

Ueber das Verhalten des salzsauren Glycosamins im Thierkörper.

Von
Dr. Edmund Fabian.

Aus dem Laboratorium für medicinische Chemie und experimentelle Pharmakologie zu Königsberg i. Pr.

(Der Redaction zugegangen am 15. März 1899.)

Das von Ledderhose¹⁾ zuerst aus dem Chitin dargestellte salzsaure Glycosamin ist ein Amidderivat eines Zuckers, welches mit dem Traubenzucker die Fähigkeit gemein hat, Fehling'sche Lösung zu reduciren und die Ebene des polarisirten Lichtes nach rechts zu drehen. Die ursprüngliche Auffassung Ledderhose's, es sei ein Derivat des Traubenzuckers, hat sich nicht bestätigt: vielmehr haben die späteren Untersuchungen des Entdeckers selbst, wie diejenigen Tiemann's²⁾ dargethan, dass der aus Glycosamin durch Einwirkung von salpetriger Säure als Syrup erhältliche Zucker nicht gährungsfähig ist, und dass das Glycosamin andere Oxydationsprodukte liefert, als der Traubenzucker. Es muss deshalb auf Grund der heute vorliegenden Erfahrungen angenommen werden, dass das Glycosamin sich nicht vom Traubenzucker ableitet, obwohl die Osazone beider Verbindungen, wie Tiemann nachwies, identisch sind.

Ein Isomeres des Glycosamins erhielt E. Fischer³⁾ durch Reduction von Phenylglucosazon. Da er dieses durch salpetrige

1) Ledderhose, Zeitschrift für physiologische Chemie, Bd. II, S. 213 u. Bd. IV, S. 139.

2) Tiemann, Ber. d. d. chem. Gesellschaft, Bd. XVII, S. 244 u. Bd. XIX, S. 50 u. S. 1257.

3) E. Fischer, Ber. d. d. chem. Gesellschaft, Bd. XIX, S. 1921.

Säure in Lävulose überführen konnte, legte er ihm die Structurformel:



bei. Gleichzeitig sprach er die Vermuthung aus, dass das Glycosamin selbst zum Traubenzucker in derselben Beziehung stehe, wie das Isoglycosamin zur Lävulose, dass ihm somit die Structurformel:



zukomme.

Der in stereochemischer Beziehung bestehende Widerspruch zwischen dem Uebergang in Isozuckersäure einerseits und der Bildung von Phenylglucosazon andererseits ist bisher nicht behoben.

Wie die Entstehungsgeschichte des Isoglycosamins beweist, kommt den Amidderivaten der Zucker insofern eine besondere Bedeutung zu, als sie einen Uebergang von rechtsdrehenden zu linksdrehenden Zuckern bilden können.

Ueber die Frage, ob das salzsaure Glycosamin im Thierkörper einen solchen Uebergang durchmache, konnte eine Prüfung seines physiologischen Verhaltens möglicher Weise Aufschluss geben, und weiterhin schien es lohnend, zu prüfen, ob die Gesetzmässigkeiten, welche zwischen Glycogenbildung und Gährfähigkeit für eine Reihe von Zuckern festgestellt sind, auch für dieses Amidderivat eines Zuckers bestehen.

Von diesen Erwägungen ausgehend, untersuchte ich auf Veranlassung des Herrn Geh. Rath Jaffé das Verhalten des salzsauren Glycosamins in Bezug auf Glycogenbildung, etwaige Veränderungen im Darmkanal und Erscheinen im Urin.

I. Einfluss auf die Glycogenbildung.

a. Historisches.

