

Über die Zuckerabbau fördernde Wirkung des Kaliums. Ein Beitrag zur Kenntnis der alimentären Glukosurie.

Von
Julius Stoklasa.

(Aus der chemisch-physiologischen Versuchsstation an der k. k. böhmischen technischen Hochschule in Prag.)

(Der Redaktion zugegangen am 14. Juli 1909.)

Eine ganze Reihe von Forschern beschäftigt sich neuestens mit der Lösung der Frage, wie weit der ursächliche Zusammenhang des respiratorischen Stoffwechsels mit der Glukosurie reicht.

Schon Rejnoso und Dechambre haben darauf hingewiesen, daß die Hyperglukämie auf eine mangelhafte Oxydation des Zuckers zurückzuführen sei. Voit und Pettenkofer,¹⁾ sowie v. Noorden²⁾ und auch Colasanti und Bonanni³⁾ haben diese Beobachtung durch ihre Experimente bestätigt. Sie haben ebenfalls verminderte Oxydation und infolge dessen geringere Ausscheidungen von Kohlensäure beobachtet. Auch Leo⁴⁾ fand, daß der respiratorische Quotient bei einer schweren Glukosurie beträchtlich vermindert worden ist. Henriot⁵⁾ fand den respiratorischen Quotienten während der Veränderung der Kohlenhydrate bei Gesunden größer als 1 und bei Diabetikern 0,72—0,83.

Gegen diese Anschauungen sind allerdings andere Forscher aufgetreten und haben insbesondere bei experimentell herbeigeführter Glukosurie die Bedingungen als weniger günstig für

¹⁾ Voit und Pettenkofer, Zeitschrift für Biologie, Bd. III, 1867.

²⁾ v. Noorden, Lehrbuch der Pathologie des Stoffwechsels, S. 54, Berlin, Hirschwald, 1893.

³⁾ Colasanti und Bonanni, Bollettino della R. Acc. Med. di Roma 1887.

⁴⁾ Leo, Zeitschrift f. klin. Med., Bd. XIX, 1891, und Kongr. f. inn. Med., Bd. VIII, 1889.

⁵⁾ Henriot, C. r. d. Soc. Biol., Bd. CXXV, 1892.

die Entscheidung der Frage erklärt. So sagt in neuester Zeit S. La Franca¹⁾ in seiner Arbeit, betitelt «Untersuchungen über den respiratorischen Stoffwechsel bei experimenteller Glykosurie», daß die auf experimentelle Weise herbeigeführten Veränderungen nicht als der Ausdruck eines veränderten Stoffwechsels betrachtet und verwertet werden können, sie seien vielmehr zu betrachten als die Folge eines sehr komplizierten Zustandes, in dem toxische und das Nervensystem betreffende Faktoren die Hauptrolle spielen.

Letztere bewirken ihrerseits Veränderungen im Stoffwechsel aller Gewebe und in der ganzen Atmungsfunktion.²⁾

Auch wir halten dafür, daß es notwendig ist, nicht nur an Gesunden, sondern auch an, mit alimentärer Glukosurie Behafteten, Versuche anzustellen, keineswegs glauben wir aber, daß auf experimentellem Wege am lebenden Tiere eine, in jeder Richtung einwandfreie Schlußfolgerung gestattet sei und daß auf die, von uns wiederholt behauptete Rolle des Kaliums bei der in Rede stehenden pathologischen Erscheinung sorgfältig geachtet werden müsse.

Die folgende Arbeit hat nun den Zweck, zu zeigen, wie am normalen Organismus, ohne gewaltsamen Eingriff in seine Lebensfunktionen, der Einfluß des Kaliums auf den Abbau des Zuckers sich geltend macht.

Die von uns in den Tierorganen gefundenen glukolytischen Enzyme sind in vieler Hinsicht der Zymase und Lactacidase ähnlich. Wir haben nach unseren früheren Untersuchungen zweierlei Arten von Enzymen vor uns und zwar:

1. Das Enzym ähnlich der Zymase, welches die Milchsäurebildung verursacht und
2. das Enzym ähnlich der Lactacidase, durch welches die Alkohol- und Kohlensäurebildung hervorgerufen wird.

