

Kreuzform übereinander liegen können (s. Sedimente); sie fließen nie zu Kugeln zusammen (Unterschied von Leucin). Aus ammoniakalischem Alkohol scheidet sich das Tyrosin als Ammoniumsalz in deutlichen büschelförmigen Prismen aus.

In kaltem Wasser und in Alkohol ist das Tyrosin schwer, in Äther ist es unlöslich; leicht löslich ist es in verdünnten Mineralsäuren und kohlensauren Alkalien, auch in ammoniak- oder salzsäurehaltigem Alkohol. Unlöslich ist es in Essigsäure. Auch das Tyrosin gibt wie die meisten Aminosäuren beim Kochen der wässrigen Lösung mit Kupferoxydhydrat ein in blauen Prismen krystallisierendes Kupfersalz (Tyrosinkupfer). Beim Eindampfen mit Salpetersäure entsteht neben Oxalsäure gelbes salpetersaures Nitrotyrosin, das sich mit Kalilauge oder Ammoniak rotbraun bis schwarzbraun färbt (Scherer). Das natürlich vorkommende Tyrosin dreht die Polarisationsebene nach links; die Drehung ist abhängig von der Konzentration der verwendeten Salzsäure, in der das Tyrosin gelöst wird.

Durch Fäulnisbakterien, Fäulnisprozesse im Darm, wird das Tyrosin über die Hydroparakumarsäure, p-Oxyphenylelessigsäure in p-Kresol und schließlich bei Sauerstoffzutritt in Phenol übergeführt.

Als weitere Aminosäuren wurden noch

F. Histidin $C_6H_9N_3O_2$, β -Imidazolyl- α -aminopropionsäure und

G. Arginin $C_6H_{14}N_4O_2$, δ -Guanido- α -aminovaleriansäure

im Harne vorgefunden; ersteres einmal im normalen Harne von R. England¹⁾, letzteres im Harne eines mit Phosphor Vergifteten von J. Wohlgemuth.²⁾ Sie sind für uns ohne besonderes Interesse.

Lysin wurde von D. Ackermann und F. Kutscher³⁾ im Harne eines Cystinurikers nachgewiesen. Sie geben das Verfahren zum Nachweis an.

7. β -Oxybuttersäure. $C_4H_8O_3$ oder $CH_3-CH(OH)-CH_2-COOH$.

Die Säure wurde gleichzeitig von E. Külz⁴⁾ und O. Minkowski⁵⁾ im diabetischen Harne aufgefunden, nachdem vorher Stadelmann⁶⁾ ein Zersetzungsprodukt derselben, die α -Krotonsäure aus solchem Harne erhalten hatte. Sie findet sich im Harne besonders bei schweren Fällen von Diabetes und hier in manchmal großer Menge. Siehe auch Aceton. Dieses reichliche Vorhandensein bei Diabetes mellitus neben Zucker, etwas Eiweiß, Zylindern, neben meist in reichlicher Menge vorhandenen kleinen granulierten Zylindern (Külzsche Zylinder s. d.) gilt dann als Symptom drohender Säureintoxikation oder Acidose (Coma diabeticum). Die Oxydationskraft im Organismus ist herabgesetzt, die β -Oxybuttersäure wird nicht mehr oder nur zum Teil zu Acetessigsäure oxydiert, die Alkalien des Blutes werden gebunden und der

¹⁾ Zeitschr. physiol. Chem. 1908. 57. 49.

²⁾ Ebenda. 1905. 44. 74.

³⁾ Zeitschr. Biolog. 1911. 57. 355.

⁴⁾ Zeitschr. Biolog. 1884. 20. 165.

⁵⁾ Zentralbl. med. Wissensch. 1884. 242; Archiv exp. Pathol. u. Pharmacol. 1884. 18. 35. 147.

⁶⁾ Archiv exp. Pathol. u. Pharmacol. 1883. 17. 419; Archiv klin. Mediz. 1885. 37. 580.

