Zur Frage der Schichtung des Harns in der Harnblase.

Von

Professor Dr. **G. Edlefsen** in Kiel.

Im Jahre 1872 habe ich im VII. Bande dieses Archivs in einem kleinen Aufsätze „Zur Physiologie der Harnansammlung in der Blase“ darauf hingewiesen, dass der Harn unter günstigen Bedingungen sich in der menschlichen Harnblase in Schichten von verschiedener Dichtigkeit ansammelt. Meine in diesem Artikel niedergelegten Befunde haben kürzlich von zwei Seiten eine Deutung erfahren, welche von der meinigen durchaus abweicht. Ich kann es daher nicht vermeiden, auf die fragliche Angelegenheit noch einmal zurückzukommen.

Bekanntlich habe ich in dem erwähnten Aufsatz geltend gemacht, dass eine Ansammlung des Harns in der Blase in Schichten von verschiedener Dichtigkeit bei gewöhnlicher Haltung und Lage der Blase nur zu Stande kommen könne, wenn der Gang der Absonderung ein solcher sei, dass auf anfangs abgesonderten leichten Harn immer schwerere Portionen folgen, die jenen, da sie an der tiefsten Stelle der Blase einfließen, allmählich emporheben. Dieser Gang der Absonderung aber, so sagte ich, wird namentlich in der zweiten Hälfte der Nacht und vor allem dann stattfinden, wenn kurz vor dem Schlafengehen ein mittelgrosses Quantum Flüssigkeit, z. B. Bier, aufgenommen und wenn beim Schlafengehen um Mitternacht der um diese Zeit noch in der Blase befindliche schwerere Abendurin aus derselben entfernt wird, zu einer Zeit also, wo eben erst die durch den Genuss des Bieres bewirkte Absonderung eines leichten Harns (die Bier-Harnfluth nach Rintaro-Mori) ihren Anfang nimmt. Dass unter solchen Bedingungen in den ersten Stunden nach Mitternacht ein sehr leichter Harn abgesondert werden muss, dem allmählich concentrirtere Portionen folgen, kann nicht zweifelhaft sein und, wenn ich nun bei der Entleerung der Blase am anderen

Morgen die ersten Portionen am schwersten, die folgenden immer leichter fand, musste ich wohl annehmen und halte auch jetzt an dieser Annahme fest, dass die zuerst entleerten schwereren Schichten die zuletzt abgesonderten waren, welche sich während der letzten Stunden des Schlafes unter den leichteren, früher abgesonderten, angesammelt hatten.

Aber auch nach geringer Flüssigkeitsaufnahme am Abend fand ich, nachdem ich gleichfalls beim Schlafengehen um 12 Uhr die Blase entleert hatte, am anderen Morgen bei der Entleerung die erste Portion am schwersten, die folgenden leichter und habe daraus geschlossen, wie es mir auch nur natürlich schien, dass überhaupt in der zweiten Hälfte der Nacht in der Regel anfangs noch ein verhältnissmässig leichter, gegen Morgen dagegen ein allmählich concentrirter werdender Harn abgesondert werde.

Nun aber hat Posner¹⁾, der in einem an sich selbst angestellten Versuch (Tabelle VI) ein mit meinen Befunden ganz übereinstimmendes Resultat erhielt, auf Grund seiner Beobachtungen an einigen anderen Versuchspersonen die Richtigkeit meiner Vorstellung von dem Gange der Harnabsonderung in der zweiten Hälfte der Nacht bestritten und behauptet in seinem Schlusssatz 4 wörtlich:

„Die von Edlefsen beobachtete Schichtung des Harns kommt nicht dadurch zu Stande, dass ein concentrirter Morgenharn den leichteren Nachtharn in die Höhe hebt, sondern eher umgekehrt, indem leichter Morgenharn durch den schweren Nachtharn hindurch emporsteigt“.

Aehnlich scheint Rintaro Mori²⁾ meine Beobachtungen zu deuten, aus denen er eine Bestätigung für die Wasserresorption aus der Blase glaubt entnehmen zu dürfen. Er sagt nämlich mit Beziehung auf dieselben: „Der Harn wird in der Blase (durch Wasserresorption) specifisch schwerer, so dass der später abgesonderte Harn bei passender Körperlage der Versuchsperson eine Schichte über dem in der Blase stagnirenden bildet.“ — Auch Rintaro Mori huldigt also der Anschauung, dass der leichtere, später abgesonderte, Harn in meinen Versuchen durch die in der

1) Das Verhalten der Harnabsonderung während der Nacht. Archiv für Anatomie und Physiologie. Physiol. Abtheilung, 1887. S. 389 ff. (Heft 5).

2) Ueber die diuretische Wirkung des Bieres. Archiv für Hygiene, Bd. VII. S. 358, Anm. 6.