¹⁾ S. La Franca, Zeitschrift für experimentelle Pathologie und Therapie, Bd. VI, Heft 1, Berlin 1909.

²⁾ Nach den Untersuchungen von S. La Franca ist der respiratorische Quotient bei der pankreatischen Glukosurie vermindert (ausgeschiedene CO_2 und absorbiertes O vermehrt), bei der Adrenalinglukosurie unverändert (CO_2 und O vermehrt), bei der Phloridzinglukosurie vermindert (CO_2 und O vermindert).

Die Oxydation des Alkohols geht bei Gegenwart von Sauerstoff vor sich und es entsteht Essigsäure, aus welcher sich wahrscheinlich Methan bildet, Ameisensäure und schließlich Wasserstoff. Die gebildeten Spaltungsprodukte, so weit sie noch oxydierbar sind, werden durch den hinzutretenden Sauerstoff der Luft zu Kohlendioxyd und Wasser verbrannt.

Bei den Gärungsversuchen, die wir mit glukolytischen Enzymen aus dem Pflanzenorganismus und Tierorganismus angestellt haben, konnten wir stets beobachten, daß die Gärung der Monosaccharide und Disaccharide bei Zusatz von Kaliumphosphat viel energischer verlaufen ist. Kaliumphosphat¹⁾ ist bei der Gärung als Coenzym für die Zymase und Lactacidase zu betrachten.

Daß die fermentativen Prozesse des Kohlenhydratstoffwechsels in der lebenden Zelle unter Beeinflussung der katalytischen Metallwirkungen vor sich gehen können, wurde in neuester Zeit durch vielfache Experimente nachgewiesen. Ich verweise hier auf die kritische Arbeit von H. Schade.²⁾ Dieser Forscher hob mit vollem Recht die Untersuchungen von Effront³⁾ hervor, welche letzterem es gelang, durch allmähliche Gewöhnung der Heferasen an die Vegetation in fluorammoniumhaltigen Lösungen⁴⁾ deren Vergärungsvermögen anhaltend um

¹⁾ Harden und Young konnten bei Gegenwart von Phosphaten ebenfalls eine Beschleunigung der Gärung konstatieren. In der von diesen Autoren vor kurzer Zeit in Proc. Roy. Soc. B., 1908, Bd. LXXX, S. 299, erschienenen Arbeit «The alcoholic ferment of yeast-juice. Part III. The function of phosphates in the fermentation of glucose by yeast-juice» heißt es: «Wird ein Phosphat zu einem gärenden Gemisch von Glukose und Hefesaft zugefügt, so erfolgt nicht nur eine zeitweilige Beschleunigung der Gärung, sondern außerdem noch eine Zunahme der vergärten Zuckermenge. Diese letztere Tatsache beruht wahrscheinlich darauf, daß das während der Beschleunigung der Gärung gebildete Hexosephosphat ständig durch ein Enzym hydrolysiert wird unter Bildung freien Phosphates, welches sich wiederum an der Reaktion beteiligt und so zu einer Zunahme in der Gärung führt.

²⁾ H. Schade, Die Bedeutung der Katalyse für die Medizin. Kiel 1907.

³⁾ Effront, Compt. rend., Bd. CXVII, S. 559.

⁴⁾ Daß die Reaktionsgeschwindigkeit des Gärprozesses in der Hefe- oder Bakterienzelle durch Zugabe von verschiedenartigen Metallverbindungen erhöht werden kann, wurde bereits von mehreren Forschern

ein sehr Erhebliches, in einigen Fällen um das Zehnfache des ursprünglichen Betrages zu steigern. Daß hierbei im eigentlichen Sinne des Wortes eine Förderung der enzymatischen alkoholischen Gärung erreicht wurde, ließ der Umstand erkennen, daß nicht nur der Zucker schneller aus der Lösung verschwand, sondern daß auch, wie quantitativ nachgewiesen wurde, mehr Alkohol, aber nur eine kleine Menge von Nebenprodukten entstand.

