

Fig. 5 entspricht dem Durchschnitt eines, im Umfang eines Meibom'schen Drüsennkanals entwickelten, in narbiger Umwandlung begriffenen Lupusknötchens. g g Obliterirte Gefässchen im Querschnitt.

Sämmtliche Abbildungen sind, nach meinen Präparaten, von Herrn Universitätszeichner Braune angefertigt.

XXII.

Ueber die Herstammung und Ausscheidung des Kalks im gesunden und kranken Organismus.

Von Dr. Schetelig.

Nachstehende Arbeit über die Schicksale des Kalks im menschlichen Körper ward veranlasst durch den Wunsch des Verfassers, das Auftreten des Kalks im Urin nach den verschiedenen pathologischen Zuständen quantitativ zu bestimmen. Seit langer Zeit ziehen sich durch die Literatur Angaben über vermehrte Kalkabsondnung in gewissen Krankheitszuständen. Anfänglich war es die phosphorsaure Diathese von Prout, die sich durch Sedimentirung des Urins zu erkennen geben und in einer eigenen Krankheitsform bestehen sollte. Später nahm man in gewissen Krankheiten des Nervensystems und Hirns eine vermehrte, in gewissen anderen sogar eine verminderte Ausscheidung von Erdphosphaten an (siehe Ziegler, Berner Dissertationen 1861). Dann kamen Beneke's Studien, die, soweit sie die Bildung des oxalsauren Kalks im Organismus zum Gegenstand hatten, in ihrer physiologischen Begründung uns einen wichtigen Schritt vorwärts brachten. Neuerdings hat wieder Senator (Centralblatt 1877) die Aufmerksamkeit auf pathologisch vermehrte Ausscheidungen von Kalk gelenkt, ohne jedoch quantitative Belege beizubringen. Alle diese und andere bisherige Angaben sind nehmlich Abschätzungen der künstlich gebildeten Sedimente, die hauptsächlich nach der Beneke'schen Fällungsmethode vorgenommen wurden.

Mit dieser Methode hatte ich so wenig Glück, die Sedimente fielen so schwankend aus und gaben mir bei Vergleich mit den

quantitativen Bestimmungen von Kalk und Phosphorsäure so wenig übereinstimmende Resultate, dass ich mich gezwungen sah, behufs eingehenderen Studiums der Frage nach der Kalkausscheidung einzig die quantitative Analyse zu üben.

Das Material ward mir, als ich mich im vorigen Sommer während einer Ferienreise in Würzburg und Heidelberg aufhielt, von den Leitern der dortigen Kliniken mit anerkennenswerther Liberalität zur Verfügung gestellt. In Würzburg arbeitete ich auf der chemischen Abtheilung des dortigen physiologischen Instituts, in Heidelberg auf dem Laboratorium des Klinikums.

Als Methode zur Bestimmung wählte ich die der Fällung des Kalks mittelst Oxalsäure. Nach Auswaschen des Rückstandes auf dem Filter ward dieser mit jenem zusammen getrocknet, das Getrocknete gegläut und in $\frac{1}{6}$ normaler Salzsäure gelöst. Schliesslich ward das Gelöste durch Titriren mit Normalnatronlauge bestimmt. Ich hatte also CaO vor mir, und bemerke, dass alle meine Angaben in der Folge sich auf die Base allein beziehen. Das Verfahren ist zeitraubend, eine Analyse nimmt 12—16 Stunden in Anspruch, man kann in derselben Zeit aber mehrere machen.

Die angeführten Analysen von Phosphorsäure sind mittelst essigsaurem Uranoxyd gemacht.

Erst nachdem ich den analytischen Theil dieser Arbeit vollendet hatte, kam mir im Augustheft 1879 dieses Archivs die Abhandlung Seemann's über Rachitis zu Gesicht, von der ich hier um so lieber Notiz nehme, als der Verfasser zum ersten Mal eine Reihe von quantitativen Bestimmungen von Kalkausscheidung giebt und, wenn auch auf einem anderen Gebiete der Pathologie, doch zu ähnlichen Schlussfolgerungen kommt bezüglich der Kalkresorption etc., wie ich sie hier vorlege.

Vor Allem lag es mir daran, als Ausgangspunkt die Quantität des in 24 Stunden abgesonderten Kalks im gesunden Individuum zu bestimmen. Frühere Angaben über diesen Punkt weichen in mancher Beziehung von einander ab und schwanken zwischen 100 und 500 Milligramm. (Ich werde für den Kalk immer die Angaben in Milligramm = Mgr. machen.) So führt Vogel (in Virchow's Path. u. Therap. VI, 2) die Menge der täglich ausgeschiedenen Erdphosphate auf 800—1200 Mgr. an, davon $\frac{1}{3}$ CaO PO₅. Rose

fand an Kalk 220, Wagner 170, Neubauer ein Mal 188, ein anderes Mal 93, Böcker bei reichlichem Essen und wenig Getränk 390, Lecanu 1000. Die letzten Angaben aus: Lersch, Balneologie.

Ich habe zu dem angeführten Zweck meinen eigenen Urin untersucht und zwar unter möglichst gleichen Verhältnissen. Schon eine Zeitlang vorher hatte ich mich in den Zustand des physiologischen Gleichgewichts zu bringen gesucht durch eine möglichst homogene Lebensweise. Die Tageseintheilung blieb im Ganzen durch fast 3 Monate dieselbe, die Mahlzeiten wurden zu bestimmten Stunden genommen, dabei sorgfältig alle aussergewöhnlichen Quantitäten vermieden, namentlich im Trinken. Kein Frühstück irgend welcher Art, Mittagessen um $12\frac{1}{2}$, leichtes Abendessen um 8, bestehend aus Thee, Brot und Fleisch, einige Male Bier statt des Thees. Mit dieser Regelung gelang es, den Körper so unter Controle zu bringen, dass sogar die Stunden des Urinirens genau inne gehalten wurden und sich durch mehrere Wochen immer auf 7 am, $11\frac{1}{2}$ am, 5 pm und 10 pm reguliren liessen.