Blase befindlichen schwereren Portionen emporgestiegen sei; denn er wird doch schwerlich annehmen, dass ich in der Bauch- oder Knie-ellenbogenlage geschlafen habe.

Was nun zunächst meine Beobachtungen nach reichlicher Flüssigkeitsaufnahme betrifft, so wird wohl Niemand leugnen können, dass für diese meine Deutung die richtige ist. Man würde doch der täglichen Erfahrung sämtlicher Biertrinker entgegentreten, wollte man annehmen, dass in diesen Versuchen die leichten Harnportionen später abgesondert wären als die schweren. Ich habe überdies häufig constatirt, dass nach vorausgegangenem Biergenuss bei öfter wiederholter nächtlicher Entleerung der Blase der etwa 2—3 Stunden nach dem Schlafengehen erscheinende Harn ein sehr leichter und heller, der später entleerte bedeutend schwerer und dunkler ist. Der Schlaf bewirkt unter solchen Verhältnissen also keine Abweichung von dem gewöhnlichen Verhalten und Rintaro Mori würde somit die Beweiskraft seiner eigenen Versuchsergebnisse vollständig in Frage stellen, wollte er behaupten, dass bei mir die „Bierharnfluth“, nachdem ich das Bier in der Zeit von 10—12 Uhr Abends getrunken hatte, erst in der Zeit von 4—7 Uhr Morgens eingetreten sei. Man braucht nur eine Anzahl meiner Tabellen den die Bier- und Weinwirkung betreffenden Tabellen von Rintaro Mori gegenüberzustellen, um zu erkennen, dass bei mir die zuletzt entleerten Portionen des Harn die zuerst abgesonderten waren.

Auch Posner ist es nicht entgangen, dass bei seinem Versuch über die Schichtung des Harns in der Blase (Tabelle VI) die Unterschiede im specifischen Gewicht der einzelnen entleerten Harnportionen „da am augenfälligsten waren, wo die Getränkzufuhr Abends die reichlichste war“. Ja ich darf dreist behaupten: Posner würde in diesen Fällen noch auffallendere Unterschiede zwischen den schwersten und leichtesten Portionen gefunden haben, wenn er den Harn nicht in drei, sondern, wo es anging, wie ich, in 5—7 Gläser portionenweise entleert hätte. Wenn er z. B. in Beobachtung 5 und 6 seines Versuchs als letzte Portionen resp. 320 und 280ccm mit einem specifischen Gewichte von 1011 entleerte, welche auf Portionen von resp. 1019 und 1022 specifischen Gewichtes folgten, so kann es doch nicht zweifelhaft sein, dass die Gesamtmengen von 320 und 280ccm sich zusammengesetzt haben aus Schichten von verschiedener Dichtigkeit, die von 1018,9 und 1021,9 bis unter 1011 herabging. Denn Niemand wird glauben,

dass die Nieren, nachdem sie eben einen Harn von 1019 abgesondert haben, unmittelbar darauf einen solchen von 1011 liefern werden, oder umgekehrt.

Wählen wir als Beispiel Posner's Beobachtung 5 (Tabelle VI) und nehmen wir einmal an, die letzt entleerte Portion von 320 ccm mit einem specifischen Gewicht von 1011 (Fixa 8,02) sei in vier Abtheilungen von je 80 ccm aufgefangen worden, so ergibt die Berechnung folgendes:

Es wären entleert etwa

80 ccm à 1016 sp. Gew.;	Fixa = 2,98
80 " " 1012 " " "	2,24
80 " " 1009 " " "	1,68
80 " " 1006 " " "	1,12

Summe 320 " " 1011 " " " 8,02.

Bei weiterer Theilung würde sich wohl ergeben haben, dass die erste Portion noch schwerer, die letzte noch leichter gewesen wäre. Jedenfalls aber gehe ich nicht zu weit, wenn ich annehme, dass in diesem Versuch die oberste Harnschicht in der Blase von Posner höchstens ein specifisches Gewicht von 1006 gehabt hat.

Sicher hat Posner an den Abenden, an welchen er reichliche Mengen Bier (1,0, 1,2 bis 2,5 Liter) genossen hatte, vor dem Schlafengehen die Blase entleert und höchst wahrscheinlich ist der um diese Zeit entleerte Harn bei ihm, wie bei anderen Menschen unter gleichen Verhältnissen, blass, vielleicht fast wasserhell, und von sehr geringem specifischen Gewicht gewesen¹⁾. Glaubt nun Posner wirklich, dass unmittelbar darauf in der ersten Stunde oder den ersten Stunden des Schlafs ein Harn von über 1020, ja über 1023 abgesondert worden und erst gegen Morgen wieder die Bierharnfluth zur Geltung gekommen ist, die zur Absonderung eines Harns von vielleicht nur 1002 geführt hat? Denn das mag gleich hier bemerkt werden: Wenn Posner's Auffassung richtig, wenn der leichtere Harn durch den schwereren emporgestiegen wäre, dann müsste die unterste Harnportion, die bei der Entleerung ein specifisches Gewicht von 1023 zeigte, ursprüng-

