

XVI.

**Ueber die Veränderungen des Rohrzuckers im Magen
des Menschen.**

Von Prof. Dr. Wilh. Leube in Erlangen.

Ueber die Frage, ob und wie sich der Rohrzucker bei der Magenverdauung verändert, herrscht noch viel Unklarheit. Die erste Angabe, dass Rohrzucker durch den Magensaft in Traubenzucker und Milchsäure verwandelt werde, stammt meines Wissens von Bouchardat und Sandras¹⁾. Dieselbe wurde später von Lehmann²⁾ für wenigstens theilweise richtig erklärt und von W. Busch³⁾ dahin ergänzt, dass nur ein kleiner Theil des Rohrzuckers im Dünndarm als Traubenzucker erscheine. Dem entgegen fand Freichs⁴⁾ bei der Digestion des Rohrzuckers mit Magensaft keine Umwandlung des ersten in Traubenzucker, selbst wenn die Verdauung 24—36 Stunden fortgesetzt wurde. Ebenso constatirten Hoppe-Seyler und Köbner⁵⁾, dass eine Invertirung des Rohrzuckers im gesunden Magen des Hundes nicht stattfinde, dass aber eine solche nachweisbar sei in Fällen, wo im Magen Katarrh Platz greife. Es schien also die schleimhaltige Beschaffenheit des Magensafts die Umwandlung des Rohrzuckers in Traubenzucker zu veranlassen, eine Annahme, welche durch die Versuche Uffelmann's⁶⁾ an einem gastrotomirten fiebernden Kranken in vollem Umfang bestätigt wurde, indem bei der Zuckerumsetzung massenhaft Schleim in dem betreffenden Mageninhalt suspendirt erschien. In der neuesten Arbeit über die Physiologie der Verdauung von Maly⁷⁾

¹⁾ Compt. rendus 1845. XX. p. 143—148.

²⁾ Physiol. Chemie II. S. 56. 1850.

³⁾ Dieses Archiv Bd. 14. S. 170.

⁴⁾ Wagner's Handwörterb. der Physiol. 1846. Bd. 3, 1. S. 805.

⁵⁾ Diss. inaug. Breslau 1859.

⁶⁾ Deutsches Archiv für klin. Medicin. XX. S. 571.

⁷⁾ Hermann's Handb. der Physiologie. Bd. V, 2. S. 116.

endlich ist die Invertirung des Zuckers im Magen ganz in Abrede gestellt.

Ich selbst habe in letzter Zeit mich mit dem in Rede stehenden Gegenstand eingehend beschäftigt. Meine Untersuchungen sind am gesunden und kranken Menschen angestellt und haben ganz positive Resultate ergeben, welche in Folgendem kurz zusammengestellt und, wie ich hoffe, geeignet sind, in die sowohl in physiologischer als auch pathologischer Beziehung nicht unwichtige Frage über die Veränderungen des Rohrzuckers bei der Magenverdauung mehr Klarheit zu bringen.

Die erste Bedingung für die Beweiskräftigkeit der Versuche ist die Verwendung ganz reinen Rohrzuckers, welcher Kali-Kupferlösung beim Kochen nicht reducirt. Selbst der „reinste“ käufliche Rohrzucker reducirt bald in schwächerem, bald in stärkerem Grade, und kann ich mich des Gedankens nicht erwehren, dass ein Theil der früheren Versuche, bei denen dieser Umstand nicht besonders erwähnt ist und keine Controlversuche angestellt wurden, in diesem Punkte unzuverlässig ist. Durch die Güte meines Collegen Volhard habe ich reinen Rohrzucker erhalten, der in seinem Laboratorium durch Umkristallisiren des käuflichen Rohrzuckers aus Alkohol gewonnen wurde und bei der Kalikupferprobe keine Reduction gab. Weiterhin ist es für vergleichende Untersuchungen auf Traubenzucker, speciell in der vorliegenden Frage, wo es sich oft um Constatirung kleiner Mengen von Traubenzucker handelt, nothwendig, dass die Kalikupferproben mit grösster Sorgfalt und Gleichmässigkeit in allen Fällen ausgeführt werden. Hat man es mit geringen Mengen von Traubenzucker zu thun, so dürfen der zu untersuchenden Flüssigkeit nur wenige Tropfen einer verdünnten Lösung von schwefelsaurem Kupfer hinzugesetzt werden, und zwar nimmt man am besten des Vergleichs wegen für alle einzelnen Proben einer Versuchsreihe gleich viel Tropfen Kupferlösung und gleich viel Kalhydrat. Nach dem Erhitzen tritt die Reduction des Kupferoxyds bei reichlichem Traubenzuckergehalt der Untersuchungsflüssigkeit sofort ein, bei geringem wenigstens unmittelbar nachdem die durch das Kochen in Bewegung gerathene Flüssigkeit zur Ruhe gekommen ist.