Auf Grund der Befunde Effronts nimmt Schade an, daß auch in der lebenden Zelle des menschlichen Organismus eine Steigerung der fermentativen Gärtätigkeit durch die Gegenwart von Fluorsalzen erfolgen kann. In den menschlichen Organen kommt natürlich Fluor in ganz minimalen Quantitäten vor.

Man hat aber allgemein in Berücksichtigung zu ziehen vergessen, daß die Tierorgane namentlich reich an Kaliumoxyd sind. Auch das Blutplasma ist kalireich. In der Trockensubstanz des Rindsblutes sind 0,64—0,8% Kaliumoxyd und 2,3—2,5% Natriumoxyd enthalten. Nach Abderhalden weist die Trockensubstanz des Pferdeblutes sogar bis 1,09% Kaliumoxyd auf. Nach unseren Untersuchungen sind in der Trockensubstanz der Rindslunge 1,56% Kaliumoxyd und 0,32% Natriumoxyd vorhanden. In der Trockensubstanz der Muskeln vom Rind befinden sich 2,2% Kaliumoxyd und 0,35% Natriumoxyd. Besonders kalireich ist Schweinspankreas. Die Trockensubstanz desselben weist 2,52% Kaliumoxyd und 0,38% Natriumoxyd auf. A. B. Macallum¹⁾ erwähnt in seiner Arbeit über die Verteilung des Kaliums in tierischen und pflanzlichen Zellen, daß in den sezernierenden Zellen des Pankreas

konstatiert. Es wären hier namentlich die Arbeiten von Bial (Chem. Zentralblatt, Bd. XCVI, S. 1039), Richet (Compt. rend., Bd. CXIV, S. 1494), Duclaux (Mikrobiologie, Bd. IV, S. 366) und Sorel (Compt. rend. Bd. CXVIII, S. 253) zu nennen. In der letzten Zeit wurde auch von einigen Autoren eine Steigerung der Reaktionsgeschwindigkeit des Gärprozesses durch Mangansalze festgestellt. Ich erwähne hier die diesbezüglichen Untersuchungen von Kayser und Marchand (Einfluß der Mangansalze auf die alkoholische Gärung, Compt. rend., 1907, Bd. CXLIV, S. 574), welche ergaben, daß der Zusatz von Mangansalzen eine Mehrausbeute an Alkohol bewirkte, die manchmal 3% erreichte.

¹⁾ A. B. Macallum, Die Verteilung von Kalium in tierischen und pflanzlichen Zellen. Journ. of. physiol., Bd. XXXII, S. 95—128.

sich das Kalium meistens in dem das Lumen begrenzenden Teil der granulären Zone vorfindet.

In welcher Form das Kalium in den verschiedenartigen Tierorganen vorhanden ist, läßt sich noch nicht positiv sagen, aber das eine ist sicher, daß es in den Preßsäften, welche wir bei einem Druck von 400 Atmosphären gewonnen haben, und auch in den Niederschlägen, die sich durch Fällung mit Alkohol und Äther aus den Preßsäften bildeten, nachweisbar ist. Wir fanden, daß in der Trockensubstanz der Rohenzyme 2,8% Kaliumoxyd und 0,42% Natriumoxyd enthalten sind.

Daß das Kalium für die Oxydationsprozesse von hoher Wichtigkeit ist, ist ja allgemein bekannt.¹⁾

Bei unserer langjährigen Verfolgung der Atmungsprozesse im Pflanzenorganismus konnten wir die Beobachtung machen, daß diejenigen Pflanzenorgane, welche kalireich sind, eine viel energischere Atmung aufweisen, als jene, welche kaliarm waren.

Um uns nun endgültig von der Richtigkeit dieser Beobachtung zu überzeugen, haben wir verschiedenartige Pflanzen angebaut und zwar:

1. in einem humosen Sandboden, wo sie viel Kali in assimilierbarer Form vorgefunden haben,
2. in einem humosen Sandboden, wo dieselben kleine Quantitäten von Kali vorfanden und
3. in einem humosen Sandboden, in welchem nur Spuren von Kali vertreten waren.

