gewöhnlicher Speichel [2]) nicht sehr wirksam ist, eine mässig niedrige und jedenfalls verschiedene zu sein (siehe Versuch I). Möglicherweise beruht dieses Verhältniss auf der Gegenwart von Keimen, gegen welche das Speichelferment, wenn es nicht von Anfang an in grosser Menge wirksam vorhanden ist, im Kampfe um's Dasein unterliegt; vielleicht wird dieser Kampf mit Milchsäureferment oder Gährungskeimen geführt, da diese Organismen ja erst wirken können, sobald Zucker vorhanden ist. Es ist indessen auch möglich, dass die bei den Lebensäusserungen des Ferments entwickelten Producte einen hemmenden Einfluss ausüben. Mit Bestimmtheit kann man aber nur das Eine sagen, dass es auf uns unbekanntem Momenten beruht; aber in jedem Falle muss man doch zugeben, dass das Speichelferment in der erwähnten Beziehung den organisirten Körpern sehr ähnlich ist.

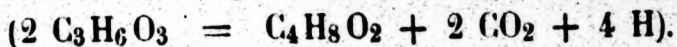
Die Schwankungen der Säure- und Zuckermenge könnten wenigstens auf die Weise erklärt werden, dass, wenn die Säuremenge eine gewisse Grenze erreicht hat, die Zuckerbildung verlangsamt wird, sich aber wieder steigert, sobald ein Theil der Säure ¹⁾ verflüchtigt ist.

Die sehr niedrige Zucker- und Säuremenge im Gefäss 10 lässt sich ferner auch dadurch erklären, dass die Zuckerbildung, nachdem sie ihre höchste Grenze erreicht, von

Alkohol behandelt und der dadurch entstandene Niederschlag nach Auswaschen mit Alkohol und Trocknen mit Stärke in den Brütöfen gestellt. Nach einer Verdauungszeit von 1 Tag war schwache, nach 2 Tagen aber starke Zuckerreaction zu constatiren.

Der Inhalt wurde wieder filtrirt und auf dieselbe Weise wie das erste Mal behandelt; das Resultat des Verdauungsversuches war wiederum ein positives, und ebenso, als der Versuch zum dritten Male wiederholt wurde.

¹⁾ Ein Theil der gebildeten Milchsäure geht ja, wie bekannt, unter Entwicklung von H und CO₂ in Buttersäure (die flüchtig ist) über:



Milchsäure Buttersäure.

Säurebildung und darauf folgender Säureverflüchtigung abgelöst wird. Uebrigens ist es sehr möglich, ja höchst wahrscheinlich, dass diejenige Zuckerbildung, welche von dem Speichelferment bedingt ist, in den erwähnten Versuchen eine niedrigere Grenze als 0,469 gr. (wie im Gefäss 8) hat, und dass der Umstand, dass die Zuckermenge doch bis 0,469 gr. gesteigert ist, darauf beruht, dass die Luftkeime (die, wie ein Plattenkultur von Gefäss 10 auch erwiesen, in grosser Menge vorhanden waren) die Zuckerbildung fortgesetzt, nachdem sie vielleicht das Speichelferment überwältigt haben. Der Umstand, dass die Zuckermenge in 10 Tagen ca. 0,2 gr. nicht überstieg, könnte auf die Richtigkeit dieser Hypothese deuten.

Der Filtrationsversuch mit dem Inhalte des Kölbchens 10 zeigt, dass das Zuckerferment — es sei ein organisirtes oder nicht, vom Speichel oder von der Luft herrührend — mit Alkohol niedergeschlagen werden, und dass es, auf oben erwähnte Weise behandelt, seine diastatische Wirkung auf eine grössere Stärkemenge ausdehnen kann.

Versuch III.

Von demselben Pferde wurde am Morgen — also zu einer Zeit, bei der vorauszusetzen ist, dass die Drüse geruht hat — sowohl antiseptischer als gewöhnlicher Speichel aufgesammelt und folgendermassen in den Brütöfen gestellt:

Antiseptischer Speichel mit:

1. steriler Stärke;
2. steriler Stärke + NaCl-Lösung.
3. steriler Stärke (nach Durchleitung von Sauerstoff, wie bei Versuch II);
4. steriler Stärke (mit Luft geschüttelt, wie bei Versuch II);
5. gewöhnlicher Stärke.