Macht man ferner Versuche, welche den Aufenthalt von zugeführtem Zucker im Magen verlangen, so muss letzterer erst mit Wasser vollständig ausgespült werden und die Spülflüssigkeit bei

der Kalikupferprobe ein negatives Resultat geben, ehe man den Versuch beginnt. Als Versuchszeit endlich hat man eine Stunde zu wählen, in welcher vollständige Leere des Magens vorausgesetzt werden darf, also die siebente Stunde nach der Mahlzeit, oder den Morgen, bevor die Versuchsperson etwas genossen hat. Uebrigens muss trotz der zu erwartenden Leere des Magens stets eine controlirende Ausspülung dem Versuch vorangeschickt werden.

Ich gehe nun zu den Versuchen selbst und ihren Resultaten über. Nachdem die genannten Vorbedingungen im einzelnen Falle erfüllt waren, wurden 100 Ccm. einer 10—15 procentigen reinen Rohrzuckerlösung in den leeren Magen gebracht und eine halbe Stunde lang in demselben gelassen. Die nach Ablauf dieser Zeit vorgenommene Ausspülung mit 200 Wasser ergab, dass die Spülflüssigkeit in der Regel keine oder zuweilen höchstens eine Spur Reduction giebt, wenn die Magenflüssigkeit von gesunden Menschen stammt, dagegen bedeutend reducirt, wenn derselbe Versuch bei einem Kranken mit Magendilatation angestellt wird. Selbstverständlich muss in letzterem Falle der Magen des Kranken vorher völlig rein ausgespült sein, das Wasser längere Zeit ganz klar aus dem Magen fliessen und bei der Kalikupferprobe keine Spur von Reduction geben. Benutzt man Rohrzuckerlösungen, welche nicht ganz rein sind, vielmehr schwache Reduction zeigen, so sieht man wohl auch, dass die dem Magen des Gesunden entnommene Zuckerflüssigkeit, nachdem sie daselbst einige Zeit verweilt hat, jede Spur von Reduction verloren hat.

Dieser auffallende Unterschied in dem Verhalten des Mageninhalts von Gesunden und Magenkranken lässt verschiedene Deutungen zu. Entweder handelt es sich dabei um eine specifische Fähigkeit des kranken Magens, im Gegensatz zu dem gesunden, Rohrzucker in reducirenden Zucker zu verwandeln, oder es handelt sich (worauf schon das letztangeführte Factum hinweist) um verschiedene Resorptionsverhältnisse im kranken und gesunden Magen: d. h. der Saft von beiden besitzt die Eigenschaft, Rohrzucker in Traubenzucker zu verwandeln, die gesunde Magenschleimhaut ist aber im Stande, den gebildeten reducirenden Zucker sofort auch zu resorbiren, während dies der kranke Magen nicht vermag. Von diesen beiden Annahmen ist die letztere die plausiblere und

entspricht in der That den wirklichen Verhältnissen, wie durch folgende Versuchsanordnung bewiesen werden kann:

1) Verhalten des Magensafts von Gesunden und Kranken gegen Rohrzucker ausserhalb des Körpers.

Um reinen Magensaft des Menschen zu gewinnen, hat man verschiedene Methoden: man kann die Magenschleimhaut durch mechanische, chemische oder thermische Reize zur Secretion veranlassen. Am einfachsten bedient man sich des letztgenannten Reizes, indem man wenig eiskaltes Wasser (100—200 Ccm.) in den Magen bringt und nach 10 Minuten mit 100—200 Wasser die eingeführte Flüssigkeit aushebert. Dieselbe reagirt, im Falle die Magenschleimhaut in normaler Weise secernirt, ebenso in einzelnen Fällen von Magenerkrankung sauer. Bringt man diese aus dem Magen entleerte saure Flüssigkeit mit Rohrzuckerlösung versetzt in den Verdauungsschrank, so reducirt sie nach $\frac{1}{4}$ — $\frac{3}{4}$ Stunden Kupferoxyd in alkalischer Lösung, mag sie vom Gesunden oder Kranken stammen. Der Magensaft des Gesunden und Kranken besitzt daher, ausserhalb des Organismus geprüft, die Eigenschaft, Rohrzucker in reducirenden Zucker zu verwandeln. Ob einzelne Magenkranken letztere Fähigkeit nicht besitzen, kann ich nach meinen Versuchen bis jetzt nicht entscheiden.

