

Ueber das Adenin.

Von

A. Kossel.

(Aus der chemischen Abtheilung des physiologischen Instituts zu Berlin.)
(Der Redaction zugegangen am 30. November 1887.)

Bei der Zersetzung des Nucleins durch verdünnte Säuren entsteht, wie ich in einer früheren Abhandlung¹⁾ gezeigt habe, neben den übrigen stickstoffreichen Basen eine Substanz, welcher die Formel $C_5H_5N_5$ zukommt und für die ich den Namen «Adenin» vorgeschlagen habe. Die Verbreitung dieser Substanz in den Organen der Thiere und Pflanzen entspricht ihren genetischen Beziehungen zu dem charakteristischen Bestandtheil des Zellkerns. Ich habe dieselben aus den Pankreasdrüsen und aus der Milz, hingegen nicht aus dem kernarmen Muskelgewebe darstellen können, ferner fand ich sie in der Bierhefe und in dem Extract von Theeblättern. Herr Dr. F. Kronecker untersuchte auf meine Veranlassung Milz, Lymphdrüsen und Nieren von Rindern und konnte den sichern Nachweis des Adenins in diesen Organen führen²⁾. Herr Dr. Stadthagen³⁾ fand das Adenin in der Leber und im Harn eines Leukämischen. Letzterer Befund steht in guter Uebereinstimmung mit der Erklärung, welche ich für das Auftreten der stickstoffreichen Basen in den leukämischen Organen gegeben habe⁴⁾. In den thierischen und pflanzlichen

1) Diese Zeitschrift, Bd. X, S. 248.

2) Virchow's Archiv, Bd. 107, S. 207.

3) Virchow's Archiv, Bd. 109, S. 390.

4) Diese Zeitschrift, Bd. VII, S. 22.

Gewebe ist das Adenin nicht in freiem Zustand vorhanden, sondern es ist mindestens zum Theil in lockerer Verbindung mit Eiweiss und Phosphorsäure. Diese Verbindung wird sowohl durch die Einwirkung verdünnter Säuren in der Siedehitze, als auch durch spontane Zersetzung nach dem Tode gelöst.

Meine Untersuchungen waren zunächst darauf gerichtet, die früher von mir gemachten Angaben über die Eigenschaften des Adenins zu vervollständigen.

Sublimation des Adenins.

Bereits in der ersten Abhandlung habe ich angegeben, dass beim Erhitzen des Adenins ein Sublimat auftritt. Dasselbe besteht, wie weitere Untersuchungen zeigten, aus unzersetztem Adenin. Das Sublimat ist rein weiss, federähnlich, sehr leicht und erscheint unter dem Mikroskop als loses Aggregat kleiner Nadeln. Es löst sich in heissem Wasser, nach dem Erkalten schießen Krystalle an, die bei 53° ihr Krystallwasser verlieren und die früher beschriebenen Eigenschaften des Adenins zeigen. Bei 220° kann die Base im Oelbad völlig unzersetzt sublimirt werden. Bei 250° tritt theilweise Zersetzung ein.

Salze des Adenins.

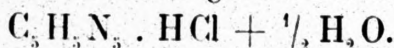
Salzsaures Adenin. Die Krystalle dieses Salzes sind nach gütiger Mittheilung des Herrn Dr. Scheibe «durchsichtig, theilweise stark glänzend, mit dem Axenverhältniss

$$a : b : c = 2,0794 : 1 : 1,8127$$

$$\beta = 61^{\circ} 40'.$$

«Beobachtet wurden die Formen $\infty P \infty$, oP , ∞P , ∞P_2 , $+ P \infty$, $- mPn$ ($-\frac{1}{2} P \frac{5}{2}$)».

Dieselben sind zusammengesetzt nach der Formel:



Die Analysen des krystallwasserfreien Salzes führten zu folgenden Resultaten:

1. 0,2145 gr. gaben 0,2740 gr. CO_2 und 0,0715 gr. H_2O .
2. 0,3280 gr. gaben 0,2736 gr. $AgCl$.
3. 0,2253 gr. enthielten 0,0102 gr. Krystallwasser.
4. 1,5051 gr. enthielten 0,0783 gr. Krystallwasser.