1) Es ist zu bedauern, dass Posner unterlassen hat, hierüber Bestimmungen oder Angaben zu machen, da doch die Kenntniss des Verhaltens der Harnabsonderung vor dem Schlafengehen unbedingt erforderlich ist, wo es gilt, sich über den Verlauf derselben während des Schlafes ein Urtheil zu bilden.

lich eine noch erheblich grössere Concentration gehabt haben und ebenso die oberste Schicht, deren Gewicht ich auf 1006 berechnete, noch erheblich leichter bei der Absonderung gewesen sein: Das geht aus meinen unten anzuführenden Versuchen über das Emporsteigen verdünnter Flüssigkeiten durch concentrirtere mit Sicherheit hervor.

Ich meine, ein solcher Gang der Absonderung in der zweiten Hälfte der Nacht ist nach vorheriger reichlicher Flüssigkeitsaufnahme physiologisch undenkbar und es liegt keine einzige Beobachtung vor, durch welche Posner die Unrichtigkeit meiner Auffassung für diese Fälle beweisen könnte. Rintaro Mori hat wahrscheinlich nur ein Referat über meine Mittheilung, deren Ort er nicht richtig angiebt, vor Augen gehabt. Wenn er sie im Original einsieht und meine Befunde mit seinen eigenen Beobachtungen vergleicht, wird er mir ohne Zweifel beistimmen.

Anders mag es stehen, wenn Abends wenig getrunken wurde. Dann mag es bei den nicht immer erklärlichen Schwankungen, welchen der tägliche Gang der Harnabsonderung unterworfen ist, wohl öfter vorkommen, dass in den letzten Stunden der Nacht einmal ein leichter Harn in grösserer Menge entleert wird als in den ersten. Ich selbst habe ja auf die Möglichkeiten hingewiesen, welche zu einer vermehrten Wasserausscheidung am Ende der 24 stündigen Tagesperiode führen können¹⁾. Aber Posner darf doch dass, was er in einer kleinen Zahl von Beobachtungen gefunden hat, nicht ohne Weiteres als Regel hinstellen. A priori bleibt es im Gegentheil ohne Zweifel wahrscheinlicher, dass der Harn während des nächtlichen Schlafes von Stunde zu Stunde concentrirter wird und dass gerade ein abweichendes Verhalten als Ausnahme zu betrachten ist.

In Wahrheit aber geben Posner's Beobachtungen wohl noch gar keinen Aufschluss über das Verhalten während eines ununterbrochenen Schlafes, weil seine Versuchspersonen mehrfach während der Nacht geweckt wurden und die Controle wohl nicht genau genug war, um sagen zu können, wie lange die Unterbrechung des Schlafes in den einzelnen Fällen gedauert hat. Ein längeres Wachen aber musste wohl, wie sich aus den, auch von Posner

1) Edl e f s e n , Ueber das Verhältniss der Phosphorsäure zum Stickstoff im Urin. Deutsches Archiv für klin. Medicin. Bd. 29, S. 426 ff. und 459.

citirten, Beobachtungen von Quincke¹⁾ ergibt, die Harnmenge unter Abnahme ihres specifischen Gewichtes steigern und selbst eine geringere Festigkeit des Schlafes, wie sie so häufig auf wiederholte nächtliche Störungen folgt, konnte schon, wie gleichfalls aus Quincke's Beobachtungen hervorgeht²⁾, genügen, um eine ähnliche Wirkung hervorzubringen. Ob auch in anderer Beziehung in Posner's Beobachtungen die Controle eine genügende war: ob es ganz ausgeschlossen ist, dass die Versuchspersonen, wenn sie geweckt wurden, getrunken haben, kann ich natürlich nicht entscheiden. Aber, wenn ich sehe, dass in einzelnen Versuchen in der Zeit von 2—7, resp. 4—7 Uhr stündliche Mengen von 150ccm und darüber ausgeschieden wurden, so kann ich mich der Vermuthung nicht ganz erwehren, dass hier eine Flüssigkeitsaufnahme während der Nacht stattgefunden habe. Falls aber diese Möglichkeit sicher ausgeschlossen ist, bleibt nach den Beobachtungen von Quincke nur die Annahme übrig, dass die Versuchspersonen in diesen Fällen nach dem letzten Wecken nicht wieder eingeschlafen sind.

