

Das Chlorsaure Kali : seine physiologischen, toxischen und therapeutischen Wirkungen / von J. von Mering.

Contributors

Mering, J. von 1849-1908.
Royal College of Surgeons of England

Publication/Creation

Berlin : August Hirschwald, 1885.

Persistent URL

<https://wellcomecollection.org/works/mze8rwwe>

Provider

Royal College of Surgeons

License and attribution

This material has been provided by This material has been provided by The Royal College of Surgeons of England. The original may be consulted at The Royal College of Surgeons of England. where the originals may be consulted. This work has been identified as being free of known restrictions under copyright law, including all related and neighbouring rights and is being made available under the Creative Commons, Public Domain Mark.

You can copy, modify, distribute and perform the work, even for commercial purposes, without asking permission.



Wellcome Collection
183 Euston Road
London NW1 2BE UK
T +44 (0)20 7611 8722
E library@wellcomecollection.org
<https://wellcomecollection.org>

297
19

3
Das

CHLORSAURE KALI

seine

physiologischen, toxischen und therapeutischen
Wirkungen.

Von

Dr. J. von Mering,

Docent an der Universität Strassburg.

Berlin 1885.

Verlag von August Hirschwald.

NW. Unter den Linden 68.



Digitized by the Internet Archive
in 2015

<https://archive.org/details/b22370298>

Inhaltsverzeichnis.

	Seite
A. Historische Uebersicht.	
I. Chemisches Verhalten	1
II. Therapeutische Anwendung	4
III. Physiologische und toxische Wirkungen des chlorsauren Kali .	26
B. Eigene Untersuchungen.	
IV. Ueber die Ausscheidung und Bestimmung der Chlorate im Menschen- und Hundeharn	58
V. Ueber den Einfluss des chlorsauren Kali auf den Eiweissumsatz im Körper	76
VI. Die Veränderungen des Blutes durch chlorsaure Salze und freie Chlorsäure, und die Bedingungen, welche diese Veränderungen verlangsamen oder beschleunigen	81
VII. Welche Substanzen bewirken eine Reduction des chlorsauren Kali?	106
VIII. Besitzen Chlorate, Bromate und Jodate fäulnisswidrige Eigenschaften?	131
IX. Die Wirkung von bromsauren und jodsauren Salzen auf Blut .	132
C. Schlussbemerkungen	134

Druckfehler.

Seite 1 Anmerkung ist die Stelle „während die Chemiker mit diesem Namen
das chlorsaure Kali belegen.“ zu streichen.

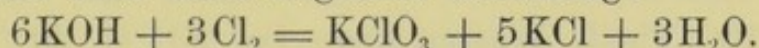
Seite 2 Zeile 6 von unten lies statt schwefelsaurem, „schwefligsaurem“.

A. Historische Uebersicht.

I. Chemisches Verhalten.

Die Chlorsäure, welche von Berthollet im Jahre 1786 entdeckt wurde, besitzt die Zusammensetzung HClO_3 und ist eine einbasische Säure, d. h. sie enthält ein Atom H, welches durch Metalle ersetzt werden kann; man erhält so eine Reihe von Salzen, welche Chlorate genannt werden und von denen das Kaliumchlorat oder chlorsaure Kali $= \text{KClO}_3$ (muriate oxygéné de potasse von Berthollet) das wichtigste ist.

Man erhält dasselbe, indem man durch eine heisse concentrirte Lösung von Aetzkali oder Kaliumcarbonat Chlorgas einleitet und zwar nach folgender Gleichung:



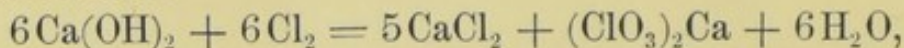
Von dem zugleich gebildeten Kaliumchlorid lässt es sich leicht trennen, da es viel weniger in Wasser löslich ist und daher beim Erkalten sich ausscheidet¹⁾. Andere Chlorate lassen sich in ähnlicher Weise darstellen: so bildet sich Calciumchlorat, wenn man Chlor in heisse Kalkmilch leitet.

Da aber bei der Einwirkung von Chlor auf Kalilauge nur ein Fünftel des Kalis als chlorsaures Salz erhalten wird, sann man auf Verbesserung der Darstellungsweise.

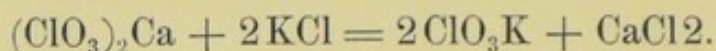
¹⁾ Das chlorsaure Kalium hiess in der ersten Ausgabe der Pharmacopoea germanica Kali chloricum; in der zweiten Ausgabe dieser Pharmacopoea wird es Kalium chloricum genannt. Unter Kalium chloratum versteht die Pharmacopoe Chlorkalium (KCl), während die Chemiker mit diesem Namen das chlorsaure Kali belegen.

In der Technik wird es jetzt gewöhnlich durch Einwirkung von Chlor auf ein mit Wasser angerührtes Gemenge von Calciumhydroxyd (Kalkmilch) und Chlorkalium gewonnen.

Die Reaction verläuft in zwei Phasen. Zuerst bildet sich Calciumchlorat:



welches sich dann mit dem Chlorkalium umsetzt:



Kaliumchlorat schmilzt ohne Zersetzung bei 334°C. ; bei 352°C. fängt es an, sich unter Entwicklung eines Theiles seines Sauerstoffes zu zersetzen und verwandelt sich in Kaliumperchlorat KClO_4 , welches bei weiterem Erhitzen in Sauerstoff und Chlorkalium zerfällt. Mit Eisenoxyd gemischt, entwickelt es Sauerstoff (ohne überchlorsaures Kali zu bilden) bei 110 bis 120°C. und mit Braunstein bei 200°C. Da das Salz leicht Sauerstoff abgibt, dient dasselbe als starkes Oxydationsmittel.

Alle Chlorate sind in Wasser löslich und viele an der Luft zerfliesslich. Am wenigsten löslich ist das Kaliumchlorat, welches sich bei 15°C. (nach der Pharmakopoe) in 16 Theilen Wasser löst. Das Kaliumchlorat, welches luftbeständig ist, bildet farblose, perlgänzende, rhombische Tafeln oder Blättchen von kühlendem, salpeterähnlichem Geschmack.

Das Natriumchlorat ist viel löslicher als das Kaliumchlorat: 100 Theile Wasser lösen bei 20°C. 39 Theile und bei 40°C. $123_{,5}$ Theile. Die Chlorate erkennt man daran, dass ihre Lösungen nicht durch Silbernitrat gefällt werden; erhitzt man aber das trockene Salz, so entweicht Sauerstoff und ein Chlorid bleibt zurück.

Färbt man die Lösung eines chlorsauren Salzes mit etwas schwefelsaurer Indigolösung hellblau, fügt ein wenig verdünnte Schwefelsäure zu und tropft alsdann vorsichtig eine Auflösung von schwefelsaurem Natron hinzu, so verschwindet die Farbe des Indigos sogleich. Die Ursache dieser ebenso empfindlichen als charakteristischen Reaction ist die, dass die schweflige Säure der Chlorsäure Sauerstoff entzieht und somit Chlor oder eine niedrigere Oxydationsstufe desselben in Freiheit setzt, welche alsdann den Indigo entfärben. Diese Reaction, welche

von Frambert zuerst angegeben ist, wird häufig, namentlich bei französischen Schriftstellern, die Fresenius'sche Reaction auf Chlorsäure genannt.

Ausser durch schweflige Säure werden die Chlorate auch leicht durch Kochen mit Zinkstaub in das betreffende Metallchlorid verwandelt, während Perchlorate weder durch schweflige Säure, noch durch Behandeln mit Zinkstaub reducirt werden.

Behandelt man ein Chlorat mit concentrirter Schwefelsäure, so bildet sich das tiefgelbe und sehr explosive Chlorperoxyd.

Das chlorsaure Kali bildet mit brennbaren Körpern wie Schwefel, Kohle, Zucker etc. explosive Gemenge, welche durch Stoss oder Schlag mit grosser Heftigkeit detoniren.

II. Therapeutische Anwendung.

Im Jahre 1797 stellte Foucroy¹⁾ unter dem Einflusse der epochemachenden Untersuchungen Lavoisier's über den Sauerstoff und die thierische Respiration eine Theorie bezüglich der Wirkung einiger Säuren und ihrer Salze auf den menschlichen Körper auf, welche deren Einführung in die medicinische Therapeutik zur Folge hatte. Er behauptete nämlich, dass Salpetersäure und Chlorsäure, sowie deren entsprechende Salze im Organismus leicht zerlegt würden und ihren Sauerstoff an die Gewebe abgäben.

Sein Schüler Alyon²⁾ wandte, von der Richtigkeit dieser Theorie überzeugt, sauerstoffhaltige Mittel, namentlich Salpetersäure und chlorsaures Kali innerlich und äusserlich mit gutem Erfolge gegen Syphilis an.

Seitdem ist das Kali chloricum bei sehr vielen Krankheiten, namentlich bei solchen, in denen man eine nicht erfolgende Oxydation annahm, benutzt worden und hat bei jeder warme Vertheidiger, aber bei fast allen auch Gegner gefunden.

W. Scott³⁾ in Bombay wandte bereits im Jahre 1793 Salpetersäure gegen Leberkrankheiten und Syphilis an und erklärte sich die günstigen Resultate dieser Behandlungsweise dadurch, dass er glaubte, diese Säure gebe leicht Sauerstoff ab. Seine Beobachtungen wurden in Edinburg 1797 veröffentlicht und gaben die Veranlassung, dass sauerstoffhaltige Mittel, namentlich Kali chloricum, ähnlich wie in Frankreich, so auch in England gegen Syphilis versucht wurden.

¹⁾ Sprengel, Hist. de la médecine traduite par Jourdan. A. VI. p. 423.

²⁾ Essai sur les propriétés médicales de l'oxygène par le citoyen Alyon, l'an V. de la République française. Paris.

³⁾ Duncan's annals of med. 1797.

* Die meisten Literaturangaben sind nach dem Original, einige nach den Jahresberichten von Canstatt und Virchow gemacht.

So gab Cruikshank¹⁾ das chlorsaure Kali bei Syphilis zu 3—16 Gran 4 mal täglich und erzielte hierbei zufriedenstellende Resultate.

Rollo²⁾ empfahl dann KClO_3 , da er glaubte, man könne durch dessen Einnahme den Körper bei Krankheiten, in denen sich deutlich eine nicht gehörig erfolgende Oxydation aussprechen sollte, so bei Scorbut und Diabetes, mit Sauerstoff versorgen.

Thomas Garnett³⁾ von Glasgow lobte es beim Typhus und erwähnt einen Fall von chronischem Scorbut, bei dem es sehr gute Dienste leistete. Dieser Autor war ein besonders eifriger Verehrer des Kali chloricum und ging so weit, die Menge Sauerstoff zu berechnen, welche ein Gewichtstheil dieses Salzes für die Oeconomie des Körpers liefern könne.

Auch Ferriar⁴⁾ fand es beim rechten Scorbut armer Leute, der in Folge unschicklicher Nahrungsmittel entstanden war, wirksam.

Seit Beginn dieses Jahrhunderts wurde das Kali chloricum ein sehr populäres Mittel, indem es bei allen möglichen Krankheiten Anwendung fand.

So berichtete Swediaur⁵⁾ über mehrere Versuche bei Luetischen, die nicht ganz ungünstige Resultate gaben, woraus er den Schluss zog, es besitze die Kraft, ursprüngliche venerische Symptome ohne Speichelfluss zu heilen. Er gab es täglich zu einigen Gran 2—3 mal. Späterhin behauptete Swediaur⁶⁾, gestützt auf neuere eigene Beobachtungen und mit Rücksicht auf die von Alyon in den Pariser Hospitälern unter der Aufsicht einer Commission, der Foucroy, Hallé, er selbst und Andere angehörten, gesammelten Erfahrungen,

¹⁾ Versuche und Erfahrungen über die Wirkungen des Sauerstoffes in der Lustseuche; aus dem Englischen 1800. Citirt nach Richter's Arzneimittellehre. Bd. IV. 1829.

²⁾ Cases of Diabet. London 1797.

³⁾ Duncan's annals 1797.

⁴⁾ Med. hist. and reflex. Vol. III.

⁵⁾ Maladies syphilitiques. IV. éd. 1801. t. II.

⁶⁾ Maladies syphilitiques. VII. éd. Paris 1817. t. II.

dass das Kaliumchlorat bei der Syphilis einen höchst unzuverlässigen Werth besitze; dagegen hält er seinen Gebrauch für nützlich bei asthenischen Zuständen und besonders beim Scorbut.

Ziemlich rein empirisch hat man dann das chlorsaure Kali gegen Gesichtsschmerz gegeben. Chisholm¹⁾ heilte durch innerliche Darreichung von 30 Gran pro die binnen 3 Wochen einen Fall von Gesichtsschmerz gänzlich, nachdem vorher China, Eisen, Blasenpflaster, Electricität, Haarseile und antiphlogistische Mittel vergebens gebraucht waren.

Herber²⁾ erzählt die Geschichte eines eben so langwierigen als heftigen Gesichtsschmerzes, welcher hauptsächlich durch Belladonna und Kali chloricum geheilt wurde. Zuerst half nach vorhergehendem vergeblichen Gebrauche vieler anderer Mittel die Belladonna und als nach zwei Monaten ein Recidiv eintrat, das Kaliumchlorat zu 6 Gran 2—3mal pro die.

Schaeffer³⁾ gab es ebenfalls mit Nutzen bei einer Facialis-Neuralgie und zwar während zweier Tage täglich 8 mal 6 Gran.

Ausser diesen Beobachtungen existiren noch viele Angaben in der Literatur, welche sich theils günstig, theils ungünstig über den Gebrauch dieses Salzes bei Gesichtsschmerz aussprechen (Meyer, Marc und Andere).

Henning⁴⁾ versuchte das Mittel gegen Hundswuth. Er gab es innerlich zu einer Gabe von 1 Gros in Lösung. Der Kranke genas nach 41 tägiger Behandlung, während welcher viele Mittel, namentlich Belladonna, vergeblich angewandt worden waren.

Remer⁵⁾ versichert, er habe das chlorsaure Kali mit Erfolg bei Obstructionen der Unterleibseingeweide benützt.

Robert Thomas⁶⁾ aus Salisbury hält es für ein mäch-

¹⁾ Hufeland's, Schregers und Harless Journal der ausländischen medicinischen Literatur. 1802. Bd. II.

²⁾ Hufeland's Journal der practischen Heilkunde. 1813. Bd. 36.

³⁾ Hufeland's Journal. 1814. Bd. 43.

⁴⁾ Hufeland's Journal. 1810.

⁵⁾ Hufeland's Journal. 1812.

⁶⁾ Nouveau traité de Médecine pratique par Robert Thomas de Salisbury trad. par Cloquet t. I. 1818.

tiges Antisepticum und empfiehlt es bei Typhus und maligner Angina.

In Genf wandte Odier¹⁾ das chlorsaure Kali in grossen Gaben gegen Gelbsucht an; er gab es zu einer Dosis von 1—2 Scrupel (1,3—2,6 Grm.) 4mal täglich in einer Tasse Fleischbrühe. Das Salz zeigte sich ihm nicht nur bei krankhaftem Icterus, sondern auch in mehreren Fällen, die von einem Gallenstein oder von einem organischen Leiden, welches den Abfluss der Galle behinderte, abzuhängen schienen, wirksam.

Duchateau²⁾ berichtete im Jahre 1818, dass bei einer Kranken nach einer dreimaligen Gabe von 6 Gran Convulsionen mit Delirien aufgetreten seien.

Ein Jahr später beschäftigte sich Hector Chaussier³⁾ eingehend mit den Wirkungen des chlorsauren Kali. Unter Anderem stellte er Versuche an sich selbst an und nahm in 24 Stunden 6 Grm. ohne jeden Nachtheil. Auf Grund 20jähriger Erfahrung lobt er dieses Salz als das beste Mittel bei schweren Hieb- und Stichwunden, sowie bei Contusionen und beim Wundfieber. Er löst 2 Gros in 360 Grm. Wasser und lässt von dieser Lösung 4 Tage nach einander drei Esslöffel Morgens und Abends nehmen. Ein Kind von 10 Jahren erhält dreimal täglich zwei und ein Kind von 2—4 Jahren dreimal täglich einen Esslöffel. Bei dieser Behandlung soll das Entzündungsfieber bald schwinden. Beim Croup giebt Chaussier es zu 18—50 Gran pro die 3—4 Tage lang oder noch länger und behauptet, bei dieser Ordination keinen Kranken verloren zu haben. Gleichzeitig bemerkt er, dass es für die Heilwirkung zweckmässig sei, das Kali chloricum dem Patienten während der Mahlzeit zu geben.

¹⁾ Odier, Manuel de Médecine pratique (1801 à 1804). III. éd. 1821. Genève et Paris.

²⁾ Duchateau citirt von Mérat et Lens Art. Chlorate de potasse. Dict. univers. de mat. méd. et de thérap. génér. t. V. 1833.

³⁾ H. Chaussier, Contre-poisons ou moyens reconnus les plus efficaces etc. Paris 1819.

Bald darauf hielt Bertrand¹⁾ von Pont du Chateau einen Vortrag in der medicinischen Gesellschaft zu Paris über den günstigen Erfolg des Kali chloricum beim aufgeregten, fieberhaften Zustand nach äusseren Verletzungen von Schlag, Fall etc.

Cazenave²⁾ zu Codillac verordnete Anfangs der dreissiger Jahre chlorsaures Natron innerlich gegen Lues und will hierdurch gute Heilerfolge erzielt haben.

Während nun in Frankreich von 1830 an das Kali chloricum auf 25 Jahre hin fast ausser Mode kam und in den besten pharmacologischen und therapeutischen Werken fast keiner Erwähnung mehr gewürdigt wurde, wandte man demselben in Deutschland, England und Italien dauernd eine gewisse Aufmerksamkeit zu.

So rühmte Albers³⁾ in Bonn 1831 das Kali chloricum als ein specifisches Mittel gegen Cyanche tonsillaris. Bei dem Gebrauche von 6—8 Gran Morgens und Abends wurde das Aufkommen dieser Krankheit verhindert. Es beseitigt nach ihm die Fieberbewegungen, vermindert den Pulsschlag ohne die Kräfte zu beeinträchtigen und wirkt gleichzeitig diuretisch. Ferner bewährte es sich ihm beim Bronchialcatarrh.

In demselben Jahre empfahl O'Shaugnessy⁴⁾ in England, auf Grund einiger Thierversuche, auf die wir noch zurückkommen werden, das Mittel gegen Cholera und zwar in Form der intravenösen Injection.

Mit sehr gutem Erfolge gebrauchte v. Helmenstreit⁵⁾ in Aschaffenburg, sowie Volz⁶⁾ in Pforzheim das chlorsaure Kali bei verschiedenen Formen von Prosopalgie, sowie bei gichtischen und rheumatischen Beschwerden.

¹⁾ Journal général de médecine 1827, et Memoire ou Série d'observations sur l'emploi avantageux du Chlorate de potasse etc. Annales scientifiques, litteraires et industrielles de l'Auvergne 1830.

²⁾ Froiriep Notizen. Bd. XIX.

³⁾ Horn's Archiv. 1831.

⁴⁾ Proposal of a new method of treating the blue epidemic Cholera by the injection of highly oxyg. Salts into the venous system. Lancet 1831—1832.

⁵⁾ Hufeland's Journal. 1832.

⁶⁾ Medicinische Zustände. Pforzheim 1839.

Dann finden wir das Mittel in den Jahresberichten des Charité-Krankenhauses zu Berlin erwähnt.

Köhler¹⁾ gab es dort bei einigen gichtischen und rheumatischen Weibern, sowie bei 25 an Phthisis tuberculosa leidenden Personen bis zu 2 Drachmen, ohne günstige Resultate zu erzielen.

Bei typhösem Fieber, sowie gegen Petechien will Bree²⁾ das chlorsaure Kali mit sehr glücklichem Erfolge benutzt haben. Er gab es in Pulverform alle 4 Stunden ein halbes Gramm.

Böckh³⁾ in Greifenhagen rühmte die günstigen Wirkungen des Salzes bei profusem Speichelfluss und Verschwärungen der Mundschleimhaut, die bei der Behandlung des Typhus nach Anwendung des Calomels in grossen Dosen auftreten. Ferner zeigte sich ihm dieses Mittel überraschend wirksam bei Neuralgien, beginnender Phthisis, Grippe und Magencatarrh.

Henry Hunt⁴⁾ rühmte im Jahre 1843 auf Grund 20jähriger Erfahrung die fast wunderbaren Erfolge des Kali chloricum bei ulceröser und gangränöser Stomatitis, sowie bei Noma. Er liess das Mittel je nach dem Alter der Kinder zu 20 bis 60 Gran binnen 24 Stunden nehmen.

Ausser Hunt, dessen eindringlichen Empfehlungen wir die noch heute so beliebte Anwendung des Kali chloricum bei den verschiedenen Formen von Stomatitis zum grossen Theil verdanken, rühmte G. Sayle⁵⁾ in Downham das Salz in allen Fällen von Schleimhautverschwärungen, gleichgültig aus welcher Ursache sie entstanden. Mit diesem Mittel wurde von ihm ein siebenjähriges Mädchen, welches an schlimmen Ulcerationen der Mundhöhle litt und ein 1½jähriges Kind, welches in Folge einer zu starken Dosis Calomels mit mercurieller Stomatitis

¹⁾ Jahresberichte des Charité-Krankenhauses von 1832 und 1833.

²⁾ Behrend's wöchentliches Repertorium. 1837.

³⁾ Med. Zeitung vom Verein für Heilkunde in Preussen 1840. Berliner med. Centralzeitung 1840.

⁴⁾ Remarks on Cancrum oris, and Phagedaena of the Check, and on the effect of the chlorate of potash on those diseases. Lond. med. Times 1843.

⁵⁾ London med. Times 1844.

behaftet war, in ungemein kurzer Zeit geheilt. Er glaubt, dass die nicht zu bezweifelnde Wirkung des chlorsauren Kalis gegen Ulcerationen auf einer Verbesserung und Ergänzung der Blut-salze beruhe.

In der London medical Gazette vom Jahre 1846 findet sich eine kurze Mittheilung von John Allison¹⁾ über Kali chloricum als ein Heilmittel gegen den durch Quecksilber bewirkten Speichelfluss, welche ich hier wörtlich anführe, weil sie nur wenig bekannt geworden zu sein scheint. Sie lautet:

„Mein Herr! Die meisten Ihrer Leser, wenn nicht alle, haben schon die zerstörenden oder beunruhigenden localen und allgemeinen Wirkungen der unvorsichtigen oder unzweckmässigen Anwendung des Quecksilbers beobachtet. Folgende Bemerkungen über ein einfaches und doch sicheres Mittel, durch welches man diese unangenehmen Nebenwirkungen vermindert oder aufhebt, werden desshalb von Interesse sein. In sehr vielen Fällen habe ich Gelegenheit gehabt, den wunderbar wohlthätigen Einfluss des chlorsauren Kalis, nicht der unreinen, unterchlorigsauren oder bleichenden Verbindungen, sondern des Salzes, dessen Formel KClO_6 ist, beim innerlichen Gebrauche in den verschiedensten Formen von reiner Anaemie, in welcher Quecksilber notorisch nicht vertragen wird, zu beobachten. Da nun diese Zustände eine schlagende Uebereinstimmung mit dem Verhalten eines Organismus, der unter der vollen Wirkung des Quecksilbers steht, zeigen und da die Heilkraft des Salzes sich in der ersteren sehr deutlich zeigte, glaubte ich, es werde auch bei der letzteren so sein. Die Resultate zahlreicher Versuche haben meine Erwartungen noch in hohem Grade übertroffen. Sowohl beim starken Speichelfluss nach zwangloser Anwendung des Quecksilbers gegen Entzündungen (Phlegmasiae), als auch bei dessen plötzlichem und unerwartetem Auftreten nach einer fast homoeopathischen Gabe bei Anämischen sind seine Heilwirkungen in gleichem Maasse zufriedenstellend. Bei dem Gebrauche des Salzes müssen jedoch gewisse Vorsichtsmassregeln beobachtet wer-

¹⁾ Allison, Lond. med. Gaz. Bd. XXXVIII. p. 953. 1846.

den, denn obgleich plötzliche, unangenehme Folgen selbst nach relativ grossen Gaben nicht vorkommen, so scheint doch, wenn man seine Wirkungen nicht überwacht und das Mittel nicht zur rechten Zeit aussetzt, ein Zustand aufzutreten, der gerade entgegengesetzt dem ist, gegen den es angewandt wurde, ein Zustand, der namentlich durch die Erscheinungen wahrer Entzündung characterisirt ist. Wenn ich schliesslich die pathologischen und therapeutischen Eigenschaften des Mercur und des chlorsauren Kalis übersehe, so drängt sich mir die Ueberzeugung auf, dass sie zu einander in antagonistischer Beziehung stehen und dass jedes gegebenen Falles specifische Kräfte entfaltet. Ihre Leser werden vielleicht manche practische Anwendung von diesen Bemerkungen machen.

Ich bin Ihr etc.

J. Allison.“

Im Jahre 1846 heilte Tedeschi¹⁾ ein Carcinom der Oberlippe, das 3 Monate lang jeglicher Behandlung getrotzt hatte, durch Waschungen mit einer gesättigten Lösung von Kali chloricum innerhalb 20 Tagen.

Henoch²⁾ rühmt auf Grund einiger Versuche, welche er in Romberg's Poliklinik anstellte, in hohem Grade die innerliche Darreichung des Kali chloricum bei Kindern, die an Mundverschwärungen leiden.

Zwei Jahre später hielt Chanal in der medicinischen Gesellschaft zu Genf einen Vortrag über den Nutzen des chlorsauren Kali bei Stomatitis.

Hauner³⁾ pries dann das Mittel gegen die besonders bei schlechten Zähnen vorkommende aphthöse und ulceröse Stomatitis.

In demselben Jahre wandte es Babington⁴⁾ bei einer Mundgangrän-Epidemie erfolgreich an und heilte damit 15 Kinder in wenigen Tagen.

¹⁾ Annali d'Omodei 1846.

²⁾ Deutsche Klinik 1850.

³⁾ Deutsche Klinik 1853.

⁴⁾ Dublin Journal of Med. 1853.

West¹⁾ berichtet über günstige Erfolge, welche er bei Behandlung der ulcerösen Stomatitis mit Kali chloricum sah und bezeichnet es geradezu als ein Specificum gegen diese Krankheit (er gab es zu 3—5 Gran alle 4 Stunden in wässriger Lösung); dagegen erwies sich ihm der Gebrauch dieses Mittels in mehreren Fällen von wahrer Mundgangrän (Noma) unwirksam.

Fremy²⁾ erwähnt, dass zwei Kranke, deren ulceröse Stomatitis sich mit Scorbut complicirte, schneller unter der Einnahme von Kaliumchlorat genasen, als die Schwere der Symptome erwarten liess.

Bergeron sah von Kali chloricum sehr günstige Resultate in zahlreichen Fällen von ulceröser Stomatitis, welche er im Militärspital zu Roule behandelte; dagegen liess ihn das Mittel bei croupösen und diphtheritischen Affectionen im Stich.

Socquet³⁾ erprobte das Kali chloricum in grossen Dosen bei mehreren Fällen von acutem Gelenkrheumatismus. Er gab das Salz zu 10, 15, 20, 25 und 30 Grm. (und mehr) innerhalb 24 Stunden, ohne irgend eine nachtheilige Wirkung von diesen Dosen zu sehen. Er überzeugte sich hierbei, dass das Mittel in grossen Dosen nicht stimulirend, sondern deprimirend wirkt, denn nachdem es 2 Tage gereicht worden, verlor der Puls an Völle, Härte und Frequenz. In Folge dessen glaubte Socquet, in dieser Substanz ein mächtiges Antiphlogisticum gefunden zu haben, welches sich an das kohlenaure, essigsäure und salpetersäure Kali anreihe.

Die glücklichen Ergebnisse, welche namentlich Hunt und Chanal besonders bei ulcerösen und auch bei gangränösen Mundaffectionen erzielt hatten, veranlassten Herpin⁴⁾, dem die früheren Beobachtungen von Boeckh, Sayle, von Eyn und Allison vermuthlich unbekannt waren, das Kali chloricum bei

¹⁾ Lectures on the diseases of infancy and childhood. Deutsche Ausgabe. Berlin 1853.

²⁾ Citirt in der Broschüre von Bergeron sur la stomatite ulcereuse. Paris 1855.

³⁾ Gaz. med. de Lyon 1854 et Bull. de therap. t. XLVII.

⁴⁾ Bulletin de therap. 1855. t. XLVIII. janv. p. 26.

Stomatitis mercurialis zu prüfen, und gebührt diesem Autor wohl unzweifelhaft das Verdienst, das Mittel bei dieser Mundkrankheit zur allgemeinen Anwendung gebracht zu haben. Er gab es innerlich zu 2—4 Grm. täglich in einer Tisane und heilte die Krankheit gewöhnlich in 4, mitunter auch in noch weniger Tagen, wenn dieselbe im Anfangsstadium war. Er sagt in seinem Aufsatz: „Le succès dépassa mon attente et dès lors je n'ai pas cessé de l'employer, sans autre adjuvant que des moyens de propreté, dans tous les cas qui se sont présentés à moi; je ne crois pas, qu'il m'ait jamais fait défaut.“

Auf diese Mittheilung hin wurde der Gebrauch des chlor-sauren Kali bei dieser Krankheit bald ein allgemeiner.

Bereits einen Monat später theilte Blache¹⁾ sechs Fälle von mercurieller Stomatitis mit, in denen das von Herpin empfohlene Verfahren binnen kurzer Zeit Heilung herbeiführte, ohne dass irgend welche unangenehmen Nebenerscheinungen eintraten.

Bald darauf berichtete auch Demarquay²⁾ über günstige Erfolge bei mercurieller Salivation; in frischen Fällen reichte er intern 2—4 Grm., in älteren Fällen 5—15 Grm. pro die. Ferner giebt er an, dass sich ihm das Mittel bei mit ulceröser Stomatitis behafteten Kindern vortrefflich bewährt habe und erwähnt noch, dass die Behandlung der Diphtheritis mit diesem Mittel zufriedenstellend gewesen sei.

Hauner³⁾ wandte im Kinderspitale zu München innerlich Kali chloricum gegen Stomacace in mehr als 70 Fällen während einer Reihe von Jahren mit wunderbarem Erfolge an; denn alle diese Fälle heilten in kürzester Zeit. Auch gegen diphtheritische Processe des Mundes, Rachens und Schlundes, sowie gegen mercurielle Geschwüre wurde dasselbe bei mehreren Kranken von ihm mit gutem, jedoch weniger sicherem Erfolge gebraucht.

¹⁾ Bulletin de therap. fevrier 1855.

²⁾ Bulletin de therap. Mai 1855.

³⁾ Journal für Kinderkrankheiten. Bd. XXV. 1855.

Lasegue¹⁾ rühmt bei Mercurial-Speichelfluss und verschiedenen Mundaffectionen als Gurgelwasser eine warme, bei 30—40° gesättigte Lösung von Kali chloricum.

Sehr exacte Untersuchungen stellte Fournier²⁾ an. Er prüfte unter Leitung von Ricord die Wirkung des Salzes gegen mercurielle Salivation und fand, dass trotz Fortgebrauchs des Merkurs die Stomatitis sich in wenigen Tagen bessert, sowie dass selbst bei Verstärkung der Quecksilbergaben Heilung des Mundleidens eintritt, wenn auch anfänglich kurz nach der ersten Anwendung des Medicamentes eine Steigerung des Speichelflusses erfolgt, und dass endlich das Mittel sogar als Prophylacticum gute Dienste leistet.

In demselben Jahre berichtete Isambert³⁾ in seiner ausgezeichneten Monographie über zwei Fälle von Stomatitis mercurialis und sieben Fälle von Stomatitis ulcero-membranosa, welche unter dem Gebrauch des Kali chloricum günstig verliefen. Dann schildert er ausführlicher 28 Fälle von Croup und Diphtheritis, welche zum grössten Theile durch dieses Mittel Heilung fanden. Obgleich er dem chlorsauren Kali auf Grund seiner Erfahrungen einen eminenten therapeutischen Werth bei letzteren Affectionen zuschreibt, glaubt er doch nicht, dass dieser Körper eine specifische Wirkung gegen die allgemeinen Ursachen der Diphtheritis besitze.

