

Zuckerresorption und Pankreas.

Von

K. v. Körösy.

Mitteilung aus dem physiologischen Institut der Universität Budapest.
(Der Redaktion zugegangen am 15. Aug. 1916.)

Meine Versuche über Zuckerresorption¹⁾ führten mich zu dem Schlusse, daß die Resorption der Glukose aus dem Darne nicht der einfache Vorgang ist, für den er allgemein gehalten wird, sondern daß die Glukose während ihrer Passage durch die Darmmucosa irgendeine Veränderung erleidet. Es zeigte sich nämlich, daß bei Hunden, deren großer Kreislauf im wesentlichen auf den Magendarmkanal beschränkt wurde, nach Einführung einer großen Menge 10%iger Glukoselösung in den Darmkanal der Zuckergehalt des Blutes keine Zunahme erfuhr. Die Resorptionsfähigkeit des Darmes war durch die Versuchsbedingungen nicht aufgehoben, denn es häuften sich unter denselben Versuchsbedingungen, wie Herr v. Bogdándy nachweisen konnte,²⁾ im Blute bedeutende Bromidmengen an, wenn statt der Glukose eine Bromidlösung in den Darm gebracht wurde. Die angenommene Veränderung der Glukose mußte in der Mucosa vor sich gehen und nicht im Blute, denn wenn die Resorption der Glukose aus der Peritonealhöhle durch die Serosa erfolgte, dann erfuhr der Blutzucker eine bedeutende Zunahme, während doch die Resorption der Glukose aus der Peritonealhöhle bei normalen Hunden nicht schneller erfolgt, als aus dem Darne, wie dies eine Gegenüberstellung der

¹⁾ K. v. Körösy, Diese Zeitschr., Bd. 86, S. 356 (1913).

²⁾ St. v. Bogdándy, ebenda, Bd. 84, S. 16 (1912).

Peritonealwerte von Cohnheim¹⁾ und Róth²⁾ mit den Darmwerten von Cohnheim,³⁾ London⁴⁾ und Omi⁵⁾ zeigt.

In welchem Maße die angenommene Veränderung der Glukose bei der normalen, physiologischen Resorption stattfindet, konnte ich auf Grund meiner Versuche nicht entscheiden: hierfür muß es eben zuerst erforscht werden, worin die angenommene Veränderung während der Resorption besteht und welche Faktoren daran beteiligt sind. Unter den möglichen Faktoren, die diese Veränderung bedingen können, wies ich auch darauf hin, daß in meinen erwähnten Versuchen neben dem Darne das Pankreas im Blutkreislaufe belassen wurde und daß möglicherweise ein inneres Sekret des Pankreas die Resorption der Glukose in unveränderter Form verhinderte. In vitro-Versuche über eine eventuelle Beeinflussung der Glukose durch Mucosa und Pankreasbrei ergaben in Übereinstimmung mit den Befunden von Levene und Meyer⁶⁾ keine Veränderung derselben. Drei in einer vorläufigen Mitteilung mitgeteilte Versuche,⁷⁾ in welchen sämtliche Organe, auch das Pankreas aus dem großen Blutkreislaufe ausgeschlossen wurden, ergaben tatsächlich eine bedeutende Zunahme des Blutzuckers nach Einführung der 10%igen Glukoselösung in den Darmkanal. In diesen Versuchen, die sonst ebenso ausgeführt wurden wie die hier mitzuteilenden, wurde jedoch das Pankreas früher exstirpiert, als die Leber aus dem Kreislaufe ausgeschlossen, wodurch die Möglichkeit vorhanden war, daß sich in der Zwischenzeit ein gewisser Grad eines Pankreasdiabetes entwickelte, so daß eventuell die zu Ende des Versuches beobachtete

¹⁾ O. Cohnheim, Zeitschr. f. Biol., Bd. 37, S. 443 (1899).

²⁾ W. Róth, Arch. f. (An. und) Physiol., 1899, S. 416.

³⁾ O. Cohnheim, Zeitschr. f. Biol., Bd. 36, S. 129 (1898); Bd. 37, S. 443 (1899).

