

FID Biodiversitätsforschung

Decheniana

Verhandlungen des Naturhistorischen Vereins der Rheinlande und
Westfalens

Ueber die Bedeutung des Harnsäure-Harnstoffverhältnisses im Harn von
Struthio vulgaris

Heidermanns, Curt

1937

Digitalisiert durch die *Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg, Frankfurt am Main* im
Rahmen des DFG-geförderten Projekts *FID Biodiversitätsforschung (BIOfid)*

Weitere Informationen

Nähere Informationen zu diesem Werk finden Sie im:

Suchportal der Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg, Frankfurt am Main.

Bitte benutzen Sie beim Zitieren des vorliegenden Digitalisats den folgenden persistenten
Identifikator:

[urn:nbn:de:hebis:30:4-168170](https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:hebis:30:4-168170)

Ueber die Bedeutung des Harnsäure-Harnstoff- verhältnisses im Harn von *Struthio vulgaris*.

Von **C. Heidermanns**.

(Aus dem Zoologischen Institut der Universität Bonn.)

Über die Zusammensetzung des Harnes der Wildtiere, auch der Vögel und Säuger, liegen nur sehr wenige Untersuchungen vor. Seitdem aber neuere Untersuchungen gezeigt haben, daß die Harnstoffbildung einerseits und die Harnsäurebildung andererseits nicht, wie man bisher annahm, als Weiterführung ein und derselben Reaktionskette aufzufassen sind, sondern zwei voneinander unabhängige fermentative Prozesse darstellen, kommt der Frage nach der Bedeutung dieser beiden Prozesse und ihres gegenseitigen Verhältnisses im Harn der Tiere ein viel höherer Wert zu.

Wir kennen vier verschiedene Exkretstoffe, deren Abscheidung auf einen durch sie bestimmten Exkretstoffwechsel hinweist. Wir unterscheiden demgemäß:

1. Abscheidung von Aminosäuren. Sie weist auf eine unvollkommene Verbrennung von Eiweißkörpern hin.

2. Abscheidung von flüchtigen Ammoniumverbindungen, die als sog. freies Ammoniak bestimmt werden. In diesem Falle gelangt das durch Desamierung des Eiweißes freiwerdende Ammoniak ohne besondere synthetische Prozesse zur Abscheidung.

3. Abscheidung von Harnstoff, der aus Ammoniak und Kohlensäure in der Regel in der Leber gebildet wird.

4. Abscheidung von Harnsäure oder von ihren Oxydationsprodukten. Die Harnsäure kann bekanntlich auf zwei Wegen entstehen, einmal durch Oxydation von Purinderivaten und ferner auf synthetischem Wege aus Ammoniak und noch unbekanntem Kohlenstoffrestketten. Die oxydative Harnsäurebildung ist ein Ausdruck des Nucleinsäurestoffwechsels und mengenmäßig von untergeordneter Bedeutung. Wir können sie für unsere Betrachtung außer acht lassen. Die synthetische Harnsäurebildung ist dort, wo sie auftritt, ein Ausdruck des Eiweißstoffwechsels, ebenso wie die synthetische Harnstoffbildung. Die synthetische Harnstoff- wie Harnsäurebildung sind fermentative Prozesse, die beide von Ammoniak ihren Ausgang nehmen, das durch Desamierung der Aminosäuren entstanden ist.

Die Abscheidung von Aminosäuren in einem den Exkretstoffwechsel bestimmendem Umfange tritt nur bei einigen Gruppen von Wirbellosen auf, wie z. B. bei Muscheln und Echinodermen. Die Abgabe von flüchtigen Ammoniumbasen ist bei den niederen wasserlebenden Evertebraten und bei den Teleosteern (im allgemeinen bei primären Wassertieren) Hauptexkretionsart; bei den anderen Tierklassen tritt sie in nur ganz verschwindendem Umfange auf. Harnstoffexkretion finden wir unter den Vertebraten bei Säugern, Amphibien und Selachiern. Harnsäureabscheidung synthetischer Herkunft ist bei den Vertebraten auf die Sauropsiden beschränkt. Eine geringe Harnsäureabscheidung, die auf den Purinstoffwechsel zurückgeht, ist allen Vertebraten gemeinsam. Bei einer Reihe von Säugetieren, vor allem beim Menschen und bei den anthropoiden Affen wird der größte Teil dieser Harnsäure zu Allantoin oxydiert.

