

Über das Verhalten der Harnsäure zu Zinksalzen.

Von

Dr. M. Kashiwabara aus Takamatsu in Japan.

(Aus der chemischen Abteilung des Pathologischen Instituts der Universität Berlin.)

(Der Redaktion zugegangen am 5. März 1913.)

In einer Arbeit von Dr. Kojo¹⁾ ist am Schluß erwähnt worden, daß der durch Zinksulfat im Harn bewirkte Niederschlag sich nicht unbeträchtlich harnsäurehaltig erwiesen hat. Dieser Befund war sehr unerwartet, da bis dahin von einer Fällbarkeit der Harnsäure durch Zinksalze nichts bekannt war. Auf Veranlassung von Prof. E. Salkowski und unter seiner Leitung habe ich diese Frage aufgenommen und zuerst Versuche mit Harnsäure selbst, dann mit Harn angestellt.

I. Versuche mit Harnsäure.

Versuch 1. Ca. 1 g Harnsäure wurde in etwa 800 ccm Wasser unter Zusatz von Lithiumcarbonat gelöst, die schwach alkalisch reagierende Lösung mit Zinksulfatlösung versetzt, so lange noch ein Niederschlag entstand. Der Niederschlag war sehr voluminös und schwer filtrierbar, färbte sich allmählich bläulich. Der Niederschlag enthielt, wie zu erwarten war, Harnsäure und Zink. Das leicht getrübbte Filtrat gab mit ammoniakalischer Silberlösung Niederschlag, die Fällung war also nicht ganz vollständig.

Versuch 2. Ein ebenso dargestellter Niederschlag wurde schwefelsäure- und lithiumfrei gewaschen, mit Alkohol und Äther getrocknet.

0,6992 g des bis zur Gewichtskonstanz getrockneten Niederschlages wurde mit Salzsäure übergossen, die abgeschiedene Harnsäure am nächsten Tage abfiltriert, gewaschen, getrocknet,

¹⁾ Diese Zeitschrift, Bd. 73, S. 416.

gewogen. Erhalten 0,1968 g Harnsäure = 28,14 %. Die Formel $C_5H_2ZnN_4O_3$ würde erfordern 81,2 % Harnsäure.

Versuch 3. 1 g Harnsäure wurde in ca. 1800 ccm Wasser gelöst, nach völligem Erkalten mit NH_3 leicht alkalisiert, mit Zinksulfat gefällt. Verhalten des Niederschlages und des Filtrates wie in Versuch 1.

a) Aus 0,167 g, bei 110° getrocknet, wurde durch Erhitzen unter Zusatz von starker Salpetersäure erhalten 0,1178 ZnO, daraus berechnen sich 56,61 % Zn. Die Formel $C_5H_2ZnN_4O_3$ würde erfordern 28,26 % Zn.

b) Aus 0,185 g wurde erhalten 0,1306 ZnO = 56,71 % Zn.

Versuch 4. Versuchsanordnung ebenso wie bei 3, jedoch mit Zinkacetat gefällt. 0,5514 g gaben 0,398 ZnO = 58,21 % Zn.

Bei den folgenden Versuchen 5 und 6 wurde eine Lösung von Harnsäure in Piperazin (Diäthylendiamin) mit Zinksulfat gefällt, in Versuch 6 nachdem die Lösung genau mit Essigsäure neutralisiert war, die Niederschläge ließen sich nicht abfiltrieren; die Filtration stockte bald ganz, beim Aufgießen von Wasser gingen die Niederschläge durch das Filter.

Versuch 7. 0,5 g Harnsäure in 15 ccm 10 % iger Piperazinlösung gelöst, dann mit Wasser bis auf 500 ccm verdünnt, mit Essigsäure genau neutralisiert, dann mit ammoniakalischer Zinklösung aus Zinksulfat gefällt, filtriert, schwefelsäurefrei gewaschen.

a) 0,4776 g bis zur Gewichtskonstanz getrocknet gaben 0,312 ZnO = 52,92 % Zn.

b) 0,4488 g gaben nach Kjeldahl 0,03724 N = 8,29 %.