Ueber den normalen Gang der Harnabsonderung in der zweiten Hälfte der Nacht unter physiologischen Verhältnissen, d. h. während eines ununterbrochenen Schlafes geben also die Beobachtungen von Posner noch keinen genügenden Aufschluss. Dazu sind exactere Untersuchungen oder mindestens genauere Angaben der Versuchsbedingungen erforderlich. Vor Allem muss festgestellt werden, ob das einfache Wecken, d. h. eine ganz kurze Unterbrechung des Schlafes bei Personen, die leicht wieder einschlafen, genügt, um bei Ausschluss jeder neuen Flüssigkeitsaufnahme eine Aenderung der Harnabsonderung im Sinne der Quincke'schen morgentlichen Harnfluth zu bewirken. Sollte sich dies, wie ich freilich nicht glaube, bestätigen, so würde man ja über den Gang der Harnabsonderung während des Schlafes überhaupt nur durch die Untersuchung der in der Blase angesammelten Schichten des Harns Auskunft erhalten können. Aber freilich, dann ist es auch von entscheidender Bedeutung, genau zu wissen, wie diese Schichtung zu Stande kommt.

1) Ueber den Einfluss des Schlafes auf die Harnabsonderung. Archiv für experiment. Pathologie und Pharmakologie. Bd. VII, S. 115 ff.

2) Ebenda S. 122 und 123.

Bis zum Erscheinen der Posner'schen Arbeit habe ich geglaubt, dass dieselbe nur möglich sei, wenn immer concentrirter werdende Flüssigkeit mit nicht zu grosser Einflussgeschwindigkeit am Boden des Gefässes eintritt und die darin bereits befindliche leichtere emporhebt, und habe, wie erwähnt, diese Vorstellung auch auf die Harnansammlung in der Blase übertragen. Posner sagt im Gegentheil: man muss annehmen, dass der leichte Morgenharn durch den schwereren Nachtharn hindurch in die Höhe steigt, und meint weiter, dass dieses Verhalten physikalisch gewiss ebenso denkbar sei, wie das Emporheben leichter Flüssigkeitsschichten durch schwerere.

Dass es denkbar oder vielmehr dass es möglich ist, das gebe ich jetzt, nachdem ich mich durch eigene Versuche (s. u.) davon überzeugt habe, vollkommen zu; aber „ebenso denkbar“ ist es sicher nicht. Denn schon a priori kann man sagen, dass ein Hindurchtreten verdünnter wässriger Lösungen durch concentrirtere ohne eine sofort eintretende, wenigstens theilweise, Ausgleichung ihres Gehalts an festen Bestandtheilen gar nicht möglich ist, während bei dem Emporheben einer leichten Flüssigkeit durch eine schwerere eine solche Ausgleichung doch nur an der Berührungsschicht geschehen kann und bei Vermeidung des Schüttelns immer nur allmählich stattfinden wird. Das Experiment beweist die Richtigkeit dieser Annahme.

Posner ist freilich der experimentelle Nachweis für seine Auffassung „bisher noch nicht geglückt“. Weshalb nicht? Es war doch so leicht, diesen Nachweis zu führen. Aber war Posner denn, so lange er ihn nicht geführt hatte, berechtigt, meine wohlbegründete Anschauung einfach über den Haufen zu werfen und in seinem Schlusssatz positiv zu sagen: Die von Edlefsen beobachtete Schichtung . . . kommt nicht dadurch zu Stande etc.? Hätte er „nicht immer“ oder „nicht nothwendig“ gesagt, so könnte ich die Berechtigung dieser Einschränkung nicht bestreiten, da die Schichtung von ungleich schweren Flüssigkeiten, wie ich durch sehr einfache Versuche festgestellt habe, wirklich in der Weise zu Stande kommen kann, wie Posner vermuthet. Aber, wie wir gleich sehen werden, bleibt es auch nach dem Ergebniss dieser Versuche wahrscheinlich, dass da, wo man erhebliche Unterschiede in dem specifischen Gewichte der einzelnen entleerten Harnportionen findet, die Schichtung in der Weise vor sich gegangen

ist, wie ich angenommen habe. Es kann nämlich allerdings, wie ich fand, eine specifisch leichtere Flüssigkeit durch Flüssigkeitsschichten von grösserer Dichtigkeit emporsteigen und sich über diesen sammeln. Aber, selbst bei der vorsichtigsten Anordnung des Versuchs, d. h. bei möglichster Verminderung des Drucks und der Geschwindigkeit, mit welcher sie durch eine feine Oeffnung einströmt, findet doch eine stärkere Ausgleichung des specifischen Gewichts der einzelnen Schichten statt, als bei der umgekehrten Anordnung, d. h. bei der Emporhebung leichterer Flüssigkeit durch schwerere, und diese Ausgleichung tritt um so vollständiger ein, je geringer der Unterschied in der Schwere der einzelnen Flüssigkeitsmengen ist und je rascher das Einströmen geschieht.

Ueber die Schichtung von schwererer Flüssigkeit unter leichteren Portionen besitze ich noch zwei Versuchsprotocolle aus dem Jahr 1872. Dieselben mögen hier zunächst folgen.