⁴⁾ E. S. London und W. W. Polowzowa, Diese Zeitschr., Bd. 57, S. 534 (1908).

⁵⁾ K. Omi (bei Röhmann), Arch. f. d. ges. Physiol., Bd. 126, S. 428 (1909).

⁶⁾ P. A. Levene und G. M. Meyer, Journ. of biol. chem., Bd. 11, S. 353 (1912).

⁷⁾ K. v. Körösy, Zentralbl. f. Physiol., Bd. 29, S. 5 (1914).

Zunahme des Blutzuckers hierauf und nicht auf die Resorption der Glukose zu beziehen wäre. Diese Versuche kann ich also nicht für beweiskräftig halten.

In den hier mitzuteilenden Versuchen wurde das Pankreas stets nach der Ausschließung der Leber aus dem Blutkreislaufe extirpiert, so daß die Reihenfolge der einzelnen Phasen der Operation die folgende war: Einsetzen der Trachealkanüle, erste Blutentnahme aus der Carotis, Entfernung der Milz (manchmal nach der Pankreasext.), Unterbindung der Aorta unmittelbar unter der Art. mesent. sup., Unterbindung sämtlicher Portalgebilde (also der Artt. hepatt. propr.) mit Ausnahme der V. portae und des Duct. choled., Unterbindung der V. supraren. dextra, Verbindung der V. portae zwischen V. pancreatico-duodenalis und Leberpforte mit der V. cava inf. oberhalb der Vv. renales (modifizierte Fistel nach Eck-Queirolo), Exstirpation des Pankreas, Unterbindung der Art. anonyma, Art. subcl. und der V. cava sup. oberhalb der V. azygos, Einspritzung der 10%igen Glukoselösung, bis der Darm durch dieselbe prall gefüllt wurde. Vers. XIV, XVII, XIX, XX wurden mit den Unterbindungen in der Brusthöhle begonnen. Die Einzelheiten des Verfahrens habe ich seinerzeit mitgeteilt.¹⁾ Die dort erwähnte Einspritzung von Natriumcitrat in das Blut wurde unterlassen. Es wurde reine Äthernarkose verwendet (Einblasen von mit Äther gemischter Luft, der Meltzer-Auerschen Insufflation ähnlich), welche nach Unterbindung der Kopfarterien unterlassen wurde. Die Exstirpation des Pankreas geschah mit alleiniger Rücksicht auf vollständige Entfernung durch allmähliches Freipräparieren desselben, Unterbindung und Durchschneidung der Gefäße und Ausführungsgänge, ohne Rücksicht auf die Blutversorgung des Duodenum.

Es bleibt also bei dieser Versuchsanordnung außer Herz, Darmkanal und Lunge nur noch die Intercostalmuskulatur im Blutkreislaufe. Die zweite Blutentnahme geschah wie auch früher entweder bei schlagendem Herzen oder unmittelbar nach Stillstand desselben durch Herzmassage. Daß dies bei der gebrauchten Versuchsanstellung — Ausschaltung aller Glykogendepots — keinen Unterschied ausmacht, zeigte mir Vers. XVI,

¹⁾ K. v. Körösy, Diese Zeitschr., Bd. 57, S. 267 (1908).

bei welchem während der zweiten Blutentnahme das Herz zu schlagen aufhörte; bei schlagendem Herzen wurden 0,339 und 0,350 erhalten, das nachträglich durch Herzmassage erhaltene Blut zeigte den Wert 0,352. Der hohe Zuckerwert des Vers. XXIX wurde übrigens bei schlagendem Herzen erhalten. Daß durch die allmähliche Abnahme des Blutdruckes die Resorption nicht verhindert war, zeigt die stattfindende Resorption der Bromide aus dem Darne, der Glukose aus der Peritonealhöhle, sowie die in den hier mitzuteilenden Versuchen erfolgende Resorption der Glukose aus dem Darne bei Abwesenheit des Pankreas.