Organismus kann der Säurevergiftung durch vermehrte Ammoniakbildung nicht mehr entgegentreten; es tritt der Tod ein. Auch bei anderen Krankheiten, Scharlach, Masern, Diphtherie, im Coma bei Krebskranken, bei Skorbut wurde die β -Oxybuttersäure vorgefunden.

Mit der Oxybuttersäure treten größere Mengen von Ammoniak auf, ja die Größe der Ammoniakausscheidung gibt einen ungefähren Begriff von dem Grade der bestehenden Acidose. Mit dieser Säurebildung geht der Ammoniakgehalt des Harnes allerdings nicht genau parallel, denn Ammoniak wird nur insoweit in Anspruch genommen, als die disponiblen Alkalien nicht dazu hinreichen [Sahli¹⁾]. Weiterhin hat die β -Oxybuttersäure noch besonderes Interesse, weil sie ein asymmetrisches Kohlenstoffatom enthält, also optisch aktiv ist und die Ebene des polarisierten Lichtes nach links dreht (spez. Drehung im Mittel $[\alpha]_D = -24,12^\circ$); die quantitative Bestimmung des Harnzuckers durch Polarisation kann hiedurch beeinträchtigt und unmöglich gemacht werden. In der 24stündigen Harnmenge von Diabetikern wurden von Külz 19–50 g, von Wolpe 15–16 g, von Magnus Levy sogar 119 g β -Oxybuttersäure nachgewiesen. Über die Entstehung der Säure wurde das Nähere schon bei der Besprechung des Acetons mitgeteilt.

Die Oxybuttersäure wird fast stets von Acetessigsäure begleitet.

Darstellung und Nachweis.

Wenn ein mit Hefe vergorener Harn noch linksdrehend ist, so ist das Vorhandensein von β -Oxybuttersäure wahrscheinlich. In Harnen, die weiter Acetessigsäure enthalten, kann man ebenfalls meist auf die Gegenwart von β -Oxybuttersäure rechnen. Man nimmt daher diese 2 Prüfungen zuerst vor.

1. Nach Stadelmann²⁾ vergärt man diabetischen sterilisierten Harn mit reiner Hefe, kocht zur Entfernung des Harnstoffes mit frisch gelöschtem Kalk, bis sich kein Ammoniak mehr entwickelt, dampft ein und zieht den Rückstand mit Alkohol aus. Aus dem Verdunstungsrückstände, den man mit Schwefelsäure ansäuert, wird die β -Oxybuttersäure mit Äther ausgeschüttelt, der Rückstand der verdampften ätherischen Lösung in Wasser gelöst und mit kohlensaurem Zink auf dem Wasserbade erwärmt. Man filtriert und konzentriert auf dem Wasserbade; das Zinksalz krystallisiert gut, ist in absolutem Alkohol schwer löslich und bildet Nadeln. Aus dem mehrmals umkrystallisierten Zinksalze erhält man durch Zersetzen mit Schwefelwasserstoff die freie Säure, deren Lösung im Polarisationsapparate links dreht.

E. Fischer und H. Scheibler³⁾ stellten aus der rohen, durch Ausziehen mit Äther gewonnenen β -Oxybuttersäure den Methylester dar. E. Külz⁴⁾ stellt aus dem Ätherrückstände das Bleisalz der Säure her (vorsichtiger Zusatz von basisch essigsaurem Blei), zersetzt dieses mit Schwefelwasserstoff und führt die im Verdampfungsrückstände

¹⁾ Lehrbuch der klinischen Untersuchungsmethoden. F. Deuticke, Leipzig und Wien.

²⁾ Zeitschr. Biolog. 1884. 23. 457.

³⁾ Berl. Bericht. 1909. 42. 1221.

