

## Über Zuckerresorption.

Von

K. v. Körösy.

(Mitteilung aus dem physiologischen Institut der Universität Budapest.)  
(Der Redaktion zugegangen am 17. Juni 1913.)

Die Grundsätze der Physiologie der Kohlenhydrate werden seit den Untersuchungen Claude Bernards zu den am sichersten begründeten physiologischen Kenntnissen gerechnet, welche auch der Pathologie als sichere Grundlage dienen können. So wird es als über allen Zweifel stehend betrachtet, daß die Kohlenhydrate nach der Verdauung als einfachste Zucker in die Vena portae gelangen, um dann in der Leber in Glykogen verwandelt zu werden. Diese Glykogen-theorie fand aber in Pavy einen heftigen Gegner; seine Auffassung, welche aus seinem letzten Werke<sup>1)</sup> leider nicht in genügendem Zusammenhange erhellt, läßt sich kurz folgendermaßen zusammenfassen:

Der aus dem Darne resorbierte Zucker gelangt von dem Bruchteile abgesehen, welcher in der Darmwand in Fett umgewandelt wird,<sup>2)</sup> größtenteils an Eiweiß gebunden, durch Vermittlung der weißen Blutkörperchen in die Lymphbahnen (Pavy, S. 55 und 68; mikroskopische Beobachtung, S. 79). Nur wenn sehr viel Zucker auf einmal resorbiert wird, gelangt der in der Darmwand nicht «assimilierte» Anteil desselben durch die Vena portae in die Leber, und wird dort in Glykogen umgewandelt (S. 66). Pavy führt für seine Auffassung und gegen die «Glykogen-theorie» im wesentlichen folgende

<sup>1)</sup> F. W. Pavy, On carbohydrate metabolism. London, Churchill 1906. Die Zusammenfassung seiner Theorie, s. S. 111.

<sup>2)</sup> Pavy führt als Beweis hierfür die im histologischen Präparate erhaltenen Osmiumtetroxyd-Reaktionen an. L. c., S. 83.

Versuchsergebnisse auf: Der Hauptfehler der älteren Beobachtungen besteht in dem Umstande, daß die im Augenblicke des Todes eintretende Veränderung des Blutzuckergehaltes vernachlässigt wurde (S. 7); das Blut der Arterien enthält ebensoviel (auch weniger) Zucker als das der Venen (S. 8); der Zuckergehalt des Blutes ist bei Ernährung kleiner als während des Hungers (S. 33); aus den verschiedensten Eiweißarten können zuckerartig reduzierende Substanzen abgespalten werden (S. 35). Pavy folgert aus seinen Versuchen, nach welchen bei parenteraler Zuckerezufuhr der Harnzucker dem Blutzucker parallel zunimmt (S. 19), daß der aus dem Darne resorbierte Zucker im Blute nicht in freiem Zustande vorhanden sein kann, weil sonst während der Zuckerresorption eine starke Glykosurie auftreten müßte. Diese Versuche beweisen aber offenbar nichts gegen die «Glykogen-theorie», weil ja nach derselben der gesamte aus dem Darne in die Vena portae gelangende resorbierte Zucker durch die Leber zurückgehalten wird.

Pavys Beobachtungen wurden durch spätere Untersuchungen teilweise bestätigt, doch herrscht auf diesen Gebiete viel Widerspruch.<sup>1)</sup> So müssen wir speziell die Frage nach der Beteiligung einerseits der Lymphwege, andererseits der weißen Blutkörperchen an der Resorption der Kohlenhydrate als unentschieden betrachten. Auch die mir erst nach Fertigstellung meiner Arbeit bekannt gewordenen, gelegentlich ihrer Untersuchungen über die osmotischen Verhältnisse der Resorption erhobenen Beobachtungen von Dunin-Borkowski und Wachtel,<sup>2)</sup> wonach nach einstündiger Resorption einer 5%igen Traubenzuckerlösung aus einer künstlich durchbluteten Darmschlinge ungefähr die Hälfte der Zuckermenge weder im Darminhalte, noch im Blute aufzufinden war, sprechen für die Richtigkeit der Pavyschen Auffassung.

