

## II.

# Untersuchungen über die Ausscheidung des Zuckers durch die Nieren nach der Einspritzung desselben in das Blut.

Von Dr. L. Limpert und Dr. C. Ph. Falck zu Marburg.

---

Obwohl seit etwa 10—12 Jahren bekannt geworden ist, dass Zucker mit dem Urin durch die Nieren von dannen geht, wenn eine Zuckerlösung in das Blut eingespritzt wird, so fehlt es doch bis zu Anfang des Jahres 1854, also bis zu der Zeit, zu welcher eine von Becker verfasste Abhandlung \*) bekannt wurde, noch recht sehr an solchen Untersuchungen, aus welchen mit Bestimmtheit zu entnehmen gewesen wäre, in welcher Zeit die künstlich eingeleitete Zuckerelimination sich vollendet, und in welcher Menge der eingespritzte Zucker durch die Nieren von dannen geht. Diese zu jener Zeit bemerkbare Lücke in der Wissenschaft, sowie die Wichtigkeit, welche uns die Erforschung der quantitativen und zeitlichen Verhältnisse der Zuckerelimination für die reine und angewandte Physiologie, für die Physiologie des normalen und abnormalen Stoffwandels und *in specie* für die Pathologie des diabetischen oder glykurischen Krankheitsprozesses zu haben

\*) Ueber das Verhalten des Zuckers beim thierischen Stoffwechsel. Von F. J. von Becker. — Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie. Von Siebold und Kölliker. Bd. 5. p. 123—178.

schien, hat uns, noch ehe wir von der Becker'schen Arbeit eine Kenntniß erhalten hatten, veranlaßt, eine gemeinschaftliche Arbeit über das quantitative und zeitliche Verhältniß der nach der Einspritzung von Zucker folgenden Zuckerelimination auszuführen, und über die Publikation derselben ein bestimmtes Uebereinkommen zu treffen. Zufolge desselben wurde es dem Einen von uns, welcher damals eine Doctordissertation vorzulegen hatte, überlassen die Resultate der Arbeit vorerst in den academischen Kreisen zur Kenntniß zu bringen\*). Später sollte sodann die ganze Arbeit einem medicinischen Journale zur Verbreitung in weiteren Kreisen übergeben werden, was durch verschiedene Umstände etwas verspätet wurde. Wir liefern jetzt die in Rede stehende Arbeit und wollen uns in dieser Abhandlung über folgende Punkte verbreiten. Zunächst wollen wir Rechenschaft darüber ablegen, wie wir uns den zu unsren Untersuchungen nöthigen Urin von den Hunden jederzeit verschafft haben. Sodann wollen wir uns darüber aussprechen, wie wir bei unseren saccharignostischen und saccharimetrischen Untersuchungen praktisch zu Werke gingen. Drittens wollen wir mittheilen, wie die Zuckereinspritzungen in das Blut ausgeführt wurden und was wir dabei beachten zu müssen glaubten. Viertens wollen wir vortragen, welche Versuche von uns ausgeführt und welche Resultate dabei gewonnen wurden. Endlich scheint es uns passend zu sein in einer historisch-kritischen Umschau den Stand der Forschung hinsichtlich der künstlich erregten Zuckerelimination genau darzulegen und die Ergebnisse unserer Untersuchungen mit den Resultaten anderer Forscher zu vergleichen.

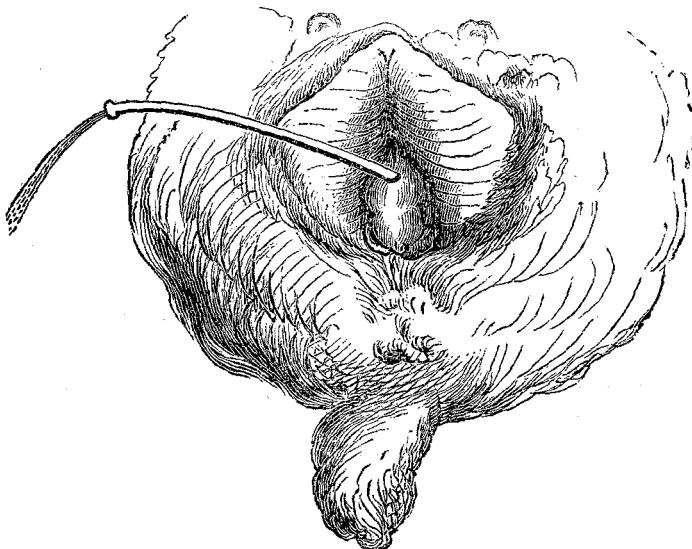
## 1. Vom Katheterismus und der Harnentziehung bei Hunden.

Wenn man bei Hunden von Stunde zu Stunde oder nach einer anderen Zeiteintheilung den Urin auf Zucker prüfen will, so ist es nothwendig, die Harnwerkzeuge derselben durch einen

\*) Am 6. September 1854 erschienen: *Symbolae ad Physiologiam Sacchari. Diss. inaug. auct. L. Th. G. Limpert. Marburg. Catton. 1854. p. 32.*

chirurgischen Eingriff so zu verändern, dass man mit Hülfe des Katheters den Urin zu jeder beliebigen Zeit und bis auf den letzten Tropfen entziehen kann. Bei weiblichen Hunden liegt das *Orificium urethrae externum* von dem Damme bedeckt in dem Scheidenrohre verborgen, weshalb man nur einen künstlichen Dammriss zu bewirken braucht, um dasselbe zu Tage zu legen und für den Katheter zugängig zu machen. Wie dieser Dammriss auszuführen ist, bedarf als selbstverständlich kaum einer Auseinandersetzung. Wir nehmen zur Operation ein gewöhnliches Sichelmesser mit zolllanger Klinge, führen dasselbe in die Scheide der Hündin, stechen in der Mitte des Dammes durch und spalten, indem wir ausschneiden, die ganze vordere Parthie des Dammes in der Richtung der Scheide. Ist dieser operative Eingriff gut gelungen, und die geringe Blutung, welche gewöhnlich damit verbunden ist, gestillt, so muss das *Orificium urethrae externum* in der Form einer Papille zu Tage liegen und die ganze Oeffnung so beschaffen sein, dass man mit dem Katheter leicht hinzukommen kann. Hat man die Absicht das zur Zuckerinjection dienende Thier bald zu tödten, so kann man die operirten Geschlechtstheile in der angegebenen Zurichung lassen. Will man dagegen mit der operirten Hündin viele Versuche ausführen, so ist es nothwendig die frischen Wundlefzen vor dem Zusammenwachsen zu bewahren, besonders bei jüngeren Hunden, bei welchen dieselben von dem Winkel der Wunde aus leicht sich vereinigen. Um dieses Ziel zu erreichen, kauterisiren wir die Wundlefzen mit Höllenstein, der, wie wir aus Erfahrung wissen, in dieser Beziehung alle anderen Aetzmittel an Güte überragt. Ist die Aetzung gut ausgeführt, so hat dieselbe zur Folge, dass die Lefzen der Wunde bald vernarben, und dass das Exterieur der Geschlechtstheile der operirten Hündin eine Gestalt annimmt, die für den Katheterismus wie von Natur geschaffen erscheint. Man überzeugt sich von der Richtigkeit dieser Angaben, wenn man das hier folgende Bild eines Blickes würdigt, welches die durch einen chirurgischen Eingriff, sowie durch Kauterisation zum Katheterismus

vorbereiteten Geschlechtstheile einer Pinscherhündin im verkleinerten Maassstabe vor Augen führt.



Der in der Mitte des Bildes befindliche Körper, welcher natürlich von rother Farbe ist, stellt die Papille dar, in welche das *Orificium urethrae externum* versenkt ist, und in welches der Katheter eingeführt wird. Die um die Papille herumliegende schildförmige Platte stellt die zu Tage gelegte und vernarbte rothe Scheide der Hündin dar. Die übrigen im Bilde zur Anschauung gebrachte Theile der Hündin bedürfen keiner weiteren Erklärung.

Was nun die Technik des Katheterismus betrifft, so sind darüber nur wenige Worte zu verlieren. Kleinere Hunde, wie z. B. Pinscher- und Dachshunde legt man mit dem Rücken so auf den Schoos, dass man den Kopf eines jeden zwischen den linken Ellnbogen und die linke Seite des Körpers einschließt, während man mit der linken Hand die Hinterfüsse zusammenfalt und mit der rechten den elastischen Katheter zuführt. Um den ablaufenden Urin aufzufangen, stellt man vor sich eine Porzelanschaale, gegen welche der Mund des Katheters gerich-

tet wird. Größere Hunde, als Metzger-, Jagd- und Hühnerhunde, katheterisiert man am besten im Stehen, indem man den Schwanz eines jeden in die Höhe hebt und den Katheter zu führt. Bissige Hunde jeder Art schnallt man der Vorsicht halber vor dem Katheterismus auf den Operations-Tisch auf und zwar so, dass die Geschlechtstheile den Rand desselben etwas überragen. Glücklicher Weise gewöhnen sich die Hunde an den Katheterismus in kürzester Zeit. Der Eine von uns hält schon seit Jahren Pinscher- und Dachshündinnen, die an den Katheterismus so gewöhnt sind, dass sie auf ein bestimmtes Zeichen herbeikommen, auf den Schoos ihres Herrn hinauf springen und mit grösster Ruhe zum Katheterismus sich hinlegen.

Ueber den Katheterismus männlicher Hunde, den wir ebenfalls durch einen operativen Eingriff ermöglicht und ausgeführt haben, wollen wir uns jetzt nicht verbreiten, da bei den folgenden Untersuchungen durchweg nur Hündinnen verwendet wurden.

## 2. Die von uns befolgten saccharignostischen und saccharimetrischen Methoden.

Um den Milch-, Trauben- und Rohrzucker in dem Urin der Hunde zu erkennen, bedienten wir uns folgender Reagentien und Werkzeuge:

1. Der alkalischen Kupferlösung, welche Barreswill als Reagens für Zucker in die Industrie einführte, und welche der Eine<sup>\*)</sup> von uns schon im Jahre 1845 als Mittel zur quantitativen Bestimmung des Harnzuckers empfahl. Wir bereiteten uns diese Flüssigkeit zu allen später mitzutheilenden Versuchen immer selbst und zwar in der Weise, dass wir 10 Grm. chemisch reinen krystallisierten Kupfervitriol in destillirtem Wasser auflösten, aus der blauen Lösung das Kupferoxydhydrat mit aufgelöstem Kalihydrat niederschlugen, sodann ein dem Kupfergehalte entsprechendes, oder denselben über-

<sup>\*)</sup> Oesterlen's Jahrbücher 1845. No. 4.

steigendes Aequivalent reiner Weinsäure hinzufügten und endlich, unter Erwärmung der ganzen Flüssigkeit, soviel Aetzkali in concentrirter Lösung beimengten, bis die Flüssigkeit die bekannte himmelblaue, klare Farbe angenommen hatte. Wir betrachten diese Kupferlösung, welche sich keineswegs so leicht zersetzt, wie manche behaupten, als generelles, nicht als specifisches Reagens und wenden es dem entsprechend an, wenn wir wissen wollen, ob der Urin eine, das Kupferoxyd reducirende Substanz enthält.

Waren wir im Begriffe Zuckereinspritzungen zu machen, so prüften wir vor der Infusion den Urin des zum Versuche dienenden Thiers mit der angegebenen Lösung. Fanden wir, was zuweilen vorkam, dass der Urin auch ohne Einspritzung von Zucker eine Fällung von Kupferoxydul bewirkte, so unterliessen wir begreiflich die beabsichtigte Einspritzung und sorgten durch Aenderung der Kost, und besonders durch längere Darreichung von purem Fleisch dafür, dass der reducirend wirkende Körper aus dem Urin verschwand. War der Urin des zum Versuche dienenden Thiers frei von jeder Substanz, welche die alkalische Kupferlösung zersetzt, so schritten wir, wenn uns sonst alles passte, zu der Zuckerinfusion und prüften daran von Stunde zu Stunde, oder in noch kürzeren Zeitabschnitten den Urin, indem wir immer erst die Kupferlösung für sich aufkochten und erst dann von dem zuprüfenden Urin zusetzten, wenn die blaue Flüssigkeit bei der Feuerprobe völlig unzersetzt geblieben war. Bemerken wir unter allen diesen Cautelen nach der Zufügung von Urin eine Zersetzung der Kupferlösung, so hielten wir uns begreiflich zu der Behauptung ernächtigt, dass zufolge der Zuckerinfusion ein das Kupferoxyd reducirender Körper in den Urin gekommen sei.

Halten wir in das Blut einer Hündin Rohrzucker eingespritzt, der an und für sich bekanntlich die Kupferlösung nicht zersetzt, so verfuhren wir in folgender Weise. Von dem Urin, der zu prüfen war, brachten wir zunächst etwas in die kochende Kupferlösung. Fiel die Reaction, wie meistens, negativ aus, so

brachten wir alsbald eine zweite Portion Urin in ein Glaskölbchen und erhitzten denselben mit etwas starker Salzsäure oder Schwefelsäure, welche bekanntlich den Rohrzucker in Traubenzucker überführen. Nach Vollendung dieser Operation prüften wir mit Lackmuspapier den Säuregehalt des umgewandelten Urins und gossen denselben, wenn der Säuregehalt unbedeutend war, zu der kochenden Kupferlösung. War dagegen der Säuregehalt des umgewandelten Urins bedeutend, so tilgten wir denselben mit Natronlauge, weil wir wissen, dass nur eine alkalische, nicht eine saure Kupferlösung durch Traubenzucker zersetzt wird.

2. Bedienten wir uns der Bier- und Presshefe, um die Anwesenheit von Zucker in dem Urin zu constatiren. Jedes von diesen Fermenten setzt bekanntlich den Traubenzucker bei einer Temperatur von 20—30° R. in sehr kurzer Zeit in Gährung, während sie den Rohr- und Milchzucker, wenigstens in den ersten Stunden ihrer Contactwirkungen unzerstört lassen. Wir konnten also mit Hefe die Anwesenheit und Abwesenheit von Traubenzucker in dem Urine leicht constatiren und thaten dies immer in der Weise, dass wir neben ein Glas mit Urin ein Glas mit Traubenzuckerlösung aufstellten und zu jedem dieser Gläser eine bestimmte Menge von ein und demselben Ferment hinzufügten. Ging dabei die Traubenzuckerlösung in Gährung auf, während der mit Ferment versetzte Urin keine Gährung bemerkten ließ, so konnten wir mit Bestimmtheit annehmen, dass der Urin keinen Traubenzucker enthielt, weil wir uns von der Fähigkeit des Fermentes, Gährung zu erregen, vollständig überzeugt hatten.

