

NATURWISSENSCHAFTLICHE MONATSSCHRIFT

des Deutschen Naturkundevereins E. V., Stuttgart

AUS DER HEIMAT

51. Jahrgang
Dezember 1938
Heft 12

Versuche über Magenverdauung

Von Dr. K. B ü r k e r (Gießen)

Im folgenden seien im Anschluß an die Mitteilung von Versuchen über Mundverdauung¹ Versuche über Magenverdauung beschrieben, die man in meinem Beitrag zu den Schriften des Deutschen Lehrervereins, „Menschenkunde“ (Band II, von S. 57 an), begründet findet. Auch hier handelt es sich um Chemie und Mechanik der Verdauung im Magen.

Zunächst wird man auf die chemischen Fabriken des Magens, seine Drüsen, die Motoren in seiner Wand, die glatte Muskulatur, und auf das lokale Nervensystem, den Auerbachschen Plexus, mit dem der 10. Gehirnnerv, der Nervus vagus, als parasympathischer fördernder Nerv, und der Eingeweidenerv, der Nervus splanchnicus, als sympathischer hemmender Nerv, in Verbindung steht, hinzuweisen haben.

Und nun zur Chemie der Magenverdauung.

Für die Abscheidung des Magensaftes durch die Drüsen, also für die Sekretion, kommt 1. der Anblick der Speisen (psychische Sekretion), 2. der Durchtritt des Bissens durch die Speiseröhre, 3. die Berührung des Bissens mit der Magenschleimhaut und 4. die Aktivierung eines in der Magenschleimhaut befindlichen Stoffes, des Gastrins, in Betracht, das, ins Blut aufgenommen, zu den Magendrüsen gelangt und sie zur Tätigkeit anregt.

Für Versuche bereitet man sich einen künstlichen Magensaft in folgender Weise. Man holt sich im Schlachthaus einen Schweinemagen, möglichst von einem Hungertier, reinigt ihn, nachdem man ihn an der kleinen Krümmung aufgeschnitten hat, mit Wasser und zieht oder präpariert die Schleimhaut des Magengrundes da, wo sie dunkler, braunrot gefärbt ist, ab. Dann legt man sie auf eine Glasplatte und trocknet sie hoch über einer Flamme, wobei aber die Haut nur etwa 40° C warm werden darf, sonst gehen die hitzeunbeständigen, thermolabilen Fermente zugrunde. Man schneidet dann die getrocknete Schleimhaut in kleine Stücke und hebt sie in einem Pulverglas mit Stöpsel auf. Zur Bereitung des künstlichen Magensaftes zerschneidet man ein nur wenige Quadratzentimeter großes Stück fein mit der Schere, bringt das Zerschnittene in ein Reagenzglas, fügt etwa 5 ccm 0,1%ige Salzsäure zu und filtriert nach einigen Minuten. Mit diesem Filtrat kann man alle Verdauungsversuche durchführen. Einfacher ist es, sich aus der Apotheke Acidol-Pepsin von Bayer-Meister-Lucius, Stärke I, zu verschaffen und 2 Pastillen in 5 ccm destillierten Wassers zu lösen und zu filtrieren; dieses Präparat enthält zugleich Salzsäure.

Magensaft kann man sich ferner unter Mitwirkung eines Arztes auch aus seinem eigenen Magen verschaffen. Zu dem Zweck nimmt man nüchtern einen Alkoholtrunk (300 ccm einer 5%igen, körperwarmen Lösung in Wasser, Alko-

¹ Siehe „Aus der Heimat“, 50. Jahrgang (1937), Seite 157.

hol ist ein safttreibender Stoff) zu sich, wartet noch einige Minuten und schluckt dann einen langen, dünnen Schlauch hinunter, der am unteren Ende eine mehrfach durchbohrte Metallolive trägt, eine Magensonde. Der Schlauch ist mit einer Längsteilung versehen. Wenn ein etwa 50 cm langes Stück des Schlauches verschluckt ist, dann befindet sich die Olive im Magen. Mit einer Glasspritze saugt man dann Magensaft an, der zunächst noch etwas verdünnt ist.

Der so gewonnene Magensaft ist sauer durch eine der stärksten Säuren, durch Salzsäure (HCl)². Man weist diese mit einigen Tropfen einer 0,5%igen alkoholischen Tropäolinlösung (Dimethylaminoazobenzol) nach, wobei ein Farbumschlag von Gelb zu Rot eintritt. Auch kann man Kongorotpapier benutzen, das sich blau färbt. In Wahrheit handelt es sich dabei um den Nachweis einer starken Säure, eine äquimolekulare 0,6%ige Lösung von Essigsäure gibt diese Reaktion nicht.