Berechnet für		Gefunden:	
$C_5H_5N_5 \cdot HCl$:		I.	II.
C ₅	34,98	34,83	—
H ₆	3,50	3,70	—
N ₅	40,81	—	—
Cl	20,70	—	20,63.

Berechnet für		Gefunden:	
$C_5H_5N_5 \cdot HCl + \frac{1}{2} H_2O$:		I.	II.
Wasser	4,98	4,52	5,20.

1 Thl. des wasserfreien Salzes löst sich in 41,9 Th. Wasser.

Salpetersaures Adenin bildet zierliche sternförmig gruppirte Nadeln, welche der Formel



entsprechen.

Die Analysen des krystallwasserfreien Salzes ergaben:

- 0,1080 gr. gaben 0,1203 gr. CO₂ und 0,0330 H₂O.
- 0,0940 gr. gaben 35 chem. Stickstoff bei 20° und 762,5 mm. Barometerstand.

Berechnet für		Gefunden:	
$C_5H_5N_5 \cdot HNO_3$:		I.	II.
C ₅	30,30	30,37	—
H ₆	3,03	3,39	—
N ₆	42,42	—	42,78
O ₃	24,25	—	—

Dies Krystallwasser geht bei einer 100° nur wenig übersteigenden Temperatur sehr langsam fort. Die Bestimmung desselben ergab:

- 1,9655 gr. verlor bei 110° 0,0837 gr. Wasser.
- 0,4532 gr. verlor bei 120° 0,0190 gr. Wasser.
- 0,2631 gr. verlor bei 120° 0,0120 gr. Wasser.

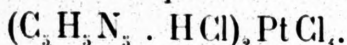
Berechnet für		Gefunden:		
$C_5H_5N_5 \cdot HNO_3 + \frac{1}{2} H_2O$:		I.	II.	III.
Wasser	4,34	4,26	4,19	4,56.

Ein Theil des trocknen Nitrats löst sich in 110,6 Th. Wasser.

Die Löslichkeitsverhältnisse des Adenins und der untersuchten Salze sind demnach folgende:

1 Theil Adenin	löst sich in .	1086 Theilen Wasser.
1 » Adeninsulfat	» » » .	153 » »
1 » Adeninnitrat	» » » .	110,6 » »
1 » Adeninchlorhydrat	» » » .	41,9 » »

Platinverbindungen des Adenins. Wenn man eine verdünnte Lösung des salzsauren Adenins mit einer verdünnten Platinchloridlösung versetzt, so scheidet sich nach einiger Zeit ein gelbes, in kleinen Nadeln krystallisirendes Platinsalz aus. Dasselbe entspricht der Formel

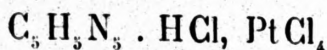


1. 0,1778 gr. gaben 0,1138 gr. CO₂ und 0,0434 gr. H₂O.
2. 0,7696 gr. gaben 0,2219 gr. Pt¹⁾.

	Berechnet für (C ₅ H ₅ N ₃ · HCl) ₂ PtCl ₄ :	Gefunden:	
		I.	II.
C ₁₀	17,59	17,45	—
H ₁₂	1,76	2,71	—
Pt	28,92	—	28,86.

Dieses Platinsalz geht beim Erhitzen seiner wässerigen Lösung in eine platinreichere Verbindung über. Demgemäss erhält man höhere Werthe für das Platin, wenn man die Fällung in der heissen Lösung vornimmt. In solchen Niederschlägen wurden gefunden 29,82 und 30,44% Pt.

Wenn man eine concentrirte Lösung des eben beschriebenen Platinsalzes längere Zeit kocht, so trübt sie sich in Folge Abscheidung eines hellgelben Pulvers, das nach den Analysen als das Salz



zu betrachten ist. Dasselbe ist in kaltem Wasser sehr wenig löslich.

1. 0,2327 gr. gaben 0,1029 gr. CO₂ und 0,0263 gr. H₂O.
2. 0,1645 gr. gaben 20,6 cbcm. Stickstoff bei 23,5° und 755 mm. Bar.
3. 0,2021 gr. gaben 0,0784 gr. Pt.
4. 0,1779 gr. gaben 0,0693 gr. Pt.

