

V.

Ueber den Einfluss des Rohrzuckers auf die Verdauung und Ernährung.

Von Dr. Felix Hoppe.

Der Rohrzucker ist in den letzten Jahrzehnten ein allen civilisirten Nationen gemeines wichtiges Nahrungsmittel geworden, und die Wichtigkeit der Untersuchung seines Werthes als solches liegt somit auf der Hand. Seine allgemeine Verwendung als Corrigens von Arzeneien fordert genaue Untersuchung seines Einflusses auf den Organismus und dies um so mehr, als dem Rohrzucker durch mancherlei praktische aber wenig controllirte Erfahrungen auch schädliche Einwirkungen auf die Verdauung etc. zugeschrieben werden. Ohne mich auf eine Kritik und Vergleichung älterer Arbeiten mit meinen Versuchen und deren Resultaten einzulassen, werde ich kurz diese letzteren zusammenstellen, indem ich hoffe, einen, wenn auch kleinen, doch sichern und brauchbaren Beitrag zur Kenntniß der Einwirkung dieses Stoffes auf den thierischen Organismus zu liefern.

Rohrzuckerlösung längere Zeit im Munde erhalten wandelt sich nicht bemerkbar in Krümelzucker um. Digerirt man Speichel mit Rohrzuckerlösung bei 30° und 40° $\frac{1}{2}$ Stunde und länger, so findet man nach Uebergießen mit Alkohol, Filtriren, Abdampfen nach einiger Zeit den Syrup krystallisirend in der vom Rohrzucker bekannten Weise.

Ebenso kann der Rohrzucker, in den Magen eingeführt, sich stundenlang dasselbst unzersetzt erhalten, wenn nur eine hinlängliche Menge desselben zugeführt wurde. Eine grosse Gabe von Rohrzucker bewirkte in allen Fällen Erbrechen eines sauren schleimigen Syrups. Einem Hunde wurden 120 Grm. Rohrzucker gereicht, die derselbe sogleich verzehrte und hierzu 150 Ccm. Wasser soff. 1½ Stunde darauf erbrach er einen grossen Theil der Zuckerlösung wieder, ohne sie jedoch gutwillig entfernen zu lassen. Ein Theil dieser Flüssigkeit sogleich mit Alkohol übergossen, filtrirt, abgedampft gab einen Syrup, welcher nach etwa einer Woche zu einer Krystallmasse von Rohrzucker erstarrt war.

120 Grm. Rohrzucker mit 40 Grm. Kreide und 200 Ccm. Wasser bewirkten nach etwa 2 Stunden reichliches Erbrechen schleimiger neutraler Flüssigkeit, welche noch unzersetzten Rohrzucker in grosser Menge gab, als ein Theil von ihr auf die oben beschriebene Weise untersucht wurde.

Derselbe Hund erhielt an einem Tage 48 Grm. Zucker in 100 Ccm. Wasser gelöst und mit 12 Grm. Kreide gemengt, ohne dass irgend ein Symptom von Uebelbefinden sich einstellte. Den nächsten Tag erhielt er 20 Grm. Zucker in 200 Ccm. Wasser mit 40 Grm. Kreide und etwas ausgewaschener Bierhefe gemengt, ohne dass irgend welche Symptome eingetreten wären, welche eine Bildung von Alkohol, Kohlensäure und Essigsäure hätte errathen lassen. Der Urin blieb sauer. Die Säure des Magensaftes kann somit nicht als das Conservationsmittel des Zuckers gegen Umwandlung in Glycose und Gährung derselben angesehen werden. Wahrscheinlich tritt sofort Resorption der Glycose ein, sobald sie sich gebildet hat. Zur Untersuchung mit dem Polarisationsapparate erhielt ich diese Zuckerlösungen alle nicht frei genug von suspendirtem Schleim etc.; eine weitere Reinigung mit andern Mitteln als Kohle hätte aber auf den Rohrzucker selbst einwirken können.

Bei mir selbst verursachte der Genuss von 225 Grm. Rohrzucker, in etwa 400 Ccm. Wasser gelöst, etwas Uebelkeit und für ein Paar Stunden Verminderung des Appetits.

Die Unfähigkeit des Speichels und normalen Magensaftes, Rohrzucker umzuwandeln, hat Frerichs*) bereits erkannt. Bernard**) hat sogar bei einem mit viel Rohrzucker gefütterten Pferde Rohrzucker in dem Blute der *Vena portarum* gefunden, leider beschreibt er nicht die Reactionen, an denen er hier den Rohrzucker erkannt hat. Eigenthümlich ist der Unterschied in der Resorption des Zuckers vom Darmkanale aus von der der neutralen Alkali- und Erdsalze. Nie sah ich bei starker Fütterung mit Rohrzucker Durchfall eintreten. Der Hund fraß das Erbrochene stets alsbald wieder, ohne dass eine Verdünnung der Stuhlgänge eintrat; im Gegentheil wurden die Faeces etwas härter als bei der gewöhnlichen Fleischkost (siehe die Kothuntersuchung weiter unten).

Weder nach einmaligen grossen Dosen noch bei fortgesetzter Rohrzuckerfütterung fand ich Spuren von Zucker im Koth. Der Koth wurde behufs dieser Untersuchung mit Wasser zusammengerieben, eine filtrirte Probe der Flüssigkeit mit der Fehling'schen Lösung untersucht. Ebenso wenig trat Zuckergehalt des Urins ein, als der Hund acht Tage lang täglich 100—200 Grm. Rohrzucker erhielt bei einem Körpergewicht von 5 bis 6,5 Kgrm. Auch der Gehalt des Urins an Milchsäure wurde bei dieser Zuckerdät nicht vermehrt gefunden.

200 Cem. Urin des Hundes, bei der Diät von 500 Grm. Fleisch täglich, von drei Tagen gemischt, sowie 200 Cem. des Urins der drei nächsten Tage, während deren der Hund 500 Grm. Fleisch und 100—200 Grm. Zucker erhalten hatte, wurden gesondert zur Syrupsconsistenz abgedampft, mit überschüssiger Oxalsäure gefällt, das ganze abgedampft im Wasserbade und mit Alkohol der Rückstand extrahirt; der Rückstand des Alkoholextractes mit Aether erschöpft. Der Aetherextract hinterliess in beiden Fällen nur sehr geringe aber fast vollkommen gleiche syrupöse Rückstände.

C. Schmidt beobachtete bei einer Katze, welche 150 Grm. Zucker erhalten hatte, Zuckergehalt des Urins. Bei einem so

*) Frerichs, Art. Verdauung. Wagner Handwörterbuch.

**) Bernard, *Leçons de physiologie expérим.*

sorgsamen Beobachter als C. Schmidt würde jeder Verdacht, dass etwa durch die Pfoten der Katze oder durch Erbrochenes, welches sich dem abfließenden Urine beigemischt habe, Verunreinigung des Urins erfolgt sei, ungerechtfertigt erscheinen, es müssen also bei dieser so leicht diabetisch gemachten Katze eigenthümliche Umstände obgewaltet haben.