Was zunächst die Frage der Glycogenbildung im Allgemeinen betrifft, so dürfte heute feststehen, dass im thierischen Organismus Glycogen sowohl aus Eiweiss wie aus Kohlehydraten entstehen kann. Die Auffassung, der Befund grösserer Glycogenmengen in der Leber beim Hungerkaninchen nach Fütterung

mit Kohlehydraten stamme aus dem Eiweiss her, die Kohlehydrate wirkten nur sparend auf die Glycogenzersetzung, ist durch Rubner's¹⁾ Untersuchungen widerlegt. Rubner berechnete die Mengen Leberglycogen, die in maximo aus Eiweiss bei hungernden Kaninchen innerhalb 8—10 Stunden entstehen können, und gibt dafür folgende Werthe an:

für Leberglycogen: 0.66—1.52 gr.
für Leber- + Muskelglycogen: 1.33—3.04 gr.

Es sind daher diese Werthe bei der Prüfung eines Kohlehydrates als Glycogenbildner als untere Grenzwerte zu betrachten und nur diejenigen Kohlehydrate als Glycogenbildner anzusehen, nach deren Verfütterung man grössere Werthe als die oben angegebenen erhält.

Die Fähigkeit, Glycogen zu bilden, kommt nur einer kleinen Zahl von Kohlehydraten der Reihen C_6 und C_{12} zu, welche hier allein besprochen werden sollen. Die Untersuchungen von Kütz.²⁾ C. Voit³⁾ und seinen Schülern, unter diesen besonders Cremer⁴⁾ haben gezeigt, dass als unzweifelhafte Glycogenbildner zu betrachten sind der Traubenzucker, der Fruchtzucker, der Rohrzucker und die Maltose.

Diese Kohlehydrate liefern mit Ausnahme der Lävulose im Darmkanal Traubenzucker; sie sind sämmtlich durch gewöhnliche Sprosshefen vergährbar und die Assimilationsgrenze des Organismus für diese Körper liegt recht hoch. M. Cremer bezeichnet auch die Isomaltose als Glycogenbildner, da er nach ihrer Verfütterung 5.84% Leberglycogen erhielt. Sie ist, wenn auch schwer, vergährbar und entsteht beim Säureabbau des Glycogens direkt aus diesem. Es wäre daher denkbar, dass umgekehrt im Organismus die Isomaltose direkt zu Glycogen wird.

Getheilt sind die Meinungen noch über die d-Mannose, die d-Galactose und den Milchzucker. Sie haben nicht sämmt-

¹⁾ Rubner, Zeitschrift für Biologie, Bd. XVII.

²⁾ Kütz., Beiträge zur Kenntniss des Glycogens, Festschrift für Ludwig, Marburg 1890.

³⁾ C. Voit, Zeitschrift für Biologie, Bd. XXVIII, S. 245.

⁴⁾ M. Cremer, Zeitschrift für Biologie, Bd. XXIX, S. 481, Bd. XXXI, S. 183 u. Bd. XXXII, S. 49.

liche oben angegebenen Eigenschaften der echten Glycogenbildner. Der Milchzucker ist nur mit einigen wenigen Hefearten vergährbar, alle drei bleiben im Darmkanal unverändert und gehen bereits nach Verabreichung kleiner Gaben unverändert in den Harn über. Die von Kütz und C. Voit gefundenen Glycogenmengen sind auch nur gering: aber alle diese Untersuchungen sind an Kaninchen gemacht: und Kausch und Socin¹⁾ haben gezeigt, dass der Hund sich ganz anders verhält. Sie erhielten nach Milchzuckerfütterung beim Kaninchen einen Leberglycogengehalt von 1,72—2,332%, beim Hunde einen solchen von 8,12—9,82%: nach d-Galactose-Fütterung beim Hunde 6,73%. Es wird daher von Kausch und Socin die Möglichkeit des direkten Ueberganges dieser Körper in Glycogen angenommen und diese Annahme durch folgende Befunde von Minkowski²⁾ und F. Voit³⁾ gestützt. Ersterer fand beim entpancreasten Hunde sowohl nach Lävulose- wie nach Milchzuckerfütterung eine Vermehrung des Traubenzuckergehaltes des Harns: F. Voit fand dasselbe nach d-Galactose-Zufuhr beim diabetischen Menschen. Schliesslich sei auch an die Untersuchungen Cremer's⁴⁾ über die Carenzhefe erinnert. Nach ihm vermag die glycogenfrei gemachte Hefezelle aus d-Mannose wie aus d-Galactose ihr Glycogen aufzubauen.