Die Exkretionssynthesen haben den Sinn, die außerordentlich hohe Giftwirkung des Ammoniaks auf den Organismus durch seine Bindung an Kohlenstoffketten auszugleichen. Sie sind daher nur dort nicht vonnöten, wo, wie bei den primären Wassertieren, eine reichliche Wasserdurchspülung eine schnelle Beseitigung gewährleistet. Allein man wird bei ihnen auch noch eine besondere Unempfindlichkeit gegen Ammoniak oder ein besonderes Bindungsvermögen in Komplexform — zur Vermeidung der Dissotiation — annehmen müssen, denn sonst ist es schwer zu verstehen, wie z. B. bei den großen Teleosteern eine hinreichend schnelle Elimination des Ammoniaks erfolgen könnte.

Der aus Ammoniak synthetisch gebildete Harnstoff zeigt eine viel geringere Giftigkeit; insbesondere ist er in den Konzentrationen, in denen er im Blut der Harnstofftiere auftritt, unschädlich, während eine entsprechende Ammoniakkonzentration schwere Störungen hervorrufen würde. Allerdings verhält sich der Harnstoff in dieser Beziehung sehr verschieden. Während die Selachier z. B. einen Harnstoffspiegel von 2% zur Erlangung der Isotonie der Körpersäfte benötigen und als normal vertragen, zeigte H. Leiffert (1955), daß Raupen von *Antherea pernyi* gegen eine Steigerung des an sich schon sehr geringen Harnstoffspiegels ihres Blutes sehr empfindlich sind, während G. Wolf (1955) bei der Weinbergschnecke und A. Mollitor (noch unveröffentlicht) bei der Wollhandkrabbe eine weitgehende Unempfindlichkeit nachwies. Hierbei ist zu berücksichtigen, daß *Antherea* und die Weinbergschnecke einen Harnsäureexkretstoffwechsel und die Wollhandkrabbe einen Ammoniakexkretstoffwechsel besitzen.

Auch das Ammoniak besitzt eine verschieden starke Giftigkeit nicht nur bei verschiedenen Tierarten, sondern auch, wie Krebs

und Benzing er (1935) fanden, beim selben Tier, wenn es unter verschiedenen physiologischen Bedingungen gehalten wird. So ist die Hungerleber der Taube gegen diesen Stoff viel empfindlicher als die normal ernährte Tiere. Zur Erklärung dieser Erscheinung kann das Verhalten der Säugerleber herangezogen werden, bei welcher Zusatz von Stoffen, welche aus Ammoniak Harnstoff bilden, die Giftwirkung stark herabsetzen. Man könnte geneigt sein, auf ähnliche Weise auch die verschiedene Giftwirkung des Harnstoffs zu erklären, da von manchen Autoren im Organismus neben freiem gebundener Harnstoff angenommen wird (ersterer soll durch Xanthydrol, beide zusammen durch Urease nachweisbar sein). Allein es fehlt noch der Beweis für eine solche Annahme. Die Frage nach der Ursache der verschiedenen Giftigkeit des Harnstoffs ist ein sehr interessantes Problem, über das wir noch sehr wenig wissen.

Die Harnsäure ist infolge ihrer geringen Löslichkeit und ihres indifferenten Charakters nur sehr wenig giftig. Sie vermag dem Organismus nur indirekt dadurch schädlich zu werden, daß sie gerade infolge ihrer Schwerlöslichkeit an Stellen sich ablagert, die dadurch in ihrer Funktion beeinträchtigt werden. Sie kann aber auch ohne Schädigung für den Organismus in größeren Mengen zurückgehalten werden und eine physiologische Bedeutung erlangen, wie Mollitor bei den Wollhandkrabben nachwies, indem er zeigte, daß vor allem die an der Unterseite des Thorax gelegenen Pigmentzellen aus Harnsäurekristallen bestehen.