	Berechnet für (C ₅ H ₅ N ₃ · HCl)PtCl ₄ :	Gefunden:			
		I.	II.	III.	IV.
C ₅	11,74	12,06	—	—	—
H ₆	1,17	1,26	—	—	—
N ₃	13,70	—	13,98	—	—
Pt	38,64	—	—	38,79	38,83.

1) Das für die Platinbestimmung benutzte Präparat war durch Zersetzung des Chlorzinkdoppelsalzes gewonnen (s. u.).

Silberverbindungen des Adenins. Bereits in der früheren Mittheilung habe ich erwähnt, dass man durch Fällung einer ammoniakalischen Adeninlösung mit ammoniakalischer Silberlösung in der Siedehitze einen Niederschlag erhält, dessen Zusammensetzung der Formel $C_5H_4N_5Ag$ entspricht, und habe ferner die Vermuthung ausgesprochen, dass ausserdem noch eine zweite Verbindung $C_5H_5N_5, Ag_2O$ dargestellt werden könne. Eine erneute Untersuchung hat die Existenz beider Verbindungen dargethan. Welche von beiden entsteht, das ist von der Menge des hinzugefügten Silbers abhängig. Entspricht dieselbe ungefähr einem Atom Silber auf ein Molekül Adenin, so entsteht die erstere, wie folgende Analyse beweist¹⁾:

	Berechnet für $C_5H_4N_5Ag$:	Gefunden:
Ag	44,63	45,14.

Wird hingegen ein beträchtlicher Ueberschuss von Silber hinzugesetzt, so erhält man die zweite Verbindung:

	Berechnet für $C_5H_5N_5, Ag_2O$:	Gefunden:
Ag	58,85	58,73.

Stellt man durch Zusammenbringen aequivalenter Mengen von Adenin und Silber die erste Verbindung her, so enthält der entstehende Niederschlag fast alles Adenin, nur ein kleiner Rest bleibt in Lösung und kann durch Eindampfen des Filtrats gewonnen werden. Ist die Lösung stark ammoniakalisch, so kann eine beträchtliche Menge Adenin der Fällung entgehen.

Chlorzinkdoppelsalz. Dieses Salz erhielt ich gelegentlich, als ich das Adenin behufs Anstellung der Reductionsversuche in der Kälte mit Zink und Salzsäure behandelte. Die aus der sauren Lösung beim Stehen über Kali ausgeschiedenen Krystalle wurden abgesogen. Bringt man dieselben mit wenig Wasser zusammen, so lösen sie sich zunächst auf, aus der wässerigen Lösung fällt indess nach kurzer Zeit ein schwer löslicher Niederschlag in kleinen Krystallen heraus. Derselbe besteht aus einem Chlorzinkdoppelsalz des Adenins und kann durch Umkrystallisiren gereinigt werden. Indess haftet demselben auch nach wiederholtem Umkrystallisiren eine gewisse

1) Vergl. auch diese Zeitschrift, Bd. X, S. 257.

Menge eines durch Reduction entstandenen Körpers an, welche die Analysen des Doppelsalzes unzuverlässig erscheinen lassen¹⁾. Diese Beimengung giebt sich auch dadurch zu erkennen, dass die Krystalle mit Salpetersäure abgedampft einen gelben Rückstand hinterlassen, der beim Erhitzen mit Natronlauge intensiv roth wird. Diese Reaction giebt das reine Adenin nicht, auch nicht bei Gegenwart von Chlorzink. Durch directe Vereinigung von salzsaurem Adenin und Chlorzink habe ich dies Doppelsalz nicht erhalten. Indess lassen die folgenden Reactionen keinen Zweifel darüber, dass es sich wirklich um ein Salz des Adenins und nicht um das eines Reductionsproductes allein handelt. Aus dem Chlorzinkdoppelsalz konnte ich reines Adenin in krystallisirtem Zustand darstellen, indem ich die wässerige Lösung der Krystalle mit Quecksilberacetat fällte und den Niederschlag mit Schwefelwasserstoff zersetzte. Löste ich ferner die Krystalle der Zinkverbindung in Wasser und fällte die Lösung mit Platinchlorid, so erhielt ich das Platindoppelsalz des Adenins.