Rechnet man den Stickstoff auf Harnsäure um, so ergeben sich 24,87 % Harnsäure; die Summe von Zink und Harnsäure beträgt nur 77,79 % statt annähernd 100 %. Auch wenn man annimmt, daß es sich nur um mechanisches Gemisch von Harnsäure und Zinkoxyd handelt, kommt man nur auf 90,17 %, es besteht also immer noch ein beträchtliches Defizit. Es ist nicht undenkbar, daß der Niederschlag erst bei einer höheren Temperatur als 110° das Wasser vollständig abgibt; es ist auch möglich, daß er Piperazin in fester Bindung enthält. Zur Auf-

klärung sollte folgender Versuch dienen, in welchem gleichfalls der Gesamt-N-Gehalt des Niederschlages bestimmt wurde.

Versuch 8. Ca. 1 g Harnsäure in 20 ccm 10%iger Piperazinslösung gelöst, die Lösung bis auf annähernd 500 ccm verdünnt, mit 10%igem Zinksulfat gefällt, mit Ammoniak alkalisiert, filtriert, schwefelsäurefrei gewaschen. Die Analyse dieses Niederschlages ergab 4,19 resp. 4,20% N nach Kjeldahl¹⁾ und 62,05 resp. 62,09% Zink.²⁾ Da die Möglichkeit vorlag, daß beim Veraschen der Verbindung zur Zinkbestimmung trotz der vorgängigen Anfeuchtung mit Salpetersäure Zink entweichen konnte, wurde in diesen beiden Analysen die Verbindung in Salzsäure gelöst, nach Ausscheidung der Harnsäure abfiltriert und das Zink mit Natriumcarbonat gefällt, der Niederschlag getrennt vom Filter verascht.

Bei diesem Versuch ist das Defizit noch etwas größer. Die Summe von Zinkoxyd und Harnsäure aus dem N-Gehalt ergibt in annähernder Übereinstimmung mit dem Versuch 4 88,8% statt 100. Da Ammoniak in Anwendung gekommen war, so lag die Möglichkeit vor, daß der Niederschlag Ammoniak gebunden enthielt. Es wurden daher 0,3648 in verdünnter Salzsäure gelöst und nach dem Verfahren von Krüger-Schittenhelm auf Ammoniak untersucht. Das Resultat war gänzlich negativ.

Versuch 9. Ca. 1 g Harnsäure in Wasser unter Zusatz von Natronlauge gelöst, die Lösung bis auf ca. 1 l verdünnt. Die schwach alkalische Lösung mit Zinksulfatlösung gefällt usw. Der Niederschlag enthielt 8,87% N³⁾ und 51,18% Zn.⁴⁾

Die annähernde Übereinstimmung der Zusammensetzung dieses Niederschlages mit dem in Versuch 7 enthaltenen 8,87% N gegen 8,29% in Versuch 7 und 51,18% Zink gegen 52,92% ist bemerkenswert.

Zusammenfassend können wir also sagen: Bei Zusatz von Zinklösungen zu Harnsäurelösungen resp. Lösungen von harnsauren Salzen entstehen sehr zinkreiche,

¹⁾ 1,1422 g gab 0,047 g N. — 0,5296 g gab 0,0223 g N.

²⁾ 0,657 g gab 0,5074 g ZnO. — 0,4614 g gab 0,3566 g ZnO.

³⁾ 0,6192 g enthielten 0,0375 g N.

⁴⁾ 0,4412 g gaben 0,320 g ZnO.

harnsäurearme Niederschläge. Es ist nicht gelungen, Verbindungen von rationeller Zusammensetzung zu erhalten.

II. Das Verhalten des Harns zu Zinksalzen.

In der in dieser Zeitschrift unter dem Titel «Unterschiede im Harnbefund beim Gesunden und Carcinomatösen» erschienenen Arbeit hat Kojo¹⁾ über den durch Metallsalze, namentlich Bleibsubacetat und Zinksalze fällbaren Stickstoff berichtet. Die nähere Untersuchung dieses Niederschlages, die im Mittel folgende Zusammenstellung zeigte: C 24,60, H 2,39, N 15,03, S 0,70, Zn 25,3 hatte ergeben, daß dieser Niederschlag, wie bereits im Eingang dieser Mitteilung erwähnt ist, in nicht unbeträchtlicher Menge Harnsäure enthielt,²⁾ außerdem auch von der Darstellung her einen beträchtlichen Aschegehalt, hauptsächlich von Baryumphosphat. Auf Grund der Ausscheidung der Harnsäure spricht sich Kojo bereits folgendermaßen aus:

«Die weitere Untersuchung muß der Zukunft überlassen bleiben, jedenfalls aber ist an der Erhöhung der relativen Stickstoffzahl in den Carcinomfällen, berechnet aus dem N-Gehalt der Zinkniederschläge, die Harnsäure wesentlich beteiligt.»