Ausser den vielen, zu allen Tageszeiten vorgenommenen Beobachtungen, die dazu dienen sollten, überhaupt eine Anschauung zu gewinnen über das Maass der Kalkausscheidung, begann ich am 13. August eine Beobachtungsreihe zur Feststellung der zu bestimmten Stunden regelmässig abgesonderten Kalkmenge. Diese Reihe erstreckte sich über 12 Tage, d. h. sie kam am 25. August zum Abschluss und schloss 29 Analysen ein, davon 11 auf den Morgen, 8 auf den Mittag, 6 auf die Zeit von ca. 5 pm und 4 auf den Abend um 10 Uhr kommen.

Das Gesammtresultat ist, dass im Normalzustande von einem Erwachsenen des Gewichts von 74 K.

am Morgen	206	Mgr.
am Mittag	38	"
um 6 pm	62	"
um 10 pm	84	"

Kalk den Körper auf den Urinwegen verlassen.

Dieser Kalk verhält sich seinem Gewicht nach zu den festen Bestandtheilen des Urins (die nach der Vogel'schen Formel aus dem specif. Gewicht desselben berechnet wurden) wie:

$$\text{Morgens} = 10,1\%, \text{ Mittags} = 4,4\%, 6 \text{ pm} = 5,4\%, 10 \text{ pm} = 6,22\%.$$

Wegen fehlender Gewichtsbestimmung an 2 Malen konnte diese Rechnung nicht auf alle 29 Analysen angewandt werden, sondern nur auf 27 derselben.

Die Gesammtquantität des in 24 Stunden die Nieren passirenden Kalks habe ich an acht Tagen bestimmen können. Zwei Mal machte ich in Würzburg 24stündige Analysen, die eine Kalkquantität von 353 Mgr. und 407 Mgr. ergaben. Da hier eine Angabe des specifischen Gewichts fehlt, so ist der Schluss auf die Proportion zum Quantum der festen Urinbestandtheile nicht zu machen. Ebenso nahm ich zwei Mal in Heidelberg eine je 48stündige Messung vor, die mir für 24 Stunden ein Mal 513, das zweite Mal 391 Mgr. lieferte, wobei sich im ersten Fall (bei zum Theil vegetabilischer Nahrung, namentlich von Reittig mit viel Salz) der Kalk wie 6%_{oo}, im zweiten wie 5,20%_{oo} verhielt. Endlich fallen noch auf Heidelberg die restirenden beiden Einzelbeobachtungen für 24 Stunden, die eine durchschnittliche Menge von 443 Mgr. Kalk ergaben, d. h. 400 Mgr. (= 7%_{oo}) am ersten Tage und 477 Mgr. (= 8,8%_{oo}) am zweiten und unter dem Einfluss starker Gaben von Acid. muriat. dil.

Aus den vorgenannten Analysen kann man sich ein Bild machen von dem Verhalten der Kalkabsonderung, wie sie zu den verschiedenen Tageszeiten stattfindet, und vielleicht auch zu einer Anschauung über die Herstammung, resp. Verarbeitung des Kalks durch das Blut gelangen. Das Maximum fällt, wie bei allen festen Urinbestandtheilen, auf den Morgenharn, es ist ca. $\frac{2}{3}$ des Gesammtquants der 24 Stunden. Je weiter wir uns von der Nahrungszeit entfernen, um $11\frac{1}{2}$ Uhr, also ca. 16 Stunden nach der letzten Mahlzeit, haben wir die geringste Quantität, 5 Stunden nach dem Mittagessen etwas mehr, 10 Stunden nach demselben noch etwas mehr. Hieraus geht die directe Abhängigkeit dieser Ausscheidung von den durch die Mahlzeiten eingeführten Stoffen und den bei der Verdauung in den Darm ergossenen kalkhaltigen Secreten hervor. Dieser Zusammenhang wird weiter documentirt durch das nahezu völlige Verschwinden des Kalks bei Inanitionszuständen: an zwei Tagen ward das Mittagessen unterdrückt, an einem dritten nur äusserst geringe Quantitäten fester Nahrung genommen, — die Kalkmenge sank auf durchschnittlich 70 Mgr. am Morgen, ein Mal wurden nur 35 Mgr. befördert, am Mittag gar nur 5 Mgr.!

Selbst durch Gleichstellen der zwischen den einzelnen Tageszeiten

verflossenen Intervalle wird das bedeutende Ueberwiegen der Morgenexcretion nicht ausgeglichen oder erklärt. Wenn wir z. B. die Zeit von 10 Uhr Abends bis 7 Uhr früh gleich jener von früh bis Mittags setzen, so bleibt immer die nächtliche Secretion die grösste.

An diese Beobachtungen wäre eine weitere Schlussfolgerung zu knüpfen. Da am Tage die Absonderung von CaO zunimmt, je mehr wir uns von der Mittagszeit entfernen, — da die um 6 Uhr gelieferte Menge (62) zwar gegen die des Mittags (Inanitionszeit) vermehrt ist, aber im Verhältniss zur Morgenmenge bedeutend zurücksteht und nicht einmal die des späteren Abends erreicht (84), so ist anzunehmen, dass der Kalk auf seinem Wege durch den Organismus anderen Bahnen folgt, anderen Bedingungen unterworfen ist, als z. B. die Haloidsalze, zum Theil auch die Mittelsalze, die schon nach kürzester Zeit im Harn ihre Erscheinung machen. Am Tage bält die Kalkmenge mit derjenigen der anderen festen Bestandtheile des Urins ziemlich gleichen Schritt, d. h. sie bewegt sich zwischen 4 und 6 %, Morgens erreicht sie 10 % und darüber. Da nun während der Nacht wohl eine Resorption von Wasser in den Nieren und der Blase denkbar ist, aber kaum eine von Salzen, so muss dies Ueberwiegen des Kalks im Morgenharn unsere Aufmerksamkeit fesseln. Ueber diese Zeit hinaus wird derselbe, wie es scheint, nicht im Blut angehäuft und wieder hergegeben, wie einige andere Stoffe, sonst fiele ja um 12 Uhr, also zur Zeit der Inanition, nicht sein Gewicht auf das Minimum von 36 Mgr., während aus denselben relativ verarmten Blut durch die Thätigkeit des Morgens und Vormittags noch 8 Gramm feste Stoffe ausgetrieben werden, ja die Chlorverbindungen (nach 15 Analysen) die des Morgens überwiegen, da sie sich gegen diese wie 1,3 : 1,0 verhalten.