Alle anderen Pflanzennährstoffe waren natürlich in den Versuchsböden vorhanden und bleibt nur noch zu betonen übrig, daß dort, wo größere Mengen von Kalisalzen (wie im I. Falle)

¹⁾ Die Unentbehrlichkeit des Kaliumnitrates tritt speziell bei der Erzeugung des Schießpulvers zutage. Wenn wir anstatt des Kaliumnitrates Natriumnitrat zusetzen, so sinkt der Verbrennungseffekt ungemein. Es ist ja eine bekannte Tatsache, daß Kalium, auf Wasser geworfen, eine Entzündung des Wasserstoffs zur Folge hat. Das Wasser wird nämlich zersetzt und der sich entwickelnde, durch die auftretende Wärme sich entzündende Wasserstoff wird durch das Kalium violett gefärbt. Wird hingegen Natrium auf Wasser geworfen, so schwimmt es lebhaft umher und schmilzt, wobei nicht so viel Wärme entwickelt wird, daß der freiwerdende Wasserstoff sich entzündet.

zur Anwendung gelangten, stets etwas Natriumchlorid aus dem Grunde zugesetzt wurde, weil dadurch die vom Wurzelsystem der Pflanzen erfolgende Aufnahme von Kalisalzen eine viel energischere wird.

Ich führe hier nur die diesbezüglichen Versuche mit Zuckerrübenwurzeln, Kartoffelknollen und Gurkenfrüchten an.

Die Methodik unserer Untersuchungen (Anordnung der Apparate, analytische Methoden usw.) war dieselbe, wie sie in meiner Arbeit «Anaerober Stoffwechsel der höheren Pflanzen und seine Beziehung zur alkoholischen Gärung»¹⁾ eingehend beschrieben wurde.

Die vorsichtig gereinigten Wurzeln, Knollen und Gurkenfrüchte wurden in zwei Hälften geteilt, von diesen jede abgewogen und bezeichnet. Nach wiederholter Sterilisierung mit 0,5% iger Sublimatlösung in der Dauer von 25 Minuten wurden beide Stücke in sterilisiertem Wasser gewaschen. Hierauf wurde eine Hälfte abgesengt und in den Versuchszylinder gebracht, die andere gewogen und analysiert. Diese Prozedur wiederholte man mit so viel Rüben, Kartoffelknollen und Gurkenfrüchten, als zur Erzielung des nötigen Gewichtes gebraucht wurden. Die Resultate dieser Versuche sind die folgenden:

Durchschnittliche Menge des ausgeatmeten Kohlendioxyds von 100 g Zuckerrübenwurzeln (*Beta vulgaris*) auf Trockensubstanz berechnet pro 200 Stunden in Milligramm bei aerober Atmung, bei einem gleichmäßigen Strom von 1 l atmosphärischer kohlendioxydfreier Luft pro Stunde. Temperatur 20° C.

	Gehalt an K ₂ O in Trockensubstanz	Ausgeatmete Menge von CO ₂ .
1. Zuckerrübenwurzel aus kalireichem Boden	1,18 %	5,238 g.
Zuckergehalt 19,6 %.		
2. Zuckerrübenwurzel aus kaliarmem Boden	0,65 %	3,902 g.
Zuckergehalt 15,3 %.		
3. Zuckerrübenwurzel aus einem Boden, welcher nur Spuren von Kali aufwies	0,21 %	2,114 g.
Zuckergehalt 5,2 %.		

¹⁾ Beiträge zur chemischen Physiologie und Pathologie, Zeitschrift für die gesamte Biochemie, Bd. III, Heft 11.

Im ersten Falle waren die frischen Wurzeln der Zuckerrübe schön entwickelt und besaßen ein durchschnittliches Gewicht von 500—700 g.

Beim zweiten Falle war die Entwicklung der frischen Zuckerrübenwurzeln schon eine geringere und belief sich deren durchschnittliches Gewicht auf 280—350 g.