⁴⁾ Zeitschr. Biolog. 1884. 23. 329.

vorhandene Säure in das Barytsalz und dann durch Silbersulfat in das Silbersalz über, das durch Umkrystallisieren gereinigt und durch Schwefelwasserstoff zerlegt wird. Beim Abdampfen des Filtrates hinterbleibt die Säure als farbloser Sirup.

Beim Vergären verwende man sterilisierten Harn und reine Hefe, um die Bildung von Milchsäure auszuschließen.

2. Ein weiterer Nachweis beruht auf der Bildung von α -Crotonsäure aus β -Oxybuttersäure. Man dampft nach Kütz den Harn — nach dem Vergären des vorhandenen Zuckers und nach dem Filtrieren — zum Sirup ein und destilliert den mit dem gleichen Volumen konzentrierter Schwefelsäure vermischten Rückstand; das Destillat fängt man ohne jede Kühlung in einem Reagenzglas auf; durch starkes Abkühlen des Destillates kann die α -Crotonsäure krystallinisch erhalten werden. Man preßt die Säure ab und bestimmt den Schmelzpunkt ($70-72^\circ$), oder man schüttelt das Destillat mit Äther aus und läßt verdunsten.

Durch Auswaschen mit kaltem Wasser werden Beimengungen, wie Benzoessäure (aus der Spaltung der Hippursäure entstanden) und Phenole entfernt.

3. O. F. Black¹⁾, dann G. Embden und E. Schmitz²⁾, auch T. S. Hart³⁾ führen die isolierte Oxybuttersäure (entweder die wässrige Lösung, oder das saure Ätherextrakt oder auch Harn nach Entfernung von Aceton und Acetessigsäure durch Kochen) durch Oxydation mit einigen Tropfen Wasserstoffsuperoxyd in Acetessigsäure über und bringen wenige Tropfen 5%iger Ferrosulfatlösung hinzu; es entsteht die bekannte violette Färbung (Embden-Schmitz). Black verwendet wenige Tropfen einer 5%igen Eisenchloridlösung, die eine Spur Ferrosalz enthält und bringt sie zu der mit 2—3 Tropfen Wasserstoffsuperoxyd versetzten neutralen Lösung (durch Bariumcarbonat neutralisiert) der β -Oxybuttersäure. Hart gibt 1 cem Eisessig hinzu und einige Tropfen frischer Nitroprussidnatriumlösung und überschichtet mit Ammoniak. Nach 4—5 Stunden bildet sich bei Anwesenheit der Oxybuttersäure ein purpurroter Ring.

Quantitative Bestimmung.

Hiezu wird die Drehung der isolierten Säure ermittelt, es ist aber notwendig, daß alle irgendwie störenden und die Drehung beeinflussenden Harnbestandteile entfernt sind.

1. Um über die Größe der β -Oxybuttersäureausscheidung Aufschluß zu bekommen, empfiehlt H. Sahli⁴⁾ als das beste, indirekte Mittel die quantitative Bestimmung der Ammoniakausscheidung mit Beziehung auf die von Magnus-Levy⁵⁾ angegebenen Erörterungen. Magnus-Levy gibt folgende Schätzung an: Von der täglich im Harn des Diabetikers ausgeschiedenen, bestimmten Menge Ammoniak bringt man 1—2 g in Abzug, die für die Neutralisation des fixen Säureüberschusses aus der Eiweißnahrung in Betracht zu kommen haben. Der Rest wäre als das Maß für die pathologische Säureausfuhr zu betrachten. Ein Diabetiker mit 4 g Ammoniak würde also ungefähr dreimal soviel pathologische Säure im Harn ausscheiden, als einer mit 2 g, indem etwa 1 g von den 4 g oder 2 g durch normale Säuren gebunden sind. Dies vorausgesetzt, ist also von 2 g Ammoniak etwa 1 g, von 5 g sind etwa 3—4 g usw. Ammoniak als Maß der pathologischen Säuremenge zu betrachten; diese Zahlen, also 1 g, 3—4 g würden 6, 20 g Oxybuttersäure entsprechen. Eine solche Berechnung und Schätzung der Säure aus dem Ammoniak gilt nach Magnus-Levy nur für einen mehrtägigen Durchschnitt, da die Ammoniakbildung selbstverständlich keine einheitliche sein kann.