Später sprach sich Isambert⁴⁾ auf Grund zahlreicher Angaben in der Literatur und auf Grund eigener, neuer Beobachtungen in aner kennenswerther Weise freimüthig dahin aus, dass Kali chloricum kein Specificum gegen Croup und Diphtheritis sei, sondern bei diesen Affectionen, wenn sie in mittlerer Intensität auftreten, nur ein nützliches Adjuvans sei, ohne auf die allgemeine Ursache der Erkrankung zu wirken.

Ein Jahr später erzählt Chavanne⁵⁾, dass er 19 schwere

¹⁾ Citirt bei Isambert. Thèse de Paris 1856.

²⁾ Union médicale 1856.

³⁾ Thèse inaugur. de la Faculté de Paris 1856.

⁴⁾ Gazette médicale de Paris 1875.

⁵⁾ Gazette des hôpitaux 1857.

Fälle von Croup und Diphtheritis einzig und allein durch Anwendung von chlorsaurem Kali in wenigen Tagen wieder hergestellt habe.

Baron¹⁾ sah von der Behandlung der Diphtheritis durch Kali chloricum nicht die geringste Besserung. Zu gleicher Ansicht bekennt sich Bouchut²⁾.

Garasse³⁾ verordnete Kindern, welche an Croup litten und zwar solchen von 3—8 Jahren täglich 6—10 Grm. und solchen im Alter von 8—12 Jahren 8—16 Grm. in 4—500 Grm. einer Mischung von Orangeblüthenwasser und Honig. Später wurde die Menge auf 4 Grm. reducirt. In 12 Fällen erzielte er innerhalb 2 Wochen vollständige Heilung. Uebele Zufälle wurden niemals beobachtet.

Symaise und Aucaigne⁴⁾ wandten es dagegen bei einer Diphtheritis-Epidemie ohne Erfolg an.

Laborde⁵⁾ stellte in äusserst sorgfältiger Weise einige Versuche über die Wirkung des KClO_3 bei mercurieller Stomatitis an, welche die Angaben von Ricord und Fournier in vollem Umfange bestätigen. Nach ihm übt das Salz, sowohl innerlich wie als Gurgelwasser genommen, einen entschiedenen Heileffect bei genannter Affection aus und besitzt gleichzeitig einen prophylactischen Werth; die Gaben waren durchwegs 4—5 Grm. pro die. Ferner giebt er an, dass er in mehreren Fällen von Gingivitis durch ein concentrirtes Gurgelwasser von chlorsaurem Kali rasche Heilung erzielt habe, während ihn die innere Darreichung dieses Mittels, selbst in Gaben von 10 bis 15 Grm., bei dieser Krankheit fast immer im Stiche gelassen habe.

Ausser den bereits citirten Arbeiten finden sich in der medicinischen Literatur noch zahllose Angaben über die Wirksamkeit des chlorsauren Kali bei verschiedenen Formen der Stomatitis. Es seien nur die Beobachtungen von Innhauser,

¹⁾ Citirt in Thèse de Paris von Panas 1856.

²⁾ Gazette des hôpitaux 1858.

³⁾ Gazette des hôpitaux 1857.

⁴⁾ Ebendasselbst.

⁵⁾ Bulletin de therap. t. LIV. 1858.

Gambarini, Fröhlich, Fountain, sowie der Berliner, Königsberger und Bonner Kliniken erwähnt.

Milon¹⁾ empfiehlt bei Mundkrankheiten die örtliche Anwendung des chlorsauren Kali, indem er der Ansicht ist, dass dieses Mittel nur eine locale Wirkung besitze. Das Salz bezeichnet er auf Grund zahlreicher Beobachtungen, welche er 1856 und 1857 im Hôtel de Dieu zu Paris anstellte, als unwirksam bei diphtheritischen Affectionen; dagegen beobachtete er entschiedene Heilwirkung bei varicösen Geschwüren, Verbrennungen, beim Hospitalbrand und bei einem krebsigen Geschwür (Cancroïde) der linken Wange. Sein Verfahren besteht darin, dass Charpie, welche vorher in eine gesättigte Lösung von Kali chloricum getaucht war, auf die erkrankte Stelle gelegt wird.

Demarquay und Mussat²⁾, sowie Gamberini³⁾ sahen bei der Stomatitis mercurialis günstige Erfolge von der inneren Darreichung des chlorsauren Natron.

Hutchinson⁴⁾ wandte das chlorsaure Kali äusserlich und innerlich bei syphilitischen, varicösen und ulcerösen Geschwüren mit wechselndem Erfolge an.

Henry⁵⁾ und Gambarini⁶⁾ berichteten dann über günstige Resultate, welche sie bei Ozaena durch Aufsaugen einer 3procentigen Lösung von Kali chloricum erzielten.

Bald darauf wurde das Salz als örtliches Desinfectionsmittel für Schusswunden in den italienischen Lazarethen während des Krieges von 1859⁷⁾ mit gutem Erfolge angewandt.

Barthez⁸⁾ empfahl, beim Croup nach der Tracheotomie chlorsaures Natron (1:8) in die Canüle einzuträufeln, um die

¹⁾ Thèse de Paris 1858.

²⁾ Gazette médicale 1858.

³⁾ Ann. univ. d'Omodei 1857 und 1858.

⁴⁾ Med. Times 1856.

⁵⁾ Bulletin de therap. t. LII. 1857.

⁶⁾ Ann. univ. d'Omodei 1858.

⁷⁾ Schmidt's Jahrbücher 1859.

⁸⁾ Bulletin de la Société méd. des hôpitaux de Paris. t. IV. 1858.

Pseudomembranen in der Trachea und den Bronchen aufzulösen.

Moore¹⁾ pries in einem Vortrage, den er im Jahre 1855 in der chirurgisch-medicinischen Gesellschaft zu London hielt, die locale Anwendung des Kali chloricum bei exulcerirtem Epithelialcarcinom, bei phagedänischen und syphilitischen Geschwüren, sowie bei Ozaena.

Seitdem Tedeschi und Moore so warm für die Behandlung der Carcinome mit Kali chloricum eingetreten, sind zahlreiche Beobachtungen über die Wirkung dieses Salzes bei cancroïden Affectionen veröffentlicht worden, so unter Anderen von Debout, Bergeron, Leblanc, Velpeau, Michon, Richet, Cooke, Isambert, Langier, Devergie, Blondeau, Charcot, Delpesch, Mancini, Ferréol, Burow, Boscher, Tacke etc. Das chlorsaure Kali wurde von diesen Autoren sowohl innerlich, als äusserlich und zwar entweder in concentrirter Lösung, oder in Pulverform angewandt und bewirkte in den meisten Fällen entweder Heilung oder Besserung.

Ein ganz besonderer Lobredner des Kali chloricum ist Burow²⁾, der das Bestreuen von offenen Krebsgeschwüren mit chlorsaurem Kali in Pulver oder Krystallform dringend empfahl. Es soll danach Verkleinerung und Schrumpfung der Wucherungen eintreten, Resorption benachbarter Infiltrationen sich einleiten, sowie die Secretion und Empfindlichkeit verringert werden.

Mancini bezeichnet auf Grund von Beobachtungen, welche in der Klinik von Mangi³⁾ gesammelt worden, das Salz als bestes Heilmittel für Epitheliom, da es nach seinen bisherigen Erfahrungen in allen Fällen von Cancroïd die blutige Operation und die Cauterisation zu ersetzen im Stande sei.

Brault⁴⁾ heilte einen 8jährigen, an Scorbut leidenden Knaben durch den alleinigen Gebrauch von 1—3 Grm. Kali chloricum und erlangte dasselbe günstige Resultat durch grössere

¹⁾ Bulletin de therap. t. XLIX. 1855.

²⁾ Burow, Berliner klinische Wochenschrift, 1873.

³⁾ Rivista clinica di Bologna, 1869.

⁴⁾ Gazette des hopitaux, 1856.

Gaben innerhalb 8—14 Tagen bei 4 Seeleuten, die in hohem Grade von Scorbut befallen waren.

In der Mitte dieses Jahrhunderts wandte Simpson in Edinburg das chlorsaure Kali als oxydirendes Mittel zur Verhütung von Abort gegen Ende der Schwangerschaft an, indem er glaubte, dasselbe werde im Organismus leicht reducirt und liefere dann dem Foetus zur Respiration Sauerstoff, wodurch derselbe besser ernährt würde. Die tägliche Dosis betrug ca. 3 Grm.

Virchow¹⁾ sprach dann gelegentlich einer Mittheilung die Vermuthung aus, dass sich nach Simpson's Idee bei Frauen, die oft hinter einander abortirt hätten, dieser Zufall vielleicht durch grössere Gaben von Kali chloricum (10—30 Grm. pro die längere Zeit genommen) verhindern lasse. Namentlich scheine dieses Mittel sich dort zu eignen, wo wiederholte Erkrankungen der Placenta, z. B. fettige Degeneration, als Ursache des Abortus erkannt würden.

Im Jahre 1857 berichtete dann Th. Grimsdale²⁾, dass Kali chloricum in einer Gabe von 0,75—1,5 Grm. bei 5 Frauen, die früher entweder abortirt oder todte Kinder zur Welt gebracht hatten, vorzügliche Dienste geleistet habe.

Bruce³⁾ theilte sechs Beobachtungen mit, wo nach dem Gebrauch von Kali chloricum die Früchte länger als früher am Leben blieben, wagte aber nicht, auf Grund so weniger Fälle zu behaupten, dass diese günstigen Folgen der Anwendung dieses Mittels zuzuschreiben seien.

Nunes⁴⁾ in Cintra rühmt die Eigenschaften des chlorsauren Kali bei Abort, da eine Frau, bei der früher die Schwangerschaft stets in den ersten Monaten unterbrochen wurde, durch Darreichung von täglich 1 Grm. eine regelmässige Gravidität durchmachte.

¹⁾ Schmidt's Jahrbücher. Bd. 102. p. 308. Monatsschrift für Geburtskunde. 1858.

²⁾ The Liverpool Med. Chirurg. Journal 1857.

³⁾ Edinb. med. Journal 1866.

⁴⁾ Gaz. medic. de Lisboa 1867.

Im Jahre 1869 gab Cuttbert¹⁾ einer Schwangeren, welche in Folge von Placentar-Erkrankung bereits fünfmal abortirt hatte, chlorsaures Kali. Gleichzeitig brachte sie 7 Monate im Bett zu und trug ihr Kind aus.

Murray, Bruce, Simpson und Andere sprachen sich bei Gelegenheit der hierüber in der Edinburger geburtshülflichen Gesellschaft stattfindenden Discussion, gestützt auf eigene Erfahrungen, ebenfalls für die Wirksamkeit des Mittels bei Abort aus.

Später wurde dann noch das Mittel von Trade, Picinelli und Anderen gegen Abort gepriesen.

Bellentani²⁾, Arzt in Quarville, sah von der innerlichen und äusserlichen Darreichung des Kali chloricum bei typhösem Fieber sehr gute Erfolge. Er verlor nicht allein keinen Kranken, sondern giebt auch an, dass die Reconvalescenzperiode weit kürzer gewesen sei.

Ferner empfahlen Taliaferro³⁾ und Morison⁴⁾ das chlorsaure Kali als ein vorzügliches Mittel beim Typhus. Bei dieser Behandlung besserten sich alle Symptome (Fieber, Diarrhoe etc.) und sank die Mortalitätsziffer bedeutend.

In Deutschland wurde das Kali chloricum gegen Typhus unter Anderen von Kortüm⁵⁾ empfohlen.

Im Jahre 1880 sah J. Polack⁶⁾ günstige Erfolge von der fortwährenden Darreichung des Mittels in kleinen Gaben bei derselben Krankheit.

Gallaher und Brown⁷⁾ wandten das chlorsaure Kali erfolgreich an und zwar innerlich bei mercurieller Stomatitis (10 Gran 3—4 Mal pro die) und äusserlich in Form von Injectionen bei Leukorrhöe und Geschwüren am Muttermunde.

Fountain⁸⁾ berichtete im Jahre 1859 über die günstigen

¹⁾ Edinburg. med. Journal 1869.

²⁾ Gazette des hôp. 1857.

³⁾ Atlanta Med. and Surg. Journal. 1858.

⁴⁾ Pacific med. and Surg. Journal 1858.

⁵⁾ Deutsche Klinik 1858.

⁶⁾ Medycyna 1880.

⁷⁾ Americ. Journ. 1857.

⁸⁾ New-York med. Journ. 1859.

Wirkungen des Kali chloricum bei Mercurial-Salivation, ulceroöser, sowie gangränöser Stomatitis und glaubt, dass dieses Mittel dadurch wirke, dass es das Blut mit Sauerstoff versorge. Ferner heilte er damit eine typhöse Pneumonie, einen Fall von Haemato- und einen Fall von Hydro-Thorax. Im folgenden Jahre ¹⁾ erwähnt er dann einen Fall von Lungentuberculose. Der Kranke erhielt zuerst während sechs Wochen täglich 15 Grm. chlorsaures Kali, dann täglich 8 Grm. und weniger. Nach 3 Monaten war der Patient völlig wieder hergestellt.

Flint ²⁾ wandte, durch die eben erwähnte Mittheilung angeregt, das Kali chloricum bei 14 Phthisikern ohne Erfolg an. Seitdem ist das Mittel mehrfach bei Lungentuberculose versucht worden, so z. B. von Hapkin, Gimbert und Anderen.

Im Jahre 1860 berichtete Neumann ³⁾ über gute Erfolge bei Rheumatismus; er gab es zu 4—8 Grm. innerhalb 24 Stunden 6—8 Tage lang.

Graig ⁴⁾ brachte durch Anwendung kleiner Gaben von Kali chloricum 2 Ovarialcysten zum Verschwinden und fordert dringend auf, dass man keine Ovariectomie mehr machen solle, ohne vorher ein so unschädliches Mittel versucht zu haben.

Benavente ⁵⁾ rühmt es bei den vom Zahndurchbruch bedingten Affectionen der Mundschleimhaut und zwar innerlich in geringen Dosen.

In demselben Jahre empfahl Martin bei stinkendem Athem, der aus dem Magen stammt, das Ausspülen des Mundes mit einer concentrirten Solution von Kali chloricum.

Laborde ⁶⁾, welcher an einer hochgradigen Angina glandulosa litt, heilte dieselbe dadurch, dass er mehrere Wochen lang innerlich 5—15—20 Grm. pro die nahm und dann noch eine Zeit lang gurgelte. Dann citirt er 2 Frauen, welche seit mehreren Jahren mit Angina glandulosa behaftet, durch interne

¹⁾ Americ. med. Monthly 1860.

²⁾ Americ. Journ. of the med. scienc. 1861.

³⁾ Ergebnisse aus der medicinischen Klinik zu Bonn.

⁴⁾ Edinburg med. Journal 1866.

⁵⁾ Siglo medico 1861.

⁶⁾ Bulletin de therap. t. LXVI. 1864.

und locale Application von Kali chloricum wesentlich gebessert wurden.

Bald darauf veröffentlichte Laborde ¹⁾ sechs Beobachtungen von Bronchitis verschiedenen Characters (3 Fälle von acutem Bronchialcatarrh, ein einfacher chronischer Bronchocatarrh, eine chronische Bronchitis mit Emphysem und eine Bronchorrhoea), bei denen das Mittel (täglich 5—10 Grm. in gummöser Solution) mit grossem Erfolg genommen wurde. Die Frequenz des Pulses, die Fiebererscheinungen, sowie die Rasselgeräusche, der Husten, der Auswurf und die Athemnoth nahmen rasch ab.

In demselben Jahre empfahl Neumann ²⁾ gegen Zahnschmerz, welcher im Gefolge cariöser Zähne entstanden, die locale Anwendung des Kali chloricum; wenn möglich, solle man das Salz in trockenem Zustande direct in den faulen Zahn einführen.

Als Verbandmittel gegen phagedänischen Schanker pries dann Tillot ³⁾ eine Salbe aus chlorsaurem Kali (2 : 30).

Candela y Sanchez ⁴⁾ sah vorzügliche Erfolge von der Einspritzung einer 3procent. Lösung von Kali chloricum beim Tripper, nachdem das acute Stadium vorüber war.

Das Kali chloricum haben ausser den eben erwähnten Aerzten noch viele Andere gegen Schanker und Tripper mit wechselndem Erfolge versucht.

Im Jahre 1870 rühmte Sachse ⁵⁾ in Berlin eine 5procent. Lösung von Kali chloricum „als eine Panacee“ gegen Diphtheritis. Er lässt von der eben angegebenen Solution kleine Kinder alle 30—60 Minuten einen Theelöffel und grössere Kinder einen Kinderlöffel voll nehmen.

Sasse ⁶⁾ hält die ungemein heilsame Wirkung des chlorsauren Kali bei Mundaffectionen für völlig erwiesen, glaubt

¹⁾ Bulletin de therap. t. LXVII. 1864.

²⁾ Langenbeck's Archiv 1864.

³⁾ Bulletin de therap. t. LXX. 1866.

⁴⁾ Siglo medico 1868.

⁵⁾ Virchow's Archiv. Bd. LI. 1870.

⁶⁾ Nederl. Tydschr. voor Geneesk. 1871.

aber, dass dieselbe nicht nur dieser Substanz, sondern auch anderen Kalisalzen (z. B. Chlorkali) zukomme und sonach von der Gegenwart des Kalium und nicht von der Chlorsäure abhängig sei.

Döring¹⁾ sah während der Scorbutepidemie bei den französischen Kriegsgefangenen zu Ingolstadt im Kaliumchlorat das beste Localmittel gegen die Affection der Mundschleimhaut.

Hummel²⁾ empfiehlt als vorzügliches Antipyreticum bei der croupösen Pneumonie das chlorsaure Kali.

Edlefsen³⁾ rühmt gegen Blasencatarrh das chlorsaure Kali als ein wirksames und zugleich unschädliches Mittel. Er lässt von der Lösung dieses Salzes (15 : 300 mit Zusatz von 10 Grm. Aqua laurocerasi als Geschmackscorrigens) 2—3 stündlich einen Esslöffel nehmen und hat bei dieser Behandlungsweise meistens günstige Erfolge erzielt. Das Kali chloricum, welches leichter vertragen wird, als die Balsame und die Nieren nicht reizt, geht nach seinen Versuchen in den Harn über und begünstigt dadurch wahrscheinlich die Wiederherstellung einer normalen Schleimhaut der Blase.

In der Discussion, welche dem Vortrage Billroth's „über Lithotripsie und Vergiftung durch chlorsaures Kali“ in der k. k. Gesellschaft der Aerzte in Wien folgte, bemerkte Mraczeck⁴⁾, dass er auf der Klinik von Sigmund in 70 Fällen von Cystitis chlorsaures Kali (5 Grm. pro die) mit befriedigendem Erfolge angewandt habe. Nachtheilige Wirkungen wurden nicht beobachtet.

Englisch⁵⁾ sah in frischen Fällen von Cystitis das Kali chloricum sich bewähren; in schweren, veralteten Fällen dagegen war die Wirkung unsicher und bot keinen Vortheil gegenüber anderen Mitteln.

Boegehold⁶⁾ erzielte durch innere Darreichung von Kali

¹⁾ Militärärztliche Zeitschrift 1872.

²⁾ Wiener medicinische Presse 1873.

³⁾ Deutsches Archiv für klinische Medicin 1876.

⁴⁾ Wiener medicinische Wochenschrift 1880. p. 1261.

⁵⁾ Wiener medicinische Wochenschrift 1880. p. 1262.

⁶⁾ Deutsche medicinische Wochenschrift 1882.

chloricum und Ausspülung der Blase mit diesem Salze sehr gute Erfolge bei einer Reihe von Cystitiden, namentlich bei solchen, bei denen sich eine bestimmte Ursache für ihre Entstehung nicht nachweisen liess, sondern wo die Affection „auf Erkältung“ zurückgeführt werden musste. Unter Anderem publicirt er einen Fall von heftiger, sich an eine Gonnorrhoe anschliessender Cystitis, in der der Kranke (10 : 200) 2stündlich einen Esslöffel 14 Tage lang nahm und längere Zeit Einspritzungen von 3procentiger Lösung erhielt, wodurch bald dauernde Heilung erzielt wurde.

Im Jahre 1872 rieth Küster¹⁾ in einem Vortrage, den er in der Berliner medicinischen Gesellschaft hielt, gegen Diphtheritis eine starke Lösung von Kali chloricum zum innerlichen und äusserlichen Gebrauch zu verordnen.

Einige Zeit darauf veröffentlichte Seeligmüller²⁾ in Halle einen Aufsatz, in dem er das Kali chloricum in gesättigter Lösung als ein specifisches Heilmittel bei Diphtheritis enthusiastisch empfahl. Er sagt wörtlich:

„Nach den Erfahrungen, welche ich mit einer gesättigten Lösung von chlorsaurem Kali bei vereinzelt vorkommenden Fällen gemacht, würde ich mich vor den schlimmsten Fällen von Diphtheritis nicht fürchten, wenn dieselben noch rechtzeitig in meine Behandlung kämen etc. Ja ich bin von der specifischen Wirkung dieses Heilmittels so fest überzeugt, dass ich in einem Falle von sicher constatirter Diphtheritis, den ich persönlich nicht besuchen könnte, den Angehörigen lieber den consequenten Gebrauch einer gesättigten Lösung von chlorsaurem Kali empfehlen würde, als einen Kollegen, welcher den Kranken vielleicht mehrmals täglich besuchen, aber etwas anderes verordnen würde. Sit venia verbo! Und was soll ich weiter sagen über die sonstigen Vorthelle, welche dieses Heilmittel gewährt. Rec. Solut. Kal. chlorici (e Gramm 10) 200. S. Stündlich einen halben, resp. ganzen Esslöffel und weiter nichts.“

¹⁾ Berliner klinische Wochenschrift 1872.

²⁾ Jahrbuch für Kinderheilkunde 1877.

Von dieser 5procentigen Lösung lässt Seeligmüller anfangs stündlich, später zwei- oder dreistündlich einnehmen und zwar bei Kindern über 3 Jahren einen ganzen Esslöffel, bei jüngeren einen halben, vulgo Kinderlöffel und zwar Anfangs Tag und Nacht, ohne je auszusetzen. Durch diese Behandlungsweise heilte Seeligmüller im Jahre 1873 und 1874 15 Fälle von zum Theil schwerer Diphtheritis.

Dann führt er an, dass er durch weitere Erfahrungen in den folgenden drei Jahren zu der Ueberzeugung gekommen sei, dass das Kali chloricum in gesättigter Lösung einen schädlichen Einfluss auf die Verdauungsorgane und das Herz haben könne. Als Beweis hierfür berichtet er zwei Fälle, wo der Tod dem Kali chloricum zugeschrieben werden muss.

Wir werden auf diese Beobachtungen später bei Besprechung der toxischen Wirkungen dieser Substanz noch zurückkommen.

Seit diesen beiden Todesfällen richtet Seeligmüller während der Medication mit Kali chloricum seine ganze Aufmerksamkeit auf die Herzthätigkeit, sowie auf die Verdauungsorgane, reicht bei der leisesten Störung Chinin, Wein und setzt eventuell das Kali chloricum innerlich ganz aus. Bei Beobachtung dieser Vorsichtsmassregeln lassen sich nach ihm Vergiftungen mit Kali chloricum mit Bestimmtheit leicht vermeiden.

C. Bonfigli¹⁾ gab bei Diarrhoe cachectischer Personen, bei denen sich Adstringentien und narkotische Mittel unwirksam gezeigt hatten, Kali chloricum (2—10 Grm. in 24 Stunden) mehrere Tage hinter einander mit sehr günstigem Erfolge.

Im folgenden Jahre berichtete Moncorvo²⁾ über den wohlthätigen Einfluss des Chlorats bei Enteritis chronica infantum und bald darauf Defize³⁾ über die günstigen Wirkungen des Mittels bei Dysenterie. Er gab es zu 4 Grm. pro die.

Euthyboule⁴⁾, welcher gegen den Epithelialkrebs der

¹⁾ Movimento 1875.

²⁾ Gaz. méd. de l'Algerie 1876.

³⁾ Arch. méd. Belge 1880.

⁴⁾ Thèse de Paris 1877.

Haut innerlich 3—4 Grm. Kali chloricum pro die zu den Mahlzeiten zu nehmen empfiehlt, weil das Mittel so am besten vertragen werde, sowie die örtliche Anwendung des Salzes preist, erwähnt einen Patienten von Vidal, welcher zu den Mahlzeiten täglich 4 Grm. chlorsaures Kali länger als ein ganzes Jahr ohne irgend welche Unbequemlichkeiten nahm.

Hapkin¹⁾ hält die innerliche Darreichung des Kali chloricum für eins der besten Mittel bei haemorrhagischer Diathese, weil es im Stande sei, das Blut leichter coagulabel zu machen und den Tonus der kleinen Gefäße wiederherzustellen. Als Beweis theilt er eine Anzahl von Fällen mit.

Lesseliers²⁾ beobachtete auf der Klinik von du Moulin in Gent einen Fall von Phosphorvergiftung, bei dem — die Darreichung von Terpenthin scheiterte an dem Widerwillen des Kranken — Kali chloricum mit anscheinend günstigem Erfolge gegeben wurde.

Werttheim³⁾ rät an Stelle des chlorsauren Kali bei Mundaffectionen wiederum das früher gebräuchliche Kaliumchlorid zu benutzen, und Klinkert⁴⁾ empfiehlt auf Grund mehrfacher Erfahrung chlorsaures Kali als ein zuverlässiges Diureticum bei Nierenleiden in Gaben von 4—8 Grm. In einem Falle, wo diese Dosen gut vertragen wurden, rief eine Tagesgabe von 20 Grm. starke Steigerung des Eiweissgehaltes im Urin, Haemoglobinurie und Collaps hervor, worauf aber bald Erholung folgte.

¹⁾ Brit. med. Journal 1880.

²⁾ Annal. de la Soc. de med. de Gand 1882.

³⁾ Oestr. med. Jahrb. 1882.

⁴⁾ Nederl. Tydschr. v. Geneesk. 1882.

III. Physiologische und toxische Wirkungen des chlorsauren Kali.

Wie wir im vorigen Abschnitt erwähnt haben, ging man zu Ende des vorigen Jahrhunderts bei der Anwendung des chlorsauren Kali von der Ansicht aus, dasselbe werde im Organismus ähnlich wie beim Erhitzen in der Retorte unter Sauerstoffabgabe leicht zersetzt und verdanke dieser Eigenschaft seine oxydirende Wirkung auf die Gewebe.

Die ersten Versuche am Menschen stellte, wie schon berichtet, Chaussier an, indem er selbst an einem Tage 6 Grm. ohne Nachtheil nahm.

Wöhler¹⁾ verdanken wir die ersten Untersuchungen über die physiologischen Wirkungen des Salzes an Thieren. Diese thun vor Allem dar, dass die damals herrschende Ansicht, Kali chloricum werde im Thierkörper leicht reducirt, unrichtig ist. Er fand nämlich, dass jedenfalls ein grosser Theil des chlorsauren Kali unzersetzt im Urin ausgeschieden wird und beschreibt folgenden Versuch:

„Ein kleiner Hund erhielt eine Drachme chlorsaures Kali. Nach 4 Stunden, nachdem er 4 Mal urinirt hatte, wurde er getödtet. Die Blase enthielt ungefähr $\frac{1}{2}$ Unze Urin von sehr blasser Farbe. Als Vitriolöl hinzugesetzt wurde, färbte er sich dunkelgelb, unter Aufstossung des Geruches von Chloroxyd, gerade so, als wenn man zur wässerigen Auflösung des chlor-

¹⁾ Untersuchungen über die Natur des Menschen etc., herausgegeben von Tiedemann und Treviranus. I. Bd. Heidelberg 1824.

sauren Kalis Vitriolöl giesst. — Nachdem dieser Urin noch nicht zur Hälfte eingedampft worden war, krystallisirte das chlorsaure Kali in eben solcher Menge beim Erkalten heraus, als es aus einer gesättigten Auflösung dieses Salzes in Wasser zu geschehen pflegt. Durch seine Gestalt, durch das Verpuffen auf glühenden Kohlen, durch das Detoniren mit Phosphor charakterisirte es sich hinlänglich als chlorsaures Kali.“ Ferner giebt er an, dass das chlorsaure Kali diuretisch wie andere Salze, z. B. Salpeter wirke und dem Magen nicht schädlich sei.

O'Shaugnessy, welcher, wie bereits bemerkt, das chlorsaure Kali bei der Cholera dringend empfahl, stellte einige Thierversuche an. Er spritzte unter Anderem einem grossen Hunde 3 Grm. in eine Cervicalvene ein, ohne irgend etwas Nachtheiliges zu beobachten. Das Thier liess reichlich Urin und gelang es, darin chlorsaures Kali nachzuweisen. Dann vergiftete er dasselbe Thier einmal mit Schwefelwasserstoff und einmal mit Blausäure und spritzte ihm dann, als es dem Tode nahe war, eine halbe Drachme chlorsaures Kali langsam in die Jugularvene. In 20 Minuten war das Thier wieder hergestellt. Hieraufhin räth er, Cholerakranken chlorsaures Kali in die Venen zu injiciren.

Stevens¹⁾ führt an, dass unter dem Gebrauch des chlorsauren Kali das Zahnfleisch und die Mundschleimhaut eine höhere Röthung annehmen.

Es folgt nun ein Zeitraum von 25 Jahren, in welchem nicht allein keine weiteren Experimente an Thieren und gesunden Menschen veröffentlicht wurden, sondern auch die von Wöhler gemachten Angaben der Vergessenheit anheimfielen, bis Isambert²⁾ durch seine Versuche dauernd seinen Namen mit dem chlorsauren Kali verknüpfte. Er gelangt in seiner Inauguraldissertation zu folgenden Ergebnissen:

„Das Kali chloricum, innerlich genommen, wird mit grosser Schnelligkeit resorbirt. Es wird im Organismus weder gebun-

¹⁾ Citirt in Pereira, Mat. med.

²⁾ Thèse de Paris 1856.

den, noch zersetzt, sondern entfernt sich sehr rasch durch die meisten Secrete als solches, ohne eine Reduction zu erleiden. Hauptsächlich gelangt es durch den Urin und Speichel zur Ausscheidung. Fünf Minuten nach der Einnahme lassen sich mit Hilfe der Fresenius'schen Reaction schon Spuren im Speichel und 10 Minuten später im Urin erkennen; nach einer halben Stunde erreicht die Reaction schon ihren Höhepunkt. Die Elimination durch den Urin dauert 15—36 Stunden; zuweilen lassen sich noch nach 48 Stunden Spuren finden. Die Zeit der Ausscheidung scheint fast unabhängig von der Höhe der Gabe zu sein: denn sie war in 5 Versuchen, in denen ich je 1, 2, 4, 8 und 20 Grm. an einem Tage nahm, fast dieselbe.“

Ferner wies er dasselbe auch in der Milch, den Thränen, dem Nasenschleim und im Schweisse nach, fand es aber nicht im Sperma und in den Fäcalmassen und lässt es unentschieden, ob Spuren in der Galle vorkommen.

Dann giebt Isambert an, dass er zahlreiche Versuche mit chlorsaurem Kali an sich selbst angestellt habe; er nahm mehrere Tage hinter einander täglich 8—20 Grm. während der Mahlzeit (wie es Chaussier empfohlen) und beobachtete hierbei folgende Erscheinungen:

Ausgeprägten Speichelfluss, der von einem salzigen Geschmack im Munde begleitet war, sowie eine Vermehrung des Appetits. Grosse Gaben (20 Grm. pro die) steigerten bei ihm die Diurese und verursachten ihm ein wenig Schwere (Pesanteur) und Schmerz in der Nierengegend, sonst aber Nichts.

Das Salz hat keine Wirkung auf die Herzthätigkeit und Respiration, auch nicht auf das Nervensystem und besitzt keine purgirenden Eigenschaften. Zu therapeutischen Zwecken empfiehlt er täglich eine Dosis von 2—8 Grm., hält es aber für unbedenklich, täglich 20—30 Grm. in Lösung zu geben und macht darauf aufmerksam, dass es namentlich bei hohen Dosen wichtig sei, das chlorsaure Kali während des Essens zu nehmen.

Socquet (l. c.) schreibt dem Kali chloricum eine beruhigende Wirkung auf den Puls zu und verordnete es bis zu 30 Grm. pro die, ohne schädliche Wirkungen wahrzunehmen.

G. See beobachtete selbst bei Kranken nach Gaben von 45 Grm., innerhalb eines Tages gereicht, keinen Nachtheil

Demarquay¹⁾ beschreibt als Wirkung des Salzes ein Gefühl von Zusammenziehen im Munde und Rohsein des Zahnfleisches. Der Speichel ist nach ihm nicht merklich verändert und scheint das chlorsaure Kali eine elective Wirkung auf die Mundschleimhaut zu haben.