Für die Zuckerbestimmung wurden aus jeder Blutprobe je zwei Blutmengen von 10—40 ccm (nur in Vers. XX zweite Blutprobe 5 ccm) nach Michaelis und Rona mit kolloidalem Eisenoxyd enteweißt, und die Zuckerbestimmung bei kleinerer Blutmenge nach einer modifizierten Pavyschen, bei größerer nach der Bertrandschen Methode ausgeführt; ich überzeugte mich wiederholt davon, daß die zwei Methoden nahezu übereinstimmende Resultate liefern. Die Zuckerwerte der Vers. XX, XXIV, XXV, XXVI, XXVII sind nach Pavy, die übrigen nach Bertrand bestimmt; je eine enteweißte Blutmenge wurde bei den Bestimmungen nach Bertrand im ganzen benützt, während bei jener nach Pavy aus jeder 2—3 Parallelbestimmungen ausgeführt und deren Mittelwerte mitgeteilt wurden (wo abweichend angegeben). Das Blut wurde in paraffinierten Kolben aufgefangen, die 0,5 g pulverisiertes Natriumcitrat enthielten, nicht Natriumcitratlösung wie früher, so daß die Zuckerwerte sich auf unverdünntes Blut beziehen. Die Blutproben wurden bis zur unmittelbar nach Beendigung des Versuches begonnenen Aufarbeitung in Eis gehalten.

Der Einfluß der während des Versuches stattfindenden Verdünnung bzw. Eindickung des Blutes wurde durch Bestimmung des relativen Hämoglobinwertes der mit 1^o/₁₀₀ Natriumcarbonatlösung im Verhältnisse 1 : 100 verdünnten zwei Blutproben eliminiert.¹⁾ Es ist aber zu bemerken, daß die kolori-

¹⁾ z. B. Versuch XXVII: 1.) Vergleichsflüssigkeit I. Blut, im Troge a) I. Blut: 15,7, b) II. Blut: 17,7; 2.) Vergleichsflüssigkeit II. Blut, im Troge a) I. Blut: 16,1, b) II. Blut: 14,9 (4×10 Ablesungen). II. Blut ist also mit Faktor 0,89 bzw. 0,93, im Mittel 0,91 zu multiplizieren.

metrische Hb-Bestimmung (Eintauchkolorimeter von Schmidt und Haensch) auf einige Prozente unsicher ist. Selbstverständlich wird hierdurch nur eine Änderung im Wassergehalte des Blutes korrigiert; wenn Plasma¹⁾ (bezw. Wasser mit Zucker) z. B. in die Lunge austreten würde, wäre die Korrektion nicht mehr richtig. Der Betrachtung der mitzuteilenden Versuchsergebnisse wurden die reduzierten Zuckerwerte der zweiten Blutprobe zugrundegelegt; die Zugrundelegung der unreduzierten Werte führt aber zu denselben Ergebnissen, bezw. für die Glukoseresorption bei Pankreasausschaltung zu noch höheren Resorptionswerten.

Die verhältnismäßig hohen Zuckerwerte, die in den ersten Blutproben dieser Versuche ebenso wie der früheren häufig gefunden wurden, sind wahrscheinlich auf psychische oder Fesselungs-Hyperglykämie²⁾ zurückzuführen; diese ändert selbst-

¹⁾ F. P. Knowlton und E. H. Starling, Journ. of Physiol., Bd. 45, S. 148 (1912), korrigieren auch in diesem Falle mit Hilfe des Hb-Wertes, was auch richtig ist, da sie die Änderung der gesamten im Blute enthaltenen Zuckermenge bestimmen; bei mir handelt es sich aber um Änderung der Zuckerkonzentration.