2. Nach Magnus-Levy⁶⁾.

Von frischem Harn werden je 100 cem (man nimmt 300—1000 cem in Arbeit) mit je 30—40 g Ammoniumsulfat und mit je 10—15 cem 20%iger

¹⁾ Journ. of Biol. chem. 1908/09. 5. 207.

²⁾ l. c. S. 190.

³⁾ Americ. Journ. med. Scienc. 1909. 137. 839.

⁴⁾ l. c. S. 150.

⁵⁾ Archiv exp. Patholog. Therap. 1899. 42. 1981.

⁶⁾ Ergebn. d. inner. Mediz. u. Kinderheilk. 1908. 1. 416.

Schwefelsäure versetzt und in einem Ätherextraktionsapparate vollständig extrahiert. Für größere Mengen verwendet man den Apparat von Zelmanowitz, für kleinere den von v. der Heide¹⁾ oder den bekannten Perkulator. Die Dauer der Extraktion kann 24—72 Stunden betragen; jedenfalls extrahiert man besser etwas zu lange, als zu kurz. Den Ätherauszug kann man zur Entfernung von Spuren von Mineralsäuren mit recht wenig Wasser schütteln, dann durch ein trockenes Filter filtrieren und in einer Schale freiwillig verdunsten lassen. Man destilliert den Äther zur Wiedergewinnung ab. Der aus einem Sirup bestehende Rückstand, der neben der Oxybuttersäure Fettsäuren, Hippursäure enthält, wird mit ungefähr 8—16 ccm Wasser aufgenommen und die trübe Lösung 12 Stunden in einem engen Zylinder beiseite gestellt, wobei sich Hippursäure krystallinisch ausscheidet und absetzt. Man gießt die klare Lösung in einen kleinen Meßzylinder, wäscht mit wenig Wasser nach und füllt auf 10, höchstens auf 20 ccm genau auf. Man bringt eine kleine Messerspitze Kieselgur hinzu und filtriert durch ein dichtes Filter, bis das Filtrat klar ist. Dieses wird polarisiert.

Man kontrolliert am besten, ob die Extraktion vollendet ist, in der Weise, daß man nach 24 Stunden den Ätherauszug in die Schale bringt und mit neuem Äther die Extraktion fortsetzt; man läßt nach weiterem, 24 Stunden dauerndem Extrahieren den Äther verdunsten und sieht, ob noch ein Rückstand bleibt; man kann dann mit einer neuen Äthermenge nochmals 24 Stunden lang ausziehen; gewöhnlich ist nach 48 Stunden die Säure extrahiert. Die zuletzt erhaltenen wässerigen Lösungen sind, da bei diesen jede Erwärmung vermieden worden ist, meist sehr gering gefärbt, so daß die Polarisation gut gelingt.

3. E. Embden und E. Schmitz²⁾ verfahren ähnlich, ebenso H. Chr. Geelmuyden.³⁾

Die beiden Erstgenannten empfehlen folgendes Verfahren:

100 ccm Harn werden mit 90 g Ammoniumsulfat versetzt und nach dem Ansäuern mit 5 ccm 25%iger Schwefelsäure mit Äther im Ätherextraktionsapparate nach Lind 7 Stunden extrahiert. Man filtriert die Ätherlösung in einen Destillationskolben, wäscht Extraktionsgefäß und Filter mit Äther nach, bringt 5 ccm Wasser hinzu und destilliert den Äther ab; zu starkes Erwärmen ist zu vermeiden. Den abgekühlten Rückstand, die wässrige Lösung, bringt man quantitativ in ein Meßzylinderchen, füllt auf 10—20 ccm auf, schüttelt mit etwas Tierkohle, filtriert und polarisiert.