Ich benutzte bei diesen Versuchen als Reservoir eine Schusterkugel, welche genau 1520 ccm fasste, und als Füllflüssigkeit Kochsalzlösung verschiedener Concentration, von welcher einzelne Portionen zur leichteren Unterscheidung verschieden gefärbt waren. Um das Einströmen der Flüssigkeit möglichst langsam geschehen zu lassen, liess ich sie durch ein Filter gehen. An dem Glastrichter war mittels eines kurzen Schlauches ein zugespitztes Glasrohr befestigt, dessen feine Oeffnung sich dicht über dem Boden des Gefässes befand. Durch meine ärztliche Thätigkeit wurde das Nachgiessen der Flüssigkeit auf das Filter oft unterbrochen, so dass in beiden Versuchen fast 32 Stunden bis zur vollständigen Füllung der Kugel vergingen und die einzelnen Flüssigkeitsschichten demnach lange Zeit mit einander in Berührung blieben. Während der Füllung blieben die einzelnen Portionen, wie die Färbung erkennen liess, zunächst scharf von einander getrennt. Erst gegen das Ende des Versuchs machte sich eine leichte Verwaschung der Grenzen farbloser Schichten gegen die darüber oder darunter stehenden gefärbten bemerkbar. Die Entleerung wurde mittels eines Hebers vorgenommen, indem zunächst die unterste Portion entfernt wurde, welcher dann die darüber stehenden Schichten der Reihe nach folgten. Die Tabellen habe ich so geordnet, dass der zuletzt eingelaufenen (schwersten) Portion die zuerst entleerte gegenübersteht u. s. w. In Versuch 2 ging der Entleerung eine mehrmalige vollständige Umkehrung der Kugel voraus, wobei die letztere sich um die Flüssigkeit herum verschob, während diese in Ruhe verharrete und höchstens eine ganz leichte Vermischung der Flüssigkeitsschichten an den Grenzen bemerken liess.

Da in den vorstehenden beiden Versuchen die Bedingungen vielleicht im Vergleich mit der normalen Ansammlung des Harns in der Blase als allzu günstig gewählt erscheinen könnten, so habe ich neuerdings noch folgenden Versuch angestellt, bei welchem die Bedingungen absichtlich ungünstig gestaltet wurden, indem das Einfließen der einzelnen Portionen ohne Filter und, zwar meistens in continuirlichem, langsamem Strom, aber doch zuweilen, namentlich Anfangs, auch durch nicht vorhergesehenes rascheres Ausfließen aus dem Ausgussgefäß stossweise erfolgte, in welchem Falle dann meistens auch noch Luftblasen mitgerissen wurden. Trotz dieser ungünstigen Verhältnisse sind, wie man sieht, die Unterschiede im specifischen Gewichte der einzelnen Portionen sehr bedeutende geblieben, wenn auch in den zuerst eingeflossenen leichteren Schichten die Ausgleichung etwas beträchtlicher ausgefallen ist als in den vorigen Versuchen. Als Füllgefäß wurde eine Kolbenflasche mit fast planer Grundfläche benutzt. Die Mündung des zugespitzten Glasrohrs, welches mit dem Trichter verbunden war, befand sich einige Millimeter oberhalb des Bodens der Flasche. Dadurch musste eine Mischung der einströmenden mit der bereits eingeflossenen Flüssigkeit noch begünstigt werden. Daraus erklärt es sich auch, dass bei der Entleerung die letzte, nicht mehr durch Heber sondern durch Ausgiessen entfernte, Portion ein höheres specifisches Gewicht zeigte als die fünfte und sechste, welche ebenso wie die vorigen mittels Hebers herausgehoben wurden.

Versuch 3.

28. März 1888.

Füllung					Entleerung			
Reihenfolge	Menge ccm	Specifisches Gewicht	Farbe	Dauer des Einfließens	Reihenfolge	Menge ccm	Specifisches Gewicht	Farbe
1	100	1000	farblos	0 Min.	7	100	1007	dunkel roth
2	100	1005	roth	4 „	6	100	1003,5	„
3	100	1010	farblos	7 „	5	100	1006	hell roth „
4	100	1015	„	8 „	4	100	1016	hell violett
5	100	1020	violett	8 „	3	100	1018	dunkel violett
6	100	1025	farblos	10 „	2	100	1023,5	hell „
7	100	1030	„	8 „	1	100	1027	„ „
	700	1015				700	1014,5	

Die folgenden Versuche beziehen sich auf das Verhalten beim Emporsteigen leichterer Flüssigkeit durch schwerere.