Sehen wir von diesen Kohlehydraten ab, über deren Bedeutung als Glycogenbildner der endgültige Entscheid noch fehlt, so gilt bis jetzt der Voit-Cremer'sche Satz zu Recht:

Diejenigen Zuckerarten sind echte Glycogenbildner, die mit Hefe alkoholische Gährung eingehen, und die nur schwer in den Harn übergehen.

Meine eigenen Untersuchungen über das salzsaure Glycosamin geben einen weiteren Stützpunkt für diese Theorie.

1) Kausch u. Socin. Archiv für exper. Pathologie u. Pharmakologie. Bd. XXXI. S. 398.

2) Minkowski. Archiv für exper. Pathologie und Pharmakologie Bd. XXXI.

3) F. Voit. Zeitschrift für Biologie, Bd. XXVIII. S. 353.

4) Cremer. Zeitschrift für Biologie. Bd. XXXI.

b. Eigene Versuche.

Bestimmungen des Glycogens von Hungerkaninchen nach Verfütterung des salzsauren Glycosamins.

(Methode: Kütz-Brücke.)

1. Versuch. Kaninchen 1800 gr. 5 Hungertage (16. Juni bis 20. Juni 1898). 21. Juni, Morgens 7¹/₂ Uhr: 15 gr. salzsaures Glycosamin in Wasser gelöst + 3 gr. Soda mittelst der Schlundsonde eingegossen. 21. Juni, Nachmittags 5¹/₂ Uhr: Kaninchen getödtet. Gewicht der Leber: 50 gr. Gewicht der Muskulatur: 425 gr. Leberglycogen: 0,094 gr.

(Die Hälfte etwa der in KOH aufgeschlossenen Lebersubstanz ging leider verloren, so dass man die oben angegebene Glycogenmenge verdoppeln muss, um den wahren Glycogengehalt zu erhalten). Es würde danach die Menge des Leberglycogens betragen: 0,118 gr.

Glycogen der Muskulatur: 0,3364 gr.

Gesamtglycogenmenge des Thieres: 0,5244 gr.

2. Versuch. Kaninchen 1690 gr. 5 Hungertage (24. Juni bis 28. Juni 1898). 28. Juni, Abends 7 Uhr, erhält das Thier mit der Schlundsonde 15 gr. salzsaures Glycosamin + 6 gr. Soda in Wasser gelöst. 29. Juni, Morgens 7¹/₂ Uhr: Kaninchen getödtet. Gewicht der Leber: 35 gr. Gewicht der Muskulatur: 440 gr. Leberglycogen: 0,043 gr. Muskelglycogen: 0,332 gr. Gesamtglycogenmenge des Thieres: 0,375 gr.

3. Versuch. Kaninchen 2185 gr. 5 Hungertage (22. Juli bis 26. Juli 1898). 26. Juli, Abends 7¹/₄ Uhr: 15 gr. salzsaures Glycosamin + 6 gr. Soda in Wasser gelöst, mittelst Schlundsonde eingegossen. 27. Juli, Morgens 7³/₄ Uhr: Kaninchen getödtet. Gewicht der Leber: 42 gr. Leberglycogen: 0,295 gr.

Um den Leber- und Muskelglycogengehalt am Schlusse der fünftägigen Hungerperiode bei einem Normal-Kaninchen im Vergleich zu den eben angeführten Versuchen festzustellen, wurde ein solcher gleichzeitig mit Versuch 2 unternommen.