Die Untersuchung des Zinkniederschlages aus normalem Harn von höchstens 1020 D habe ich aufgenommen. Es sei zunächst kurz über die einzelnen Versuche berichtet.

Versuch I.

1 l Harn wurde mit alkalischer Chlorbaryumlösung (2 Vol. kalt-gesättigtes Barytwasser, 1 Vol. 10%ige Chlorbaryumlösung) genau ausgefällt, das alkalische Filtrat mit Zinkacetatlösung versetzt, so lange noch ein Niederschlag entstand. Die Reaktion des Gemisches war dabei schwach sauer. Der Niederschlag wurde nach etwa einer Viertelstunde abfiltriert und den Angaben Kojos entsprechend harnstofffrei gewaschen. Die Analyse des zur Gewichtskonstanz getrockneten Niederschlages ergab 12,34 bezw. 12,09% N³⁾ und 42,63% Zn.⁴⁾

¹⁾ Diese Zeitschrift, Bd. 73, S. 416.

²⁾ l. c., S. 432.

³⁾ 0,1906 g enthielten 0,0235 g N.
0,1551 » » 0,0188 » ».

⁴⁾ 0,2446 g gaben (Lösen in Salzsäure und Fällern mit Na₂CO₃) 0,0958 ZnO.

Die Untersuchung auf Ammoniak nach dem Verfahren von Krüger und Schittenhelm hatte ein ganz negatives Resultat.

Ein ebenso dargestellter Niederschlag wurde in einen Kolben gespritzt, mit Wasser auf ein Volumen von ungefähr 400 ccm gebracht, mit Essigsäure angesäuert, H_2S eingeleitet, zum Sieden erhitzt, filtriert, das Filtrat auf ein kleines Volumen eingedampft, dann einige Kubikzentimeter Salzsäure hinzugesetzt, mitsamt der ausgeschiedenen Harnsäure zur Trockene gedampft, getrocknet und gewogen, verascht. Der Trockenrückstand betrug 0,481 g, der Aschengehalt desselben 12,08%. Der Versuch zeigt, wenn er auch nicht einwandfrei ist, jedenfalls soviel, daß es mit dem eingehaltenen Verfahren nicht gelingt, aus dem Harn Zinkniederschläge zu erhalten, welche außer dem Zink keine Aschenbestandteile als Verunreinigung enthalten.

Versuch II.

Eine nicht bestimmte größere Quantität Harn wurde mit Chlorkalciumlösung und Kalkmilch bei mäßig alkalischer Reaktion gefällt, das mäßig alkalische Filtrat mit Zinksulfatlösung gefällt, die Reaktion wurde dabei sauer, es wurde nicht neutralisiert (im Filtrat von dem Niederschlag war mit ammoniakalischer Silberlösung usw. Harnsäure nachweisbar), der Niederschlag chlorfrei gewaschen, mit Alkohol und Äther getrocknet. Der Niederschlag wurde einerseits exsikkator-trocken, anderseits nach dem Trocknen bei 100—110° untersucht.

a) Der exsikkator-trockene Niederschlag enthielt 29,12 bzw. 28,52% Zink¹⁾ und 14,95% N.

Zur Bestimmung der Harnsäure wurden 0,2903 g mit Salzsäure übergossen, bis zum nächsten Tage stehen gelassen, die abfiltrierte, gewaschene und getrocknete Harnsäure wog 0,1369 g (wobei 0,003 als Korrektur hinzuaddiert sind für 60 ccm Waschwasser) = 47,15%.

b) Der bei 100° getrocknete Niederschlag enthielt 32,75% Zink²⁾ und 15,99% N.³⁾ Im Vergleich mit den Zahlen Kojos für die Zusammensetzung des Niederschlages ergibt sich das auffällige Resultat, daß, während der Zinkgehalt weit höher gefunden wurde — das kann nicht wundernehmen, da das Harnfiltrat nicht unerheblich alkalisch war, also Zinkoxydhydrat ausfallen mußte —, der N-Gehalt eher noch etwas höher war. Ferner: rechnet man den Stickstoff der exsikkator-trockenen Substanz auf Harnsäure um ($14,95 \times 3 = 44,85$), so ergibt sich eine so nahe Übereinstimmung mit der gefundenen Harnsäure, daß für den Stickstoff der

¹⁾ 0,2472 g gaben 0,0896 g ZnO .