Nach diesen wenigen Vor betrachtungen können wir uns auf das Gebiet des Pathologischen begeben. Behufs Anknüpfung an den Normalzustand gehen wir bei der Betrachtung der Tabelle I. vom unteren Ende derselben aus, wo wir mittlere Tagesquantitäten verzeichnet finden, die die obigen Normalausscheidungen erreichen und ein einziges Mal übertreffen. Je weiter wir nach oben fortschreiten, desto geringer werden die Tagesmengen des Kalks, desto geringer aber auch die Verhältniszahlen, welche die Beziehungen des ausgesonderten Kalks zum Totalquantum der festen Stoffe bezeichnen. Die wenigen Male, wo diese Verhältnisziffern nicht mit der an-

genommenen Reihenfolge übereinstimmen, sollen weiter unten ihre Erklärung finden.

Am auffallendsten wird schon bei oberflächlicher Betrachtung der Tabelle das bunte Durcheinander, in welchem die Krankheitsfälle der Anordnung nach der ausgeschiedenen Kalkmenge folgen. Wir beginnen am unteren Ende mit chronischen Brustleiden und finden ebendieselben gegen das obere Ende wieder, — dasselbe lässt sich von chronischen Leiden der Centralorgane sagen, — während am äussersten Anfang sich die Minimalquantitäten da finden, wo wir sie nach dem Vorausgeschickten erwarten mussten: bei den Inanitionszuständen des Typhus im Stadium hohen Fiebers. Auf den ersten Blick wird das mangelnde Gleichgewicht klar und man sieht, dass von einer Classification, von einer Gruppierung nach der Gattung des Leidenszustandes nicht die Rede sein kann.

Um zu einem Verständniss der Gesetze zu gelangen, die in dem kranken Organismus die Kalkabsonderung regeln, müssen die Einzelfälle in's Auge gefasst werden. Wir beginnen damit wieder am unteren Ende, das annähernd normale Verhältnisse widerspiegelt.

Frau Scherer, 50, sehr heruntergekommene kleine Person mit chronischem Lungenleiden, Schrumpfung und Caverne, copiösem Auswurf von mehreren hundert Grammen pro Tag, mit Verstopfung und seit Wochen abendlichen Fieberbewegungen, ist seit Monaten im Spital, verlässt das Bett nicht und ist im Gewicht von 41 Kilo auf 36 herabgegangen. Sie stellt einen Fall von excessiver Hydrurie dar, der Harn wird in Quantitäten von 3000 bis 5000 Ccm. abgesondert und hat nie mehr als 1002 spec. Gewicht, ist farblos, meist alkalisch und lässt die Erdphosphate in groben Ballen zu Boden sinken. Die fünf Analysen ziehen sich durch eine Periode von 3 Wochen hin und ergeben als Durchschnitt für 24 Stunden nahe an 900 Milligramm Kalk; der relative Kalkgehalt des Urins (im Liter) übersteigt dagegen keinen der anderen.

Woher diese excessive Menge stammt, werden wir später erörtern. Hier ist nur zu constatiren, dass dieser einzige pathologische Fall eine grössere Quantität als die normale liefert.

Eckerle, gesunder junger Mensch, der wegen einer vor kurzem (*genu valgum*) gemachten doppelten Osteotomie im Gypsverbande liegt. Der Fall ist als Diabetes insipidus aufzufassen wegen der grossen Harnmenge bei mittlerem spec. Gew. Im Uebrigen geht die Kalksecretion den Weg des Normalen sowohl in Quantität als im Verhalten zu den ausgeschiedenen festen Stoffen.

Benz, decrepites Individuum, doppelseitige Phthise, am 28. Juli ward durch Punction eitrige pleuritische Flüssigkeit von 1300 Ccm. entleert. Fieberfrei. Sputa nach der Punction in der Menge von 500 Ccm. in 24 Stunden. Der Urin ward am ersten Tage nachher reichlich abgesondert. Analyse am zweiten Tage nachher.

Schwind, Phthisiker, kommt direct von der Arbeit aus einer grossen Hammer-schmiede, wo er sich diese „Berufs“-Phthise zugezogen hat. Ernährungszustand günstig, Verdauung normal, kein Fieber.

Gramm, Tabes, seit Februar bettlägerig, blass, mager, Appetit gut, isst Alles.

Junger Mensch mit einseitiger Lungenschrumpfung, unter 20 Jahren, kräftig entwickelt, keine dyspnoischen Erscheinungen, keine Verdauungsstörung. Mässige Hydrurie, mässiger Grad von Kalkabsonderung in 24 Stunden, hohe Proportion des-selben zum Gehalt an festen Stoffen. Fällt mit Scherer und Benz in dieselbe später zu betrachtende Kategorie.

Matzweiler, multiple Sclerose, macht tägliche Spaziergänge von im Ganzen mehreren Stunden Dauer, Appetit gut, Verstopfung.

Eckert, Kleinbirntumor, tägliche Anfälle von klonischen Krämpfen mit Verlust des Bewusstseins, Appetit leidlich, Verdauung durch die Anfälle gestört. Wegen gelegentlicher unfreiwilliger Urinentleerung im Bett ist der Fall mit Vorsicht zu be-nutzen. Verhalten der Kalksecretion zu den festen Stoffen des Urins normal.

Emig, chronischer Darmkatarrh im Exacerbationsstadium, mässig gut genährter Mensch, grossenteils flüssige und leichte Diät. Das Kalkquantum hält nicht Schritt mit der Menge der ausgeschiedenen festen Stoffe.

Raub, vorgesetzte Tabes, auch die Oberkörperbewegungen sind schwankend im Sitzen bei geschlossenen Augen. Vorwiegend Fleischdiät, trinkt wenig.

Spiess, 20—25, chronischer Intestinal- und Magenkatarrh, Suppendiat, mässige Hydrurie.

Benzinger, 65, Hemiplegie, Mitralsuffizienz, seit längerer Zeit bettlägerig, Nahrungsaufnahme nicht bedeutend, Hydrurie.

Hoffmann, Tabes mit Myosis, hält sich einen Theil des Tages ausserhalb des Bettes auf, Appetit gut, isst Alles. Uringewicht fehlt.

Glaser, Spasmus glottidis, Hysterie, Urina spastica, Kalkgehalt etwas vermin-dert im Verhältniss zu den andern festen Stoffen.

Schneider I, 25, gesund und kräftig ausssehender Mann, Intestinalkatarrh im Reconva-lesenzstadium, leichte Diät, Hydrurie mit relativer wie absoluter Verminderung des Kalks.