Gewöhnlicher Speichel mit:

1. steriler Stärke;
2. gewöhnlicher Stärke.

Am nächsten Tage war Zucker in den Gefässen¹⁾ mit gewöhnlichem Speichel, nicht aber in denen mit antiseptischem Speichel vorhanden.

¹⁾ Die Gefässe mit steriler Stärke waren Reagensgläser, in welchen die Stärke (in Kleisterform) bei 4 mal 10 Minuten Aufenthalt in kochendem Wasserdampf sterilisirt worden war.

Aus Versuch II und III hat sich also Folgendes ergeben:

1. Der Pferdeparotidenspeichel ist nicht gleich wirksam; individuelle Verhältnisse, die Zeit der Aufsammelnng u. s. w. üben ihre Einflüsse aus.

2. Die Menge der nicht festgebundenen Kohlensäure scheint bei den verschiedenen Individuen eine verschiedene zu sein.

3. Antiseptischer Speichel ist unwirksam.

4. Die sterilisirte Luft vermag ebenso wenig, wie reiner Sauerstoff (oder eine 0,6% NaCl-Lösung), unwirksamen antiseptischen Speichel wirksam zu machen.

5. Durchleitung von Kohlensäure tödtet das Speichel-ferment nicht, macht es aber auch nicht lebendig (NB. Die Kohlensäure ist ca. 5 Minuten durch Speichel geleitet, und erst am nächsten Tage (Verdauungszeit 16—20 Stunden) ist die Zuckerprobe angestellt worden).

6. Der Parotidenspeichel ist nicht immer wirksam, selbst wenn er ohne Antiseptik aufgesammelt ist.

Versuch IV.

Dieser wurde mit Speichel, welcher von einem alten Schimmelpferde genommen wurde, auf ähnliche Weise wie Versuch I, II, III angestellt. Der Speichel zeichnete sich dadurch aus, dass er verhältnissmässig lange Zeit ziemlich klar blieb.

Bei allen Untersuchungen, sowohl mit frischem Speichel (antisept. und gewöhl.) und Alkoholniederschlägen, als mit Speichel, welcher 10 Tage gestanden hatte, stellte sich aber heraus, dass der Speichel unwirksam war.

Da das Pferd voll Melanomen, und zwar auch in den Parotidendrüs. war, ist es möglich, dass man hierin die Ursache der Unwirksamkeit des Speichels suchen muss; wenigstens wurde es bei vergleichenden Versuchen mit steriler NaCl-Lösung klar, dass der betreffende Parotidenspeichel ein schlechter Nährboden für das Speichel-ferment war.

Während nämlich menschlicher Speichel nach 9 auf einander folgenden Impfungen¹⁾ in Kochsalzlösung noch diastatisch wirkte, war derselbe in Pferdespeichel schon nach der 7. Impfung²⁾ unwirksam.

Das 9. Glas mit NaCl-Lösung und menschlichem Speichel hat nach untenstehender Berechnung ungefähr 0,0000007 cbcm. menschlichen Speichel enthalten, wenn man nicht annimmt, dass das Ferment Vermehrungsfähigkeit besitzt.

Während der ganzen Versuchszeit mit obengenannten Impfungen zeigte sich in Bezug auf die Schnelligkeit, mit welcher Kleister verzuckert wurde, ein bedeutender Unterschied zwischen der Mischung von menschlichem Speichel und Pferdespeichel und der von menschlichem Speichel und NaCl-Lösung.

Menschl. + Pferdespeichel.	Zucker nach Verdauungszeit von:	Menschl. Speichel + NaCl-Lösung	Zucker nach Verdauungszeit von:
1.	2 Minuten.	1.	2 Minuten.
2.	3 »	2.	2 »
3.	5 »	3.	4 »
4.	2 Stunden.	4.	5 »
5.	3 »	5.	6 »
6.	24 »	6.	7 »
7.	÷	7.	2 Stunden.
		8.	20 »
		9.	24 »
		10.	÷ (+ nach 48 Std.)