Nach Letzterem werden 50 ccm Harn mit Sodalösung bis zur schwach alkalischen Reaktion versetzt, auf 10—15 ccm eingedampft und mit 50 Tropfen konzentrierter Schwefelsäure angesäuert; dann wird Gips eingerührt, bis das Ganze ein grobes, trockenes Mehl bildet und dieses in einem Extraktionsapparate (Soxhlet) mit Äther extrahiert. Nach dem Abdestillieren des Äthers wird der Rückstand in Wasser gelöst, es wird auf 50 ccm aufgefüllt, nötigenfalls über Kieselgur (nicht Tierkohle) filtriert und polarisiert.

4. Nach P. Bergell.⁴⁾

Ausführung.

100—300 ccm Harn werden, nachdem vorhandener Zucker durch Gärung entfernt ist, mit Soda schwach alkalisch gemacht und zum Sirup eingedampft. Der Sirup wird nach dem Erkalten mit sirupöser Phosphorsäure, mit 20—30 g entwässertem Kupfersulfat und 20—25 g feinem Sand verrieben. Die so getrocknete Masse wird in einer Patrone aus Filtrierpapier im Soxhletschen

¹⁾ Bei C. Gerhardt in Bonn a. Rh. erhältlich.

²⁾ Abderhalden, Handbuch biochem. Arbeitsmethod. 1910. III. 2. 926.

³⁾ Berl. klin. Wochenschr. 1910. 47. 95.

⁴⁾ Zeitschr. physiol. Chem. 1901. 33. 310.

Extraktionsapparate eine Stunde lang mit Äther, der durch geglühtes Kupfersulfat vorher entwässert war, extrahiert, der Äther abdestilliert und der Rückstand mit 20 ccm Wasser aufgenommen. Die wässrige Lösung entfärbt man mit etwas Tierkohle und polarisiert die Lösung. Aus dem Werte der spezifischen Drehung läßt sich die vorhandene Menge der β -Oxybuttersäure bestimmen und berechnen. (Spezifische Drehung $[\alpha]_D = -24,12^\circ$).

Beurteilung.

Die Extraktion mit Äther ist länger (12–16 Stunden) auszudehnen. S. Shindo,¹⁾ auch A. Magnus-Levy²⁾ konnten ein extrahierbares Pulver nicht bekommen. Dies gelingt schon mit ganz entwässertem Kupfersulfat (ich habe früher Gips genommen), von dem man eben etwas mehr als angegeben nimmt. Shindo verwendet Kieselgur. Er verfährt ebenso, verrührt den dünnen Sirup in der Schale mit konz. Phosphorsäure, dann mit Kieselgur und zieht das trockene Pulver 2 Tage im Soxhletischen Apparate mit Äther aus. Der Ätherrückstand wird ebenfalls mit 20 ccm Wasser aufgenommen, mit Tierkohle behandelt und im Filtrate die Linksdrehung bestimmt. 1° Linksdrehung im 100 mm-Rohr = 4,14% Oxybuttersäure der polarisierten Lösung; man berechnet daraus die Menge im Harn.

5. E. Ohlsson³⁾ verwendet an Stelle des Äthers Essigäther als Extraktionsmittel, der nach den Erfahrungen von J. Bang als eine wesentliche Verbesserung anzusehen ist, da die Säure in Essigäther leichter löslich ist, wie in Äther; durch Sättigen des Harnes mit Ammoniumsulfat wird die Löslichkeit noch erhöht.