²⁾ Folgendes ist eine, wenn auch nicht vollständige, Zusammenstellung der die Frage der Fesselungs-, Narkose-, psychischen Hyperglykämie bezw. Glykosurie behandelnden Literatur: Harley, zit. nach Cl. Bernard: Leçons s. l. diab., Paris 1877, S. 451. — R. Boehm und F. A. Hoffmann, Arch. f. exp. Path. u. Pharm., Bd. 8, S. 295 (1878). — U. Rose, ebenda, Bd. 50, S. 15 (1903). — F. Winkler, Zentralbl. f. Physiol., Bd. 24, S. 311 (1910). — Y. Henderson und F. P. Underhill, Am. Journ. of Physiol., Bd. 28, S. 275 (1911). — W. B. Cannon, A. T. Stohl und W. S. Wright, ebenda, Bd. 29, S. 280 (1911). — I. Bang, Der Blutzucker, Wiesbaden 1913, S. 110. — Derselbe, Bioch. Zeitschr., Bd. 58, S. 236 (1913). — Derselbe, Diese Zeitschr., Bd. 88, S. 44 (1914). — F. Oppermann, Deutsche Zeitschr. f. Nervenheilk., Bd. 47—48, S. 590 (1913). — A. Loewy und I. Rosenberg, Bioch. Zeitschr., Bd. 56, S. 114 (1913). — O. Folin, W. Denis und W. G. Smillie, Journ. of Biol. Chem., Bd. 17, S. 519 (1914). — F. Hering, Beiträge z. Physiol. (Cremer), Bd. 1, S. 1 (1914). — O. Nitsche, ebenda, Bd. 1, S. 53 (1914) (zitiert nach Zentralbl. f. Bioch. u. Bioph., Bd. 17, Nr. 822 bezw. 824). — E. Hirsch und H. Reinbach, Diese Zeitschr., Bd. 91, S. 292 (1914). — E. Hirsch, ebenda, Bd. 93, S. 355 (1914). — D. A. Katz und D. R. Lichtenstein, Bioch. Zeitschr., Bd. 60, S. 313 (1914). — J. Müller, Diese Zeitschr., Bd. 91, S. 287 (1914). — E. Pawel, Bioch. Zeitschr. Bd. 60, S. 352 (1914). — E. L. Ross und P. B. Hawk, Arch. of int. med., Bd. 14.

verständlich nichts an der Verwertbarkeit der Versuchsergebnisse, da sie ja in den zu vergleichenden Versuchsreihen in gleichem Maße vorhanden war. Es war richtiger, diesen Wert als Anfangswert zugrunde zu legen, als den «normalen» Zuckergehalt, da ja die Versuchstiere allen Grund hatten, im Laufe des Versuches eine psychische Hyperglykämie zu entwickeln. Folgende Tabelle bringt die Resultate sämtlicher Glukoseresorptionsversuche mit Pankreasausschaltung. Die Versuchsdauer ist hier, wie auch in den übrigen Tabellen von Beginn der Injektion bis zur zweiten Blutentnahme angegeben.

Nr.	Körpergewicht kg	Dauer des Ver- suches Min.	In- jizierte 10%ige Glu- koselös. ccm	Zuckergehalt der I. Blutprobe %		Zuckergehalt der II. Blutprobe %		Derselbe auf d. Ver- dünnungs- grad des I. Blutes reduziert %
XX. ¹⁾	8	20	400	0,119	0,116	0,169		0,154
XXII.	11	15	200 ²⁾	0,122	0,112	0,178	0,179	0,175
XXVI.	6 1/2	25	500	0,117	0,125	0,271	0,263	0,254
XXIX.	16	30	700	0,084	0,087	0,174	0,170	0,172

Die in der Tabelle mitgeteilten Ergebnisse zeigen, daß, wenn aus dem großen Blutkreislaufe außer dem Magendarmkanale alle übrigen Organe, auch das Pankreas ausgeschaltet werden und in den Darm eine 10%ige Glukoselösung eingeführt wird, der Zuckergehalt des Blutes eine Zunahme erfährt, während bei Belassung des Pankreas im Blutkreislaufe, laut dem Ergebnisse meiner früheren Versuche, eine Abnahme des Blutzuckers stattfindet. Den früher mitgeteilten Versuchen kann