Von den verschiedenen Wirkungen der HCl ist eine besonders deutlich zu zeigen: die starke Quellung des Eiweißes und damit seine Oberflächenvergrößerung. Dazu und zu den weiteren Verdauungsversuchen verwendet man am besten als Eiweiß Fibrin, den Blutfaserstoff. Im Schlachthaus wird das austretende Blut mit einem Holzstab geschlagen, wodurch die Gerinnung des Blutes befördert und das Gerinnsel am Stab befestigt wird. Nach Ablösung des Gerinnsels zerschneidet man es mit der Schere und befreit es von Blutfarbstoff durch Auswaschen mit Wasser in einem Sieb; das Fibrin muß schließlich ganz weiß aussehen. In zwei Reagenzgläser bringt man dann zwei kleine gleiche Mengen fein zerschnittenen Fibrins, gießt in das eine Glas 0,1%ige HCl, in das andere destilliertes Wasser, setzt beiderseits einen Daumen auf und mischt durch Umkehren. In kurzer Zeit wird man sehen, wie das Volumen des Fibrins durch die Salzsäure beträchtlich zunimmt und das Fibrin dabei glasig, durchscheinend wird, während es im Kontrollglas weißlich, trüb bleibt. Ein Teil der HCl bindet sich dabei an das Fibrin, während ein anderer Teil frei bleibt: freie und gebundene HCl.

Die HCl aktiviert ferner die in der Magenschleimhaut enthaltene Vorstufe des eiweißspaltenden Ferments, das Propepsin, zu Pepsin. Um die Wirkung des Pepsins zu zeigen, trägt man fein zerschnittenes Fibrin in eine Porzellanschale mit 0,1% HCl ein und läßt es darin quellen. Dann gibt man das gequollene Fibrin auf einen kleinen Glastrichter, in den man ein Filter gebracht hat. Man wartet bis alle Flüssigkeit durchgelaufen ist, gießt weg, dann träufelt man etwa 20 Tropfen künstlichen Magensaft, die Tropfen auf die ganze Oberfläche verteilend, auf, gießt das zunächst noch Durchfließende weg und wird dann sehen, wie das Fibrin auf dem Trichter immer mehr verflüssigt wird und dadurch immer mehr Filtrat entsteht. Der unveränderte Eiweißkörper kann die Poren des Filters nicht passieren, die Abbauprodukte aber können es.

Wie bei den früher mitgeteilten quantitativen Speichelversuchen ist auch bei diesem Fermentversuch die Stärke der Verdauung abhängig von der Menge zugesetzten Pepsins bzw. Magensafts. Man kann, um das zu zeigen, auch so verfahren, daß man das gequollene Fibrin noch feiner zerschneidet, in 4 Reagenzgläser auf gleiche Höhe (etwa 8 cm hoch) mit etwas 0,1% HCl darüber aufschichtet und zum 1. Gläschen nichts, zum 2. 0,2 ccm, zum 3. 0,4 ccm und zum 4. 0,8 ccm künstlichen Magensaft hinzufügt und durch Umkehren mischt; mit der Menge zugesetzten Magensaftes bzw. Pepsins werden die Schichten des Fibrins immer kleiner.

Mit dem Filtrat, das die Verdauungsprodukte enthält, stellt man folgende Versuche an. Einen Teil der Lösung kocht man; trotz saurer Reaktion entsteht kein Niederschlag. Es kann sich also bei dieser Kochprobe nicht mehr um gewöhnliches

² Der Salzsäuregehalt entspricht einer $\frac{1}{10}$ n HCl, die 0,365%ig ist, pH = 1, wie man sich mit dem neuerdings herausgekommenen Universalindikatorpapier von Merck beim Vergleich mit der Farbenskala zeigen kann.

Eiweiß handeln, sonst müßte eben ein Niederschlag entstehen. Es liegt vielmehr Azidalbumin vor, das man durch Neutralisation mit $\frac{1}{10}$ n NaOH ausfällen kann, und ferner sind Albumosen und Peptone, also noch hochmolekulare Spaltprodukte des Eiweißes vorhanden. Die Aufspaltung des Eiweißes durch Pepsin ist eben keine sehr weitgehende, was man sich auch dadurch zeigen kann, daß das Filtrat die Biurettreaktion gibt. Fügt man nämlich etwa $\frac{1}{4}$ Volumen 8%ige Natronlauge und stark verdünnte, im Reagenzglas nur noch ganz schwach gefärbte Kupfersulfatlösung zu, so erhält man eine Rot- bis Violettfärbung. Es handelt sich also hier um Verdauungsprodukte, die noch die Biurettreaktion geben, sogenannte biurett Produkte. Wäre die Aufspaltung bis zu den einfachen Bausteinen des Eiweißes, bis zu den Aminosäuren, gegangen, dann wäre die Biurettreaktion nicht mehr zustande gekommen, die Aminosäuren sind eben abiurett Produkte.