Man muss jedoch, wie mir meine Versuche gezeigt haben, rücksichtlich jener Verunreinigung bei Hunden sehr vorsichtig sein, da sie zwar Erbrochenes wieder auflecken, aber hiermit doch nicht vollständig entfernen, außerdem durch die Pfoten, mit denen sie den Zucker beim Zerkauen halten, oder durch die Schnauze leicht Zucker in den abfließenden Urin bringen. Es wurde daher zur Untersuchung auf Zucker nur solcher Urin benutzt, welcher vom Hunde in den Respirationsbehälter gelassen wurde, und mit dem der Hund in keiner weitern Berührung gekommen war. So ergab sich ja auch im zweiten von C. Schmidt beobachteten Falle ein negatives Resultat und dieselben Resultate erhielt Bernard.

Der Appetit des Hundes auf Rohrzucker blieb sich bei 100 Grm. Zucker täglich gleich. 200 Grm. mochte der Hund nicht fressen, ließ sich jedoch dazu bewegen, wenn man sie ihm gab und wieder wegnehmen wollte.

Aus der Analogie des Zuckers mit Amylum und Glycose, in welche letztere beide im thierischen Organismus verwandelt werden, war nur zu schließen, dass die Einwirkung, welche man vom Amylum auf den Stoffwechsel bereits eruiert hat, von dem Rohrzucker gleichfalls ausgeübt würde, nichts desto weniger unternahm ich diese Untersuchung einerseits, um diese theoretische Folgerung zu bestätigen und gleichzeitig von mehr Seiten ausgehend mit Sicherheit nachzuweisen, und außerdem schien diese Untersuchung um so wichtiger, als mehrere Punkte bezüglich der weiteren Umsetzung des Zuckers im Organismus nicht hinlänglich aufgeklärt sind. Die Untersuchungen, welche bisher über die Einwirkung der Glycose gebenden Stoffe auf den Stoffwechsel veröffentlicht sind, sind aber überhaupt noch nicht zahlreich und so hat z. B. Bischoff nur in einer

Versuchsreihe mit Kartoffeln auf sie speciell Rücksicht genommen.

Ehe ich nun auf eine nähere Auseinandersetzung der Resultate und Vergleichung eingehe, will ich zuerst die Umstände, unter welchen die Versuche angestellt wurden, sowie die direc-ten Ergebnisse der einzelnen Untersuchungen beschreiben.

Das zu den zu schildernden Versuchen verwendete Thier war ein etwas grosser Dachshund, etwa 1 Jahr alt, sein Aufenthalt in einem Holzkasten mit Holzgitter nach vorn, unter welchem letzteren ein Zinkkasten eingeschoben wurde, dessen doppelte Neigung nach einer Ecke den gelassenen Urin des Thiers durch ein kurzes Ansatzrohr in eine untergesetzte Flasche sammelte. Dieser Kasten stand in einer geheizten Stube von 5°—12° Temperaturschwankungen. Der Zinkkasten nahm den ganzen Boden des Käfigs ein und der Hund musste somit eigentlich in diesem Zinkkasten verweilen; nur ein Verlust von Haaren des Hundes, welche in geringer Menge hinter der 4" bis 5" hohen Seitenwand des Kastens sich absetzten, war nicht vermieden. Die Reinigung des Kastens, welcher Raum genug hatte, um dem Thiere das Aussstrecken seiner Beine zu gestatten, da der Raum 4' Länge, 2 1/4' Tiefe, 2' Höhe hatte, wurde nach jeder Kothentleerung vorgenommen. Der Hund bemühte sich häufig nach dem Urinlassen den Urin nach der Abflussoffnung mit der Nase hinzufegen, ohne das dadurch bei der Bedächtigkeit, mit welcher er es ausführte, ein Verlust an Urin zu befürchten wäre.

Seit Anfang December befand sich der Hund mit Ausnahme einiger Minuten täglich in diesem Kasten, wurde aber erst vom 22. December ab zu Versuchen benutzt. Er hatte vorher ausschliessliche und sehr kärgliche Fleischnahrung erhalten. Von seinem Eintritt in den Behälter ab erhielt er täglich 31 Lth. Z. G. Herz und Lunge vom Hammel, zuerst in täglich zwei Rationen früh 16 Lth., Abends 15 Lth., später in einer Ration das Ganze Abends 5 Uhr. Wasser wurde ihm in einer Schale in den Behälter gesetzt.

Das Gewicht des Hundes wurde auf einer Schönemann'schen Patentwaage bestimmt, welche bei dem Gewichte des Hundes als Belastung noch für 0,5 Grm. einen deutlichen Ausschlag gab (0,05 Grm. auf der Waagschaale); eine Genauigkeit, wie sie zu diesem Zwecke gar nicht nöthig ist.

Bei der geschilderten Nahrung nahm der Hund an Gewicht zu. Letzteres betrug am 9. December 4833 Grm., und stieg so, daß er am 22. December 5500 Grm. wog, also um 667 Grm. binnen 11 Tagen zugenommen hatte.

Das Fleisch, welches der Hund erhielt, wurde folgendermaßen untersucht. Die Herzen und Lungen von zwei Hamstern wurden möglichst fein gehackt, der Brei sodann im Mörser gerieben, eine Probe davon gewogen, im Porcellanschälchen getrocknet, zuletzt über Schwefelsäure im Vacuum, gewogen, dann gepulvert, getrocknet und ein Theil nach Will und Varentrapp auf seinen Stickstoffgehalt untersucht, ein anderer Theil erst mit Alkohol und Aether heiß extrahirt, das Filtrat eingedampft, der Rückstand mit Aether extrahirt. Das vom Alkohol nicht gelöste wurde mit kaltem Wasser extrahirt, das Filtrat eingedampft, das Ungelöste getrocknet gewogen, im Glaskolben mit Wasser eingeschmolzen bei 140° — 150° 1½ St. gekocht, die Flüssigkeit dann decantirt, der Rückstand mit heißem Wasser ausgewaschen, auf dem Filter getrocknet.

Es gaben 31,445 Grm. Fleisch 9,136 Grm. fester Rückstand
oder 29,053 pCt.

1,655 Grm. fester Rückstand gaben 2,205 Grm. Ammonium-
platinchlorid

oder 0,139 Grm. oder 8,399 pCt. Stickstoff.

Im frischen Fleische befanden sich hiernach 2,440 pCt. Stickstoff.
4,182 Grm. fester Rückstand gaben 1,448 Grm.

oder 34,626 pCt. Fett (Aetherextract).

Im frischen Fleische befanden sich somit 10,06 pCt. Fett.

Der übrige Alkoholextract nebst Salzen betrug 0,418 Grm.

In kaltem Wasser lösten sich 0,128. Grm.

Von Leim wurde erhalten 0,852 Grm. und 1,288 Grm. würden als Albuminate und elastisches Gewebe zu betrachten sein,

wozu wohl auch das Kaltwasserextract zu rechnen wäre. Hiernach berechnet würde das trockene Fleisch gleichfalls 8 bis 9 pCt. Stickstoff enthalten haben.

Das Fleisch erwies sich nach dieser Untersuchung ziemlich fettreich, mehr als dies dem Ansehen nach zuerst erschien. Herz und Lunge wurden gewählt, weil sie einerseits stets billig zu beschaffen sind und außerdem, weil ich glaubte hier einen constanteren Fettgehalt zu finden, als an anderen unregelmässigen Fleischstücken.