3. Benutzten wir das Aetzkali als Reagens auf Zucker. Wie hinreichend bekannt, besitzt dieses Alkali die Fähigkeit zwei Zuckerarten, nämlich den Trauben- und Milchzucker, wenn sie in Wasser aufgelöst sind, bei gesteigerter Temperatur rasch in eine dunkelbraune Flüssigkeit (in humusartige Körper) zu verwandeln, während es den Rohrzucker, wenigstens in der ersten Zeit des Versuchs, ganz unangetastet lässt und späterhin

nur sehr langsam, jedoch mit merklicher Farbenänderung umwandelt. Wir konnten also das Aetzkali recht gut neben den anderen bereits aufgeföhrten Reagentien gebrauchen, wenn es darauf ankam, die An- oder Abwesenheit von Trauben- oder Milchzucker in dem Urine nachzuweisen, und wir haben in der That das Aetzkali so benutzt, dass wir dasselbe mit einer grösseren Menge von Urin in einem Probigläschen über der Spirituslampe längere Zeit erhitzten und dabei Acht gaben, ob die gelbe Farbe des mit Aetzkali versetzten Urins in das Dunkle überging und endlich einer dunkelbraunen Farbe das Feld räumte.

4. Nahmen wir die Zunge zu Hülfe, um die eine oder andere Zuckerart, wenn sie in den Urin übergegangen war, zu entdecken. Da der zuckerfreie Hundeurin in Berührung mit der Zunge nicht die leiseste Spur eines süßen Geschmacks verräth, so konnte ein süsser Geschmack, wenn er beobachtet wurde, als sicheres Zeichen eines grösseren Zuckergehaltes betrachtet werden. In der That haben wir gefunden, dass bei einem geringfügigen Zusatze von Rohrzucker zu dem Hundeurin letzter einen entschieden süssen Geschmack annimmt, und dass auch Milch- und Traubenzucker durch den Geschmack zu erkennen ist, vorausgesetzt, dass diese Zuckerarten in etwas grösserer Menge dem Urin beigemengt sind.

5. Gebrauchten wir den Polarisationsapparat von Soleil, wenn es uns darauf ankam, die An- oder Abwesenheit von Trauben-, Rohr- oder Milchzucker in dem Urin der Hunde nach optischen Bestimmungsgründen unzweifelhaft zu constatiren. Wie man weiss, besitzt der genannte Apparat, welcher auf das Circularpolarisationsvermögen der Zuckerarten ge gründet ist, die äusserst sinnreiche Einrichtung, dass er durch eine wirkliche Farbenänderung seiner aus rechts und links drehendem Quarze bestehenden Hemidiscem anzeigen, ob das Füllrohr des Apparats mit einer rechts- oder linksdrehenden Zuckerart beschickt wurde. Wir konnten also, indem wir von diesem Apparate zur Prüfung des Urins Gebrauch machten, aus der Farbenänderung der Hemidiscem erkennen, ob wir es

mit einer rechts- oder linksdrehenden Zuckerart, oder mit gar keinem Zucker zu thun hatten, um so bestimmter, als wir uns durch besondere Versuche davon überzeugt hatten, dass der zuckerfreie Hundeurin, wenn er entfärbt ist, keinen Einfluss auf das Soleil'sche Instrument ausübt.

Was die quantitative Bestimmung des in den Urin übergegangenen Zuckers betrifft, so haben wir dieselbe stets in folgender Weise ausgeführt. Waren wir im Begriffe Traubenzucker durch die geöffnete Vene einer Hündin einzuspritzen, so wogen wir zunächst die dazu nöthige Menge auf einer guten Wage ab und sodann 1 Grm. desselben Zuckers, den wir mit reinem Wasser bis zu 100 CC. auflösten und verdünnten. Wir gewannen in dieser Weise eine Traubenzuckerlösung, von welcher jeder CC. 0,01 Grm. des zum Versuche verwendeten, aus Honig dargestellten Traubenzuckers enthielt. Mit dieser Flüssigkeit von bekanntem Zuckergehalte füllten wir sodann eine Mohr'sche gerade Burette, die uns dazu diente, die Zuckerlösung tropfenweise abfließen zu lassen. Um nun die alkalische Kupferlösung, welche wir bei jedem Versuche aufs Neue bereiteten, genau zu titriren, brachten wir von derselben mit Hülfe einer gläsernen Pipette 5—10—15 CC. in ein gläsernes Kölbchen und ließen dazu nach dem Aufkochen soviel von der in der Burette enthaltenen Zuckerlösung tropfenweise niederfallen, bis alles Kupferoxyd als Oxydul ausgeschieden war und die blaue Flüssigkeit der Kupferlösung völlig wasserhell erschien. Hatten wir diesen Punkt erzielt, so lasen wir an der Burette ab, wieviel Zuckerlösung zur Reduction der Kupferlösung verbraucht war. Fanden wir z. B., dass 6,5 CC. Traubenzuckerlösung nothwendig waren, um 15 CC. Kupferlösung zu reduciren, so wussten wir, dass das Traubenzuckeräquivalent 0,065 Grm. betrug, was wir bei der Titrirung des Hundeurins benutzten. Um nun den Hundeurin selber quantitativ auf Zucker zu prüfen, brachten wir denselben nach Beendigung des Versuchs in eine zweite Mohr'sche Burette und reduciren damit abermals 5—10—15 CC. der zur Untersuchung dienenden Kupferlösung. Gesetzt, wir verbrauchten davon zur Reduction

von 15 CC. Kupferlösung nur 3,5 CC., so wussten wir, dass diese geringe Menge Urins 0,065 Grm. des eingespritzten Traubenzuckers enthielt, so dass wir durch Ansetzung einer Gleichung die ganze Quantität des in den Urin übergegangenen Traubenzuckers herausfinden konnten.

In gleicher Weise verfahren wir, wenn wir statt mit Traubenzucker mit Milchzucker experimentirten. Wir pulverten alsdann die schönsten Krystalle, welche wir vorrätig hatten, und wogen von dem gepulverten Milchzucker, sowohl die zur Einspritzung, als die zur Titrirung nöthige Menge ab. Indem wir aber 1 Grm. Milchzucker mit Wasser aufnahmen und bis 100 CC. Rauminhalt verdünnten, gewannen wir eine Milchzuckerlösung, von der ein jeder CC. genau 0,01 Grm. Milchzucker enthielt. Mit dieser Normallösung reducirten wir alsdann 5—10—15 CC. der zur Untersuchung dienenden alkalischen Kupferlösung, wobei wir das Milchzuckeräquivalent genau kennen lernten.

Etwas anderes als bei den Versuchen mit Trauben- und Milchzucker mussten wir bei den Versuchen mit Rohrzucker verfahren. Wir nahmen alsdann die schönsten Krystalle von weissem Kandiszucker, von dem wir nach dem Pulvern 1 Grm. zur Titrirung der Kupferlösung und überdies die nöthige Menge zum Einspritzen in die Venen abwogen. Die erstere Menge brachten wir alsdann in eine Porzelanschale mit etwas Wasser und Salzsäure und erhitzten diese Masse mit Hülfe einer Spirituslampe, bis dieselbe in Traubenzucker umgewandelt war. Nach Beendigung dieser Operation brachten wir die saure Zuckerlösung in ein Maafsglas und füllten dieselbe mit soviel Wasser auf, dass der Spiegel der Flüssigkeit genau der Zahl 100 entsprach. Wir gewannen in dieser Weise eine in Traubenzucker umgewandelte und zur Titrirung taugliche Rohrzuckerlösung, von der jeder CC. 0,010 Grm. des eingespritzten Rohrzuckers enthielt. Diese Normallösung wurde von uns benutzt, um das Zuckeräquivalent der zur Titrirung dienenden Kupferlösung zu bestimmen. Gesetzt wir verbrauchten zur Reduction von 15 CC. Kupferlösung 5,5 CC. der in Traubenzucker verwandelten normalen Zuckerlösung, so wussten wir, dass das

Zuckeräquivalent 0,055 Grm. Rohrzucker betrug. Hatten wir aber von dem Hundeurin nach seiner Behandlung mit Salzsäure unter Zurückführung desselben auf das ursprüngliche Volum 5,5 CC. zur Reduction von 15 CC. Kupferlösung nöthig, so wußten wir, daß diese ebenfalls 0,055 Grm. des eingespritzten Rohrzuckers entsprachen, womit wir alle Elemente zur Berechnung des absoluten Zuckergehalts des Urins errungen hatten.

Um den bei allen Versuchen ständig entzogenen Hundeurin sowohl qualitativ als quantitativ auf Zucker prüfen zu können, beobachteten wir die Vorsicht, jede stündliche Harnportion mit Hülfe eines in CC. eingetheilten Maafsglasses und einer Pipette genau in zwei Hälften zu zerlegen. Davon diente uns die eine Hälfte zur quantitativen Bestimmung des in den Urin übergegangenen Zuckers, während wir die andere Hälfte des Urins zur qualitativen Bestimmung auf Zucker verbrauchten. Die zur quantitativen Bestimmung des Zuckers dienenden halben Harnportionen gossen wir aber so lange zusammen, als bei der qualitativen Prüfung des Urins Zucker zu finden war. Wir mußten in dieser Weise verfahren, weil die ständig entzogenen Harnmengen meistens zu klein waren, um mit der Hälfte davon eine vollständige Reduction von 5—10—15 CC. Kupferlösung zu bewirken.

### 3. Das von uns befolgte Verfahren bei der Einspritzung von Zucker in das Blut.

Ehe wir es unternahmen, durch die geöffnete Vene einer Hündin Zucker einzuspritzen, prüften wir zunächst den mit dem Katheter entzogenen Urin des zum Versuche bestimmten Thiers mit der alkalischen Kupferlösung. Wurde letztere, was mehrmals vorkam, durch den zugefügten Urin reducirt, so vertagten wir die Einspritzung und wirkten durch Darreichung von Fleisch dahin, daß die, das Kupferoxyd reducirende Substanz sobald wie möglich zum Schwinden kam.

Erwies sich bei erster oder wiederholter Prüfung der Urin

der zum Versuche bestimmten Hündin frei von jeder auf die alkalische Kupferlösung wirkenden Substanz, so schritten wir, wenn uns sonst alle Verhältnisse zusagten, zur Ausführung der Infusion, die wir gewöhnlich in folgender Weise unternahmen.

Um eine, zur Einspritzung geeignete Zuckerlösung zu erhalten, wogen wir 5 oder 10 oder mehr Grm. einer bestimmten Zuckerart (Milch-, Trauben- oder Rohrzucker) ab, und nahmen dieselbe mit einer gröfseren oder geringeren Menge von reinem Wasser auf. War der Zucker gelöst, und die Lösung durch ein möglichst kleines Filter filtrirt, so wurde letztere sammt den Aussüssungs- und Waschwässern in ein kleines Becherglas gebracht und gewöhnlich bis zu 35—45 CC. Flüssigkeit mit Wasser verdünnt.

Um die im Becherglas enthaltene Zuckerlösung ohne Rückstand und Vergeudung in die Infusionsspritze aufzunehmen, benutzten wir zur Einspritzung ein Instrument, das ohne alle Schwierigkeit 50 CC. Flüssigkeit aufzusaugen im Stande war. Dieses Instrument wurde, nachdem es zum Oesteren mit Wasser gefüllt, von Luft befreit und wieder ausgespritzt war, in die Zuckerlösung tief eingesenkt und durch langsames und vorsichtiges Zurückziehen des Embolus so mit der Zuckerlösung angefüllt, dass letztere ganz und ohne Vermengung mit Luft den grössten Theil der Spritze erfüllte.

War die Füllung der Infusionsspritze gut gelungen, so wurde dieselbe zur Seite gelegt und die eigentliche Operation an dem zum Versuche dienenden Thiere begonnen. Zu diesem Ende brachten wir jedesmal das Versuchsthier auf den Operationstisch und befestigten dasselbe so gut, als es die von uns getroffene Einrichtung zuließ. War die Hündin fest und zweckmäsig gelagert, so fasste der Eine von uns den Kopf des Thieres an der Schnautze und gab demselben eine solche Wendung, dass die äussere Jugularvene der rechten oder linken Seite dem Anderen von uns, der die Operation ausführte, zur Hand stand. Es wurde sodann die Einschneidung des Felles, die Isolirung und Unterbindung der Vene in der üblichen Weise ausgeführt, und die Infusion der Zuckerlösung so be-

sorgt, dass die Flüssigkeit nur höchst langsam, etwa in Zeit von 4—5 Minuten dem Blute sich beimengen konnte. Wir haben bei dieser Art der Infusion auch nicht einmal einen unangenehmen Zufall oder einen Verlust von Zuckerlösung zu beklagen gehabt. Alle Operationen und Infusionen gingen nach Wunsch von Statten.

Um die Versuchsthiere gegen Schmerz und andere Leiden, als solche, welche mit der Operation verbunden waren, möglichst zu schützen, sorgten wir durch Anlegung von blutigen Heften dafür, dass die am Halse gemachten Wunden sofort nach der Infusion zum Schlusse kamen.

Um jeden Verlust von Urin zu vermeiden, brachten wir jedes Versuchsthier nach der Infusion und der Entfesselung von dem Operationstische sofort in einen Behälter, der zum Sammeln des vielleicht unerwartet entleerten Urins zweckmäßig eingerichtet war. Aus diesem Behälter nahmen wir aber die Hunde hervor, wenn dieselben, was ständig geschah, katherisiert werden sollten.

#### 4. Die von uns ausgeführten Infusionsversuche mit Milch-, Trauben- und Rohrzucker.

##### a. Versuche mit Milchzucker.

Erster Versuch. Zu diesem Versuche wurde ein  $9\frac{3}{4}$  Pfund schwerer Dachshund, weiblichen Geschlechts, mit einem Alter von etwa 1 Jahr, benutzt.