S. 778 (1914). (Zitiert nach Zentralbl. f. Bioch. u. Bioph., Bd. 17, Nr. 2742.)
 E. L. Ross und H. Mc. Guigan, Journ. of biol. chem., Bd. 22, S. 407 (1915). (Gute Werte über den zeitlichen Verlauf.) — E. L. Scott, Am. Journ. of physiol., Bd. 34, S. 271 (1914). — Ph. A. Schaffer, Journ. of biol. chem., Bd. 19, S. 297 (1914). — Ph. A. Schaffer und R. S. Hubbard, ebenda. Bd. 20, Proc. XXXIV (1915). — J. H. Burn, Journ. of physiol., Bd. 49, Proc. XII (1915). — S. Morita, Arch. f. exp. Path. u. Pharm., Bd. 78, S. 188 (1915). — W. D. Sansum und R. T. Woodyatt, Journ. of biol. chem., Bd. 21, S. 1 (1915).

¹⁾ An Stelle der V. cava sup. zwei Venenstämme: beide abgebunden.

²⁾ Weniger als sonst; Darm nicht prall gefüllt.

ich das Ergebnis des folgenden Versuches beifügen, den ich unter denselben Bedingungen, also unter Belassung des Pankreas im Blutkreislaufe wiederholte (Zuckerbestimmung nach Bertrand).

Nr.	Körpergewicht kg	Dauer des Versuches Min.	Injizierte Glukosemenge ccm	Zuckergehalt der I. Blutprobe %	Zuckergehalt der II. Blutprobe %	Derselbe auf d. Verdünnungsgrad des I. Blutes reduziert %
XIV. 1)	7½	30	550	0,125	0,115	0,114

Die in den Versuchen mit Pankreasexstirpation beobachtete Zunahme des Blutzuckers kann aber trotz der verfolgten Reihenfolge der Operationsphasen zum Teil der Exstirpation des Pankreas an sich zuzuschreiben sein; deshalb führte ich einige Kontrollversuche aus, in welchen ich alle Organe einschließlich des Pankreas wie oben ausschaltete, aber statt der Glukoselösung eine gleich große Menge auf Körpertemperatur gebrachten Leitungswassers in den Darm einführte, d. h. so viel, bis der Darm prall gefüllt war (siehe umstehende Tabelle).

Vers. XXIII fällt ganz aus der Reihe; es fand in demselben eine so außerordentlich große Zunahme des Blutzuckers statt, wie sie selbst in den Zuckerresorptionsversuchen nicht beobachtet wurde, was in irgendeiner Abweichung in den Versuchsbedingungen seinen Grund haben muß. Die übrigen Versuche zeigen eine Abnahme oder mäßige Zunahme des Blutzuckers. In den letzteren Fällen handelt es sich wahrscheinlich darum, daß trotz der Ableitung des Pfortaderblutes und der Unterbindung der zur Leberpforte führenden Artt. hepatt. die Leber doch nicht vollständig aus dem Blutkreislaufe ausgeschlossen war, sodaß sich ein geringer Grad von Pankreasdiabetes entwickelte. Tangl und Harley²⁾ zählen die möglichen Anastomosen auf, die der Leber Blut zuführen können;

¹⁾ Unterbindung der Art. subcl. sin. oberhalb des Abganges ihres ersten Seitenastes; dessen Blutgebiet ist aber durch die Unterbindung der V. cava sup. ausgeschlossen.

²⁾ F. Tangl und V. Harley, Arch. f. d. ges. Physiol. Bd. 61, S. 551 (1895).

Nr.	Körper- gewicht kg	Dauer des Ver- suches Min.	In- jizierte Wasser- menge ccm	Zuckergehalt		Zuckergehalt der II. Blutprobe ‰	Derselbe auf d. Ver- dünnungs- grad des I. Blutes reduziert ‰	
				der I. Blutprobe ‰	der II. Blutprobe ‰			
XIX	6	35	300	0,061 ¹⁾	0,064 ¹⁾	0,010 ¹⁾	0,010 ¹⁾	0,009
XXIII	7	15	400	0,139		0,339		0,339
XXIV	10	30	500	0,158	0,161	0,203	0,199	0,207
XXV	5 1/2	25	400	0,176	0,174	0,233	0,235	0,253
XXVII	6 1/2	10	500	0,091	0,097	0,060	0,060 ²⁾	0,055
XXVIII ³⁾	15	30	700	0,095		0,052	0,055	0,047