Der Koth des Hundes wurde mit dem Spatel, soviel es möglich war, in eine Schaale gesammelt und sogleich gewogen; ließ sich dies nicht mit hinlänglicher Genauigkeit ausführen, so wurde der Zinkkasten mit dem Kothe gewogen und nach der Reinigung tarirt.

Die bei den verschiedenen Diäten gesammelten Kothe wurden gesondert aufbewahrt und nach Beendigung jeder einzelnen Diät die Kothe der abgelaufenen Frist gemischt in der Reibeschaale und eine Probe gewogen, bei gewöhnlicher Temperatur im Vacuum über Schwefelsäure getrocknet, dann pulverisirt eine Portion mit Natronkalk verbrannt. Eine Fettbestimmung der Faeces wurde wegen der Hindernisse, welche einer genauen Bestimmung hier im Wege stehen, unterlassen.

Während der letzten sieben Tage der reinen Fleischfüllung lieferte der Hund Koth, von welchem 20,807 Grm. 7,148 Grm. festen Rückstand gaben. 0,995 Grm. des letzteren gaben 0,925 Grm. Ammoniumplatinchlorid oder 0,058 Grm. Stickstoff.

Während der Fütterung mit Fleisch und Rohrzucker in den folgenden sieben Tagen lieferte der Hund einen Koth, von dem 20,538 Grm. frische Substanz beim Trocknen 8,053 Grm. festen Rückstand gaben und von diesem letzteren gaben 1,255 Grm. beim Verbrennen mit Natronkalk 1,408 Grm. AmPtCl_3 oder 0,093 Grm. Stickstoff.

Der Koth war bei beiden Diäten fast ohne Ausnahme fest und geformt, sehr dunkelgrünbraun und zeigte bei beiden Fütterungsarten hinsichtlich der Intensität und Qualität denselben

Geruch. Obwohl nicht daran zu zweifeln ist, dass grosse Partien des verzehrten elastischen Gewebes mit dem Kothe entleert wurden, wurden doch keine deutlichen Spuren davon in den Kothmassen bemerkt; nur Haare des Hundes wurden reichlich mit dem Kothe entleert.

Die Messung der Urinmengen wurde in einem Mefscylinder vorgenommen. Wegen der Einrichtung des Kastens ist es nicht zu vermeiden, dass einige Tropfen Urin auf dem Boden desselben zurückbleiben. Ausgewaschen wurde der Kasten mit etwas gemessenem destillirten Wasser nur einige Male, es wurde wegen Mangel an Zeit später unterlassen, dennoch trat eine Zersetzung des stagnirenden Urins nicht ein, die Reaction desselben blieb sauer sowohl auf dem Boden des Behälters als in den aufgesammelten täglichen Mengen. Die letzteren wurden sogar in allerdings ziemlich kalter Luft bis zum März aufbewahrt, ohne dass bei mehr als zweien derselben alkalische Reaction eintrat. Die Untersuchung auf den Harnstoffgehalt geschah nach der Heintz'schen Methode, deren ausgedehntere Anwendung ich weder empfehlen kann noch selbst ferner zu befolgen wünsche. Obwohl die Ausführung selbst keine Schwierigkeit bietet, so ist 1) eine enorme Quantität von Platinchlorid erforderlich, außerdem ist 2) die Ausfällung des Ammoniumplatinchlorids in der von Schwefelsäure stark sauren Flüssigkeit nicht sehr genau, und 3) ist es besonders schwierig, die Filtra so vollständig auszuwaschen, dass nicht etwas Schwefelsäure am oberen Rande derselben zurückbleibt und eine Schwärzung beim Trocknen bewirkt. Zieht man aber die Bestimmung durch das Platin vor, so ist die Umständlichkeit wegen Auswaschen des CIK und unzersetzten $KPtCl_3$ noch grösser, die an sich bereits wegen der nöthigen Bestimmung des Kaliumgehaltes des Urins sehr beschwerlich wird. Bei dieser letzteren Bestimmung wurden die Aschen der Urine in verdünntem Alkohol gelöst und eine wässerige Platinchloridlösung benutzt, um Fällung schwefelsaurer Salze zu vermeiden. Dennoch sind die Resultate der einzelnen Untersuchungen sehr verschieden ausgefallen, was der Analyse aber nicht zur Last fallen kann,

indem die Urine nur verkohlt wurden, um Verflüchtigung von CIK zu vermeiden.

Zur Abmessung des Urins wurde eine Röhre mit Millimeterscala benutzt; der Cubikinhalt der gemessenen Höhen wurde durch Gewicht des destillirten Wassers und Volumenbestimmung ausgeführt, da eine mögliche Genauigkeit nöthig erschien, da oft nur geringe Mengen von Urin in Arbeit genommen werden konnten, ohne unendlichen Aufwand von Platinchlorid nöthig zu machen. Zur genaueren Messung wurde der Urin mit Wasser verdünnt.

Datum des gelassenen Urins	Menge des untersuchten Urins	Kaliumbestimmung	
		Gefundenes AmPtCl ³ + KPtCl ³	Gefundenes KPtCl ³
22.—23. Decbr.	10 Ccm.	2,300 Grm.	10 Ccm. 0,192 Grm.
23.—24. -	10	2,597	10 0,150
24.—25. -	2,6	1,582	6,77 0,063
25.—26. -	2,6	1,327	6,77 0,018
26.—27. -	2,68	1,068	6,77 0,051
27.—28. -	2,68	1,337	6,77 0,113
28.—29. -	2,68	1,849	6,77 0,064
29.—30. -	2,68	1,626	13,8 0,095
30.—31. -	2,68	1,378	13,8 0,176
31.—1. Januar	2,68	0,552	13,8 0,007
1.—2. -	2,68	0,731	13,8 Spuren
2.—3. -	2,68	0,601	13,8 Spuren
3.—4. -	2,68	0,629	13,8 0,105
4.—5. -	2,68	0,407	13,8 0,009
5.—6. -	5,35	1,349	13,8 0,005
6.—7. -	5,35	1,231	13,8 0,029
7.—8. -	10,0	0,588	13,8 0,004
8.—9. -	5,35	1,600	13,8 0,180
9.—10. -	5,35	1,867	13,8 0,015

Hr. Stud. med. Schirks hat den grössten Theil dieser Urine nach der Liebig'schen Methode untersucht. Bei vier derselben stimmten die Resultate beider Methoden überein (23—24,

24—25, 28—29, 1—2), bei den übrigen waren die Resultate nach der Liebig'schen Methode fast durchweg etwas zu hoch (das ClNa war nicht ausgefällt worden vor der Prüfung mit salpetersaurem Quecksilber). Der Urin, welchen der Hund vom 7. bis 8. Januar ließ, gab nach der Liebig'schen Bestimmung 1,29 pCt. Harnstoff nach Ausfällung des ClNa , bei wiederholter Heintz'scher Untersuchung nicht mehr als die obige Ziffer des AmPtCl^3 , also 0,793 pCt. Harnstoff.