Im Verlaufe meiner Versuche über Eiweißresorption<sup>3)</sup>

<sup>1)</sup> Die neueste zusammenfassende Darstellung dieser Frage s. bei J. Bang, Der Blutzucker. Wiesbaden, Bergmann, 1913. VI. Kap.

<sup>2)</sup> Anzeig. Akad. Wiss. Krakau, Math.-Naturw.-Klasse B. Nr. 7, S. 746 (1912).

<sup>3)</sup> Körösy, Diese Zeitschrift, Bd. 57, S. 267 (1908). In diesen Versuchen fand ich, daß bei Eiweißresorption der Nichteiß-, d. h. der

wollte ich mich einmal überzeugen, in welchem Maße ein Körper, der sicher unverändert in das Blut gelangt, unter den gewählten Versuchsbedingungen, d. h. wenn der Blutkreislauf beim Hunde auf Darmkanal, Herz und Lungen beschränkt wird, zur Resorption kommt. In dieser Absicht führte ich einen Versuch über Zuckerresorption aus, konnte aber in der zu Ende des Versuches gewonnenen Blutprobe qualitativ keinen Zucker nachweisen. Dies bildete den Ausgangspunkt zu den hier zu beschreibenden Versuchen.

Das operative Verfahren war das im wesentlichen schon beschriebene: Den Hunden wurden, ohne vorherige Diätregelung, unter künstlicher Atmung in der Brusthöhle die beiden nach oben abgehenden Äste der Aorta unterbunden, manchmal auch die V. cava sup.; in der Bauchhöhle wurden Milz und Mesenterium entfernt, die Aorta unterhalb der Art. mesent. sup. und die Artt. hepatt. unterbunden; schließlich wurde die V. portae in das zentrale Ende der durchschnittenen V. cava inf. gebunden, während der periphere Stumpf der letzteren unterbunden wurde. Die einzelnen Phasen dieses Verfahrens vertauschte ich hie und da.

Nach Beendigung der Operation injizierte ich soviel einer 10%igen Traubenzuckerlösung (500—1000 ccm), bis der Darm prall gefüllt war. Die erste Blutentnahme geschah während

---

durch Gerbsäure nicht fällbare N nicht zunimmt, sondern umgekehrt der Eiweiß-N-Gehalt des Blutes, nach Reduktion auf gleiche Konzentration, eine zwar geringe Zunahme erfährt. Vor kurzem fand Folin (*The Journ. of biol. chem.*, Bd. 11, S. 87, 1912), daß nach Unterbindung der Nierengefäße bei Resorption von Eiweiß, bzw. von Verdauungsprodukten des Eiweißes, der Nichteiweiß-N-Gehalt des Blutes zunimmt. Ähnliche Befunde wurden von E. P. Cathcart und Leathes (*Journ. of physiol.*, Bd. 33, S. 462, 1906), ferner van Slyke und Meyer (*The J. of biol. ch.*, Bd. 12, S. 399 1912) sowie Delaunay (*C. r. Soc. Biol.*, Bd. 74, S. 767, 769, 1912), auch ohne Unterbindung der Nierengefäße, erhoben. Folin folgert hieraus, daß das resorbierte Eiweiß in Gestalt freier Aminosäuren in das Blut gelangt. Abgesehen davon, daß bei Resorption ungespaltenen Eiweißes (a. a. O. S. 94) die Zunahme des Nichteiweiß-N kaum nachweisbar war, ist es noch fraglich, ob diese Körper aus dem Darne und nicht aus anderen Organen in das Blut gelangen. Diese Frage läßt sich am klarsten mit der Methode des verkürzten Kreislaufes entscheiden, wie dies auch durch die Resultate dieser Arbeit bewiesen wird.

der Operation, die zweite im allgemeinen unmittelbar nachdem das Herz still stand durch Massieren desselben, oder während das Herz noch schlug. Das Blut wurde in paraffinierten Kolben aufgefangen, in welchen sich für 100 ccm Blut ca. 2 ccm einer 50%igen Natriumcitratlösung befanden.