Substitutionsproducte des Adenins.

Das Adenin ist im Stande, an Stelle eines Wasserstoffatoms die Acetyl- und Benzoylgruppe aufzunehmen. Ebenso bildet das Adenin eine gut krystallisirende Methylverbindung, deren Untersuchung noch nicht beendet ist. Aethylchlorocarbonat wirkt auf die Base in alkalischer Lösung ein unter Bildung eines Substitutionsproductes, welches in Nadeln krystallisirt und sehr leicht zersetzlich ist.

Acetyladenin. Völlig trocknes gepulvertes Adenin (1 gr.) wurde in einem kleinen mit Rückflusskühler versehenen Kolben mit überschüssigem Anhydrid (15 gr.) im Oelbad einige Zeit auf 130°, später bis zum Sieden des An-

¹⁾ Die Analysen ergaben:

	I.	II.	III.
C	18,75	18,93	-
H	2,77	2,80	—
N	—	—	22,45.

hydrids (137°) erhitzt. Das Adenin ging nur zum Theil in Lösung. Beim Erkalten krystallisirten kleine weisse Blättchen und Schüppchen aus. Nachdem das Anhydrid durch mehrfaches Schütteln mit Aether entfernt war, wurde das Product mit kaltem Wasser gewaschen und dann in heissem Wasser gelöst. Beim Erkalten krystallisirte das Acetyladenin in kleinen, wenig glänzenden Schüppchen aus.

1. 0,2340 gr. gaben 0,4035 gr. CO₂ und 0,0896 gr. H₂O.

2. 0,1582 gr. gaben 53,0 chem. Stickstoff bei 17,5° und 770 mm. Bar

	Berechnet für C ₅ H ₄ N ₅ · CO · CH ₃ :	Gefunden:	
		I.	II.
C ₇	47,46	47,02	—
H ₇	3,95	4,25	—
N ₅	39,54	—	39,28
O	9,03	—	—

Das Acetyladenin löst sich wenig in kaltem Wasser und in Alkohol, leichter in heissem Wasser, in verdünnten Säuren und Alkalien. Es schmilzt bei 260° noch nicht, färbt sich indess gelb.

Benzoyladenin. Durch die Einwirkung von Benzoylchlorid auf Adenin wurde diese Verbindung nicht erhalten. Dieselbe lässt sich leicht darstellen durch die Einwirkung von Benzoësäureanhydrid. Trocknes gepulvertes Adenin wurde im trocknen Reagensglase mit der 3- bis 4fachen Menge Benzoësäureanhydrid über freiem Feuer vorsichtig erwärmt. Das Adenin löst sich allmählich in dem geschmolzenen Anhydrid auf. Wenn die Auflösung geschehen ist, erhält man noch kurze Zeit im Schmelzen und lässt dann erkalten. Wird die Masse zu stark oder zu lange erhitzt, so färbt sie sich braun. Die Schmelze erstarrt entweder zu einem durchsichtigen Gummi oder zu einem spröden, undurchsichtigen Kuchen. Derselbe wird in warmem Alkohol gelöst, die Lösung mit Aether gefällt. Es bildet sich ein voluminöser Niederschlag, der durch Waschen mit Aether vom überschüssigen Anhydrid befreit wird. Wird derselbe in siedendem Wasser gelöst, so scheidet er sich beim Erkalten in Form dünner, glänzender, centimeterlanger, zuweilen büschel-

förmig gruppirtcr Nadeln ab. Der Schmelzpunkt des Benzoyladenins liegt bei 234—235°.

1. 0,2149 gr. Substanz gaben 0,4726 gr. CO₂ und 0,0748 gr. H₂O.
2. 0,2121 gr. gaben 55,0 cbcm. Stickstoff bei 21,5° und 763 mm. Bar.