Aus Versuch IV geht also hervor, dass der Parotidenspeichel des Pferdes völlig unwirksam sein kann, und dadurch

1) Die Impfung wurde folgendermassen angestellt: ca. 1 cbcm. menschlicher Speichel wurde mit 10 cbcm. steriler NaCl-Lösung 24 (und 48) Stunden in den Brütöfen gestellt; dann wurde die Wirkung auf Kleister geprüft und ca. 2 cbcm. von der Mischung in ein neues Glas mit steriler NaCl-Lösung gegossen u. s. w., solange die Mischung innerhalb 24 Stunden eine diastatische Wirkung ausübte.

2) Wie Kochsalzimpfung, nur mit Pferdespeichel statt NaCl-Lösung.

wird auch die Behauptung Lassaigue's¹⁾ u. A.: «dass der Parotidenspeichel des Pferdes unwirksam sei», erklärt. Dagegen wird die Behauptung anderer Physiologen (z. B. Colin): «dass der Speichel erst beim Stehen (bei Zersetzung) sein diastatisches Vermögen erreiche», durch obgenannte Thatsachen (dass der Speichel nach 11 Tagen noch nicht wirksam geworden war) nicht bestätigt.

Dass Zersetzung unwirksamen Speichel nicht wirksam zu machen vermag, hat sich auch später bestätigt. Der Speichel sammt Stärke stand nämlich bei dem betreffenden Versuche im Brütöfen, bis die Mischung so faul war, dass sie einen faulen Geruch entwickelte, ohne dass Zuckerbildung eingetreten wäre.

Versuch V.

Speichelfisteloperation u. s. w. wie bei den früheren Versuchen.

Der antiseptische Speichel war nach der Entleerung etwas trübe. Die Trübung nahm aber nicht, wie bei gewöhnlichem Speichel, zu; vielmehr wurde die Flüssigkeit beim Stehen etwas klarer.

1 Liter antiseptischer Speichel wurde aufgesammelt; die ersten 800 ccm. wurden ziemlich schnell secernirt (in ca. 20 Minuten); die späteren 200 ccm. dagegen sehr langsam (in 30 Minuten). Nachdem aber das Pferd ca. $\frac{1}{2}$ Eimer Wasser getrunken hatte, wurde die Secretion sofort sehr stark, so dass der gewöhnliche Speichel (ca. 1 Liter) in sehr kurzer Zeit aufgesammelt wurde.

In den Brütöfen gelangten:

a) Antiseptischer Speichel mit:

1. steriler Stärke;
2. steriler Stärke, mit Luft geschüttelt, so dass die Luft nur durch einen Wattenpfropfen Zutritt hatte;
3. steriler Stärke, mit Luft (unreiner) geschüttelt;
4. steriler Traubenzuckerlösung (siehe unten);
5. steriler NaCl-Lösung (siehe unten);
6. gewöhl. Stärke (nachdem ein Theil vom Gefäss mit antiseptischem Speichel eine Zeit lang (bis zur Trübung) im Brütöfen ohne Stärke gestanden hatte).

1) Lassaigue: Recherches pour déterminer le mode de l'action qu'exerce la salive pure sur l'amidon (Comptes rendus de l'académie des sciences, 1845).

b) Gewöhnlicher Speichel mit:

1. gewöhnlicher Stärke;
2. gewöhnlicher Stärke, mit unreiner Luft geschüttelt.

Am folgenden Tage war in keinem der Gefässe mit Stärke (weder mit antisept., noch mit gewöhnl. Speichel) Zucker vorhanden.

2.

Es wurden daher ferner in den Brütöfen gestellt:

1. 1 Gefäss mit gewöhnlichem Speichel und gewöhnlicher Stärke.
2. 1 Gefäss mit Alkoholniederschlag vom gewöhnlichen Speichel.
3. 1 Gefäss mit Alkoholniederschlag vom antiseptischen Speichel.

Am folgenden Tag war Zucker im Gefäss 1, aber nicht in Gefäss 2 und 3 vorhanden; doch war in dem Kölbchen mit antiseptischem Alkoholniederschlag am Nachmittage eine Spur von Zucker. Nach einer Verdauungszeit von ca. 2 Tagen war aber in beiden Kölbchen mit Alkoholniederschlägen starke Zuckerreaction.