Der Zuckergehalt des Blutes wurde nach Pavy<sup>1)</sup> bestimmt, die Enteiweißung geschah nach Michaelis und Rona<sup>2)</sup> mit Eisenlösung. Die Enteiweißung geschah meistens in mehreren Blutproben parallel, die so erhaltenen Werte sind gesondert angegeben: die einzelnen angegebenen Werte bedeuten aber nahezu ausnahmslos Mittelwerte aus 2—3 gut übereinstimmenden Einzelbestimmungen. Die Einengung geschah im allgemeinen auf dem Wasserbade, manchmal im Vakuum, so z. B. in Vers. XI. In den ersten vier Versuchen wurde ohne Ansäuerung eingengt, in den folgenden nach Ansäuerung mit Essigsäure. Besonders angestellte Versuche zeigten, daß dieser Unterschied bei 10 ccm Blut keinen Fehler bedingt; 10 ccm desselben Blutes ergaben im ersten Falle 0,110, im zweiten 0,107% Zucker. Einige Male bestimmte ich den «totalen» Zucker (sucre total) nach Lépine,<sup>3)</sup> d. h. richtiger gesagt, die Gesamtmenge der freien und durch Spaltung erhaltbaren reduzierenden Substanzen. In Vers. I gebrauchte ich die Methode der osmotischen Kompensation von Rona und Michaelis.<sup>4)</sup> Der Zuckergehalt des zu Ende des Versuches gewonnenen Blutes wurde teilweise auf Grund des Hämatokritwertes, teilweise auf Grund des Hämoglobingehaltes auf den Verdünnungsgrad des ersten Blutes reduziert. Die ohne Reduktion angegebenen Zuckerwerte beziehen sich auf das durch die Citratlösung verdünnte Blut; die Reduktion eliminiert sowohl die so entstehenden Unterschiede der Verdünnung, als auch die während des Versuches stattfindende Veränderung der Blutkonzentration.

<sup>1)</sup> Hoppe-Seyler-Thierfelder, Handb. d. chem. Anal., VIII. Aufl., 1909, S. 607.

<sup>2)</sup> Ebenda, S. 656.

<sup>3)</sup> J. Lépine et R. Boulud, Journ. d. physiol. et pathol. gén., Bd. 13, S. 178 (1911).

<sup>4)</sup> Rona und Michaelis, Bioch. Zeitschr., Bd. 14, S. 476 (1908).

Folgende Tabelle bringt die Resultate der Versuche. In die Tabelle wurden nur die Ergebnisse der Versuche über Zuckerresorption im Darm aufgenommen, während die Resultate der verschiedenen Kontrollversuche einzeln besprochen werden sollen.

Nr.	Körpergewicht kg	Dauer des Versuches Min. <sup>1)</sup>	Zuckergehalt der I. Blutprobe ‰	Zuckergehalt der II. Blutprobe ‰	Derselbe auf den Verdünnungsgrad des I. Blutes reduziert ‰
I	18	30	0,141	0,109, 0,111	0,11
II	28	30	0,187, 0,204	0,109, 0,113	0,11
III	16	90	0,080	<sup>2)</sup>	<sup>3)</sup>
IV	13	30	0,153 <sup>4)</sup>	0,284 <sup>4)</sup>	0,27
V	21	30	0,117, 0,117	0,108, 0,111	0,13
XI	16	150	0,153, 0,155	0,048, 0,043	0,04

Wir sehen also, daß der Blutzucker während der Zuckerresorption im allgemeinen nicht zu-, sondern abnimmt, und zwar umsomehr, je länger der Versuch dauert. Diese Abnahme des Blutzuckers kann die Folge der Ausschaltung der Leber oder der Nebennieren sein;<sup>5)</sup> wichtig ist aber, daß die im Darne befindliche 10‰ige Zuckerlösung selbst den so entstehenden Zuckerverlust des Blutes nicht zu ersetzen vermag. In Vers. IX wollte ich das Verhalten des Blutzuckers bei verkürztem Kreislaufe ohne Zuckereinjektion direkt untersuchen; der Versuch dauerte leider nur 10 Minuten und zeigte während dieser kurzen Zeit eine kaum nachweisbare Abnahme des Blutzuckers.

Unter den angeführten Versuchen, zu welchen ich noch den eingangs erwähnten Versuch hinzurechnen kann, zeigt nur Vers. IV eine Zunahme des Blutzuckers, wenn wir von der

<sup>1)</sup> Von Beginn der Injektion der Zuckerlösung bis zur zweiten Blutentnahme.