Die Abscheidung der Exkretstoffe erfolgt fast ausschließlich durch die Nieren mit Ausnahme des Ammoniaks bei den Ammoniaktieren, da er infolge seiner großen Durchlässigkeit zum großen Teil durch die Haut abgegeben wird (bei der Wollhandkrabbe ausschließlich). Auch die Abscheidung der schwerlöslichen Harnsäure erfolgt durch die Niere in gelöster Form außer bei den Schnecken (vielleicht nur während der Winterruhe), bei denen die Kristallisation in den Nierenzellen selbst vor sich geht. Sehr wahrscheinlich ist bei dem Abscheidungs Vorgang zunächst die Harnsäurekonzentration gering, doch setzt bald nach der Abscheidung eine Einengung ein, ohne daß es zunächst zum Ausfallen von Harnsäurekristallen kommt. Das ist leicht erklärlich, da ja die Harnsäure die Fähigkeit besitzt, bei Zusatz bestimmter Elektrolyte oder anderer Stoffe stark übersättigte Lösungen zu bilden.

Es ist nun eine bemerkenswerte Tatsache, daß alle Tiere mit Harnsäureexkretionsstoffwechsel ein starkes Rückresorptionsvermögen für Wasser besitzen und daher Wassersparer sind. Aber auch aus konzentrierten, übersättigten Lösungen, wie solche deshalb in den Harnwegen dieser Tiere vorhanden sind, kann die

Harnsäure nicht in den Körper zurückgelangen, da die Wandungen der Harnwege für sie impermeabel sind.

Ganz anders verhält sich der Harnstoff, der, wie *Clementi* (1930) beim Vogel zeigen konnte, in höheren Konzentrationen die Zellen in anormaler Richtung durchdringt. So kann der Harnstoff bei parenteraler Zufuhr in den Darm eindringen, wenn die Harnstoffkonzentration des Blutes einen gewissen Wert übersteigt. Da ein Harnsäuremolekül den doppelten N-Wert enthält als ein Harnstoffmolekül, so würde eine 2% Harnsäurelösung einer 4% Harnstofflösung entsprechen und diese einer 8% Ammoniaklösung, wenn dieselbe Menge von Endprodukten des N-Stoffwechsels beseitigt werden soll. Es ist an sich kein Grund vorhanden, warum nicht auch bei einem Harnstoffwechsel eine Einengung bis zur Kristallisation eintreten könnte, denn in kristallinem Zustande reagieren die Stoffe nicht. Dem scheint aber die von *Clementi* angegebene Durchlässigkeit der Gewebe für Harnstoff entgegen zu stehen, die eine Einengung in den Harnwegen oder in den Sammelbehältern über ein gewisses Maß hinaus nicht zuläßt. Das ist wohl auch der Grund, weshalb kein Säugetier ein extremer Wassersparer ist. Hier wären Untersuchungen etwa an typischen Wüstensäugern oder an Amphibien, welche eine Trockenperiode überdauern müssen, sehr aufschlußreich.

Es ist bekannt, daß Tiere mit Harnsäureexkretstoffwechsel, denen viel Wasser zur Verfügung steht, die Tendenz zeigen, die Harnsäureabscheidung zugunsten der Ammoniak- bzw. der Harnstoffabscheidung herabzusetzen. Ihr steht aber der ererbte Reaktionsmechanismus entgegen, welcher der Tierklasse den Exkretionstyp aufzwingt und eine weitgehende Umgestaltung verhindert. Ökologisch bedingte Einflüsse können sich also nur in beschränktem Umfange Geltung verschaffen. Dies zeigte sich auch bei den Untersuchungen *Spitzers* (noch unveröffentlicht) bei Mollusken, bei denen sich keine feste Regel in dieser Hinsicht aufstellen ließ. Bei den Schnecken wird nämlich unabhängig von ihrem ökologischen Lebensstandard Harnsäure sowohl bei den Land- wie bei den Wasserformen abgeschieden, doch lassen sich in quantitativer Hinsicht deutlich Unterschiede im Verhältnis zu anderen Exkretstoffen wie Ammoniak, Aminosäuren und Purinen nachweisen, wobei bei den im Wasser lebenden Formen die Ammoniakabscheidung gesteigert ist.