200 ccm Harn werden mit 100 g Ammoniumsulfat und 25 ccm 20%iger Schwefelsäure versetzt. Nach dem Auflösen des Ammoniumsulfates wird das Volumen gemessen, aufgeschrieben und die Flüssigkeit filtriert. 275 ccm des Filtrates werden in einem entsprechend großen Scheidetrichter mit dem gleichen Volumen Essigäther $\frac{1}{2}$ –1 Minute geschüttelt; nach dem Trennen der beiden Flüssigkeiten bringt man den Essigäther in einen anderen Scheidetrichter, der 25 ccm 30%iger Sodalösung enthält und schüttelt tüchtig aus, die Oxybuttersäure geht als Natriumsalz in die Sodalösung. Diese bringt man in einen 50 ccm fassenden Meßzylinder, den Essigäther verwendet man zur zweiten Ausschüttelung des angewendeten Harnes und verfährt wie angegeben; das Ausschütteln mit Essigäther und mit der Sodalösung nimmt man im ganzen 6mal vor, man benützt den gleichen Essigäther und die gleiche Sodalösung. Nach dem letzten Ausschütteln bringt man die alle vorhandene β -Oxybuttersäure enthaltende Sodalösung in den 50 ccm Meßzylinder, säuert sie (Vorsicht!) mit 20%iger Schwefelsäure an und ergänzt den Inhalt des Zylinders mit Wasser auf 50 ccm. Wenn die Lösung stark gefärbt ist, soll man sie durch Schütteln mit Tierkohle entfärben und die Lösung polarisieren. Da Tierkohle nach Ohlsson etwa 5% der Säure adsorbiert, so wird man diese Entfärbungsart unterlassen und die Lösung besser durch Filtrieren über Kieselgur klären.

Es wird noch bemerkt, daß man das Verfahren, ohne daß es an Genauigkeit einbüßen soll, dadurch vereinfachen kann, daß man den Harn nur einmal ausschüttelt, wobei 42% der Oxybuttersäure in den Essigester übergehen sollen und daß man den gefundenen Wert mit dem Koeffizienten $2,38 \left(\frac{100}{42} \right)$ multiplizieren soll, um den Wert für die gesamte vorhandene Oxybuttersäure zu erhalten.

Ein derartiges Vorgehen möchte ich nicht gutheißen. Ich bemerke noch, daß 1 g der Säure in 100 ccm Wasser im 200 mm-Rohr = $-0,4824^\circ$ dreht oder daß 1° Drehung im 200 mm-Rohr = $2,07 \text{ g} \left(\frac{1}{0,4824} \right)$ Oxybuttersäure entspricht.

6. Verfahren nach Ph. Shaffer.⁴⁾

Prinzip.

Die β -Oxybuttersäure wird durch Kaliumdichromat und Schwefelsäure zu Aceton oxydiert und dieses nach Messinger-Huppert bestimmt.

Ausführung.

25–250 ccm Harn werden in einem 500 ccm fassenden Meßkolben mit Bleiessig im Überschuß und 10 ccm konz. Ammoniak versetzt; es wird mit Wasser zur Marke aufgefüllt und nach dem Umschütteln filtriert. 200 ccm des Filtrates werden auf 500–600 ccm verdünnt und unter Zusatz von 15 ccm konzentrierter Schwefelsäure und etwas Talkum destilliert (250 ccm Destillat A). Bei der Destillation ersetzt man aus einem Tropftrichter das verdampfende Wasser, um ein zu starkes Einengen des Kolbeninhaltes zu verhindern. Dieses Destillat enthält das präformierte

¹⁾ Inaug.-Dissert. München 1907.

²⁾ l. c.

³⁾ Biochem. Zeitschr. 1916. 77. 232.

⁴⁾ Journ. of Biol. Chem. 1908. 5. 211. Zeitschr. analyt. Chem. 1909. 48. 590.

und das aus der Acetessigsäure gebildete Aceton, sowie die flüchtigen Fettsäuren. Nun wird der Destillationsrückstand mit 400—600 ccm einer 0,1—0,5%igen Lösung von Kaliumdichromat destilliert; diese Lösung läßt man gleichfalls aus einem Tropftrichter nachfließen. Es werden ungefähr 500 ccm Destillat B aufgefangen, das unter Zusatz von 20 ccm einer 3%igen Wasserstoffsüperoxydlösung und einigen Kubikzentimetern Natronlauge nochmals destilliert wird. Das erhaltene etwa 300 ccm betragende Destillat wird nach Messinger-Huppert mit Jod und Thio-sulfat titriert.