Die Anordnung ist bei jedem einzelnen Versuch angegeben. Ich beschränke mich auf die Mittheilung einer kleinen Zahl von Versuchen, deren jeder eine besondere Modification repräsentirt, indem theils das Verhalten bei grösserer Verschiedenheit des specifischen Gewichts einmal (Versuch 4 und 6) bei langsamem, dann (Versuch 5) bei raschem Einströmen, theils das Verhalten bei geringen Unterschieden der specifischen Gewichte bei langsamem Einfließen beobachtet wurde (Versuch 7 und 8). Noch mehr derartige Versuche anzuführen, hielt ich für überflüssig. Ich darf es Posner überlassen, wenn er es für wünschenswerth hält, die Zahl der Versuche zu vermehren.

Versuch 4.

20. Decbr. 1887. In ein cylindrisches Gefäss werden durch ein kleines Filter 90 ccm Kochsalzlösung von 1015 specifischem Gewicht eingeführt. Die filtrirende Flüssigkeit fliesst durch ein zugespitztes bis auf den Boden des Gefässes reichendes Glasrohr langsam ein in der Zeit von $9\frac{3}{4}$ –10 Uhr Abends. Von 10 Uhr an wird auf dasselbe kleine Filter eine mit Fuchsin gefärbte Kochsalzlösung von 1001,5 specifischem Gewicht gebracht. Im Lauf von 40 Minuten fliessen 90 ccm dieser Lösung durch. Anfangs sieht man deutlich neben dem Glasrohr rothe Flüssigkeitsströme nach oben steigen und über der ungefärbten Kochsalzlösung eine Schicht rother Flüssigkeit sich ansammeln. Allmählich färbt sich jedoch die ganze Flüssigkeit roth; nur scheint die obere Schicht etwas dunkler gefärbt zu bleiben. 10 Uhr 45 Minuten Entleerung mittels Hebers:

Unterste Portion 90 ccm, spec. Gew. 1009,5.

Obere Portion 90 „ „ „ 1007.

Versuch 5.

21. Decbr. 1887. 125 ccm mit Fuchsin gefärbter Kochsalzlösung von 1010,5 specifischem Gewicht werden in ein cylindrisches Gefäss gebracht, darauf durch einen Trichter mit zugespitztem, bis auf den Boden des Gefässes reichendem Glasrohr 100 ccm ungefärbtes Leitungswasser ohne Filter zugelassen, welche in kaum 5 Minuten einfließen. Während des Einfließens ist wohl ein aufsteigender Flüssigkeitsstrom, aber keine Trennung in ungleich gefärbte Schichten zu bemerken. Sofortige Entleerung mittels Hebers:

Unterste Portion 125 ccm, spec. Gew. 1005.

Obere Portion 100 „ „ „ 1005.

Versuch 6.

25. Decbr. 1887. In eine Kolbenflasche werden 100 ccm Kochsalzlösung von 1020 specifischem Gewicht gebracht. Durch ein Filter fliessen sodann

in 10 Minuten 100 ccm Kochsalzlösung von 1010 specifischem Gewicht am Boden des Gefässes ein, darauf in 20 Minuten 140 ccm intensiv gefärbte Fuchsinlösung von eben über 1000 specifischem Gewicht. Aufsteigende rothe Flüssigkeitsströme wie in Versuch 4. Darauf sofortige Entleerung mittels Hebers, die in weniger als 10 Minuten beendet ist:

Unterste 100 ccm, ziemlich stark roth gefärbt: spec. Gewicht = 1013.
 Mittlere 100 „ etwas intensiver gefärbt: „ „ 1010.
 Oberste 140 „ dunkler roth gefärbt: „ „ 1005.

Versuch 7.

2. Januar 1888. In eine Kolbenflasche fliessen durch ein Filter langsam am Boden des Gefässes der Reihe nach je 50 ccm einer Kochsalzlösung von resp. 1005,5, 1004,5, 1004, 1003, 1002 und 1001 specifischem Gewicht ein. Bei der sodann vorgenommenen Entleerung mittels Hebers zeigte jede Portion ein specifisches Gewicht von 1003 mit Ausnahme der letzten, die nur 1002,5 wog.

Versuch 8.

29. März 1888.

Als Füllgefäss wurde eine Schusterkugel benutzt. Das Einfliessen geschah langsam durch ein Filter. Das zugespitzte Einflussrohr reichte genau bis an die tiefste Stelle der Kugel. Bei dem Einfliessen der violett gefärbten Portion sah man wie die im Apparat bereits befindliche Flüssigkeit sich gleichmässig blass violett färbte, während eine dunkler violette Schicht sich darüber lagerte, welche auch nach dem späteren Einfliessen der leichteren Portionen von den benachbarten (unteren wie oberen) Schichten deutlich, wenn auch nicht scharf getrennt blieb.