Berechnet für		Gefunden:	
C ₃ H ₄ N ₅ · CO · C ₆ H ₅ :		I.	II.
C ₁₂	60,25	59,97	—
H ₉	3,76	3,87	—
N ₅	29,29	—	29,56
O	6,69	—	—

Das Benzoyladenin löst sich ziemlich leicht in heissem Alkohol und fällt beim Erkalten krystallisch aus. Es löst sich ferner in verdünnten Säuren und in Ammoniak. Mit ammoniakalischer Silberlösung giebt es einen dem Adeninsilber ähnlichen Niederschlag, der sich in Ammoniak leichter löst als dieses. Es ist ein ziemlich beständiger Körper, beim Kochen mit Salzsäure wird es nur langsam zersetzt. Bei stundenlangem Kochen mit Wasser wird es in Adenin und Benzoësäure umgewandelt.

Einwirkung spaltender, oxydirender und reducirender Mittel auf das Adenin.

Das Adenin ist sehr widerstandsfähig gegen die Einwirkung von Säuren und Alkalien und ebenso gegen Oxydationsmittel.

Man kann das Adenin stundenlang mit Barytwasser, mit Kalilauge oder mit Salzsäure kochen, ohne dass es angegriffen wird. Bei einer 100° übersteigenden Temperatur erfolgt eine völlige Zersetzung unter Bildung von Kohlensäure und Ammoniak. Letzteres ist der Fall, wenn Adenin mit verdünnter Salzsäure oder mit concentrirter Jodwasserstoffsäure im geschlossenen Rohr erhitzt wird. Dass durch schmelzendes Kali bei 200° Cyankalium gebildet wird, habe ich schon in meiner früheren Mittheilung angegeben. Oxydationsversuche mit übermangansaurem Kali wurden in mannigfacher Variation angestellt. War die Oxydationswirkung schwach, so blieb das Adenin unverändert, stärkere Einwirkung führte

zu völliger Zersetzung. Aehnlich verhielt sich das Benzoyl-adenin. Bromwasser ruft in wässriger Lösung des Adenins Niederschläge von schmierigen Substanzen hervor. Die betreffenden Producte geben mit Kali und Ammoniak zum Theil schön rothe oder violette Färbung. Natriumamalgam wirkt auf die Base entweder nur sehr langsam oder gar nicht ein, ebenso wenig führt das Kochen mit Zinnchlorür zu einem Resultat.

Wenn man das Adenin in verdünnter Salzsäure löst und zu der stark sauren Flüssigkeit metallisches Zink hinzufügt, so wird die Base durch die Wirkung des nascirenden Wasserstoffs in der Kälte langsam, bei Siedetemperatur schnell zersetzt. Das zunächst entstehende Reductionsproduct ist sehr wenig beständig und konnte nicht isolirt werden. In alkalischer oder neutraler Lösung und bei Gegenwart von Sauerstoff nimmt die Flüssigkeit eine rothe Farbe an, später bildet sich ein braunrother Niederschlag. Man kann sich leicht davon überzeugen, dass die Braunfärbung von der Oberfläche der Flüssigkeit ausgeht, dass Schütteln die Entwicklung derselben beschleunigt, dass reducirende Substanzen, z. B. schweflige Säure, die Bildung derselben verhindern. Es ist demnach nicht zweifelhaft, dass der braune Körper seine Entstehung einem secundären Oxydationsprocess verdankt. Durch Zink und Salzsäure wird die Braunfärbung, nachdem sie bereits entstanden, wieder zum Verschwinden gebracht.

Zur Untersuchung der braunen Substanz wurde folgendes Verfahren angewandt. 2 gr. Adenin wurden mit Zink und Salzsäure auf dem Wasserbade erwärmt, bis das Adenin durch Fällung mit ammoniakalischer Silberlösung nicht mehr nachweisbar war. Das Zink wurde dann durch Natriumcarbonat gefällt, mit dem Zinkcarbonat fiel die braunrothe Substanz. Da sich dieselbe durch Lösungsmittel dem Zinkniederschlag nicht entziehen liess, so wurde der letztere in Salzsäure unter Vermeidung eines Ueberschusses gelöst und die Lösung auf dem Wasserbade langsam eingedampft. Allmählich schieden sich beträchtliche Mengen braunrother Flocken ab. Die Flüssigkeit blieb jetzt bei gewöhnlicher Temperatur