Rug, 52jähriger Tagelöhner, mit chronischer Bronchopneumonie beider Lungen, grossen Cavernen, sehr heruntergekommen und elend. Der Sectionsbericht vom März 1880 bestätigt diesen Befund. (Dieser und andere Sectionsbefunde sind mir nachträglich vom Herrn Geheimr. Gerhardt gütigst zugestellt worden.)

Seeburger, 33, Spondylitis, Peritonitis lumbalis, seit 5 Wochen im Spital, Appetit gut, geringe Kalkabsonderung.

Bürger, älterer Mann mit Cirrhose, Amyloidartung der Leber, Schrumpfung beider Nieren, hohe Anämie zu Lebzeiten. (Sectionsbericht.) Verminderung der festen Urinbestandtheile und besonders des Kalks.

Kess, fieberrhafter Phthisiker mit Cavernen etc., sehr mässige Ernährung, seit lange im Bett, Verminderung der festen Harnbestandtheile und des Kalks.

Boemly, 23, Phthise, doppelseitige Infiltration, fieberlos (subnormal), hält sich wenig ausserhalb des Bettes auf, seit vorlängem October im Allgemeinen Gewichts-zunahme, in letzter Zeit schwankende Verhältnisse, seit 14 Tagen langsames An-steigen. Appetit unbedeutend, Urin sehr dünn, Kalkabnahme in jeder Richtung.

Petzold, ca. 40, abgelaufene Osteomalacie, vor 3 Jahren letzte Entbindung, war zwei Jahre bettlägerig, geht seit einem Jahre wieder etwas. Appetit und Verdauung leidlich.

Schneider II, Dämpfung einer Lungenspitze und paretische Erscheinungen der unteren Extremitäten. Pat. ist sehr decrepit, isst nur minimale Quantitäten. Kalkabsonderung verschwindend.

Die beiden Typhusfälle von Hartenstein und Retzbach bedürfen kaum eines Commentars. Doch sind zur Verständigung über das Verschwinden des Kalks während des Fiebers und das Wiederauftreten desselben mit dem Beginn der Normaltemperaturen die gewonnenen Daten in einer kleinen Tabelle separat niedergelegt.

Bei der Erörterung der Frage, woher in allen diesen Krankheitsfällen die grosse Verschiedenheit der Kalkabsonderung stamme, wird es gut sein, von Vornherein dem oft gehörten Einwurf zu begegnen, als habe der Nachweis von Kalk- und anderen Salzen im Urin nur dann eine Bedeutung, wenn gleichzeitig eine genaue quantitative Analyse der Fäcalausscheidungen vorliege. Abgesehen von der grossen Schwierigkeit, eine fortlaufende Reihe quantitativer Kothuntersuchungen vorzunehmen, (denn Einzelbeobachtungen hätten wegen der schwankenden Periodicität der Excretionen keinen Werth) müssen wir für unsere Zwecke zunächst daran festhalten, dass nicht das zu bestimmen ist, was von einem gewissen eingeführten Quantum aufgenommen und assimiliert ist, sondern vielmehr das, was den Körper durch die Nieren verlässt. Darüber kann doch kein Zweifel sein, dass der im Harn gefundene Kalk im Blut gekreist hat und uns also, abgesehen von den noch zweifelhaften Fällen sogenannter Knochenauflösung (bei Osteomalacie) ein Bild giebt von der Assimilationsfähigkeit des Körpers dem Kalk gegenüber. Ueber die Beteiligung des Magen- und Darmsafts an der Kalklieferung siehe das Ende dieser Abhandlung.

Auch die bei unseren Analysen gefundenen Werthe unterstützen diese Ansicht. Ich verweise wieder auf die annähernd normalen Werthe am Ende der Tabelle und auf den Einfluss einer geregelten Verdauung, einer der normalen verwandten Lebensweise und Nahrungsaufnahme oder — des grösseren Wassergenusses.

Von den Phthisikern sind vier starke Producenten von Kalk, ohne es excessiv zu sein. Der eine stellt eine ziemlich robuste, von der Arbeit kommende Erscheinung dar, der andere hat nach rascher Entleerung eines pleuritischen Exsudats und unter der Ein-

wirkung grosser Sommerhitze bedeutende Quantitäten Wasser getrunken. Die dritte, Scherer, führt uns die letztgenannte Erscheinung in grösster Ausbildung vor. Zu diesen drei Fällen gesellt sich unter sehr ähnlichen Verhältnissen der vierte, die einseitige Lungen-schrumpfung eines jungen, eben vom Lande kommenden Menschen, dessen Verdauungsorgane im besten Zustande sind und der ausserdem genügend Wasser trinkt, um seinen Urin stark zu verdünnen.

Die mittleren Fälle gruppieren sich um eine tägliche Kalk-secretion von ca. 200 Milligramm und stellen solche Kranke dar, die entweder mässigen Appetit haben, wie alle chronischen Kranken, oder auf eine leichte oder gar Suppendiat gesetzt sind, bei welcher sie mit dem besten Willen nicht mehr, als einige hundert Milligramm, Kalk ihrer Nahrung entziehen können.

Die Reihe hinauf gelangen wir zu den bemerkenswerthen Kalk-abnahmen. Am klarsten wird der Zusammenhang der Verdauung mit der Kalksecretion durch die Nieren bei Betrachtung der schon erwähnten Typhusfälle. Es ist hier nicht der Mangel an Kalk in der Nahrung, denn in dem eingeführten Quantum Kuhmilch allein ist leicht ein Gramm Kalk und darüber enthalten, sondern das Dar-niederliegen gewisser Verdauungsthätigkeiten Schuld. Am nächsten an diese fast völlige Abwesenheit des Kalks reihen sich dann jene Fälle grossen Mangels desselben. Diese betreffen alle solche chronisch Kranken, bei denen die Verdauung entweder durch das Fieber (Kess), oder durch die Schwere der Erkrankung (Rug, Schneider II, Burger), oder durch Trägheit der gesammten Körperfunctionen heruntergekommen war (Seeburger, Boemly). Unter die letzte Kategorie fällt auch der einzige Fall von Osteomalacie (Petzold), der ebenfalls zu den mindest Leistenden gehört. Wäre der Prozess nicht längst abgelaufen, so könnte man an eine jetzt vermehrte Resorption zu Gunsten des primär verarmten Knochengewebes denken.