Im dritten Falle waren die frischen Wurzeln der Zuckerrübe äußerst wenig entwickelt und wiesen ein durchschnittliches Gewicht von 30—50 g auf.

Bei der Aufbewahrung der Zuckerrübenwurzeln wurde beobachtet, daß jene Rüben, welche kaliarm waren, keine Widerstandsfähigkeit gegen Mikrobeninfektionen besaßen und leicht in Fäulnis übergingen.

Die Atmungsintensität der Zuckerrübenwurzeln variiert in diesen drei Fällen so wesentlich, daß die Unterschiede augenfällig sind. Wir fanden, daß 100 g kalireicher Zuckerrübenwurzeln, auf Trockensubstanz berechnet, binnen 200 Stunden bei einer Temperatur von 20° C. 5,238 g CO₂ ausatmeten.

100 g kaliärmerer Zuckerrübenwurzeln, auf Trockensubstanz berechnet, atmeten bei derselben Temperatur und innerhalb der gleichen Zeit 3,902 g CO₂ aus.

Die schwächste Atmung aber war bei den kaliärmsten Zuckerrübenwurzeln zu konstatieren. 100 g derselben, auf Trockensubstanz berechnet, atmeten bei der gleichen Temperatur und Zeit bloß 2,114 g CO₂ aus.

Nun mögen die von uns bei den Versuchen mit Kartoffelknollen (*Solanum tuberosum* L.) und Gurkenfrüchten (*Cucumis sativus* L.) gewonnenen Ergebnisse folgen.

Durchschnittliche Menge des ausgeatmeten Kohlendioxyds von 100 g Kartoffelknollen (*Solanum tuberosum* L.), auf Trockensubstanz berechnet, pro 200 Stunden in Milligramm bei aerober Atmung bei einem gleichmäßigen Strom von 1 l atmosphärischer kohlendioxydfreier Luft pro Stunde. Temperatur 20° C.

	Gehalt an K ₂ O in der Trockensubstanz.	Ausgeatmete Menge von CO ₂ .
--	---	--

Kartoffelknollen aus kalireichem		
----------------------------------	--	--

Boden	0,85 %	4,237 g.
-----------------	--------	----------

Kartoffelknollen aus kaliarmem		
--------------------------------	--	--

Boden	0,53 %	3,584 g.
-----------------	--------	----------

Durchschnittliche Menge des ausgeatmeten Kohlendioxyds von 100 g Gurkenfrucht (*Cucumis sativus* L.), auf Trockensubstanz berechnet, pro 200 Stunden in Milligramm bei aerober Atmung bei gleichmäßigem Strom von 1 l atmosphärischer kohlendioxydfreier Luft pro Stunde. Temperatur 20° C.

	Gehalt an K ₂ O in Trockensubstanz.	Ausgeatmete Menge von CO ₂ .
Gurkenfrüchte aus kalireichem Boden	1,94 %	6,865 g.
„ „ kaliarmen „	1,03 %	4,023 „

Die Ergebnisse der Versuche mit Kartoffelknollen und Gurkenfrüchten bestätigen die Resultate unserer früheren Versuche mit Zuckerrübenwurzeln. Von 100 g kalireichen Kartoffelknollen, auf Trockensubstanz berechnet, wurden binnen 200 Stunden bei einer Temperatur von 20° C. 4,237 g CO₂ ausgeatmet. 100 g kaliarmer Kartoffelknollen, auf Trockensubstanz berechnet, atmeten innerhalb der gleichen Zeit und Temperatur 3,584 g CO₂ aus.

100 g kalireicher Gurkenfrüchte, auf Trockensubstanz berechnet, atmeten in derselben Zeit und Temperatur 6,865 g CO₂ aus.

Von 100 g kaliarmer Gurkenfrüchte, auf Trockensubstanz berechnet, wurden in der gleichen Zeit und Temperatur 4,023 g CO₂ ausgeatmet.