Die Untersuchungsmethode, welche zur Bestimmung der perspirirten Kohlensäure benutzt wurde, erwies sich leider als ungenügend und ich unterlasse daher die erhaltenen Resultate hier anzuführen. Der Hund war zu verschiedenen Tageszeiten gewöhnlich für die Dauer einer Stunde in einen Zinkbehälter gesetzt, welcher durch Cautschouk geschlossen war und durch welchen atmosphärische Luft durch einen Gasometeraspirator von 155 Litres Capacität hindurchgesogen wurde und zwar so, dass circa 420 Litres binnen einer Stunde hindurchgezogen wurden. Der aus dem Behälter nach dem Gasometer gezogene Strom ging durch ein großes Chlorcalciumrohr und einen Apparat, welcher mit festen Kalistücken gefüllt war. Obwohl dieser Apparat mit hinreichender Genauigkeit die atmosphärische Luft ihres Wassers und ihrer Kohlensäure beraubte, geschah dies doch nicht hinsichtlich der Expirationsluft des Hundes, es wurde stets nur ein Theil der expirirten Kohlensäure vom Kali absorbiert. Da die gleichzeitigen Beobachtungen des Barometerstandes, der Feuchtigkeit und des Kohlensäuregehaltes der atmosphärischen Luft, sowie die der expirirten Wassermengen ohne Kenntniß der expirirten Kohlensäure nutzlos sind, werde ich sie gleichfalls übergehen.

Die Körpertemperatur des Hundes wurde, soweit es die Zeit gestattete, 2 bis 3 mal täglich untersucht durch ein Thermometer von Geissler, in $\frac{1}{16}^0$ direct getheilt, kurz vor den Versuchen hinsichtlich des Gefrierpunktes corrigirt und im Gange mit andern corrigirten verglichen. Dies Thermometer war mit der Kugel dem auf dem Schooße liegenden Hunde in die Leistengegend so eingedrückt, dass es durch den aufliegenden

Schenkel überall genau gedeckt und in die Bauchdecken eingedrückt war. Es wurde erst dann entfernt, wenn sein Stand 3'—5' lang constant blieb. Die Zeitdauer, welche hierzu erforderlich, ist sehr verschieden und abhängig von der Stellung des Hundes vor der Temperaturprüfung und von der Temperatur der Umgebung, in welcher sich der Hund befand, überhaupt von den stattgehabten Wärmeverlusten. Sind diese letzteren bedeutend, so wird eine bedeutende Differenz zwischen der Temperatur der Haut des Thieres und dem Blute der inneren Theile sein und das Thermometer steigt sehr langsam, erreicht aber endlich einen sehr hohen Stand. Sind die Verhältnisse dagegen umgekehrt, so wird auch jene Differenz geringer und das Thermometer steigt schnell, bleibt aber schliesslich auf einem Punkte stehen, der etwas niedriger ist als im ersten Falle. Wie Davy das Gegentheil dieser Resultate hat finden können, weiss ich nicht; wahrscheinlich hat er die Thiere plötzlich einer strengen Kälte ausgesetzt und deren Einfluss geprüft. Wenn die Temperatur von 37°—40° im Blute unter jedem Breitengrade, bei fetten und mageren Thieren, im Winde und ruhigen Wetter etc. erhalten werden soll, ist eine sehr verschiedenen starke Heizung im Innern nothwendig und sie tritt auch stets in dem Grade ein, als sie durch den Wärmeverlust nach außen erfordert wird. Nur sehr heftige Wärmeverluste, Einhüllen in Eis, Quecksilber etc. können nicht schnell genug ersetzt werden und die Bluttemperatur sinkt. Kleine Thiere haben heißeres Blut als grössere, da ihr Wärmeverlust bedeutender ist. (Vergl. *Compt. rend.* 1856. Tome XLII. p. 515. Ch. Martins, *Sur la temperature des oiseaux etc.*)

Die aus den Beobachtungen sich ergebenden Resultate sind aus folgender Tabelle am deutlichsten ersichtlich.

Datum.	Körper- gewicht des Hundes.	N a h r u n g		Urinmenge in 24 Stdn. entleert.	Harnstoff in 100 Ccm. Urin.	In 24 Stdn. ausgeschie- dener Harnstoff.	Kohl. Grn.	Körpertemperatur.
		Fleisch.	Rohr- zucker.					
22. December 1855.	5500	Grn. früh 267 Ab. 250	Grn. —	100 —	6,418 —	—	75,7 —	—
23.	-	5466	Ab. 517	—	275	17,65	—	—
24.	-	5462	Ab. 517	—	260	7,450	19,37	—
25.	-	5585	Ab. 517	—	280	8,068	22,59	80,2
26.	-	—	Ab. 517	—	385	6,838	26,33	36,7
27.	-	5883	Ab. 517	—	310	5,266	16,33	197,14
28.	-	—	Ab. 517	—	225	6,496	14,62	21,17
29.	-	5653	Ab. 517	—	220	9,166	20,17	38,33
30.	-	5691	Ab. 517	—	restieren 30	8,078 24,23	—	38°,60 früh 38°,90 Ab. 5 Uhr.
31.	-	5890	Ab. 517	früh 66 Ab. 60	300 500	6,754 2,768	42,67 13,43	38°,00 früh 38°,2 Ab. 5 Uhr.
1. Januar 1855.	früh 6108 Ab. 6100	Ab. 500	früh 150	485	—	33,67	37°,9 früh 10 Uhr. 38°,3 Ab. 5 Uhr.	—
2.	-	6100	Ab. 500	früh 50 Ab. 50	—	345 3,674	12,68	38°,4 früh 10 Uhr. 38°,65 Ab. 6½ Uhr.

Körpergewicht des Hundes.	Datum.	N a h r u n g			Urinmenge in 24 Stdn. entleert.	Harnstoff in 100 Ccm. Urin.	Harnstoff in 24 Stdn. ausgeschie- dener Harnstoff.	Koth.	Körpertemperatur.
		Feisch.	Rohr- zucker.	Wasser.					
Grm.	Grm.	Grm.	Grm.	Ccm.	Ccm.	Grm.	Grm.	Grm.	Grm.
6317	3. Januar 1856.	Ab. 500	früh 50 Ab. 50	200	400	3,021	12,08	47,83	38°,00 früh 9 Uhr.
6372	-	Ab. 500	früh 50 Ab. 50	-	420	3,059	12,85	-	38°,55 Ab. 6 Uhr.
6460	-	Ab. 508	früh 50 Ab. 50	295	390	2,035	7,94	49,8	38°,15 Ab. 4½ Uhr.
6663	-	-	früh 114 Ab. 86	160	445	3,390	15,09	-	38°,45 früh 10 Uhr.
6643	-	-	früh 100 Mitt. 74 Ab. 26	190	350	3,071	5,84	-	38°,75 Ab. 5½ Uhr.
6392	-	-	früh 500	-	150	0,793	2,78	41,0	-
6517	-	-	früh 267 Ab. 233	-	100	335	3,853	12,91	38°,45 Ab. 5 Uhr.
6438	-	-	früh 500	-	-	350	4,686	16,40	38°,2 früh 9½ Uhr.
60	-	-	-	-	-	-	-	-	38°,25 Ab. 8½ Uhr.