Blache (l. c.) beobachtete bei Kindern, denen er 4 Grm. verordnete, eine Vermehrung des Appetits.

In demselben Jahre gab Gustin²⁾ an, dass er nach Einnahme von chlorsaurem Kali im Urin unzersetztes Salz habe nachweisen können.

Bald darauf berichtete Milon (l. c.), dass er in der Bronchialschleimhaut von zwei tracheotomirten Kindern chlorsaures Kali habe nachweisen können. Ausserdem führt er an, dass sehr grosse Gaben (24 Grm. an einem Tage) bei ihm unerträglichen Speichelfluss, sowie mehrtägige Ermüdung hervorgerufen hätten.

Gambarini³⁾ stellte im Jahre 1858 sieben Versuche an gesunden Individuen mit chlorsaurem Kali an. Dieselben erhielten Morgens eine Gabe von 2—5½ Grm. Hiernach trat 6 Mal Salivation und mehrfach ein Gefühl von Leere im Epigastrium, sowie eine Zunahme des Urins auf. Nausea kam nur nach den grössten Dosen auf kurze Zeit vor.

Osborne⁴⁾ stellte bald darauf einige Experimente an sich selbst, wie er behauptet, in gesundem Zustande, an und will als nachtheilige Wirkungen von 0,3—0,6 Grm. chlorsaurem Kali Kopfcongestionen und Stirnkopfschmerz beobachtet haben. 1 Grm. bewirkte bei ihm während 2 Tagen hochgradige Aufregung, Hirncongestionen und halbseitige Lähmung des Gesichts. Dass diese Erscheinungen nicht der Wirkung des chlorsauren Kali zugeschrieben werden können, bedarf wohl keines weiteren Commentars.

¹⁾ Bull. de therap. t. XLVIII. 1855.

²⁾ Bullet. de therap. XLVIII. 1855.

³⁾ Annali univ. d'Omodei 1858.

⁴⁾ The Lancet 1859.

Podcopaew¹⁾ verglich die Wirkungen einiger Kalisalze mit einander, indem er dieselben Hunden direct ins Blut einspritzte und gelangte hierbei zu dem Schlusse, dass grössere Dosen von chlorsaurem Kali als von Chlorkali erforderlich seien, um ein Thier zu tödten und glaubt er, dass das chlorsaure Kali als Kali giftig wirke und dementsprechend die Wirkung der übrigen Kalisalze auf das Herz theile.

Rabuteau²⁾ war der erste, der das Kali chloricum im Urin quantitativ zu bestimmen versuchte. Er fällte zu diesem Zwecke im Urin mittelst Silberlösung die Chloride, kochte das Filtrat mit Soda, um das überschüssige Silber zu entfernen und filtrirte wiederum. Das Filtrat wurde dann eingedampft, in Porzellantiegel bis zur Rothglühhitze erwärmt, um das Chlorat in Chloralkali zu verwandeln, und die Chloride in bekannter Weise als Chlorsilber gewogen.

Diese Bestimmungsweise darf keinen Anspruch auf Zuverlässigkeit erheben. Glüht man nämlich den mit Soda eingedampften Harn, so kommt es in Folge der organischen Bestandtheile des Harns zu nicht zu vermeidenden Detonationen, wodurch beträchtliche Verluste entstehen. Ich habe wiederholt in der von Rabuteau angegebenen Weise im Urin chlorsaure Salze zu bestimmen versucht, hierbei aber stets zu niedrige Werthe bekommen. Dann darf auch nicht ausser Acht gelassen werden, dass beim Glühen auch überchlorsaure Salze in Chloride umgewandelt werden, und dass man demnach, — wenn man wie Rabuteau verfährt, — nicht behaupten kann, die beim Glühen gefundenen Chloride rührten einzig und allein von reducirten chlorsauren Salzen her.

Rabuteau nahm 5 Grm. chlorsaures Kali in 100 Ccm. Wasser und bestimmte dann im Urin die Menge des ausgeschiedenen Salzes. 10 Minuten nach der Einnahme liess sich bereits im Urin und Speichel mittelst der Fresenius'schen Reaction Chlorsäure nachweisen. 18 Stunden später ebenfalls, aber nach 48 Stunden nicht mehr.

¹⁾ Virchow's Archiv. Bd. XXXIII. 1865.

²⁾ Compt. Rend. des séances et Memoires de la société de biologie. t. V. 4. Série. 1868. Gaz. medic. de Paris 1868.

In den ersten 18 Stunden wurden . . .	4,690,
in den folgenden 6 Stunden	0,153,
und in den folgenden 4 Stunden	0,030,
	<hr/>
zusammen	4,873 Grm.

gefunden.

Aus diesem Versuche schliesst Rabuteau, dass Kaliumchlorat im Organismus nicht verändert, sondern im Urin als solches völlig ausgeschieden werde.

Da er im Urin 0,13 Grm. nicht wieder fand und man entgegenen könnte, diese geringe Quantität wäre zu Chlorkali reducirt worden, nahm er, um diesem Einwande zuvorzukommen, 0,1 Grm. chlorsaures Kali und konnte hiernach im Urin und Speichel Chlorsäure nachweisen. Die Menge des chlorsauren Kali, welche hierbei im Urin ausgeschieden wurde, schätzt er auf ca. 0,05 Grm. Dass er nicht alles eingenommene chlorsaure Kali wiederfand, liegt nach ihm darin, dass ein Theil im Speichel ausgeschieden wird, sowie dass die Bestimmungsmethode mit geringen, nicht zu vermeidenden Fehlerquellen behaftet ist. Ferner giebt er an, dass er nach Einfuhr von 0,1 Grm. chlorsaurem Natrium, als auch nach Eingabe von 0,25 Grm. chlorsaurem Calcium im Urin Chlorsäure habe nachweisen können. Alsdann theilt er mit, dass er bei einem Hunde nach Eingabe von 0,2 chlorsaurem Strontian und 0,5 chlorsaurem Kupfer, sowie 0,14 Grm. Chlorsäure im Urin Chlorsäure deutlich habe nachweisen können. Nach Eingabe von 0,07 Grm. Chlorsäure bei einem Hunde liess sich keine Chlorsäure im Urin auffinden. Er schliesst auf Grund dieser Versuche, dass die Chlorate keine Reduction im Organismus erleiden und dass freie Chlorsäure theilweis zersetzt werde. Ferner giebt er an, dass überchlorsaures Kali auch unverändert den Körper verlasse. Rabuteau stellte dann die Theorie auf, dass die günstigen Wirkungen des chlorsauren Kali bei Stomatitis mercurialis wahrscheinlich dadurch bedingt seien, dass das chlorsaure Kali mit dem Mercur im Organismus ein Doppelsalz bilde, welches unschädlich sei und rasch ausgeschieden werde.

Gubler machte bei Gelegenheit einer Discussion in der Société de biologie am 24. October 1868 den Einwand, dass

die im Urin enthaltenen albuminoiden Substanzen einen Theil der Chloride verdeckten, welche durch Silber nicht präcipitirt würden; hierdurch erhalte man beim Veraschen ein Plus, welches bereits Chloralkali gewesen und fälschlich als Chlorat berechnet würde. Er ist daher der Ansicht, dass das chlorsaure Kali theilweise reducirt wird. Dann fand er, dass bei einem Individuum, welches an Lungencatarrh litt, nach Darreichung von chlorsaurem Kali die Menge der Chloride beträchtlich grösser war als am Tage vor der Einnahme.

In der 2. Ausgabe der Codex führt Gubler¹⁾ folgenden Versuch an:

Ein Individuum, welches pro Tag 2,91 Grm. Chlor elimirte, schied nach einer Dosis von 6 Grm. chlorsaurem Kali die folgenden Tage 4,30, 3,34, 5,83, 4,17 und 3,05 Grm. aus. Diese Zahlen kann Gubler nicht für seine Ansicht herbeiziehen, denn das Individuum nahm während der Versuchszeit offenbar keine gleichmässige Nahrung zu sich; auch hätte in 24 Stunden die Hauptausscheidung des reducirten chlorsauren Kali vorbei sein müssen. Ausserdem wurde, wie eine einfache Ueberschlagsrechnung ergiebt, innerhalb der 4 ersten Tage 3 Mal mehr Chlor ausgeschieden, als sich aus dem eingeführten Kali chloricum, selbst wenn es völlig im Körper reducirt worden wäre, hätte bilden können.

Dann machte Rabuteau die Mittheilung, dass er nach Einnahme von 5 Grm. chlorsaurem Natron 4,9 Grm. und bei einer Person, welche 0,1 Grm. dieses Salzes genommen, 0,0982 Grm. wieder gefunden habe.

Laborde²⁾ stellte vergleichende Untersuchungen über die physiologischen Wirkungen des Kalium- und Natriumchlorats an. Er injicirte einem mittelgrossen Hunde in eine Cruralvene 5 Grm. chlorsaures Kali in 80 Cbc. Wasser innerhalb einer Viertelstunde. Es trat Salivation, Traurigkeit, vermehrte Harnabsonderung, sowie vorübergehende Herz- und Athembeschleunigung auf. Am anderen Tage war das Thier wieder wohl. Im Urin und

¹⁾ Commentaires thérapeutiques du Codex par Gubler. 1873.

²⁾ Bullet. génér. de Therap. t. LXXXVII. 1874.

Speichel liess sich vermittelst Indigo und schwefliger Säure Chlorsäure nachweisen.

Dann spritzte er einem kleinen Hunde 3 Grm. chlorsaures Kali, einem anderen 10 Grm. und einem dritten 6 Grm. chlorsaures Natron in eine Schenkelvene und beobachtete ausser Salivation nichts Wesentliches.

Im Bronchialschleim, der aus der Canüle eines tracheotomirten Kindes, welches chlorsaures Kali erhalten hatte, stammte, konnte er chlorsaures Kali erkennen. Auch bei einem tracheotomirten Hunde konnte er nach Injection von 3 Grm. chlorsaurem Kali in dem aus der Trachealöffnung fliessenden Schleim Chlorsäure nachweisen.

Dann schildert er einen Versuch an zwei gleichalterigen Meerschweinchen. Das eine bekam in 5procentiger Lösung 6 Grm. chlorsaures Kali in die Weichtheile injicirt und war am anderen Morgen todt; das andere erhielt eine subcutane Injection von 6 Grm. chlorsaurem Natron in 1procentiger Lösung und war am anderen Tage wieder ganz munter und frass begierig sein Futter.

Beim Hunde rufen mässige Gaben von Kali chloricum (2, 3, 4 Grm.) bald constant Erbrechen hervor. Auf Grund dessen glaubt Laborde, Kali chloricum übe eine irritative, schädliche Wirkung auf die Magenschleimhaut aus und mahnt deshalb bei seiner therapeutischen Anwendung zur Vorsicht.

Ferner beobachtete er, dass ein Zusatz von chlorsaurem Kali die Fäulniss des Blutes verhindere.

Im folgenden Jahre erschien eine Abhandlung von Isambert¹⁾ über die physiologischen, toxischen und therapeutischen Wirkungen des chlorsauren Kali. Unter Anderem berichtet er über die Veränderungen, welche das Blut durch Kali chloricum erleidet und schildert dieselben folgendermassen:

Mischt man Aderlassblut mit einer Lösung von chlorsaurem Kali, so nimmt es eine röthliche Farbe an, welche bald ver-

¹⁾ Isambert, Gaz. méd. de Paris 1875 et Dictionnaire Encyclop. des Sciences médicales Article: Chlorates (Thérapeutique). Paris 1874.

schwindet, dann wird das Blut dunkler und verwandelt sich in eine braunschwarze cohaerente Masse.

Dann giebt er an, dass er 3 Portionen Aderlassblut genommen habe; zu einer setzte er eine 5procentige Lösung von schwefelsaurem Natron, zu einer zweiten eine 5procentige Kochsalzlösung und zu der dritten eine 5procentige Solution von chlorsaurem Kali. Die beiden ersten Proben zeigten Tage lang eine röthliche Farbe und intakte Blutkörperchen. Das mit chlorsaurem Kali vermischte Blut war dagegen am ersten Tage „noirâtre“ und enthielt nur zerrissene und deformirte Blutkörperchen. Diese Wirkung des Kali chloricum auf Blut kann Isambert sich nicht erklären, zumal er glaubt, dass das Salz in Berührung mit Blut keine Veränderung erleide. Dann giebt er an, dass zwei Hunde, denen er je 2 Grm. chlorsaures Kali direct mit aller Vorsicht ins Blut injicirt hätte, bald darauf plötzlich an Herzlähmung gestorben seien und hält in Folge dessen die Chlorate bei intravenöser Application für ein gefährliches Gift. — Er bemerkt ferner noch auf Grund von einigen sphygmographischen Versuchen, dass es den Blutdruck herabsetze, ohne die Pulsfrequenz merklich zu vermindern.

Isambert stellte auch einige Versuche bei Hunden an, um zu prüfen, ob grosse Gaben von chlorsaurem Kali bei innerlicher Darreichung giftig seien, erhielt aber kein bestimmtes Resultat, weil die Thiere nach grossen Gaben (5, 10 und 20 Grm.) sehr bald erbrachen. Er brachte deshalb einem kleinen, aber kräftigen Hunde um 1 Uhr Mittags 20 Grm. chlorsaures Kali in 250 Grm. lauwarmem Wasser in die Bauchhöhle, indem er in der Linea alba einen Schnitt machte. Bei dieser Operation liess sich ein Stück Dünndarm nicht wieder in die Bauchhöhle zurückbringen. In der ersten Viertelstunde zeigte das Blut in den Mesenterialgefässen eine hellrothe, um 2 Uhr aber eine braune Farbe. Nach 2½ Stunden brachte er die Eingeweide wieder zurück und vernähte die Wunde; das Thier war ganz ruhig. Um 5 Uhr Nachmittags trat der Tod ein. Bei der Section, welche am andern Morgen gemacht wurde, fanden sich braune Blutklumpen

im Herzen, und zeigten die Lungen und die Leber eine Farbe, als wenn man sie in Sepia-haltiges Wasser eingetaucht hätte. Er macht dabei darauf aufmerksam, dass die braune Farbe des Blutes analog der sei, welche das Blut ausserhalb des Organismus auf Zusatz von Chlorate annehme und weist auf die Aehnlichkeit dieses Falles mit der zu Tulle (S. 39 dieser Abhandlung) beobachteten Vergiftung hin.

Wird das Kali chloricum in kleinen Dosen wiederholt genommen, so wird es nach Isambert schnell wieder ausgeschieden und ist unschädlich, während dasselbe in einer grossen Gabe auf einmal genommen durch Herzschwäche und Alteration des Blutes den Tod herbeiführen kann. Dann schildert Isambert zwei Versuche, welche er im Verein mit Hirne anstellte, und von denen der zweite wegen der vielen Cautelen 5—6 Wochen dauerte. Im ersten Versuche wurde von 6 Grm. eingenommenem chlorsaurem Kali 5,352 Grm. (95 pCt.) im Urin wieder gefunden. Im zweiten Versuche, in dem 6 Grm. eingeführt wurden, fanden sich 5,964 Grm. wieder; der Verlust betrug in diesem Versuche demnach weniger wie 1 pCt.

Die Bestimmung des chlorsauren Kali im Urin (48stündige Menge) geschah folgendermassen:

Dem Urin wurde ungefähr ein Zehntel basische Bleiacetatlösung zugesetzt, um die Chloride und organischen Bestandtheile soviel als möglich auszufällen. Nachdem der Niederschlag sich abgesetzt, wurde filtrirt. In dem Filtrat wurde durch Schwefelwasserstoff das überschüssige Blei entfernt; dann wurde wiederum filtrirt und von dem Filtrat eine abgemessene Portion längere Zeit erhitzt, um den überschüssigen Schwefelwasserstoff zu vertreiben und hierin nach Ansäuern mit Salpetersäure der Rest der Chlorverbindungen durch salpetersaures Silber niedergeschlagen. Darauf wurde abfiltrirt und in das Filtrat Schwefelwasserstoff eingeleitet, um das überschüssige Silber wegzuschaffen. Dann wurde das Filtrat vom Schwefelsilberniederschlag erhitzt, um den Schwefelwasserstoff zu verjagen. In die so gewonnene Flüssigkeit wurde nun ein Strom schwefliger Säure längere Zeit eingeleitet und dann

die Flüssigkeit abgedampft, bis sie nicht mehr den Geruch nach schwefliger Säure zeigte; dann wurde die Flüssigkeit mit Salpetersäure angesäuert und in derselben die Chloride mit Silbernitrat ausgefällt, gewaschen und gewogen. Aus der Menge des Chlorsilbers wurde dann das chlorsaure Kali berechnet. Auf Grund dieser Versuche nimmt Isambert in Uebereinstimmung mit Rabuteau an, dass das Kali chloricum den Organismus völlig unverändert verlasse.

Gaachtens¹⁾ kam auf Grund einer Versuchsreihe, die er an einem Hunde anstellte, zu dem Resultat, dass das chlorsaure Kali zu einem beträchtlichen Theile ($\frac{1}{5}$ bis $\frac{1}{4}$ der Einnahme oder absolut ca. 2 Grm. in 24 Stunden) im Organismus reducirt wird.

Dann beschreibt Tacke²⁾ in seiner sorgfältigen, unter Binz's Leitung verfertigten Dissertation, welche viele werthvolle Literaturangaben enthält, u. A. folgende Versuche:

Er injicirte einem kleinen Kaninchen 2 Grm. chlorsaures Natron vorsichtig in die Jugularvene, ohne dass nennenswerthe Störungen auftraten. Ferner gab er einem Kaninchen (A) von 1140 Grm. 5,8 Grm. und einem anderen Kaninchen (B) von 1050 Grm. 4,2 Grm. chlorsaures Natron in den Magen. Kaninchen B war am folgenden Tage munter. Kaninchen A schrie nach 2 Stunden 40 Minuten sehr heftig und athmete angestrengt; nach 4 Stunden fiel es auf die Seite, konnte sich nicht mehr aufrichten und machte sehr mühsame Respirationsbewegungen; 15 Minuten später trat der Tod ein. Die Section ergab braune Verfärbung des Blutes.

Leider versäumte Tacke, wie er selbst in einer Anmerkung erwähnt, das Blut microscopisch und spectroscopisch zu untersuchen.

Um sich zu überzeugen, ob die Angaben von Laborde, der, wie bereits bemerkt, das chlorsaure Salz auch im Tracheal- und Bronchialschleim vorfand, richtig seien, machte Tacke

¹⁾ Berliner klinische Wochenschrift 1883. S. 386.

²⁾ Tacke, Das chlorsaure Kali in medicinischer Hinsicht. Inaugural-Dissertation. Bonn 1878.

einem tracheotomirten Hunde eine subcutane Injection von 1,5 Grm. Kali chloricum in 40 Grm. Wasser und gelang es ihm, in dem 30 Minuten später aus der Trachea durch eine Feder hervorgeholten Schleim Chlorsäure nachzuweisen.

In demselben Jahre berichtete W. Kosegarten¹⁾, dass ein Zusatz von Borax die Gährung einer mit Hefe versetzten Zuckerlösung verhindert, während dies durch Gegenwart von Kaliumchlorat nicht geschieht.

Ferner kommt er, gestützt auf zahlreiche Versuche, zu dem Schluss, dass dem Kali chloricum kein wesentlicher Einfluss auf das Auftreten und die Vermehrung von Bakterien, auf Gährung und Sprossung von Hefezellen, auf Sporenkeimung und sonstige Entwicklung von Fadenpilzen zukommt, während der Borax auf jedem dieser Gebiete einen hemmenden Einfluss nicht verkennen lässt.

Auch Wernecke²⁾ beobachtete, dass das chlorsaure Kali die Wirkung der Hefe auf Zuckerlösung nicht nennenswerth verhindert.

Im Jahre 1873 machte Binz in der medicinischen Section des naturhistorischen Vereins der Rheinlande und Westfalens die Mittheilung, dass guter frischer Eiter noch warm mit Glycerin gemischt (um die Fäulniss zu verhindern) und mit $\frac{1}{10}$ procentiger Kaliumchloratlösung versetzt, im Verlaufe einiger Zeit die Chlorsäure reducirt, d. h. dass dann durch Indigolösung und schweflige Säure Chlorsäure nicht mehr nachgewiesen werden kann.

In Erweiterung dieser Erfahrung brachte Binz³⁾ frisches und feuchtes Fibrin (0,15 als wasserfrei berechnet) in 75 Cbc. einer verdünnten Kaliumchloratlösung (1:2000), machte sie mit Soda eben alkalisch, füllte damit eine Flasche bis zum Stöpsel auf und liess sie bei 25—40° stehen. Nach 14 Tagen war das Ganze faulig, grau und bakterienhaltig und konnte Chlorsäure mittelst Kleister, Jodkali und starker Salzsäure

¹⁾ Inaugural-Dissertation. Kiel 1878.

²⁾ Wernecke, Diss. Dorpat 1879.

³⁾ Arch. f. exp. Pathologie u. Pharmacologie. Bd. X. 1879.

nicht mehr nachgewiesen werden. Dann erwähnt Binz, dass Fibrin mit Glycerin und einer verdünnten Lösung von Kali chloricum versetzt nach 14 Tagen vollkommen unverändert, d. h. nicht gefault gewesen, und die Reaction sogleich, aber nicht mehr so intensiv wie zu Anfang des Versuches gegeben habe.

Zusatz vom Kaliumchlorat (1:1000) zu frischer Bierhefe und Behandlung der Mischung, wie eben erwähnt, ergab im Wesentlichen das gleiche Resultat. Nur schien es Binz, dass die Sauerstoffentziehung selbst bei stark fortschreitender Fäulniss hier weniger energisch sich gestaltete, als bei dem Fibrin. Auf Grund dieser Versuche sagt Binz:

„Eiter, Hefe und Fibrin, das letztere, wie es scheint, am besten, berauben das in Wasser gelöste chlorsaure Kali bei Zimmer- bis Blutwärme seines Sauerstoffs, besonders rasch dann, wenn sie in Fäulniss übergehen.“

Auf Grund dieser Versuche nimmt Binz an, dass das chlorsaure Kali — bei seiner therapeutischen Anwendung — auf den inficirten und geschwürigen Partien der Mundschleimhaut etc. eine theilweise Reduction erleidet und so durch Abgabe seines Sauerstoffs im Status nascens eine gelinde, aber anhaltende Aetzung ausübt, wodurch der Heilerfolg bewirkt wird.

Hummel¹⁾ bezeichnet die Wirkung des chlorsauren Kali als eine Combination der Wirkungen seiner Componenten, des Kalium und des Chlor.

Nach Husemann ist die Möglichkeit nicht ausgeschlossen, dass es sich bei dem Heileffect des chlorsauren Kali um eine den Kalisalzen zukommende contrahirende Wirkung auf die Gefässmusculatur handelt.

Fehling²⁾ gab Schwangeren 2 Mal täglich 1—2 Esslöffel einer 5procentigen Solutio Kali chlorici mehrere Wochen lang hinter einander, ohne dass ein Nachtheil für Mutter und Kind beobachtet wurde, und konnte im Urin der Mutter und des Kindes mittelst Indigo und schwefliger Säure den Nachweis von Kali chloricum erbringen.

¹⁾ Allg. Wien med. Zeit. 1878.

²⁾ Archiv f. Gynäkologie. Bd. XVI. 1880.

Im Jahre 1876 machte Jaederholm¹⁾ die wichtige Angabe, dass bei der Einwirkung von Kali chloricum auf Blut sich Methaemoglobin bildet.

In der Zeitschrift für Biologie (Bd. XII. 1877. S. 227.) schreibt Jaederholm:

„Ganz auf dieselbe Weise (wie Ferricyankalium und übermangansaures Kali), obschon etwas langsamer, wirkt chlorsaures Kali. Dasselbe muss somit von Preyer's Liste der indifferenten Salze gestrichen werden. Versetzte ich eine Blutlösung mit dem gleichen Volumen einer kalt gesättigten Solution von Kali chloricum und verdünnte zur Controlle eine gleiche Portion derselben Blutlösung mit dem nämlichen Volumen von destillirtem Wasser, so war bei der 14 Stunden hernach vorgenommenen Untersuchung die Controllösung unverändert, dagegen die mit Kali chloricum versetzte braungelb, neutral und zeigte ein Methaemoglobinspectrum mit 4 Streifen, von denen I. bei 17,49 lag und II. so schwach war, dass wenig oder gar kein Oxyhaemoglobin übrig sein konnte.“

Nachdem bis vor Kurzem im Grossen und Ganzen die Ansicht geherrscht, dass das chlorsaure Kali selbst in grossen Dosen vom Organismus ohne Schaden vertragen werde, erschienen im Jahre 1879 zwei hochwichtige Arbeiten von Marchand und Jacobi, in denen über die giftigen Wirkungen des Kali chloricum, namentlich über mehrere Todesfälle in Folge unvorsichtigen Gebrauches desselben berichtet wurde. Es waren zwar bereits früher Angaben über Vergiftungsfälle mit grossen Dosen von chlorsaurem Kali gemacht worden, aber dieselben hatten wenig Beachtung gefunden, theils weil sie so lückenhaft waren, theils weil sehr viele Aerzte selbst nach grösseren Dosen, als in den bekannt gewordenen Unglücksfällen, keine verderblichen Folgen beobachtet hatten, und dann weil es uns an einer Deutung der schädlichen Wirkungen des Mittels fehlte.

¹⁾ Nordiskt Medicinskt Arkiv. VIII. No. 12. 1876. Referirt in Maly's Jahresbericht für 1876.

Es ist das grosse Verdienst von Jacobi in New-York zuerst auf die giftige Wirkung des Kali chloricum durch verschiedene Beispiele hingewiesen zu haben, während wir den exacten Untersuchungen Marchand's die wissenschaftliche Begründung der toxischen Eigenschaft des Mittels verdanken.

Der älteste Fall von Vergiftung mit Kali chloricum, welcher tödtlich endete, ist von Chevallier¹⁾ mitgetheilt worden:

Ein Regenschirmfabrikant von Tulle hatte von einem Droguisten 60 Grm. Magnesia sulfurica verlangt und aus Versehen statt dessen 60 Grm. chlorsaures Kali erhalten, welches er in Päckchen von je 20 Grm. abtheilte. Nach der ersten Dosis, welche er Morgens nüchtern nahm, traten intensive Leibschmerzen auf. Ohne hierauf zu achten, nahm er am anderen Morgen wiederum 20 Grm. im nüchternen Zustande und starb Abends unter heftigen Convulsionen. Sein Körper nahm nach dem Tode eine schiefergraue Farbe an.

Lacombe²⁾ gab einige Monate später über diesen Fall ein gerichtsarztliches Gutachten ab, in welchem wir aber über den Verlauf des Falles nichts Näheres erfahren. Er glaubt, dass der Tod durch übermässiges Purgiren eingetreten sei.

1860 machte Jacobi³⁾ auf die Gefährlichkeit des Kali chloricum in grossen Dosen aufmerksam.

Im folgenden Jahre kam ein Vergiftungsfall mit letalem Ausgang vor, der zur Kenntniss Jacobi's gelangte:

Ein Arzt, Namens Fountain, von Davenport, nahm, um sich über die Wirkungsweise des chlorsauren Kali zu vergewissern, eine Unze davon auf einmal und bezahlte seine Wissbegierde mit dem Leben. Es trat bald Anurie ein und der Tod erfolgte nach 4 Tagen.

Ferris⁴⁾ erzählt folgenden Fall: Ein 26jähriger Irländer, Cornelius Sullivan, nahm aus Versehen Morgens 6 Uhr statt Magnesia sulfurica einen grossen Esslöffel (25 Grm.) Kali

¹⁾ L'ami des sciences 1855 et Journal de chimie medicale. 1855. T. I. 4. sér.

²⁾ Journ. de chimie medic. 1856.

³⁾ Amer. med. Tim. 1861.

⁴⁾ Pacific medic. and surgical Journ. 1873.

chloricum. Am Abend fand ihn der hinzugerufene Arzt livide und an den Lippen, Ohren und Nägeln stark cyanotisch. Am andern Morgen klagte der Kranke, nicht uriniren zu können. Beim Katheterisiren kamen schwarze Blutgerinnsel und eine braunschwarze, kaffeesatzähnliche Flüssigkeit zum Vorschein. Abends erfolgte der Tod. Die Autopsie, welche 16 Stunden post mortem vorgenommen wurde, ist leider nur sehr unvollständig gemacht. So finden wir z. B. die Nieren gar nicht erwähnt, jedoch wird bemerkt, dass der Körper eine dunkelbraune Farbe gezeigt und die Vorhöfe dunkle Coagula enthalten hätten. Dieser Fall ist in mehreren Referaten, so auch in der *Gaz. hebdom.* 1873, p. 469 für eine Blasenblutung gehalten worden.

Küster¹⁾ hat vier Fälle von leichter Mandelentzündung veröffentlicht, von denen zwei binnen wenigen Stunden, nachdem sich Erbrechen, Diarrhoe, schwarzer Urin, beziehungsweise Anurie und Collaps eingestellt hatten, zu Grunde gingen. Diese Fälle, in denen Kali chloricum verabreicht worden war, sind vom Medical examiner, London 1878, Vol. III. und von Jacobi als Vergiftungen mit Kali chloricum gedeutet worden.

Seeligmüller (l. c.) berichtet über eine Vergiftung mit chlorsaurem Kali bei einem 10jährigen, an hochgradiger Rachendiphtheritis leidenden Mädchen. Dasselbe nahm vom 23. bis 28. November 1875 stündlich einen Esslöffel 5procentiger Kali chloricum-Lösung.

Am 28. November wurde, da der Puls nur 60 Mal in der Minute schlug, das chlorsaure Kali nur noch 2stündlich ein Esslöffel voll neben Tokayer und Tinctura Moschi gegeben. Am 29. November, Mittags, nachdem das Kind ca. 80 Gm. chlorsaures Kali in 5 Tagen genommen, fand Seeligmüller die Patientin verfallen aussehend, sie war apathisch und wollte gar nichts zu sich nehmen. So oft sie gezwungen wurde, etwas zu sich zu nehmen, brach sie. Der Tod erfolgte am 7. December, trotzdem einige Tage vorher die diphtheritischen Beläge geschwunden waren.

¹⁾ Deutsche Zeitschrift für practische Medicin 1877.

Dann erwähnt er noch einen 6jährigen Knaben, der wegen Rachendiphtheritis von einem befreundeten Collegen mit grossen Dosen von chlorsaurem Kali behandelt worden und unter fortwährendem Erbrechen und grünlichem Durchfall, sowie gelblicher Verfärbung der Haut nach 11 Tagen zu Grunde ging. Ueber das Verhalten des Urins findet sich leider keine Angabe.

Zum Schluss bemerkt Seeligmüller, dass die unangenehmen Nebenwirkungen des chlorsauren Kali sich vielleicht vermeiden liessen, wenn statt des chlorsauren Kali das chlorsaure Natron angewendet würde.

1877 warnte Jacobi¹⁾ in seinem Aufsätze über Diphtheritis wiederum ausdrücklich vor grossen Gaben von chlorsaurem Kali oder Natron, weil er mehrere sichere Todesfälle nach Einnahme von Kalium- und Natriumchlorat beobachtet habe. Er räth, Kindern von einem Jahre innerhalb 24 Stunden 1 bis 1,5 Grm. in Wasser gelöst jede Viertel- bis halbe oder ganze Stunde, also kleine Dosen, und Erwachsenen nicht über 6 Grm. zu verabreichen.

In dem American Journal of Pharmacy vom Jahre 1878 finden sich auch einige tödtliche Vergiftungen durch chlorsaures Kali erwähnt. Hierunter folgende:

Ein Dr. Kauffmann hatte in einer Büchse eine Quantität des Salzes im Hause vorrätzig und gab hiervon als Prophylacticum gegen die damals stark herrschende Diphtheritis seinen 3 Kindern täglich mehrmals ein. Am 6. November 1877 waren die Kinder allein im Zimmer, begannen Doctor zu spielen und nahmen ungefähr je 14—15 Grm. chlorsaures Kali in krystallinischem Zustande ein.

Das kleinste, ein 2 $\frac{1}{2}$ jähriges Mädchen, bekam Erbrechen, das bis zum Tode anhielt; neben dem Erbrechen bestand Schlafsucht.

Dann berichtet Matthison einen Fall, in dem nach Genuss von 18 Grm. Salz in Lösung am 4. Tage unter fortwährendem Erbrechen Vergiftungserscheinungen auftraten, denen bald der Tod folgte.

¹⁾ Handbuch der Kinderkrankheiten von Gerhardt. 1877. Bd. II.