0,2862 „ „ 0,1016 „ „ .

²⁾ 0,2718 g gaben 0,1108 g ZnO .

³⁾ 0,2556 g enthielten 0,0409 g N.

sonst noch vorhandenen organischen Substanz nichts übrig bleibt — im Gegenteil, es ist sogar etwas mehr Harnsäure gefunden worden.

Dieser Punkt mußte nun genauer untersucht werden und es mußte gleichzeitig festgestellt werden, ob vielleicht durch die direkte Fällung mit Zinksulfat alle Harnsäure quantitativ gefällt wird.

Versuch III.

A. 10 ccm zur Gesamt-N-Bestimmung.

B. In 200 ccm wird der Harnsäuregehalt nach dem Silberverfahren bestimmt (Ausführung nach dem Practicum von E. Salkowski 4. Auflage).

C. 100 ccm werden durch vorsichtigen Zusatz von Natriumcarbonatlösung schwach alkalisiert, mit 10%iger Zinksulfatlösung vollständig ausgefällt, die dabei auftretende saure Reaktion wieder durch Natriumcarbonatlösung in schwach alkalische umgewandelt, da es sich gezeigt hatte, daß bei saurer Reaktion das Filtrat noch Harnsäure enthält, der entstandene Niederschlag nach einigen Stunden abfiltriert, gewaschen, bis das Waschwasser sich als harnstofffrei (mit Liebigscher Quecksilberlösung) und schwefelsäurefrei erweist. Der auf dem Filter gebliebene Niederschlag wird in eine Abdampfschale gespritzt, bis fast zur Trockne eingedampft, einige Kubikzentimeter Salzsäure hinzugesetzt, am nächsten Tage abfiltriert usw.

D. 100 cm Harn wurden ebenso mit Zinksulfat gefällt usw., der Niederschlag in einen Kjeldahl-Kolben gespritzt und die N-Bestimmung gemacht.

Es ergab sich:

A. Gesamt-N 0,7588%.

B. Harnsäure nach der Silbermethode 0,0315% (ohne Korrektur).

C. Harnsäure nach dem Zinkverfahren 0,0318.

D. N des Zinkniederschlages 0,0196 aus 100 Harn.

Von dem N des Zinkniederschlages entfallen 0,0106 auf die Harnsäure, somit 0,009 auf anderweitige organische Sub-

stanz, der durch Zinksulfat fällbare N beträgt (ausschließlich der Harnsäure) also 1,2% des Gesamt-N.¹⁾

Versuch IV.

A. Gesamt-N 1,3468%.

B. Harnsäure nach dem Silberverfahren 0,0425%.

D. Harnsäure aus dem Zinkniederschlag durch Salzsäure isoliert 0,0510, abzüglich 0,002 Asche 0,049%.

E. 100 Harn mit 0,1 bei 100° getrockneter Harnsäure (diese in Lithiumcarbonat gelöst zugesetzt).

Harnsäure gefunden nach dem Verfahren wie bei D aschefrei 0,1494. Zieht man die ursprünglich vorhandene Harnsäure ab, so bleiben 0,1004 übrig, die Harnsäure ist also vollständig wiedergefunden.

Es wurden nun noch einige weitere Versuche darüber angestellt, inwieweit sich zugesetzte Harnsäure durch die Zinkfällung wiederfinden läßt.

Versuch V.

A. Die Bestimmung der Harnsäure nach dem Silberverfahren in 200 ccm ergab 0,0389% (wie stets ohne Korrektur).

B. Die Zinkfällung aus 100 ccm wurde nach gutem Auswaschen in einen Kolben gespritzt, einige Kubikzentimeter Essigsäure hinzugesetzt, der Niederschlag durch Schwefelwasserstoff zersetzt, das Filtrat aus Schwefelzink auf einige Kubikzentimeter eingedampft, dann mit Salzsäure angesäuert und die Harnsäure wie üblich bestimmt. Gefunden 0,0438%.