N.B. Gewicht des Hundes und Körpertemperatur wurden stets vor der Fütterung bestimmt.

Aus dieser Tabelle ergaben sich folgende Verhältnisse:

1) Das Gewicht des Hundes nimmt allmälig zu; das Steigen desselben ist für eine bestimmte Zeit bei der Zuckersüttung viel bedeutender als ohne dieselbe bei reiner Fleischnahrung.

2) Der Hund nahm bei der Zuckersüttung sogleich viel reichlichere Mengen von Wasser zu sich als bei bloßer Fleischkost; hiermit im Verhältnis stehen die Mengen des täglich entleerten Urins.

3) Bei der Zuckersüttung wurden viel geringere Mengen von Harnstoff ausgeschieden binnen 24 Stunden als bei bloßer Fleischfütterung, obwohl die reichlichere Diurese den Harnstoff bei der Zuckerdät besser ausgespült haben musste.

4) Bei der Zuckersüttung wurde weniger Koth entleert als in derselben Zeit der Fleischfütterung.

5) Bei ausschließlicher Zuckersüttung fiel die Harnstoffausscheidung schnell, sehr bedeutend.

6) Die Körpertemperatur blieb mit Ausnahme der täglichen, von der Nahrung unabhängigen, nur mit den Thätigkeiten des Körpers im Verhältnis stehenden Schwankungen bei beiden Fütterungsarten dieselbe und wurde auch bei ausschließlicher Zuckersüttung nicht geändert in den beobachteten zwei Tagen.

Hinzuzufügen ist noch, dass die Puls- und Atemfrequenz in beiden Fütterungen ungeändert blieb, auch auf die Munterkeit und sonstigen Thätigkeiten des Thieres zeigte die Aendernng der Fütterung natürlich keinen Einfluss mit Ausnahme des Erbrechens, welches einige Male erfolgte, nach welchem jedoch der Hund das Erbrochene stets mit grösster Genauigkeit wieder verzehrte.

Aus der Tabelle und den früher beschriebenen Analysen ergaben sich ferner noch folgende Schlüsse:

Der Hund hatte während der sieben Tage reiner Fleischfütterung erhalten:

Fleisch . . . = 3619 Grm.

Wasser . . . = 130 -

Summa = 3749 Grm.

Er hatte in dieser Zeit ausgeschieden:

im Urine . . . = 2000 Grm.

- Kothe . . . = 383 -

Summa = 2383 Grm.

Er hatte in dieser Zeit an Gewicht ungefähr 225 Grm. zugenommen, es waren also etwa 1141 Grm. durch Perspiration und Epidermisverluste verloren gegangen. Die Menge des perspirirten Wassers betrug nach täglichen Untersuchungen nach Abzug der Feuchtigkeit der Luft für diese Zeit 417 Grm. Die ausgeathmete Kohle, Kohlensäure, Haare und andere Verluste würden hiernach 724 Grm. betragen haben.

Bei der Fütterung mit Fleisch und Zucker erhielt der Hund in sieben Tagen:

Fleisch . . . = 3542 Grm.

Rohrzucker. . . = 790 -

Wasser . . . = 1325 -

Summa = 5657 Grm.

Der Hund schied in dieser Zeit aus:

im Urine . . . = 2710 Grm.

im Kothe . . . = 174 -

Summa = 2884 Grm.

Er hatte in dieser Zeit an Körpergewicht zugenommen 972 Grm. Der Verlust an perspirirtem Wasser war in dieser Zeit (nach Versuchen wie oben) = 513 Grm. Die ausgeathmete Kohle, Sauerstoff, Stickstoff etc. betrugen hiernach 1288 Grm.

Nach dieser Berechnung, die keine grofse Genauigkeit haben kann, ergiebt sich in Uebereinstimmung mit der noch weniger genügenden directen Bestimmung der Menge der ausgeathmeten Kohlensäure das Resultat, dass bei Zuckersättigung außer der constanten Fleischration die Menge der ausgeathmeten Kohlensäure oder Kohle gröfser ist, als bei Fütterung mit Fleisch ohne Zucker.

Ein weiterer Unterschied stellt sich heraus bei der Vergleichung der Verarbeitung des Stickstoffes bei beiden Fütterungsarten.

Der Hund erhielt bei der ausschliesslichen Fleischdiät in sieben Tagen

3819 Grm. Fleisch, also 88,304 Grm. Stickstoff,
er schied aus im Urine 143,53 Grm.

Harnstoff oder	66,980	Grm. Stickstoff, aufserdem Koth 383 Grm. mit	7,658	-
--------------------------	--------	---	-------	---

Summa 74,638 Grm. Stickstoff.

Es wurden somit auf andere Weise ausgeschieden oder im Organismus benutzt 13,666 Grm. Stickstoff.

Bei der Fleisch- und Rohrzuckersättigung erhielt der Hund in sieben Tagen:

in 3542 Grm. Fleisch 86,426 Grm. Stickstoff,
er schied dabei aus in 88,238 Grm.

Harnstoff	41,178	Grm. Stickstoff, in 174 Grm. Koth	6,345	-
---------------------	--------	--	-------	---

Summa 47,523 Grm. Stickstoff.

Es wurden also auf andere Weise verwendet 38,902 Grm. Stickstoff.

Während also bei der ausschliesslichen Fleischfütterung $\frac{3}{4}$ des aufgenommenen Stickstoffes den Körper im Harnstoffe wieder verliess, wurde bei der Fütterung mit ebensoviel Fleisch und außerdem etwas Zucker kaum die Hälfte des aufgenommenen Stickstoffes im Urine ausgeschieden. Die Menge des in der Summe der Faeces enthaltenen Stickstoffes blieb sich jedoch ziemlich gleich, da die bei der Zuckerdiät entleerten Faeces zwar geringer an Menge aber von höherem Stickstoffgehalte waren, als die Faeces der Fleischfütterung.

Der Hund hatte nun auch Fett in dem Fleische erhalten und zwar würde mit Zugrundelegung des durch die Analyse des Fleisches ermittelten Gehaltes an Fett die während der absoluten Fleischdiät consumirte Quantität sich auf 364 Grm. be-
läufen und die während der Zucker- und Fleischdiät auf 356 Grm. Sowohl die geringe Gewichtszunahme des Thieres während der Fleischfütterung, die fast in den täglichen Schwankungen des Gewichts des Thieres nicht zu erkennen war, als auch die Versuche von Boussingault u. s. w. sprechen dafür,

dass das während der Fleischfütterung eingeführte Fett nicht abgelagert, sondern zur Wärmeproduction verbraucht wurde. Bei der Zucker- und Fleischfütterung ist dies sicherlich nicht der Fall gewesen, es wird das Fett zu der beobachteten bedeutenden Vermehrung des Gewichts des Thieres beigetragen haben, oder, wenn es durch Oxydation ausgeschieden wurde, eine entsprechende Menge Fett gebildet und abgelagert sein, welches aus anderen Nahrungsbestandtheilen gebildet war. Zieht man nun dies eingeführte Fettquantum von der Gewichtszunahme des Thieres bei der Zuckerfütterung ab, so würde man die Gewichtszunahme erhalten, welche sich mit der Gewichtszunahme bei reiner Fleischfütterung vergleichen ließe, und setzt man jetzt den eingenommenen und weder im Urine noch im Kothe ausgeschiedenen Stickstoff in Proportion zu der Gewichtszunahme des Thieres, so erhält man für die Zeit der reinen Fleischdiät:

(13,666 : 225) 6,0 : 100

und für die Zeit der Zucker- und Fleischfütterung:

(38,902 : 972 — 356) 6,3 : 100,

d. h. das Verhältnis ist ziemlich gleich, aber doch noch ein wenig gröfser bei der Zuckerfütterung.