2) Resorptionsfähigkeit der gesunden und kranken Magenschleimhaut für Traubenzucker.

Bringt man mittelst der Sonde in den leeren gesunden Magen 0,5 Grm. Traubenzucker in 50—100 Wasser gelöst, lässt die Lösung einige Zeit im Magen und spült hierauf (mit 200 Wasser) den letzteren aus, so zeigt diese Spülflüssigkeit beim Gesunden, wenn die Zuckerlösung nur 10 Minuten im Magen verweilte, noch starke, wenn sie 20 Minuten lang im Magen gewesen war, geringe, wenn 30 Minuten zwischen der Einführung und Ausspülung der Zuckerlösung gelegen ist, gar keine Reduction des Kupferoxyds, während die Spülflüssigkeit beim Kranken unter allen Umständen, auch wenn die Zuckerlösung $\frac{1}{2}$ Stunde im Magen verweilte, stark reducirt. Die Resorptionsschwäche der Magenschleimhaut des Kranken mit Gastrectasie konnte übrigens auch noch auf anderem Wege (worauf hier nicht weiter eingegangen werden soll, s. Faber, Diss. inaug., Erlangen 1882) evident bewiesen werden.

3) Directer Beweis.

Obgleich nach diesen mittelst der beiden Verfahren gewonnenen Resultaten an der Richtigkeit der Annahme, dass die Resorptionsfähigkeit der gesunden Magenschleimhaut für Traubenzucker die Ursache des scheinbar negativen Ausfalls der Zuckerinvertirung sei, kaum gezweifelt werden kann, suchte ich doch noch auf directem Wege die Entscheidung der Frage herbeizuführen. Dieselbe gelingt in überraschender Weise folgendermaassen: Man bringt mittelst Sonde, Gummischlauch und Trichter in den Magen einer gesunden an die Sondirung vollständig gewöhnten Person 150 Cem. einer ca. 10prozentigen, in Eis stark abgekühlten Rohrzuckerlösung und klemmt unmittelbar bevor der letzte Rest der Lösung aus dem Gummischlauch in die Sonde abfließt, den ersteren ab. Nach 5 Minuten wird die im Magen befindliche Flüssigkeit aus diesem in den Trichter ablaufen gelassen, wieder in den Magen zurückgebracht und wieder ausgehebert. Die Flüssigkeit im Trichter besteht jetzt aus Rohrzuckerlösung und Magensaft. Darauf wird sie wieder in den Magen zurücklaufen gelassen und der Gummischlauch, wie das erste Mal, im geeigneten Moment abgeklemmt. Nunmehr steht also in der Sonde eine mit Magensaft gemischte Rohrzuckerlösung, welche von den Sondenwänden selbstverständlich nicht resorbirt werden kann, im Magen dagegen befindet sich der grössere Rest von Magensaft und Rohrzuckerlösung, deren eventueller Resorption nichts im Wege steht. Nach $\frac{1}{2}$ Stunde wird die in der Sonde abgeklemmte Flüssigkeit mit dieser herausgenommen: sie reducirt sehr stark; die hierauf aus dem Magen heraufgeholte Flüssigkeit aber reducirt nicht (in einem Fall gar nicht, im anderen nur andeutungsweise).

Der im Magen invertirte Theil der Zuckerlösung ist demnach sicher resorbirt worden; ob sie ganz resorbirt oder zum Theil durch den Pylorus binausgeschafft wurde, ist natürlich a priori nicht sicher entscheidbar. Doch ist der letztgenannte Weg der Entfernung des gebildeten Traubenzuckers aus dem Magen sicher nicht der einzige oder auch nur hauptsächlichste. Denn einmal war die Menge der eingebrachten Zuckerlösung so gering, dass ihr Austritt aus dem Pylorus in hohem Grade unwahrscheinlich ist; außerdem aber verliert, wie oben angegeben, unreiner Rohrzucker im Magen sein Reductionsvermögen; da nun aber die in den Magen eingebrachte

Rohrzuckerlösung nicht vollständig den Magen verlässt (sie enthält nach $\frac{1}{2}$ Stunde ausgehebert noch Rohrzucker, der sich durch weiteres Verdauen im Becherglas in Traubenzucker verwandelt), so folgt daraus, dass auch der durch den Magensaft gebildete Traubenzucker zweifelsohne resorbirt wird.