Kennedy erwähnt dann noch, dass ein Kind nach 14 Grm. chlorsaurem Kali, welches es in Krystallen verschluckte, eines schmerzhaften Todes starb.

Dann hielt Jacobi¹⁾ am 5. Februar 1879 in der medicinischen Gesellschaft zu New-York einen Vortrag über die therapeutischen und schädlichen Wirkungen des chlorsauren Kali.

Dieser Autor, welcher in dem Kali chloricum ein werthvolles Mittel bei Stomatitis erblickt und auch dessen Anwendung bei Diphtheritis für nützlich hält, ohne ihm bei dieser Affection den Rang eines Specificums einzuräumen, drängt wiederum auf Beschränkung der Gabe, indem er seine obigen Angaben über die Dosirung wiederholt und hinzufügt, dass es nicht auf Erzielung starker Allgemeinwirkung, sondern auf fortgesetzte locale Beeinflussung ankomme. Grössere Dosen erzeugen nach ihm nicht allein gastrische Erscheinungen und beeinträchtigen die Herzthätigkeit, sondern werden auch dadurch gefährlich, dass sie Entzündung der Nieren herbeiführen. Dass letzteres der Fall sein kann, zeigen Selbstbeobachtungen von Jacobi, in denen nach einer Einzelgabe von 15 und 20 Grm. Druck und Ziehen in der Lendengegend mit vermehrter Harnabsonderung eintrat, sowie mehrere Vergiftungen mit Kali chloricum, welche in Amerika bekannt geworden waren.

So beobachtete Krackowizer bei einer jungen Dame, welche eine Unze Kali chloricum in Lösung aus Irrthum verschluckt hatte, Auftreten von Nephritis und Tod in 3 Tagen.

In seiner eigenen Praxis sah Jacobi einen Fall, in dem ein Patient aus Versehen 10 Drachmen chlorsaures Natron innerhalb 6 Stunden nahm. Es stellte sich bald diffuse Nephritis mit spärlichem grauen und später schwarzem Harne, dann Anurie, sowie Erbrechen, Diarrhoe, Kopfweh und Coma ein. Im Harn fanden sich reichliche Mengen von Eiweiss und Blut, sowie hyaline und granulirte Cylinder. Der Tod erfolgte in vier Tagen. Die Section ergab acute diffuse Nephritis.

Lewis Smith sah ein 3—4jähriges Kind, welches in einem Tage 3 Drachmen genommen und hierauf wenige Tropfen

¹⁾ The Medical Record 1879.

blutigen Urins liess, in 24 Stunden zu Grunde gehen, während Hall einen Säugling beobachtete, der nach Genuss einer Drachme unter denselben Erscheinungen starb.

Ausführlicher müssen wir auf die sorgfältigen und wichtigen Untersuchungen von Marchand ¹⁾ eingehen, welche vor allem darthun, dass das chlorsaure Kali in grösserer Dosis als ein heftig wirkendes Gift zu betrachten ist, weil Blut durch dasselbe eine Zersetzung erleidet. Die Anregung zu dieser experimentellen Arbeit gaben Marchand mehrere tödtliche Vergiftungen, welche von Kaliumchlorat herrührten.

Der I. Fall, den Marchand erwähnt, ist folgender: Ein 6 jähriger Knabe, welcher an einer leichten Rachendiphtheritis litt, wegen der er mit chlorsaurem Kali behandelt worden (wie gross die Menge des Mittels gewesen war, liess sich nicht feststellen), wurde plötzlich von Erbrechen befallen und starb unter leichten Zuckungen. Bei der Section zeigte das Blut eine eigenthümliche chocoladenbraune Färbung. Die Milz war vergrössert und dunkelchocoladenfarbig. Beide Nieren erschienen verhältnissmässig gross; die Stellulae Verheini enthielten dunkelbraunes Blut. Die ganze Niere hatte bei ziemlich grosser Blässe einen graubräunlichen Anflug, der in der Grenzsicht des Markes am stärksten war. Ausser dieser Intoxication berichtet Marchand noch über vier andere Fälle.

Fall II.: ein 3jähr. Knabe, welcher wegen Stomatitis binnen 20 Stunden wenigstens 10 Grm. Kali chloricum genommen hatte, wurde soporös, delirirte und zeigte dunkelbraunen blutigen Urin mit massenhaften braunen langen Cylindern, genas aber innerhalb 14 Tagen vollständig.

Im III. Falle waren bei einem 3 jährigen Knaben die Erscheinungen einer leichten Rachendiphtheritis nach Gebrauch von ca. 12 Grm Kali chloricum binnen 36 Stunden bald verschwunden und das Allgemeinbefinden, sowie der Appetit völlig gut geworden. Am 3. Tage traten jedoch plötzlich Gehirnerscheinungen mit Erbrechen und dunkelbraunem, stark bluti-

¹⁾ Ueber die Intoxication durch chlorsaure Salze. Virchow's Archiv. Bd. LXXII. 1879.

gem Urin auf. Am 12. Tage erfolgte der Tod unter Krämpfen, nachdem am Tage zuvor ein rothfleckiges, Masern-ähnliches Exanthem sich an den Vorderarmen und den unteren Extremitäten gezeigt hatte.

Die Section (5 h. p. m. vorgenommen) ergab bei normaler Färbung des Blutes Veränderungen in den Nieren, welche auf eine fast vollständige Verstopfung des abführenden Kanalsystems hinwiesen.

Der IV. Fall betrifft einen 6—7jährigen Knaben, welcher wegen leichter Rachendiphtheritis in 30 Stunden ungefähr 25 Grm. Kali chloricum verbraucht hatte und nach einigen Tagen unter Erbrechen und blutiger Urin- und Stuhlentleerung zu Grunde ging.

Im V. Falle wurden bei der Autopsie eines an Melancholie leidenden, unter Erbrechen und icterischen Erscheinungen verstorbenen Mannes, der vielfach Kali chloricum genommen, in den Nieren Veränderungen gefunden, welche mit den von Marchand experimentell hervorgerufenen eine hochgradige Aehnlichkeit darboten.

Schliesslich ist erwähnt, dass Weigert in Leipzig bei der Section eines jungen Mädchens, welches aus Versehen anstatt Carlsbader Salz einen Löffel chlorsaures Kali eingenommen und bald darauf (1—2 Tage später) gestorben war, mit Bluteylindern verstopfte Harncanälchen und eine vergrösserte, dunkelbraune Milz gefunden habe.

Marchand lieferte durch Thierversuche den Nachweis, dass die eigenthümliche Blutbeschaffenheit ebenso wie die Nierenaffection nicht allein durch chlorsaures Kali, sondern auch durch chlorsaures Natron hervorgerufen wird. Wird frisches Blut mit einer Lösung von chlorsaurem Kali oder Natron versetzt, so geht nach einigen Stunden die ursprünglich entstandene hellrothe Farbe in eine dunkelrothbraune über, welche allmählig rein braun wird. Die Haemoglobinstreifen verschwinden, und ein deutlicher Streifen im Roth tritt auf; nach einiger Zeit nimmt das Blut eine syrupöse, fast gallertartige Consistenz an und stellt nach der Erstarrung eine bröckliche Masse von dunkelbrauner Farbe dar, welche sich nicht

in Wasser löst. In diesem Zustande sind die Blutkörperchen noch erhalten, aber blasser, klebrig und erscheinen zu unregelmässigen Klumpen verschmolzen. Diese Masse hat eine ausserordentliche Dauerhaftigkeit und zeigt selbst nach Wochen wenig Veränderung, namentlich geringe Fäulnisserscheinungen. Der Körper, welcher die auffallende braune Färbung des Blutes veranlasst und durch einen Absorptionsstreifen im Roth characterisirt wird, erwies sich als identisch mit dem von Hoppe-Seyler entdeckten Methaemoglobin.

Um derartige Blutveränderungen im lebenden Körper zu erzeugen, gab Marchand einem Hunde von 17 Kilo Gewicht eine Woche lang pro die 10 Grm. Natrium chloricum ohne jegliche Wirkungen. Dann gab er demselben an einem Tage 5 Dosen von je 10 Grm. chlorsaurem Natron. Am andern Tage war das Thier todt. Bei der sehr bald darauf vorgenommenen Section fand man die ganze Blutmasse dünnflüssig und von höchst auffallend dunkelchocoladen- oder Sepia-brauner Farbe, die sich an der Luft nicht änderte. Sämmtliche Organe hatten hierdurch einen eigenthümlich schwärzlich-braunen Anstrich. Die Nieren waren vergrössert (ihre Kapsel glatt), dunkelchocoladenbraun und zeigten auf dem Durchschnitt eine dunkelchocoladenbraune Farbe. Das Mark war sehr wenig heller als die Rinde. In der Blase fand sich ungefähr ein Theelöffel trüber bräunlicher Flüssigkeit, sowie ein bohnen-grosses braungraues Coagulum.

Die microscopische Untersuchung der Nieren ergab in den meisten Harnkanälchen, hauptsächlich der Rinde, durchscheinende homogene bräunlich gefärbte Cylinder, ausserdem zahlreiche anscheinend aus verschmolzenen Blutkörperchen bestehende cylindrische Massen.

Spectroscopisch untersucht zeigte das Blut bei starker Verdünnung schwache Haemoglobinstreifen und einen deutlichen Streifen in der Mitte des Roth.

Dieser Thierversuch zeigt demnach, dass Natrium chloricum in grösseren Dosen giftig ist, indem es eine eigenthümliche Blutalteration mit secundären Veränderungen in den Nieren erzeugt.

Dann beschreibt er unter Anderm einen Versuch, in dem ein Pudel von 8300 Grm. Gewicht in Folge einer Injection von 10 Grm. chlorsaurem Natron in die Bauchhöhle nach Verlauf von 67 Minuten starb. Interessant ist die Beobachtung, dass eine kurz vor dem Tode entnommene Blutprobe, sofort spectroscopisch untersucht, schwache Haemoglobinstreifen und einen dunklen Streifen im Roth zeigte. Die Section ergab ausser der Veränderung des Blutes Nichts von Belang, und sieht Marchand die Blutalteration als Ursache des Todes an. Das Blut verliert nämlich durch Einwirkung der chlorsauren Salze, die Fähigkeit Sauerstoff aufzunehmen, während das Haemoglobin sich zersetzt; dieser Umstand führt den Tod herbei, wenn die Menge des zersetzten Blutfarbstoffes ein gewisses Verhältniss überschreitet, während ein geringer Grad der Blutänderung dagegen ertragen werden kann.

Dann bemerkt Marchand, dass die Angaben von Rabuteau, nach denen, geringe Fehler abgerechnet, genau die eingenommene Menge des Salzes im Urin wiedergefunden werde, ihm vollkommen unbegreiflich erscheine, zumal er eine Reduction des Salzes bei der Einwirkung auf Blut resp. Blutfarbstoff nachgewiesen habe. Als Beweis hierfür giebt er Folgendes an: „Versetzt man eine reine Oxyhaemoglobinlösung (welche mit Argentum nitricum keinen Niederschlag giebt) mit einer Lösung von reinem chlorsauren Kali, so tritt in kurzer Zeit eine vollständige Umwandlung des Blutfarbstoffes in Methaemoglobin ein, so dass schliesslich spectroscopisch die Oxyhaemoglobinstreifen nicht mehr neben dem Methaemoglobinstreifen erkennbar sind. Bei Zusatz von Argentum nitricum entsteht nun eine weissliche Fällung, die offenbar nur durch Chlorkalium hervorgerufen sein kann und welche um so stärker ausfällt, je vollkommener die Umwandlung des Haemoglobins war.“

Darnach ist es nach Marchand kaum Anders möglich, als dass die Umwandlung des Blutfarbstoffs im circulirenden Blute nur durch Reduction des chlorsauren Kali zu Chlorkalium bewirkt wird, d. h. dass das Salz an das Blut, wie an andere organische Substanzen z. B. Eiter, Hefe, Fibrin, wie Binz ge-

zeigt hat, Sauerstoff abgiebt. Dann erwähnt er noch Folgendes:

„Nachweislich ist das Salz bei gefülltem Magen weniger wirksam als bei leerem; es geht offenbar in dem Magen und Darmkanal dieselbe Zersetzung vor sich, so dass bei Anwendung geringer Dosen wahrscheinlich kein, oder doch nur sehr wenig unzersetztes chlorsaures Kali in das Blut übergehen kann. Daraus erklärt sich die häufig beobachtete Unschädlichkeit kleiner, selbst häufig wiederholter Gaben, während dieselben Mengen, in den leeren Magen eingeführt, bereits mehr oder weniger schwere Vergiftungserscheinungen hervorrufen können.“

Auf die Blutkörperchen wirkt nach Marchand ein Zusatz von chlorsaurem Kali oder Natron zunächst nur wie eine andere Salzlösung. Die Blutkörperchen schrumpfen etwas ein, verändern ihre optischen Eigenschaften und bedingen dadurch die bekannte hellrothe Farbe des Blutes unmittelbar bei der Mischung; später quellen sie auf und zeigen die Tendenz, sich zu unregelmässigen Klumpen zusammen zu ballen und bilden eine Art Gallerte, in welcher die Reste der Blutkörperchen indessen noch nachweisbar sind. In gleicher Weise verändern sich auch die Blutkörperchen im Organismus und häufen sich namentlich in der Milz und in den Nieren an und geben dort zunächst Anlass zu Circulationsstörungen. Die Milz schwillt in kurzer Zeit colossal an, während sie sich mit zusammengeballten Blutkörperchen überladet, welche sodann weiteren Veränderungen anheimfallen. Die Nieren zeigen eigenthümliche Veränderungen, welche hauptsächlich in einer Pfropfbildung in den Harnkanälchen bestehen. Diese Affection hat mit der Nephritis haemorrhagica nichts gemein, da jede entzündliche Veränderung im interstitiellen Gewebe fehlt. Die veränderten Blutkörperchen zerfallen in den Organen und bedingen, soweit sie sich der Blutmasse beimischen, eine schwach icterische Färbung der Haut; der Hauptsache aber nach werden die nicht mehr lebensfähigen Blutkörperchen durch die Nieren ausgeschieden.

Ist die Blutveränderung nicht zu intensiv, so kann die Nierenaffection in kurzer Zeit schwinden; die in die Kanälchen

übergetretenen Reste von Blutkörperchen werden in grossen Massen durch den Urin entleert; ist die Blutveränderung aber sehr bedeutend, so kommt es zu einer massenhaften Ansammlung der braunen Zerfallspartikelchen in den Sammelkanälchen des Marks und dadurch zu einer offenbar mechanischen Behinderung der Urinsecretion, endlich zur Urämie.

Da die Chloratintoxication eine so gefährliche ist, glaubt Marchand, es sei rathsam, das Kali chloricum als internes Mittel, wenigstens aus der Kinderpraxis, ganz zu verbannen.

Gegen diesen Schlusssatz trat 1879 (im März) Kobert¹⁾ auf, indem er, gestützt auf seine eigenen Erfahrungen und die vieler alten und neuen Aerzte, das angegriffene Mittel als ein bei richtigem Gebrauche unschädliches und sehr heilsames Agens erklärte.

Einige Jahre später stellte Lebedeff²⁾ unter Marchand's Leitung Untersuchungen über die feinen Veränderungen der Nieren nach Vergiftung mit chlorsauren Salzen an.

Unter dem Titel: „Ein Beitrag zur Casuistik der Vergiftungen mit chlorsaurem Kali“ hat Hofmeier³⁾ im Anschluss an eine von Brandstädter publicirte Beobachtung aus dem Elisabethkrankenhaus zu Berlin eine sehr beachtenswerthe Arbeit veröffentlicht. Nach einer tabellarischen Zusammenstellung der in der Literatur bekannt gewordenen Fälle von Kali chloricum-Vergiftung berichtet er über mehrere neue Intoxicationen, von denen die interessanteste folgende Beobachtung betrifft (es ist dies derselbe Fall, welchen Brandstädter in seiner Berliner Dissertation 1880 verwerthet hat):

Eine 28jährige Frau sollte wegen leichter Angina tonsillaris nach ärztlicher Vorschrift mit einer Solution von Kali chloricum gurgeln. Statt dessen aber verschluckte sie am 23. April 1880 aus grosser Angst vor Diphtheritis in andert-halb Tagen den grössten Theil der Solution (gegen 40 Grm.). Als am 24. April ihr Befinden sich verschlechterte, trank sie,

¹⁾ Zeitschrift f. d. ges. Naturwissenschaften. III. Folge. Bd. IV. 1879. p. 314.

²⁾ Virchow's Archiv. Bd. 91. 1883.

³⁾ Deutsche medicinische Wochenschrift 1880.

dem beliebten Berliner Volksbrauch folgend, zur Heilung ihres Leidens einen Topf ihres eigenen Urins, der sicher grosse Quantitäten unzersetzten Kaliumchlorats enthielt. Als auch dieses heroische Mittel nichts half, und unter Verschlimmerung des Allgemeinbefindens starke wässerige Diarrhoen und blaue Flecke auf den Wangen auftraten, liess sich die Kranke am 25. April ins Spital aufnehmen. Bei ihrer Reception wurde folgender Status aufgenommen: beschleunigte Athmung, frequente Herzthätigkeit und erhöhte Temperatur ($39,8^{\circ}$). Die Conjunctiven und die Haut deutlich icterisch. An beiden Backen eine tief dunkelblaue, auf Druck nicht verschwindende Verfärbung. Diphtheritische Membranen im Rachen nicht nachweisbar. Die Untersuchung der Brust- und Bauchorgane ergab nichts Abnormes, nur war das Epigastrium auf Druck schmerzhaft. In der Nacht vom 25. bis 26. April wurde eine geringe Menge dunkelbraunen Urins mittelst Catheter entleert. Dieser wurde nach längerem Stehen vollkommen schwarz, enthielt viel Eiweiss, gab mit Kalilauge die Heller'sche Blutprobe und enthielt eine grosse Zahl zerstörter Blutkörperchen, sowie gelbe, bräunliche amorphe kurze Schollen. Am 26. April Morgens hatte der Icterus zugenommen. Die blauen Flecke im Gesicht waren vergrössert. Ferner fanden sich solche jetzt auch an Händen und Füssen. Die Schleimhaut der Uvula und der Tonsillen erschien blaugrau verfärbt. Temperatur $39,0^{\circ}$. Die Klagen der Kranken bezogen sich auf Trockenheit im Halse und Durst. Abends war Patientin apathisch und somnolent. Mittelst Katheter wurden, da seit 24 Stunden Anurie bestand, 60 Ccm. dunkelbrauner Urin entleert, welcher ein exquisites Methaemoglobinspectrum zeigte. Eine Blutprobe, durch Nadelstich aus dem Finger entnommen, zeigte eine dunkle, schwarze Farbe und wohlgeformte rothe Blutkörperchen. Abends 12 Uhr (26. April) erfolgte der Tod unter Lungenödem. Die von Lesser ausgeführte Section ergab Folgendes:

Die Farbe der Haut ist intensiv gelb; Wangen und Nachbarschaft intensiv blaugrau verfärbt. Herzblut ohne Stich ins Braune.

Milz erscheint stark vergrössert, braunblau und ist auf dem Durchschnitt eigenthümlich rothbraun.

Die Nieren grösser als normal, von chocoladenbrauner Farbe auf der Oberfläche wie auf dem Durchschnitt. Microscopisch erscheinen die geraden und gewundenen Harncanälchen mit intensiv rothbraunen Cylindern erfüllt.

Das Knochenmark zeigt in der oberen Hälfte des rechten Femur eine intensiv braune Färbung.

Therapeutisch empfiehlt Hofmeier, wenn das Salz eben genommen ist, natürlich die Entleerung des Magens. Hat das Salz aber bereits den Magen passirt, so räth Hofmeier die Darreichung säuerlicher Mittel, wie Citronenlimonade etc., sowie warme Bäder und Analeptica und empfiehlt schliesslich, einen Theil des veränderten Blutes durch Venaesection zu entfernen und durch eine Transfusion von normalem Blute zu ersetzen.

Eine Woche später berichtete Wegscheider¹⁾ in derselben Zeitschrift ebenfalls einen Vergiftungsfall:

Ein 25jähriger, an Magencatarrh leidender Kaufmann erkrankte am 19. August mit leichtem Fieber und Halsschmerzen. Am 20. August nahm er bei leerem Magen in wenigen Stunden zwei Esslöffel (ca. 40 bis 50 Grm.) krystallisirtes Kali chloricum. Den ersten Esslöffel behielt er bei sich; nach dem zweiten erbrach er bald. Am 21. August wurde eine geringe Menge braunrother Urin, der erste seit 24 Stunden, entleert. Derselbe enthielt Haemoglobin und Haematin, sowie eine Unzahl breiter brauner Cylinder. Ordination: Champagner. Im Verlauf der Krankheit traten anhaltendes Erbrechen, leichter Icterus und zahlreiche kupferrothe Flecken auf der Haut auf. Obgleich vorübergehende Besserung eintrat, und der Urin wieder klar wurde, starb Patient am 2. September.

In den Nieren fand Senator caramelähnliche bräunliche Massen und zwar vorzugsweise in den stark erweiterten Gefässen der Marksubstanz und der Zwischenschicht.

Unter der Hofmeier'schen Casuistik befindet sich auch

¹⁾ Deutsche medicinische Wochenschrift 1880.

ein Fall, wo bei einem 1½-jährigen Kinde, welches an Scarlatina und leichter Diphtheritis litt, nach Genuss von 5 Grm. Salz innerhalb 48 Stunden Erbrechen, Entleerung spärlichen dunklen Urines und dunkelkupferrothe Flecke an den Extremitäten auftraten. Der Fall verlief jedoch nicht letal.

Dann berichtet Hofmeier¹⁾ einen Fall von Kali chloricum-Vergiftung, welchen v. Haselberg in seiner Praxis beobachtet hatte:

Ein 1¾-jähriger Knabe hatte wegen Athembeschwerden auf Anrathen eines Droguisten Kali chloricum und zwar aus Missverständniss einen Theelöffel in einem Glas Wasser innerhalb einer Stunde bekommen. Am andern Morgen collapsirte das Kind plötzlich und war bald darauf eine Leiche.

Die von Lesser ausgeführte Section ergab Folgendes: Im Peritonäum, Pleura und Pericard bräunliche Flüssigkeit, welche spectroscopisch 2 Streifen im Grün und einen im Roth zeigte. Das Blut war in den Herzhöhlen und grossen Gefässen auffallend braun und zeigte einen unzweifelhaften Methaemoglobinstreifen. Halsorgane ohne jegliche Veränderung. Oberfläche und Gewebe der Milz dunkelbraun. Das Knochenmark des Oberschenkels bot einen dunklen Farbenton und enthielt wie die Milz eine Unmasse zerfallener Blutkörperchen. In den Nieren fehlte die Infarcirung der Harncanälchen mit Blutkörperchen resp. deren Fragmenten vollständig.

Manouvriez²⁾ schildert folgenden Fall:

Ein Mann von 67 Jahren nahm aus Versehen Morgens 8½ Uhr als Purgans ca. 35 Grm. chlorsaures Kali. Bald darauf erfolgte mehrmals galliges Erbrechen und Stuhlgang. Um 12 Uhr suchte Patient, da er sich schwach fühlte und Schmerzen im Leibe empfand, das Bett auf. Um 2 Uhr befand er sich in elender Verfassung und zeigte blaugedunsene Lippen. Um 4 Uhr erfolgte der Tod, und 18 Stunden später fand die Autopsie statt.

Letztere ergab braunviolette Farbe am Rücken und an

¹⁾ Berliner klinische Wochenschrift 1880.

²⁾ Annal. d'Hygiène publique 1880.

den Seiten. Die Leber war mit dunkelgrünem Blute angefüllt. Im Herzen fand sich schwarzbraunes Blut. Im Urin gelang der qualitative Nachweis von Chlorsäure, im Blute dagegen erschien er fraglich.

Billroth¹⁾ berichtete in demselben Jahre über folgende Vergiftung:

Ein 64jähriger Mann, der seit längerer Zeit an Harnbeschwerden litt, nahm innerhalb 3 Tagen (vom 21.—24. Januar) in kleinen Dosen 45 Grm. Kali chloricum. Am 23. Januar wurde die Lithotripsie an ihm ausgeführt. Am 24. Januar wurde er wegen Harndranges catheterisirt, und zeigte der entleerte Urin eine röthlich braune Farbe. Am zweiten Abend nach der Operation legte sich Patient ohne auffallende Erscheinungen zu Bett und schlief ein. Als die Wärterin um 4 Uhr Morgens das Bett passirte, fand sie ihn todt.

Die Section ergab Folgendes: Die Rindensubstanz des Gehirnes war schmutzig-braun. Das Herz und die grossen Gefässe enthielten flüssiges Blut von ganz eigenthümlich bräunlicher Farbe. Die Milz war dunkelbraun, die Nieren normal.

Billroth sieht den Fall auf Grund der eigenthümlichen Verfärbung des Blutes als eine Vergiftung durch Kali chloricum an und empfiehlt, in Zukunft das Mittel in geringer Dose, höchstens bis zu 3 Grm. pro die, anzuwenden.

E. Ludwig untersuchte das Blut, den Mageninhalt und den Harn mit negativem Erfolge auf Kali chloricum und nahm deshalb an, dass in diesem Falle die gesammte Menge desselben im Organismus reducirt und in Chlorkalium übergegangen wäre. Im Blut fand sich reichlich Methaemoglobin.

Bald darauf erwähnte Brenner²⁾ folgenden Fall:

Ein 38jähriger Beamter, welcher an einer fieberlosen leichten Angina litt, nahm am 7. Dec. 1878 in ca. 15 Stunden ungefähr 30 Grm. Kali chloricum in wässriger Lösung. Am 8. Dec. wurde allgemeiner Icterus ohne Temperatursteigerung

¹⁾ Wiener medicinische Wochenschrift 1880.

²⁾ Wiener medicinische Wochenschrift 1880.

constatirt; ferner trat reichliches Erbrechen von schwärzlichen Massen, diarrhoischer Stuhlgang und spärlicher, schwarzer, eiweisshaltiger Urin auf. In den folgenden Tagen hielt das Erbrechen an; die Milz war vergrössert und schmerzhaft; es zeigten sich tonische und klonische Krämpfe, sowie Anurie. Am 13. Dec. erfolgte der Tod. Die Section wurde nicht gestattet.

Dann erwähnt Brenner folgenden Versuch: Eine Bulldogge von mittlerer Grösse erhielt 15 Grm. Kali chloricum in 3procentiger Lösung. Am andern Morgen fand sich braunschwarzer Urin, und zeigte der Hund fortwährenden Harndrang. Aus dem Urin liessen sich die Teichmann'schen Haeminkrystalle darstellen. Microscopisch liessen sich einige Blutkörperchen, sowie reichliche Detritusmassen nachweisen. In 8 Tagen war das Thier wieder gesund.

Dann berichtete Baginsky¹⁾ über mehrere Fälle von Kaliumchloratvergiftung, von denen einige tödtlich verliefen; so starb ein 18 Monat altes Kind, welches 40 Grm. Kali chloricum in 22 Tagen genommen hatte, sowie ein kleiner Knabe nach Verbrauch von 7,5 Grm. In beiden Fällen kam es zu Albuminurie und bräunlicher Harnverfärbung.

Eine Klosteroberin (la supérieure de Saint Saturnin du Pont d'Euvaux) gab als Geheimmittel gegen Halsleiden aller Art ein Medicament (für 2 Fcs.), welches aus einer Auflösung von 15 Grm. Kali chloricum in 360 Grm. Lindenblüthentheee bestand und von der alle 10 bis 15 Minuten ein Esslöffel genommen werden sollte, sodass in 4 bis 6 Stunden die ganze Mischung genommen wurde. Vier Kinder nahmen wegen Halsweh diese Mischung in 2, 2 $\frac{1}{2}$, 7 und 9 Stunden. Drei starben innerhalb 12 Stunden nach Einnahme des ersten Löffels. Das vierte Kind starb nach 4 Tagen. Da die Fälle nicht genauer beobachtet wurden, seien dieselben hier nicht näher beschrieben. Der Gerichtshof in Saintes verurtheilte die Klosteroberin auf ein Gutachten von Brouardel und l'Hôte²⁾ hin

¹⁾ Archiv für Kinderheilkunde. I. Bd. 1880.

²⁾ Annales d'Hygiène publique 1881.

wegen fahrlässiger Tödtung und unerlaubter Ausübung der Medicin und Pharmacie zu 500 Fcs. Geldbusse.

Gesenius¹⁾ beobachtete auf der inneren Abtheilung von Bethanien folgenden Fall:

Ein 25jähriger Mann, welcher an Heiserkeit ohne Fieber litt, nahm irrthümlich im Verlauf von 13 Stunden am 2. Juli 46,7 Grm. chlorsaures Kali in Substanz. Um 1 Uhr Nachts wurde Patient sehr matt und erbrach mehrmals gallige Massen. Am andern Morgen fiel dem Kranken die pechschwarze Farbe seines Urines auf. Am 4. Juli liess er sich wegen zunehmender Schwäche und völliger Appetitlosigkeit ins Krankenhaus bringen. Dasselbst wurde mässiger Icterus constatirt. Die Temperatur war normal. Der Urin zeigte schmutzig-braune Farbe, enthielt Eiweiss und Haemoglobin, sowie die bereits von Marchand und Hofmeier als pathognomonisch betonten eigenthümlichen, schollenartigen Cylinder. Am 5. Juli Eintritt der Besserung, am 9. Juli bereits ausser Bett und am 15. Juli geheilt entlassen.

Die Möglichkeit, dass grosse Dosen chlorsaures Kali genommen werden können, ohne Haemoglobinurie zu erzeugen, erhellt aus folgender Beobachtung Wiener's, welche Küster²⁾ mitgetheilt hat:

Ein 30jähriger Mann, dem chlorsaures Kali gegen Blasen-catarrh verordnet war, nahm missbräuchlicherweise an einem Abend hiervon mindestens dreimal 10 Grm. in Zuckerwasser, worauf vorübergehend heftige gastrische Störungen, aber keine Albuminurie etc. eintraten.

In demselben Jahre berichtete Satlow³⁾ über einen Fall von Chloratintoxication. Derselbe betrifft einen Knaben von 15½ Jahr, der an leichter Diphtheritis litt und in 36 Stunden ca. 30 Grm. Kaliumchloratlösung verschluckte, worauf in zwei Tagen der Tod eintrat. Nach unbestimmten Vorboten (grosses Schwächegefühl und Anämie) trat unstillbares Er-

¹⁾ Deutsche medicinische Wochenschrift 1882.

²⁾ Berliner klinische Wochenschrift 1881.

³⁾ Jahrbuch für Kinderheilkunde. Bd. XVII. 1881.

brechen grüner Massen und stürmischer Durchfall auf, dem bald Stuhlverstopfung folgte; dann kam es zu icterischer und cyanotischer Verfärbung der Haut, Vergrösserung von Leber und Milz, sowie zur Entleerung kleiner Mengen dunkelbraunschwarzen, syrupösen Harnes, der keine intacten Blutkörperchen, wohl aber Haemoglobincylinder und Körnchen zeigte. Dann trat vollständige Anurie und Collaps ein, während das Bewusstsein bis zum Tode erhalten war. Die Section ergab icterische Verfärbung der Haut, lackfarbiges Blut, vergrösserte Milz und Leber von brauner Farbe, sowie Verstopfung der Harnkanälchen mit Haemoglobinmassen.

Erwähnenswerth ist in diesem Falle Doppelsehen beim Blicken in die Ferne und die Anwendung der Transfusion, welche vorübergehend bedeutende Besserung bewirkte.

Im folgenden Jahre schildert L. Riess¹⁾ einen Fall, in dem nach innerlicher Darreichung von 30 Grm. Kali chloricum (in 2 Stunden) 6 Tage später der Tod eintrat.

Diese Intoxication bietet ein besonderes Interesse dadurch, dass bei Lebzeiten microscopische Veränderungen der rothen Blutkörperchen nachweisbar waren. Ein grosser Theil derselben war nämlich im Haupttheile des Stroma vollständig entfärbt, schloss nur Reste des farbigen Inhaltes in Form von haemoglobingefärbten Kügelchen und Körnchen ein und war kleiner und von elliptischer Form; die Leucocyten waren beträchtlich vermehrt.

Bemerkenswerth ist dieser Fall auch dadurch, dass kurze Zeit nach Einnahme des Kali chloricum Starre der Hände und Füsse, sowie ausgesprochene Krämpfe vorhanden gewesen sein sollen. Die Hauptsymptome der Vergiftung bestanden während der Behandlung im Hospital in Diarrhoe, Erbrechen, icterischer Verfärbung der Haut und fast vollständiger Anurie. Bei der Section fanden sich nicht nur in den Nierenkanälchen, sondern auch in der Milz, Leber und im Knochenmark gefärbte Partikelchen. Ausserdem erwähnt Riess, dass das Blut eines

¹⁾ Berliner klinische Wochenschrift 1882.