Schließlich ist im Magensaft auch noch das Labferment oder Chymosin enthalten, das die Milch zur Gerinnung bringt, indem dabei der Käsestoff der Milch, das kolloidal gelöste Kasein, bei Gegenwart von Kalksalzen als unlösliches Kalziumparakasein ausgefällt wird.

Die Labgerinnung der Milch führt man sich in folgender Weise vor. Drei gleich weite Reagenzgläser füllt man etwa 5 cm hoch mit möglichst frischer Milch. Dann fügt man zum 1. Gläschen nichts, zum 2. zehn Tropfen künstlichen Magensaft³, zum 3. einige Tropfen Ammoniumoxalatlösung (3,6%ig) zur Ausfällung des Kalziums und dann erst 10 Tropfen Magensaft zu und mischt den Inhalt von 2 und 3 nach dem Aufsetzen des Daumens durch mehrmaliges Umkehren. Zweckmäßig stellt man die drei Gläschen in ein Wasserbad von Körpertemperatur, 37° C. Nach kurzer Zeit wird der Inhalt im Gläschen 2 so fest geworden sein, daß man es umkehren kann, ohne daß ein Tropfen ausfließt. Der Inhalt von Gläschen 3 ist flüssig geblieben; es ist zwar auch hier Parakasein gebildet worden, aber es fällt nicht aus, da die freien Kalksalze fehlen. Gibt man jetzt Chlorkalziumlösung (5,5%ig) im Überschuß zu, so kommt es sogleich zur Bildung von Kalziumparakasein und damit zur Gerinnung. Das Gerinnsel zieht sich in beiden Fällen allmählich zusammen und preßt eine Flüssigkeit, die süße Molke, aus.

In diesem Zusammenhang kann man sich auch die Säuregerinnung der Milch vorführen, indem man die Milch einige Zeit stehen läßt. Besonders im Sommer tritt bald eine Gerinnung ein, indem Milchsäurebakterien aus dem Milchsäure Milchsäure bilden, die ihrerseits das Kasein ausfällt. Auch hier zieht sich das Gerinnsel zusammen und preßt jetzt die saure Molke aus.

Den Milchsäurenachweis führt man in folgender Weise. Man filtriert die saure Molke ab, überschichtet sie in einem Reagenzglas mit Äther, mischt mehrmals durch Umkehren, läßt den Äther mit der aufgenommenen Milchsäure sich wieder aufschichten, saugt die Ätherschicht mit einer Pipette ab, verjagt den Äther in einer Uhrschaale, nimmt den Rückstand in destilliertes Wasser auf und setzt einige Tropfen Eisenchloridlösung (5%ig) zu, wodurch es zur Gelbfärbung durch milchsaures Eisen kommt. Da das Reagenz selbst gefärbt ist, macht man einen Kontrollversuch mit destilliertem Wasser statt Molke und setzt die gleiche Menge Eisenchloridlösung zu.

Mechanik der Magenverdauung. Die Mechanik der Magenverdauung läßt sich am besten vor dem Röntgenschirm oder durch Röntgenaufnahmen nach einer Kontrastmahlzeit demonstrieren.

Mit einfacheren Mitteln kann man folgende Versuche durchführen. Man zeigt sich zunächst die Tätigkeit der glatten Muskulatur dadurch, daß man einen Grasfrosch (*Rana temporaria*) mit fein zerschnittener Froschschenkelmuskulatur

³ Zweckmäßig bereitet man sich den Magensaft in diesem Falle aus der Schleimhaut von Kälbermagen.