Füllung					Entleerung			
Reihenfolge	Menge ccm	Specifisches Gewicht	Farbe	Dauer des Einfließens	Reihenfolge	Menge ccm	Specifisches Gewicht	Farbe
1	100	1030	farblos	0 Min.	1	100	1020	fast farblos
2	100	1025	„	10 „	2	100	1019,5	„ „
3	100	1020	violett	25 „	3	100	1018,5	„ „
4	100	1015	farblos	10 „	4	100	1017,5	hell violett
5	100	1011	„	10 „	5	100	1016,5	dunkler violett
6	100	1006	„	20 „	6	100	1015	blass violett
	600	1018		75 Min.		600	1018	

Aus diesen Versuchen ergibt sich, wie oben bereits kurz angedeutet wurde, dass eine Schichtung von Flüssigkeiten verschiedener Concentration über einander möglich ist, auch wenn die leichtere durch die schwerere emporsteigen muss, dass aber doch eine Mischung der einzelnen Flüssigkeitsschichten viel leichter vermieden wird, wenn die leichte Flüssigkeit durch die schwere emporgehoben wird. Es ergibt sich daraus ferner, dass bei geringer Verschiedenheit der Concentration der einzelnen Flüssigkeitsportionen auch bei ganz langsamem Einströmen derselben eine Ausgleichung mit dem vorhandenen Inhalt des Gefässes sehr leicht eintritt, sobald die leichtere Flüssigkeit durch die schwerere emporsteigt, dagegen ausbleibt, wenn die schwere die leichtere Schicht emporhebt. Weit leichter noch tritt im ersteren Falle die Mischung und eine vollständige Ausgleichung des specifischen Gewichts bei raschem Einströmen der Flüssigkeit ein, ein Moment, welches bei der Harnansammlung in der Blase wohl in's Gewicht fällt, da das Einströmen hier in Folge der peristaltischen Bewegung der Ureteren doch wohl häufig stossweis und mit verhältnissmässig grosser Geschwindigkeit vor sich gehen dürfte. Dagegen geht aus dem Versuch 3 klar hervor, dass auch rascheres und absatzweises Einströmen die Schichtung nicht verhindert, wenn die schwereren Portionen auf die leichteren folgen und diese emporheben.

Wenn ich nun die grossen Unterschiede im specifischen Gewicht in Betracht ziehe, welche die einzelnen Harnportionen in meinen und z. T. auch in Posner's Beobachtungen nach reichlicher Flüssigkeitsaufnahme zeigten, so meine ich, dass man daraus mit Sicherheit auf die Richtigkeit meiner früher gegebenen Erklärung schliessen kann, und dass, wo so prägnante Unterschiede beobachtet werden, überhaupt der Schluss berechtigt ist, dass die Füllung der Blase unter allmählich zunehmender Concentration des einflussenden Harns vor sich gegangen sei. Denn es kann doch wohl nicht zweifelhaft sein, dass die Zu- oder Abnahme des specifischen Gewichts des Nierensecretes nur in ganz allmählichen Uebergängen

erfolgt¹⁾. Eine sprungweise Aenderung, ein plötzlicher Wechsel zwischen der Absonderung eines leichten und eines schweren Harns oder umgekehrt scheint mir physiologisch undenkbar zu sein. Bei dem von Posner angenommenen Vorgang der Schichtung kommen aber grössere Unterschiede im specifischen Gewicht der Schichten nur dann zur Beobachtung, wenn die Concentration der einzelnen einflussenden Flüssigkeitsportionen eine weit auseinanderliegende ist, wie in Versuch 4 und 6.

Wo die Unterschiede gering sind wie in meinen Beobachtungen nach geringer Flüssigkeitsaufnahme während der Nacht oder bei aufrechter Haltung am Tage (a. a. O. Beobachtung 11—20), da gebe ich zu, dass es sich nicht ganz sicher wird entscheiden lassen, unter welcher Reihenfolge der Absonderung die Schichtung zu Stande gekommen ist. Bei den geringen Unterschieden im specifischen Gewichte der einzelnen Portionen, welche in diesen Versuchen beobachtet wurden, könnte ich wohl zu Gunsten meiner Auffassung geltend machen, dass die Bedingungen für die Schichtung mittelst Emporsteigens leichter Flüssigkeit durch schwerere entsprechend meinen Versuchsergebnissen (s. o.) keine günstige waren. Aber auf der anderen Seite kann ich den Einwand nicht entkräften, dass diese Unterschiede ursprünglich beim Eintritt des Harns in die Blase grösser gewesen und erst in Folge des Durchtretens der leichteren Flüssigkeit durch die schwereren Schichten bis zu dem beobachteten Grade abgeschwächt sein können.