von denselben kommt bei meiner Versuchsanordnung nur die Blutzufuhr durch die Leberkapsel und die Bänder der Leber in Betracht, außer denselben die von Cl. Bernard⁴⁾, Bock und Hoffmann⁵⁾ und Kaufmann⁶⁾ erwähnte Zirkulationsmöglichkeit in der Leber. Daß die Blutzufuhr zur Leber auch nach Unterbindung sämtlicher Portalgebilde, wie ich es ausübe, nicht vollständig ausgeschlossen ist, beweisen die Beobachtungen von Pavy und Siau,⁷⁾ welche fanden, daß der Blutzucker unter solchen Bedingungen nicht jenes niedrige Niveau erreicht, als nach vollständiger Entfernung der Leber, und auch durch Injektion einer Farbstofflösung die Unvollständigkeit der Leberausschaltung zeigen konnten. Ich verwendete viel

¹⁾ Bestimmung nach Bertrand, Berechnung nach K. Moeckel und Frank (Diese Zeitschr. Bd. 65, S. 325 [1910]). Letztere arbeiten mit 50 ccm Zuckerlösung; daß dies keinen wesentlichen Unterschied verursacht, zeigt die nahe Übereinstimmung ihrer Werte mit jenen von Ph. A. Shaffer, Journ. of biol. chem. Bd. 19, S. 291 (1914), der die Reduktion unter andern Bedingungen ausführte.

²⁾ Nur eine Bestimmung nach Pavy (kein Mittelwert mehrerer, wie sonst; s. Text).

³⁾ Kastrierter männlicher Hund.

⁴⁾ Cl. Bernard, Leçons sur le diabète. Paris 1877, S. 270, 288, 340—341.

⁵⁾ C. Bock und F. A. Hoffmann, Exper. Studien über Diabetes. Berlin (1874), S. 17.

⁶⁾ M. Kaufmann, Arch. de physiol., Ser. 5, Bd. 8, S. 151 (1896).

⁷⁾ F. W. Pavy u. R. L. Siau, Journ. of physiol., Bd. 29, 375 (1903).

Mühe darauf, das Operationsverfahren so zu modifizieren, daß die Leber vollständig ausgeschaltet werde, jedoch bisher erfolglos. Bei der starken Zuckerzunahme des Vers. XXIII muß aller Wahrscheinlichkeit nach ein zur Leber führendes Gefäß offen geblieben sein.

Offenbar ist die restliche Blutzufuhr zur Leber bei den einzelnen Hunden verschieden ausgiebig, in den Fällen, wo der Blutzucker zunahm, ausgiebiger als in den übrigen. Wahrscheinlich ist auch der verschiedene Grad der Zuckerzunahme in den Glukoseresorptionsversuchen mit Pankreasausschaltung auf diesen Umstand zurückzuführen. In den in meiner ersten Arbeit ¹⁾ mitgeteilten Glukoseresorptionsversuchen ohne Exstirpation des Pankreas fanden sich keine entsprechenden Unterschiede: da das Pankreas nicht entfernt wurde, war auch kein Grund zu gesteigerter Mobilisierung des Leberglykogens vorhanden. Solange bis eine Methode zur vollständigen Ausschaltung der Leberzirkulation gefunden wird, können wir aus den Veränderungen des Blutzuckergehaltes in den Pankreasexstirpationsversuchen mit und ohne Einführung von Glukose in den Darm Mittelwerte berechnen.