Der Versuch selbst wurde in folgender Weise ausgeführt. Nachdem das Thier Morgens wie gewöhnlich Brod und Milch gefressen hatte, wurde der Urin desselben im Laufe des Vormittags zum Oestern auf Zucker untersucht, wobei sich die Abwesenheit einer jeden, das Kupferoxyd reducirenden Substanz ergab. Um 2<sup>h</sup> Nachmittags wurde die Jugularvene der linken Seite blossgelegt, durchschnitten, das Kopfende derselben unterbunden und in das untere Ende eine Quantität von 5 Grm. Milchzucker (in 80 CC. Wasser) auf 2 Mal eingespritzt und zwar so, dass die erste Injection 2<sup>h</sup> 10<sup>m</sup>, die andere Injection aber 2<sup>h</sup> 25<sup>m</sup> beendet war. Die injizierte Flüssigkeit hatte eine Temperatur von + 16° R.

Nach diesen Injectionen befand sich das Thier, welches sich bei der Operation sehr geduldig gezeigt hatte, ganz wohl, doch verschmähte es das Futter, welches ihm dargereicht, und ebenso auch das Wasser, welches ihm vorgesetzt wurde. Später begann das Thier zu zittern, wahrscheinlich wegen Frost, der durch die kalte Injection erregt war. Das Zittern hielt längere Zeit an und verschwand ganz

allmälig. Um allen und jeden Harnverlust zu vermeiden, wurde die Hündin als-hald in den Behälter eingesperrt, von welchem oben die Rede war. Wie die Erfahrung lehrte, war diese Vorsicht ganz unnöthig, denn die Hündin behielt allen Urin bei sich. Von Stunde zu Stunde wurde dem Thiere mittelst eines Katheters der Urin entzogen. Jede Harnportion wurde in einem besonderen Glase aufgenommen. Die Ergebnisse der Harnuntersuchungen waren aber folgende:

3<sup>h</sup>. Nachmittags. Erste Entziehung des Urins mittelst des Katheters. Die Menge des Urins betrug 20 CC. Das specifische Gewicht war = 1,0486. Der Geschmack des Urins war süß. Mit alkalischer Kupferlösung aufgekocht, schied der Urin eine reichliche Menge von Kupferoxydul aus. Mit Aetzkali lieferte der Urin eine dunkle Flüssigkeit. Mit Ferinent geprüft, ging der Urin keineswegs in Gährung über.

4<sup>h</sup>. Zweite Entleerung des Urins mittelst des Katheters. Die Menge desselben betrug 48 CC. Das specifische Gewicht war = 1,013. Der Geschmack war fade, weder süß noch sauer. Mit alkalischer Kupferlösung behandelt, schied der Urin viel Kupferoxydul aus.

Kurz vor dieser Entziehung des Urins fing der Hund zu würgen an und erbrach etwas von den genossenen Speisen in Begleitung mit vielem Schleim. Die erbrochenen Massen wurden mit Lackmuspapier geprüft und entschieden sauer gefunden.

5<sup>h</sup>. Dritte Entziehung des Urins mittelst des Katheters. Die Menge desselben betrug 20 CC. Das specifische Gewicht war = 1,017. Die Ausscheidung von Kupferoxydul war immer noch sehr stark, als der Urin mit alkalischer Kupferlösung geprüft wurde.

6<sup>h</sup>. Vierte Entziehung des Urins mittelst des Katheters. Da die Menge desselben nur 17 CC. betrug, so konnte das specifische Gewicht nicht bestimmt werden. Aus dem Verhalten des Urins zur Kupferlösung war zu erschliessen, dass die Zuckerausscheidung im Verschwinden begriffen war.

7<sup>h</sup>. Fünfte Entleerung des Urins mit dem Katheter. Auch jetzt betrug die Menge desselben nur 14 CC., weshalb das specifische Gewicht nicht konnte ermittelt werden. Mit alkalischer Kupferlösung geprüft, schied der Urin kein Kupferoxydul mehr aus. Die Ausscheidung der reducirenden Substanz durch die Nieren hatte also ihr Ende erreicht, was auch in den folgenden Stunden zum Oesteren constatirt wurde.

Während der ganzen Untersuchung war jede mit dem Katheter entzogene Harnportion sofort in zwei Hälften getheilt worden. Die zur quantitativen Untersuchung bestimmten Hälften wurden alle zusammengegossen und betragen insgesamt 59,5 CC. Mit diesem Urin wurden 10 CC. der Kupferlösung vollständig und genau reducirt. Dazu gebrauchten wir 3,5 CC. Urin. Um dieselbe Menge von Kupferlösung zu reduciren, waren aber, wie uns andere Versuche lehrten, 0,06 Grm. von dem eingespritzten Milchzucker nothwendig. Wir fanden also folgende Aequivalente:

$$\begin{aligned} 10 \text{ CC. Kupferlösung} &= 0,06 \text{ Grm. Milchzucker,} \\ 3,5 \text{ - Urin} &= 0,06 \text{ Grm.} \end{aligned}$$

und wie aus obiger Uebersicht hervorgeht, sammelten wir folgende Harnquantitäten:

3 <sup>h</sup> Urin	=	20 CC.
4 <sup>h</sup> -	=	48 -
5 <sup>h</sup> -	=	20 -
6 <sup>h</sup> -	=	17 -
7 <sup>h</sup> -	=	14 -
Summe	=	119 CC.

Hiernach ergibt sich folgende Gleichung:

$$3,5 \text{ CC.} : 119 \text{ CC.} = 0,06 \text{ Grm.} : x \text{ Grm.}$$

$$\frac{119 \times 0,06}{3,5} = 2,04 \text{ Grm. Milchzucker.}$$

Es wurden also von 5 Grm. des in die Bluthähnen eingespritzten Milchzuckers in Zeit von ungefähr 5 Stunden 2,04 Grm. durch die Nieren wieder ausgeschieden, während der Rest des eingespritzten Zuckers in dem Körper zurückblieb.

**Zweiter Versuch.** Einem Dachshunde von weiblichem Geschlecht und von derselben Grösse, wie der Hund, welcher zum vorigen Versuche benutzt wurde, eröffneten wir die Schamspalte in der oben angegebenen Weise mit dem Messer. Hierauf wurde der Harn des Thieres mit dem Katheter aus der Blase hinweggenommen und mit verschiedenen Reagentien auf Säuregehalt, Zucker u. dgl. geprüft. Bei dieser Untersuchung wurde festgestellt, dass der Urin des Thieres schwach sauer reagirte und, mit alkalischer Kupferlösung aufgekocht, keine Spur von Kupferoxyd reducire. Nachdem wir uns so überzeugt hatten, dass der Harn keine Stoffe enthielt, welche bei der weiteren Untersuchung störend entgegentreten könnten, wurde die Infusion von 5 Grm. Milchzucker mit 80 CC. Wasser ausgeführt und zu dem Ende die rechte Jugularvene des Thieres blossgelegt. Die Injection der Zuckerlösung, welche auf 2 Mal geschah, wurde um 12<sup>h</sup> 47<sup>m</sup> völlig beendet, worauf das Thier in den oben beschriebenen Behälter nach der Vereinigung der Halswunde gebracht wurde. Wie eine andauernde Beobachtung lehrte, befand sich das in Freiheit gesetzte Thier nach der Zuckerinfusion völlig wohl; selbst ein Zittern der Glieder wurde vermisst, obwohl die Flüssigkeit mit einer Temperatur von 16° R. in das Blut eingeführt war.

Von Stunde zu Stunde wurde der Hündin nach ausgeführter Infusion der Urin mit dem Katheter entzogen. Dabei wurde jede stündlich gewonnene Harnportion in ein sorgsam gereinigtes Becherglas gebracht, und wie die folgende Uebersicht ergiebt, einer sorgsamen Untersuchung unterzogen.

1<sup>h</sup>. Erste Entziehung des Urins mittelst des Katheters. Derselbe reagirte nicht mehr sauer, hatte einen süßen Geschmack und lieferte bei der Behandlung mit alkalischer Kupferlösung eine reichliche Menge von Kupferoxydul.

2<sup>h</sup>. Zweite Entziehung des Urins. Geschmack desselben süß; Reaction neutral, d. h. nicht sauer, nicht alkalisch. Mit Kupferlösung aufgekocht, reducire der Urin viel Kupferoxyd, so dass eine reichliche Ausscheidung von Kupferoxydul stattfand.

3<sup>h</sup>. Dritte Entleerung des Urins. Derselbe hatte keinen süßen Ge-

schmack und bot keine saure Reaction dar. Mit Kupferlösung behandelt, präcipitirte der Urin noch immer viel rothes Pulver von Kupferoxydul.

4<sup>h</sup>. Vierte Entziehung des Urins. Geschmack desselben nicht süß; Reaction nicht sauer. In Berührung mit Kupferlösung schied der Urin noch immer Kupferoxydul aus.

5<sup>h</sup>. Fünfte Entziehung des Urins. Geschmack desselben fade. Reaction nicht sauer. Mit Kupferlösung behandelt, zeigte sich nur eine sehr schwache Ausscheidung von Kupferoxydul. Der Controle halber wurden ein Paar Tropfen einer Milchzuckerlösung dem Urine zugefügt, worauf derselbe eine starke Ausscheidung von Kupferoxydul bewirkte.

6<sup>h</sup>. Sechste Entziehung des Urins. Geschmack desselben fade; Reaction nicht sauer. Mit Kupferlösung aufgekocht, brachte der Urin keine Ausscheidung von Kupferoxydul zu Stande.

Auch in den folgenden Stunden wurde der Urin noch zum Oesteren auf Zucker geprüft, erwies sich indessen ganz frei von jeder reducirenden Substanz.

Die gesammte Menge des von 12—6<sup>h</sup> mit dem Katheter entzogenen Urins betrug 140 CC. Davon war die Hälfte zur quantitativen Bestimmung des Zuckers reservirt, während die andere Hälfte zu qualitativen Untersuchungen aufgebraucht wurde. Bei letzteren wurde festgestellt, dass die im Urin enthaltene reducirende Substanz Zucker und zwar Milchzucker war, was aus dem Verhalten des Urins zur Kupferlösung, zum Aetzkali, zu dem Fermente, sowie endlich aus dem Verhalten des Urins im Polarisationsapparate erschlossen wurde. Das specifische Gewicht des zusammengegossenen Urins war ziemlich gering und betrug nur 1,013. Bei der quantitativen Bestimmung des Zuckers wurden zunächst folgende Aequivalentzahlen festgestellt:

$$20 \text{ CC. Kupferlösung} = 0,13 \text{ Grm. Milchzucker,}$$

$$7 \text{ - Urin} = 0,13 \text{ -}$$

Wir hatten nämlich 7 CC. Urin nöthig, um 20 CC. der zur Untersuchung dienenden Kupferlösung zu reduciren und ebenso hatten wir 13 CC. einer normalen Milchzuckerlösung (1 Grm. Zucker aufgelöst in Wasser bis zu 100 CC.) nöthig, um 20 CC. derselben Kupferlösung vollständig und genau auszufallen. Hiernach ergibt sich also folgende Gleichung:

$$7 \text{ CC. : } 140 \text{ CC.} = 0,13 \text{ Grm. : } x \text{ Grm.}$$

$$\frac{140 \times 0,13}{7} = 2,6 \text{ Grm. Milchzucker.}$$

Es wurden also von 5 Grm. des in die Blutbahnen eingespritzten Milchzuckers in Zeit von ungefähr 5 Stunden 2,6 Grm. durch die Nieren wieder ausgeschieden, während der Rest des eingespritzten Zuckers offenbar in dem Körper zurückblieb.

Dritter Versuch. Derselben Dachshündin, welche zum vorigen Versuche gedient hatte, wurde am folgenden Tage eine Quantität von 5 Grm. Milchzucker in wässriger Lösung in die linke Drosselader eingespritzt. Das Thier befand sich nach der Infusion ganz wohl und liess selbst kein Zeichen von Frost bemerken. Die Zuckerausscheidung durch die Nieren dauerte von 11<sup>h</sup> 25<sup>m</sup> bis 3<sup>h</sup> 15<sup>m</sup>. Alle

in dieser Zeit erhobenen stündlichen Harnportionen liessen durchweg eine schwach-saure Reaction erkennen. Das Volumen der zuckerhaltigen zusammengeschütteten stündlichen Harnmengen betrug 180 CC., während das specifische Gewicht des Urins 1,012 war. Bei der qualitativen Untersuchung des Urins ergab sich die Anwesenheit von Milchzucker, denn die alkalische Kupferlösung wurde bei dem Aufkochen mit Urin rasch reducirt, während die Hefe keine Gährung zu wege brachte. Auch das Verhalten des Urins zu dem Aetzkali sprach für die Anwesenheit von Milchzucker. Mit dem Polarisationsapparate wurde dieser Urin nicht geprüft. Bei der quantitativen Bestimmung des im Urine enthaltenen Zuckers wurden folgende Aequivalente festgestellt:

$$20 \text{ CC. Kupferlösung} = 0,13 \text{ Grm. Milchzucker,}$$

$$9 - \text{ Urin} = 0,13 -$$

Hiernach und nach den vorausgehenden Zahlen ergibt sich folgende Gleichung:

$$9 \text{ CC.} : 180 \text{ CC.} = 0,13 \text{ Grm.} : x.$$

$$\frac{180 \times 0,13}{9} = 2,6 \text{ Grm. Milchzucker.}$$

**Vierter Versuch** \*). Einer Pinscherhündin im Gewichte von 6701 Grm., welche schon zu vielen anderen Harnuntersuchungen gedient hatte, wurde eine wässrige Flüssigkeit von 36 CC. Rauminhalt und 5 Grm. Milchzuckergehalt in Zeit von 5 Minuten durch die geöffnete rechte Drosselader eingespritzt. Die Operation und Infusion war um 11<sup>h</sup> 46<sup>m</sup> beendet und schon im Laufe des Vormittags wurde festgestellt, dass der Urin der Hündin keine, die alkalische Kupferlösung reducirende Substanz enthielt. Zur Sicherung der Harnsammlung und zur besseren Beobachtung wurde die Hündin in einen besonderen, bereits oben erwähnten Behälter gebracht. Das Befinden der Hündin nach der Operation war nach Umständen ganz gut und selbst das frostige Erzittern, welches sonst eine kalte Infusion zur Folge hat, wurde vermisst. Die Harnspecimina, welche von 11<sup>h</sup> 46<sup>m</sup> bis 4<sup>h</sup> Nachmittags und weiter erhoben wurden, liessen bei der Untersuchung Folgendes erkennen.