Kindes, welches an Kali chloricum zu Grunde gegangen, sauer reagirt habe.

Dann berichten noch Otto und Singer¹⁾ über je einen Todesfall nach grossen Dosen von Kaliumchlorat.

Ferner ist von Tillner²⁾ eine Vergiftung veröffentlicht worden, welche einen kräftigen italienischen Arbeiter betrifft, der wegen Halsschmerzen innerhalb 1—2 Tagen (?) 11,75 Grm. Kali chloricum verbrauchte (wie viel er hiervon schluckte, ist nicht festgestellt) und bald darauf unter epileptischen Krämpfen verschied.

Die Section ergab charakteristische Zeichen einer Vergiftung mit chlorsaurem Kali.

Schliesslich erwähnen wir noch, dass kürzlich Bohn³⁾ aus Königsberg ausführlicher eine Vergiftung durch chlorsaures Kali mitgetheilt hat, in der nach Verbrauch von etwa 60 Grm. (in 36 Stunden) der Tod innerhalb zwei Tagen eintrat. Der Krankheitsverlauf wie die Section boten das der Chloratvergiftung eigenthümliche Bild.

Dann bemerkt er noch, dass ein 40jähriger Patient, der an Cystitis litt, in 14 Tagen 64 Grm. innerlich ohne Störung genommen habe, was zeige, dass mittlere Tagesdosen ungestraft eingeführt werden könnten.

Ausser den hier mitgetheilten Vergiftungsfällen finden sich noch einige andere in der Literatur erwähnt, so z. B. von Broesike und Schadewald; auf diese hier näher einzugehen, erscheint unnöthig, da dieselben weder in ihrem Verlauf, noch bei der Section etwas bemerkenswerth Neues darbieten.

Hiermit schliesse ich den historischen Theil meiner Abhandlung und wende mich zu meinen eigenen Versuchen, welche geeignet sein dürften, manche dunkle Punkte in unserem Wissen über die Wirkungen des chlorsauren Kali aufzuhellen.

¹⁾ Petersburger medicinische Wochenschrift 1882.

²⁾ Wiener medicinische Wochenschrift 1882.

³⁾ Deutsche medicinische Wochenschrift 1883.

B. Eigene Untersuchungen.

IV. Ueber die Ausscheidung und Bestimmung der Chlorate im Menschen- und Hundeharn.

Da die Frage, ob das chlorsaure Kali den Organismus unzersetzt verlässt, so verschieden beantwortet wird, hielt ich es für dringend nothwendig, das Verhalten dieses Salzes im Thierkörper einer sorgfältigen Untersuchung zu unterziehen, um so mehr, da die meisten Autoren das chlorsaure Kali in den verschiedensten Krankheiten empfohlen haben, von der Ansicht ausgehend, dass das Mittel im Organismus leicht reducirt werde, und der hierbei freiwerdende Sauerstoff das therapeutische Agens sei.

Es galt zuerst ein Verfahren zu finden, welches ermöglichte, das chlorsaure Kali neben Chloriden und Perchloraten im Harn von Menschen und Hunden mit hinreichender Sicherheit ohne zu viel Zeitaufwand zu bestimmen.

Nach einigen Versuchen ergab sich, dass die quantitative Bestimmung des chlorsauren Kali im Urin leicht und sicher gelingt, wenn man die Chlorate mit Zinkstaub oder schwefliger Säure behandelt. Die Ueberführung eines chlorsauren Salzes in das entsprechende Chlorid wird hierbei vollständig erreicht.

Ueberchlorsaure Salze können dagegen auf diese Weise nicht reducirt werden.

Will man chlorsaures Kali durch Zinkstaub ¹⁾ reduciren, so

¹⁾ Während bis vor Kurzem chlorfreier Zinkstaub im Handel leicht zu bekommen war, ist dies jetzt schwierig. Meine Versuche sind mit chlorfreiem Zinkstaub, wie er früher im Handel war, angestellt worden. Es gelingt

kocht man das Salz nach Fleissner (Monatshefte f. Chemie. Bd. I.) in wässeriger Lösung mit Zinkstaub eine Stunde lang und bestimmt im Filtrat auf Zusatz von Salpetersäure das Chlor in gewöhnlicher Weise durch Fällung mit Silbernitrat. Fleissner giebt einige Belege an, welche zeigen, dass man auf diese Weise nahezu theoretische Resultate gewinnt. Zahlreiche Controlversuche haben mir die Genauigkeit dieses Verfahrens bewiesen.

Will man Chlorate vermittelst schwefliger Säure quantitativ bestimmen, so verfährt man nach Versuchen, die ich angestellt, zweckmässig folgendermassen:

Man versetzt die wässerige Lösung von chlorsaurem Kali mit Silbernitrat in Ueberschuss und mit nicht zu verdünnter Salpetersäure (so dass die Flüssigkeit ungefähr 3 pCt. enthält), leitet auf dem Wasserbade schweflige Säure ein, erwärmt dann noch einige Zeit, lässt 24 Stunden im Dunkeln stehen, filtrirt und wäscht den Niederschlag mit salpetersäurehaltigem Wasser aus.

Enthält eine Flüssigkeit ausser Chloraten auch Chloride, so gelingt es leicht, beide Substanzen quantitativ zu bestimmen, wenn man die Lösungen theilt. In der einen Hälfte wird das Chlor der Chloride mit Silber direct bestimmt. Die andere Hälfte wird mit Zinkstaub und Essigsäure reducirt oder in stark salpetersaurer Lösung mit schwefliger Säure behandelt. Man kann aber auch die Chloride und Chlorate neben einander in derselben Portion dadurch bestimmen, dass man die Chloride auf Zusatz von Silbernitrat und etwas Salpetersäure (ca. 1 pCt.) ausfällt und das Filtrat mit schwefliger Säure unter neuem Zusatz von Salpetersäure behandelt.

Ich habe mich mehrfach überzeugt, dass eine Lösung von chlorsaurem Kali auf Zusatz von Silber und verdünnter reiner Salpetersäure (5 pCt.) mehrere Tage lang klar bleibt, mithin keine Reduction des Salzes stattfindet; ferner habe ich mich überzeugt, dass hierbei chlorsaures Kali auch nicht oxydirt wird.

indessen Zinkstaub, der geringe Mengen von Chlor (Zinkoxychlorid) enthält, durch Schütteln mit einer Lösung von kohlensaurem Ammoniak von Chlor zu befreien.

Es mögen hier einige Belege folgen, welche zeigen, dass man sowohl mit Zinkstaub, als auch mit schwefliger Säure sehr genaue Werthe erhält.

Versuch I.

0,5 Grm. chlorsaures Kali wurden in 50 Ccm. Wasser gelöst und mit 10 Grm. Zinkstaub eine Stunde lang erwärmt, filtrirt und im Filtrat nach Ansäuern mit Salpetersäure 0,582 Grm. AgCl statt 0,585 Grm. gefunden, welche 0,5 Grm. KClO_3 entsprechen.

Versuch II.

0,5 Grm. Kaliumchlorat wurden in 50 Ccm. Wasser gelöst und nach Zusatz von 2 Ccm. concentrirter Essigsäure und 10 Grm. chlorfreiem Zinkstaub eine Stunde auf dem Wasserbade erwärmt und dann nach Ansäuern mit Salpetersäure durch Silbernitrat die Chloride bestimmt.

Gefunden 0,581 Grm. AgCl = 0,1437 Chlor, statt 0,1446 Chlor.

Versuch III.

0,5 Grm. KClO_3 wurden in 50 Ccm. Wasser gelöst und nach Zusatz von 2 Ccm. concentrirter Schwefelsäure und 10 Grm. Zinkstaub eine Stunde auf dem Wasserbade erwärmt. Das Filtrat ergab nach Ansäuern mit Salpetersäure und Silberzusatz 0,1426 Chlor, statt 0,1445 Grm.

Versuch IV.

0,5 Grm. KClO_3 wurden in 200 Ccm. Wasser gelöst, mit Silberlösung im Ueberschuss und mit Salpetersäure (so dass die Flüssigkeit 4 pCt. davon enthielt) versetzt und nun auf dem Wasserbade mit schwefliger Säure behandelt. Die Menge des Chlorsilbers betrug 0,582 statt 0,585 Grm.

Versuch V.

0,5 Grm. KClO_3 gaben in derselben Weise behandelt 0,5814 AgCl statt 0,585 Grm.

Es gelingt nun leicht, im Harn und zwar im menschlichen die Chlorate neben den Chloriden nach den eben angegebenen Methoden zu bestimmen, und zwar verfährt man folgendermassen: Man bestimmt in einer Portion Menschenharn

die Chloride ohne Veraschen gewichtsanalytisch, indem man den Harn (10 Cem.) mit (ca. 40 Cem.) Wasser verdünnt, mit Silberlösung in Ueberschuss und mit 1 Cem. reiner Salpetersäure versetzt, den Niederschlag auswäscht und nach dem Schmelzen wägt.

In einer anderen Portion bestimmt man die Chloride, nachdem man den Harn (10 Cem.) 4—5 fach verdünnt mit 10 Grm. Zinkstaub unter Zusatz von 10 Cem. fünffach verdünnter Schwefelsäure eine Stunde auf dem Wasserbade erwärmt hat. Im Filtrat bestimmt man nun die Chloride.

Aus der Differenz im Chlorgehalt des Harns vor und nach der Behandlung mit Zinkstaub lässt sich die Menge des vorhandenen gewesenen Chlorates leicht berechnen. Während chlorsaure Salze in einer wässerigen Lösung schon durch Kochen mit Zinkstaub allein reducirt werden, lassen sich chlorsaure Salze im Urin durch Zinkstaub allein nicht bestimmen, sondern zu diesem Behufe muss der Harn mit Zinkstaub und verdünnter Schwefel- oder Essigsäure erwärmt werden.

Will man im Menschenharn die Chlorate mit schwefliger Säure bestimmen, so ermittelt man in einer Portion direct die Chloride gewichtsanalytisch und in der anderen, nachdem in den Harn unter Zusatz von überschüssigem Silbernitrat und Salpetersäure auf dem Wasserbade längere Zeit schweflige Säure eingeleitet worden ist. Die Differenz zwischen der Menge des Chlors im Harn vor und nach der Behandlung mit schwefliger Säure giebt diejenige Menge des Chlors, welche von der Reduction des vorhandenen Chlorates herrührt.

Will man die Chlorate in einem Urin, welcher Eiweiss oder Blut enthält, bestimmen, so muss man denselben vorher von den Albuminstoffen befreien. Dies geschieht am zweckmässigsten in der Weise, dass man den Urin (10—20 Cem.) auf das 10fache verdünnt, aufkocht, mit etwas Zinkacetat und mit reinem kohlensauren Natron bis zur nur noch ganz schwach sauren Reaction versetzt, einige Minuten aufkocht und dann heiss filtrirt. Das Filtrat wird bis auf ca. 50 Cem. eingengt, und dann verfährt man, wie oben für den normalen Menschenharn angegeben worden ist.

Durch die Untersuchungen von R. Gscheidlen und Anderen ist nachgewiesen, dass der menschliche Harn Schwefelcyansäure enthält. Die Menge derselben beträgt nach den Angaben von Gscheidlen und von J. Munk im Liter 0,0225 bis 0,080 Grm. Die Menge der Schwefelcyansäure ist im Menschenharn demnach so gering, dass dieselbe keine irgend wie nennenswerthe Fehlerquelle für die Bestimmung der Chloride und demnach auch für die Bestimmung der Chlorate abgibt.

Will man dagegen die Bestimmung der Chlorate mit grösster Genauigkeit im Menschenharn vornehmen, so kann man nach meinen Erfahrungen zweckmässig folgende zwei Modificationen anwenden:

Man fällt in einer Portion Harn nach schwachem Ansäuern mit Salpetersäure die Chloride mit Silberlösung im Ueberschuss und behandelt das Filtrat in stark salpetersaurer Lösung mit schwefliger Säure in der Wärme. Der hierbei entstehende Niederschlag rührt von dem Chlor her, welches von der Reduction des vorhanden gewesenen Kaliumchlorates her stammt.

Oder man fällt in einer Portion die Chloride in salpetersaurer Lösung mit Silbernitrat aus, erwärmt den gut ausgewaschenen Niederschlag mit Zinkstaub oder einigen Stückchen Zink und etwas verdünnter Schwefel- oder Essigsäure und bestimmt im Filtrat nach Ansäuern mit Salpetersäure die Chloride. Durch Kochen mit Zinkstaub wird das Schwefelsilber, welches von den schwefelhaltigen Körpern des Harns stammte, zersetzt und das Chlorsilber zu metallischem Silber reducirt. Eine andere Portion Harn kocht man nun, um das chlorsaure Salz zu zersetzen, mit Zinkstaub auf Schwefelsäurezusatz und bestimmt im Filtrat die Chloride. Aus der Differenz zwischen der Menge des Chlors, welche beim Behandeln des Silberniederschlags mit Zinkstaub und Essigsäure gefunden wurde, und der Menge des Chlors, welche beim Kochen des ganzen Harnes mit Zinkstaub und Schwefelsäure erhalten wurde, lässt sich die Menge des chlorsauren Kali leicht berechnen.

Es folgen nun einige Versuche, welche zeigen, dass dem

Menschenharn zugesetztes chlorsaures Kali sich neben den Chloriden hinreichend genau quantitativ bestimmen lässt.

Versuch VI.

20 Ccm. Menschenharn gaben auf Zusatz von Silbernitrat in salpetersaurer Lösung 0,373 Grm. AgCl. 20 Ccm. desselben Harnes gaben auf Zusatz von 0,5 Grm. KClO_3 nach Kochen mit Zinkstaub 0,954 Grm. AgCl. Die Differenz im Chlorsilber beträgt 0,581 Grm.

0,581 Grm. rühren demnach von reducirtem Kaliumchlorat her, während 0,585 Grm. $\text{AgCl} = 0,5 \text{ KClO}_3$ hätten gefunden werden müssen.

Versuch VII.

20 Ccm. Menschenharn mit 0,5 Grm. KClO_3 versetzt, gaben bei directer Ausfällung der Chloride 0,324 Grm. AgCl. 20 Ccm. desselben Harnes gaben nach Behandeln mit schwefliger Säure 0,904 Grm. AgCl. Die Differenz im Chlorsilbergehalt vor und nach dem Behandeln mit schwefliger Säure beträgt 0,580 AgCl, statt 0,585 AgCl, welches verlangt wurde.

Versuch VIII.

20 Ccm. Menschenharn wurden mit 0,5 Grm. KClO_3 versetzt. Das Filtrat vom Chlorsilberniederschlag gab nach Behandeln mit schwefliger Säure 0,583 Grm. AgCl statt 0,585 Grm., die berechnet waren.

Dass im Menschenharn die schwefelhaltigen Körper die Bestimmung der Chloride in nicht nennenswerther Weise stören, geht auch aus folgendem Versuch hervor.

Versuch IX.

100 Ccm. Menschenharn enthielten, direct nach Volhard bestimmt, 1,140 Grm. Chlornatrium und nach dem Kochen mit Zinkstaub und Essigsäure, wodurch die schwefelhaltigen Körper zersetzt werden, 1,131 Grm. Chlornatrium.

Will man im Hundeharn nur die Chlorate und nicht auch die Chloride bestimmen, so ist es zweckmässig, den Harn mit

überschüssigem Silber und etwas Salpetersäure zu versetzen, im Filtrat die Chlorate nach Salpetersäurezusatz mittelst schwefliger Säure in die Chloride umzuwandeln und als Chlorsilber zu wägen.

Die Bestimmung des chlorsauren Kali neben den Chloriden lässt sich dagegen im Hundeharn nur unter Berücksichtigung gewisser Modificationen vornehmen, da in diesem Harn namentlich nach Fleischfütterung schwefelhaltige Körper wie unterschweflige Säure und Sulfocycansäure vorkommen, welche auf Zusatz von Silberlösung und kalter Salpetersäure als Schwefel- oder Schwefelcycansilber mit dem Chlorsilber niederfallen und so für letzteres unrichtige und zwar zu hohe Werthe geben.

Um die Volhard'sche Methode für die Bestimmung der Chloride im Hundeharn brauchbar zu machen, empfahl Salkowski, den Hundeharn nach dem Silberzusatz mit Salpetersäure (10 Harn + 10 Silberlösung + 25 Ccm. Salpetersäure + 25 Ccm. Wasser etc.) aufzukochen und nach dem Erkalten dann wie gewöhnlich zu verfahren. Salkowski erhitzt den Harn mit Salpetersäure, um hierdurch die Beimischung von Schwefel- und Schwefelcycansilber zum Chlorsilber zu vermeiden und glaubt, auf einige Versuche gestützt, dass die Volhard'sche Methode in dieser Weise ausgeführt für den Hundeharn richtige Resultate giebt.

Da ich im Hundeharn chlorsaure Salze neben Chloralkalien mit Zinkstaub bestimmen wollte, musste festgestellt werden, welchen Einfluss das Behandeln mit Zinkstaub und verdünnter Schwefelsäure oder Essigsäure auf normalen Hundeharn, in dem man die Chloride bestimmen will, ausübt.

Zu diesen Versuchen diente stets ein und derselbe Hund; er erhielt als Nahrung entweder Pferdefleisch oder Reis, Fibrin und Fett.

Versuch X.

Das Thier, welches seit mehreren Tagen pro die ein Kilo Pferdefleisch bekam, liess in 24 Stunden 590 Ccm. Harn.

Der Harn enthielt:

Ohne Erhitzen mit Salpetersäure titirt	0,280 pCt. ClNa		
Nach dem Erhitzen mit Salpetersäure			
wie Salkowski angegeben	0,244	"	"
Mit Zinkstaub und verdünnter Schwefel-			
säure gekocht	0,148	"	"
Mit Soda eingedampft und mit Salpeter			
geschmolzen	0,141	"	"

Versuch XI.

Am folgenden Tage liess der Hund bei 1 Kilo Fleisch-
nahrung 640 Ccm. Harn.

Der Harn enthielt:

Ohne Erhitzen mit Salpetersäure titirt	0,344 pCt. ClNa		
Nach Erhitzen mit Salpetersäure . . .	0,316	"	"
Mit Zinkstaub und verdünnter Schwefel-			
säure gekocht	0,193	"	"
Mit Zinkstaub und verdünnter Essig-			
säure gekocht	0,196	"	"
Mit Soda und Salpeter geschmolzen . .	0,189	"	"

100 Ccm. dieses Harns wurden mit 20 Ccm. Salpetersäure und 40 Ccm. Silberlösung versetzt; der Niederschlag, welcher ganz schwarz war, wurde nach dem Auswaschen mit Wasser über Schwefelsäure getrocknet und dann mit Soda und Salpeter vorsichtig geschmolzen. Die Schmelze wurde in Wasser gelöst und von dem metallischen Silber getrennt. Die wässerige Lösung der Schmelze wurde mit Salpetersäure nach Zusatz von Silberlösung aufgeköcht (um etwaige salpetrige Säure zu entfernen) und dann nach dem Erkalten wie gewöhnlich titirt. Die Schmelze enthielt 0,195 pCt. ClNa. Das aus der Schmelze rückständige Silber löste sich klar in Salpetersäure und entsprach 0,348 pCt. ClNa.

Diese Versuche zeigen, dass es Hundeharn giebt, in dem die Chloride sich nicht nach der von Salkowski angegebenen Modification der Volhard'schen Methode bestimmen lassen, da der beim Titriren erhaltene Silberniederschlag auch nach

dem Aufkochen mit Salpetersäure ausser Chlorsilber noch andere in Salpetersäure unlösliche Silberverbindungen in erheblicher Menge enthalten kann, wodurch der Chlorgehalt viel (mehr wie 50 pCt.) zu hoch ausfällt. Im Uebrigen durfte ich mich bei meinen Versuchen der Salkowski'schen Modification schon deshalb nicht bedienen, weil chloresäures Kali beim Kochen mit starker Salpetersäure nicht ganz unzersetzlich ist.

Es folgt nun ein Versuch, welcher zeigt, dass es Hundeharn geben kann, in welchem sich vermittlels der von Salkowski vorgeschlagenen Modification die Chloride hinreichend genau bestimmen lassen.

Versuch XII.

Der Hund erhielt Fibrin, Reis, Fett und ein wenig Kochsalz.

Der Harn enthielt:

Ohne Erhitzen mit Salpetersäure . . .	0,250 pCt. ClNa
Nach Erhitzen mit Salpetersäure . . .	0,226 " "
Mit Soda und Salpeter geschmolzen .	0,231 " "

Will man im Hundeharn Chlorate neben Chloriden vermittelst Zinkstaub bestimmen, so verfährt man zweckmässig folgendermassen:

Eine Portion Harn versetzt man mit Silberlösung in Ueberschuss und dann mit ein wenig Salpetersäure; der Niederschlag wird mit Wasser ausgewaschen, mit Zinkstaub oder Zink und verdünnter Schwefel- oder Essigsäure erwärmt, und im Filtrat werden die Chloride mit Silber auf Salpetersäurezusatz bestimmt. Eine andere Portion Harn kocht man, um das chloresäure Kali zu zersetzen, mit Zinkstaub und verdünnter Schwefelsäure und bestimmt im Filtrat die Chloride.

Aus der Differenz zwischen der Menge des Chlors, welche beim Behandeln des Silberniederschlags mit Zinkstaub und Essigsäure gefunden wird und aus der Menge des Chlors, welche beim Kochen des ganzen Harnes mit Zinkstaub und Schwefelsäure erhalten wird, lässt sich die Menge des chloresäuren Kali leicht berechnen.

Will man im Hundeharn die Chlorate neben Chloriden mit

schwefliger Säure bestimmen, so fällt man die Chloride in schwach salpetersaurer Lösung durch Silber aus, im Filtrat reducirt man dann die Chlorate mit schwefliger Säure wie angegeben; der Niederschlag, welcher bei der directen Ausfällung der Chloride erhalten wird, wird nach dem Auswaschen mit Zinkstaub und verdünnter Essigsäure erwärmt, filtrirt und im Filtrat die Chloride mit Silber bestimmt. Die Menge des Chlorsilbers, welche hierbei gewonnen wird, entspricht den im Harn enthaltenen ursprünglichen Chloriden.

Als Beweis, dass man im Hundeharn die Chlorate und Chloride neben einander bestimmen kann, seien folgende Versuche angeführt.

Versuch XIII.

20 Ccm. Hundeharn wurden mit 0,5 Grm. KClO_3 und dann auf Zusatz von Silberlösung im Ueberschuss mit Salpetersäure versetzt. Das Filtrat mit schwefliger Säure behandelt, gab 0,582 AgCl statt 0,585 AgCl., welches verlangt war.

Versuch XIV.

20 Ccm. Hundeharn wurden mit 4 Ccm. Salpetersäure und Silberlösung im Ueberschuss versetzt. Der Niederschlag wurde mit Zinkstaub und Essigsäure erwärmt und ergab die Bestimmung der Chloride im Filtrat nach Ansäuern mit Salpetersäure 0,161 Grm. AgCl. 20 Ccm. dieses Harnes gaben nach Kochen mit Zinkstaub und verdünnter Schwefelsäure 0,163 Grm. AgCl.

20 Ccm. desselben Harnes wurden mit 0,5 Grm. KClO_3 versetzt und dann mit Zinkstaub und Schwefelsäure eine Stunde auf dem Wasserbade erwärmt. Im Filtrat wurden die Chloride bestimmt und hierbei 0,743 AgCl gefunden. 0,581 AgCl stammen demnach vom reducirten KClO_3 her, an Stelle von 0,585 Grm. AgCl, welches 0,5 Grm. KClO_3 entspricht.

Will man Urin qualitativ auf Chlorate prüfen, so färbt man den Urin mit Indigolösung blau, fügt dann ein wenig Schwefelsäure hinzu und tropft vorsichtig eine Lösung von schwefliger Säure oder eines schwefligsauren Alkalis zu.

Ist Chlorsäure vorhanden, so entfärbt sich das Gemisch augenblicklich durch das frei gewordene Chlor.

Es folgen nun einige Versuche, welche die Frage zu entscheiden suchen, ob dem Organismus zugeführtes Kaliumchlorat im Urin vollständig ausgeschieden wird.

Versuch XV.

Innerhalb 5 Stunden nahm ich (jede Stunde in 50 Cem. je 1 Grm.) 5 Grm. KClO_3 . Im Urin, welcher 24 Stunden nach Einnahme der letzten Portion Salz gelassen, wurde die Bestimmung des chlorsauren Kali nach Ausfällung der Chloride durch Behandeln mit schwefliger Säure vorgenommen und betrug die Menge desselben 4,62 Grm.

Versuch XVI.

Ich nahm bei vollem Magen 3 Grm. KClO_3 auf einmal und fand durch Kochen mit Zinkstaub im Urin (in den nächsten 24 Stunden) 2,7 Grm. wieder.

Versuch XVII.

Ich nahm 1 Grm. KClO_3 in 50 Cem. Wasser und fand in dem Urin der nächsten 10 Stunden 0,91 Grm. KClO_3 wieder.

Versuch XVIII.

Ich nahm 0,05 Grm. KClO_3 und konnte nach einer Stunde sowohl im Harn als im Speichel auf Zusatz von Indigolösung, ein wenig Schwefelsäure und etwas schwefligsaurem Natron unzersetztes Kaliumchlorat nachweisen.

Ich bemerke noch, dass in dem Speichel vor Einnahme des chlorsauren Kali Indigolösung durch schweflige Säure nicht entfärbt wurde.

Diese Versuche, welche am gesunden Menschen angestellt wurden, zeigen demnach, dass das Salz den Organismus zum weitaus grössten Theil unzersetzt verlässt.

Es war nun von Interesse, die Ausscheidung des chlorsauren Kali auch unter pathologischen Verhältnissen zu prüfen und zwar gerade bei der Affection, bei der sich das Kali chloricum am meisten bewährt, ich meine die Stomatitis mercurialis.

Versuch XIX.

Die mit Syphilis behaftete 21jährige Anna G., welche an hochgradiger mercurieller Stomatitis (starker Foetor ex ore, zahlreiche Geschwüre an den Zungenrändern und der Wangenschleimhaut und Speichelfluss) erkrankt war, nahm am 10. August 1883 von früh 6 Uhr bis Abends 6 Uhr ein Gurgelwasser von 5 Grm. KClO_3 : 200,0 Aq. dest. und schluckte nach längerem Gurgeln dasselbe herab. Bis zum 11. August Abends 6 Uhr wurden 1960 Ccm. Harn entleert. Zu dem Harn wurde gleichzeitig der während dieser Zeit sorgsam gesammelte Speichel hinzugefügt. In diesem Gemische befanden sich 17,34 Grm. Kochsalz. Die Menge des wiedergefundenen chlorsauren Kali im Urin und Speichel betrug 4,54 Grm.

Dieser Versuch beweist demnach, dass das chlorsaure Kali sich auch bei Stomatitis mercurialis nachweisbar nicht wesentlich anders verhält, als im gesunden Organismus, wobei allerdings nicht geleugnet werden soll, dass Kali chloricum in Berührung mit fauligen Geschwüren der Mundhöhle eine theilweise Reduction erleidet; die Reduction aber dürfte eine so geringe sein, dass wir dieselbe nicht nachweisen können.

Versuch No. XVI. zeigt, dass das Kali chloricum bei gefülltem Magen nicht in höherem Grade zersetzt wird, als bei leerem, wie vielfach behauptet wird auf die Thatsache hin, dass dasselbe bei leerem Magen sich besonders schädlich erweist, eine Thatsache, die man sich einfach durch die Annahme, dass das Kali chloricum durch den Inhalt des Magen- und Darmkanals bereits eine Zersetzung erleide, zu erklären suchte. Hätte man die Ausscheidung des chlorsauren Kali einmal bei leerem und einmal bei gefülltem Magen quantitativ verfolgt, so würde man gefunden haben, dass auch bei gefülltem Magen annähernd eben so viel Kali chloricum ins Blut übergeführt wird, als bei leerem Magen.

Da aus den Versuchen am Menschen unzweifelhaft hervorgeht, dass das chlorsaure Kali zum weitaus grössten Theile unverändert ausgeschieden wird, die Frage aber, ob nicht doch in geringem Grade eine partielle Reduction stattfinde, un-

erledigt war, so setzte ich Hunde längere Zeit auf gleiche Nahrung, gab ihnen chlorsaures Kali und bestimmte während der Versuchszeit sowohl die Menge der Chloride als der Chlorate. Die Chloride wurden nach der Volhard'schen Methode bestimmt und zwar ohne Kochen mit Salpetersäure. Die Volhard'sche Methode giebt im Hundeharn keine genauen Werthe, da das Chlorsilber mit Schwefelsilber verunreinigt niederfällt; für unsere Zwecke, wo es einfach auf eine Vergleichung der Werthe ankam, war sie indessen verwendbar.

Titirt man nach Volhard die Chloride in einer Flüssigkeit, welche gleichzeitig chlorsaures Salz enthält, so ist es nothwendig, sofort, nachdem man ein wenig Eisenammoniakalaun zugesetzt hat, den Silbergehalt durch Titiren mit Rhodanlösung rasch zu bestimmen und die eine Weile bleibende röthliche Färbung als Endpunkt der Reaction zu nehmen, da die röthliche Färbung nach einiger Zeit durch Reduction des chlorsauren Salzes verschwindet.

Versuch XX.

Ein 9 Kilogramm schwerer Hund erhielt täglich 500 Grm. Pferdefleisch.

Tabelle I.

Nummer des Versuchstages.	Harnmenge.	ClNa	KClO ₃ zugeführt.	KClO ₃ ausgeschieden.	Bemerkungen.
1.	390	0,362	—	—	Die Harnmenge eines Versuchstages umfasst den Harn, der tägl. Morgens 10 Uhr vorgefunden wurde.
2.	240	0,172	—	—	
3.	470	1,330	—	—	
4.	340	0,663	—	—	
5.	410	0,582	—	—	
6.	300	0,524	—	—	
7.	280	0,266	4 h. Mitt. 15 Grm. in Pferdefleisch.	—	
8.	660	1,549	—	14,3 Grm.	
9.	580	0,495	—	0,2 Grm.	
10.	420	0,210	6 h. Mitt. 20 Grm. in Pferdefleisch.		
11.	690	1,645	—	nicht bestimmt.	
12.	420	0,230	—	1,9 Grm.	

In diesem Versuche wurden von 15 Grm. eingeführtem Kaliumchlorat 14,5 wiedergefunden. Die Menge der Chloride stieg nach der Zufuhr von Kali chloricum (8. Versuchstag) beträchtlich, und würde man demnach anscheinend berechtigt sein, eine Zunahme der Chloride durch Reduction von KClO_3 anzunehmen. Die Vermehrung des Chlornatrium an dem Tage nach der Salzzufuhr beträgt aber mindestens 1 Grm., welches mehr als 2 Grm. reducirtem chlorsaurem Kali entspricht. Die Vermehrung der Chloride kann demnach mit Sicherheit zum grösseren Theile nicht von reducirtem chlorsauren Kali herrühren, sondern erklärt sich, wie wir dies noch später ausführlicher zeigen wollen, aus der von Bunge ermittelten Thatsache, dass der Genuss von Kalisalzen dem Organismus Chlornatrium in nicht unbedeutlicher Menge entzieht.

Versuch XXI.

Es wurde mit einem Hunde, welcher 500 Grm. Fleisch täglich erhielt, folgendes Experiment angestellt.

Tabelle II.

Nummer des Versuchs- tages.	Harn- menge.	ClNa.	KClO_3 -zufuhr.	KClO_3 -ausscheidung.
1.—2.	440	1,616	—	—
3.—4.	820	2,715	Am 3. Tage Abends 6 Uhr 8 Grm. und am 4. 3 Uhr 7 Grm.	14,3 Grm.
5.—6.	530	0,840	—	0,17 Grm. am 5. Tage.
7.—8.	550	1,740	—	—

In diesem Versuche wurden mithin 14,47 Grm. KClO_3 wiedergefunden. Ferner tritt nach der Zufuhr von chlorsaurem Kali eine Vermehrung der Chloride auf, der bald eine deutliche Abnahme folgt.

Versuch XXIIa.

Ein Hund von 10 Kilo Gewicht erhält täglich 500 Grm. Pferdefleisch und in 5 Tagen 100 Grm. chlorsaures Kali. Näheres in der folgenden Tabelle.