längere Zeit stehen, dann wurde filtrirt und der Niederschlag mit Wasser völlig ausgewaschen. Die schwarze Masse schrumpfte beim Trocknen sehr zusammen, ihr Gewicht betrug 0,8 gr. Sie löst sich in concentrirten Säuren leicht auf, die Lösungen schillern grün und braun. Auch in Ammoniak und in den fixen Alkalien ist sie leicht löslich. Es ist mir nicht gelungen, dies Product als chemisches Individuum zu charakterisiren oder aus demselben eine Substanz zu isoliren, welche die Garantie für eine einheitliche Zusammensetzung böte. Demgemäss ist die weitere Untersuchung derselben vom rein chemischen Standpunkt aus nicht von wesentlichem Interesse. Die Substanz wurde trotzdem analysirt, weil die genannte Umwandlung des Adenins sehr wichtig erscheint, wenn man die physiologischen Beziehungen dieses Körpers in Betracht zieht.

Bei der Verbrennung des Products ergab sich, dass dasselbe eine beträchtliche Menge Sauerstoff enthält. Die Bildung desselben erfolgt unter Sauerstoffaufnahme und wahrscheinlich gleichzeitiger Kohlenstoffabgabe, anscheinend entstehen nach einander verschiedene Producte. Die Analyse eines derartigen Präparates ergab:

C	33,03 %.
H	3,74
N	47,00
O	16,23

Eine zweite Substanz lieferte:

C	28,78 %.
H	3,80

Es liegt nahe, den vorliegenden Körper mit der Azulminsäure, dem Product, welches bei der Polymerisation der Blausäure entsteht, zu identificiren. Bekanntlich haben die Analysen der Azulminsäure, die von verschiedenen Forschern ausgeführt wurden, durchaus nicht zu übereinstimmenden Resultaten geführt. Es lassen sich unter den Angaben Zahlen finden, welche den von mir gefundenen nahe stehen. Auch die Eigenschaften des von mir erhaltenen Körpers stimmen mit denen der Azulminsäure überein. Es ist demnach höchst wahrscheinlich, dass die beiden Substanzen identisch sind. Durch den Reductionsversuch ist ein weiterer Beweis für die

Verwandtschaft des Adenins mit den Cyanverbindungen gegeben, falls es überhaupt noch eines derartigen Beweises bedürfte.

Um auf die Bedeutung hinzuweisen, welche der beschriebenen Einwirkung des nascirenden Wasserstoffs von physiologischen Gesichtspunkten aus beigemessen werden kann, möchte ich zunächst an die Entstehung des Adenins aus dem Nuclein und der Substanz des Zellkerns erinnern. Die einzige Andeutung über die physiologische Rolle des Zellkerns, welche wir besitzen, ist die Erkenntniss, dass die Function dieses Organs mit den Processen der Neubildung organischer Substanz in Beziehung steht. Das beweisen insbesondere die interessanten Theilungsversuche, welche Nussbaum¹⁾, Gruber²⁾ und Klebs³⁾ an der Zelle ausgeführt haben und welche zeigen, dass die Zelle ohne Kern zwar lebensfähig, aber nicht regenerationsfähig ist. Durch die neueren Untersuchungen von Zacharias⁴⁾ über die Befruchtung wird eben dieselbe Bedeutung speciell dem Nuclein, der Muttersubstanz des Adenins, zugewiesen. Da das Adenin neben dem Guanin der einzige charakteristische Atomcomplex ist, den man bei der Spaltung des Nucleins erhält, so wird man zu der Annahme gedrängt, dass diese Basen für die physiologische Rolle des Kerns irgend eine wichtige Bedeutung haben.

Wenn man dem Adenin eine Function zuschreiben will, welche der eben erörterten Function des Zellkerns entspricht, so muss man zunächst beweisen, dass diese Substanz unter Bedingungen, die im Organismus möglich sind, in einen sehr reactionsfähigen Körper übergehen kann. Diesen Beweis habe ich durch meine Versuche geliefert. Die Bedingungen für kräftige Reductionsprocesses sind bekanntlich in jeder Zelle gegeben. Die Reduction giebt einen Anstoss, durch welchen das sauerstofffreie Adenin in einen Körper umgewandelt wird, der mit Begierde Sauerstoff aufnimmt und sich ausserhalb

1) Archiv f. mikroskop. Anatomie, Bd. XXVI (1886).