Ich könnte noch mehrere derartige Beispiele von Versuchen mit Karotten (*Daucus carota* L.) und Früchten von Tomaten (*Solanum lycopersicum* L.) anführen, **in denen jedesmal bei Kaliarmut des Pflanzenorganismus eine schwache Atmung zu konstatieren war.**

Wir wissen ja, daß Kali in der Pflanzenzelle die innigsten Beziehungen zu dem Kohlenhydratstoffwechsel hat. Wenn im Pflanzenorganismus Kalimangel herrscht, so sind stets Störungen in der Lebenstätigkeit zu beobachten und eine eigentümliche Zerrüttung des ganzen Organismus wahrzunehmen. Wenn nun dem Kali in der Pflanzenzelle eine so hochwichtige physiologische Funktion zufällt, so ist es wohl begreiflich, daß dies auch bei dem Stoffwechsel im Tierorganismus der Fall ist. Über die physiologische Bedeutung des Kalis in den Geweben ist uns

bisher nichts Sicheres bekannt, doch läßt sich auf Grund meiner Untersuchungen ganz gut annehmen, daß das Kali bei dem Abbau der Kohlenhydrate, also bei dem Atmungsprozeß überhaupt unentbehrlich und an demselben durch katalytische Wirkung beteiligt ist.

Daß der Oxydationskoeffizient des Rohr- und Traubenzuckers eine leicht variable Größe darstellt und namentlich durch Kontaktbeeinflussung sehr erhöht werden kann, ist ja bekannt;¹⁾ es ist ja doch Tatsache, daß die Oxydierbarkeit der Kohlenhydrate durch Alkaleszenz gesteigert wird.

Setzen wir nun den Fall, daß bei dem Gaswechsel in den Lungen eines erwachsenen Menschen pro Tag bis 720 g Kohlen säureanhydrid ausgeatmet werden, so entspricht diese ausgeatmete Menge von Kohlen säureanhydrid 491,23 g Glukose und gleicht fast dem für einen erwachsenen Menschen pro Tag erforderlichen Quantum an Kohlenhydraten.

Der bei alimentärer Glukosurie ausgeschiedene, wesentlich aus der Nahrung stammende Zucker verdankt seine Existenz dem Umstande, daß er infolge des durch die Atmungsenzyme hervorgerufenen mangelhaften Abbaues in den Blutkreislauf gelangen konnte.

Wir fanden im Harn von Diabetikern nicht nur Hexosen, sondern auch β -Oxybuttersäure, Acetessigsäure und Aceton. Die Bildung von Acetonkörpern in bedeutendem Maße hat zur Folge, daß sogenanntes Coma diabeticum eintritt. Bei der Bildung der Körper der Acetonreihe zeigt sich der Übelstand, daß diese Säuren die Alkaleszenz des Blutes herabsetzen und so den Transport der Kohlen säure von den Geweben zu den Lungen stören.

Unseren bisherigen Beobachtungen zufolge können wir erklären, daß der von Diabetikern im Laufe einer Woche ausgeschiedene Harn immer größere Quantitäten von Kali aufweist, als der in derselben Zeit ausgeschiedene Harn eines gesunden Menschen, sodaß die Gesamtmengen der beiderseits innerhalb 8 Tagen ausgeschiedenen Kaliquantitäten wesentlich divergieren.

¹⁾ H. Schade, Über die katalytische Beeinflussung der Zucker verbrennung. Münchener Medizinische Wochenschrift, LII. Jahrgang, Nr. 23, 1905.

Die diesbezüglich gewonnenen Daten behalte ich mir vor, in einem späteren Zeitpunkte zu publizieren.

Es läßt sich ganz wohl annehmen, daß bei allen Individuen, in welchen Hyperglukämie vorhanden ist, diese eine Depression der Lebens- und Atmungsenergie andeutet. Es ist das eigentlich das Versagen der Leistungsfähigkeit der großen Zuckerverbrauchsstätten, nämlich der Zuckerverbrennung in den Muskeln. Wir haben in der Tat gefunden, daß die Muskeln und Lungen einen hohen Kaligehalt aufweisen. Ob der Abbau des Zuckers in den kaliarmen Muskeln schwächer ist, als in den kalireichen, ist allerdings noch zu beweisen. In der Tat haben Hesse und Mohr¹⁾ bei ihren Experimenten bezüglich Glukosurie und Glukämie des pankreaslosen Hundes beobachtet, daß Muskelarbeit Sinken des Zuckergehaltes im Harn und gleichzeitig Abnahme des Blutzuckergehaltes bewirkt.