Tabelle III.

Nummer des Versuchstages.	Harnmenge.	ClNa.	KClO ₃ -zufuhr.	KClO ₃ -ausscheidung.	Bemerkungen.
1.	380	1,90	—	—	Die 24 stündige Urinmenge umfasst diejenige Menge, welche jeden Abend 6 Uhr in der unter dem Käfig stehenden Schale vorgefunden wurde.
2.	450	1,02	—	—	
3.	250	0,68	—	—	
4.	140	0,59	—	—	
5.	700	3,06	Abends 6 h. u. 10 h. je 10 Grm. in je 250 Grm. Fleisch.	24,1	
6.	435	1,05	12 h. Mittags u. 6 h. Abends je 12 Grm. in 250 Grm. Fleisch.	14,7	Urin grüngelb dunkel, enthält Spuren von Eiweiss.
7.	675	1,66	12 h. u. 6 h. je 10 Grm.	19,8	
8.	400	0,99	12 h. u. 6 h. je 10 Grm.	14,6	
9.	535	1,087	12 h. u. 6 h. je 10 Grm.	16,8	
10.	305	0,28	—	3,2	Harn klar, eiweissfrei.
11.	460	0,18	—	—	

In Summa wurden mithin 93,2 Grm. chlorsaures Kali statt 100 Grm., welche eingeführt wurden, entleert.

Versuch XXIIb.

Nachdem das Thier 8 Tage lang nur seine gewohnte Fleischportion bekommen und anscheinend ganz munter war (auch während der Zufuhr von 100 Grm. Kali chloricum innerhalb 5 Tagen erschien das Allgemeinbefinden des Thieres unverändert), erhielt es nach 24 stündigem Fasten Morgens 8 Uhr 20 Grm. KClO₃ in 400 Ccm. Wasser; am anderen Tage wurde das Thier todt im Kasten gefunden. Die Section ergab: Blut von dunkel chocoladenbrauner Farbe, Milz vergrößert und von schwarzbrauner Farbe, Leber dunkelbraun. Nieren vergrößert und dunkelschwarzbraun. In der Blase befand sich dunkelbraune Flüssigkeit. Das Blut zeigte spectroscopisch bei starker Verdünnung zwei schwache Haemoglobinstreifen und einen deutlichen Streifen im Roth.

Aus Tabelle III. erhellt, abgesehen davon, dass sehr beträchtliche Mengen von chlorsaurem Kali vom Organismus bei vollem Magen vertragen werden können, dass nach Kali chloricum-zufuhr nur vorübergehend eine Vermehrung der Chloride

stattfindet. Wird die Kali chloricum-zufuhr längere Zeit fortgesetzt, so sinken dagegen die Chloride unter die Norm. Die nach der ersten Zufuhr von KClO_3 aufgetretene, nicht unbeträchtliche Steigerung im Kochsalzgehalt muss demnach sicherlich zum grössten Theile von Chlor herrühren, welches dem Organismus durch die Zufuhr von Kalisalz entzogen worden ist, denn an den folgenden Tagen nahm die Ausscheidung der Chloride trotz reichlichen Genusses von chlorsaurem Kali nicht zu und wohl deshalb, weil das Kalisalz nicht mehr im Stande war, dem kochsalzarmen Körper auf die Dauer grössere Mengen von Kochsalz zu entziehen. Die Thatsache, dass unter dem fortwährenden Gebrauche von KClO_3 der Gehalt der Chloride im Urin abnimmt — wie dies vorstehende Tabelle lehrt — spricht nicht dafür, dass das Kali chloricum im Organismus irgend eine nennenswerthe Reduction erleidet.

Tabelle IV.

g.	Futter.	Salzzufuhr.	Harn- menge.	ClNa.	Bemerkungen.
	Futter täglich 50 Grm. trockenes Fibrin, 150 Grm. gekochter Reis und 50 Grm. ausgelassenes Fett. 750 Grm. Pferde- fleisch. 750 Grm. Pferde- fleisch. bisher. Nahrung fällt weg.	—	220	0,098	Thier scheidet im Ganzen 14,7 Grm. KClO_3 aus. Der Silberniederschlag wurde mit Zinkstaub gekocht u. ergab 0,448 Grm. u. 0,460 Grm. ClNa. Der Harn mit Soda und Salpeter geschmolzen ergab 0,81 ClNa. Der Urin mit Soda und Salpeter geschmolzen gab 0,661 ClNa, am folgenden Tage 0,279 ClNa. Mit Soda und Salpeter geschmolzen gab der Harn 0,26 ClNa und am folgenden Tage 0,528 ClNa.
		—	250	0,110	
		—	200	0,120	
		6 Grm. Kali chloric.	430	} 0,542	
		10 Grm. Kali chloric.	220		
		—	620	0,578	
		—	310	0,172	
		10 Grm. Kali nitric.	450	0,900	
		—	260	0,208	
		12 Grm. Natron nitric.	220	0,440	
		—	330	0,280	
		6 Grm. Kochsalz.	290	0,724	
		—	290	0,296	
		—	330	0,375	
		—	400	0,60	

Diese Tabelle zeigt uns, dass von 16 Grm. eingeführtem Kaliumchlorat der Hund 14,7 Grm. wieder ausschied. Nach der Zufuhr von chlorsaurem Kali tritt eine deutliche Vermehrung der Chloride auf und zwar bei einem Thiere, dessen Organismus in Folge von Genuss möglichst salzfreier Nahrung in möglichst hohem Grade salzarm ist. Um zu entscheiden, ob diese Vermehrung durch eine Reduction von Kali chloricum bedingt sei, gab ich ein anderes (chlorfreies) Kalisalz, Kali nitricum und zwar 10 Grm., eine Menge, deren Kaligehalt 16 Grm. KClO_3 entspricht. Es trat auch hiernach eine beträchtliche Zunahme der Chloride auf.

Zufuhr eines Natronsalzes (12 Grm. Natrium nitricum) bewirkte, dem Organismus einverleibt, eine nachweisbare, aber nur geringe Steigerung der Kochsalzausscheidung.

Interessant erscheint das Ende des Versuches, wo das kochsalzarme Thier ausser seiner bisherigen kochsalzarmen Nahrung 6 Grm. Kochsalz erhielt und in den nächsten 48 Stunden nur 0,94 Grm. ausschied, mithin fast alles Kochsalz (85 pCt.) zurückhielt.

Da in den Versuchen von Rabuteau und Isambert fast alles zugeführte Kali chloricum wiedergefunden wurde, so leugnen diese Autoren jedwede Reduction des chlorsauren Kali im Organismus, weil sie annehmen, dass der sehr geringe Theil von Kali chloricum, der im Harn nicht wieder erscheint, theils innerhalb der Fehlergrenzen der Methode liegt, theils durch Speichel und andere Secrete abgesondert wird und dadurch dem Nachweis entgeht. Meine Versuche zeigen ebenfalls, dass der weitaus grösste Theil von einverleibtem Kali chloricum im Urin unverändert erscheint, und es würde, wenn das Kali chloricum nicht ein so höchst eigenthümliches Verhalten zum Blute zeigte, der Schluss unbedingt gerechtfertigt sein, dass dasselbe den Organismus in seiner Totalität unverändert passire, da es am nächsten liegt, für das Fehlen der geringen Mengen eine Erklärung im Sinne von Rabuteau heranzuziehen. Für die Annahme, dass das Kali chloricum den Organismus völlig unzersetzt verlasse, scheinen besonders die Versuche zu sprechen, in denen nach Zufuhr sehr geringer Mengen chlorsauren Salzes (z. B.

0,05 Grm.) sich sowohl im Urin, als im Speichel deutlich Chlorsäure erkennen lässt.

Trotzdem aber, dass nach Zufuhr von 1 Grm. chlorsaurem Kali 0,91 Grm. wiedergefunden wurden, trotzdem, dass nach Einfuhr von 0,05 Grm. im Urin und Speichel Chlorsäure deutlich nachweisbar ist (cfr. Versuch No. XVII. und XVIII.), müssen wir mit Rücksicht darauf, dass lebendes Blut Chlorate reducirt, den Satz aufstellen, dass das Kali chloricum eine theilweise Reduction im Organismus erleidet. Diese partielle Reduction ist um so beträchtlicher, je grösser die Menge des zugeführten Salzes ist, und um so geringer (ja unter Umständen nicht mehr nachweisbar), je kleinere Quantitäten zugeführt werden. Das Verhalten des chlorsauren Kali im Organismus widerspricht der herrschenden Anschauung, dass Stoffe, die einer Zersetzung im Organismus fähig sind, nur dann im Urin erscheinen, wenn sie in grosser Menge dem Körper einverleibt werden, und dass mit der Grösse der Zufuhr proportional eine vermehrte Ausscheidung der Substanz durch den Urin einhergeht.

Nehmen wir z. B. geringe Mengen von Alcohol oder Glycerin zu uns, so werden diese Substanzen völlig zersetzt und erscheinen im Urin nicht. Werden dagegen diese Stoffe in sehr grosser Menge dem Körper zugeführt, so geht ein Theil derselben unverändert in den Urin über und zwar ist der Uebergang um so grösser, je bedeutender deren Anhäufung im Blute war.

Wir werden in dem Abschnitt, welcher sich mit den Veränderungen, die das chlorsaure Kali in Gegenwart von Blut erleidet, befasst, noch näher auf dieses höchst eigenthümliche Verhalten eingehen.

V. Ueber den Einfluss des chlorsauren Kali auf den Eiweissumsatz im Körper.

Das chlorsaure Kali ist trotz seiner umfangreichen Anwendung in der Therapie und trotz der Annahme, dass es im Organismus leicht reducirt werde, bisher noch nicht Gegenstand exacter Untersuchungen hinsichtlich seiner Einwirkung auf den thierischen Stoffwechsel gewesen.

Es liegt zwar eine Beobachtung von Fouilhoux¹⁾ vor; dieselbe verdient aber keine weitere Beachtung, da sie ohne Berücksichtigung der bei solchen Versuchen unerlässlichen Cautelen angestellt ist. Fouilhoux giebt nämlich einfach an, dass nach Darreichung von 5 Grm. Kali chloricum die Harnstoffmenge von 24,62 Grm. am anderen Tage auf 18,81 Grm. gesunken sei. Auf Grund dieser Angabe bezeichnet Rabuteau in seinen „*Elements de thérapeutique*“ das Kali chloricum als „un modérateur de la nutrition“.

Es schien daher von Interesse, die Frage zu entscheiden, ob unter dem Einfluss dieses Salzes die Zersetzungsproducte im Organismus eine Veränderung erleiden oder nicht. Zur Beantwortung dieser Frage bediente ich mich des zuerst von Voit bei dergleichen Experimenten angewandten und allein anwendbaren Verfahrens, die Versuchsthiere mit gleichmässiger Nahrung ins Stickstoffgleichgewicht zu bringen.

War die Stickstoffausscheidung mehrere Tage hindurch gleichmässig geblieben, dann wurde an einem oder mehreren Tagen zur täglichen Nahrung eine gewogene Menge Kali

¹⁾ Fouilhoux, *Essais sur les variations de l'urée*, thèse de Paris 1874, citirt nach Rabuteau, 1875, p. 216.

chloricum hinzugefügt, um festzustellen, ob die etwa beobachtete Veränderung im Eiweisszerfall wirklich durch das zugeführte Salz oder durch eine anderweitige Veränderung des Körperzustandes hervorgerufen sei. Zur Bestimmung des Stickstoffs im Urin bediente ich mich der von Pflüger modificirten Liebig'schen Methode, welche im Wesentlichen darin besteht, dass man die zur Ausfällung des Harnstoffs nöthige Mercurinitratmenge in einem Strahl „continuirlich“ zusetzt und dann möglichst rasch auf einmal nahezu neutralisirt. Diese von Pflüger angegebene stetige Methode der Titration des Harnstoffs mit Quecksilberlösung ist etwas umständlich, aber zur Erlangung genauer Resultate fast unumgänglich nothwendig.

Ich bemerke noch, dass der Urin bei der Titrirung mit Wasser so weit verdünnt wurde, dass er einer 2 procentigen Harnstofflösung annähernd entsprach sowie dass die Gegenwart von chlorsaurem Kali im Harn keinen Einfluss auf die Bestimmung des Harnstoffs nach einigen darauf hin unternommenen Versuchen ausübt.

Ein Hund von 17 Kilo Körpergewicht erhält täglich Nachmittags 5 Uhr 50 Grm. lufttrockenes Fibrin, 150 Grm. Reis und 50 Grm. ausgelassenes Rinderfett. Nachdem das Thier 4 Tage diese möglichst kochsaltzfreie Nahrung genossen, begann die Versuchsreihe. Der Urin wurde von dem Thiere theils in den Kasten entleert und dann gesammelt, theils wurde derselbe direct in ein untergehaltenes Glas secernirt. Täglich um 11 Uhr wurde die 24stündige Harnmenge abgemessen und durch Wasserzusatz auf zehn abgerundet. Das Nähere ergibt sich aus folgender Tabelle:

(Hierher gehörende Tabelle V. siehe folgende Seite.)

An den drei ersten Tagen wurden im Ganzen 51,6 Grm. Harnstoff oder durchschnittlich pro Tag 17,2 Grm. ausgeschieden; an den beiden Tagen, wo Kali chloricum verabreicht wurde, und an dem darauf folgenden Tage 60,9 Grm., d. h. pro Tag 20,3 Grm., an den zwei letzten Tagen im Ganzen 35,2 Grm., d. h. pro Tag 17,6 Grm. In dieser Versuchsreihe trat mithin anscheinend eine nennenswerthe Steigerung der Stickstoffausscheidung unter dem Einfluss von chlorsaurem Kali ein.

Tabelle V.

Tag.	Futter.	Chlorsanres Kali.	Harn.	Harn- stoff.	Bemerkungen.
1.	Täglich 50 Grm. Fibrin, 150 Grm. gekochter Reis u. 50 Grm. Fett.	—	220	16,2	An diesem Tage wurde erst Nach- mittags 4 Uhr Urin gelassen.
2.		—	250	18,0	
3.		—	200	17,4	
4.		6 Grm.	430	23,6	
5.		10 Grm.	220	9,2	
6.		—	620	28,1	
7.		—	310	17,2	
8.		—	400	18,0	

Da aber das Thier in diesem Experiment eine gemischte, kochsalzfreie Nahrung erhalten, und das Auffangen des Urins an den Tagen, wo der Hund den Urin zuweilen in den Käfig entleerte, mit Verlusten verknüpft war, hielt ich es für nothwendig, das Thier unter Darreichung von reiner Fleischkost ins Stickstoffgleichgewicht zu bringen und gleichzeitig, um Verluste zu vermeiden, für ein directes Auffangen des Urins Sorge zu tragen.

Nachdem das Thier zehn Tage lang täglich ein Kilo reines ausgeschnittenes Pferdefleisch erhalten und während dieser Zeit so abgerichtet war, dass es in der folgenden Versuchsreihe stets den Harn direct in eine untergehaltene Schale entleerte, sowie es Morgens stets um dieselbe Zeit (10 Uhr) ins Freie geführt wurde, begann folgende neue Stoffwechselreihe.

Tabelle VI.

Tag.	Futter.	Chlorsaures Kali.	Harn.	Harn- stoff.	Bemerkungen.
1.	1000 Grm.	—	540	67,2	
2.	Pferdefleisch	—	580	71,4	
3.	täglich.	—	550	67,7	

Tag.	Futter.	Chlorsaures Kali.	Harn.	Harnstoff.	Bemerkungen.
4.	1000 Grm. Pferdefleisch täglich.	—	600	69,0	* An diesem Tage wurde dem allgemeinen Stalle, in dem der Käfig unseres Thieres stand, ein Neuankömmling (Hündin) zugeführt. In Folge des grossen Interesses, welches unser Hund für dieses Thier zeigte, entleerte er nicht mehr allen Urin in die Schale und es traten von diesem Zeitpunkt ab Unregelmässigkeiten in der Harnausscheidung auf. So liess er am letzten Versuchstage 600 Ccm. Harn in den Käfig und noch 350 direct in eine untergehaltene Schale.
5.		—	590	68,2	
6.		10 Grm.	250	34,0	
7.		—	540	69,5	
8.		—	520	65,3	
9.		—	640	78,1*	
10.		—	540	67,5	
11.		10 Grm.	550	83,2	
12.		—	430	51,8	
13.		—	470	59,6	
14.		—	950	117,0	

Im Ganzen wurden somit 969,5 Grm. Harnstoff, das macht pro Tag 69,2 Grm., ausgeschieden.

Da dieser Versuch in Folge der vorgekommenen Unregelmässigkeiten wenig verwerthbar erschien, wurde zum Schluss folgender Versuch unternommen:

Das Thier wurde isolirt und nachdem es mehrere Tage lang täglich zwischen 580—630 Ccm. Harn in die Schale gelassen hatte, begann der neue Versuch.

Tabelle VII.

Tag.	Futter.	Chlorsaures Kali.	Harn.	Harnstoff.	Bemerkungen.
1.	1000 Grm. Pferdefleisch.	—	610	70,02	Das Thier trank 40 Ccm. Wasser.
2.		—	580	72,04	
3.		12 Grm.	770	85,3	
4.		—	530	61,6	
5.		—	670	72,0	
6.		—	650	68,1	

Dieser Versuch, in dem die Harnstoffausscheidung eine besonders regelmässige gewesen, zeigt demnach unzweifelhaft, dass die Zufuhr von Kali chloricum vermehrte Wasserausscheidung und dabei vermehrten Eiweisszerfall bedingt, ähnlich wie wir dies von Kochsalz, Natriumacetat, Borax und anderen Neutralsalzen bereits wissen.

Im letzten Versuch entleerte der Hund an den beiden Tagen vor Darreichung des Kali chloricum 70 resp. 72 Grm. Harnstoff, am Kali chloricum-Tage aber stieg die Harnstoffziffer (85 Grm.) mächtig an, um am Tage nach der Salzzufuhr, wo eine verminderte Harnausscheidung der Diurese folgte, erheblich unter die Ausscheidung der vorhergehenden und späteren zwei Tage zu sinken, in denen täglich 72 resp. 68 Grm. Harnstoff entleert wurden.

An dem Tage nach der Salzzufuhr und an dem darauf folgenden wurden $85,3 + 61,6$ Grm., d. h. pro Tag 73,5 Grm. Harnstoff, statt 70 Grm. ausgeschieden.

Wir müssen demnach annehmen, dass die nach chlorsaurem Kali beobachtete Steigerung des Eiweisszerfalls mit einer vermehrten Wasserausscheidung und einer dadurch bedingten Ausspülung der Gewebe zusammenhängt und eine theilweise, sich später wieder ausgleichende Erscheinung ist; es bleibt uns aber auch nichts Anderes übrig, als eine geringe Steigerung des Eiweisszerfalles direct dem chlorsauren Kali zu zuschreiben.

Es sei hier noch bemerkt, dass das chlorsaure Kali in gepulvertem Zustande stets dem Futter und zwar kurz vor seiner Darreichung beigemischt wurde.

Resumé:

Die Zufuhr von chlorsaurem Kali ruft vermehrte Wasserausscheidung und gesteigerten Eiweisszerfall hervor.

VI. Die Veränderungen des Blutes durch chlórsäure Salze und freie Chlórsäure, und die Bedingungen, welche diese Veränderungen verlangsamten und beschleunigen.

Durch die Untersuchungen von Jaederholm und Marchand wissen wir, dass Blut auf Zusatz einer concentrirten Lösung von Kalium- oder Natriumchlorat eine hellrothe Farbe annimmt, die nach einigen Stunden in dunkelrothbraun bis braun übergeht. Die Haemoglobinstreifen sind dann verschwunden, und es ist ein deutlicher Absorptionsstreifen im Roth zwischen den Linien C und D, welcher von Methaemoglobin herrührt, vorhanden. Schliesslich nimmt die Mischung eine syrupartige bis gallertige Consistenz an.

Die beiden folgenden Versuche zeigen zunächst den allgemeinen Verlauf der Einwirkung von chlorsaurem Kali auf das Blut.

Versuch XXIII.

10 Ccm. defibrinirtes Rinderblut wurden mit 10 Ccm. 5procentiger Kaliumchloratlösung gemischt und im Laboratorium bei 22° sich selbst überlassen. Das Blut nahm sofort eine hellrothe Farbe an, welche nach 2 Stunden in eine rothbraune überging. Die Blutmischung zeigte nun in concentrirter Lösung einen deutlichen Streifen im Roth; bei starker Verdünnung waren dagegen nur zwei Oxyhaemoglobinstreifen sichtbar. Nach 4 Stunden liessen sich statt der Oxyhaemoglobinstreifen ein deutlicher Streifen im Roth zwischen den Linien C und D und zwei verwaschene Streifen zwischen D und F (drei Methaemoglobinstreifen) nachweisen. Auf Zusatz von Schwefelammonium liess sich das Methaemoglobin in Haemoglobin zurückführen.

Nach 24 Stunden war die Mischung geronnen, braunschwarz und zeigte im Spectrum einen Streifen im Roth nahe bei C, sowie eine diffuse Verdunkelung im ganzen Bereich von E bis F (Haematinspectrum). Einige Tage später stellte das Blut eine schwarze kautschukähnliche Masse dar.

Auch bei der Einwirkung von chlorsaurem Kali auf eine concentrirte Oxyhaemoglobinlösung bilden sich braunschwarze gallertige Massen. Diese sind, wie ich mich wiederholt überzeugt habe, unlöslich in Wasser, Alkohol, Aether und verdünnten Säuren, schwer löslich in Eisessig und rauchender Salzsäure, leicht löslich dagegen in Natron- und Kalilauge. Eine sehr verdünnte Lösung derselben in Natronlauge zeigte einen schlecht begrenzten Absorptionsstreifen zwischen den Linien C und D. Durch Fäulniss werden sie sehr schwer angegriffen, denn die schwarzen geronnenen Massen zeigten selbst nach mehrmonatlicher Aufbewahrung im Laboratorium keine Spur von Fäulniss. Aus diesem Verhalten geht hervor, dass diese schwarzen Massen Haematin enthalten, dass mithin bei längerer Einwirkung von chlorsaurem Kali auf Blut auch Haematin gebildet wird.

Es folgen nun einige Versuche, welche zeigen, dass der Zeitpunkt, in welchem mit chlorsauren Salzen versetztes Blut eine Veränderung erleidet, verschieden ist, je nach der Menge des zugesetzten Salzes und je nach der Temperatur.

Versuch XXIV.

40 Ccm. bei 40° C. gesättigter Natriumchloratlösung gaben mit 10 Ccm. Blut bei 40° in ein bis zwei Minuten eine braunrothe Farbe und spectroscopisch einen deutlichen Methaemoglobinstreifen.

Versuch XXIVa.

30 Ccm. 70 procentiger Natriumchloratlösung gaben mit 10 Ccm. Blut bei 40° in 3 Minuten eine braunrothe Farbe und liessen in dicker Schicht einen Methaemoglobinstreifen erkennen. In 5 Minuten hatte das Blut eine schwarzbraune Farbe angenommen und zeigte in starker Verdünnung zwei Oxyhaemoglobin- und einen Methaemoglobinstreifen.

Versuch XXV.

30 Ccm. 70 procentige Natriumchloratlösung gaben mit 10 Ccm. Blut bei 22° C. in 15 Minuten eine bräunlich-rothe Farbe und in concentrirter Lösung einen Methaemoglobinstreifen. Nach 22 Minuten liessen sich bei starker Verdünnung nur zwei Oxyhaemoglobinstreifen wahrnehmen. Nach 35 Minuten war die Mischung schwarzbraun, und erkannte man spectroscopisch zwei Haemoglobin- und einen Methaemoglobinstreifen.

Versuch XXVI.

20 Ccm. 2 procentige Natriumchloratlösung gaben mit 5 Ccm. Blut vermischt bei 22° C. in 1 Stunde 30 Minuten eine schwarzbraune Verfärbung, sowie zwei Haemoglobin- und einen Methaemoglobinstreifen. Nach 2 Stunden 20 Minuten war kein Oxyhaemoglobin mehr nachweisbar.

Versuch XXVII.

20 Ccm. 1 procentige Natriumchloratlösung wurden mit 5 Ccm. Blut bei 22° C. hingestellt. Nach 1 Stunde 30 Minuten war das Blut noch unverändert. Nach 2 Stunden 30 Minuten war das Blut verfärbt, zeigte in concentrirter Lösung einen Methaemoglobinstreifen, in verdünnter dagegen nur zwei Oxyhaemoglobinstreifen. Nach 2 Stunden 45 Minuten liessen sich spectroscopisch gleichzeitig zwei Haemoglobinstreifen und ein Methaemoglobinstreifen erkennen.

Versuch XXVIII.

10 Ccm. Blut wurden mit 10 Ccm. 5procentiger Kaliumchloratlösung in der Sonne bei 31° C. hingestellt. In 45 Minuten war das Blut bräunlich roth und zeigte in concentrirter Lösung einen schwachen Methaemoglobinstreifen.

Versuch XXIX.

10 Ccm. Blut + 10 Ccm. 5 procentige Kaliumchloratlösung nahmen bei 22° C. in 2 Stunden 10 Minuten eine bräunlich-rothe Farbe an und zeigten in concentrirter Lösung einen schwachen Methaemoglobinstreifen.

Aus diesen Versuchen geht mithin hervor, dass die Blutveränderung durch chlorsaure Salze in der Wärme weit rascher eintritt, als in der Kälte und ferner von der Menge des zugesetzten Salzes abhängig ist.

Im Hinblick hierauf war es nun in erster Linie von Wichtigkeit, zu ermitteln, wie viel chlorsaures Kali erforderlich sei, um im Blute die Bildung einer nachweisbaren Menge von Methaemoglobin hervorzurufen.

Versuch XXX.

100 Ccm. Blut wurden mit 10 Ccm. Wasser, welches 0,25 Grm. chlorsaures Kali enthielt, bei 25° C. im Juli hingestellt. Am andern Tage war das Blut braunroth, und zeigte drei Methaemoglobinstreifen. Einen Tag später war das Blut dunkelroth und zeigte beim Schütteln mit Luft nur zwei Oxyhaemoglobinstreifen.

Versuch XXXI.

100 Ccm. Blut wurden im August bei 22° C. mit 10 Ccm. Wasser, welche 0,5 Grm. chlorsaures Kali enthielten, versetzt. 24 Stunden später war das Blut schwarzbraun und enthielt drei Methaemoglobinstreifen. 48 Stunden später war das Blut dunkelschwarz-braun und theilweise geronnen. 72 Stunden später war das Blut weniger dunkelbraun und gab in dünner Schicht zwei Oxyhaemoglobin- und einen Methaemoglobinstreifen. Nach 96 Stunden gab das Blut in concentrirter Lösung einen Methaemoglobin- und zwei Oxyhaemoglobinstreifen, in dünner Lösung dagegen nur zwei Oxyhaemoglobinstreifen. 130 Stunden später war das Blut dünnflüssig und enthielt (nach Schütteln mit Luft) nur Oxyhaemoglobin.

Versuch XXXII.

100 Ccm. Blut wurden mit 0,2 Grm. chlorsaurem Kali, welche in 10 Ccm. Wasser gelöst waren, am 14. Mai bei 22° C. im Laboratorium hingestellt. Nach 18 Stunden war das Blut unverändert. 24 Stunden später war das Blut bräunlich-roth und zeigte in concentrirter Lösung einen deutlichen Methaemoglobinstreifen. 48 Stunden später zeigte das Blut in dünner Schicht einen Methaemoglobin- und zwei Oxyhaemo-

globinstreifen. Nach 56 Stunden war das Blut dunkelchocoladebraun und enthielt drei Methaemoglobinstreifen. Nach 80 Stunden war das Blut venös gefärbt und zeigte beim Schütteln mit Luft nur zwei Oxyhaemoglobinstreifen.

Versuch XXXIII.

100 Ccm. Blut wurden am 14. Mai Morgens mit 10 Ccm. Wasser, in denen 0,2 Grm. Kaliumchlorat enthalten waren, vermischt und in einem kleinen Kolben verschlossen, bei 37° C. hingestellt. Nach 3 Stunden war das Blut noch frei von Methaemoglobin; nach 4 Stunden liess sich im Roth ein deutlicher Streifen nachweisen; nach 5 Stunden war das Blut braunschwarz und enthielt drei Methaemoglobinstreifen. Am anderen Tage, Morgens (15. Mai), war das Blut noch braunschwarz. Am Abend (15. Mai) war das Blut weniger verfärbt, enthielt in concentrirter Lösung einen Streifen im Roth, in verdünnter Schicht dagegen nur zwei Oxyhaemoglobinstreifen. Am 16. Mai Abends liess sich kein Methaemoglobin im Blute mehr nachweisen.

Versuch XXXIV.

100 Ccm. Blut wurden am 14. Mai Morgens mit 10 Ccm. Wasser, in dem 0,1 Grm. chlorsaures Kali gelöst waren, bei 37° C. in einem verschlossenen Kolben hingestellt. Nach 24 Stunden war das Blut bräunlich-roth, zeigte in concentrirter Schicht einen deutlichen Streifen im Roth und in dünner Schicht zwei Oxyhaemoglobinstreifen. Nach 48 Stunden zeigte das Blut nach Schütteln mit Luft nur zwei Oxyhaemoglobinstreifen und hellrothe Farbe.

Diese Versuche zeigen demnach, dass bei einer Temperatur von 22° C. 0,2 Grm. und bei einer Temperatur von 37° C. 0,1 Grm. chlorsaures Kali genügt, um in 100 Ccm. Blut innerhalb 24 Stunden Methaemoglobin zu erzeugen. Es ergibt sich aber auch fernerhin das bemerkenswerthe Resultat, dass Blut, welches durch Zusatz von chlorsaurem Kali hochgradige Veränderungen (schwarzbraune Farbe, Methaemo-

globin und theilweise Gerinnung) erlitten hat, durch blosses Stehen an der Luft, d. h. durch Fäulniss zur Norm zurückgebildet werden kann. Hieraus erhellt von selbst, dass es unter Umständen von Wichtigkeit ist, die Section einer Leiche, bei der eine Vergiftung mit chlorsaurem Kali vermuthet wird, möglichst rasch post mortem vorzunehmen, da die Veränderung des Blutes in der Leiche durch Fäulniss bald verschwinden kann. Ich trage kein Bedenken auszusprechen, dass man in einer grossen Anzahl von Todesfällen in Folge von chlorsaurem Kali bei der Section die charakteristischen Veränderungen des Blutes nur deshalb nicht hat nachweisen können, weil die Section erst mehrere Tage nach dem Tode vorgenommen wurde.

Für die richtige Beurtheilung der Wirkungsweise chlorsaurer Salze auf das Blut und den Organismus war es wichtig, auch die durch andere Chlorate hervorgerufenen Erscheinungen kennen zu lernen und mit den beim Kalium- und Natriumchlorat gemachten Beobachtungen zu vergleichen. Zu diesen Versuchen dienten Kalium-, Natrium-, Baryum-, Strontium-, Calcium-, Magnesium- und Ammoniumchlorat. Wässrige Lösungen wurden in der Weise dargestellt, dass sie in gleichem Volumen äquivalente Mengen der Salze enthielten; auf Chlorsäure berechnet, entsprachen sämtliche Lösungen einem Gehalte von 3,4 pCt. Chlorsäure.

Die mit diesen Lösungen angestellten Versuche ergaben, dass alle chlorsauren Salze in gleicher Weise zersetzend auf Blut einwirken. Die Intensität der Wirkung hängt aber nicht nur von der Menge des zugefügten Salzes, sondern auch in hervorragender Weise von der Qualität des betreffenden chlorsauren Salzes ab.

Versuch XXXV.

100 Ccm. Rinderblut wurden (am 12. December 1883) mit je 100 Ccm. einer wässrigen Lösung von Strontium-, Baryum-, Calcium- und Kaliumchlorat, welche einem Gehalt von 3,4 pCt. Chlorsäure entsprach, im Laboratorium bei 14° C.

hingestellt. Nach 3 Stunden war das mit chlorsaurem Calcium versetzte Blut unzweifelhaft das dunkelste, und es bestand ein deutlicher Unterschied in der Farbe zwischen diesem und dem mit Kaliumchlorat versetzten Blute. Auch zwischen dem mit chlorsaurem Kali und chlorsaurem Baryt versetzten Blute bestand ein Unterschied. Der Unterschied in dem mit Baryt und Strontium versetzten Blute war dagegen nur ein geringer. — 6 Stunden später zeigte das mit Calcium-, Strontium- und Baryumchlorat versetzte Blut eine schwarzbraune Farbe und enthielt drei Methaemoglobinstreifen, während das mit chlorsaurem Kali vermischte Blut zu derselben Zeit nur einen schwachen Methaemoglobin- und zwei deutliche Oxyhaemoglobinstreifen im Spectrum erkennen liess.