11<sup>h</sup> 46<sup>m</sup> bis 12<sup>h</sup> 30<sup>m</sup>. Urin = 40 CC. Spec. Gewicht = 1,040. Geschmack süß. Die eine Hälfte des Urins wurde zur qualitativen Bestimmung benutzt. Die selbe reducire die alkalische Kupferlösung mit starker Präcipitation von Kupferoxydul. Durch Ferment wurde der Urin nicht afficirt. Mit Aetzkali behandelt, nahm der Urin eine dunkle Farbe an.

12<sup>h</sup> 30<sup>m</sup> bis 2<sup>h</sup>. Urin = 45 CC. Spec. Gew. = 1,015. Geschmack süßlich. Reduction der alkalischen Kupferlösung bei dem Aufkochen mit einer geringen Menge von Urin.

2 bis 3<sup>h</sup>. Urin = 40 CC. Spec. Gew. = 1,016. Geschmack fade. Bei dem Aufkochen des Urins mit Kupferlösung wurde die Flüssigkeit etwas gelblich und liess beim längeren Stehen ein gelbliches Pulver niederfallen.

3 bis 4<sup>h</sup>: Urin = 16 CC. Spec. Gew. = ? Geschmack fade. Die Kupferlösung wird nicht verändert.

\*) Dieser und die beiden folgenden Versuche sind in Limpert's Dissertation nicht angeführt, weil sie erst später ausgeführt wurden. F.

4 bis 6<sup>h</sup>. Urin = 24 CC. Spec. Gew. = 1,017. Geschmack fade. Mit Kupferlösung aufgekocht, bewirkt der Urin keine Ausscheidung. Somit schien es klar, dass die Elimination des Zuckers beendet war, und es wurde daher die quantitative Bestimmung des mit dem Urin ausgeschiedenen Zuckers vorgenommen. Es waren aber zur Ausscheidung gekommen

von 11 <sup>h</sup> 46 <sup>m</sup> bis 12 <sup>h</sup> 30 <sup>m</sup>	=	40 CC. Urin
- 12 <sup>h</sup> 30 <sup>m</sup> - 2 <sup>h</sup>	=	45 - -
- 2 <sup>h</sup> - 3 <sup>h</sup>	=	40 - -
- 3 <sup>h</sup> - 4 <sup>h</sup>	=	16 - -
Summe =		141 CC. Urin.

Davon reducirten 4,2 CC. 15 CC. der zur Untersuchung dienenden Kupferlösung. Es wurden aber, wie Vorversuche lehrten, 15 CC. Kupferlösung durch 0,10 Grm. Milchzucker reducirt, so dass folgende Aequivalente anzusetzen sind:

$$15 \text{ CC. Kupferlösung} = 0,10 \text{ Grm. Milchzucker},$$

$$4,2 - \text{Urin} = 0,10 -$$

Nach alle diesem ergibt sich folgende Gleichung:

$$4,2 \text{ CC.} : 141 \text{ CC.} = 0,10 \text{ Grm.} : x.$$

$$\frac{141 \times 0,10}{4,2} = 3,36 \text{ Grm. Milchzucker.}$$

Es wurden also von 5 Grm. des in die Blutbahnen eingeführten Milchzuckers in Zeit von fast 5 Stunden 3,36 Grm. durch die Nieren wieder ausgeschieden. Bei dem Abschlachten des Hundes durch Oeffnung der Halsgefässe wurden 495 Grm. Blut gesammelt und keine auffallende Läsionen irgend eines Organs bemerkt.

### b. Versuche mit Traubenzucker.

**Fünfter Versuch.** Derselben Hündin, welche zum vierten Versuche gedient hatte, wurde, nachdem sie Abends vorher Knochen und Fleischabfälle in reichlicher Menge zum Frasse erhalten hatte, am folgenden Morgen zum Oesteren der Urin entzogen. Bei der Prüfung derselben mit alkalischer Kupferoxydul bemerkt und deshalb eine neue Infusion vorgenommen. Zu derselben wurden 5 Grm. aus Honig dargestellter Traubenzucker abgewogen und damit eine Zuckerlösung bereitet, welche 36 CC. betrug. Die Infusion wurde durch die linke Drosselader gemacht und um 9<sup>h</sup> 15<sup>m</sup> völlig beendet. Während der Operation hielt sich das Thier ausserordentlich ruhig, obwohl die eingespritzte Flüssigkeit nur 16—18° R. warm war. Vor der Einspritzung betrug die Temperatur des Thieres (im Rectum gemessen) 31° R.; nach der Einspritzung fiel dieselbe auf 30°,5 R., was offenbar eine Folge der kalten Einspritzung war. Die Harnquantitäten, welche von der Hündin stündlich mit dem Katheter entzogen und zur Untersuchung genommen wurden, waren aber folgende:

9<sup>h</sup> 15<sup>m</sup> bis 10<sup>h</sup>. Urin = 37 CC. Spec. Gewicht = 1,023. Geschmack fade. Mit Kupferlösung geprüft, bewirkte der Urin keine Ausscheidung von Kupferoxydul; jedoch wurde die blaue Flüssigkeit etwas verändert und in das Grünliche übergeführt. Erst sehr spät setzte sich aus der Kupferlösung eine Spur von rothem Kupferoxydul ab. Bei der Behandlung mit Ferment, entstand in dem Urin keine

Gährung. Nur höchstens 10—20 Gasbläschen wurden während mehrstündiger Beobachtung ausgeschieden. Es war also so gut wie Nichts von Traubenzucker zur Ausscheidung gelangt, und doch war die eingespritzte Zuckerlösung so concentrirt, dass 0,5 CC. hinreichten, um 15 CC. Kupferlösung völlig zu reduciren.

10<sup>h</sup> bis 11<sup>h</sup>. Urin = 66 CC. Spec. Gew. = 1,007. Bei der qualitativen Prüfung des Urins mit alkalischer Kupferlösung zeigte sich anfangs gar keine Veränderung. Die Flüssigkeit blieb, selbst bei dem stärksten Kochen, blau, wie zuvor. Erst sehr spät trübe sich die Flüssigkeit und liess eine geringe Menge von gelblichem Pulver niederfallen. Auch der Geschmack des Urins verrieth keinen Zucker. Mit Ferment geprüft, entwickelte der Urin auch nicht eine Gasblase, während die Hefe eine zugefügte Traubenzuckerlösung alsbald zersetzte. Kurz vor 11<sup>h</sup> begann die in ihrem Behälter sitzende Hündin zu würgen, wobei zäher, grüngefärbter, galliger Schleim entleert wurde. Dieses Würgen kehrte noch mehrmals wieder, ganz besonders aber um 11<sup>h</sup> 30<sup>m</sup> sowie um 12<sup>h</sup>. Der bei dem Würgen ausgeworfene zähe Schleim wurde mit einer Pipette aufgenommen und in einem Reagenzglase mit Kupferlösung gekocht. Dabei erfolgte anfangs keine Ausscheidung von Kupferoxydul; später kam bei längerem Erhitzen ein Wenig rothes Pulver zum Vorschein.

11<sup>h</sup> bis 12<sup>h</sup>. Urin = 22 CC. Spec. Gew. = ? Der Geschmack der Flüssigkeit war fade. Die Kupferlösung wurde, selbst bei dem stärksten Kochen, durch den Urin nicht im Mindesten zersetzt. Zur Controlle wurde etwas Zucker zu dem Urine hinzugefügt, worauf eine starke Ausscheidung von Kupferoxydul erfolgte. Mit Ferment geprüft, ging der native Urin nicht im Mindesten in Gährung über.

12<sup>h</sup> bis 1<sup>h</sup>. Urin = 82 CC. Spec. Gew. = 1,006. Eine Ausscheidung von Kupferoxydul kam bei dem Kochen des Urins mit Kupferlösung nicht zu Stande. Um 12<sup>h</sup> 15<sup>m</sup> würgte der Hund zum vierten Male viel zähen, grünlichgefärbten Schleim.

1<sup>h</sup> bis 2<sup>h</sup>. Urin = 40 CC. Spec. Gew. = 1,011. Eine Zersetzung der Kupferlösung durch den Urin kam nicht zu Stande.

2<sup>h</sup> bis 6<sup>h</sup>. Urin = 80 CC. Spec. Gew. = 1,019. Auch jetzt erfolgte keine Ausscheidung von Kupferoxydul, als der Urin mit Kupfer geprüft wurde. Die Hündin verhielt sich jetzt ganz ruhig und hatte durchaus keine Anfälle von Würgen.

Jede stündlich erhobene Harnportion war zum Zweck der quantitativen und qualitativen Untersuchungen in 2 Hälften getheilt worden. Alle zur quantitativen Bestimmung des Zuckers dienenden Hälften wurden jetzt zusammengegossen und in eine Mohr'sche Burette eingefüllt. Es war unmöglich damit auch nur 5 CC. Kupferlösung zu reduciren, so dass wir mit Bestimmtheit behaupten können, dass von dem eingespritzten Zucker nur eine Spur durch die Nieren von dannen gegangen war.

**Sechster Versuch.** Die bei dem vorigen Versuche benutzte Hündin befand sich am folgenden Morgen nach Umständen ganz wohl. Sie wurde daher gerade so, als wie am Abend vorher abgefüttert und zu einer neuen Einspritzung bestimmt. Um letztere gegen Mittag ausführen zu können, wurde der Urin der Hündin im Laufe des Vormittags mit Kupferlösung geprüft, wobei sich eine völlige Abwesenheit von jeder das Kupferoxyd reducirenden Substanz ergab. Es wurde daher nach

11<sup>h</sup> Vormittags die Hündin auf den Operationstisch befestigt und einer neuen Operation unterworfen. Dabei wurden 10 Grm. Traubenzucker mit 36 CC. Wasser in das Blut eingeführt, was mit einem Zeitverluste von 5<sup>m</sup> geschah. Die Injection und Operation war um 11<sup>h</sup> 40<sup>m</sup> vollständig beendet. Das Thier befand sich daran ganz wohl und würgte im Laufe des ganzen Tages auch nicht einmal. Die Harnquantitäten, welche stündlich oder in anderen Zeitabschnitten erhoben und untersucht wurden, waren folgende:

11<sup>h</sup> 40<sup>m</sup> bis 12<sup>h</sup>. Urin = 23 CC. Spec. Gew. = 1,031. Geschmaek fade. Mit Kupferlösung aufgekocht, schied der Urin viel rothes Pulver aus. Mit Ferment behandelt, ging der Urin in Gährung über.

12<sup>h</sup> bis 1<sup>h</sup>. Urin = 30 CC. Spec. Gew. = 1,023. Geschmaek fade. Mit Kupferlösung aufgekocht, bewirkte der Urin eine Reduction des Oxyds, mit Ausscheidung eines gelben Pulvers. In Berührung mit Ferment entstand keine Gährung mehr.

1<sup>h</sup> bis 2<sup>h</sup>. Urin = 25 CC. Spec. Gew. = 1,012. Geschmack fade. Ferment brachte im Urin keine Gährung zu Stande. Mit Kupferlösung aufgekocht, bewirkte der Urin eine Ausscheidung von gelbgrünlichem Pulver, das sich zuletzt mit gelber Farbe absetzte.

2<sup>h</sup> bis 3<sup>h</sup>. Urin = 46 CC. Spec. Gewicht = 1,006. Geschmack fade. Die Kupferlösung wurde durch den Urin im Anfang gar nicht verändert; erst spät kam eine ganz schwache Ausscheidung von gelbem Pulver zu Stande. In Berührung mit Ferment entwickelte sich auch nicht eine Gasblase.

3<sup>h</sup> bis 5<sup>h</sup>. Urin = 43 CC. Spec. Gew. = 1,008. Geschmack fade. Der Urin machte auf die Kupferlösung durchaus keinem Eindruck. Zeichen von Gährung wurden an dem mit Ferment versetzten Urin völlig vermisst. Auch in der folgenden Zeit wurde ein völlig zuckerfreier Urin ausgeschieden.

Zur quantitativen Bestimmung des Zuckers wurden folgende Harnproben oder vielmehr ihre Hälften verwendet.

11<sup>h</sup> 40<sup>m</sup> bis 12<sup>h</sup> Urin = 23 CC.

12<sup>h</sup> - 1<sup>h</sup> - = 30 -

1<sup>h</sup> - 2<sup>h</sup> - = 25 -

Zusammen = 78 CC.

Davon waren 3,5 CC. nothwendig, um 15 CC. alkalische Kupferlösung vollständig und genau zu reduciren. Um dieselbe Menge von Kupferlösung zu reduciren, hatten wir aber, wie mehrere Versuche lehrten, 6,5 CC. einer normalen Traubenzuckerlösung, oder, was dasselbe ist, 0,065 Grm. des eingespritzten Traubenzuckers nötig. Hiernach ergeben sich folgende Aequivalentzahlen:

15 CC. Kupferlösung = 0,065 Grm. Traubenzucker

3,5 - Urin = 0,065 -

Aus alle diesem ergibt sich folgende Gleichung:

3,5 CC. : 78 CC. = 0,065 Grm. : x Grm.

$$\frac{78 \times 0,065}{3,5} = 1,45 \text{ Grm. Traubenzucker.}$$

Somit ist klar, dass ein sehr grosser Theil des eingespritzten Traubenzuckers in

dem Körper zurückblieb, während nur der kleinste Theil mit dem Urin zur Ausscheidung gelangte.

**Siebenter Versuch.** Einer Pinscherhündin, die Junge an ihrer Brust säugte, wurden 7 Grm. Traubenzucker, welche bis zum Volum von 40 CC. in Wasser gelöst waren, durch die rechte Drosselader in das Blut eingespritzt. Vor der Injection wurde der Urin des Thieres mit alkalischer Kupferlösung geprüft, ohne dass Kupferoxydul zum Vorschein kam. Ebenso blieb ein Gährungsversuch ohne Erfolg. Das spec. Gew. des Urins war = 1,036. Die Zuckerinjection geschah um 12<sup>h</sup> Mittags. Bald nach der Einspritzung erfolgte Würgen und Erbrechen, jedoch kann mit Bestimmtheit behauptet werden, dass die Injectionsspritze luftfrei war. Die einzelnen Harnportionen, welche nach der Zuckereinspritzung gewonnen wurden, waren folgende:

12<sup>h</sup> bis 1<sup>h</sup>. Urin = 30 CC. Spec. Gew. = 1,037. Geschmack nicht süß. Die Kupferlösung wurde durch den Urin nur schwach reducirt. Um 1<sup>h</sup> erhielt der Hund etwas Fleischbrühe, die er gern auffrass.