latur füttert, der man etwas Traubenzucker zugesetzt hat; am besten stopft man den Frosch mit diesem Futter. Nach einer Stunde tötet man das Tier, indem man mit raschem Scherenschlag die Wirbelsäule hinter den vorderen Extremitäten durchschneidet und von der Schnittstelle aus das Gehirn und Rückenmark mit einem Draht zerstört. Dann legt man das Tier auf den Rücken, eröffnet das Abdomen mit Pinzette und Schere, sucht den prall gefüllten Magen auf und schneidet am Mageneinde ein 1 cm breites Stück des Magens aus. Dieses ringförmige Stück bringt man in einen leicht zusammenstellbaren Muskelschreiber, Myographion, wie er in dem oben genannten Werk „Menschenkunde“ auf Seite 239 dargestellt ist. Man versenkt den Magenring in die Tyrodelösung, durch die man Sauerstoff hindurchperlen läßt. Meist schon ohne weiteres oder nach leichtem Anwärmen zeigt die glatte Muskulatur des Magens die langsamen, sogenannten *s p o n t a n e n r h y t h m i s c h e n K o n t r a k t i o n e n*. Senkt man das Becherglas mit der Tyrodelösung, legt ein Porzellanschälchen auf das Becherglas und tropft 1%ige Pilokarpinlösung auf den Magenring, so werden die Kontraktionen beträchtlich verstärkt. Träufelt man nach einiger Zeit, ohne abzuspülen, 1%ige Atropinlösung auf, so verschwinden die Bewegungen vollkommen; Pilokarpin reizt eben die Enden des Förderungsnerven, des Nervus vagus, Atropin lähmt sie. Spült man mit Tyrodelösung ab oder versenkt das Präparat einige Zeit zur Erholung in diese Lösung, so kehren die Bewegungen wieder. Tropft man nach dem Herausnehmen jetzt Adrenalinlösung⁴ auf, so kommt es zu einer Lähmung durch Reizung der Enden des Hemmungsnerven, des Nervus splanchnicus, während der Stillstand durch Atropin eine Folge der Lähmung des Förderungsnerven war.

Die fortschreitende Bewegung glatter Muskulatur, die *P e r i s t a l t i k*, wie sie auch der Magen zeigt, läßt sich sehr schön am Fuß einer Schnecke (*Helix pomatia*) vorführen, die man auf eine Glasplatte gesetzt hat, auf der sie haften bleibt. Kehrt man die Glasplatte samt Schnecke um und fängt die Schnecke zu kriechen an, so sieht man sehr schön die peristaltischen Wellen.

Endlich kann man sich auch noch in folgender Weise die *S c h i c h t u n g d e s M a g e n i n h a l t s* durch die glatte Muskulatur zeigen. Man läßt eine weiße Ratte 24 Stunden hungern, stellt ihr aber ein Näpfchen mit Wasser hin. Dann bereitet man sich aus dem Weißen eines Brötchens eine etwa haselnußgroße gefärbte Futterkugel, indem man etwas blaue Lakmuslösung zusetzt, das Ganze knetet und formt.⁵ Eine zweite, etwas kleinere Kugel stellt man nur aus dem Weißen und aus Milch, eine dritte ebenso her, nur setzt man etwas feine Tierkohle zu. Man hat so eine blaue, weiße und schwarze Futterkugel. In dieser Reihenfolge läßt man die Kugeln fressen, wartet etwa eine Stunde, tötet das Tier, eröffnet sofort das Abdomen, bindet den Magen am Darm und an der Speiseröhre ab, präpariert den Magen heraus und bringt ihn auf einer Kältemischung (Eis mit Vihsalz) zum Gefrieren. Dann schneidet man nach etwa 1½ Stunden den hart gefrorenen Magen mit einem scharfen Messer längs der großen Krümmung durch und kann nun in beiden Hälften meist eine sehr schöne Schichtung feststellen, indem das zuerst genossene und mit der Magenwand im Bereich der großen Krümmung in Berührung gekommene Futter durch die Salzsäure rot gefärbt, das angrenzende blau geblieben ist und sich daran die weiße und schwarze Schicht nach der Speiseröhre zu schließt. In den drei letztgenannten Schichten kann noch die Verdauung der Stärke durch das Speichelferment Ptyalin fortgesetzt werden, in der ersten nicht, da es dort durch die HCl zerstört wird.

⁴ Diese Lösung stellt man sich her, indem man 0,1 ccm Suprareninlösung, wie man sie in der Apotheke erhält, mit destilliertem Wasser auf 10,0 ccm verdünnt, die Lösung ist dann nur 0,00001%ig und doch noch gut wirksam.

⁵ Sollte sich die Kugel durch etwas Säure rot färben, so gibt man etwas Sodalösung bis zur Blaufärbung zu.