C. Zu 100 ccm Harn wurde 0,1 Harnsäure (bei 100° getrocknet, in Wasser unter Zusatz von Lithiumcarbonat gelöst) gesetzt, dann in der beschriebenen Weise mit Zinksulfat gefällt, der Niederschlag jedoch nicht mit Schwefelwasserstoff zersetzt, sondern in eine Schale gespritzt, stark eingedampft, mit Salzsäure zersetzt. Gefunden 0,1488 Harnsäure. Dieselbe

¹⁾ Weitere Angaben über den nicht als Harnsäure vorhandenen Stickstoff des Zinkniederschlages sind in einer Mitteilung von Prof. E. Salkowski in dem noch nicht erschienenen Bd. 37 der Charité-Annalen enthalten, die sich schon in den Händen der Redaktion befindet.

erwies sich beim Verbrennen als erheblich aschehaltig. Die Asche wog 0,0051 g, zum größten Teil Kieselsäure, die also von den 0,1488 g abzuziehen sind, somit Harnsäure gefunden 0,1437 g. Vergleicht man hiermit die im ursprünglichen Harn (nach dem Zinkverfahren) bestimmte Harnsäure, so ergibt sich, daß die zugesetzte Harnsäure vollständig wiedergefunden ist. (0,099 statt 0,10). Indessen hatte das Verfahren nicht in allen Fällen das gleiche günstige Ergebnis.

Versuch VI.

A. Harnsäure gefunden in 100 ccm Harn nach dem Zinkverfahren mit H_2S -Behandlung 0,037 g.

B. In demselben Harn nach Zusatz von 0,1 Harnsäure 0,1298 g, also von der zugesetzten Harnsäure wiedergefunden 0,0928 g = 92,8%.

Versuch VII.

Dasselbe Verfahren.

A. Harnsäure gefunden 0,0566 g.

B. Aus dem mit 0,1 Harnsäure versetzten Harn erhalten 0,1518 g, also von der zugesetzten Harnsäure wiedergefunden 0,0942 g = 94,2%.

Das verhältnismäßig ungünstige Ergebnis der Versuche VI und VII führte naturgemäß zu Versuchen, die zugesetzte Harnsäure nach dem Silberverfahren wiederzufinden.

Versuch VIII.

A. 200 ccm Harn gaben 0,0410 Harnsäure für 100 Harn.

B. 200 ccm mit 0,1 Harnsäure versetzt für 100 ccm wiedergefunden 0,0867 g, somit ein Plus von 0,0437 = 91,4%.

Versuch IX.

Dieselbe Versuchsanordnung.

A. Harnsäuregehalt des genuinen Harns 0,0852 in 100 ccm Harn.

B. Harnsäuregehalt des mit 0,1 Harnsäure versetzten Harnes 0,0789, somit wiedergefunden nur 0,0437 = 87,4%.

Die Ursache für diese verhältnismäßig ungünstigen Ergebnisse, die mit älteren Versuchen von E. Ludwig nicht in Einklang stehen, aufzufinden, ist nicht gelungen; jedenfalls aber steht das Zinkverfahren (mit Zersetzung des Niederschlages durch H_2S) bezüglich der Wiederauffindung zugesetzter Harnsäure dem Silberverfahren nicht nach. In den folgenden Versuchen wurde die Harnsäure einerseits nach dem Silberverfahren und anderseits nach dem Zinkverfahren bestimmt und zwar sowohl durch Zersetzung des Zinkniederschlags mit H_2S als auch durch Zersetzung mit Salzsäure.

Harnsäure aus 100 ccm Harn.

Nummern des Versuches	Silber- verfahren	Zinkverfahren mit H_2S	Zinkverfahren mit HCl
X	0,0635	0,0648	0,0678
XI	0,0459	0,0470	0,0538
XIII	0,0608	0,0610	0,0666
XIV	0,0561	0,0580	0,0646

Folgende Doppelbestimmungen nach dem Zinkverfahren unter Anwendung von H_2S zeigen, daß die Werte auch untereinander gut übereinstimmen.