Diese Berechnung ergibt nun, daß der Blutzucker in den Glukoseresorptionsversuchen um rund 75% seines Anfangswertes zunimmt, während er in den Versuchen ohne Glukosezufuhr nur um rund 5% zunimmt. Das Verhalten des Blutzuckers bei Pankreasexstirpation ohne Zuckerzufuhr zeigt also, daß die Zunahme des Blutzuckers in den Versuchen mit Pankreasexstirpation und Zuckerzufuhr sicher auf resorbierte Glukose zu beziehen ist. Wenn wir von dem einen offenbar durch ein Versehen in der Methodik bedingten Vers. XXIII absehen, dann ist der Unterschied noch größer: es zeigt sich dann bei Pankreasexstirpation ohne Glukoseausfuhr eine Abnahme des Blutzuckers um rund 20%. Es handelt sich hierbei offenbar um die bekannte Tatsache, daß nach Ausschaltung der Leber der Blutzucker abnimmt. ²⁾ Eine ähnliche Abnahme

¹⁾ K. v. Körösy, Diese Zeitschr., Bd. 86, S. 356 (1913).

²⁾ C. Bock und F. A. Hoffmann, Exp. Stud. über Diab., Berlin 1874; J. Seegen, Zuckerbildung im Tierkörper, Berlin 1890, S. 184;

fand ich bei den Versuchen meiner ersten Mitteilung ohne Exstirpation des Pankreas, trotzdem dort eine große Glukosemenge in den Darm eingeführt wurde. An der Abnahme des Blutzuckers änderte also die Anwesenheit der großen Glukosemenge im Darne gar nichts, solange das Pankreas im Blutkreislaufe anwesend ist.

Aus meinen Versuchen mit Belassung des Pankreas im Blutkreislaufe und Zuckerzufuhr — Vers. I, II, V, XI meiner ersten Mitteilung und Vers. XIV dieser — berechnet sich als Mittelwert eine Abnahme des Blutzuckers um rund 25%; diesem Werte sind die 75% Zunahme in den hier mitgeteilten Versuchen mit Exstirpation des Pankreas und Zuckerzufuhr gegenüberzustellen. Der bedeutende Unterschied zwischen ihnen zeigt, daß es die Anwesenheit des Pankreas im verkürzten Blutkreislaufe war, welche die Resorption der Glukose aus dem Darne in unveränderter Form verhinderte.

Auffallend ist aber, daß der Blutzucker bei Anwesenheit der enormen Glukosemenge im Darne keine größere Zunahme erfährt, als beobachtet wurde. Möglicherweise kreist im Blute einige Zeit nach Exstirpation des Pankreas noch etwas Pankreasstoff; eine gewisse Zeit vorher ausgeführte Pankreasexstirpation würde vielleicht zu einer stärkeren Glukoseresorption führen. Es kann sich bei dem beobachteten Grade der Resorption nicht um eine Art physiologischer Schranke — sagen wir von seiten des Gefäßendothels — gegen größere Zuckerkonzentration im Blute handeln. Hierfür spricht schon mein früher¹⁾ mitgeteilter Versuch über die Resorption der Glukose aus der Peritonealhöhle bei Anwesenheit des Pankreas, wobei der Blutzucker von 0,180 auf 0,335% anstieg, welches Resultat wir eingangs als Beweis dessen anführten, daß das Pankreas seine verändernde Wirkung auf die Glukose während des Durchtrittes derselben durch die Darmmucosa ausübt. Ich wiederholte

E. Schenck, Arch. f. d. ges. Physiol., Bd. 57, S. 553 (1894); F. Tangl und V. Harley; ebenda, Bd. 61, S. 551 (1895); M. Kaufmann, Arch. de physiol. (5), Bd. 8, S. 151 (1896); F. W. Pavy und R. L. Siau, Journ. of physiol. Bd. 29, S. 375 (1903).

¹⁾ K. v. Körösy, Diese Zeitschr., Bd. 86, S. 361 (1913).

diesen Versuch mit dem Ergebnisse einer außerordentlich großen Zuckerzunahme.