Kaninchen 2090 gr. 5 Hungertage (24. Juni bis 28. Juni 1898). 29. Juni, Vormittags 11¹/₂ Uhr: Kaninchen getödtet. Gewicht der Leber: 39 gr. Gewicht der Muskulatur 580 gr. Leberglycogen: 0,166 gr. Muskelglycogen: 0,286 gr. Gesamtglycogenmenge des Thieres: 0,452 gr.

Diese drei Versuche dürften beweisen, dass das salzsaure Glycosamin kein Glycogenbildner ist. Die erhaltenen Werthe des Leberglycogens (0,118; 0,043; 0,295 gr.) bleiben innerhalb der von Rubner für die Entstehungsmöglichkeit aus Eiweiss angegebenen Grenzwerte und stimmen auch mit dem von mir

im Kontrollversuch beim Hungerkaninchen gefundenen Werthe (0.166 gr.) ungefähr überein.

II. Verhalten im Darmkanal.

Um zu prüfen, wie viel von der verabreichten Substanz resorbirt wurde, und gleichzeitig um zu untersuchen, ob das salzsaure Glycosamin im Darmkanal des Kaninchens eine chemische Veränderung erlitt, wurde im Versuche 3 der Magen und gesammte Darm abgebunden und herausgenommen. Der Inhalt wurde zuerst ausgedrückt, dann ausgespritzt, schliesslich der Darm eröffnet und seine Schleimhaut abgespült. Die gesammte Masse wurde mit 5 ccm. verdünnter Essigsäure versetzt, gekocht und zuerst durch Leinwand, dann durch ein Faltenfilter filtrirt. Die Gesamtflüssigkeit betrug 560 ccm.; sie war hellbraun, klar, durchsichtig, reagirte sauer. Die Trommer'sche Probe war deutlich positiv. Die Menge der in ihr enthaltenen reducirenden Substanz wurde mit Schmiedeberg'scher Mannit-Kupferlösung bestimmt.

1 ccm. der Schmiedeberg'schen Lösung entsprach 5,578 mgr. salzsauren Glycosamins.

Es wurden 13,5 ccm. der auf die Hälfte verdünnten Flüssigkeit zur Reduction von 10 ccm. Schmiedeberg'scher Lösung gebraucht.

Der Gehalt an reducirender Substanz, auf salzsaures Glycosamin berechnet, betrug also: 4,626 gr. oder 0,88^o o. Es wurden also im Darminhalt 31^o des eingeführten salzsauren Glycosamins gefunden. Die polarimetrische Bestimmung, auf salzsaures Glycosamin berechnet, ergab 0,38^o o.¹⁾

Ich bediente mich nun, um über die Natur dieses reducirenden Körpers Aufklärung zu erhalten, der Methode Baumanns²⁾ nach der man das gesuchte Kohlehydrat als Benzoësäureester darstellt, und welche für das salzsaure Glycosamin speciell von Kueny³⁾ und Pum⁴⁾ erprobt wurde.

1) Ueber die Beziehung zwischen polarimetrischer und titrimetrischer Bestimmung siehe weiter unten.

2) Baumann, Ber. d. d. chem. Gesellschaft, Bd. XIX, S. 3220.

3) Kueny, Zeitschrift für phys. Chemie, Bd. XIV, S. 330.

4) P. u. m. Monatshefte für Chemie, Bd. XII, S. 435.

Es wurden 90 ccm. des Darminhaltes mit 28 ccm. 10^o iger NaOH und 5 ccm. Benzoylchlorid, entsprechend den Angaben Baumann's, versetzt und so lange geschüttelt, bis das Benzoylchlorid durch den Geruch nicht mehr nachweisbar war. Der Niederschlag wurde abfiltrirt, in kaltem Alkohol verrieben und einige Stunden stehen gelassen, um etwa gebildete, niedrigere Benzoate durch Lösen in demselben zu entfernen. Die Hauptmasse wurde dann in wenig heissem Alkohol gelöst und krystallisirte aus demselben beim Erkalten. Ist der gesuchte Körper Glycosamin, so erhält man nach dieser Methode, wie Kuenry angibt, das Tetrabenzoylglycosamin mit folgenden Eigenschaften:

Es ist schneeweiss, krystallisirt in feinen Nadelchen, ist in Wasser wie in verdünnten Säuren unlöslich; sehr schwer löslich in Aether; ziemlich leicht löslich in heissem Alkohol, Benzol, Eisessig und besonders Chloroform. Sein Schmelzpunkt liegt bei 197—198^o.