Diese Erscheinung ist auch bei den Sauropsiden nachzuweisen, bei denen die Schildkröten als Tiere mit reichem Wasserhaushalt den sonst bei Sauropsiden vorhandenen Harnsäurestoffwechsel durch eine bedeutend erhöhte Harnstoffabgabe ersetzen. Auch die Krokodile sind hier aufzuführen. Bei den Schildkröten beträgt

nach K u h l (1935) das Verhältnis Harnstoff zu Harnsäure 1 : 0,07, ein Zahlenwert, der beim Menschen bei reiner Fleischnahrung von gleicher Größenordnung ist.

Diese Beeinflußbarkeit des synthetischen Exkretstoffwechsels ist auch in physiologischer Hinsicht sehr interessant. Sie zeigt nämlich, daß die Harnsäuretiere die Fähigkeit haben, Harnstoff zu bilden, d. h. daß bei ihnen aus dem Eiweißstoffwechsel stammender Ammoniak unter bestimmten Bedingungen auf einem anderen als dem für sie normalen Wege entgiftet werden kann. Wir kennen aber keinen Fall, daß Harnstofftiere etwa bei Wasserarmut Harnsäure auf synthetischem Wege zu bilden vermöchten. Da außerdem sich Harnstoff in der Leber oder den ihr entsprechenden Organen der Evertebraten auch bei Harnsäure- und Ammoniaktieren, wenn auch in geringer Menge nachweisen läßt, scheint mir dies alles dafür zu sprechen, daß die Harnstoffbildung der ursprünglichere und allgemeinere verbreitete Prozeß der Entgiftung darstellt.

Während im allgemeinen, wie es bei den Sauropsiden Regel ist, der Harn der Vögel fest ist, d. h. fast ausschließlich aus kristallisierter Harnsäure besteht, haben auch die Wasservögel, wie die Enten, einen mehr flüssigen Harn. Dies beruht offenbar darauf, daß bei der reichlichen Wasserzufuhr die Rückresorptionsfähigkeit nicht ausreicht.

Die Harnflüssigkeit wird bei den Vögeln aus der Niere direkt in die Kloake geleitet, da ihnen eine Harnblase fehlt. Die Rückresorption von Wasser findet erst im oberen Teil der Kloake, dem Koprodaeum statt, das die Rolle der Harnblase übernimmt. Hier erst scheiden sich aus der übersättigten Lösung die Harnsäurekristalle ab, die später mit dem Kot zusammen ausgeschieden werden.

Es ist ohne weiteres klar, daß bei Abscheidung fester Exkrete der Wasserhaushalt eines Tieres sehr viel geringer sein kann, als wenn dauernd mit den Exkreten beträchtliche Mengen Wasser abgeschieden werden. So gibt L y n e s an, daß insektenfressende Vogelarten der Sahara wochen-, ja selbst monatelang ohne einen Tropfen Wasser auszukommen vermöchten. Um so erstaunlicher ist es daher, daß eine andere Gruppe der Vögel, Bewohner tropischer Trockengebiete, die Laufvögel, ebenso wie die Wasservögel, einen mehr oder weniger flüssigen Harn absondern.

Da die Laufvögel flugunfähig sind, hat man in dem Erwerb der Fähigkeit wasserfreien Harn abzuscheiden, ein Mittel gesehen, das als eine Anpassung an die Entstehung der Flugfähigkeit zu deuten sei. Dabei übersah man aber, daß man nur dann von einem Vorteil zugunsten besserer Flugleistung sprechen kann, wenn wirklich durch Abscheidung wasserfreien Harns eine Gewichtsver-

minderung des Gesamtorganismus eintritt. Wir sehen aber lediglich eine andersartige Verteilung des Wassers, das statt in einer Harnblase sich anzusammeln durch Rückresorption in den Kreislauf zurückkehrt und daher eine Neuaufnahme von Wasser unnötig macht. Eine nennenswerte Gewichtsverschiebung tritt dadurch nicht ein. Es ist daher eine Beziehung zum Erwerb des Flugvermögens abzulehnen.