3.

Da sich der gewöhnliche Speichel nach wiederholten Versuchen als sehr wirksam erwiesen hatte, wurde ein Theil desselben mit CO_2 durchleitet und in einer Flasche mit Glasstöpsel einige Stunden hingestellt, und dann zu Verdauungsversuchen mit steriler Stärke benutzt. — Nach einer Verdauungszeit von 7 Stunden war in keinem der Gefässe Zucker vorhanden, während in dem gleichzeitig eingesetzten Controlglase mit gewöhnlichem Speichel ohne CO_2 -Durchleitung starke Zuckerreaction eingetreten war. Dieser Versuch wurde mit demselben Resultate wiederholt.

4.

Ausser obenerwähnten Verdauungsversuchen wurden solche mit «antiseptischem» Speichel, nachdem derselbe ca. 24 Stunden in einem offenen Becherglase gestanden hatte, angestellt. — Das Resultat war positiv in einem Gefässe mit gewöhnlicher Stärke, negativ aber in einem mit steriler Stärke, ein Resultat, welches sich wiederholte bei einem neuen (mit einer neuen Portion Speichel angestellten) Versuche.

5.

Mit 50 cbcm. von dem wirksam gewordenen gewöhnlichen Speichel wurden 0,5 gr. Stärke eingesetzt und der Zucker- und Säuregehalt am nächsten Tage bestimmt; es war 0,223 gr. Zucker und 0,0102 gr. Säure (auf HCl bestimmt), aber nicht mehr Stärke vorhanden.

6.

Ferner wurden folgende Gefäße mit gewöhnlichem Speichel und Stärke eingestellt:

Kölbchen.	Speichelmenge.	Verdauungszeit.	Zuckermenge.	Säuremenge.
1.	15 ccm.	3 Tage.	0,312	0,0476
2.	15 »	6 »	0,333	0,0408
3.	15 »	9 »	0,250	0,0598
4.	15 »	13 »	0,200	0,0490
5.	15 »	16 »	0,147	0,0925

In jedem der Kölbchen war 1 gr. Stärke, die mit 30 gr. Wasser in Kleisterform überführt worden war. Nach einer Verdauungszeit von 3 Tagen war schon keine Stärkereaction mehr zu constatiren.

Aus diesem Versuche geht also nur hervor, dass die Zuckermenge, wenn alle Stärke umgewandelt ist, allmähig abnimmt, während die Säuremenge sich steigert.

7.

Um endlich zu untersuchen, ob nicht die starke Wirkung des Speichels auf einer Zersetzung desselben beruhe, wurde Stärke mit faulem Fleischwasser in den Brütöfen gestellt, aber nach 24 Stunden war nur in einem der Gefäße eine Spur von Zucker vorhanden.

Aus Versuch V im Ganzen genommen geht also hervor:

1. Antiseptischer Speichel ist unwirksam, selbst wenn derselbe bei der Entleerung aus der Fistel etwas trübe ist.

2. Bei 24stündigem Stehen unter Zutritt von unreiner Luft kann antiseptischer Speichel wirksam werden.

3. Gewöhnlicher Speichel kann im frischen Zustande unwirksam sein und doch später, ohne dass eine merkbare Zersetzung eingetreten ist, wirksam werden, und zwar in hohem Grade.

4. Freie Kohlensäure tödtet das wirksame Ferment nicht, scheint aber die diastatische Wirkung des Ferments beeinträchtigen zu können.

5. Faule Flüssigkeiten haben bei weitem nicht eine so diastatische Wirkung, wie Speichel, welcher erst nach dem Stehen wirksam geworden ist.

Ferner — da nach ca. 4 Wochen a) weder Zuckerbildung in einem einzigen von den am Operationstag in den Brütöfen gestellten Gläsern mit antiseptischem Speichel und steriler Stärke, b) noch Säurebildung in den Gläsern mit Zuckerlösung und antiseptischem Speichel eingetreten, c) noch in der Mischung von NaCl-Lösung und Speichel der letztere wirksam geworden war, — dass:

6. Antiseptischer Speichel nicht wirksam wird, selbst wenn er längere Zeit mit Stärke im Brütöfen steht.

7. NaCl-Lösung vermag nicht antiseptischen Speichel wirksam zu machen, selbst wenn sie längere Zeit auf denselben einwirkt.