Der Einfluss des Wassertrinkens auf die Kalkabsonderung ist durch mehrere Fälle hinreichend constatirt, lässt sich aber begreiflicher Weise nicht auf jeden anwenden, da das Wasser doch nur eine der vielen Bedingungen der Resorption in den Verdauungswegen sein kann. Die Tabelle III. giebt darüber Aufschluss. Eines besonderen Hinweises bedarf es aber auf den Umstand, dass mit dem vermehrten Urinquantum nicht nur die absolute Kalkmenge, sondern auch die relative wächst oder wenigstens gleich bleibt und

nur in einem der angezogenen Fälle ein wenig, in einem anderen etwas mehr sinkt. Wo wir es, wie bei Scherer und dem Fall einseitiger Lungenschrumpfung mit dem kalkreichen¹⁾ Würzburger Wasser zu thun haben, ist die Erklärung weniger schwer. Freilich wird eine Absonderung von 900 bis 1000 Milligramm Kalk bei in hohem Grade Leidenden immer mehr überraschen, wenn wir auch wissen, dass das Gesammtquantum dieser Base aus dem Trinkwasser herstammen kann. Es muss aber auch die dynamische Wirkung des Wassers dabei mithelfen, sonst könnten diese Erscheinungen sich nicht in allen den Heidelberger Fällen wiederholen, wo das Trinkwasser der städtischen Leitung, das im Spital zum ausschliesslich inneren Gebrauch kommt, des Kalkes fast bar ist. Man betrachte den seltenen Fall Eckerle: Ein Maximum täglicher Ausscheidung, das nur bei Scherer übertroffen ist, aber ein Sinken des relativen Gehalts (zu den festen Stoffen) unter die mittlere Menge, entsprechend dem kalkfreien Trinkwasser, während jene Würzburger Fälle das Doppelte aufweisen.

Wie gesagt, ist hier also von einer excessiven pathologischen Vermehrung nirgends die Rede. Die wenigen Fälle, welche viel liefern, lassen sich durch Beeinflussungen diätetischer Art erklären und liegen fast alle noch innerhalb der normalen Secretionsbreite. Eine Erhöhung des Procentsatzes des Kalks zu den anderen festen Bestandtheilen des Urins, wie sie in einigen Fällen auftritt, lässt sich entweder auf das Trinken von viel Wasser oder auf eine besonders intacte Verdauung zurückführen, so bei einigen chronischen Centralleiden, wo die vegetativen Functionen ihren normalen Weg gehen. Die Kalkverminderung dagegen, die bis zum völligen Verschwinden desselben gesteigert sein kann und sehr differente Krankheitsprozesse begleitet, ist lediglich ein Inanitionsphänomen. Es wird sehr wahrscheinlich, dass der ausgewachsene Organismus mit einer sehr beschränkten Zufuhr von Kalk, resp. Resorption desselben, seine Functionen erfüllen kann. Vielleicht sind weit weniger als 100 Milligramm genügend, seine ganzen Bedürfnisse zu decken. Man darf zu diesem Ende nicht ausser Acht lassen, dass die Gesammtmasse des Kalks in unserem Knochensystem nicht viel mehr als 3 Kilo per Erwachsenen beträgt und einem sehr langsamem Stoffwechsel unterworfen sein muss. Ein hervorragendes Beispiel von

¹⁾ Eine von mir am Anfang Juli ausgeführte Analyse ergab 260 Mgr. CaO im Liter, eine zweite am 25. Juli angestellte lieferte 254 Mgr.

Luxusconsumtion bietet die Magnesia dar, ihr Gewicht im Urin beträgt immer das Doppelte vom Kalk und doch figurirt sie nur als schwächstes Element in der Zusammensetzung der Knochen und folglich im Haushalt des Körpers.

Wie nach dem Angeführten das Erscheinen des Kalks an das Quantum und Quale der Verdauung geknüpft ist, so lässt dasselbe auch einen Rückschluss zu auf die Vorgänge, die mit der Resorption des Kalks im Verdauungskanal in Beziehung stehen. Schon vor der Publication der citirten Seemann'schen Abhandlung war mir die stärkere Kalksecretion nach Genuss von Rettig mit viel Salz aufgefallen und von mir als der Ort der Kalkresorption der Magen und Anfang des Dünndarms angesehen. Am Morgen und Nachmittag des 19. und 20. August machte ich in dieser Richtung folgenden Versuch.

Ich nahm an beiden Tagen (also vor und nach dem Essen) 120 Tropfen $\frac{1}{2}$ normale Salzsäure. Nach dem ersten Versuch wurden am folgenden Morgen 258 Mgr. Kalk ausgeschieden (10% der festen Bestandtheile, also etwas über das Mittel), am zweiten dagegen 292 Mgr. ($= 11\%$), das Maximum der überhaupt von mir beobachteten Morgenmenge des CaO. Auch die Phosphorsäure war an diesen beiden Morgen vermehrt, nähmlich bis 1,60 und 1,98 Grm. gegen das Mittel von 1,43.

Zwei Mal mit $\text{CaO} \cdot \text{CO}_2$ ausgeführte Proben, in welchen jedes Mal 3 Grm. dieses Salzes genommen wurden, vermehrten die Kalkausscheidung nicht, hatten aber auch keine Verminderung der PO_5 zur Folge.

Dies letztere würde nicht in Uebereinstimmung zu bringen sein mit den Versuchen von Bertram (Ueber Ausscheidung der PO_5 bei Pflanzenfressern. Zeitschrift für Biologie XIV., Referat im Centralblatt der med. Wiss. 1879, S. 487). Es müssen aber mehrere günstige Umstände sich vereinigen, um der PO_5 und dem CaO in dieser Weise zur gegenseitigen Wirkung zu verhelfen.