In einer anderen Hinsicht erfordert aber die Abscheidung flüssigen Exkretes nach dem Vorhergesagten gerade bei einer etwas isoliert stehenden Gruppe, wie es die Laufvögel sind, unser besonderes Interesse.

Nach den neueren Anschauungen von Krebs und Henseleit (1932) erfolgt die Bildung von Harnstoff in der Leber der Säugetiere und nach Untersuchungen von Manderscheidt (1935) in der Leber von Amphibien und von *Testudo graeca* über das Arginin und das Citrullin. In der Leber von Süßwasserfischen (Schleie, Forelle) und vom Huhn dagegen war eine Bildung von Harnstoff auf diesem Wege unter keiner Bedingung zu erhalten. Diese fermentative Harnstoffbildung ist an die Intaktheit der Zelle gebunden, da mit der Zerstörung des Lebergewebes die Synthese sistiert.

Nach den Untersuchungen von Reindel und Schuler (1935) sowie von Beringer und Krebs (1935) verläuft die Harnsäuresynthese in der Leber des Vogels nicht nach den früheren Vorstellungen von Wiener über Harnstoff, sondern indem aus primär entstehendem Ammoniak, zunächst eine Zwischenstufe gebildet wird. Diese konnte von Schuler als Oxy-acetylen-diurein-carbonsäure festgelegt werden. Ihre Bildung erfolgt in der Leber vermittelt eines von der Lebenstätigkeit der Zelle unabhängig wirkenden Fermentes. Aus ihr bildet sich in der Niere (Tauben, bei anderen Vögeln auch in der Leber) durch einen Prozeß, der an die Intaktheit der Zelle gebunden ist, Harnsäure. Es ist also beim Vogel die Harnsäuresynthese nicht eine Fortsetzung der Harnstoffsynthese, sondern sie setzt an gleicher Stelle ein wie diese, nämlich beim Ammoniak und führt nicht über Harnstoff zur Harnsäure. Der Harnsäurestoffwechsel kann sich daher nicht aus dem Harnstoffwechsel entwickelt haben, sondern er verläuft unabhängig von ihm.

Wenn daher, wie vorher ausgeführt, die Schildkröten mit ihrem Harnstoffwechsel unter den Sauropsiden eine Sonderstellung einnehmen und zwar sowohl die Wasser- wie die Landschildkröten, welche z. T. bei starkem Wassermangel zu leben vermögen, so weist dieses in der Exkretbildung so unterschiedliche Verhalten darauf hin, daß die Schildkröten eine phylogenetisch sehr alte, lange von

den anderen Reptilien getrennte Gruppe darstellen müssen. Damit stimmen ja auch unsere paläobiologischen Auffassungen überein, wonach die Schildkröten als geschlossener Stamm vielleicht sogar bis ins Perm sich verfolgen lassen. Da außerdem O. Abel die Auffassung vertritt, daß die ältesten Schildkröten nicht aquatische, sondern terrestrische Tiere gewesen seien, so würde das eine Erklärung für die Beibehaltung des Harnstoffexkretstoffwechsels darstellen können, da ja primäre Wassertiere in der Regel Ammoniak abscheiden.

Von manchen Forschern wird auch den Ratiten eine Sonderstellung unter den Vögeln zugeschrieben, zum wenigsten werden sie stärker von den anderen Vogelgruppen abgetrennt. Die Abscheidung flüssigen Harns scheint daher zur Prüfung der Frage geeignet, ob etwa bei ihnen, wie bei den Schilkröten, der Harnsäureexkretstoffwechsel ganz oder doch vorwiegend durch die Ausscheidung von Harnstoff ersetzt ist, was sich gegebenenfalls als ein stoffwechselchemischer Beweis für die Richtigkeit jener Auffassung verwenden ließe, zumal ja gerade hier ökologische Gründe für eine derartige Veränderung völlig auszuschließen sind.