8. Der antiseptische Parotidenspeichel des Pferdes enthält kein wirksames Säureferment.

Schlussfolgerung.

Durch die Resultate der obenerwähnten Versuche wird leider die Frage, die ich als Ueberschrift dieser kurzen Mittheilung benutzt habe, nicht präcis beantwortet. Bedeutend weitergehende Untersuchungen sind nöthig, theils um diese Frage zu lösen, besonders aber um einen Beweis für den Vitalismus des Speichelferments zu führen.

Ich glaube indessen, dass die Resultate meiner Untersuchungen insofern nicht ganz werthlos sind, als dieselben einen Weg angeben, auf welchem man den gedachten Beweis führen kann.

Was die makroskopische Erscheinung, dass der antiseptische Speichel verhältnissmässig lange klar bleibt, betrifft, so hat man es dabei sicher mit einem rein physikalischen Vorgange zu thun.

Bekanntlich sucht in dem entleerten Speichel ein Theil der in Doppelsalzen gebundenen CO_2 zu entweichen. Wenn aber die Oberfläche der Flüssigkeit verhältnissmässig klein ist, und wenn dazu kommt, dass die äussere Luft nur durch

ein enges, mit Wattenpfropfen verschlossenes Glasröhrchen zur Flüssigkeit Zutritt hat, ist es selbstverständlich, dass die CO_2 -Menge, die sich an der Oberfläche der Flüssigkeit sammelt, vermöge ihrer Schwere erstens nicht leicht durch das enge Röhrchen entweicht, und zweitens bewirkt, dass die CO_2 -Entwicklung der Flüssigkeit verlangsamt, ohne dass sie doch völlig aufgehoben wird. Da nun, wie bekannt, die Trübung des Speichels — wenigstens zum Theil — eintritt, weil CO_2 entweicht, und dadurch Salze — besonders Kalksalze — niedergeschlagen werden, ist es nicht merkwürdig, dass antiseptischer Speichel, wenn er auf die in meinen Versuchen benutzte Weise aufbewahrt wird, erst nach längerer Zeit sich trübt.

Um den Beweis dafür zu führen, wird es genügen, antiseptischen Speichel in ein steriles Gefäss, zu welchem die atmosphärische Luft durch Watte reichlichen Zutritt hat, aufzusammeln, indem man gleichzeitig als Controle antiseptischen Speichel in ein gewöhnliches Gefäss, wie das von mir benutzte, sammt gewöhnlichen Speichel aufsammeln muss.

In Bezug auf die Trübung selbst muss bemerkt werden, dass dieselbe wahrscheinlich nicht allein auf niedergeschlagenen Salzen beruht. — Wäre dies der Fall, müsste der Speichel nach längerem Stehen wieder klar werden; dieses tritt aber nicht ein, sondern gleichzeitig mit der Anwesenheit eines deutlichen, ziemlich beträchtlichen Niederschlages bleibt der Speichel milchig-trübe. Die Trübung ist daher zum Theil von dem Vorhandensein organischer Körper (vitaler, chemischer, oder beider) abhängig.

Dass die Trübung nicht nothwendig mit einer eintretenden diastatischen Wirkung des Speichels Hand in Hand geht, wird aus Versuch IV klar; dass indessen der Speichel erst, nachdem er mehr oder weniger trübe geworden, wirksam wird, scheint aus den 4 andern Versuchen hervorzugehen. Man kann jedoch daraus keineswegs schliessen, dass das Ferment an die kohlensauren Salze gebunden ist; denn einerseits wäre es möglich, dass doppelt kohlensaure Salze eine hemmende Wirkung auf die Lebensfähigkeit und die Lebensäusserungen des Ferments ausübten;

andererseits könnte man sich denken, dass die Kohlensäureentwicklung erst zu Ende sein muss, wenn nicht die freie CO_2 lähmend auf das Ferment wirken soll. Solange der Speichel klar bleibt, muss nothwendigerweise freie CO_2 in der Flüssigkeit vorhanden sein, d. h. wenn der Speichel in freier (reichlicher oder nicht reichlicher) Verbindung mit der atmosphärischen Luft steht. — Es wäre daher möglich, dass das Ferment, wenn es noch nicht völlig lebendig geworden ist, stärker als wirksames Ferment auf die Einwirkung freier CO_2 reagirt.