Im Ganzen aber spricht doch auch hier, wie ich meine, die grössere Wahrscheinlichkeit für meine ursprüngliche Auffassung: Meine Thätigkeit während der Ansammlung des Harns in der Blase in den Vormittagsstunden war gewiss nicht der Art, dass sie das Zustandekommen der Schichtung begünstigte, und die häufige Erschütterung des Blaseninhalts beim Gehen, Treppensteigen, Bücken u. s. w. musste während des Durchtritts

1) Dieser allmähliche Uebergang würde natürlich, wie ich schon 1872 hervorhob (a. a. O. S. 507), auch bei der Entleerung des Harns deutlich erkennbar werden, wenn man denselben in kleineren Portionen — etwa von je 10 ccm — auffinge und das spec. Gewicht derselben piknometrisch bestimmte. Zur Ausführung dieses Versuches hat es mir bisher an Zeit und Gelegenheit gefehlt.

leichter Flüssigkeit durch concentrirte Schichten jedenfalls die Mischung sehr begünstigen. Wenn ich trotzdem nach 5—6stündiger ärztlicher Thätigkeit noch Unterschiede im specifischen Gewicht der einzelnen geschichteten Harnportionen von 1014,5—1016, von 1007—1010, von 1018—1020 u. s. w. constatiren konnte¹⁾, so dürfte das wohl mehr für den umgekehrten Gang der Harnabsonderung sprechen.

Bei meinen Beobachtungen über die Schichtung des Harns in der Blase während der Nachtruhe nach geringer Flüssigkeitsaufnahme scheint mir der Umstand denselben Hergang wahrscheinlich zu machen, dass trotz der geringen Harnmengen, welche sich jedesmal in der Blase fanden, doch so deutliche Unterschiede im specifischen Gewicht der einzelnen Schichten hervortraten, dass z. B. bei einer Menge von 181 ccm das specifische Gewicht der 3 aufgefangenen Portionen 1022, 1026 und 1028 betrug, in einem anderen Versuch 182 ccm sich in 2 Portionen von 1022 und 1025 theilten u. s. w.²⁾.

Aber, wie bemerkt, eine vollkommen sichere Entscheidung ist hier nicht möglich und es muss abgewartet werden, ob directe, mit aller Vorsicht angestellte Beobachtungen über den Gang der Harnabsonderung in der zweiten Hälfte der Nacht, zu deren Ausführung ich bereits Anregung gegeben habe, uns den erwünschten Aufschluss verschaffen werden.

Schliesslich erlaube ich mir noch mit wenigen Worten auf die Frage der Wasserresorption aus der Harnblase einzugehen. Der Gedanke, meine Beobachtungen über die Schichtung des Harns in der Blase in dieser Richtung zu verwerthen, hat mir schon 1872 nahe gelegen; aber ich habe es damals mit voller Ueberlegung unterlassen, auch nur ein Wort darüber zu sagen, weil mir die Angelegenheit durch die kurz vorher erschienenen Untersuchungen von Treskin³⁾ erledigt zu sein schien. Wenn ich jetzt darauf zurückkomme, so geschieht es nur, weil Rintaro Mori (a. a. O.) geglaubt hat, meine Beobachtungen zu Gunsten seiner Theorie von der Wasserresorption aus der Blase in's Feld führen zu dürfen.

1) Beobachtung 16, 18 und 19.

2) Beobachtung 11 und 13.

3) Beiträge zur Physiologie der Harnblase und der Nieren. Dieses Archiv, Bd. V, S. 324 ff.

Ich bemerke nur kurz, dass meine Versuche, wenn man daraus in Bezug auf diese Frage Schlüsse ziehen will, wohl nur das Gegentheil von Rintaro Mori's Ansicht beweisen können. Denn, wenn die obersten Schichten des Harns in der Blase während einer siebenstündigen Retention in derselben noch in einer Menge von 125—260 ccm ein specifisches Gewicht von 1001,5—1002 behaupten können (Beobachtung 2 und 5), so dürfte das doch wohl gegen die Annahme einer Wasserresorption aus der Blase sprechen. Näher auf diese Frage einzugehen, scheint mir an diesem Orte nicht erlaubt, da ich keine weiteren eigenen Beobachtungen anzuführen habe. Nur die eine kurze Bemerkung kann ich mir nicht versagen, dass Rintaro Mori das Gewicht der Untersuchungen von Treskin, welche im Gegentheil den Uebergang von Wasser aus Blut und Lymphe in den Blaseninhalt bewiesen, doch wohl etwas unterschätzt hat. Dass die absolute Zunahme des Kochsalzgehalts des Harns nicht gegen seine Annahme spreche, hat Treskin selbst ausdrücklich hervorgehoben.

Ueber die von v. Kries wider die Theorie der Gegenfarben erhobenen Einwände.

III. Mittheilung.

Ueber die sogenannten Ermüdungserscheinungen.

Von

Ewald Hering,

Prof. der Physiologie an der deutschen Universität Prag.

Kries hat auffallenderweise bei seiner Erörterung der Contrast- und Ermüdungserscheinungen einen der wesentlichsten Unterschiede zwischen meiner und der Dreifarbentheorie völlig unberücksichtigt gelassen. Nach meiner Theorie sind die Erregbarkeitsänderungen und also auch die „Ermüdungen“ des Sehorgans