<sup>2)</sup> Die ganze Flüssigkeitsmenge genügte nicht zur Reduktion von 10 ccm Pavyscher  $\text{CuSO}_4$ -Lösung; der Zuckergehalt war hieraus berechnet jedenfalls weniger als 0,069‰.

<sup>3)</sup> < 0,071‰.

<sup>4)</sup> Aus den für Plasma und Blütkörperchen besonders bestimmten Werten auf das Vollblut umgerechnet.

<sup>5)</sup> Bang, J., l. c., VIII. Kap.

nicht in Betracht kommenden kleinen Zunahme absehen, welche bei Vers. V in der reduzierten zweiten Blutprobe zu sehen ist. Die Zunahme des Blutzuckers in Vers. IV konnte dadurch verursacht sein, daß in diesem Falle die zweite Blutentnahme erst 15 Minuten nach Stillstand des Herzens geschah, und der Zucker so durch die «tote» Darmwand hindurch diffundieren konnte. Zur Bestätigung dieser Erklärung führte ich Vers. VIII zu Ende, trotzdem der Stillstand des Herzens schon während der Operation erfolgte. Die  $\frac{1}{2}$  Stunde nach Injektion der 10%igen Zuckerlösung entnommene Blutprobe, welche viel Gerinnsel enthielt, besaß einen Zuckergehalt von 0,37%. Dies zeugt also für die Richtigkeit der gegebenen Erklärung.

Es könnte die Frage auftauchen, ob nicht irgendwie die Resorption überhaupt durch die gebrauchte Versuchsanordnung verhindert war. Diesbezüglich kann ich mich aber auf die Versuche von Bogdándy<sup>1)</sup> berufen, nach welchen, wenn unter denselben Bedingungen in den Darm eine 10%ige Bromidlösung injiziert wurde, 55 bzw. 35 Minuten nachher sich im Blute 0,31 bzw. 0,41% (reduziert 0,47%) Bromid anhäuferten.

Übrigens fand ich auch für den Zucker den Beweis, daß er unter den gegebenen Versuchsbedingungen als solcher resorbiert werden kann, aber nicht von dem Darne, sondern von der Bauchhöhle aus. Vers. VII führte ich ebenso aus wie die übrigen, injizierte aber die 10%ige Zuckerlösung nicht in den Darm, sondern in das vorher vernähte Peritoneum, was in kürzester Zeit eine bedeutende Zunahme des Blutzuckers zur Folge hatte:

Körpergewicht kg	Dauer des Versuches Min.	Zuckergehalt der I. Blutprobe %	Zuckergehalt der II. Blutprobe %
18	12	0,180, 0,179	0,333, 0,337

Dieser Versuch beweist auch, daß die Anhäufung des Zuckers im Blute durch den von Sieber und Drierzgowski<sup>2)</sup> beobachteten Glukasegehalt der Lunge nicht verhindert wird.

<sup>1)</sup> J. Bogdándy, Diese Zeitschrift, Bd. 84, S. 16 (1910).

<sup>2)</sup> N. Sieber und W. Drierzgowsky, Diese Zeitschrift, Bd. 62, S. 263 (1909).

Der resorbierte Zucker gelangt also nach meinen Versuchen nicht als solcher in das Blut der *V. portae*. Wenn wir auch die Resorption auf dem Wege der Lymphwege nicht als ganz ausgeschlossen betrachten, müßten wir doch erwarten, daß schon infolge des physikalischen Prozesses der Diffusion wenigstens ein Teil des Zuckers seinen Weg in die Blutbahn nimmt, wie dies bei der Diffusion durch die «tote» Darmwand auch der Fall ist (Vers. VIII). Wenn der Zucker im Blute nicht nachweisbar ist, muß er irgend eine Umgestaltung erlitten haben, und zwar muß dies während seines Durchtrittes durch die Schleimhaut geschehen sein, da der durch die Serosa kommende Zucker sich im Blute anhäuft (Vers. VII). Der Zucker muß während dieser Umgestaltung entweder in eine komplexere Bindung übergehen, oder sich in einfachere Körper spalten. Für die Wahrscheinlichkeit der letzteren Annahme lassen sich Harleys<sup>1)</sup> Versuche anführen, der nach Unterbindung der Ureteren eine Traubenzuckerlösung in das Blut injizierte, und hierauf eine Zunahme des Milchsäuregehaltes des Blutes beobachten konnte.