Aus dem Darminhalte habe ich diese Substanz darstellen können. Sie war bei dem erstmaligen Krystallisiren aus heissem Alkohol gelb; ihr Schmelzpunkt 194—195^o. Sie wurde daher noch einmal in wenig heissem Alkohol gelöst und krystallisirte nun in weissen Krystallen; ihr Schmelzpunkt lag bei 198^o.

III. Ausscheidung im Urin.

Bei der Betrachtung der Assimilationsgrenze des Organismus für die einzelnen Kohlehydrate ist eine Trennung vorzunehmen nach der Form der Application, und zwar kommen die Zufuhr per os und die subcutane Injection in Betracht:

Hofmeister¹⁾ bestimmte für Traubenzucker, Fruchtzucker, Rohrzucker, Lactose und Galactose ihre Grenzwerte nach ihrer Verfütterung beim Hunde und fand dieselben für die ersten drei etwa zwischen 5 und 10 gr., für Lactose zwischen 1 und 2 gr., für Galactose zwischen $\frac{1}{2}$ und 1 gr. schwanken.

1) Hofmeister, Archiv f. exper. Pathol. u. Pharm., Bd. XXV, S. 240.

F. Voit¹⁾ hat in letzter Zeit in einer eingehenden Arbeit die Assimilationsfähigkeit des menschlichen Organismus für eine grosse Reihe von Kohlehydraten nach ihrer subcutanen Injection geprüft: hier seien von denselben nur die Hexosen und Hexosiden erwähnt.

Während noch in recht hohen Quantitäten der Traubenzucker (60 gr.), der Fruchtzucker (30 gr.), die Galactose (30 gr.) und die Maltose (27 gr.) verwerthet werden, d. h. keine reducirende Substanz oder nur Spuren derselben im Urin erscheinen, werden Rohrzucker und Lactose bereits nach Gaben von 1,27 bzw. 1,09 gr. nahezu quantitativ ausgeschieden.

Diese Versuche bestätigen die weiter oben bereits erwähnten gesetzmässigen Beziehungen zwischen Assimilationsfähigkeit des Organismus, Gährfähigkeit und Glycogenbildung. Dass für die ausgiebige Verwerthung des Rohrzuckers durch den Organismus seine Spaltung im Darmkanal Voraussetzung ist, ist ebenfalls schon erwähnt und findet eine Bestätigung in seiner nahezu quantitativen Ausscheidung nach subcutaner Injection. Das widerspruchsvolle Verhalten der Galactose bedarf noch weiterer Aufklärung.

Auch in meinen Versuchen mit dem salzsauren Glycosamin wurde seine Ausscheidung im Urin nach beiden Arten der Zufuhr geprüft.

a. Zufuhr per os.

1. Kaninchen. 15. Juli, Nachmittags 6 Uhr: 3 gr. salzsaures Glycosamin + 1 gr. Soda in Lösung mittelst der Schlundsonde eingegossen. Urin frei von Zucker und Eiweiss. 16. Juli, Vormittags 10 Uhr: 53 cem. Urin. Trommer'sche Probe negativ. Vormittags 11 Uhr: 3 gr. salzsaures Glycosamin. 18. Juli, Vormittags 9 Uhr: 130 cem. Urin. Trommer'sche Probe und Polarisation negativ.

2. Der Urin des Kaninchens im Versuch 1 (15 gr. salzsaures Glycosamin) wird kurz vor dem Tode entleert. Vor Eingabe des salzsauren Glycosamins war er frei von Zucker und Eiweiss. 105 cem. Urin. Trommer'sche Probe positiv. Gährungsprobe negativ.