Ein frisches thierisches Gewebe mit 6 pCt. Stickstoff giebt es natürlich nicht, in dieser Verhältniszahl ist aber auch der gasförmig ausgeschiedene Stickstoff mit enthalten. Regnault und Reiset beobachteten eine Abhängigkeit der Quantität des in gewisser Zeit perspirirten Stickstoffes von der Ernährung in der Weise, dass hungernde Thiere Stickstoff absorbierten, gut genährte Thiere dagegen viel Stickstoff expirirten. Betrachtet man die Gewichtszunahme des Thieres in einer gewissen Zeit als Ausdruck der Ernährung, so würde also ein bestimmtes Verhältniss zwischen der Gewichtszunahme und Stickstoffexhalation zu statuiren sein und die oben gegebenen Verhältniszahlen volle Berechtigung finden, indem sie die Summe des im Körper abgesetzten Stickstoffgewichtes und ausgeschiedenen Stickstoffes (in der Perspiration) in ihrer Abhängigkeit von der Ernährung zeigten.

Ueber diese Verhältnisse weiter hinauszugehen, ist noch nicht mit Sicherheit zu bewerkstelligen. So ist es z. B. völlig unhaltbar, eine Ablagerung von Muskelsubstanz als Ursache der Gewichtszunahme zu Hülfe zu nehmen, um eine Erklärung für die zurückbleibende Stickstoffquantität zu finden. Allerdings sind die Muskeln einer Zunahme an Masse fähig, aber so viel bekannt ist, nur durch gesteigerte und häufig wiederholte Thätigkeit derselben; dass sie aber durch gute Ernährung an eiweissartigen Substanzen zunehmen sollten, ist nicht einmal wahrscheinlich, wie viel weniger erwiesen.

Da das Blutvolumen und die Concentration des Blutes jedenfalls etwas variabel sind, so könnte man wohl daran denken, hier im Blute den nicht ausgeschiedenen Stickstoff vorläufig verweilen zu lassen, um vielleicht eine grössere Menge von Blutkörperchen erzeugen zu helfen, dass aber der Hund über 1 Pfund Blut mehr gehabt habe, als vor der Zuckerfütterung, ist nicht wahrscheinlich.

Bernard^{*)}) machte die interessante Beobachtung, dass bei Fütterung der Thiere mit Zucker das Leberdecoct von Fett-partikelchen getrübt, bei zuckerfreier Nahrung dieses Decoct durchsichtig sei. Er macht hieraus den nicht gerechtfertigten Schluss, dass der Zucker, welcher dem Thiere in der Nahrung zugeführt sei, in der Leber unter Fettbildung zerfalle, während gleichzeitig hiermit oder hierdurch die Leber zu energischer Zuckerproduction angeregt werde. Wie Bernard zu diesem letzten Schlusse gekommen ist, ist nicht recht deutlich. Wenn die Leber Zucker zerstören kann, so wäre es eigenthümlich, dass sie nicht auch ihren selbst producirten Zucker zerstört, denn sowohl der aus der Nahrung zugeführte als auch der selbst producirt Zucker sind von vollkommen gleichen Eigenschaften. Außerdem ist es schwer verständlich, wie es geschehen könne, dass eine Desoxydation des Zuckers zu Fett, welche viel Kraft latent werden lässt, noch die Ursache einer Production von Zucker sein könne, die doch auch wenigstens ein Minimum von Kraftaufwand erfordern muss. Allerdings wird die Function der

^{*)} Bernard, *Leçons de physiologie expérим. etc.* 1855, p. 149.

Leber bei der Production von Galle und Zucker Ueberschuss an Kraft haben, wie sich dies in der erhöhten Wärme des Lebervenenblutes zu erkennen giebt, es mag also die Production von Zucker ebenso von Freiwerden der Wärme begleitet sein als die Production von Alkohol aus Zucker; wäre aber zugeführter Zucker der Erreger dieser Zucker- und Wärmeproduction, während er selbst in Fett umgewandelt würde, so würde eine bedeutende Menge der freigewordenen Wärme sofort wieder gebunden werden müssen in dem entstehenden Fette. Der Ansicht Bernard's entgegen wird man also wohl mit mehr Recht annehmen, dass bei zugeführtem Zucker (aus den Nahrungsmitteln) in der Leber die Bildung des Zuckers gehemmt wird, wie eine jede Gährung sich durch überschüssig vorhandene Producte der Gährung ein Ende setzt; die Stoffe jedoch, welche jetzt der Zuckerproduction nicht anheimfallen, wandeln sich nun in Fett um; es würde somit Fett aus Eiweiß gebildet oder wenigstens aus eiweiß- oder leimartigen Stoffen.

In dem oben citirten Werke thut Bernard (Leçons p. 247) noch einer anderen von ihm beobachteten Erscheinung Erwähnung, welche das höchste Interesse in Anspruch nehmen müfste, wenn sie sich bestätigen sollte. Er sagt, Blutserum mit Zucker versetzt und einige Zeit hingestellt, zeigt bald die Production einer grossen Menge farbloser Blutzellen, die in einem Serum nicht eintritt, welches im Uebrigen in gleichen Verhältnissen aber ohne Zuckerzusatz hingesetzt war. Ich wiederholte diesen Versuch mit 5 Grm. Zucker auf 100 Cem. Serum, 10 Grm. auf 100 Serum und 20 Grm. Zucker auf 100 Serum, ohne früher Zellen in Menge zu finden, als bis die Flüssigkeit (nach etwa 8 Tagen) sich in Folge der Milchsäuregährung getrübt hatte und sauer geworden war, und die dann in Menge auftretenden Zellen waren die bekannten Hefenzellen, die Bernard erst später fand, als die neugebildeten farblosen Körnchenzellen. Ein positives Resultat sicher beobachtet ist natürlich mehr werth als viele negative; dennoch ist eine Vermehrung der farblosen Blutzellen, soviel ich gelesen habe, überhaupt noch nicht anderweitig beobachtet.