Die erstere Annahme würde im ganzen und großen der Auffassung von Pavy entsprechen; für seine Wahrscheinlichkeit sprechen mehrere Beobachtungen. Filippi<sup>2)</sup> fand bei Hunden mit Eckscher Fistel nach Kohlenhydraternahrung im Blute viel Glykogen. Nach den Versuchen von Levene und Meyer<sup>3)</sup> polymerisiert das Muskelplasma und das Pankreasextrakt verschiedene Zucker; nach Doxiades<sup>4)</sup> bildet sich aus der dem Serum zugesetzten Glukose Maltose. Harden<sup>5)</sup> beobachtete, daß aus dem Zucker während der alkoholischen Gärung sich ein schwächer reduzierendes Kohlenhydrat bildet. Zur Verfolgung dieser Frage benütze ich das Verfahren von Lépine. Lépine versteht unter «virtuellem Zucker» die Ge-

<sup>1)</sup> V. Harley, Arch. f. Anat. u. Physiol., 1893. Suppl. 46.

<sup>2)</sup> F. Filippi, Zeitschr. f. Biol., Bd. 50, S. 72 (1908).

<sup>3)</sup> P. A. Levene und G. M. Meyer, The Journ. of Biol. Chem., Bd. 9, S. 99 (1911); Bd. 11, S. 347 (1912).

<sup>4)</sup> L. Doxiades, Biochem. Zeitschr., Bd. 38, S. 307 (1912).

<sup>5)</sup> A. Harden, Alcoholic fermentation. Longmans, London 1911, S. 29.

samtmenge der aus dem Blute durch Fluorwasserstoffhydrolyse gewinnbaren reduzierenden Substanzen; derselbe muß also im wesentlichen aus Glykosamin bestehen, aber auch das eventuell vorhandene Glykogen enthalten. Mit diesem Verfahren wird eigentlich der «virtuelle» + «freie» = «totale» Zucker bestimmt, und hieraus nach Abzug des freien Zuckers («sucre immédiat») der «virtuelle» Zucker berechnet

Nr.		«Totaler Zucker» %	«Freier Zucker» %	«Virtueller Zucker» %
III.	I. Blutprobe	0,11	0,08	0,03
	II. » reduziert	0,09	—	—
V.	I. Blutprobe	0,12 <sup>1)</sup>	0,09 <sup>1)</sup>	0,03
	II. » reduziert	0,15	0,13	0,02

Trotz dieser negativen Resultate halte ich es nicht für ausgeschlossen, daß bei länger dauerndem Versuche der «virtuelle Zucker» zunehmen würde. Die erhaltenen Mengen des «virtuellen» Zuckers sind übrigens etwas geringer als jene Lépinés.<sup>2)</sup>

Im Verlaufe meiner Versuche machte ich noch einige Beobachtungen bezüglich dreier Nebenfragen, und zwar bezüglich des Zuckergehaltes der Blutkörperchen, des freien Zustandes des Blutzuckers und des Vorhandenseins eines Disaccharides oder niedrigen Polysaccharides im Blute.

Da ich vermutete, daß der im Blute in komplexerer Bindung vorhandene («virtuelle») Zucker während des Versuches zunehmen wird, wollte ich Plasma und Blutkörperchen einzeln untersuchen. Ich dachte besonders in dem «virtuellen» Zuckergehalte der letzteren, speziell der weißen Blutkörperchen, eine Zunahme finden zu können, obgleich dieser Annahme die Beobachtung von Levene und Meyer<sup>3)</sup> gewissermaßen wider-

<sup>1)</sup> Aus den für Plasma und Blutkörperchen besonders bestimmten Werten auf das Vollblut umgerechnet; die wahren Werte wären etwas höher, siehe S. 364 unten.

<sup>2)</sup> J. Lépine, Le diabète sucré. Paris, Alcan, 1909, I. Kap.