¹⁾ F. Voit, Deutsches Archiv f. klinische Medicin, 1897, Bd. LVIII, S. 523.

Polarisation: 3,67^o o. auf salzsaures Glycosamin berechnet.¹⁾ Titrimetrische Bestimmung: 3,74^o o. ebenfalls auf salzsaures Glycosamin berechnet.²⁾

Es wurden also, die durch titrimetrische Bestimmung gewonnene Zahl zu Grunde gelegt, 26^o o. des eingegebenen salzsauren Glycosamins im Urin ausgeschieden.

3. Urin aus Versuch 2 (15 gr. salzsaures Glycosamin). Es werden 160 ccm. Urin kurz vor dem Tode entleert. Trommer'sche Probe positiv. Gährungsprobe negativ. Polarisation: 0,6^o o. (salzsaures Glycosamin). Titrimetrische Bestimmung: 0,45^o o. (salzsaures Glycosamin).

5^o o. des eingeführten salzsauren Glycosamins wurden also im Urin ausgeschieden.

4. Urin aus Versuch 3 (15 gr. salzsaures Glycosamin). 88 ccm. Urin. Trommer'sche Probe positiv. Polarisation: 0,3^o o. (salzsaures Glycosamin). Titrirung: 0,375^o o. (salzsaures Glycosamin).

Es wurden also 2^o o. des eingeführten salzsauren Glycosamins im Urin ausgeschieden.

Um zu entscheiden, ob die reducirende Substanz im Urin Glycosamin ist, wurde der Versuch gemacht, in der oben bereits angegebenen Weise nach Baumann's Methode das Benzoat des Glycosamins darzustellen. Es krystallisirte jedoch nichts aus heissem Alkohol aus. Zur Erklärung hierfür sei bemerkt, dass selbst bei Anwendung relativ grosser Mengen reinen salzsauren Glycosamins die Ausbeute an krystallisirenden Benzoate eine recht geringe ist, da gleichzeitig nicht krystallisirende niedrigere Benzoate entstehen.

Es wurden daher in einem neuen Versuche 20 gr. salzsaures Glycosamin statt der bisher verabreichten 15 gr. per os eingeführt.

5. Kaninchen. 1. August, Abends 7¹/₄ Uhr: 20 gr. salzsaures Glycosamin + 8 gr. Soda. Gesamtmenge des reducirenden Urins: 216 ccm. Die Ausscheidung reducirenden Urins dauerte etwa 48 Stunden. Trommer'sche Probe positiv. Polarisation: 0,19^o o. (salzsaures Glycosamin). Titrirung: 1,7^o o. (salzsaures Glycosamin).

Es wurden also 18^o o. des eingeführten salzsauren Glycosamins im Urin ausgeschieden.

1) Mit einer 5,05^o oigen Lösung erhielt ich eine Rechtsdrehung von 6,6^o o. (auf Traubenzucker berechnet).

2) 1 ccm. Schmiedeberg'scher Kupfer-Mannit-Lösung entspricht 5,578 mgr. salzsauren Glycosamins.

100 cem. Urin werden nach Baumann mit 60 cem. 10% iger NaOH und 8 cem. Benzoylchlorid verarbeitet. Schmelzpunkt der aus heissem Alkohol krystallisirenden Substanz 194°; nach einmaligem Umkrystallisiren: 204—205°.

Es besteht zur Zeit noch ein Widerspruch in den Angaben über den Schmelzpunkt und die Constitution des krystallinisch erhaltenen Benzoates des Glycosamins. Kueny giebt den Schmelzpunkt von 197—198°, Pum einen von 203° an. Ich fand bei Darstellung des Benzoates aus dem Darminhalte, wie aus dem Urin nach subcutaner Zufuhr des salzsauren Glycosamins einen Schmelzpunkt von 198°; im Versuche 5 ziemlich genau den von Pum angegebenen Schmelzpunkt.