Dass selbst lebendiges Ferment nach Durchleitung und Vorhandensein von freier CO_2 weniger wirksam wird, geht aus Versuch V hervor — wenigstens scheint dieser Versuch nicht dafür zu sprechen, dass die CO_2 einen erregenden Einfluss auf das Ferment habe. Die Frage, ob CO_2 eine hemmende oder eine erregende Wirkung auf das Speichelferment ausübe, müssen indessen weitere Untersuchungen näher zu lösen versuchen.

Die Frage, ob der Parotidenspeichel des Pferdes ein Ferment besitze oder nicht, wird, wie schon gesagt, durch meine Untersuchungen nicht beantwortet; indessen meine ich, namentlich wenn man in Betracht zieht, dass Drüsenstücke, welche völlig antiseptisch behandelt sind, die diastatische Wirkung in hohem Grade besitzen, dass die Wahrscheinlichkeit davon sehr gross ist. — Sicherer ist dagegen, dass, wenn der Parotidenspeichel des Pferdes ein diastatisches Ferment besitzt, dieser im frischen Speichel nur im Stadium einer Vorstufe vorhanden ist.

Die Resultate meiner Untersuchungen schliessen aber keineswegs die Möglichkeit aus, dass der Parotidenspeichel des Pferdes nie ein Ferment enthalte, und dass, wenn diese Speichelsorte diastatisch wirkt, die Wirkung von Mikroorganismen der Luft herrühre. — In diesem Falle würde es genügen, den Speichel als einen ganz besonders vorzüglichen Nährboden für jene Organismen zu betrachten, um die saccharificirende

Wirkung desselben zu verstehen. Ich habe auch nicht unterlassen, einige Versuche über die diastatische Wirkung verschiedener der gewöhnlichst vorkommenden Luftpilze anzustellen. Die Resultate dieser Versuche berechtigten mich aber nicht zu der Schlussfolgerung, dass das diastatische Vermögen des Speichels von der Gegenwart der Luftorganismen herrührt.

Schliesslich liegt auch die Möglichkeit vor, dass der Speichel durch Aufnahme der in der Maulhöhle sich in Massen befindlichen Mikroorganismen seine saccharificirende Wirkung gewinne. Dieser Annahme gegenüber muss man dann u. A. fragen: Woher kommt denn die diastatische Wirkung der Speicheldrüsensubstanz?

Dazu kommt, dass Ellenberger und Hofmeister's Untersuchungen (Archiv für wissensch. und prakt. Thierheilk.) über das saccharificirende Vermögen des Mundepithels keine Resultate, die zu dieser Schlussfolgerung berechtigen, gegeben haben.

Auf dem gegenwärtigen Standpunkte meiner Untersuchungen, die ich hoffe später fortzusetzen, muss ich daher annehmen:

1. dass im Parotidenspeichel des Pferdes in der Regel, nicht aber immer, ein Ferment vorhanden ist;

2. dass dieses Ferment erst nach einer — uns bis jetzt unbekanntem — Einwirkung der atmosphärischen Luft diastatisch wird;

3. dass diese Einwirkung der Luft eine Veränderung in der Zusammensetzung des Speichels bewirkt;

4. dass diese Veränderung — es sei eine chemische oder nicht — nicht von der Einwirkung des in der Luft sich befindenden Sauerstoffs abhängig ist.

Es ist anzunehmen, dass auch die andern Speichelarten des Pferdes sich auf ähnliche Weise wie der Parotidenspeichel verhalten, weil auch diese Secrete (Ellenberger und Hofmeister, Archiv f. wissensch. und prakt. Thierh.), resp. die betreffenden Drüsenextracte, jedes für sich genommen eine sehr geringe diastatische Wirkung haben, während dagegen der gemischte Pferdespeichel dieses Vermögen in hohem Grade besitzt.