<sup>3)</sup> P. A. Levene und G. M. Meyer, The Journ. of Biol. Chem. Bd. 11, S. 361 (1912); Bd. 12, S. 265 (1912); Bd. 14, S. 149, 551 (1913).



spricht, nach welcher die einer Zuckerlösung zugefügten weißen Blutkörperchen den Zucker nicht polymerisieren, sondern in geringem Maße zu Milchsäure spalten. Die zweite Blutprobe von Vers. IV konnte aber aus obenerwähntem Grunde nicht herangezogen werden, und in Vers. V war die Menge der erhaltenen zweiten Blutprobe zu gering, um Plasma und Blutkörperchen besonders untersuchen zu können. Trotzdem kann ich bezüglich der ersten (dem normalen Blute entsprechenden) Blutprobe die Beobachtung von Rona und Michaelis<sup>1)</sup> sowie anderer<sup>2)</sup> bestätigen, daß die Blutkörperchen freien Zucker enthalten.

Das Blut wurde zentrifugiert, der Zuckergehalt des so erhaltenen Plasmas und Blutkörperchen besonders bestimmt, und aus dem Zuckergehalte der Plasma enthaltenden Blutkörperchen mittels des Hämatokritwertes der Zuckergehalt der reinen Blutkörperchen berechnet. Die Bestimmung des freien Zuckers geschah auch in diesem Falle nach Enteiweißung mit Eisenlösung mittels der Methode von Pavy, jene des «totalen» resp. «virtuellen» Zuckers nach Lépine.

Nr.		Zuckergehalt des Plasmas ‰	Zuckergehalt der reinen Blutkörperchen ‰
IV.	«Freier» Zucker	0,201, 0,196	0,07
	«Freier» Zucker	0,11	0,05
V.	«Totaler» »	0,18	0,06
	«Virtueller» »	0,07	0,01

In Vers. V war die Menge des direkt bestimmten freien Blutzuckers (0,12‰) größer, als nach Berechnung aus den für Plasma und Körperchen besonders bestimmten Werten (0,09‰): offenbar nahm während des lange dauernden Zentrifugierens und des auch sonst verzögerten Aufarbeitens die Glykolyse zu. Ähn-

<sup>1)</sup> P. Rona und L. Michaelis, Bioch. Zeitschr., Bd. 16, S. 60 (1909); Bd. 17, S. 375 (1909).

<sup>2)</sup> J. Lépine und R. Boulud, ebenda, Bd. 32, S. 287 (1911); Höllinger, ebenda, Bd. 17, S. 1 (1909); E. Frank u. H. Brettschneider, Diese Zeitschrift, Bd. 76, S. 226 (1911).

liche Divergenzen fanden auch Rona und Michaelis.<sup>1)</sup> Das Plasma besaß in Vers. V einen bedeutenden «virtuellen» Zuckergehalt, was mit Lépines<sup>2)</sup> Werten ziemlich gut übereinstimmt. Die Blutkörperchen zeigten nur einen verschwindenden Gehalt an «virtuellem» Zucker.

In meinem allerersten, vor langem ausgeführten Versuche fand ich — wie erwähnt — in der zweiten Blutprobe qualitativ keinen Zucker. In Vers. I der hier mitgeteilten Reihe wollte ich mich neben der chemischen Zuckerbestimmung auch mittels der von Rona und Michaelis<sup>3)</sup> stammenden schönen Methode der osmotischen Kompensation davon überzeugen, ob das zu Ende des Versuches gewonnene Blut überhaupt freien Zucker enthält. Das Ergebnis war, daß die zuckerfreie, isotonische Außenflüssigkeit in 6 Stunden unter ständiger Rührung bei Zimmertemperatur vom Blute einen Zuckergehalt von weniger als 0,05 % gewann (Titrationswert 0,11 %). Die erste Blutprobe wurde unter denselben Bedingungen gegen eine isotonische und zugleich 0,1 % Traubenzucker enthaltende Lösung dialysiert, wobei der Zuckergehalt der letzteren auf 0,13 % stieg (Titrationswert 0,14 %). Dies bestätigt also die Beobachtung von Rona und Michaelis, daß sich der Blutzucker mittels der Methode der osmotischen Kompensation als in freiem Zustande befindlich zeigt.