Sehr lehrreich ist es auch, einen Rattenmagen, den man ausgewaschen hat, mit Luft zu füllen, zuzubinden und trocknen zu lassen: Man sieht dann, daß dieser Magen zum größten Teil ausgestülpte Speiseröhre und nur ein kleiner Teil, mit scharfer Grenze beginnend, der eigentliche Magen ist.

Eine deutliche Schichtung kann man auch im Magen von Kaninchen erzielen, indem man beim Hungertier zuerst Gelbrüben, dann Weißrüben und schließlich grünes Futter verfüttert und dann ähnlich verfährt wie bei der Ratte.

Um anschaulich zu zeigen, daß der Mensch nicht rein vegetarisch leben soll, führt man den ausgespülten und aufgeblasenen Magen eines kleineren Wiederkäuers (Schaf, Ziege) mit seinen vier Abteilungen, dem Pansen, Netz-, Blätter- und Labmagen vor; für diesen gewaltigen, dem schwerer verdaulichen Pflanzenfutter angepaßten Magen wäre im Abdomen des Menschen kein Platz.

Eine weitere, ganz offenkundige Anpassung des Magens an das Futter ist bei den körnerfressenden Vögeln erreicht, indem z. B. beim Huhn und bei der Taube an die Speiseröhre sich der Drüsenmagen, an diesen der Muskelmagen anschließt, der mit Reibplatten und sehr kräftiger Muskulatur zur Zerkleinerung der Körner versehen ist; Sand und Steinchen, die der Vogel aufnimmt, helfen hierbei mit. Sehr bezeichnend ist der Name „Magenkauer“ für diese Tiere.

Bei diesen Vögeln wäre auch noch des Kropfes als Aufweichbehälter und Erzeuger von Kropfmilch (Taube), die aus fettig entarteten abgestoßenen Zellen des gewucherten Epithels besteht, zur Atzung der Jungen zu gedenken.

Welch wunderbare Anpassung der Organe in all diesen Fällen an die gegebenen Verhältnisse!

Karbid — Acetylen / Eine 75jährige Entwicklung

Von Günther Simon (Oldenburg i. O.)

Friedrich Wöhler hat im Jahre 1862 das Kalziumkarbid durch Glühen von Zinkkalzium im Kohletiegel erhalten und beobachtet, daß mit Wasser das schon bekannte Acetylen entwickelt wurde. Für die Technik bekam die Entdeckung jedoch erst Wert, als man gelernt hatte, den elektrischen Strom zu beherrschen und nun in der Lage war, billigere Ausgangsstoffe zu verwenden. Die in Deutschland in genügendem Maße vorhandenen Rohstoffe Kalk und Kohle werden im elektrischen Flammenofen zusammengeschmolzen. Immer größere Öfen wurden gebaut bis zu den heutigen Riesenöfen von 180 t Tagesleistung, das sind 18 Güterwagen Karbid. Die Öfen bestehen aus einem mit Schamotte ausgekleideten eisernen Mantel. Der Boden ist mit einer doppelten Schicht von Kohleblöcken belegt. Durch eingeführte Söderbergelektroden wird der Strom zugeführt. Diese Elektroden brauchen nicht ausgewechselt zu werden, sondern werden ständig durch eine Stampfmasse, welche oben in einen eisernen Mantel eingebracht wird, verlängert. Zunächst läßt man zwischen den tief gestellten Elektroden und dem Boden bei wenig Ausgangsmaterial einen Lichtbogen übergehen und füllt dann das Rohstoffgemisch langsam nach. Wenn die Karbidbildung eintritt, zieht man die Elektroden allmählich ein wenig höher, bis der Strom schließlich seinen Weg durch das geschmolzene Karbid nimmt. Bei 2500° schmilzt der Kalk, die Kohle wird zum Teil zu Kohlenoxyd verbrannt. Das gebildete Karbid bleibt ebenfalls flüssig (bei 2300°) und kann von Zeit zu Zeit abgestochen werden. Für eine Tonne Karbid benötigt man 2800 bis 3500 kWh. Die Fabriken sind deshalb am wirtschaftlichsten in Orten mit billigen Wasserkraften. So haben wir große Anlagen in Trostberg (Bayern), Rheinfelden und Knappsack (bei Köln, hier auf Grund der Braunkohlenlager). Die Karbidöfen vertragen große Leistungsschwankungen. Daher kann die Karbidindustrie die Spitzen der Wasser-

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Aus der Heimat. Naturwissenschaftliche Monatsschrift](#)

Jahr/Year: 1938

Band/Volume: [51](#)

Autor(en)/Author(s): Bürker K.

Artikel/Article: [Versuche über Magenverdauung 289-293](#)