Zur Entscheidung der Frage, welcher Bestandtheil des Magensaftes die Umwandlung bewirke, habe ich einige Versuche angestellt, deren Resultat kurz folgendes ist.

Bringt man sauren Magensaft, der nach der oben beschriebenen Methode gewonnen wurde, in ein Becherglas und ein gleiches Quantum Wasser, dem genau soviel Salzsäure zugesetzt ist, als der Acidität des ausgespülten Magensaftes entspricht, in ein zweites Becherglas, setzt zu beiden Proben gleiche Mengen einer Lösung von Rohrzucker, und bringt sie in den Verdauungsschrank, so ist in beiden Gläsern sehr bald reducirender Zucker nachzuweisen. Die Invertirung erfolgt aber in dem Glase mit der Säurelösung etwas weniger rasch und energisch, als in dem Glase, das den Magensaft enthält (in letzterem ist beispielsweise schon nach $\frac{1}{4}$ Stunde die Reduction sehr deutlich ausgesprochen, in der Säurelösung um diese Zeit noch gar nicht nachweisbar). Es fragt sich daher, was neben der Säure zur Invertirung noch mitwirkt. Man könnte in erster Linie an den dem Magensaft beigemischten Schleim¹⁾ denken. Es ist ganz richtig, dass schleimhaltiger Magensaft eine energische Umwandlung des Rohrzuckers bewirkt. Aber von den Schleimmassen abgehobener oder abfiltrirter Magensaft invertirt nicht langsamer oder schwächer, als der mit Schleim vermischt Theil desselben Magensafts und andererseits tritt die Umwandlung im Magensaft, welcher zwar Schleim aber keine Säure enthält, überhaupt nicht ein, wenigstens nicht in einer Zeit (1 Stunde und darüber), in welcher sie füglich erwartet werden müsste. Ob das mit Säure wirksame Pepsin oder

¹⁾ Schleim findet sich übrigens durchaus nicht, wie gewöhnlich angenommen wird, in grösserer Menge nur im Saft von Magenkranken. Sobald vielmehr ein energischer Reiz die Schleimhaut des Magens trifft, wird auch vom Gesunden, oft in sehr reichlichem Maasse, Magenschleim abgesondert. Es darf daher meiner Erfahrung nach die Anwesenheit von Schleim in der Spülflüssigkeit auch nicht ohne Weiteres für die Diagnose des „Magenkatarrhs“ benutzt werden.

ein anderes Ferment bei der Invertirung mitspielt, müssen spätere Untersuchungen entscheiden. Schliesslich bemerke ich, dass jeder einzelne im Voranstehenden angeführte Versuch mehrmals und immer mit demselben Erfolg angestellt wurde¹).

Die Thatsachen, welche sich aus dem Mitgetheilten ergeben, sind in der Hauptsache folgende:

1) Der von Gesunden und einzelnen Magenkranken abgesonderte Magensaft besitzt die Eigenschaft, Rohrzucker in reducirenden Zucker zu verwandeln.

2) Der letztere wird, nachdem er gebildet, vom gesunden Magen resorbirt, vom kranken unter Umständen nicht.

3) Bei der Invertirung des Zuckers im Magen spielt die Säure des Magensafts jedenfalls die wichtigste Rolle.

¹) Die Versuchsprotocolle einzeln mitzutheilen, ist bei der Einfachheit der Versuchsanordnung unnöthig. Ich führe indessen noch besonders an, dass selbstredend in allen Versuchen, welche eine Vergleichung der Resultate unter einander erfordern, immer die gleichen Mengen Untersuchungsflüssigkeit genommen und bei den Verdauungsversuchen zur Controle unvermischt im entsprechenden Verhältniss verdünnte Zuckerslösungen mit in den Verdauungsofen gebracht werden müssen. Herr Dr. Faber, d. Z. II. Assistenten der medic. Klinik sage ich für die bereitwillige Unterstützung bei Ausführung meiner etwas umständlichen Versuche besten Dank.