Bei dem bezüglich der Resorption von der Bauchhöhle aus angestellten Vers. VII wollte ich mich auch davon überzeugen, ob die Reduktionskraft des Blutzuckers nach Säurehydrolyse zunimmt, wie dies Pavy<sup>4)</sup> hauptsächlich für das Kaninchen-, aber auch für das Hundeblood (S. 14) und Lépine<sup>5)</sup> für das Hundeblood angeben. Vielleicht steht der neuerdings von mehreren<sup>6)</sup> erhobene Befund, daß die Blutkörperchen einen nicht vergärbaren kohlen-

<sup>1)</sup> P. Rona u. J. Michaelis, Biochem. Zeitschr., Bd. 16, S. 60 (1909).

<sup>2)</sup> J. Lépine, l. c., S. 73.

<sup>3)</sup> P. Rona u. L. Michaelis, Biochem. Zeitschr., Bd. 14, S. 476 (1908).

<sup>4)</sup> Pavy, l. c., S. 13.

<sup>5)</sup> J. Lépine, l. c., S. 61.

<sup>6)</sup> H. Lyttkens u. J. Sandgren, Biochem. Zeitschr., Bd. 26, S. 382 (1910); E. Frank u. A. Brettschneider, l. c.

hydratartigen Stoff enthalten, mit diesen Beobachtungen in Zusammenhang. Das nach Enteiweißung erhaltene Filtrat wurde ungefähr auf das ursprüngliche Volumen eingengt, bis zu 2% mit Salzsäure versetzt, 1/2 Stunde lang am Rückflußkühler hydrolysiert; die erste (normale) Blutprobe ergab 0,171, 0,177% Zucker, die zweite 0,326%, gegenüber 0,180, 0,179 resp. 0,333, 0,337% vor der Hydrolyse. Die Reduktionskraft blieb also im wesentlichen unverändert, jedenfalls nahm sie nicht zu; wir haben also keinen Grund, die Anwesenheit eines Disaccharides, z. B. von Maltose, oder eines niederen Polysaccharides im Blute anzunehmen. Der Gegensatz zu den Befunden von Pavy und Lépine kann durch die verschiedene Art der Enteiweißung verursacht sein.

---

Das Hauptergebnis dieser Versuche ist also, daß bei Beschränkung des Blutkreislaufes auf Darm, Lungen und Herz der resorbierte Zucker nicht als solcher in das Blut gelangt. Hierbei darf aber nicht vergessen werden, daß der Darm unter normalen Verhältnissen mit dem ganzen Organismus in Gegenwirkung steht, was durch die gebrauchte Versuchsanordnung sozusagen ganz eliminiert wird. Es können sowohl das Nervensystem, als die Produkte der inneren Sekretion von Einfluß sein. Von den letzteren kann das für den Kohlenhydratstoffwechsel sehr bedeutungsvolle Adrenalin nicht in den verkürzten Kreislauf gelangen, während die Produkte des Pankreas hineingelangen können, sogar eventuell in dem engen Kreislaufe eine stärkere Wirkung entfalten. Es ist auch möglich, daß den Phosphaten bei der Zuckerresorption eine bedeutende Rolle zukommt, da ja dieselben nach den Untersuchungen von Harden<sup>1)</sup> und Euler<sup>2)</sup> bei der alkoholischen Gärung mit dem Zucker in enge Verbindung treten.

<sup>1)</sup> A. Harden, l. c., S. 38.

<sup>2)</sup> H. Euler, Diese Zeitschrift, Bd. 74, S. 15 (1911); Bd. 76, S. 241, 468 (1911); Bd. 77, S. 395, 488 (1912); Bd. 80, S. 175, 205 (1912); Euler (ebenda, Bd. 79, S. 375 [1912]) verfolgte auch das Schicksal dieser komplexen Verbindung im tierischen Organismus.

Meine Versuche beweisen jedenfalls, daß die Resorption des Zuckers sicher nicht der einfache Prozeß ist, für den er gehalten wurde. Der Chemismus des tierischen Organismus arbeitet überhaupt mit viel tiefer greifenden Umgestaltungen, als man es auf Grund der älteren Untersuchungen zu deuten pflegt. Die erste Etappe der Nährstoffe bei ihrer Wanderung durch den tierischen Organismus, ihr Durchtritt durch die Darmschleimhaut, kann schon mit tiefgreifenden Umgestaltungen einhergehen.

---