1<sup>h</sup> bis 2<sup>h</sup>. Urin = 67 CC. Spec. Gew. = 1,007. Geschmack etwas süßlich. Die alkalische Kupferlösung wurde in Berührung mit dem Urin etwas zersetzt.

2<sup>h</sup> bis 3<sup>h</sup>. Urin = 118 CC. Spec. Gew. = 1,007. Geschmack fade, kaum salzig. Farbe des Urins wasserhell. Die Reduction der Kupferlösung geschah nur in höchst geringem Grade.

3<sup>h</sup> bis 4<sup>h</sup>. Urin = 42 CC. Spec. Gew. = 1,011. Geschmack salzig. Die Reaction des Urins auf Kupferlösung war höchst zweifelhaft.

4<sup>h</sup> bis 5<sup>h</sup>. Urin = 32 CC. Spec. Gew. = 1,016. Geschmack fade. Eine Reduction der Kupferlösung durch den Urin kam nicht mehr zu Stande. Auch in den folgenden Stunden lieferte die Prüfung des Urins mit Kupferlösung ein vollkommen negatives Resultat.

Das spec. Gew. aller zusammengeschütteten, zur quantitativen Analyse bestimmten Harnhälften war = 1,014. Mit Lackmus geprüft, zeigte der Urin weder eine saure noch alkalische Reaction. Der Versuch, den im Urin enthaltenen Zucker quantitativ zu bestimmen, war vergeblich. Der Zuckergehalt war zu gering, um auch nur einige CC. Kupferlösung vollständig zu reduciren. Wir müssen also annehmen, dass mit dem Urin, welcher von 12<sup>h</sup> bis 5<sup>h</sup> ausgeschieden wurde, und welcher 229 CC. betrug, nur Spuren von Zucker zur Ausscheidung kamen. Für diese Annahme spricht denn auch ein Gährungsversuch, welcher mit einem Theile des zusammengegossenen Urins angestellt wurde. Derselbe lieferte nur eine geringe Menge von Kohlensäureblasen, die auf der Oberfläche des Gährungsgefäßes sich ansammelten.

**Achter Versuch.** Derselben Pinscherhündin, welche zum siebenten Versuch gedient hatte, wurde am folgenden Tage eine Menge von 13 Grm. Traubenzucker, welche bis zum Volum von 41 CC. in Wasser gelöst war, ganz langsam in das Blut eingespritzt. Die Injection geschah Mittags 1<sup>h</sup>. Das Thier befand sich nach der Operation ganz wohl und liess im Laufe des Tages weder Würgen noch Er-

brechen bemerken. Der Urin der Hündin war vor der Infusion frei von jeder reducirenden Substanz. Nach der Infusion wurden folgende Harnmengen mit dem Katheter entzogen und genauer untersucht.

1<sup>h</sup> bis 2<sup>h</sup>. Urin = 11 CC. Spec. Gew. = ? Geschmack fade. Ziemlich starke Reduction der Kupferlösung.

2<sup>h</sup> bis 3<sup>h</sup>. Urin = 66 CC. Spec. Gewicht = 1,018. Geschmack salzig. Die Kupferlösung wurde durch den Urin weniger stark als vorher reducirt.

3<sup>h</sup> bis 4<sup>h</sup>. Urin = 32 CC. Spec. Gew. = 1,021. Geschmack fade. Die Reduction der Kupferlösung durch den Urin war kaum bemerkbar.

4<sup>h</sup> bis 5<sup>h</sup>. Urin = 28 CC. Spec. Gew. = 1,022. Geschmack salzig. Die Kupferlösung wurde durch den Urin nicht mehr zersetzt. Auch in den folgenden Stunden enthielt der Urin des Thieres keine Substanz, welche die Kupferlösung zu reduciren vermochte.

Die zusammengeschütteten Harnmengen von 1<sup>h</sup> bis 4<sup>h</sup> oder vielmehr die zusammengeschütteten Harnhälften hatten ein spec. Gew. von 1,019 und reagirten weder sauer noch alkalisch. Die gesammte Harnquantität von 1<sup>h</sup> bis 4<sup>h</sup> betrug 109 CC. Davon waren 10,5 CC. nöthig, um auch nur 3 CC. der zur Untersuchung dienenden Kupferlösung vollständig und genau zu reduciren. Diese 10,5 CC. Urin enthielten aber, wie durch Vorversuche festgestellt wurde, 0,02 Grm. Traubenzucker, sodass sich also folgende Gleichung ansetzen lässt:

$$10,5 \text{ CC.} : 109 \text{ CC.} = 0,02 \text{ Grm.} : x \text{ Grm.}$$

$$\frac{109 \times 0,02}{10,5} = 0,2 \text{ Grm. Traubenzucker.}$$

Es ergibt sich aus diesem Versuch, dass von 13 Grm. des eingespritzten Traubenzuckers noch nicht  $\frac{1}{2}$  Grm. durch die Nieren von dannen ging.

#### c. Versuche mit Rohrzucker.

Neunter Versuch. Einem weiblichen Hühnerhunde, welcher Morgens um 8<sup>h</sup> ein Pfund gekochtes Kalbfleisch und 675 CC. Kalbfleischbrühe zu sich genommen hatte, wurde zum Zweck einer genaueren Untersuchung der Harn entzogen. Mit Kupferlösung behandelt, gab derselbe keine Reaction; ebenso wenig zersetzte der Urin die Kupferlösung, nachdem er vorher mit etwas Salzsäure bis auf 60° R. erhitzt worden war. Wir konnten also annehmen, dass der Urin der Hündin weder Traubenzucker noch Rohrzucker enthielt, und entschlossen uns deshalb gegen 12<sup>h</sup> Mittags eine Infusion von Rohrzuckerlösung auszuführen. In der That wurde kurz vor 12<sup>h</sup> der Hündin eine Menge von 8 Grm. Rohrzucker, welche bis zum Volumen von 34 CC. in reinem, 16° R. temperirtem Wasser aufgelöst war, durch die rechte Drosselader langsam eingespritzt. Die Infusion war um 12<sup>h</sup> 5<sup>m</sup> vollständig beendet. Das Thier befand sich darnach vollkommen wohl und blieb auch im Laufe des Tages von Würg- und Brechanstrengungen völlig frei. Dagegen zitterte das Thier kurz nach der Infusion etwas vor Frost, was offenbar die Folge der kalten Einspritzung war. Die von uns gewonnenen und untersuchten Harnspecimina waren folgende:

12<sup>h</sup> 15<sup>m</sup>. Erste Entziehung von Urin. Menge desselben = 16 CC. Spec. Gew. = ?. Geschmack fade. Der Urin mit Kupferlösung behandelt, gibt an und für sich zur Ausfällung von Kupferoxydul keinen Anlass, wohl aber, nachdem er vorher mit Salzsäure behandelt worden war. Der Urin enthielt also schon etwas Rohrzucker.

1<sup>h</sup>. Zweite Harnentziehung. Menge = 33 CC. Spec. Gew. = 1,040. Geschmack sehr süß. Bei der Behandlung des Urins mit Kupferlösung stellt sich eine schwache Reaction heraus (der Urin enthielt also eine geringe Menge von Traubenzucker oder von einem anderen, das Kupferoxyd reducirenden Stoffe). Der mit Salzsäure erhitzte Urin bewirkte, als er mit der Kupferlösung aufgekocht wurde, eine ungewöhnlich starke Fällung von Kupferoxydul.

2<sup>h</sup>. Dritte Harnentziehung. Menge = 42 CC. Spec. Gew. = 1,030. Geschmack süß, doch weniger stark als vorher. Bei der Prüfung des nativen Urins mit der Kupferlösung zeigten sich Spuren von Kupferoxydul. Bei der Prüfung des mit Salzsäure behandelten Urins mit alkalischer Kupferlösung entstand eine starke Ausfällung von Kupferoxydul.

3<sup>h</sup>. Vierte Harnentziehung. Menge des Urins = 46 CC. Spec. Gew. = 1,017. Geschmack fade. Mit Kupferlösung aufgekocht, lieferte der native Urin nur eine höchst zweifelhafte Spur von Kupferoxydul. Der mit Salzsäure behandelte Urin bewirkte in der Kupferlösung ebenfalls nur eine geringe Fällung.

4<sup>h</sup>. Fünfte Harnentziehung. Menge des Urins = 63 CC. Spec. Gew. = 1,013. Geschmack fade. Bei der Behandlung des nativen Urins mit Kupferlösung wurde eine zweifelhafte Spur von Kupferoxydul ausgeschieden, dagegen reducirete der mit Salzsäure behandelte Urin eine grössere Menge von Kupferoxyd.

5<sup>h</sup>. Sechste Harnentziehung. Menge des Urins = 44 CC. Spec. Gew. = 1,019. Geschmack fade. Mit Kupferlösung aufgekocht, schied der natürliche Urin kein Kupferoxydul aus, während der mit Salzsäure behandelte zweifelhafte Spuren von Kupferoxydul lieferte.

6<sup>h</sup>. Siebente Harnentziehung. Menge des Urins = 30 CC. Spec. Gew. = 1,025. Der Urin war geschmacklos. Der natürliche Urin zersetzte die Kupferlösung durchaus nicht; der mit Salzsäure behandelte Urin schied aus der Kupferlösung kaum erhebliche Spuren von Kupferoxydul aus.

7<sup>h</sup>. Achte Harnentziehung. Menge des Urins = 14 CC. Das spec. Gew. des Urins war wegen des geringen Volums nicht zu bestimmen. Geschmack fade, fast etwas salzig. Mit Kupferlösung gekocht, bewirkte weder der natürliche, noch der mit Salzsäure behandelte Urin irgend eine Ausscheidung. Auch in den folgenden Stunden cessirte die Zuckerelimination vollständig.

Die Hälften der ständig erhobenen Harnportionen wurden zur quantitativen Bestimmung des Zuckers in ein Glas zusammengegossen. Das spec. Gew. dieser Flüssigkeit war = 1,026. Der Geschmack der Flüssigkeit war schwach süß. Mit Ferment zusammengebracht, gab dieser Urin einer Spur von Gährung Raum. Die bei der quantitativen Bestimmung des Zuckers berücksichtigten Harnspecimina waren folgende:

12 <sup>h</sup> 15 <sup>m</sup>	Urin	=	16 CC.
12 <sup>h</sup> 15 <sup>m</sup> bis 1 <sup>h</sup>	-	=	33 -
1 <sup>h</sup>	-	=	42 -
2 <sup>h</sup>	-	=	46 -
3 <sup>h</sup>	-	=	63 -
4 <sup>h</sup>	-	=	44 -
5 <sup>h</sup>	-	=	30 -
Summe			= 274 CC.

Hiervon, oder vielmehr von den zusammengegossenen Hälften dieser aufgeführten Harnportionen wurden 50 CC. abgemessen und in einer Porzellanschale mit 4 CC. concentrirter Salzsäure auf einer Temperatur von 60° R. erhalten. Nach längerer Zeit wurde sodann die mit Salzsäure versetzte Flüssigkeit in einem Maassglase gemessen und mit Wasser bis zu dem ursprünglichen Volumen von 50 CC. wieder aufgefüllt. Mit dieser Flüssigkeit wurde eine Mohr'sche Burette gefüllt, die dazudiente, die Flüssigkeit zu der Kupferlösung tropfenweise ablaufen zu lassen. Nach mehrmaligen übereinstimmenden Versuchen waren aber 2,1 CC. von der in der Burette enthaltenen Flüssigkeit nötig, um 7 CC. Kupferlösung genau und vollständig zu reduciren. Um nun das Rohrzucker-Aequivalent zu finden, wurde 1 Grm. von dem zur Einspritzung verwendeten Zucker mit Wasser und Salzsäure aufgenommen und umgewandelt, und zur Ausfällung von 7 CC. Kupferlösung gebraucht. Dabei wurde gefunden, dass 0,038 Grm. Rohrzucker im umgewandelten Zustande vollkommen und genau hinreichten, um 7 CC. der Kupferlösung zu reduciren. Somit ergeben sich folgende Aequivalentzahlen:

$$7 \text{ CC. Kupferlösung} = 0,038 \text{ Grm. Rohrzucker}, \\ 2,1 - \text{Urin} = 0,038 -$$

aus welchen mit Berücksichtigung der gesammten Harnmengen folgende Gleichung hervorgeht:

$$2,1 \text{ CC.} : 274 \text{ CC.} = 0,038 \text{ Grm.} : x \text{ Grm.} \\ \frac{274 \times 0,038}{2,1} = 5,0 \text{ Grm. Rohrzucker.}$$

Ueberdies wurde versucht, auch den Stoff quantitativ zu bestimmen, welcher dem natürlichen Urin die Fähigkeit ertheilte, die alkalische Kupferlösung zu reduciren, also den Stoff, welchen wir für Traubenzucker halten. Leider führte dieser Versuch zu keinem Resultate, denn wir hatten mehr als 20 CC. des nativen Urins nötig, um auch nur 1 CC. Kupferlösung vollständig zu reduciren. Somit war klar, dass der Urin nur Spuren von dieser Substanz enthielt.