Aus der bedeutenden Gewichtszunahme des obigen Versuchshundes ist mit Sicherheit darauf zu schliessen, dass eine bedeutende Zunahme der Gewebe des Hundes an Masse stattgefunden hat, außerdem geht aus der Berechnung der Stickstoffeinnahmen und Ausgaben hervor, dass diese Massenzunahme nicht allein an Fett, sondern auch an stickstoffhaltigen Substanzen erfolgt ist, da unmöglich eine so bedeutende Menge von Stickstoff plötzlich durch die Perspiration ausgeschieden werden kann, wenn Zucker als Nahrung neben dem Fleische gereicht wird.*). Da nun weder Nerven noch Muskeln eine wesentliche Gewichtszunahme bei starker Ernährung erfahren, so ist es wohl nicht allein als wahrscheinlich, sondern als sicher zu betrachten, dass durch die Zufuhr an Zucker eine abundante Zellenbildung im Körper hervorgerufen wird, unter endlichem Absatz von Fett, leimgebendem Gewebe etc. Nur auf diese Weise ist auch überhaupt die Thatsache erklärlich, dass reichliche Zufuhr der Kohlenhydrate mästet. Würde der Zucker selbst in Fett verwandelt, so würde durch diesen Reductionsproces viel Wärme latent; diese würde allerdings dem Organismus beim Verbrauch des Fettes zu Gute kommen, aber solche Processe sind im thierischen Organismus überhaupt selten und dann wäre nicht zu begreifen, wie das abzulagernde Fett in die Zellen gelangen sollte, da die Zellwände in jedem Stadium ihres Lebens, so lange sie noch keine Löcher haben, für Fette impermeabel sind. Wird dagegen in der Zelle das Fett gebildet, so kann es sich wohl nur aus den hier liegenden eiweißartigen Stoffen bilden, denn die schnelle Umsetzung des Zuckers gestattet nur einer sehr unbedeutenden Menge mit dem Transsudat der Capillaren bis in die Zellen zu gelangen.

Dass der Zucker leichter von oxydirenden Substanzen,

*) Regnault und Reiset erhielten unter sieben Versuchen als bei weitem grösste Menge durch Perspiration ausgeschiedenen Stickstoffes 1,535 Grm. N. in 10 Stunden 15 Minuten von einem 6256—6060 Grm. schweren Hunde (also vom Gewichte meines Versuchstieres), bei gleicher Production würde dies Thier erst 25,8 Grm. N. in sieben Tagen geliefert haben. Regnault et Reiset, *Recherches chimiques p. 122 sur la respir. des animaux.*

d. h. vom Sauerstoff selbst zersetzt wird, als das Eiweiss und seine Verwandten, zeigt sich bei jeder Prüfung. Bernard meint zwar, dass der Zucker nicht vom Sauerstoff im Blute direct zersetzt werde, sondern dass zunächst eine Umwandlung des Zuckers in Milchsäure stattfinde, wobei der Sauerstoff höchstens mittelbar thätig sei, nach den Schönbein'schen*) Experimenten möchte aber zwischen Sauerstoff und Sauerstoff ein Unterschied zu machen sein, den Bernard natürlich nicht kannte und über dessen Einfluss auf die Zersetzung des Zuckers im Blute erst weitere Experimente uns aufklären müssen. Je-denfalls ist erwiesen, dass das Blut immer fast constanten Eiweissgehalt hat und nur in einer kleinen Strecke seiner Bahn immer Zucker führt und dass wenn sich dieser in Milchsäure umwandelte, auch diese zu CO^2 und Wasser oxydiert würde. Wird nun einem Thiere viel Zucker zugeführt, so wird dieser oder seine Umwandlungsproducte zunächst den Sauerstoff verbrauchen und das Eiweiss somit vor der Oxydation ziemlich bewahrt bleiben, so lange noch Zucker vorhanden ist, in diesem Falle hätte das Eiweiss nur in den Muskeln bei deren Thätigkeit eine Oxydation zu erleiden, welche unter diesen Verhältnissen recht wohl vom Zucker ungehindert bleiben kann, da durch den Nervenstrom eine Spannungsänderung in den Eiweistheilchen der Muskeln ohne Zweifel hervorgerufen wird.

Werden keine anderen Substanzen als Nahrung zugeführt, als Eiweiss, so wird dieses der Oxydation unterliegen, mag diese Oxydation nun im Blute oder irgend einem Organe vor sich gehen, mag aus dem Eiweiss Zucker erst gebildet und dieser oxydiert werden oder auf andere Weise die Oxydation erfolgen, die Summe der Ausscheidungsstoffe bei reiner Fleischnahrung lassen dies nicht bezweifeln, wenn man sie mit derjenigen vergleicht, welche man bei gleichzeitiger Zuckersättigung erhält.

Dass aber das liegenbleibende Eiweiss, welches bei der Zuckersättigung nicht oder nur gering mit Sauerstoff versehen wird, leicht unter Fettbildung zersetzt wird, zeigen viele patho-

*) Schönbein, Ueber Sauerstoffreger etc. Vierordt Arch. 1856. I. pag. 1.

logische Beobachtungen ebenso deutlich als die Zuckerfütterung. Alle alten Transsudate, welche sich in serösen Höhlen oder Ovarialcysten u. dergl. finden, sind außerordentlich reich an Cholesterin und Fett, und die fettige Degeneration der Zellen, welche aufgehört haben zu functioniren, z. B. Muskeln, deren Nerven gelähmt sind, das Uterusparenchym nach der Geburt, losgestoßene Epithelzellen etc. zeigen Entstehung von Fett in Zellen, die mit Eiweiß erfüllt sind, unter gleichzeitigem Schwund des Eiweißes selbst.

Die stickstoffhaltigen Zersetzungspredkte, welche aus dem Eiweiß bei der Fettbildung hervorgehen, sind unbekannt. Alte cholesterinreiche Transsudate enthalten viele Extractivstoffe und darunter auch Leim, wie es scheint, und es ist am wahrscheinlichsten, dass die leimgebende Substanz aus dem Eiweiß bei der Fettmetamorphose gebildet wird, doch sind das vage Vermuthungen.

Nach einer mündlichen Mittheilung von Hrn. Dr. Fürstenberg in Eldena, ist mit einer Futtermischung von mehr als fünf Theilen Kohlenhydraten auf ein Theil Eiweiß keine Mast zu erzielen, am besten gelingt die Mast mit drei Theilen zuckergebenden Stoff auf ein Theil Eiweiß. Auch diese Erfahrung spricht entschieden für die Bildung des Fettes aus Eiweiß. Liebig hat sich der Ansicht, dass das Fett im thierischen Körper aus Zucker gebildet werde, zugeneigt, sie aber nicht als unumstößlich hingestellt. Entschieden ist diese Frage durch obige Versuche noch nicht strict, wenn auch nur wenig Zweifel übrig bleiben können, doch hoffe ich zur Entscheidung dieser wichtigen Frage einige Anhaltspunkte geliefert zu haben.

Außerdem ergeben diese Versuche, sowie bereits die älteren von Bischoff*), über Wirkung der Kartoffelfütterung + 1 Pfund Fleisch, dass eine Luxusconsumtion qualitativ nicht zu leugnen ist, wenn es auch einem der ersten Prinzipien der Physik und Chemie widersprechen würde, wenn man eine quantitative Luxusconsumtion annehmen wollte. Qualitativ ist es Luxus, Eiweiß zu verbrauchen, wo man mit Zucker aus-

*) Bischoff, Der Harnstoff als Maass des Stoffwechsels. pag. 108.

kommt, und wenn auch das Eiweiss, an der Stelle des Zuckers zur Wärmeproduction verbraucht, in dieser Zersetzung noch außerdem manches andere wird leisten können, so scheint dies doch seitens des Thieres selbst von keiner Bedeutung zu sein, da man in seinen Thätigkeitsäußerungen keinen Unterschied findet. Man würde für einen Theil der Eiweissnahrung Zucker substituiren können, ohne das Leben des Thieres, so weit die Einsicht in dasselbe uns offen steht, irgendwie zu verändern.