Nr.	Körpergewicht kg	Dauer des Versuches Min.	Injizierte 10%ige Glukoselös. ccm	Zuckergehalt der I. Blutprobe %	Zuckergehalt der II. Blutprobe %	Derselbe auf d. Verdünnungsgrad des I. Blutes reduziert %
XVII	11	30	600	0,196 0,196 0,189	0,826 ¹⁾ 0,826 ¹⁾	0,826

Wir haben bisher angenommen, daß das innere Sekret des Pankreas die durch die Mucosa tretende Glukose in irgendwelcher Weise verändert; es ist aber auch möglich, daß durch die — bei dem verkürzten Blutkreislaufe außerordentlich starke — Pankreaswirkung ihr Durchtritt verhindert wurde. Eine Verfolgung dieser Frage durch Bestimmung der aus dem Darne verschwindenden Zuckermenge wäre in Anbetracht der Disproportion der in den Darm eingeführten und der eventuell resorbierten Zuckermenge, ferner wegen der Möglichkeit einer Anhäufung des Zuckers in der Darmwand, den Lymphwegen usw. aussichtslos; deshalb sind auch in den Tabellen die injizierten Flüssigkeitsmengen nur abgerundet angegeben. Ebenso wäre es möglich, daß die Mucosa auch ohne Pankreas eine Resorptions-*«Hemmung»* gewissen Grades verursacht, zu deren Überwindung der Hinzutritt eines Agens notwendig ist, welches bei der Ausschaltung sämtlicher Organe mit ausgeschaltet wurde. Ich wies schon auf die Möglichkeit hin,²⁾ daß dies das Adrenalin sein könnte. Hierüber müssen weitere Versuche entscheiden. Für diese Annahme spräche Michauds³⁾ Befund, daß der Blutzucker eines Hundes mit Eckscher Fistel nach Einführung von 100 g Glukose in den Darm eine unwesentliche, bei gleich-

¹⁾ Zwei Bestimmungen aus einer gemeinsam enteweißten Blutmenge; die andere enteweißte Blutmenge ergab nach Bertrands Tabelle extrapoliert 0,820%.

²⁾ K. v. Körösy, Diese Zeitschr., Bd. 86, S. 366 (1913).

³⁾ L. Michaud, Verhandl. d. deutsch. Kongr. f. inn. Med., 28. Kongr. 1911, S. 56.

zeitiger Adrenalininjektion aber eine sehr bedeutende Zunahme erfuhr. (Adrenalin an sich war wirkungslos.)

Zwischen den Versuchen meiner vorläufigen Mitteilung und den hier mitgeteilten führte ich eine größere Reihe Resorptionsversuche aus, die ich nicht verwerten konnte, weil sie mit abweichender Methodik ausgeführt wurden. Ein aus denselben sich ergebendes Resultat beansprucht aber weitere Bearbeitung: die Resorption der Glukose auf dem Lymphwege, die ja für konzentrierte Lösungen schon vor langem festgestellt wurde,¹⁾ scheint trotz Belassung des Pankreas im Blutkreislaufe vor sich zu gehen, also unter Umständen, unter welchen der unveränderte Übertritt der Glukose in die Blutgefäße gehemmt ist. Es wurde ferner ein orientierender Versuch über die Resorption der Lävulose unternommen (Nr. XXI). Er wurde auf dieselbe Weise ausgeführt wie die in meiner ersten Arbeit beschriebenen Versuche, also unter Belassung des Pankreas im Blutkreislaufe, und ergab (Zuckerbestimmung nach Bertrand, als Glukose berechnet) 0,121% vor und 0,117, reduziert 0,111% nach dem Versuche, also wenn ein Teil des letzteren Zuckers auch auf Lävulose zu beziehen wäre, keine nennenswerte Resorption derselben in unveränderter Form.

Das wesentliche Resultat dieser Versuche ist, daß der Blutzucker eines Hundes, aus dessen großem Blutkreislaufe sämtliche Organe, einschließlich des Pankreas ausgeschaltet werden, nach Einführung einer großen Menge Glukoselösung in den Darm eine Zunahme erfährt, während unter denselben Bedingungen, aber unter Belassung des Pankreas im Blutkreislaufe eine Abnahme des Blutzuckers eintrat.

¹⁾ S. Ginsberg (bei Röhmann), Arch. f. d. ges. Physiol., Bd. 44, S. 306 (1889).