Zehnter Versuch. Da sich die Hündin 2 Tage nach dem vorigen Versuche ganz wohl befand; so wurde dieselbe auch zu diesem zehnten und letzten Versuche verwendet. Nachdem das Thier Vormittags 1 Pfund Kalbfleisch nebst der Fleischbrühe erhalten und zu sich genommen hatte, wurde demselben Mittags der Urin mit dem Katheter entzogen. Das spec. Gew. dieses Urins, der massenhaft ablief, war = 1,018. Der Geschmack desselben war fade und fast salzig. Ein Theil dieses Urins wurde mit Kupferlösung sorgfältig geprüft, liess aber keine Spur

von Traubenzucker erkennen. Auch der mit Salzsäure behandelte und mit alkalischer Kupferlösung aufgekochte Urin schied keine Spur von Kupferoxydul aus. Mit Ferment zusammengebracht, ging der dem Thiere entzogene Urin keineswegs in Gährung über. Mit Aetzkali behandelt, nahm der Urin keine dunkle Farbe an. Im Polarisationsapparate bewirkte der Urin keine Drehung der Polarisationsebene. Es wurde daher zur Infusion von 8 Grm. Rohrzucker geschritten, welche bis zu einem Volumen von 35 CC. in reinem, 16° R. temperirtem Wasser gelöst, durch die linke Drosselader in das Blut der Hündin eingeführt wurden. Die Injection war um 1<sup>h</sup> 25<sup>m</sup> vollständig beendet. Das Thier zeigte darnach nur Spuren von Frost, aber sonst kein Zeichen von Uebelbefinden. Die Harnspecimina, welche nach der Einspritzung erhoben und untersucht wurden, waren folgende:

1<sup>h</sup> bis 2<sup>h</sup>. Urin = 47 CC. Spec. Gew. = 1,049. Der Geschmack des Urins war gleich dem einer concentrirten Zuckerlösung. Mit Kupferlösung aufgekocht, bewirkte der mit Salzsäure behandelte Urin eine starke Ausfällung von Kupferoxydul.

2<sup>h</sup> bis 3<sup>h</sup>. Urin = 58 CC. Spec. Gew. = 1,035. Geschmack des Urins weniger süß. Der mit Salzsäure behandelte und mit Kupferlösung geprüfte Urin schied noch sehr viel Kupferoxydul aus.

3<sup>h</sup> bis 4<sup>h</sup>. Urin = 40 CC. Spec. Gew. = 1,027. Der Geschmack des Urins war nicht mehr süß, sondern fade. Bei der Prüfung mit Kupferlösung bewirkte der mit Salzsäure behandelte Urin noch eine entschiedene Ausfällung von Kupferoxydul.

4<sup>h</sup> bis 5<sup>h</sup>. Urin = 60 CC. Spec. Gew. = 1,014. Geschmack fade. Der mit Salzsäure behandelte Urin schied kaum erhebliche Spuren von Kupferoxydul aus.

5<sup>h</sup> bis 6<sup>h</sup>. Urin = 56 CC. Spec. Gew. = 1,017. Der Urin war geschmacklos und zersetzte nach der Behandlung mit Salzsäure die alkalische Kupferlösung nicht im Geringsten.

6<sup>h</sup> bis 7<sup>h</sup>. Urin = 22 CC. Spec. Gew. = 1,035. Dabei war der Urin geschmacklos und liess auch nach der Behandlung mit Salzsäure die alkalische Kupferlösung völlig unzersetzt.

Da auch in den folgenden Stunden kein Zucker mehr ausgeschieden wurde, so schritten wir zur genaueren Charakteristik der mit dem Urine ausgeschiedenen Zuckerart. Dieselbe erwies sich bei allen chemischen und physikalischen Bestimmungsmitteln als Rohrzucker, weshalb auch die quantitative Bestimmung nur darauf gerichtet wurde.

Die zur quantitativen Analyse des Zuckers bestimmten Harnhälften sämmtlicher von 1<sup>h</sup> bis 5<sup>h</sup> erhobenen Harnspecimina boten nach dem Zusammengießen ein spec. Gew. von 1,031 dar. Sie entsprachen einer gesammten Harnmenge von 205 CC., wie aus folgender Zusammenstellung hervorgeht:

1 <sup>h</sup> bis 2 <sup>h</sup> Urin	=	47 CC.
2 <sup>h</sup> - 3 <sup>h</sup> -	=	58 -
3 <sup>h</sup> - 4 <sup>h</sup> -	=	40 -
4 <sup>h</sup> - 5 <sup>h</sup> -	=	60 -
Summe		= 205 CC.

Von diesem Urin, oder vielmehr von den zusammengeschütteten Hälften wurden 50 CC. gerade so wie bei dem vorhergehenden Versuch mit Salzsäure behandelt und zur Reduction der vorräthigen Kupferlösung verwendet. Mehrere übereinstimmende Versuche ergaben, dass 3,2 CC. des Urins oder vielmehr des umgewandelten Urins nöthig waren, um 14 CC. Kupferlösung zu reduciren. Dieselben wurden aber auch reducirt durch 0,076 Grm. umgewandelten Rohrzucker, wonach folgende Aequivalentzahlen und Gleichungen zu formiren sind:

$$\begin{aligned} 14 \text{ CC. Kupferlösung} &= 0,076 \text{ Grm. Rohrzucker,} \\ 3,2 - \text{ Urin} &= 0,076 - \\ 3,2 \text{ CC. : } 205 \text{ CC.} &= 0,076 \text{ Grm. : } x \text{ Grm.} \\ \frac{205 \times 0,076}{3,2} &= 4,87 \text{ Grm. Rohrzucker.} \end{aligned}$$

Nach Mittheilung dieser zehn mit aller Sorgfalt angestellten Versuche wollen wir die Resultate kurz zusammenstellen, zu welchen wir gelangten.

1. Von je 5 Grm. Milchzucker gingen nach der Einspritzung in das Blut von weiblichen Dachs- und Pinscherhunden einmal 2,04, zweimal 2,6 und einmal 3,36 Grm. mit dem Urin von dannen, während die Reste im Körper verblieben. Die Ausscheidung der mit dem Urin abgehenden Milchzuckermengen erfolgte in den ersten Stunden nach der Infusion und war nach 5 Stunden völlig beendet.

2. Von 5 und 7 Grm. Traubenzucker passirten nach der Einspritzung in das Blut einer säugenden und einer nicht säugenden Pinscherhündin zweimal nur äußerst geringe, durch die Reductionsanalyse nicht zu bestimmende Mengen mit dem Urin durch die Nieren. Die Ausscheidung dieser Zuckerspuren geschah jedes Mal in den ersten Paar Stunden nach der Einspritzung des Zuckers.

3. Von 10 und 13 Grm. Traubenzucker gelangten nach der Infusion in das Blut einer säugenden und einer nicht säugenden Pinscherhündin einmal 1,45, das andere Mal 0,2 Grm. durch die Nieren nach außen, während die größten Theile des eingespritzten Zuckers in den Körpern der Thiere verblieben. Die Ausscheidung der entschlüpfenden Zuckerquoten geschah immer in den ersten 5 Stunden nach der Einspritzung.

4. Von 8 Grm. Rohrzucker gingen nach der Einspritzung in das Blut eines weiblichen Hühnerhundes ein Mal 5,0 Grm., ein zweites Mal 4,87 Grm. mit dem Urin durch die Harnwerkzeuge nach außen. Die Elimination der Zuckerquoten geschah in der Zeit von 4—7 Stunden.

5. Jede in das Blut eingespritzte Zuckerart ließ, wenn sie in größerer Menge zugeführt wurde, einen Theil durch die Nieren mit dem Urin austreten. Vom Rohrzucker ging der größte Theil von dannen; vom Milchzucker ging ein kleinerer Theil fort; vom Traubenzucker wurde der kleinste Theil ausgeschieden. Letzterer verblieb fast ganz im Körper, wenn er in mäfsiger Menge in das Blut eingeführt wurde.

### 5. Historisch-kritische Besprechung der älteren Infusionsversuche mit Milch-, Trauben- und Rohrzucker.

#### a. Die Versuche von Bernard. 1843 und 1844.

Soweit es uns möglich gewesen ist, der Geschichte der Zuckerinfusion und der durch Infusion künstlich erregten Zuckeralimation nachzugehen, müssen wir Claude Bernard, den jetzigen Professor der allgemeinen Physiologie zu Paris, als den Forscher anerkennen, welcher zuerst Zucker in das Blut einspritzte und zwar in der bestimmten Absicht, um denselben in dem Urin wieder aufzusuchen. In der That gab Bernard am 7. December 1843 zu Paris eine Inauguralabhandlung heraus, in welcher die ersten, auf die Infusion und Elimination des Zuckers bezüglichen Arbeiten niedergelegt sind. Wir haben leider keine Gelegenheit gehabt dieses Schriftstück selber einzusehen, können aber nach dem, was Bernard neuerdings darüber angiebt\*), keinen Augenblick daran zweifeln, dass der wesentliche Inhalt der Dissertation in eine andere, bald darnach folgende Publikation des genialen Experimentators, aufgenommen wurde, nämlich in eine Abhandlung, welche unter dem

\*) Claude Bernard's Neue Funktion der Leber als zuckerbereitendes Organ des Menschen und der Thiere. Deutsch von Dr. Schwarzenbach. Würzburg. 1853. S. 3. Note.

Titel: „*Mémoire sur le suc gastrique et son rôle dans la nutrition*“ am 16. März 1844, durch ein weit verbreitetes Journal \*) zur Oeffentlichkeit gelangte. Wir wollen aus dieser Abhandlung die auf die Zuckerinfusion und Zuckerexcretion bezüglichen Experimente allgesammt hier vorführen, da uns daran gelegen sein muss, die Ergebnisse derselben mit denen unserer Versuche genauer zu vergleichen.

In der Absicht, das Verhalten einer, in das Blut injicirten reinen Zuckerlösung festzustellen, wählte Bernard, wie er berichtet, 3 gesunde, ziemlich gleich grosse Hunde aus und spritzte dem einen davon eine Traubenzuckerlösung (bestehend aus 10 Grm. Traubenzucker und 30 Grm. Wasser), einem jeden der beiden andern aber eine Rohrzuckerlösung (bestehend aus 10 Grm. Rohrzucker und 30 Grm. Wasser) durch geöffnete Venen ein. Bei der Untersuchung des Urins von allen diesen Hunden wurde der Zucker gefunden und zwar enthielt der Urin des Hundes, welchem Traubenzucker eingespritzt worden war, diese Zuckerart mit allen ihren charakteristischen Merkmalen, während in dem Urin der anderen Hunde Rohrzucker gefunden wurde. Wie man sieht, stimmen diese Resultate der ersten Versuche Bernard's mit den von uns gewonnenen vollständig überein, denn auch wir fanden nach der Einspritzung von 10 Grm. Traubenzucker und 8 Grm. Rohrzucker eine Elimination von Trauben- und Rohrzucker mit dem Urin. Was Bernard bei seinen damaligen Versuchen ganz unbeachtet ließ, das war das quantitative Verhältniss der Zuckerausscheidung, das doch sicher alle Beachtung verdient.

Um den Einfluss des Magensaftes auf die Zuckerarten zu erweisen, unternahm Bernard, wie er berichtet, auch folgende Versuche. Er spritzte einem jeden der vorhin erwähnten drei Hunde 2 Tage später 10 Grm. mit Magensaft digerirten Rohrzucker in das Blut und überzeugte sich durch vielfältige Harnuntersuchungen, dass der Urin der Thiere darnach ganz zuckerfrei blieb. Wir haben keine Gelegenheit gehabt, diese Angabe des französischen Experimentators auf ihre Richtigkeit zu prü-

\*) *Gazette méd. de Paris.* 1844. 16. Mars.

fen, müssen aber bemerken, dass Bernard seine Digestionsflüssigkeit, die er zum Einspritzen gebrauchte, keineswegs auf Zucker prüfte. Hätte er es gethan, so würde er gefunden haben, dass der Magensaft bei vielstündiger Digestion den Rohrzucker umsetzt und zerstört, wonach das Ergebniss des Experimentes gar nichts Auffallendes hat.

b. Die Versuche von Bernard und Barreswill. 1844.

Am 22. April 1844 kam in der Akademie zu Paris eine Abhandlung über die nährenden Substanzen von Bernard und Barreswill zum Vortrage, welche nicht nur in viele französische, sondern selbst in deutsche Blätter, wie z. B. in das Journal für praktische Chemie\*) überging und die Aufmerksamkeit der Physiologen in Anspruch nahm. Wie aus dieser Abhandlung hervorgeht, injicirten Bernard und Barreswill einem gesunden nüchternen Hunde eine wässrige Lösung von  $\frac{1}{2}$  Grm. Rohrzucker durch die Drosselader in das Blut und stellten dabei fest, dass der Zucker als solcher mit dem Urine zur Ausscheidung gelangte. Dagegen war es Bernard und Barreswill unmöglich, Zucker in dem Urine nachzuweisen, als sie  $\frac{1}{2}$  Grm. Rohrzucker mit 15 Grm. frischem Magensaft 6 bis 8 Stunden bei 30—40° C. digerirten (blieb denn dabei Zucker übrig?) und die filtrirte Digestionsflüssigkeit in das Blut eines nüchternen Hundes einführten. Wie leicht einzusehen ist, stimmen diese Versuche und ihre Ergebnisse mit denen von Bernard allein mitgetheilten überein, nur findet der Unterschied statt, dass bei den gemeinschaftlichen Versuchen  $\frac{1}{2}$  Grm. Zucker eingespritzt wurde, während bei den von Bernard unternommenen Versuchen gröfsere Quantitäten von Zucker zur Anwendung kamen.

c. Die Versuche von Lehmann und Kersting. 1844.

Am 24. Mai 1844 erschien zu Leipzig eine Inaugural-Dissertation, welche unter dem Titel „*Saccharum sanguine receptum in urinam transire probatur experimentis*“ E. F.

\*) Journ. f. prakt. Chemie, Bd. XXXIII. S. 58.

Kersting zum Verfasser hat. Wie aus der Vorrede zu dieser kleinen Abhandlung hervorgeht, sind die darin niedergelegten Versuche auf Veranlassung und unter Mitwirkung von Professor Lehmann zu Leipzig ausgeführt worden, weshalb es nicht unpassend erscheint, die ganze Arbeit, wie es oben geschehen ist, als Lehmann-Kersting'sche zu bezeichnen. Wir wollen aus dieser Arbeit, welche in der Geschichte der Zuckerinfusion, und der durch Infusion künstlich eingeleiteten Zuckerelimination eine hervorragende Stelle einnimmt, die hauptsächlichsten Thatsachen hier vorführen und uns dabei so kurz wie möglich fassen.