Versuch XXXVI.

Am 28. November 1883 wurden bei 18° C. je 100 Cem. Blut mit 5 Grm. chlorsaurem Kali und entsprechend äquivalenten Mengen von chlorsaurem Natron und chlorsaurem Calcium versetzt. 3 Stunden 15 Minuten später war das mit Calciumchlorat versetzte Blut bereits bräunlichroth, während das mit Kali- und Natriumchlorat versetzte Blut noch unverändert war. 5 Stunden später war das mit chlorsaurem Calcium versetzte Blut dunkelbraunroth und liess in dünner Schicht einen Methaemoglobin- und zwei Haemoglobinstreifen erkennen. Zu dieser Zeit war das mit Kalium- und Natriumchlorat vermischte Blut bräunlichroth und zeigte nur in concentrirter Schicht einen Methaemoglobinstreifen.

Versuch XXXVII.

100 Cem. Blut wurden mit 100 Cem. 2,5procent. Kaliumchloratlösung (entsprechend 1,7 pCt. Chlorsäure) und 100 Cem. Blut mit 100 Cem. einer Lösung von Calciumchlorat, welche ebenfalls 1,7 pCt. Chlorsäure entsprach, vermischt. — Nach 5 Stunden hatte das mit Calciumchlorat vermischte Blut eine rothbräunliche Farbe angenommen und zeigte in concentrirter Lösung einen deutlichen Methaemoglobinstreifen; das mit Kaliumchlorat versetzte Blut war dagegen um diese Zeit sowohl äusserlich als spectroscopisch noch unverändert.

In der nachfolgenden Tabelle ist eine Versuchsreihe niedergelegt, in der je 100 Ccm. Blut mit je 100 Ccm. verschiedener

Tabelle

Nach Stunden.	Chlorsaures Kali.	Chlorsaures Natron.	Chlorsaures Baryum.
1,30	Keinerlei Veränderung.	Keinerlei Veränderung.	Keinerlei Veränderung.
3,00	Keinerlei Veränderung.	Keinerlei Veränderung.	Keinerlei Veränderung.
3,15	Keinerlei Veränderung.	Keinerlei Veränderung.	Keinerlei Veränderung.
4,30	Schwach rothbraun.	Schwach rothbraun.	Rothbraun.
4,50	Kein Absorptionsstreifen im Roth.	Kein Absorptionsstreifen im Roth.	Kein Absorptionsstreifen im Roth.
5,00	In concentrirter Lösung ein schwacher Methaemoglobinstreifen.	In concentrirter Lösung ein schwacher Methaemoglobinstreifen.	Blut dunkler als Kalium- u. Natriumblut, geringer Methaemoglobinstreifen, aber deutlicher als im Kaliumblut.
5,30	In concentrirter Lösung ein deutlicher Methaemoglobinstreifen.	In concentrirter Lösung ein deutlicher Methaemoglobinstreifen.	In dicker Schicht ein deutlicher Streifen im Roth.

Chloratlösungen, welche je 3,4 Grm. Chlorsäure entsprechen, bei 15° C. hingestellt wurden.

VIII.

Chlorsaures Strontium.	Chlorsaures Calcium.	Chlorsaures Magnesium.	Chlorsaures Ammonium.
Keinerlei Veränderung.	Keinerlei Veränderung.	Keinerlei Veränderung.	Schwarz-dunkelroth, während die anderen Mischungen ziegelmehlroth waren.
Keinerlei Veränderung.	Bräunlichroth, unzweifelhaft dunkler als Kalium-, Natrium-, Strontium- u. Baryumchlorat.	Deutl. rothbraun.	In concentrirter Lösung ein deutlicher Methaemoglobinstreifen.
Keinerlei Veränderung.	In concentrirt. Lösung ein deutlicher Streifen im Roth.	Dunkelbraunroth, in concentrirt. Lösung ein geringer Streifen im Roth.	—
Rothbraun.	—	In dünner Schicht ein sehr deutlicher Methaemoglobinstreifen und zwei Haemoglobinstreifen.	In dünner Schicht zwei Haemoglobin- und ein sehr deutlicher Methaemoglobinstreifen.
Ein deutl. Streifen im Roth in concentrirter Lösung.	In dünner Schicht zwei starke Haemoglobin- und ein schwach. Methaemoglobinstreifen.	—	—
—	—	—	—
In dünner Schicht zwei deutl. Haemoglobin- u. ein geringer Methaemoglobinstreifen.	In dünner Lösung ein deutl. Methaemoglobin- u. zwei deutliche Haemoglobinstreifen.	—	—

Aus diesen Versuchen ergibt sich, dass das chlorsaure Ammonium energischer oxydirend wirkt, als alle anderen chlorsauren Salze; dann folgt chlorsaures Magnesium, Calcium, Strontium, Baryum, Natrium und Kalium, die beiden letzten Salze wirken entschieden am schwächsten. Dieses auffallende Verhalten findet wohl darin seine Erklärung, dass die chlorsauren Salze eine ungleiche Stabilität besitzen, wie dies ja von den Salzen auch anderer Säuren bekannt ist. Ammonium-, Magnesium- und Calciumchlorat sind leichter zerlegbar und wirken stärker oxydirend als das chlorsaure Kali und Natron, welche die stabilsten Verbindungen der Chlorsäure bilden.

Bekanntlich gilt das chlorsaure Kali für sich allein in wässriger neutraler oder schwach alkalischer Lösung keineswegs für ein Oxydationsmittel; die einzige Oxydationswirkung des chlorsauren Kali in wässriger Lösung besteht in der geschilderten Einwirkung auf Blut. Auch die anderen chlorsauren Salze, welche zu den oben erwähnten Versuchen dienten, sind in neutralen oder schwach alkalischen Lösungen keineswegs Oxydationsmittel. Alle chlorsauren Salze wirken in wässriger Lösung erst dann oxydirend, wenn aus ihnen Chlorsäure in Freiheit gesetzt wird. Diese Abspaltung der Chlorsäure aus den chlorsauren Salzen vollzieht sich verschieden schwer, am leichtesten erfolgt sie aus dem Ammonium-, Magnesium- und Calciumsalz, am schwersten aus dem Natrium- und Kaliumsalz. Aus den Chloraten wird die Chlorsäure in Freiheit gesetzt erstens durch stärkere Säuren und zweitens durch Substanzen, welche in den Blutkörperchen enthalten sein müssen. Es ist bekannt, dass Haemoglobin kohlensaure Salze zersetzen kann, und es liegt am nächsten mit dieser Eigenschaft des Blutfarbstoffs die Wirkungsweise der verschiedenen chlorsauren Salze in Zusammenhang zu bringen. Dass eine solche wechselseitige Beziehung besteht, und dass die Wirkung der chlorsauren Salze auf das Blut nicht anders als eine Wirkung der freien Chlorsäure und zwar von äquivalenten Mengen der darin enthaltenen Chlorsäure aufgefasst werden kann, darüber geben nachstehende Untersuchungen bündigen Aufschluss.

Ueber die Wirkung freier Chlorsäure auf Blut.

Die zu den folgenden Versuchen benutzte Chlorsäure wurde durch Zersetzen einer wässerigen Lösung von Baryumchlorat mit verdünnter Schwefelsäure dargestellt und mit Wasser so weit verdünnt, dass 100 Ccm. 3,4 pCt. Chlorsäure enthielten. Die Bestimmung der Chlorsäure geschah durch Reduction mit Zinkstaub und Wägung der Chloride als Chlorsilber, woraus die Menge der Chlorsäure berechnet wurde.

Versuch XXXVIII.

100 Ccm. Blut wurden bei 16° C. mit 100 Ccm. 3,4procentiger Chlorsäure versetzt. Das Blut blieb die ersten 10 Secunden unverändert, in den nächsten 2—4 Secunden wurde es dunkelbraunschwarz, und eine Minute später war es geronnen. Im Blute trat gleichzeitig mit der schwarzbraunen Verfärbung eine deutliche Gasentwicklung auf.

Versuch XXXIX.

100 Ccm. Blut wurden mit 25 Ccm. 3,4procentiger Chlorsäure bei 16° C. versetzt. Erst nach 8 Minuten war das Blut braunroth und zeigte in concentrirter Schicht einen deutlichen Streifen im Roth. Nach 13 Minuten waren in dünner Schicht zwei Oxyhaemoglobinstreifen und ein Methaemoglobinstreifen sichtbar. Nach 17 Minuten war das Blut dunkelchocoladenbraun und enthielt drei Methaemoglobinstreifen. Nach 20 Minuten war das Blut dickflüssig.

Versuch XL.

100 Ccm. Blut wurden mit 10 Ccm. 3,4 procentiger Chlorsäure bei 16° C. hingestellt. Erst nach 150 Minuten war das Blut rothbraun und zeigte in concentrirter Lösung einen deutlichen Streifen im Roth.

Versuch XLI.

100 Ccm. Blut wurden mit 4 Ccm. 3,4procentiger Chlorsäure versetzt und bei 33° C. stehen gelassen. Eine Stunde

später war das Blut noch unverändert; nach 1 Stunde 30 Minuten war das Blut braunroth und zeigte in concentrirter Lösung einen deutlichen Streifen im Roth; nach 2 Stunden zeigte das Blut in dünner Schicht zwei Oxyhaemoglobinstreifen und einen Methaemoglobinstreifen.

Versuch XLII.

100 Cem. Blut wurden mit 4 Cem. 3,4procentiger Chlorsäure am 14. Mai Morgens bei 22° C. hingestellt. Erst nach 8 Stunden zeigte das Blut eine Veränderung, war braunroth und liess in dicker Schicht einen deutlichen Streifen im Roth erkennen. Am 15. Mai war das Blut dunkelchocoladebraun und enthielt drei Methaemoglobinstreifen. Am 16. Mai Abends war das Blut venös gefärbt und zeigte nach Schütteln mit Luft nur zwei Oxyhaemoglobinstreifen.

Versuch XLIII.

100 Cem. Blut wurden mit 4 Cem. 3,4procentiger Chlorsäurelösung bei 14° C. am 1. April versetzt. Erst nach 24 Stunden war das Blut braunroth und zeigte in concentrirter Schicht einen Methaemoglobinstreifen.

Versuch XLIV.

100 Cem. Blut wurden mit 2 Cem. 3,4procentiger Chlorsäurelösung am 14. Mai Morgens bei 22° C. hingestellt. Am 15. Mai war das Blut unverändert. Am 16. Mai Abends war das Blut braunroth und zeigte in dünner Schicht einen Streifen im Roth und zwei Oxyhaemoglobinstreifen. Am 17. Mai enthielt das Blut, welches dunkelchocoladebraun war, drei Methaemoglobinstreifen. Am 18. Mai Abends war das Blut venös gefärbt und zeigte nach dem Schütteln mit Luft nur zwei Oxyhaemoglobinstreifen.

Die freie Chlorsäure bewirkt, wie diese Versuche klar ergeben, in grösseren Mengen fast augenblicklich eine Zersetzung des Blutes; wendet man dagegen schwache Lösungen an, so ist die Wirkung der freien Chlorsäure, wie dies aus den fünf zuletzt geschilderten

Versuchen hervorgeht, nicht eine plötzliche, sondern bedarf Stunden bis Tage zu ihrer Entwicklung. Die Wirkung der freien Chlorsäure ist aber dabei nicht wesentlich intensiver als die des beständigsten chlorsauren Salzes, des Kaliumchlorats, nur hinsichtlich der Zeit ergeben sich Unterschiede, wie dies aus einem Vergleiche der Versuche XXXII. und XLII., in denen äquivalente Mengen Chlorsäure — einmal als freie Chlorsäure und das andere Mal als chlorsaures Kali — unter gleichen Bedingungen auf gleiche Mengen Blut einwirkten, ersichtlich ist. In Versuch XLII., in dem zu 100 Ccm. Blut 0,136 Grm. freie Chlorsäure gesetzt wurden, liess sich nach 8 Stunden bereits eine Veränderung des Blutes wahrnehmen, während eine solche bei Versuch XXXII., in welchem 100 Ccm. Blut mit 0,2 Grm. Kaliumchlorat (entsprechend 0,136 Grm. Chlorsäure) versetzt wurden, erst nach 48 Stunden auftrat. Die Intensität der Blutzeretzung erscheint aber, so weit diese mit blossem Auge und Spectroscop in den beiden Versuchen verglichen werden kann, annähernd dieselbe. In beiden Fällen erfolgte auch durch Stehen an der Luft, d. h. durch Fäulniss eine Rückbildung des Methaemoglobin zu Haemoglobin, und zwar in der mit freier Chlorsäure versetzten Blutprobe viel rascher als in der mit chlorsaurem Kali vermischten.

Die Literatur verzeichnet eine nicht geringe Zahl von Fällen, in denen das chlorsaure Kali und zwar in einer Gabe, welche nach tausendfacher Erfahrung in der Regel beim Menschen ohne Nachtheile vertragen wird, den Tod herbeiführte. Alle Beobachter sind darüber einig, dass die giftige Wirkung der chlorsauren Salze auf einer Zersetzung des Blutfarbstoffes beruht. Weshalb aber in dem einen Falle verhältnissmässig kleine Mengen von chlorsaurem Kali giftig sind, im anderen Falle dagegen sehr grosse Mengen keinen Schaden bringen, darüber hat bis jetzt Niemand von Denen, welche sich mit dem vorliegenden Gegenstande beschäftigt haben, irgend eine annehmbare Erklärung zu geben vermocht, und doch ist es von der grössten Wichtigkeit bei dem Gebrauch eines solch'

ungemein häufig benützten Mittels, wie das chlorsaure Kali, die Bedingungen zu kennen, unter denen es dem Organismus verderblich werden kann. So lange man derartige Bedingungen nicht eruiert hat, ist es rathsam, von seiner Anwendung überhaupt abzustehen. Gelingt es dagegen, derartige Bedingungen aufzufinden und zwar solche, wie sie beim Menschen im Leben, sei es unter physiologischen oder pathologischen Verhältnissen, vorkommen können, so sind damit wichtige Fingerzeige nicht nur für die einfache Erklärung mancher bisher räthselhafter Todesfälle nach verhältnissmässig geringen Gaben von chlorsaurem Kali gewonnen, sondern es eröffnen sich auch für die Verhütung und Therapie der Kali chloricum-Vergiftung rationelle und wichtige Gesichtspunkte.

Die Ursachen der zersetzenden Wirkungen des chlorsauren Kali aufs Blut, die Verhältnisse und Bedingungen, unter denen dieselben eintreten, lassen sich in der That ermitteln. Die folgenden Versuche geben, wie mir scheint, ein ziemlich klares Bild von diesen Beziehungen. —

Nachdem durch die früheren Experimente festgestellt war, dass sämmtliche Chlorate mit verschiedener Schnelligkeit in gleicher Weise wie die freie Chlorsäure den Blutfarbstoff zersetzen, kam es darauf an, zunächst diejenigen Bedingungen zu erforschen, welche die toxische Wirkung der Chlorate auf Blut beschleunigen oder verlangsamen. Dabei musste man, zumal ich mehrfach beobachtet, dass frisches Blut unter gleichen Bedingungen verschieden rasch durch Kaliumchlorat zersetzt wird, in erster Linie an den Einfluss denken, welchen die Gegenwart wechselnder Mengen von Kohlensäure und der im Blut enthaltenen Salze (wechselnde Alkaleszenz) auszuüben vermögen.

Die nächstfolgende Versuchsreihe zeigt, dass die Gegenwart der Kohlensäure ebenso wie die Gegenwart saurer Phosphate die Zersetzung des Blutes durch Kaliumchlorat enorm beschleunigen kann.

Versuch XLV.

100 Ccm. Rinderblut wurden mit 100 Ccm. 5procentiger Kaliumchloratlösung am 7. Mai 1883 bei 20° C. sich selbst überlassen. Nach 1 Stunde und 30 Minuten zeigte das Blut eine bräunlich rothe Farbe und in concentrirter Schicht einen schwachen Absorptionsstreifen im Roth. Nach 1 Stunde und 45 Minuten war die Blutmischung fast chocoladenbraun und zeigte in concentrirter Lösung einen deutlichen Streifen im Roth und zwei Oxyhaemoglobinstreifen.

Versuch XLVI.

100 Ccm. 5 procent. Kaliumchloratlösung wurden mit reiner Kohlensäure¹⁾ gesättigt (durch Durchleiten von CO₂ im Kölbchen) und dann mit 100 Ccm. desselben Blutes wie im vorhergehenden Versuch bei 20° C. gemischt und sich selbst überlassen. Nach 25 Minuten war das Blut schmutzigroth und zeigte im Roth einen deutlichen Methaemoglobinstreifen; nach 45 Minuten war das Blut intensiv chocoladenbraun und enthielt nur Methaemoglobin.

Versuch XLVII.

100 Ccm. einprocentige mit Kohlensäure gesättigte Kaliumchloratlösung wurden mit 100 Ccm. desselben Blutes bei 20° C. versetzt. Bereits nach einer Stunde und 10 Minuten war das Blut deutlich verfärbt und enthielt Methaemoglobin.

Versuch XLVIII.

100 Ccm. Blut wurden mit 100 Ccm. 5procentige KClO₃-Lösung am 30. April bei 15° C. versetzt. Nach 3 Stunden war das Blut chocoladenartig verfärbt und enthielt Methaemoglobin.

Versuch XLIX.

100 Ccm. 5procentige KClO₃-Lösung wurden in ein Kölbchen gebracht, und, nachdem 8 Minuten lang Kohlensäure eingeleitet war, mit 100 Ccm. desselben Blutes wie im vorhergehen-

¹⁾ Die Kohlensäure wurde aus Marmor und reiner chlorfreier Salzsäure dargestellt und strich vorher durch zwei Waschflaschen, welche mit Sodalösung gefüllt waren.

den Versuch bei 15° C. versetzt und verschlossen hingestellt. In 35 Minuten liess sich schon Methaemoglobin nachweisen und in 40 Minuten war das Blut deutlich chocoladenbraun.

Diese Versuche und zahlreiche andere, die hier nicht geschildert werden sollen, zeigen unzweifelhaft, dass Blut durch chlorsaures Kali bei Gegenwart einer grösseren Menge von Kohlensäure weit rascher verändert wird, als bei Gegenwart von wenig Kohlensäure, denn Versuch XLVI. und XLIX. ergaben, dass eine mit Kohlensäure gesättigte Kaliumchloratlösung auf den Blutfarbstoff 3 bis 4 Mal so rasch zersetzend wirkt, als eine gleich starke, reine wässrige Lösung. Aus Versuch XLVII. ist ersichtlich, dass eine einprocentige mit Kohlensäure gesättigte Kaliumchloratlösung energischer auf Blut wirkt, als eine fünfprocentige kohlensäurefreie Lösung von chlorsaurem Kali.

Diese Beobachtungen erhalten eine weitere Bestätigung durch die Experimente mit Erstickungsblut. Auch hier ist eine wesentlich gesteigerte Wirkung wahrzunehmen, die gleichfalls nur auf den grösseren Gehalt des Erstickungsblutes an Kohlensäure bezogen werden kann.

Die Versuche wurden folgendermaassen angestellt:

Bei einigen Hunden wurde die Carotis freigelegt und in dieselbe eine Canüle eingebunden. Diese Canüle wurde mit einem kleinen Gummischlauch verbunden. Einige Minuten später, nachdem das Thier sich völlig beruhigt hatte und normale Athmung zeigte, flossen 50 Ccm. Blut aus der Carotis in ein Kölbchen, welches 50 Ccm. 5procentige Kaliumchloratlösung enthielt (hierbei tauchte der Verbindungsschlauch in die Chloratlösung ein), und es wurde die Zeit notirt. Einige Zeit später (10 bis 20 Minuten) wurde bei demselben Thiere durch Trachealverschluss starke Dyspnoe eingeleitet, dann flossen 50 Ccm. des jetzt venös aussehenden Carotisblutes in 50 Ccm. 5procentige Lösung von chlorsaurem Kali. Ich will noch bemerken, dass die eingeleitete Erstickung nicht zum Tode führte, da die Thiere bald darauf sich wieder erholten.

Versuch L.

24. Mai 1883. Temperatur 24° C. Normales, arterielles Blut aus der Carotis. 4 Uhr: 50 Ccm. arterielles Blut flossen in 50 Ccm. 5procentige KClO_3 -Lösung und wurden verschlossen. Nach 45 Minuten Blut unverändert. Nach 60 Minuten Blut bräunlichroth, schwacher Streifen im Roth in dicker Schicht. — Dyspnoe-Blut aus der Carotis. 4 Uhr 20 Minuten: 50 Ccm. Dyspnoe-Blut flossen in 50 Ccm. 5procentige KClO_3 -Lösung und wurden verschlossen. Nach 25 Minuten Blut bräunlichroth, schwacher Streifen im Roth in dicker Schicht. Nach 30 Minuten Blut chocoladenbraun.

Versuch LI.

27. Mai 1883. Temperatur 22° C. Normales, arterielles Blut aus der Carotis. 11 Uhr: 50 Ccm. Blut flossen in 50 Ccm. 5procentige Kaliumchloratlösung. Nach 45 Minuten Blut unverändert. Nach 60 Minuten Blut wenig verfärbt, schwacher Methaemoglobinstreifen in concentrirter Lösung. Nach 70 Minuten Blut rothbraun, in verdünnter Lösung nur 2 Haemoglobinstreifen. — Dyspnoe-Blut aus der Carotis. 11 Uhr 10 Minuten: 50 Ccm. Dyspnoe-Blut flossen in 50 Ccm. 5procentige KClO_3 -Lösung. Nach 15 Minuten Blut unverändert. Nach 35 Minuten Blut deutlich bräunlichroth, in concentrirter Lösung ein Methaemoglobinstreifen. Nach 70 Minuten Blut dunkel chocoladenbraun, zeigt in verdünnter Lösung drei Methaemoglobinstreifen.

Versuch LII.

28. Mai 1883. Temperatur 21° C. Normales, arterielles Blut aus der Carotis. 11 Uhr: 50 Ccm. arterielles Blut flossen in 50 Ccm. 20procentige Natriumchloratlösung. Nach 20 Minuten Blut hellroth, unverändert. Nach 25 Minuten geringe Verfärbung. Nach 30 Minuten Blut bräunlich roth, deutlich verfärbt, schwacher Methaemoglobinstreifen in concentrirter Lösung. Nach 40 Minuten in verdünnter Lösung nur 2 Oxy-streifen. — Dyspnoe-Blut aus der Carotis. 11 Uhr 10 Minuten: 50 Ccm. Dyspnoe-Blut flossen in 50 Ccm. 20procentige NaClO_3 -Lösung. Nach 8 Minuten geringe Verfärbung. Nach

15 Minuten Blut braunroth, schwacher Methaemoglobinstreifen im Roth. Nach 25 Minuten Blut chocoladenbraun, in verdünnter Lösung deutliches Absorptionsband im Roth und 2 deutliche Oxyhaemoglobinstreifen.

Diese Versuche ergeben somit das wichtige Resultat, dass eine Kohlensäureanhäufung im Blute und zwar in einer Menge, die nicht zum Tode führt, die deletären Wirkungen des Kali chloricum in hohem Grade verstärkt; denn wir sehen aus den eben angeführten Experimenten, dass Dyspnoeblut durch gleiche Mengen chlorsaurer Salze doppelt so schnell als arterielles Blut zersetzt wird. Bei diesen Versuchen sind dem Blut grössere Mengen von Kaliumchlorat zugesetzt worden, als dasselbe im Organismus bei Zufuhr dieses Salzes enthalten kann, damit die Unterschiede möglichst deutlich hervortreten. Dass man aber auch mit geringen Mengen von chlorsaurem Kali (z. B. 100 Blut + 0,2 Grm. KClO_3) dieselben Veränderungen im Blute hervorrufen kann, wie mit einer concentrirten Lösung, geht aus den geschilderten Versuchen klar hervor.

In welcher Weise die Gegenwart von sauren phosphorsauren Salzen die Zersetzung des Blutes durch Kaliumchlorat beschleunigt, das zeigen die nachfolgenden Experimente. Verwendet wurde eine Lösung von primärem phosphorsaurem Natron. 100 Ccm. dieser Lösung wurden durch 28,6 Ccm. Normalnatron- oder Normalnatriumcarbonatlösung neutralisirt. Da der Gehalt des Blutes an sauren Phosphaten im Verhältniss zur Kohlensäure ein schwankender ist, so wurden die Versuche, in denen der Einfluss saurer Phosphate auf die Zersetzung des Blutes durch chlorsaures Kali ermittelt werden sollte, in grösserer Zahl angestellt.

Versuch LIII.

50 Ccm. Blut wurden am 7. Mai 1883 bei 20° C. mit 50 Ccm. 5procentiger Kaliumchloratlösung und 5 Ccm. saurem phosphorsaurem Natron versetzt. Nach 50 Minuten war das Blut rothbraun und zeigte in concentrirter Lösung einen

schwachen Methaemoglobinstreifen, während 50 Ccm. desselben Blutes auf alleinigen Zusatz von 50 Ccm. 5procentiger KClO_3 -Lösung erst nach 100 Minuten in dicker Schicht einen schwachen Streifen im Roth zeigten.

Versuch LIV.

50 Ccm. Blut wurden mit 40 Ccm. 5procentiger KClO_3 -Lösung und 10 Ccm. saurer phosphorsaurer Natronlösung bei 20°C . versetzt. Nach 50 Minuten war das Blut rothbraun und zeigte in dicker Schicht einen Methaemoglobinstreifen.

Versuch LV.

50 Ccm. Blut wurden mit 45 Ccm. 5procentiger KClO_3 -Lösung und mit 5 Ccm. saurer Natriumphosphatlösung versetzt. Nach 60 Minuten war das Blut braunroth und zeigte in concentrirter Schicht einen deutlichen Methaemoglobinstreifen.

Versuch LVI.

50 Ccm. desjenigen Blutes, welches in den beiden vorhergehenden Versuchen verwendet worden, wurden mit 50 Ccm. 5procentiger KClO_3 -Lösung versetzt. Die Temperatur betrug in diesen und den vorhergehenden Versuchen 20°C . Nach 90 Minuten zeigte das Blut noch keine Veränderung; nach 110 Minuten war es rothbraun und zeigte in concentrirter Lösung einen schwachen Methaemoglobinstreifen; nach 120 Minuten zeigte es in dicker Schicht einen deutlichen Streifen im Roth.

Versuch LVII.

20 Ccm. Blut wurden mit 10 Ccm. 5procentiger Kaliumchloratlösung und 3 Ccm. saurer Natriumphosphatlösung bei 20°C . stehen gelassen. Nach 45 Minuten war das Blut bräunlichroth und zeigte in concentrirter Lösung einen Methaemoglobinstreifen. Nach 60 Minuten war es deutlich braunroth und zeigte in verdünnter Lösung einen Methaemoglobinstreifen und zwei Oxyhaemoglobinstreifen. Nach 70 Minuten war das Blut dunkelchocoladenbraun, während eine Mischung von 20 Ccm. desselben Blutes und 20 Ccm. 5procentiger Kaliumchloratlösung erst nach 140 Minuten braunroth war und in concentrirter Lösung einen Methaemoglobinstreifen zeigte.

Versuch LVIIa.

30 Cem. Blut (dasselbe Blut wie im vorhergehenden Versuche) wurden mit 10 Cem. 5procentiger Kaliumchloratlösung und mit 5 Cem. saurem Natriumphosphat bei 20°C. versetzt. Nach 60 Minuten war das Blut bräunlichroth, zeigte in concentrirter Lösung einen Methaemoglobinstreifen, in verdünnter nur zwei Oxyhaemoglobinstreifen. Nach 70 Minuten war das Blut chocoladebraun.

Diese Versuche zeigen demnach, dass saures Natriumphosphat in geringer Menge dem mit chlorsaurem Kali vermischten Blute zugesetzt, die Umwandlung des Haemoglobins in ähnlicher Weise wie Kohlensäure beträchtlich beschleunigt.

Da in den bisherigen Experimenten, welche mit verschiedenen Blutproben angestellt worden, die Alkalescentz des Blutes keine constante war, so wurden in der folgenden Versuchsreihe Proben von ein und demselben Blut bei sonst gleichen Verhältnissen mit wechselnden Mengen von saurem Natriumphosphat und gleichen Mengen von chlorsaurem Kali bei 20° C. behandelt.

Versuch LVIII.

50 Cem. Blut + 50 Cem. 5procentige KClO_3 lösung zeigten nach 2 Stunden keine Veränderung. Nach 2 Stunden 20 Minuten war die Mischung bräunlichroth und zeigte in stark concentrirter Lösung einen Streifen im Roth. Nach 3 Stunden 20 Minuten war das Blut chocoladebraun und zeigte in dünner Schicht zwei Oxyhaemoglobinstreifen und einen deutlichen Streifen im Roth.

Versuch LIX.

50 Cem. Blut + 50 Cem. 5 procentige KClO_3 lösung + 5 Cem. saure Natriumphosphatlösung zeigten nach 40 Minuten eine bräunlichrothe Farbe und in concentrirter Schicht ein deutliches Absorptionsband im Roth. Nach 70 Minuten war die Blutmischung chocoladebraun und zeigte in dünner Schicht zwei Oxyhaemoglobinstreifen und einen Streifen im Roth. Nach 95 Minuten war das Blut dunkelchocoladebraun und

zeigte einen Streifen im Roth und zwei verwaschene in der Gegend der Oxyhaemoglobinstreifen (drei Methaemoglobinstreifen).

Versuch LX.

50 Ccm. Blut wurden mit 50 Ccm. 5procentiger KClO_3 -Lösung und 3 Ccm. saurer phosphorsaurer Natronlösung versetzt. Nach 55 Minuten war das Blut bräunlichroth und zeigte in concentrirter Schicht einen Streifen im Roth. Nach 80 Minuten war das Blut chocoladebraun und zeigte in dünner Schicht zwei Haemoglobin- und einen Methaemoglobinstreifen.

Versuch LXI.

50 Ccm. Blut wurden mit 50 Ccm. 5procentiger KClO_3 -Lösung und 2,5 Ccm. saurer Natriumphosphatlösung versetzt. Nach 60 Minuten war das Blut schwach bräunlichroth und zeigte in starker Concentration einen Streifen im Roth. Nach 90 Minuten zeigte das Blut in dünner Schicht zwei Oxy- und einen Methaemoglobinstreifen im Roth.

Versuch LXII.

50 Ccm. Blut wurden mit 50 Ccm. 5procentiger KClO_3 -Lösung und 2 Ccm. saurer Natriumphosphatlösung versetzt. Nach 70 Minuten war das Blut bräunlichroth und zeigte in concentrirter Lösung einen Streifen im Roth. Nach 100 Minuten zeigte das Blut in dünner Schicht zwei Oxy- und einen Methaemoglobinstreifen im Roth.

Versuch LXIII.

50 Ccm. Blut wurden mit 50 Ccm. 5procent. KClO_3 -Lösung und 1,7 Ccm. saurer Natriumphosphatlösung versetzt. Nach 80 Minuten war die Blutmischung bräunlichroth und zeigte in concentrirter Lösung einen Streifen im Roth. Nach 120 Minuten war das Blut chocoladebraun und zeigte in dünner Schicht zwei Oxy- und einen Methaemoglobinstreifen.

Versuch LXIV.

50 Ccm. Blut wurden mit 50 Ccm. 5procentiger KClO_3 -Lösung und 1,3 Ccm. saurer Natriumphosphatlösung versetzt. Nach 100 Minuten war das Blut bräunlichroth und zeigte in concentrirter Lösung einen Streifen im Roth. Nach 140 Mi-

nuten zeigte das Blut in dünner Schicht zwei Oxy- und einen Methaemoglobinstreifen, sowie eine chocoladenbraune Farbe.

Die letzten sieben Versuche, welche, wie bereits bemerkt, mit ein und demselben Blute bei gleicher Temperatur ausgeführt wurden, finden sich in nachfolgender Uebersichtstabelle zusammengestellt.

Tabelle IX.