Durch das freundliche Entgegenkommen des Direktors des Zoologischen Gartens zu Köln, Herrn Dr. Hauchecorne, war es mir möglich, frischen Straußenharn zu untersuchen.

Die Harnabgabe aus der Kloake des Straußes erfolgt in der Regel in der Weise, daß zuerst der Kot entleert wird und daraufhin erst der Harn zur Abgabe kommt. Die Menge des abgegebenen Harns kann in weitem Maße schwanken. Leider konnte ich in der Literatur keine Angaben über die Beschaffenheit des Straußenharns wildlebender Tiere an ihrem natürlichen Aufenthaltsort erhalten. Die verschieden großen Mengen des Harns hängen mit dem Wasserreichtum der gegebenen Nahrung zusammen. Der zur Untersuchung verwandte Harn wurde in Tüchern aufgefangen und möglichst frisch verarbeitet. Zur Vermeidung der Zersetzung wurde etwas Thymol zugegeben. Bis zum Beginn der Analyse verstrichen meist nicht mehr als 5–6 Stunden.

Der Straußenharn besitzt eine weißlich-gelbe Farbe, dessen Trübung verschieden stark ist je nach der Menge abgeschiedener Kristalle, die sich in ihm finden, deren Zahl beim Stehen dauernd zunimmt. Bei Abgabe großer Harnmengen kann die Flüssigkeit im Augenblick der Entleerung fast klar sein. Das Filtrat zeigt eine klare gelbe Farbe. Beim weiteren Stehen des Filtrates tritt durch dauernde Abscheidung von Kristallen erneute Trübung auf. Diese Abscheidung dauert mehrere Tage an. Die Reaktion der unverdünnten filtrierten Flüssigkeit ist stark sauer und liegt bei 4,9–5,2.

Der Niederschlag besteht ausschließlich aus radiär gestreiften Kristallkugeln vom Aussehen des sauren harnsauren Ammons. Er gibt die Murexidreaktion und die anderen bekannten Farbreaktionen auf Harnsäure. Die Kristalle wurden mehrfach in heißem destilliertem Wasser gewaschen, um sie von anhaftenden anderen Bestandteilen zu befreien und sodann in 1% Natronlauge gelöst. Nach Zusatz von etwas Kohle zur Adsorption gefärbter organischer Verbindungen wurde filtriert und mit Salzsäure gefällt. Zur weiteren Reinigung wurde der Prozeß noch einmal wiederholt. Es fielen dann die charakteristischen rhombischen Harnsäurekristalle aus.

Die mikroskopische Untersuchung der unbehandelt abfiltrierten Kristalle ergab, daß außer den radiär gestreiften Kugeln keine anderen Kristallformen vorhanden waren, also auch keine Phosphat- oder Oxalatsalze ausgefallen waren.

Noch ungeklärt ist die Frage, ob die erwähnten Kristallkugeln aus saurem harnsaurem Ammon oder aus freier Harnsäure bestehen. Epstein (1952) fand bei starker Harnsäurezufuhr, beim Huhn, Kaninchen und Affen in der Niere Einlagerungen von saurem harnsaurem Ammoniak, während andere Autoren im normalen Stoffwechsel die Abscheidung freier Harnsäure beim Vogel angeben.