Der erste Versuch, welchen Lehmann und Kersting mit Zucker ausführten, wurde angeblich am 4. Februar 1844 unternommen. Zu demselben wurde ein kleiner, jedoch gut genährter, männlicher Hund ausgewählt. Demselben wurde  $\frac{1}{2}$  Unze Rohrzucker, in  $\frac{1}{2}$  Unze Wasser aufgelöst, durch die geöffnete Drosselader eingespritzt. Da die eingespritzte Flüssigkeit kühler war, als das Blut, so verfiel der Hund bald nach vollendeter Operation in einen sichtbaren Schüttelfrost, der ihn jedoch nicht abhielt, eine große Menge von vorgestellter, verdünnter Milch zu verzehren. Der bald darnach entleerte Urin betrug der Menge nach ebensoviel, als das genossene Getränk und hatte anfangs einen schwachsüßen, nach 1 Stunde aber einen sehr süßen Geschmack. Der Geruch des Urins war dem der Milch ähnlich; die Farbe war gelb und klar; das spec. Gew. bedeutender als gewöhnlich und die Reaction schwachsauer. Um diesen Urin auf Zucker zu prüfen, wurde 1 Tropfen desselben mit sehr verdünnter Schwefelsäure erwärmt, wobei auf dem Uhrglase ein dunkelschwarzer Fleck entstand. Mit den Trommer'schen Reagentien geprüft, bewirkte der Urin nicht die geringste Ausscheidung von Kupferoxydul. Um den Rohrzucker in Substanz darzustellen, wurde der ganze Urin zur Syrupsconsistenz abgedampft und mit Alkohol ausgezogen, nach dessen Beseitigung ein sehr süßer, nicht zu krystallisirender Syrup zurück blieb. Der Hund befand sich 14 Stunden nach beendigtem Experimente noch ganz wohl und wurde geschlach-

tet. Bei der Section wurde nichts Auffallendes bemerkt, jedoch festgestellt, dass die Galle des Hundes keinen Zucker enthielt. Kersting glaubt, durch das mitgetheilte Experiment den unzweifelhaften Beweis geführt zu haben, dass der Rohrzucker nach der Einspritzung in das Blut durch die Nieren unverändert mit dem Urine fortgehe. Den Mangel an Krystallisationsfähigkeit des mit Alkohol extrahirten Zuckers leitet Kersting von dem Kochen und Abdampfen des Urines ab.

Bei einem zweiten Versuche wurde einem, dem ersten ganz ähnlichen Hunde eine höchst concentrirte Lösung von Milchzucker mit Hülfe einer Spritze in den geöffneten Peritonealsack eingeschürt. Wegen der Kälte der eingespritzten Flüssigkeit erfolgte ein heftiges Beben der Hautdecken. Nach  $1\frac{1}{2}$  Stunden ging eine reichliche Menge von klarem, nach Milch riechendem, nicht sehr süßem und ganz schwachsauer reagirendem Urin ab. Derselbe lieferte mit verdünnter Schwefelsäure auf dem Uhrglase abgedampft einen sehr schwarzen Fleck und in Berührung mit den Trommer'schen Reagentien eine reichliche Ausscheidung von Kupferoxydul. Auf  $\frac{1}{2}$  seines Volumens abgedampft, ging der Urin in einen dicken Syrup über, der beim Erkalten zu einer weifsgelben, krystallinischen, ziemlich trocknen, zerbrechlichen Masse erstarrte. Mit absolutem, kaltem Alkohol behandelt und in Wasser aufgelöst, ging der Zucker bei der Verdampfung in die gewöhnliche Form über. Derselbe krachte zwischen den Zähnen, hatte nur einen schwachsüßen Geschmack, war in absolutem Alkohol ganz unlöslich, in kaltem Wasser vollständig löslich, so dass unter Berücksichtigung des Verhaltens zur Schwefelsäure und zur alkalischen Kupferlösung kein Zweifel darüber bleiben konnte, dass der, in den Peritonealsack eingespritzte Zucker in das Blut übergeführt und durch die Nieren mit dem Urin ganz unverändert wieder ausgeschieden worden war.

Bei einem dritten Versuche wurde demselben Hunde nach Verlauf von 3 Tagen eine wässrige Lösung von Milchzucker durch die geöffnete Drosselader in das Blut eingespritzt. Leider litt das Thier an einer Peritonitis, die durch die vorige

Zuckereinspritzung herbeigeführt worden war. Demgemäß zeigte der Urin des Thieres alle Erscheinungen des Fieberurins. Nichts desto weniger ließ sich durch Schwefelsäure und alkalische Kupferlösung die Anwesenheit von Zucker in dem Urine nachweisen. Die Reindarstellung des Zuckers aus dem Urine wollte indessen weniger gut gelingen. Der erhaltene Zucker war weniger weiß und rein. Bei der Section des Thieres wurden alle Charaktere einer Peritonitis vorgefunden.

Bei einem vierten Versuche wurden 3 Unzen Rohrzucker in Wasser gelöst und einem alten Jagdhunde in die Unterleibshöhle eingespritzt. In Folge davon ließ das Thier seinen Urin laufen, so dass erst nach Verlauf von 2 Stunden der zur Untersuchung nötige Urin erhalten werden konnte. Die Farbe des selben war weißlich; der Geschmack süß; der Geruch gewöhnlich; die Reaction sauer. Mit alkalischer Kupferlösung behandelt, lieferte der Urin keinen Niederschlag von Kupferoxydul. Abgedampft, nahm der Urin die Consistenz des geschmolzenen Zuckers an. Abgekühlt, ging die syrupöse Masse in eine braune, zähe, harte Masse über, die keineswegs von aller Feuchtigkeit zu befreien war. Diese Masse konnte durch Behandlung mit kaltem Alkohol, durch Abdampfen, Filtriren und Eindicken keineswegs in krystallisierten Zucker verwandelt werden. Nichtsdestoweniger zieht Kers ting aus dem Mitgetheilten den Schluss, dass auch der Rohrzucker von den serösen Häuten der Unterleibshöhle in das Blut übergeführt und durch die Nieren unverändert wieder ausgeschieden werde.

Zu diesen Detail's muss noch hinzugefügt werden, dass alle 3 Hunde, welche zu den mitgetheilten Versuchen verwendet wurden, bald nach der Zuführung von Zucker in das Blut oder in den Peritonealsack zum Oesteren erbrachen, was auch wir bei einigen von unsrern Einspritzungen bemerkt haben.

Um die Resorption des Zuckers in dem unteren Darmabschnitte zu verfolgen, entschloss sich Kers ting sich mehrere Klystiere aus wässrigen Lösungen von Rohr- und Milchzucker appliciren zu lassen. Ein jedes Klystier dieser Art wurde vor der Wiederentleerung  $2\frac{1}{2}$  Stunden in dem Darme zurückgehal-

ten. Bei der Entleerung überzeugte sich Kersting, dass von dem Zucker nur wenig zur Resorption gelangt sein konnte. In dem Urine, der nach jedem gesetzten Klystiere gesammelt wurde, war niemals eine Spur von Zucker nachzuweisen. Kersting glaubte daher annehmen zu dürfen, dass der Zucker auf der Oberfläche der Darmschleimhaut vor der Resorption völlig zersetzt werde.

Vergleichen wir die Ergebnisse aller dieser Versuche und namentlich der Zuckerinfusionen, mit denen, welche wir erhalten haben, so ergiebt sich eine völlige Uebereinstimmung. Auch wir fanden gerade so, wie Lehmann und Kersting, dass der Rohr- wie Milchzucker, wenn sie massenhaft in das Blut eingeführt werden, durch die Nieren unverändert von dannen gehen. Da wir aber quantitativ zu Werke gingen, was Lehmann und Kersting bei ihren Versuchen unterliessen, so überzeugten wir uns, dass nicht die ganze Menge des eingespritzten Zuckers wieder ausgeführt wird, was für die Beurtheilung des Schicksals des eingespritzten Zuckers sicher von Wichtigkeit ist.

*d. Neuere Versuche von Bernard. 1846.*

In den *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences* vom Jahre 1846 (Tom. XXII. p. 536.) findet sich der Auszug einer Abhandlung von Bernard, welche am 23. März desselben Jahres zum Vortrag kam, und welche den Titel führt: „*Des différences, que présentent les phénomènes de la digestion et de la nutrition chez les animaux herbivores et carnivores.*“ In dieser Abhandlung, welche aus 3 Theilen besteht, kommt Bernard unter andern auch auf die Zuckereinspritzungen zu reden und berichtet davon folgende interessante Einzelheiten.

Wird zweien nüchternen Thieren (z. B. zweien Hunden oder zweien Kaninchen), deren Urin klar und sauer ist, Zucker in das Blut eingespritzt, und zwar dem einen eine Lösung von Rohrzucker, dem andern eine Lösung von Traubenzucker, so bemerkt man, dass der Urin des Thieres, welches Trauben-

zucker empfing, trübe und alkalisch wird, während der Urin des mit Rohrzucker versorgten Thieres ganz klar und sauer verbleibt. Diese Thatsachen sind nach der Ansicht Bernard's also zu erklären: die alkalische Reaction (nach Bernard ein Merkmal der Verdauung stickstoffreier Substanzen) folgt der Injection von Traubenzucker um deswillen auf dem Fusse, weil diese Zuckerart in dem Blute destruirt und sofort assimiliert wird. Der Röhzucker soll sich anders verhalten und nur dann zur Assimilation gelangen, wenn er vorher dem Einflusse des Magensaftes unterstellt wird.

Da hier der Ort nicht ist, die Bernard'schen Ansichten über die Charaktere des Verdauungsurins kritisch zu prüfen, so wollen wir nur kurz bemerken, dass die von Bernard gemachten Angaben keinesweges so klar und verständlich sind, wie es zu wünschen wäre. Will Bernard mit seinem Berichte, dass der in das Blut eingespritzte Traubenzucker destruirt und assimiliert werde, etwa so viel sagen, dass der eingespritzte Traubenzucker im Blut völlig und bis auf das letzte Atom untergehe und durch die Nieren gar nicht zur Ausscheidung gelange, so setzt er sich nicht nur mit den Beobachtungen Anderer, sondern selbst mit seinen eigenen früheren Angaben in Widerspruch. In der That hat Bernard, wie oben bereits dargethan wurde, schon früher berichtet, dass auch der Traubenzucker nach der Infusion in das Blut mit dem Urin von dannen gehe, und dass sich der Traubenzucker in dieser Beziehung nicht anders verhalte, als der Rohrzucker. Will man also Bernard des Widerspruchs nicht beschuldigen, so muss man annehmen, dass er seinem letzten Berichte an die Akademie einen anderen Sinn beigelegt hat, als aus den Worten gerade hervorgeht; nämlich den Sinn, dass der Traubenzucker nach der Infusion zum grössten Theile im Blut untergehe und nur zum kleinsten Theile durch die Nieren zur Ausscheidung gelange; dass dagegen der Rohrzucker, wenn er nicht zuvor mit Magensaft behandelt wird, zum grössten Theile mit dem Urine ausgeschieden werde und nur zum kleinsten Theile

in dem Blute untergehe. Ist dies wirklich der Sinn des Bernard'schen Berichtes, so müssen wir in Rücksicht auf die Ergebnisse unserer Versuche wohl zugestehen, daß Bernard das Verhalten des Trauben- und Rohrzuckers richtig erkannt hat, wenn wir uns auch darüber wundern müssen, daß Bernard seine Sätze schlecht formulirte und nicht sorgfältiger mit analytischen Datis belegte. Wie es scheint, hat diese Nachlässigkeit darin ihren Grund, daß Bernard die Zuckerausscheidung durch die Nieren nur mit den Hülfsmitteln der qualitativen Analyse verfolgte, was bei quantitativen Forschungen immer sehr misslich ist. Freilich ist es auch möglich, daß Bernard dem Traubenzucker deshalb eine unbedingte Assimilirbarkeit zugestand, weil er denselben bei seinen neueren Versuchen in zu geringen Mengen in das Blut eingeführt hatte. Nach den Ergebnissen unserer Versuche zu urtheilen, konnte alsdann der Traubenzucker freilich sich der Ausscheidung völlig entziehen, was bei massenhafter Zuführung in das Blut wohl niemals geschieht.

e. Die Versuche von Baumert. 1851.

Dr. M. Baumert in Breslau hat im Jahre 1851 eine Arbeit publicirt \*), welche die Ausscheidung des Zuckers durch die Nieren nach der Einspritzung in das Blut zum Gegenstand hat. Wir wollen aus dieser Arbeit, welche den Titel führt: „Ueber das Vorkommen des Zuckers im thierischen Organismus“ die uns interessirende Stelle wörtlich hier mittheilen, weil es recht misslich ist, die darin enthaltenen Thatsachen aus dem Zusammenhange gerissen hier vorzuführen.

„In der Hoffnung, näheren Aufschluß über die intermediären Verbrennungsprodukte des Traubenzuckers vor seiner vollständigen Oxydation zu Kohlensäure und Wasser zu erhalten, unternahm ich unter gütiger Beihilfe des Herrn. Dr. Rühle einige Injectionsversuche, die, wenn sie auch kein entscheiden-

\*) 28. Jahresbericht der Schlesischen Gesellschaft für vaterländische Cultur. — Journal für praktische Chemie Bd. LIV. S. 357—363. — Casper's Wochenschrift. Jahrg. 1851. No. 41, S. 641—648.

des Resultat in der gestellten Frage geben, doch vielleicht in anderer Beziehung Erwähnung verdienen. Zunächst überzeugten wir uns, daß selbst nach dem Genusse ansehnlicher Quantitäten Zucker (wenn man z. B. Kaninchen längere Zeit mit in Zuckerwasser erweichten Mohrrüben fütterte, oder denselben Zuckerwasser in den Magen spritzte) niemals Zucker mit dem Harn ausgeschieden wurde. Der Zucker verharrt in diesen Fällen lange genug in den Circulationswegen, um in andere Verbindungen übergeführt zu werden. Der Harn war alkalisch und zeigte bei der Untersuchung weder Essigsäure, Milchsäure, noch Ameisensäure. Anfangs fiel uns die Menge des Harnstoffs auf; bei wiederholter Untersuchung erschien jedoch der Harnstoffgehalt des Kaninchenharns überhaupt bedeutender, als aus der sonstigen Beschaffenheit dieses Harns gefolgert worden zu sein scheint. Bei directen Injectionen des Zuckers in die Blutkanäle verhält es sich anders. Doch hat sich für uns, obgleich wir 20 Kaninchen auf dieselbe Weise, und ohne daß das Resultat störende Zufälle eintraten, operirten, keine besondere Regelmäßigkeit der auftretenden Erscheinungen herausgestellt. Bei der Schwierigkeit oder Unmöglichkeit, hinreichende Mengen von Harn in den ersten 24 Stunden nach der Operation zu sammeln, mußten wir bald auf das Aufsuchen der aus dem Zucker muthmaßlich gebildeten Säuren verzichten. Wir beschränkten uns daher darauf, wenigstens für das Wiedererscheinen des Zuckers im Harn einen sicheren Anhaltspunkt zu finden."