Dass übrigens die Kalkresorption zum Theil im Magen selbst vor sich geht, wird auch aus der Vergleichung mit der täglich ausgeschiedenen PO_5 ersichtlich. Der specielle Vorgang dabei dürfte folgender sein. Der aufgenommene Kalk stammt aus dem Fleisch, das nach Lehmann (Ochsenfleisch) ca. 20—30 Mgr. per 100 Grm. enthält, aus der Suppe¹⁾, der Milch, dem Brod, den Gemüsen. Für Gesunde unserer Breitengrade kommt in erster Linie das Fleisch in Betracht, dessen Salze zum geringsten Theil löslich, zum grösseren

¹⁾ Ein Teller Suppe zu 300 Grm. mit 6 % Fleischextract enthält ca. 40 bis 50 Mgr. $2\text{CaO} \cdot \text{PO}_5$. Diese Werthe sind berechnet nach Keller's Angaben, s. Kühne, Physiolog. Chemie.

an Eiweissstoffe gebunden sind. Erstere können im Magen und Dünndarm ohne Weiteres zur Resorption gelangen, die PO_5 Alkalien unbedenklich, aber auch die PO_5 Erden im sauren Secret des Organs. Der grössere Theil des Kalks und der PO_5 (denn die letztere können wir nicht entbehren, sei es für die Resorption, sei es für die spätere Wiederlösung, wenn eine solche überhaupt stattfindet) ist indess im festen Rückstande der Fleischfaser enthalten und mit den Albuminaten so innig verbunden, dass eine chemische Trennung nur auf dem Wege der Verbrennung möglich war, bis von Marcell (Proceedings of the Royal Society of London, Vol. XIX. No. 28) für einige Salze des Blutes und der Muskelsubstanz, namentlich das phosphorsaure Kali, ein inniger Zusammenhang mit den Eiweissstoffen nachgewiesen wurde¹⁾). Ohne indess den Vorgang der Dialyse für die isolirten Salze als erforderlich anrufen zu wollen, können wir uns den Uebergang der an organische Stoffe gefesselten Erden als mit jenen zusammen im Dünndarm vorgehend denken. Letzteren Prozess stellt Kühne (Physiol. Chemie) offenbar oben an und verneint die Bedeutung des sauren Magensaftes für dieselbe. Ein Hauptgrund dafür scheint ihm zu sein, dass in den Fäces aus saurer Lösung sich, ohne das Hülffsmittel der Verkohlung, durch Ammoniak erhebliche Mengen von PO_5 Kalk und Magnesia fällen lassen, was bei einer Eiweisslösung oder im Magenchymus vergeblich versucht wurde. Hiergegen muss man einwenden, dass die grosse Quantität der sog. unlöslichen Salze nach Fleitmann (allein für Kalk 21,30, für PO_5 30,98 pCt. der 25 pCt. betragenden Fäcalasche) uns den Abschluss der Kalkverdauung schon viel früher wahrscheinlich macht, als mit dem Beginn der Dickdarmverdauung. Dazu kommt heute noch die von mir gewonnene Erfahrung bei Typhus (Tabes) und bei der Inanition Kranker. Typhose sondern nicht weniger, sondern mehr Phosphorsäure aus, als alle anderen Kranken, wie Gesunden, trotzdem der Kalk verschwindet. Ebenso wenig ist in den anderen

¹⁾ Die englische Literatur hat uns seit Graham vielerlei Beiträge zur Frage über die Löslichkeit der Salze in den Flüssigkeiten und Geweben des thierischen Körpers gebracht. Daber die Unterscheidung zwischen sog. colloiden und krystalloiden Salzen, die ersteren in engster Vereinigung mit organischen Stoffen und nicht diffundirbar, letztere löslich, diffundirbar und für die Excretion vorbereitet. Siehe darüber: Dr. W. M. Ord, On the influence of colloids on crystalline form and cohesion, 1879.

Fällen von Minimalabsonderung von Kalk eine entsprechende Verminderung von PO_5 zu constatiren gewesen. Dieser zwiefache Umstand macht um so mehr eine Beteiligung der CIH bei der Aufsaugung von CaO wahrscheinlich, als bei den Typhösen, wie bei anderen Fiebernden, während der Dauer des Fiebers die Salzsäure aus dem Magensaft schwindet und bei unseren Typhösen der Kalk 1—2 Tage nach dem Abfall sich auf's Neue zeigt. Auch die von mir beobachtete Wirkung des Kochsalzes auf Vermehrung des Kalks im Urin scheint dies zu bestätigen, da blosse vegetabilische Nahrung ohne Zusatz von Chlornatrium in Menge nicht denselben Erfolg hatte. Dabingegen sind wir nicht berechtigt, schon jetzt zu entscheiden, ob die Anwesenheit der Salzsäure oder ihrer Haloidsalze eine directe doppelseitige Umsetzung mit dem basischen PO_5 Salz veranlasst oder nur die Resorption resp. die Dialyse begünstigt. Vielleicht dass ein Theil des basischen Phosphats in neutrales oder das noch löslichere saure Salz übergeführt wird.

Selbstverständlich ist aber der durch die Nieren abgesonderte Kalk nicht als ausschliessliches Endproduct der umgesetzten Speisen allein anzusehen, sondern als zum Theil aus den Magen- und Darm-secreten herstammend, in erster Linie aus dem Magensaft. Diese Flüssigkeit enthält 150 Mgr. phosphorsaure Erden und 92 Mgr. Chlor-calcium im Liter (nach C. Schmidt), kann also bei der Absonderung von 6—7 Liter einen erheblichen Beitrag liefern zu den Kalksalzen des Blutes, wie des Harns, wenn — und dies ist auch hier wieder der Refrain — die Verdauung normal ist. Eine Störung derselben, bestebe sie in quantitativ veränderter Absonderung von saurem und kalkhaltigem Magensaft oder in mangelhafter Aufsaugung, sei es vom Magen, sei es vom Dünndarm aus, wird sowohl die in den Speisen enthaltenen, als die mit den Verdauungs-säften dem Speisebrei beigemengten Kalkquantitäten verringern, resp. auf ein Minimum reduciren. Dieser Kreislauf wiederholt sich alle Tage und aus diesem Grunde kann man die Beeinflussung des Kalkgehalts des Harns durch den der Darmsäfte bei demselben Individuum füglich aus der Rechnung lassen.

Nicht so leicht ist die Frage zu erledigen, ob in allen Fällen von Minimalausscheidung die Kalksalze des Darms fehlen oder mit dem Koth entleert werden. Nach Analogie der bei Untersuchung des normalen Urins, sowie im Typhus gefundenen Verhältnisse muss

ich glauben, dass es sich um verringerte Secretion handelt. Es ist doch nicht anzunehmen, dass zur Zeit der Inanition die Bedingungen der Aufsaugung verändert sind, vielmehr fehlt da das Aufzunehmende. Dasselbe muss man beim Typhus voraussetzen, wozu noch zwei Beobachtungen beitragen, die ich während acuter Sommerdiarrhöe machte, nach welchen trotz heftigster Entleerung bei Nahrungszufuhr der Kalkgehalt des Urins zwar abnahm, aber nur in mässiger Weise. Es wäre in jenen Fällen also: mangelhafte Quantität oder Qualität des Magensafts — geringere Verdauung und Assimilation — herabgesetzte Einfuhr wegen Appetitsstörung und dadurch wieder Herabsetzung der Verdauungssäfte an Menge und Gehalt, — ein wahrer Circulus vitiosus.