Zum Schlusse wollen wir der diesbezüglichen Äußerungen Abderhaldens²⁾ und Naunyns³⁾ gedenken. Ersterer sagt folgendes:

«Fassen wir alles zusammen, was wir Positives über die Ursachen der Hyperglukämie nach der Pankreasexstirpation wissen, so können wir sagen, daß eine Störung der Regulation des Zuckerumsatzes vorliegt, und daß offenbar, normalerweise, die Pankreasdrüse an die Blutbahn einen Stoff abgibt, der den Kohlenhydratstoffwechsel regelt.»

Letzterer ist folgender Anschauung:

«Für das Pankreas darf es als sicher gelten, daß in dem Organe das Blut eine Veränderung erfährt, welche für den normalen Ablauf des Zuckerstoffwandels unerläßlich ist, und deren Ausbleiben bei bestimmten Erkrankungen dieses Organes sich im Auftreten des Diabetes äußert; wahrscheinlich handelt es sich darum, daß das Pankreas dem Blut eine noch unbekannte Substanz zuführt.»

¹⁾ A. Hesse und L. Mohr, Zeitschr. f. exper. Path. u. Ther., Bd. VI, S. 300—6. 25/3, Berlin.

²⁾ Emil Abderhalden, Lehrbuch der physiologischen Chemie, S. 119, 1909.

³⁾ Naunyn, Nothnagels Spez. Path. u. Ther., Bd. VII, I(1900), S. 416.

Zu diesen unbekanntem Substanzen gehört nach meiner Ansicht in erster Reihe das Element Kalium. Natürlich kommt das Kalium in physiologisch äquilibrierten Lösungen, d. h. in Lösungen, in denen die giftige Wirkung des Kaliums durch die antagonistischen Natriumlösungen aufgehoben wird, vor.¹⁾

Wir haben in dem Vorstehenden, wie wir glauben, die ersten Beiträge auf allerdings ebenfalls experimentellem Wege zu der Frage des Zusammenhangs des respiratorischen Stoffwechsels mit dem Zuckerabbau gegeben, allerdings unter Wahrung vollständig ungestörter Abwicklung der normalen Lebensprozesse, welche beim Tierexperiment durch schweren Eingriff in den Organismus nicht erwartet werden kann.

Wir setzen selbstverständlich unsere Untersuchungen fort und lassen es uns nicht bei den bisherigen Feststellungen Genüge sein, um ein möglichst reiches Material für ein definitives Urteil in die Hände zu bekommen.

Unsere weiteren Forschungen werden gewiß in dieser Frage noch mehr Licht schaffen, doch wäre es wünschenswert, daß man schon jetzt Versuche anstellt und den Diabetikern eine Pflanzennahrung reicht, deren Kaligehalt ein Maximum bilden würde,²⁾ welche dieses einer entsprechenden Düngung mit Kalisalzen zu verdanken hätte. Selbstverständlich müssen bei diesen Ernährungsversuchen, ganz wie wir es betreffs der oben geschilderten Pflanzenexperimente getan haben, auch hier bei den einzelnen Versuchsobjekten, Gesunden wie Kranken, die respiratorischen Effekte exakt in Betracht gezogen werden.

¹⁾ Bezüglich der Schutzwirkung der Natriumsalze hat Loeb ausführliche Versuche angestellt; siehe seine Arbeit, betitelt «Dynamik der Lebenserscheinungen».

²⁾ An dieser Stelle halte ich es für angezeigt, der bereits auf empirischem Wege eingebürgerten Kuren mit Hilfe von Pflanzenkost zu erwähnen, und besonders der Haferkuren von Noorden und der sogenannten Kartoffelkuren von A. Mossé in Toulouse.