In 100 cm Harn wurden gefunden:

Versuch XV a) 0,0536 b) 0,0546
 „ XVI a) 0,0556 b) 0,0546
 „ XVII a) 0,0426 b) 0,0410

Überblickt man die erhaltenen Resultate bezüglich der quantitativen Bestimmung der Harnsäure im genuine Harn (ohne Zusatz von Harnsäure), so ergibt sich, daß fast ausnahmslos nach dem Zinkverfahren etwas mehr Harnsäure gefunden wurde als nach dem Silberverfahren, und es erhebt sich naturgemäß die Frage, ob die nach dem Zinkverfahren erhaltene Harnsäure auch ebenso rein ist, wie die nach dem Silberverfahren erhaltene. Wir müssen hier unterscheiden zwischen den beiden Zinkverfahren, der Zersetzung des Nieder-

schlages durch Schwefelwasserstoff «Zinkverfahren I» und der Zersetzung durch Salzsäure «Zinkverfahren II».

Die Harnsäure aus Zinkverfahren I unterscheidet sich äußerlich nur wenig von der durch das Silberverfahren erhaltenen; sie ist nur etwas dunkler gefärbt, liefert beim Verbrennen keine Asche oder nur eine unwägbare Spur. Die Harnsäure nach dem Zinkverfahren II ist meistens pulverig, filtriert sich schwer ab, ist immer stark bräunlich gefärbt und hinterläßt meistens eine wägbare Quantität (allerdings nicht immer) von einigen, ja sogar von 5 mg Asche, die zum Teil aus Kieselsäure besteht. Außerdem ist nach der Art des Verfahrens eine Beimischung von Papierfasern, da ja der Zinkniederschlag abgespritzt wird, nicht zu vermeiden. Das Plus gegenüber dem Silberverfahren wird dadurch mindestens zum größten Teil erklärt.

Das, allerdings geringe, Plus an Harnsäure nach dem Zinkverfahren I gegenüber dem Silberverfahren läßt sich aber nicht so erklären. Das Verfahren ist also als dem immerhin etwas schwierigen Silberverfahren jedenfalls gleichwertig anzusehen. Für die Reinheit der nach dem Zinkverfahren I erhaltenen Harnsäure sprechen auch einige an solcher ausgeführte Stickstoffbestimmungen nach Kjeldahl.

1. 0,1468 g enthalten danach 0,04746 N = 32,34%.

2. 0,1684 g » » 0,05474 N = 32,44%.

Die Abweichung von der theoretischen Zahl 33,33% ist gering. Nun ist der N-Gehalt ja nicht absolut beweisend, es liegt aber auch sonst kein Grund vor, die Harnsäure als unreinigt anzusehen.

Zum Schluß sei das Verfahren noch einmal angegeben.

100 ccm Harn mittlerer Konzentration werden mit einigen Tropfen Natriumcarbonatlösung leicht alkalisiert, dann mit 10%iger Zinksulfatlösung gefällt, so lange der Niederschlag noch zunimmt. Es sind dazu etwa 30 ccm erforderlich. Die nach der Fällung aufgetretene saure Reaktion wird durch Natriumcarbonatlösung unter gutem Umrühren in eine schwach alkalische umgewandelt. Nach $\frac{1}{2}$ —1stündigem oder längerem Stehen wird filtriert (Schleicher und Schüll 604), der Nieder-

schlag quantitativ auf das Filter gebracht und so lange mit destilliertem Wasser gewaschen, wobei namentlich die Filterränder zu berücksichtigen sind, etwa 3mal, bis das Waschwasser nach dem Ansäuern mit Salzsäure, mit BaCl_2 versetzt, absolut klar bleibt.

Das Filter wird durchgestoßen, der Niederschlag mit 150 bis 200 ccm Wasser in einen Kolben gespritzt, einige Kubikzentimeter 30%ige Essigsäure hinzugesetzt, der Niederschlag durch Einleiten von Schwefelwasserstoff zersetzt,¹⁾ der Kolben bis zum Sieden des Inhaltes erhitzt, heiß filtriert und nachgewaschen. Filtrat und Waschwasser werden auf dem Wasserbad bis auf einige Kubikzentimeter eingedampft, dann etwa 5—8 Tropfen Salzsäure von 1,126 D hinzugesetzt, am nächsten Tage die Harnsäure durch einen gewogenen Goochtiigel oder gewogenes Filter filtriert usw.

¹⁾ Von dem Salzsäureverfahren ist abzusehen, einerseits weil die Harnsäure sich bei diesem Verfahren meistens sehr schlecht abfiltriert und auswäscht, anderseits weil sie nicht so rein ist.