Noch ein anderer Umstand redet zu Gunsten meiner Anschauung: das relative Wohlbefinden einiger Patienten, die höchst wenig absonderten, Petzold, Seeburger, Boemly. Nur die letztere nahm leicht an Gewicht ab. Wollte man voraussetzen, die starke Kalkverminderung sei hier durch Abführung sowohl der aus den Speisen als auch aus den Darmflüssigkeiten herrührenden Kalksalze entstanden, so müsste der Körper u. a. täglich mehrere hundert Mgr. Kalk hergeben und bald im höchsten Grade herunterkommen.

Es erübrigt noch, mit einigen Worten der Bedeutung zu gedenken, welche bei den erwähnten Verhältnissen der Gesamtquantität ausgesonderter Phosphorsäure zuzuweisen ist. Es ist nehmlich Gebrauch geworden, die PO₅ in der Weise der Harnsäure und des Harnstoffs als eine Art Indicator für die Energie der menschlichen Oeconomie anzusehen, so dass eine Verminderung derselben als ein Zeichen grösserer „Anlagerung von Zellmaterie“, eine Vermehrung dagegen im Sinne der sog. regressiven Metamorphose angesprochen ward. Einzelne physiologische Experimente, sowie die Beobachtung vorwiegend acuter Fälle am Krankenbett sind zu rasch in's Allgemeine übersetzt, von der Pathologie acceptirt und gar von der Balneologie für ihre Zwecke verworthen worden. Die Excretion von PO₅ in unseren beiden Typhusfällen können wir zwar immerhin zum Theil auf Rechnung der sog. regressiven Metamorphose stellen, anderentheils dürfen wir aber die grösseren Mengen Milch und Suppe nicht ausser Acht lassen, die diesen Patienten eingegeben werden und die viele PO₅ Salze in Lösung halten. Im Uebrigen muss aber, ebenso wie beim Kalk, so auch bei der PO₅ das Ma-

terial sehr gesichtet werden, ehe man zu abstracten und allgemein gültigen Sätzen gelangen kann. Zunächst ist die Quantität der PO_5 im Urin aller chronisch Kranken vermindert¹⁾, mit alleiniger Ausnahme eines Wassertrinkers (der übrigens nicht zu den chronischen Fällen gerechnet werden kann), während das Experiment bei Muskelarbeit eine Verminderung nachgewiesen hat und man demgemäß in der Ruhe bei der dort gewiss nicht vorhandenen „Abbildung“ eher eine Vermehrung erwarten sollte. Dies Verhalten können wir nur durch erneute Hinwendung zur Resorption im Magen und Darm erklären. Wie aus Bertram's Versuchen die Neigung des Kalks hervorgeht, sich im Darm der Phosphorsäure zu bemächtigen und mit ihr als unlösliches Salz den Körper zu verlassen, ebenso bleibt auch die PO_5 mit dem Kalk verbunden da, wo normale Verdauung ihr den Aufenthalt in reichlichem saurem Chymus und den Uebergang aus demselben in die Lymphe ermöglicht, und sie wird in grösserer Quantität im Harn erscheinen. So bei Eckerle, dessen Kalk vorzugsweise an PO_5 gebunden gewesen sein muss, da er bei Abwesenheit desselben im Trinkwasser nur aus der Nahrung stammen kann. Dagegen hält sich bei schwächerer Verdauung und geringerer Umsetzung von phosphorhaltigen Eiweissstoffen die ausgeschiedene PO_5 bedeutend unter 3, oft unter 2 Grm. pro die. So ist auch die Beobachtung von Draschmann (Nord. Med. Arkiv 1873, I.) zu erklären, der er eine pathognomonische Bedeutung für die Arthritis deformans beizulegen suchte.

Auch die von den Hydropathen geltend gemachte Regel der Verminderung der PO_5 bei Erhöhung der Diurese bedarf mehrfacher Einschränkung, denn die starken Wassertrinker Gramm, Spiess und Eckerle liefern zum Theil mittlere, zum Theil excessive Werthe für PO_5 . Nur Scherer mit colossal gesteigerter Diurese hat bei abnehmendem Körpergewichte (!!) kleine Mengen von PO_5 . Diese Patientin trinkt aber mindestens 5 Liter Wasser, dessen kohlen-saurer Kalk zur Hälfte zur Resorption gelangt, zur anderen einen Theil der PO_5 im Darm zu binden vermag, trotzdem diese Säure schon von vorn herein bei schwächer Verdauung nur in geringer

¹⁾ ausgehend von der Quantität von circa 3 Grm. in 24 Stunden, wie sie als normal angesehen werden darf. Verf. sonderte nach 34 Einzelanalysen 3,27 ab, nach 2 Analysen von ganzen Tagen = 3,78 bei vegetabilischer Nahrung, nach weiteren 2 do. = 2,62.

Quantität vorhanden sein kann. Dieser letztere Umstand erklärt vielleicht auch, weshalb in den Würzburger Fällen, wo die PO_5 gemessen ward (leider nicht in allen!) gemäss dem stark kalkhaltigen Wasser eine geringe Ausscheidung von PO_5 stattfand.

Im Grossen und Ganzen stehen wir also auch hier erst am Anfang unseres Wissens, doch wird es erlaubt sein, folgende Sätze aufzustellen:

1) Der mit dem Urin ausgeschiedene Kalk stammt aus der aufgenommenen Nahrung und richtet sich in seiner Menge nach der verdauenden, osmotischen und resorbirenden Fähigkeit des Magens und Dünndarms.

2) Kohlensaurer Kalk, wenn in kleinsten Gaben und mit viel Wasser gegeben, kommt fast immer zur raschen Resorption im Magen.

3) Die Kalkphosphate des Fleisches werden zum kleineren Theil in Chloride verwandelt oder direct resorbirt, zum grösseren gehen sie mit den Eiweissstoffen in den Dünndarm und hier in die Lymphe über, bedürfen aber der Gegenwart der Salzsäure des Magensafts zur Vorbereitung der Lösung.