Die Untersuchung der Kristalle hatte folgendes Ergebnis: Wäscht man den Kristallbrei mit destilliertem Wasser, um ihn von etwa anhaftendem Ammoniak zu befreien, so tritt fast augenblicklich eine Umlagerung der Kristallform ein, indem anstelle der radiär gestreiften Kugeln hexagonale Kristalle entstehen. Dieselbe Erscheinung tritt auch beim Waschen mit schwach alkalischer Carbonatlösung ein. In beiden Fällen enthält das Waschwasser bedeutende Mengen von Ammoniak. Allein daraus läßt sich nicht der Schluß ableiten, daß das Ammoniak durch Abspaltung aus harnsaurem Ammon entstanden sei, einmal, weil es infolge der leichten Zersetzlichkeit der Kristallkugeln nicht möglich ist, reines Ausgangsmaterial zu erhalten, sodann aber auch, weil die Menge des so erhaltenen Ammoniaks in keinem festen stöchiometrischen Verhältnis zur Menge der Harnsäure steht, sondern beträchtlich geringer ist. Wenn man nicht die immerhin etwas unwahrscheinliche Annahme machen will, daß mehrere Moleküle Harnsäure sich mit einem Molekül Ammoniak verbinden, was den Analysenergebnissen entsprechen würde, so muß man annehmen, daß die Kristallkugeln aus freier Harnsäure bestehen.

Man hat zur Erklärung dieser Erscheinung angenommen, daß organische Substanzen, die dem Harn beigemischt sind, die Abscheidung der Harnsäure in normalen Kristallformen stören sollten. Es könnten dafür aber wohl nur solche eiweißartige Stoffe in Frage

kommen, welche sich in Wasser sehr schnell lösen, was sehr unwahrscheinlich ist. Auch ist dann nicht zu erklären, warum die in Wasser so sehr unlöslichen Harnsäurekristalle sich fast augenblicklich in eine andere Kristallform umlagern können, wenn keine mit Stabilitäts- und Löslichkeitsänderung verbundene Umlagerung vonstatten gehen sollte. Diese Umlagerung geht aber so schnell vor sich, daß es genügt, über die auf dem Filter angesammelten Harnsäurekügelchen destilliertes Wasser zu schütten. Nach dem Abfließen des Wassers sieht man bereits die neuen Kristallformen gebildet.

Die große Labilität der Kristalle läßt sich aber auch so deuten, daß wir es hier mit einer Abscheidung der Harnsäure in der an sich stärker löslichen und sehr labilen Laktamform der Harnsäure zu tun haben, die unter den Bedingungen der übersättigten Lösung in Kristallform stabilisiert zur Abscheidung gelangt. Auch bei Helix finden wir diese Kristallform innerhalb der Nierenzelle gebildet, was ja unter ganz ähnlichen Bedingungen vor sich gehen würde, da sich der Harnsäurekristall in einer Flüssigkeitsvakuole bildet. Bei Wasserzusatz wäre dann eine schnelle Lösung unter gleichzeitiger Umlagerung in die weniger lösliche und stabilere Laktimform möglich, welche dann sofort in der neuen Kristallform ausfällt.

Das Filtrat des Harnes wurde zur Untersuchung $10\times$ mit Wasser verdünnt. Eiweiß ließ sich in ihm nicht nachweisen (Salpetersäure, Uranylacetat, kolloidales Eisenhydroxyd, Sulfosalicylsäure). Purinbasen (außer Harnsäure) waren bei den Mengen, die mir zur Verfügung standen, nur in Spuren nachweisen. Eine Isolierung war daher nicht möglich. Die Reaktion auf Allantoin war positiv (Eppinger). Zum direkten und quantitativen Nachweis reichten die Mengen nicht aus. Nachweisbar waren ferner Harnstoff, Ammoniak und Aminosäuren. Die Harnsäuremengen schwanken natürlich nach der Menge der vorher ausgefallenen Harnsäure. Es wurden daher die Analysen auf die im nicht filtrierten Harn vorhandenen Stickstoffverbindungen umgerechnet. Nachstehende Tabelle gibt gleichzeitig einen Vergleich der einzelnen Fraktionen zu Ente und Huhn nach Szalagyi und Kriwuschawa (1914):

	Strauß	Ente	Huhn
Gesamt-N	100	100	100
Harnsäure	84,5	77,9	85,5
Harnstoff	0,9	4,2	1,0
Ammoniak	7,7	3,2	1,5
Aminosäuren	1,5	2,7	2,5
Purinbasen	+	0,5	1,7
Unbekannte Verbindungen	5,6	7,4	7,4