„Den Kaninchen wurde 1 Grm. der verschiedenen Zuckerarten in derselben Menge Wasser gelöst in die linke Jugularvene injicirt. Das Ergebnis der einzelnen Operationen läßt sich, nach unseren Versuchen, folgendermassen formuliren: der Rohr- und Milchzucker wird langsamer in andere Verbindungen zerlegt, als der Traubenzucker. Dies war zu erwarten, da diese Zuckerarten vor ihrer weiteren Zerlegung im Organismus zuerst in Traubenzucker übergeführt werden. Eine saure Reaktion des Urins, wie dies behauptet worden ist, trat durchaus nicht immer ein, vielmehr sahen wir den ursprünglich alkalischen

Harn bisweilen alkalisch bleiben, in anderen Fällen wieder bald anfänglich, oder erst bei der zweiten oder dritten Urinentleerung eine saure Beschaffenheit annehmen. Dafs dieses Sauerwerden nicht Folge der Harngährung war, haben wir uns überzeugt. Die Ursache der sauren Reaktion konnten wir aus Mangel an Material nicht ermitteln. Bei der Injection von Milch- oder Rohrzucker erhielten wir in einzelnen Fällen noch nach 24 Stunden einen zuckerhaltigen Urin; beim Einspritzen von Traubenzuckerlösung war meist schon nach den ersten 24 Stunden keine Reaktion auf Traubenzucker wahrzunehmen. Der Harn war, im Falle Traubenzucker angewendet worden war, immer alkalisch, und brauste, wie der normale Kaninchenharn, mit Säuren stark auf. Aus dem Blute haben wir in 2 Fällen eine Stunde nach der Operation noch Milchzucker in Krystallform darstellen können. Die Thiere fraßen oft gleich nach der Operation und erholteten sich überhaupt meist vollkommen in den ersten 24 Stunden."

Was uns an diesem Berichte besonders auffällt, das ist das lange Verweilen des eingespritzten Zuckers im Körper der Kaninchen! Wir, die wir durchweg mit Hunden experimentirt haben, fanden die Zuckerausscheidung höchstens nach 8 Stunden vollendet. Wenn Baumert, wie er berichtet, selbst nach 24 Stunden Rohr- und Milchzucker in dem Urine der Kaninchen nachweisen konnte, so war sicher der Grund davon, dass die Thiere nicht früher urinirten, denn es lässt sich wohl kaum annehmen, dass die Ausscheidung des Zuckers aus dem Körper der Hunde rascher erfolgt, als aus dem Körper der Kaninchen.

f. Die Versuche von Lehmann und Uhle. 1852.

Am 17. April 1852 erschien zu Leipzig abermals eine Inaugural-Dissertation, welche Johann Paulus Uhle zum Verfasser hat, und welche den Titel führt: „*Experimenta de saccharo in urinam aliquamdiu transiente.*“ Wie in der Vorrede und an anderen Stellen dieser Dissertation hervorgehoben ist, wurden die in der Abhandlung referirten Untersu-

chungen auf Veranlassung und unter Mitwirkung von Professor Lehmann in Leipzig ausgeführt, weshalb es auch hier gerechtfertigt ist, die ganze Arbeit als Lehmann-Uhle'sche zu bezeichnen. Wie schon eine oberflächliche Musterung ergiebt, ist die Untersuchung eine Fortsetzung der schon früher von Kersting veröffentlichten Arbeit, die denn auch, wiewohl mit Unrecht, auf p. 15. der Dissertation, mit Aufmerksamkeit der Bernard'schen Arbeit vom Jahre 1843 als die erste dieser Art bezeichnet wird. Wir wollen aus der Uhle'schen Dissertation die auf die Injection und Elimination des Zuckers bezüglichen Forschungen und deren Ergebnisse in Kürze hier vorführen, und dabei allen Versuchen eine Berücksichtigung schenken, welche sowohl mit purem Zucker, als auch mit verschiedenen Gemischen von Zucker und Alkalien angestellt wurden.

In der Absicht, die Ausscheidung des in die Gefäßbahnen eingespritzten Zuckers durch die Nieren zu verfolgen, unterwarf Uhle unter Leitung von Lehmann und unter Beihilfe von Dr. Funke 7 Kaninchen der zur Infusion nöthigen Operation. Dabei wurde 2 Kaninchen je ein Quantum von 7,25 Grm. Rohrzuckerlösung (1 Theil Zucker auf 2 Theile Wasser), 2 anderen je eine gleiche Menge von Traubenzuckerlösung und endlich 3 anderen je eine gleiche Menge von Milchzuckerlösung durch geöffnete Jugularvenen eingespritzt. Eine jede dieser Infusionen wurde mit einem Zeitverluste von 10 Minuten, also höchst langsam vollzogen. Der Urin aller dieser Thiere zeigte nach der Operation eine saure Beschaffenheit und ein klares Ansehen. In dem Urin der Thiere, welche Rohrzucker erhalten hatten, wurde mit der Fehling'schen Kupferlösung vergeblich nach Zucker gesucht, begreiflich weil der Rohrzucker das alkalische Kupferoxyd nicht reducirt; dagegen veranlaßte der Urin der Thiere, welche Trauben- oder Milchzucker erhalten hatten, eine Reduktion des Kupferoxyds, zum Beweis, daß der eingespritzte Zucker als solcher zur Ausscheidung kam. Wie Uhle ausdrücklich versichert, blieb die Zukkerelimination durch die Nieren, wenn sie einmal begonnen

hatte, in der Regel 4 Stunden im Zuge und hielt niemals länger als 8 Stunden an. Einmal kam es vor, daß ein Thier nach beendigter Operation und nach der Entfesselung von dem Operationsstische seinen Urin abgehen ließ. In demselben konnten schon Spuren von Zucker nachgewiesen werden. Ein anderes Mal lieferte ein Kaninchen, weil es nüchtern war, die zur Untersuchung nötige Menge von Urin erst 12 Stunden nach vollführter Operation. Derselbe hatte eine saure Beschaffenheit und enthielt keine Spur von Zucker.

Um den Einfluß der Alkalien auf die Umwandlung und Ausscheidung des injicirten Zuckers zu verfolgen, wurde eine besondere Reihe von Versuchen angestellt. Von einer Lösung, welche aus 12 Theilen Wasser, 2,4 Theilen Traubenzucker und 0,8 Theilen Aetzkali bereitet war, wurde eine Menge von circa 7 CC. in das Blut eines Kaninchens eingespritzt. Der nach 10 und 20 Minuten abgehende Urin des Thieres erwies sich sehr alkalisch und frei von Zucker. Indessen führte der Versuch zu keinem endgültigen Ergebnis, weil das Thier sehr rasch zu Grunde ging. Nicht viel besser war der Erfolg des Experimentes, als einem anderen Kaninchen eine Flüssigkeit von circa 7 CC. eingespritzt wurde, die aus 15 Theilen Wasser, 2 Theilen Traubenzucker und 1 Theil kohlensaurem Kali zusammengesetzt war. Unter solchen Umständen nahmen die Forscher ihre Zuflucht zu dem kohlensauren Natron, das sie zu 1, 2, 3 Aequivalenten mit 1 Aequivalent Traubenzucker zusammenmischten. Der Erfolg solcher Einspritzungen war viel günstiger. Die dem Experiment unterzogenen Kaninchen schieden kurz nach der Operation einen stark alkalischen Urin aus. Indessen hielt diese Beschaffenheit des Urins nicht lange vor, denn nach einiger Zeit zeigte der Urin eine entschieden saure Beschaffenheit, welche etwa 5 Stunden andauerte. War dieser Zeittermin verstrichen, so schwand die saure Beschaffenheit des Urins ganz allmälich, und zwar am schnellsten, wenn die Thiere ihr gewöhnliches Futter, nämlich Kohl und Rüben, verzehrten. Merkwürdiger Weise war der Urin der Thiere mit Zucker beladen, so lange er die saure Beschaffenheit darbot, ja zu-

weilen dauerte die Ausscheidung des Zuckers 8 Stunden, und in einem Falle selbst 18 Stunden, nachdem der Zucker im Vereine mit kohlensaurem Natron in das Blut eingeführt worden war.

Da wir uns mit Einspritzungen von Zucker im Vereine mit kohlensaurem Natron nicht befasst haben, so können wir begreiflich nur dem ersten Theile der von Uhle mitgetheilten Experimente unsere Kritik zuwenden. Dieselbe kann aber, nachdem was wir gefunden haben, nur anerkennend sein; denn alles, was Uhle in Gemeinschaft mit Lehmann hinsichtlich des Verhaltens von puren Zuckerlösungen zum Blute und den Nieren festgestellt hat, stimmt in jeder Beziehung mit den Ergebnissen unserer Untersuchungen überein. Wir sehen aber auch aus den von Uhle mitgetheilten Thatsachen, daß wir uns bei der Kritik der Baumert'schen Versuche nicht verirrten, denn wie Uhle ausdrücklich bemerkt, dauert die Ausscheidung des in das Blut eingespritzten Zuckers auch bei Kaninchen nicht länger als 8 Stunden, also höchstens eben so lange, als sie, nach unseren Versuchen zu urtheilen, bei Hunden höchstens andauert.

*g. Die Versuche von J. F. von Becker. 1853.*

Am 19. December 1853 wurde das zweite Heft des fünften Bandes der Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie (herausgegeben von C. Th. von Siebold und A. Kölliker) ausgegeben, welches eine von Dr. F. J. von Becker verfaßte Abhandlung mit dem Titel: „Ueber das Verhalten des Zuckers beim thierischen Stoffwechsel“ zur Oeffentlichkeit brachte. Wie aus dieser Abhandlung hervorgeht, wurde die darin niedergelegte Arbeit auf Veranlassung des Professor Lehmann und in dessen Laboratorium ausgeführt, was uns von vorn herein vermuten läßt, daß die Arbeit als Fortsetzung der früheren bei Lehmann ausgeführten Arbeiten zu betrachten ist. In der That knüpft die Becker'sche Arbeit an vielen Punkten an die seiner Leipziger Vorgänger an, wie ihr auch eine ähnliche Tendenz unterliegt. Jedoch unterscheidet sich die Arbeit Becker's

von denen seiner Vorgänger durch einen solchen Reichthum an Thatsachen, der auch den fleissigsten Forscher nur in Erstaunen setzt. Wir wollen aus dieser Arbeit, die sich über das gewöhnliche Niveau erhebt, nur das hier vorführen, was sich auf die Ausscheidung des Zuckers durch die Harnwege nach vorausgehender Infusion bezieht, also auf das, was in einem besonderen Abschnitte der Abhandlung von S. 161—170 niedergelegt ist.

Um die Veränderungen des Zuckers im Blute zu studiren, unterwarf Becker nicht weniger als 21 Kaninchen der zur Infusion dienenden Operation, und spritzte fast einem jeden circa 7 CC. Flüssigkeit mit einem Gehalte von 1,45 Grm. Traubenzucker ein. Nur bei wenigen Kaninchen brachte Becker andere Zucker- und Flüssigkeitsmengen, so wie andere Zuckerarten, als Milchzucker oder Rohrzucker zur Anwendung, so dass also die Untersuchung hauptsächlich auf den Traubenzucker gerichtet war. Um den Urin der operirten Thiere zur Untersuchung zu bekommen, wurden dieselben von Zeit zu Zeit nach vollendetem Injection einem Drucke auf die Harnblase ausgesetzt, wobei nicht selten der angesammelte Urin abfloss. Um den Urin auf Säuregehalt, Zucker u. dgl. zu prüfen, wurde derselbe mit den üblichen Reagentien sofort nach der Entleerung verfolgt, so dass also über den Werth dieser Forschungen kein Zweifel aufkommen kann. Es würde zu weit führen, alle die Untersuchungen, welche ausgeführt wurden, im Einzelnen hier mitzutheilen. Becker hat dieselben in seiner Abhandlung zunächst alle im Detail und überdies noch in einer Uebersichtstabelle zusammengestellt. Wir können nur die Schlussfolgerungen, zu welchen die umfassende Arbeit Anlafs giebt, hier mittheilen, was unter den folgenden 7 Nummern geschehen soll.

1. Die Zuckerausscheidung, nach einer Injection von 1,5 Grm. Zucker, dauert bei Kaninchen in der Regel 5 bis 6 Stunden.

2. Alle Zuckerarten werden nach der Einführung in das Blut mit fast gleicher Schnelligkeit zur Ausscheidung gebracht.

3. Bei verschiedenen Individuen ist unter scheinbar gleichen Verhältnissen die Ausscheidung des Zuckers sehr verschieden.

4. Nach vollführter Zuckerinjection lässt sich in dem Urin stets Zucker nachweisen, wenn man denselben circa 45 Minuten nach der Operation zur Untersuchung nimmt.

5. Der Urin der Kaninchen bleibt nach der Injection von Zucker anfangs alkalisch, wird aber bald neutral, ja sogar sauer.

6. Die saure Reaktion des Kaninchenurins tritt ungefähr 2 Stunden nach gemachter Zuckerinjection ein und dauert noch eine Weile fort, selbst wenn der Zucker verschwunden ist.

7. Allem Anschein nach bildet sich aus dem Zucker im Blute eine Säure.

Dass mit der Feststellung dieser Sätze und namentlich des zeitlichen Verhältnisses der Zuckerausscheidung ein bedeutender Fortschritt in der Physiologie der Zuckerstoffe gemacht wurde, kann nicht in Abrede gestellt werden. Worauf aber vielmehr Werth zu legen ist, das ist die Untersuchung des quantitativen Verhältnisses der Zuckerausscheidung, welches Becker, wie alle seine Vorgänger ganz vernachlässigt hat. Dass solches nur zum Nachtheile der Wissenschaft geschehen kann, braucht nicht erst bewiesen zu werden. Wir haben mit unserer Arbeit nachgeholt, was alle unsere Vorgänger verabsäumt haben, und darauf glauben wir das Recht begründen zu können, welches wir in Anspruch nehmen, wenn wir jetzt, selbst  $1\frac{1}{2}$  Jahr nach dem Erscheinen von Becker's Arbeit mit unserer Abhandlung hervortreten.