4) Wassertrinken befördert den Uebergang von Kalk aus der Nahrung in's Gefäßsystem in hervorragender Weise.

5) Eine pathologisch essentielle Vermehrung der Kalkaussonderung in chronischen Leiden der Brustorgane und des Centralnervensystems ist nicht nachgewiesen und überhaupt unwahrscheinlich.

6) Die pathologische Verminderung geschieht nach den physiologischen Gesetzen der Inanition, doch bleiben die Kalksalze, gemäss ihrer schweren Löslichkeit im Darm noch hinter den anderen festen Stoffen des Urins zurück.

7) Die Rolle der Phosphorsäure im Körper und ihr Erscheinen im Urin ist nicht allein oder nicht einmal vorzugsweise als der Ausdruck des Umsatzes im Zellenleben zu betrachten, sondern folgt vor Allem den Gesetzen der Verdauung und Absorption im Intestinaltractus.

8) Aus den gewonnenen Resultaten lässt sich für die Therapie abstrahiren, dass der regelmässige Gebrauch von Wasser und Kochsalz oder Salzsäure als das beste Lösungsmittel des in der Nahrung vorhandenen Kalks anzusehen ist. Einer medicamentösen Kalkzufuhr wird damit ihre Indication entzogen. Vorkommenden Falles würden Versuche mit dem Darreichen schwach kalkhaltigen Wassers zu empfehlen sein.

Tabelle I.

Name.	Krankheit.	Hammenge. Min.	Hammenge. Max.	CaO rel.	PO ₄ absol.	Feste Stoffe in Gm.	Verh. des Kalks zu denselben.	Zahl der Analysen.
Reitzbach.	H. Typhus	750	2770	0.05	2,51	3,23	45,8	6 Tage im Beginn des Prozesses.
Hartenstein.	H. Typhus.	1000	1250	0.05	2,60	2,55	70	0,8 %/100 bis zum Abfall.
Schneider II.	H. Parese etc.	850	1500	0.39	—	33	1,0	4 -
Petzold.	H. Osteomalacie.	1500	2100	0.36	0.50	1,25	2,66	6 -
Boenigk.	H. Phthis. pulm.	975	1300	0.58	0.52	0,90	1,47	3 -
Kess.	H. Phthis. pulm.	800	1100	0.86	0.84	—	2,17	3 -
Bunger.	H. Cirrh. ren. et hep.	600	1440	0.85	0.93	—	39	5 -
Seeburger.	H. Spondylitis etc.	800	1600	1.07	1.17	1,05	2,42	36 -
Rug.	H. Bronchitis etc.	725	1250	1.55	1.19	—	4,4	2,58 -
Schneider I.	H. Catarrh. intestin.	750	1600	1.94	1.97	2,34	2,32	39 -
Glaser.	H. Hysterie.	1020	2800	1.05	209	1,34	2,70	3,05 -
Hoffmann.	H. Tabes.	950	220	2,09	2,10	2,00	—	3,05 -
Benzinger.	H. Hemiplegie.	600	1000	274	216	—	3,87	3,87 -
Spieß.	H. Chron. Darmleiden.	1000	1300	221	242	2,01	2,26	4 -
Rauh.	H. Tabes.	1200	244	240	1,80	2,00	—	4 -
Emig.	H. Chron. Darmkatarrh.	2000	2750	1.06	2,45	0,87	2,20	3,72 -
Eckert.	H. Kleinhirntumor.	800	2400	222	310	1,84	2,52	6,30 -
Matzweiler.	H. Multiple Sclerose.	1300	2000	185	311	1,66	2,38	20 -
Gramm.	H. Tabes.	1400	2000	279	370	1,54	2,64	6,0 -
N. N.	H. Einseit. Lungenschrumpfung.	950	2220	272	366	—	8,0	6 -
Schwind.	H. Phthis. pulmon.	1500	1850	246	430	—	10,0	6 -
Eckertie.	H. Osteotomie.	2210	4250	188	460	1,33	4,05	13 -
Benz.	H. Phthis. pulmon.	1800	1900	254	470	0,88	1,62	10 -
Scherer.	H. Phthis. pulmon.	3600	4300	224	873	0,43	1,66	2 -

Tabelle II.

Name.	Krank- heit.	Harn- menge.	CaO		PO ₅		Feste Stoffe in Grm.	
			rel.	absol.	rel.	absol.		
Retzbach	Ileo- typhus.	750	025	019	3,80	2,85	37	Schwerer Typhus, seit gestern mehrmals 40°, kein Stuhl. 39,7° C. 38,5° C.
		1200	012	014	2,0	3,36	53	
		1600	0	0	2,25	4,60	57	
		1750	0	0	1,20	2,10	42	
		2375	0	0	nicht untersucht.		37	
		2770	0	0			44	
Hartenstein	Ileo- typhus.	1250	014	017	1,68	1,75	37,5	Acme seit mehreren Tagen, Temp. 39—40°, alle ty- phösen Erscheinungen, Abfall auf 37,5°.
		1850	059	110	2,00	3,70	48	
		4150	039	049	2,10	2,42	26	
		1000	070	070	2,40	2,40	28	
		3150	048	151	1,00	3,15	55,8	
		3250	057	185	1,10	3,57	86	
		2700	061	164	1,05	2,83	48	
		2750	068	183	1,15	3,16	55	
		3100	035	108	1,35	4,18	49	
		2900	077	223			45	
		2500	126	315			75	
		2300	197	453			60	

Tabelle III,
betreffend den Einfluss des Wassertrinkens auf die Kalksecretion.

Name.	Grösste Mengen.				Kleinste Mengen.			
	Zahl d. Be- obach- tungen.	Harn- menge.	Kalk rel.	absol.	Zahl d. Be- obach- tungen.	Harn- menge.	Kalk rel.	absol.
Gramm . . .	3	1900	238	445	3	1500	215	331
Spiess	1	1300	219	284	2	1000	221	221
Eckerle	5	3635	193	711	5	2600	179	463
Scherer	3	4700	220	902	2	3650	259	945
N. N.	3	1527	266	361	1	950	295	280
Seeburger . . .	2	1500	117	178	3	783	101	077
Glaser	3	2500	088	245	1	1020	147	150