Es folgt aus diesen Werten, daß der Strauß trotz Abscheidung flüssigen Harns zu den Tieren mit reinem Harnsäureexkretstoffwechsel gehört. Der Harnstoffgehalt ist sogar sehr gering. Der hohe Ammoniakgehalt kann auf schon vor der Abscheidung eingetretenen Zersetzung zurückzuführen sein; z. T. stammt er sicherlich aus den Faeces der Kloake. Die Abscheidung von Aminosäuren ist verschwindend gering. An organischen Substanzen wurden Calcium-Phosphat- und Chlorjone nachgewiesen.

Wir sehen aus diesen Resultaten, daß die Ratiten (Strauß) in bezug auf den Exkretstoffwechsel sich eng an die anderen Vögel anschließen. Das Auftreten flüssigen Harnes hat nichts mit einer Verschiebung des Exkretstoffwechsels im Sinne eines Auftretens des Harnstoffwechsels etwa wie bei den Schildkröten zu tun. Es lassen sich daher auch keine stoffwechselchemischen Anhaltspunkte für eine systematische Sonderstellung der Ratiten ableiten.

Schriftenverzeichnis.

1. Asher, Leon: Die Harnabsonderung und ihre Abhängigkeit von physiologischen Faktoren. Schweiz. med. Wochenschr. 1929. I, 1—4.
2. Brahm, Carl: Der Harn. Handb. Ernähr. und Stoffwechsel landw. Nutztiere, Bd. 2, 410—449.
3. Ellinger, Ph.: Die Absonderungen des Harns unter verschiedenen Bedingungen. Handb. norm. path. Physiol. 4, 308—450.
4. Ellinger: Theorien der Harnabsonderung. *ibid.* 451—509.
5. Epstein, E.: Über die Morphologie der Harnsäureausscheidung in der Niere. Z. exper. Med. 80, 684—693, 1932.
6. Gibbs, O. S.: The secretion of uric acid by the fowl. Amer. J. Physiol. 88, 87—100.
7. Groebbel, F.: Der Vogel. Bornträger 1932.
8. Krebs, A. u. K. Henseleit: Untersuchungen über die Harnstoffbildung im Tierkörper. Hoppe-Seyler Z. physiol. Chem. 210, 33—66, 1932.
9. Leiffert, H.: Untersuchungen über den Exkretstoffwechsel bei Eiern, Raupen und Puppen von *Antheraea pernyi*. Zool. Jahrb. Physiol. 55, 1—56, 1933.
10. Manderscheidt, H.: Über die Harnstoffbildung bei Wirbeltieren. Biochem. Z. 263, 245—249, 1933.
11. Molitor, A.: Beiträge zur Untersuchung des Exkretstoffwechsels von *Eriocheira sinensis*. (Erscheint in Zool. Jahrb. Physiol. 1937.)
12. Schmitz, E.: Der Harn. Handb. norm. u. path. Physiol. 4, p. 270.
13. Schuler, W. und W. Reindel: Die Harnsäuresynthese im Vogelorganismus. II. Mitt. Klin. Wochenschr. 1933 II, 1838—1840.
14. Schuler, W. und W. Reindel: *ditto*. III. Mitt. p. 1838.
15. Schuler, W.: Die Urikolyse. Klin. Wochenschr. 1933 II, p. 1253.
16. Spitzer, J.: Physiologische ökologische Untersuchungen über den Exkretstoffwechsel an Mollusken. (Erscheint in Zool. Jahrb. Physiol. 1937.)
17. Winterstein, Handb. der vergl. Physiologie, II. Bd., 2. Hälfte.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Decheniana](#)

Jahr/Year: 1937

Band/Volume: [94](#)

Autor(en)/Author(s): Heidermanns Curt

Artikel/Article: [Ueber die Bedeutung des Harnsäure-Harnstoffverhältnisses im Harn von *Struthio vulgaris* 1-10](#)