Beurteilung.

Die störenden Stoffe (Glucuronsäure, Acetessigsäure, Acetaldehyd, Traubenzucker) sollen durch die verschiedenen Vorsichtsmaßregeln (Fällung mit Blei, Behandlung mit Wasserstoffsüperoxyd und Lauge [Traubenzucker]), entfernt oder wirkungslos gemacht werden, doch soll nach Embden und Schmitz bei zuckerhaltigem Harne die Methode nicht zu empfehlen sein.

Das von E. Darmstädter¹⁾ empfohlene Verfahren, das auf der Zerlegung der β -Oxybuttersäure durch konzentrierte Mineralsäuren in Wasser und in Crotonsäure und in der Bestimmung dieser beruht, ist nach Embden und Schmitz nicht brauchbar. Ebenso äußern sich S. Shindo und A. Magnus-Levy. Shindo hat diese Methode abgeändert.

Weitere Bestimmungsverfahren sind empfohlen von L. Michiels und A. Vandermeulen²⁾ u. O. Pribram³⁾.

Eigenschaften.

Die β -Oxybuttersäure bildet einen farb- und geruchlosen Sirup; sie krystallisiert auch in glashellen, plattenförmigen Krystallen (Schmelzpunkt 49—50°), ist levogyr, d. h. sie dreht die Ebene des polarisierten Lichtes nach links ($[\alpha]_D = -24,12^\circ$ für Lösungen von 1—11%) und gärt nicht; mit Schwefelsäure oder schon mit Wasser erhitzt, bildet sich bei 71—72° schmelzende α -Krotonsäure; durch Oxydation liefert die Oxybuttersäure Aceton. Durch Bleiessig wird sie nicht gefällt. Die Salze sind leicht löslich in Wasser und drehen ebenfalls links.

8. Der Harnstickstoff.

Der im Harne zur Ausscheidung kommende Stickstoff schließt eine Reihe verschiedener Stoffe ein, die man mit dem Namen „stickstoffhaltige Endprodukte“ zu bezeichnen gewohnt ist. Als solche sind zu nennen der Harnstoff, die Harnsäure, das Kreatinin, die Purinbasen, das Ammoniak, auch Aminosäuren und Proteinsäuren. Von diesen genannten Stoffen ist allerdings der Harnstoff diejenige Stickstoffverbindung, die in weitaus reichlichster Menge vorkommt und die infolgedessen auch als das wichtigste stickstoffhaltige Endprodukt der Zersetzung von Eiweißstoffen im Organismus zu betrachten ist. Nach Camerer⁴⁾ entfallen 83% des Stickstoffes auf Harnstoff, 5% auf Ammoniak, 1,6% auf Harnsäure, 0,2% auf Purinbasen, 2% auf Kreatinin, 0,5% auf Hippursäure, der Rest auf andere Stoffe (Reststickstoff).

Vom gesunden, erwachsenen normalen Menschen werden bei gewöhnlicher gemischter Kost in der Tagesmenge — in 24 Stunden — Harn etwa 11—15 g Stickstoff ausgeschieden.

Es ist selbstverständlich, daß die Kenntnis des ausgeschiedenen Stickstoffes zur Berechnung und Bestimmung des Eiweißumsatzes und des Nutzungs-

¹⁾ Zeitschr. physiol. Chem. 1902/03. 37. 355.

²⁾ Annal. d. Pharm. 1912. Novbr./Dezbr.; Chem. Ztg. Rep. 1913. 37. 491.

³⁾ Münch. med. Wochenschr. 1912. 59. 1170.

⁴⁾ Der Gehalt des menschlichen Urins an stickstoffhaltigen Körpern, Tübingen 1901.