2) Biolog. Centralblatt, Bd. IV, V (1885, 1886).

3) Biolog. Centralblatt, Bd. VII (1887). S. 161—163.

4) Botan. Ztg., 1887, No. 18—24.

des Organismus wahrscheinlich durch gleichzeitige Zusammenlagerung mehrerer Moleküle in Azulminsäure verwandelt. Es ist nicht zu bezweifeln, dass ein mit so kräftigen Affinitäten ausgestattetes Zwischenproduct, wenn es innerhalb der Zelle entsteht, der Vermittler wichtiger physiologisch-chemischer Prozesse, insbesondere synthetischer Art, sein kann.

Ich muss auch in dieser Abhandlung darauf hinweisen, dass Pflüger von theoretischen Gesichtspunkten aus zu Anschauungen bezüglich der physiologischen Rolle der Cyanverbindungen gelangt ist, welche in einzelnen Punkten mit den von mir erörterten Thatsachen übereinstimmen¹⁾. Unter den Eigenschaften, welche die Cyanverbindungen nach Pflüger's Ansichten zu physiologisch wichtigen Actionen befähigen, hebt dieser Forscher insbesondere die Neigung zur Polymerisation hervor.

Die Einwirkung des Zinks in salzsaurer Lösung kann auch zur Erkennung des Adenins dienen. Die zu prüfende Substanz wird in einem Reagensglas eine halbe Stunde mit Zink und Salzsäure im Wasserbade digerirt, die filtrirte Flüssigkeit mit Natronlauge stark alkalisch gemacht. Es stellt sich beim Stehen an der Luft langsam eine anfangs rubinrothe, später braunrothe Färbung ein, schneller erfolgt diese Färbung beim Schütteln. Hypoxanthin giebt dieselbe Reaction, Guanin und Caffein geben dieselbe nicht.

Einzelne Thatsachen zeigen, dass es im Organismus unter pathologischen Verhältnissen zur Anhäufung von Adenin oder dem Adenin nahestehenden Substanzen kommen kann. Ich habe bereits den Befund Stadthagen's erwähnt, welcher das Adenin im Harn eines leukämischen Individuums auffand. Von Wichtigkeit für diese Frage ist auch eine Beobachtung Naunyn's²⁾. Dieser Forscher fand in reichlicher Menge in einem aus der Pleurahöhle entleerten Eiter eine Substanz, welche entweder Adenin oder Guanin war. Es ist voraus-

¹⁾ Archiv f. d. ges. Physiologie, Bd. 10, S. 300—345.

²⁾ Reichert's und du Bois-Reymond's Archiv, Jahrgang 1865, Heft 2.

zusetzen, dass diese Basen in den Fällen in vermehrter Menge entstehen, wo eine vermehrte Bildung solcher kernhaltigen Zellen stattfindet, deren Ernährungsverhältnisse ungünstige sind und die deswegen später wieder zu Grunde gehen. Von diesen Gesichtspunkten aus ist die Untersuchung des Verhaltens vom Adenin im Thierkörper von hohem Werth. Während es mir bisher nicht gelungen ist, die Frage nach der Giftwirkung der Base mit voller Sicherheit klarzulegen, konnte ich durch Fütterungsversuche constatiren, dass das Adenin den Körper des Hundes theilweise unzersetzt verlässt. Ich konnte dasselbe mit Entschiedenheit nachweisen im Harn eines Thieres, dem ich 0,7 gr. salzsaures Adenin per os gegeben hatte; aus dem Harn eines anderen Hundes, dem 1,0 gr. salzsaures Adenin durch die Schlundsonde beigebracht war, erhielt ich nach 24 Stunden 0,1390 gr. in Form des salpetersauren Salzes in völlig reinem Zustand.

Zum Schluss erfülle ich eine angenehme Pflicht, indem ich Herrn Dr. Oscar Schultz, dessen werthvolle Hülfe ich bei diesen Untersuchungen genoss, meinen besten Dank ausspreche.