Die Art der Zunahme des Thieres an Gewicht zeigt eine Progression, welche zu einem Punkte des Stillstandes nach Ablauf einer gewissen Zeit führen müfste. Ein gut genährtes Thier verbraucht mehr, als ein schlecht genährtes, es ergiebt sich schon hieraus der Mangel eines typischen nothwendigen Nahrungsquantum, wenn man dasselbe nicht in Beziehung setzt zu den vom Thiere geforderten Leistungen. Ich wählte für den Hund in diesem Falle 1 Pfund Fleisch zur fraglichen constanten Nahrung, um sicher zu sein, dass er für die geforderten Leistungen, d. h. leben in Ruhe im Käfig, mehr als genug erhielt.

Rücksichtlich der Wärmeproduction scheinen mir einige Andeutungen von Bernard^{*)} gefährlich zu sein, da sie viele Missverständnisse hervorrufen können. Er sagt, die hauptsächlichste Quelle der thierischen Wärme sei in der Leber zu suchen, nicht in einer Oxydation des Zuckers. Wie gross die Menge der Wärmeeinheiten ist, welche ein bestimmtes Gewicht Zucker bei seiner Entstehung in der Leber aus Eiweiss etc. frei werden lässt, ist nicht bekannt, jedenfalls kann die freiwerdende Wärme nicht so gross sein als die, welche bei der Oxydation desselben Gewichtszuckers zu CO^2 und Wasser frei wird und die Liebig'sche Verbrennungstheorie ist eben unerschütterlich, da sie nothwendig auf den Eigenschaften der Materie fußt und auf die Einzelvorgänge, welche als Durchgangsphasen in dieser Oxydation aufzufassen sind, gar nicht Rücksicht zu nehmen braucht. 1 Grm. Zucker müf die selbe Quantität Wärme frei werden lassen, wenn er unmittelbar zu Wasser und Kohlen-

^{*)} a. a. O. pag. 202 ff.

säure verbrannt wird, als wenn daraus irgendwelche Zersetzungspoducte: Milchsäure, Alkohol etc. entstehen und dann diese verbrannt werden.

Ist nun aber das Lebervenenblut das wärmste des Körpers, so folgt auch nicht, dass hier allein dem Blute Wärme zugeführt werde, sie kann ebenso in den kältesten Theilen der Blutbahn oder den Geweben selbst entstehen. Bernard selbst giebt in diesem Werke, gewiss der reichsten Fundgrube, die die Physiologie in neuester Zeit erhalten hat, an, dass in fiebераftigen Krankheiten sofort die Zuckerproduction in der Leber aufhöre und doch ist die Temperatur des Blutes auch bei den gewöhnlichen Verlusten an Wärme durch Haut und Lunge wesentlich erhöht. Die ganze Wärmeproduction während des Fiebers aber auf den Umsatz in den Muskeln zu schieben, ist nicht möglich, dagegen spricht auch die Menge der Excretionsstoffe. Auf mechanische Vorgänge in der Leber die Wärmeproduction zurückzuführen, überhaupt von den chemischen Vorgängen dieselbe zu trennen, ist gleichfalls nicht möglich, die Hauptquelle der thierischen Wärme wird man also nach wie vor in der Verbrennung des Zuckers etc. zu suchen haben und nicht in der Zersetzung stickstoffhaltiger Substanzen in der Leber unter Zuckerbildung. Hieraus würde nun noch folgen, dass nicht die Art der Reizung des Vagus in seinen Lungenverzweigungen hauptsächlich Wärmeproduction erregen oder hindern würde durch den Einfluss derselben auf die Leber, sondern dass das Maafs des zugeführten Sauerstoffes selbst der Hauptregulator der Wärmeproduction sei, also die Häufigkeit und Ergiebigkeit der Respiration, mag diese durch den Vagus gleichfalls vermittelt sein oder nicht. Hierfür sprechen auch alle Erscheinungen gesteigerter oder verlangsamter Respiration und Wärmebildung.

Aus obigen Experimenten und den beifolgenden Betrachtungen ergeben sich folgende Schlüsse:

1) Der Rohrzucker wird durch Speichel und Magensaft binnen 1 bis 2 Stunden nicht verändert.

2) Größere Gaben von Rohrzucker bewirken beim Hunde Erbrechen nach 1 bis 2 Stunden.

3) Bei Neutralisation des Magensaftes durch Kreide zeigte sich keine Änderung in 1) und 2).

4) Bei Neutralisation des Magensaftes durch Kreide schien durch Hefe keine Gährung im Magen hervorgerufen zu werden.

5) Auch fortgesetzte Zuckerrfütterung ließ keine Spuren von Zucker in Urin und Koth erscheinen.

6) Der Milchsäuregehalt des Urins ist bei Zuckerrfütterung nicht vermehrt.

7) Bei Fütterung mit Fleisch und Zucker steigt das Körpergewicht bei weitem schneller als bei alleiniger Fleischfütterung.

8) Bei Fleisch- und Zuckerrfütterung wird viel weniger Harnstoff ausgeschieden als bei alleiniger Fleischnahrung.

9) Die Harnstoffausscheidung wird durch ausschließliche Zuckerrfütterung auf ihr Minimum herabgedrückt.

10) Die Stickstoffausscheidung in den Faeces bei Zuckerr- und Fleischfütterung ist ziemlich gleich der bei reiner Fleischfütterung beobachteten.

11) Ist viel Zucker im Blute vorhanden, so bleiben Eiweiß und seine Verwandten vor der Oxydation bewahrt. Das wenig oder gar nicht mit Sauerstoff versehene liegenbleibende Eiweiß scheint sich stets unter Fettbildung zu zersetzen. Auf diese Weise mästet die Zuckernahrung nur bei reichlicher gleichzeitiger Zufuhr von Eiweißstoffen.

12) Die Annahmen Bernard's, dass die Zuckernahrung nur Erregung von Zuckerproduktion in der Leber bewirke, während der zugeführte Zucker in Fett umgewandelt würde, sowie dass die Zuckerproduktion in der Leber die Hauptwärmequelle für den Organismus sei, sind unhaltbar.

13) Die Körpertemperatur wird durch Zucker- und Fleischfütterung nicht geändert, verglichen mit der Körpertemperatur bei reiner Fleischnahrung.

14) Eine achttägige Fütterung mit viel Rohrzucker neben

reichlicher Fleischnahrung stört das Befinden des Hundes in keiner Weise.

Bemerkung. Bei der Untersuchung des Urines, welchen der Hund während und nach obigen Versuchen gelassen hatte, fand sich keine Spur von Harnsäure, wie dies Liebig bereits urgirt, während Eckard es neulich bestritten hat. Die Kynurensäure wurde in nur sehr unbedeutender Menge aus etwa 25 Litres Urin gewonnen.