Die Frage, ob es sich in einem Falle um den Tetra-Ester, im andern um den Penta-Ester handelt, worüber zwischen Kueny und Pum eine unaufgeklärte Meinungsdivergenz besteht, liess sich bei den geringen Substanzmengen natürlich nicht entscheiden. Immerhin scheint mir der abweichende Schmelzpunkt nicht dafür zu sprechen, dass es sich bei der Ausscheidung im Urin im Versuch 5 um ein anderes Produkt als Glycosamin gehandelt habe.

b. Subcutane Injection.

1. Versuch. Einem Kaninchen wurden am 12. August, Mittags 1 Uhr, 2 gr. salzsaures Glycosamin in wässriger Lösung und Abends 7 Uhr wiederum 2 gr. subcutan injicirt.

Der Urin war vor den Injectionen frei von reducirender Substanz.

Der Nachmittags 5 Uhr entleerte Urin gab bereits deutliche Trommer'sche Probe. Die Ausscheidung des reducirenden Urins dauerte 24 Stunden.

Gesamtmenge desselben: 100 cem.

Polarisation: 1,22° (salzsaures Glycosamin).

Titrirung: 2,79°.

2. Versuch. Kaninchen. 18. Juli, Abends 7 Uhr: 3 gr. salzsaures Glycosamin subcutan. 19. Juli, Vormittags 8³/₄ Uhr: 3 gr. salzsaures Glycosamin subcutan.

Die Ausscheidung des reducirenden Urins dauerte 24 Stunden.

Gesamtmenge desselben: 177 cem.

Polarisation: 1,4° (salzsaures Glycosamin).

Titrirung: 2,8°.

In beiden Versuchen gelang die Darstellung des Benzoates des Glycosamins nach Baumann's Methode; dasselbe hatte den Schmelzpunkt 197—198°.

Berechnet man den oben nach titrimetrischer Bestimmung angegebenen Procentgehalt des salzsauren Glycosamins auf Gramm, so erhalten wir im Versuche 1: 2.79 gr. (nach subcutaner Injection von 4 gr.), im Versuche 2: 4.99 gr. (nach subcutaner Injection von 6 gr.) Es sind also im Versuche 1: 70%, im Versuche 2: 83% des injicirten salzsauren Glycosamins im Urin ausgeschieden.

Es erübrigt noch zu erwähnen, dass eine constante Beziehung zwischen den durch Polarisation und Titrirung gewonnenen Zahlen sich nicht hat ermitteln lassen. Die Berechnung der Procentzahlen auf salzsaures Glycosamin ist insofern eine willkürliche, als bis jetzt noch nicht bekannt ist, ob das Glycosamin wirklich als salzsaures Salz im Urin erscheint, die spezifische Drehung des freien Glycosamins und anderer Salze desselben aber von derjenigen des salzsauren Glycosamins erheblich abweicht.

Zum Schlusse fasse ich die Resultate der Versuche zusammen:

1. Das salzsaure Glycosamin ist kein Glycogenbildner.
2. Noch 12 Stunden nach seiner Verfütterung lässt sich Glycosamin im Darmkanal nachweisen.
3. Es geht nach Verfütterung von Gaben von 15—20 gr. theilweise in den Harn über: nach Verfütterung kleinerer Gaben (3 gr.) nicht.
4. Nach subcutaner Injection selbst kleiner Gaben (2—3 gr.) erscheint es grösstentheils im Urin wieder.

Es sei mir gestattet, am Schlusse dieser Arbeit Herrn Geh. Rat Prof Dr. Jaffé für die Anregung zu derselben, wie für die oft ertheilten Rathschläge meinen aufrichtigen Dank zu sagen. Ebenso danke ich Herrn Dr. Ellinger, Assistenten am Laboratorium, für die gütigst gewährte Unterstützung.