Nummer des Versuchs.	50 Ccm. Blut + 50 Ccm. KClO ₃ -Lösung.	Zusatz von saurer Natriumphos- phatlösung.	Auftreten von Methaemoglobin in concentrirter Lösung.	Auftreten von chocoladenbrauner Farbe und Nach- weis von 2 Oxy- und einem Met- haemoglobinstrei- fen in verdünnter Lösung.
		In Ccm.	Nach Minuten.	Nach Minuten.
58.	—	—	140	200
64.	—	1,3	100	140
63.	—	1,7	80	120
62.	—	2,0	70	100
61.	—	2,5	60	90
60.	—	3,0	55	80
59.	—	5	40	70

Diese Versuchstabelle zeigt, dass eine Abnahme der Alkaleszenz des Blutes, und zwar eine so geringe, wie sie unter physiologischen Verhältnissen vorkommen kann, in hohem Grade beschleunigend auf die Veränderungen einwirkt, welche Haemoglobin durch chlorsaures Kali erleidet.

Nach den Untersuchungen von Canard¹⁾ schwankt beim gesunden Menschen die Alkaleszenz des Blutes in 100 Ccm. zwischen 264—361 Mgrm. kohlensaurem Natron (CO₃Na₂), d. h. 100 Ccm. Blut neutralisiren genau ebensoviel Normalsäure als 264—361 Mgrm. kohlensaures Natron.

3,5 Ccm. der angewandten sauren phosphorsauren Natronlösung entsprechen 1 Ccm. Normalsodalösung = 53 Mgrm. CO₃Na₂.

¹⁾ Essai sur l'alcalinité du sang dans l'état de santé etc. Thèse. Paris. 1878.

Im Versuch LIX., in dem die Alkalescenzabnahme des Blutes 79 Mgrm. CO_3Na_2 entspricht, wird das Blut drei Mal so rasch zersetzt, als normales Blut im Versuch LVIII. In Versuch LXII. beträgt die Alkalescenzabnahme für 100 Blut 30 Mgrm. CO_3Na_2 , und dabei wird das Blut doppelt so rasch als normales Blut im Versuch LVIII. in Methaemoglobin verwandelt.

Dass in den eben geschilderten Versuchen die Gegenwart freier Kohlensäure oder saurer Phosphate ausschliesslich die intensivere Zersetzung des Blutes durch chlorsaures Salz bewirkte, ergab sich mit voller Sicherheit aus einigen weiteren Versuchen, bei denen das Blut einen Zusatz von Aetznatron oder Natriumcarbonat erhielt. Wie vorauszusehen war, wurden hierdurch die Veränderungen des Blutfarbstoffs im Verhältniss zu der zugesetzten Menge Alkali hintangehalten oder verhindert.

Zu den Experimenten diente eine Normalnatronlauge (1 Ccm. = 40 Mgrm. NaHO) und eine Normalsodalösung (1 Ccm. = 53 Mgrm. CNa_2O_3).

Es sei hier bemerkt, dass die nachfolgenden Versuche mit ein und demselben Blut bei 22°C . angestellt wurden.

Versuch LXV.

50 Ccm. Blut nahmen auf Zusatz von 50 Ccm. 5procentiger KClO_3 -Lösung in 200 Minuten eine bräunlichrothe Farbe an und zeigten in concentrirter Lösung einen Streifen im Roth. Nach 270 Minuten war das Blut chocoladenbraun und zeigte in dünner Schicht zwei Oxyhaemoglobin- und einen Methaemoglobinstreifen. Nach 340 Minuten enthielt das Blut drei Methaemoglobinstreifen. Nach 30 Stunden war das Blut ganz geronnen.

Versuch LXVI.

50 Ccm. Blut wurden mit 50 Ccm. 5procentiger KClO_3 -Lösung und 2 Ccm. Sodalösung vermischt und zwar um 10 Uhr Morgens. Nach 8 Stunden war das Blut noch unverändert. Am anderen Morgen war das Blut dunkelbraun und enthielt kein Haemoglobin mehr.

Versuch LXVII.

50 Ccm. Blut wurden mit 50 Ccm. 5procentiger KClO_3 -Lösung und 1 Ccm. kohlensaurem Natron versetzt. Nach 7 Stunden war das Blut noch hellroth und zeigte spectroscopisch keine Veränderung. Nach 9 Stunden war das Blut chocoladenbraun und enthielt 3 Methaemoglobinstreifen. Nach 30 Stunden war das Blut noch nicht geronnen.

Versuch LXVIII.

50 Ccm. Blut wurden mit 50 Ccm. 5procentiger KClO_3 -Lösung und 0,5 Ccm. kohlensaurem Natron versetzt. Nach 5 Stunden war das Blut schwach bräunlich verfärbt, zeigte aber spectroscopisch noch kein Methaemoglobin. Nach 5 Stunden 45 Minuten war das Blut bräunlichroth und zeigte in concentrirter Schicht einen Methaemoglobinstreifen. Nach 7 Stunden zeigte das Blut verdünnt nur 2 Oxyhaemoglobinstreifen. Nach 8 Stunden liess das Blut in dünner Schicht 2 Oxyhaemoglobin- und einen Streifen im Roth erkennen. Nach 9 Stunden war das Blut chocoladenbraun und enthielt drei Methaemoglobinstreifen. Nach 30 Stunden zeigte das Blut am Boden des Becherglases eine geringe Gerinnung.

Versuch LXIX.

50 Ccm. Blut wurden mit 50 Ccm. 5procentiger KClO_3 -Lösung und 2 Ccm. Natronlauge versetzt. Nach 24 Stunden und länger war das Blut noch unverändert.

Versuch LXX.

50 Ccm. Blut wurden mit 50 Ccm. 5procentiger KClO_3 -Lösung und 1 Ccm. Natronlauge um 10 Uhr Morgens versetzt. Abends um 7 Uhr, also nach 9 Stunden, war das Blut äusserlich und spectroscopisch ganz unverändert. Am anderen Tage war das Blut schwarzbraun und enthielt drei Methaemoglobinstreifen.

Versuch LXXI.

50 Ccm. Blut wurden mit 50 Ccm. 5procentiger KClO_3 -Lösung und 0,5 Ccm. Natronlauge versetzt. Nach 7 Stunden war das Blut äusserlich und spectroscopisch unverändert. Nach

8 Stunden war das Blut braunroth und enthielt in concentrirter Schicht einen deutlichen Methaemoglobinstreifen.

Aus diesen Versuchen geht demnach hervor, dass ein unbedeutender Zusatz von kohlensaurem Natron oder Aetznatron die Zersetzung des Blutes durch chlorsaures Kali bedeutend verlangsamt. Dieser Zusatz braucht nur ein sehr geringer zu sein und bei Weitem nicht die Grenzen zu erreichen, in welchen die Alkalescentz des Blutes beim gesunden Menschen schwankt; denn Versuch LXVIII. zeigt, dass eine Zunahme der Alkalescentz (in 100 Ccm. Blut) um 53 Mgrm. kohlensaures Natron genügt, um die Veränderungen, welche chlorsaures Kali im Blute hervorruft, bedeutend abzuschwächen, da in diesem Versuch das Blut fast doppelt so langsam zersetzt wurde, als im Versuch LXV., wo das Blut keinen Zusatz von kohlensaurem Natron erfahren hatte.

Ferner ist aber auch aus diesen Versuchen ersichtlich, dass Normalnatronlauge den zersetzenden Einfluss des chlorsauren Kali auf Blut fast doppelt so stark hemmt, als Normal-sodalösung, da Aetznatron ungefähr doppelt so viel Kohlensäure bindet, wie Soda. Hiermit im Einklang steht die Thatsache, von der ich mich mehrfach überzeugte, dass ein geringer Zusatz von reinem Natrium bicarbonicum die Zersetzung des Haemoglobin durch chlorsaures Kali nur wenig beeinflusst.

VII. Welche Substanzen bewirken eine Reduction des chlorsauren Kali?

Nachdem in dem vorstehenden Abschnitt die Art der Einwirkung des Kaliumchlorates auf das Blut eingehend betrachtet und untersucht worden ist, war es zunächst von Interesse, festzustellen, ob bei der Zersetzung des Blutes durch chlorsaures Kali gleichzeitig auch eine Veränderung des Salzes stattfindet und zwar speciell, ob hierbei das chlorsaure Kali reducirt, oder ob es zu Kaliumperchlorat oxydirt werde, oder ob das chlorsaure Kali in ähnlicher Weise wie beim Glühen eine theilweise Umwandlung in Chorkalium und überchlorsaures Kali erleide. Diese Frage hat auch deswegen eine gewisse Bedeutung, da wir nicht nur oxydirende Substanzen, wie Ozon, übermangansaure Salze, Nitrite, Ferricyankalium etc., sondern auch Körper, wie Palladiumwasserstoff, Pyrogallol, Brenzcatechin etc. kennen, welche bei ihrer Einwirkung auf indifferenter Sauerstoff Haemoglobin in Methaemoglobin umwandeln. Die Lösung dieser Frage war aber nur dann möglich, wenn es gelang, eine Methode aufzufinden, welche es ermöglichte, dem Blute zugesetzte chlorsaure Salze neben Chloriden und Perchloraten zu bestimmen. Anfangs verfuhr ich folgendermassen:

Die betreffende Blutprobe wurde mit dem 30fachen Volumen Wasser, mit dem 10fachen Volumen gesättigter Glaubersalzlösung unter Zusatz von Essigsäure unter Umrühren aufgeköcht, um die Eiweissstoffe möglichst abzuscheiden, heiss filtrirt, und der Niederschlag mit heissem Wasser ausgewaschen. Nun wurde das Filtrat nach erneutem Essigsäurezusatz mit essigsaurem oder salpetersaurem Silber in Ueberschuss versetzt,

gut umgerührt und nach 24stündigem Stehen im Dunkeln filtrirt. Der Niederschlag, welcher aus Chlorsilber, Spuren von phosphorsaurem Silber und Silberalbuminat bestand, wurde gut ausgewaschen. Anfangs suchte ich den Niederschlag mit destillirtem Wasser auszuwaschen. Es zeigte sich hierbei aber bald, dass diese Manipulation unzulässig war, da das Waschwasser bald trübe wurde und der Niederschlag auf dem Filter an Menge nennenswerth abnahm. Es ist anzunehmen, dass letzteres Verhalten wohl darauf beruht, dass Silberalbuminat beim Auswaschen mit destillirtem Wasser geringe Mengen von Chlorsilber in feinvertheiltem oder gelöstem Zustande mit sich führt. Diesem Uebelstande lässt sich aber leicht abhelfen, wenn man den Niederschlag mit einer Mischung, welche circa 10 pCt. Natriumsulfat, etwas Essigsäure und ein wenig salpetersaures Silber enthält, auswäscht. Benützt man diese Waschflüssigkeit, so bleibt das Filtrat völlig klar. Der Niederschlag, welcher, wie bereits bemerkt, ausser Chlorsilber geringe Mengen von Silberphosphat und Silberalbuminat enthält, wurde, getrocknet (bei 100° C.), mit 10—15 Ccm. concentrirter reiner Salpetersäure auf dem Wasserbade längere Zeit digerirt und bis fast zur Trockne eingedampft. (Der Niederschlag wurde mit concentrirter Salpetersäure digerirt, um das demselben anhaftende Silberalbuminat zu zerstören.) Nun wurde der Rückstand mit Wasser stark verdünnt, mit ein wenig Salpetersäure versetzt und erwärmt. Der Niederschlag wurde abfiltrirt und als Chlorsilber gewogen.

Es findet sich in der Literatur die Angabe, dass Chlorsilber beim Kochen mit concentrirter Salpetersäure unter Chlorentwicklung theilweise in Nitrat verwandelt wird.

Die folgenden Versuche, welche ich in dieser Richtung anstellte, ergaben indess, dass bei den von mir angewandten Mengenverhältnissen sich Chlorsilber nachweisbar nicht zersetzt.

Versuch LXXII.

10 Ccm. Silberlösung wurden mit Salzsäure und Salpetersäure versetzt und der Niederschlag nach dem Schmelzen gewogen. Derselbe wog 0,2274 Grm.

10 Ccm. derselben Silberlösung wurden im gewogenen Porzellantiegel mit Salzsäure und Salpetersäure versetzt, bis fast zur Trockne eingedampft, mit 15 Ccm. concentrirter Salpetersäure versetzt, auf dem Wasserbad zur Trockne eingedampft, geschmolzen und gewogen. Der Niederschlag wog 0,2271 Grm.

Versuch LXXIII.

12 Ccm. derselben Silberlösung ergaben in gewöhnlicher Weise bestimmt 0,2725 Grm. AgCl.

12 Ccm. derselben Silberlösung wurden mit Salzsäure und Salpetersäure versetzt. Der eingedampfte Rückstand wurde auf dem Wasserbad nach Zusatz von 10 Ccm. concentrirter Salpetersäure im Tiegel eingedampft, geschmolzen und gewogen. Die Menge des Chlorsilbers betrug 0,2718 Grm.

Später, d. h. in den Versuchen No. LXXV. bis C. bediente ich mich zur Befreiung des Blutes von Albuminstoffen ausschliesslich des essigsauren Zinks, welches in jeder Weise den Vorzug vor dem Glaubersalz verdient, und zwar in folgender Weise: Die betreffende Blutprobe wird in das 30—40fache Volumen kochenden Wassers eingetragen, unter Umrühren aufgekocht, mit ein wenig chlorfreiem essigsauren Zink (das käufliche Zinkacetat reagirt sauer) und mit etwas kohlensaurem Natron versetzt, so dass die Reaction nur noch schwach sauer ist, dann einige Minuten im Sieden erhalten und heiss filtrirt. Der Niederschlag wird mit heissem Wasser ausgewaschen, und das Filtrat mit salpetersaurem Silber und mit Essigsäure versetzt. Der hierbei entstehende Niederschlag lässt sich nach 24stündigem Stehen im Dunkeln gut abfiltriren und mit destillirtem Wasser klar auswaschen. Im Niederschlag lassen sich nun die Chloride nach Digeriren mit concentrirter Salpetersäure, wie oben angegeben, als Chlorsilber gewichtsanalytisch bestimmen. Das Behandeln des Blutes mit Zinkacetat bei Kochhitze bedingt eine völlige Abscheidung des Eiweisses, denn das so erhaltene Filtrat, welches stets völlig farblos und wasserklar war, gab in salzsaurer Lösung weder mit Phosphorwolframsäure noch mit Jodkaliumquecksilberjodid eine Trübung;

auch nahm das Filtrat auf Zusatz von Natronlauge und Kupfersulfat keine violette Farbe an. — Ich habe mich übrigens auch wiederholt überzeugt, dass man im enteiussten Blute die Chloride bei Gegenwart von chlorsauren Salzen durch Silbernitrat auf Zusatz von ein wenig reiner Salpetersäure (2 pCt.) bestimmen kann, da Chlorate hierbei nicht verändert werden.

Dass nach der eben von mir angegebenen Methode im Blute die Chloride sich ohne Veraschen hinreichend genau bestimmen lassen, ergeben folgende Versuche.

Versuch LXXIV.

10 Ccm. Blut werden in einer Platinschale mit 2 Grm. reinem kohlessaurem Natron und 6 Grm. Salpeter auf dem Wasserbade eingedampft und vorsichtig bei gelinder Hitze geschmolzen. Die Schmelze wurde in Wasser gelöst und darin nach Zusatz von Salpetersäure und Silbernitrat die Chloride gewichtsanalytisch bestimmt. 10 Ccm. Blut gaben 0,108 Grm. $\text{AgCl} = 0,044 \text{ Grm. ClNa}$. — In einem zweiten Versuche wurden 0,0444 Grm. ClNa gefunden.

Versuch LXXV.

10 Ccm. desselben Blutes wurden mit Zinkacetat enteiusst, das Filtrat (360 Ccm.) wurde mit (8 Ccm.) reiner Salpetersäure und Silberlösung versetzt. Der Niederschlag wurde nach dem Digeriren mit concentrirter Salpetersäure gewogen und betrug 0,108 Grm. $0,108 \text{ Grm. AgCl} = 0,044 \text{ Grm. ClNa}$.

In einem andern Versuch, in welchem ich statt der Salpetersäure Essigsäure nahm, wurden 0,1061 AgCl erhalten $= 0,043 \text{ Grm. ClNa}$.

Ich habe 7 Mal defibrinirtes Rinderblut, welches aus dem Schlachthause kam, auf Chloride quantitativ geprüft und dabei stets Werthe erhalten, welche zwischen 0,44 bis 0,46 pCt. Kochsalz schwankten.

Nachdem diese Versuche ergeben hatten, dass sich im Blut ohne Veraschen die Chloride hinreichend genau bestimmen lassen, kam es darauf an, ein Verfahren zu finden, welches gestattete,

im Blute neben Chloriden und Perchloraten die Chlorate ohne Veraschen zu bestimmen. Dies lässt sich nach meinen Untersuchungen in zweierlei Weise ausführen. Man kann die Chlorate durch Kochen mit Zinkstaub oder durch Behandeln mit schwefliger Säure im enteiussten Blute leicht reduciren. Die Chloride werden als Chlorsilber bestimmt und hieraus das chlorsaure Kali berechnet: Ein Grm. chlorsaures Kali enthält 0,2892 Grm. Chlor = 1,169 Grm. AgCl = 0,477 Grm. ClNa.

Es lassen sich die Chlorate folgendermaassen bestimmen: Das mit Kaliumchlorat versetzte Blut wird mit Zinkacetat, wie angegeben, von Eiweiss befreit, und das Filtrat in zwei Hälften getheilt; die eine Hälfte des Filtrats wird auf dem Wasserbade bis auf circa 50 Ccm. eingedampft und dann unter Zusatz von 10 Grm. Zinkstaub und 10 Ccm. fünffach verdünnter Schwefelsäure auf dem Wasserbade circa eine Stunde gekocht, alsdann auf Zusatz von circa 200 Ccm. Wasser erwärmt, heiss filtrirt und der Niederschlag wiederholt mit heissem Wasser ausgewaschen. Im Filtrat werden die Chloride auf Zusatz von Salpetersäure und Silbernitrat als Chlorsilber gewichtsanalytisch bestimmt.

In der anderen Hälfte des Filtrates (des von Eiweiss befreiten Blutes) werden die in praeformirtem Zustande vorhandenen Chloride in essigsaurer oder schwach salpetersaurer Lösung durch Silberlösung ausgefällt und nach dem Kochen mit Salpetersäure als Chlorsilber gewogen. Aus der Differenz zwischen der Menge des Chlors, welche beim Kochen des enteiussten Blutes mit Zinkstaub und Schwefelsäure als Chlorsilber erhalten wurde, und der Menge des Chlors, welche bei der einfachen Ausfällung des enteiussten Blutes mit Silberlösung direct erhalten wurde, lässt sich die Menge des chlorsauren Kali leicht berechnen.

Man kann aber auch das chlorsaure Kali in dem vermittelst Zinkacetat von Albuminstoffen befreiten Blute mit schwefliger Säure quantitativ bestimmen, und zwar folgendermassen:

Man theilt das enteiusste Blut in zwei Hälften, versetzt eine Portion mit einem Ueberschuss von Silbernitratlösung, fügt dann Salpetersäure hinzu und zwar soviel, dass die Flüssigkeit

circa 4 pCt. derselben enthält, leitet dann auf dem Wasserbade etwa 15 Minuten lang einen mässig starken Strom von schwefliger Säure ein und erwärmt dann noch einige Zeit. Nachdem die Flüssigkeit 24 Stunden lang im Dunkeln gestanden, wird der Niederschlag abfiltrirt, mit verdünnter Salpetersäure ausgewaschen und als Chlorsilber gewogen. In der andern Portion albuminfreien Blutes werden die Chloride direct durch Silber ausgefällt und als Chorsilber gewogen. Aus der Differenz zwischen der Menge des Chlors, welche beim Behandeln des Blutes mit schwefliger Säure gefunden wurde, und der Menge des (praeformirten) Chlors, welche durch directes Ausfällen des eiweissfreien Blutes mit Silberlösung erhalten wurde, lässt sich die Menge des chlorsauren Kali leicht berechnen. Man kann aber auch im enteweissten Blute die praeformirten Chloride auf Zusatz von Silber und ein wenig Salpetersäure ausfällen und im Filtrat die Chlorate durch schweflige Säure bestimmen. Die Bestimmung der Chlorate im Blut sowohl mittelst Zinkstaubs als auch durch Behandeln mit schwefliger Säure giebt genaue Resultate. Es muss hier wiederholt bemerkt werden, dass Perchlorate im Gegensatz zu Chloraten weder durch Kochen mit Zinkstaub und Schwefelsäure, noch durch Behandeln mit schwefliger Säure, — wie ich mich mehrfach überzeugt habe, — eine Reduction erfahren.

Es folgen hier einige analytische Daten, welche die Brauchbarkeit der Methode darthun.

Versuch LXXVI.

20 Cem. Blut wurden mit 20 Cem. 5procentiger Lösung von chlorsaurem Kali gemischt und sofort mit essigsaurem Zink von Albuminstoffen befreit. Nun theilte ich das Filtrat: in der einen Hälfte wurde das praeformirte Chlor mit Silberlösung auf Zusatz von etwas Salpetersäure und Kochen des Silberniederschlags mit concentrirter Salpetersäure bestimmt; in der andern Hälfte bestimmte ich die Chloride nach Reduction des chlorsauren Kali durch schweflige Säure. Die eine Hälfte des Filtrats, worin nur die praeformirten Chloride bestimmt wurden, gab 0,1121 Grm. $\text{AgCl} = 0,0448 \text{ ClNa}$; die andere

Hälfte des Filtrates, worin die praeformirten und die durch Reduction des chlorsauren Kali gebildeten Chloride bestimmt wurden, gab 0,694 Grm. AgCl. Es stammen mithin 0,5819 Grm. AgCl von reducirtem chlorsaurem Kali her, welches 0,497 Grm. KClO_3 entspricht, während 0,5 Grm. gefordert waren.

Versuch LXXVII.

20 Ccm. desselben Blutes wurden mit 20 Ccm. 5procentiger Kaliumchloratlösung gemischt und sofort mit Zinkacetat von Albuminstoffen befreit. In der einen Hälfte wurden die Chloride mit Silberlösung und Essigsäure direct bestimmt und hierbei 0,1080 Grm. AgCl = 0,0432 Grm. ClNa erhalten. In der anderen Hälfte wurde nach Behandeln mit schwefliger Säure 0,692 Grm. AgCl erhalten, hiervon stammen 0,584 Grm. von reducirtem chlorsaurem Kali her. Es wurden mithin 0,499 Grm. statt 0,5 Grm. KClO_3 gefunden.

Versuch LXXVIII.

10 Ccm. Blut wurden mit 10 Ccm. 5procentiger Lösung von chlorsaurem Kali gemischt, mit Zinkacetat von Eiweissstoffen befreit, im Filtrat auf Salpetersäurezusatz die Chloride ausgefällt und das Filtrat vom Chlorsilberniederschlag mit schwefliger Säure behandelt. Die Menge des Chlorsilbers, welche bei der Reduction des chlorsauren Kali erhalten wurde, betrug 0,580 Grm., mithin wurden 0,495 Grm. KClO_3 statt 0,5 Grm. wiedergefunden.

In einem anderen Versuche, welcher in gleicher Weise angestellt wurde, fanden sich von 0,5 Grm. chlorsaurem Kali 0,496 Grm. wieder.

Eine Bestimmung der Chloride in 10 Ccm. Controllblut durch Veraschen nach Soda- und Salpeterzusatz ergab 0,045 Grm. ClNa.

Es folgen nun drei Versuche, welche zeigen, dass man dem Blute zugesetztes chlorsaures Salz auch genau mit Zinkstaub bestimmen kann: In der einen Hälfte des enteweissten Blutes bestimmt man die praeformirten Chloride direct mit Silberlösung; die andere Hälfte des enteweissten Blutes wird

bis auf ein geringes Volumen (etwa 50 Ccm.) eingedampft und mit 10 Grm. Zinkstaub und 10 Ccm. fünffach verdünnter Schwefelsäure eine Stunde lang auf dem Wasserbade erwärmt. Aus der Differenz zwischen der Menge des praeformirten Chlors, welche aus der einen Hälfte durch directe Ausfällung mit Silberlösung erhalten, und der Menge des Chlors, welche in der andern Hälfte nach Reduction des chlorsauren Kali mit Zinkstaub gewonnen wurde, lässt sich das chlorsaure Kali leicht quantitativ bestimmen.

Versuch LXXIX.

10 Ccm. Blut wurden mit 10 Ccm. 5procentiger Kaliumchloratlösung versetzt und sofort die Bestimmung des Salzes vorgenommen. Es wurden einmal 0,493 Grm., das andere Mal 0,497 Grm. und das dritte Mal 0,498 Grm. chlorsaures Kali statt 0,5 Grm. wieder gefunden.

Diese analytischen Daten lassen wohl keinen Zweifel, dass nach diesen Methoden sich im Blute ohne Veraschen die Chloride und Chlorate quantitativ bestimmen lassen. Es eignen sich diese Methoden sehr gut, wenn es darauf ankommt, in geringen Mengen Blut (etwa 10 bis 25 Ccm.) die Chloride und Chlorate zu bestimmen. Will man aber in grösseren Mengen Blut, z. B. in 200 Ccm., geringe Mengen von chlorsaurem Kali, z. B. 0,1—0,5 Grm. quantitativ nachweisen, so empfiehlt es sich, das Blut nicht mit Zinkacetat zu enteiweissen, da beispielsweise schon 100 Ccm. Blut zur Befreiung von Eiweiss bis auf circa 4 Liter mit Wasser verdünnt werden müssen, sondern das Blut in den Dialysator zu bringen, das Diffusat innerhalb 36 Stunden 5—6 Mal zu wechseln, die vereinigten Diffusate auf ein geringes Volumen einzuengen und alsdann in demselben die Chlorate mit schwefliger Säure oder Zinkstaub zu bestimmen. Dieses Verfahren hat aber das Missliche, dass man mit demselben nicht nachweisen kann, in welcher Zeit eine bestimmte Menge chlorsaures Kali reducirt worden ist, es müsste denn bereits das erste Diffusat mit Indigo und schwefliger Säure keine Chlorsäure mehr erkennen lassen. Ferner darf auch nicht ausser Acht gelassen werden, dass Blut

bei längerem Stehen im Dialysator der Fäulniss ausgesetzt ist, welche nicht ohne Einfluss auf die Reduction des chlorsauren Kali ist. Ferner lassen sich nach den Untersuchungen von Hoppe-Seyler und anderen Autoren die Chloride aus dem Blute durch Dialyse ungemein schwierig entfernen, so dass man im Blute durch Dialyse (neben dem chlorsauren Kali) die Chloride nicht genau bestimmen kann.

Wirkt eine concentrirte Lösung von chlorsaurem Kali längere Zeit (Tage lang) auf Blut ein, so verwandelt sich dasselbe, wie bereits erwähnt, in eine schwarze, harte, kautschukähnliche Masse, welche sich sehr schlecht zerkleinern lässt, in verdünnter Essigsäure unlöslich, dagegen in verdünnter Natronlauge leicht löslich ist. Will man in diesen schwarzen harten Blutmassen die Chlorsäure bestimmen, so empfiehlt sich folgendes Verfahren: Die schwarzen Massen werden mit verdünnter chlorfreier Natronlauge so lange (etwa 24 Stunden) in der Kälte stehen gelassen, bis sich dieselben völlig gelöst haben. Hierauf wird die Lösung mit Wasser stark verdünnt, mit Essigsäure neutralisirt, aufgeköcht und dann nach Zusatz von etwas Zinkacetat noch einige Minuten im Sieden erhalten, damit die Albuminstoffe sich völlig abscheiden. Im Filtrat lassen sich dann, wie oben angegeben, die Chloride und Chlorate bestimmen.

Es folgt nun eine Versuchsreihe, welche zeigt, dass chlorsaures Kali in Berührung mit Blut unter Sauerstoffabgabe zu Chlorkalium reducirt wird, ohne dass gleichzeitig überchlorsaures Kali auftritt.

Versuch LXXX.

10 Cem. Blut wurden mit 10 Cem. 5procentiger KClO_3 -Lösung im Laboratorium am 6. August bei 22°C . stehen gelassen. Nach 6 Stunden hatte das Blut eine dunkelbraune Farbe angenommen und zeigte einen deutlichen Methaemoglobinstreifen im Roth. Das Blut wurde nun mit Zinkacetat von Eiweissstoffen befreit, und ergab die Bestimmung der Chloride $0,130 \text{ Grm. AgCl} = 0,053 \text{ Grm. ClNa}$. Im Filtrat vom Chlorsilberniederschlag wurde das chlorsaure Kali nach Zusatz von Silbernitrat und Salpetersäure mit schwefliger Säure

reducirt und hierbei 0,564 Grm. $\text{AgCl} = 0,230$ Grm. $\text{ClNa} = 0,483$ Grm. KClO_3 erhalten. In 10 Ccm. Controllblut, welches keinen Zusatz von chlorsaurem Kali erfahren hatte, wurden 0,045 Grm. ClNa gefunden, mithin haben in diesem Versuche 10 Ccm. Blut 0,017 Grm. chlorsaures Kali reducirt.

Versuch LXXXI.

20 Ccm. desselben Blutes wurden mit 20 Ccm. 5procentiger Kaliumchloratlösung bei 22°C . stehen gelassen. Nach 20 Stunden war das Blut schwarz und adhärirte theilweise am Boden des Becherglases. Die directe Bestimmung der Chloride ergab in einer Hälfte 0,167 Grm. $\text{AgCl} = 0,068$ ClNa . Im Filtrat wurde nach Behandeln mit schwefliger Säure 0,528 Grm. $\text{AgCl} = 0,216$ $\text{ClNa} = 0,452$ Grm. KClO_3 erhalten. Die Bestimmung der Chloride und des chlorsauren Kalis mit Zinkstaub in der andern Portion ergab 0,693 Grm. AgCl . In diesem Versuche reducirten mithin 10 Ccm. Blut in 20 Stunden 0,048 Grm. chlorsaures Kali.

Versuch LXXXII.

10 Ccm. Blut + 10 Ccm. 5procentige KClO_3 -Lösung wurden bei 25°C . am 2. Juli 1883 40 Stunden lang stehen gelassen. Das Blut stellte eine schwarze, geronnene Masse dar. Dieselbe wurde in Natronlauge gelöst und hierauf mit Zinkacetat von Albuminstoffen befreit. Die directe Bestimmung der Chloride ergab 0,245 Grm. $\text{AgCl} = 0,100$ Grm. NaCl . Demnach stammten 0,055 Grm. NaCl aus zersetztem KClO_3 her, d. h. 10 Ccm. Blut haben 0,115 Grm. chlorsaures Kali reducirt.

Versuch LXXXIII.

10 Ccm. Blut + 10 Ccm. 5procentige KClO_3 -Lösung wurden am 2. Juli 1883 bei 25°C . im Laboratorium hingestellt. Die directe Bestimmung der Chloride, welche 30 Stunden später vorgenommen wurde, ergab 0,086 Grm. ClNa . In diesem Versuche sind mithin 0,089 Grm. KClO_3 reducirt worden.

Versuch LXXXIV.

20 Ccm. Blut + 10 Ccm. 5procentige KClO_3 -Lösung wurden am 6. März 1883 4 Tage lang im Laboratorium stehen gelassen und dann die Chloride und Chlorate bestimmt; hierbei

ergab sich, dass diese 20 Cem. Blut 0,092 Grm. chlorsaures Kali reducirt hatten.

Versuch LXXXV.

10 Cem. Blut + 10 Cem. 5 procentige Kaliumchlorat-Lösung wurden am 6. März 1883 bei 15° C. hingestellt. Nach 6 Stunden liess sich neben 2 Haemoglobinstreifen ein deutlicher Methaemoglobinstreifen nachweisen. Die Bestimmung der Chloride ergab 0,120 Grm. $\text{AgCl} = 0,049 \text{ ClNa}$ statt 0,044 Grm. ClNa, welche in 10 Cem. normalem Blut gefunden wurden; in diesem Versuche ist demnach ein Centigramm KClO_3 nachweisbar reducirt worden.

Versuch LXXXVI.

10 Cem. Blut + 10 Cem. 5procentige KClO_3 -lösung wurden am 6. März 1883 bei 15° C. sich überlassen. Die directe Bestimmung der Chloride nach 24 Stunden ergab 0,152 Grm. $\text{AgCl} = 0,062 \text{ ClNa}$ statt 0,044 ClNa; mithin sind in diesem Versuche 0,038 Grm. KClO_3 reducirt worden.

Versuch LXXXVII.

50 Cem. Blut wurden mit 10 Cem. 5procentiger KClO_3 -lösung gemischt, im März 1883 10 Tage lang im Laboratorium stehen gelassen und untersucht. Die directe Bestimmung der Chloride ergab 1,002 Grm. $\text{AgCl} = 0,408 \text{ ClNa}$. Mithin stammen 0,188 ClNa von zersetztem KClO_3 .

In diesem Versuche sind mithin 0,377 Grm. KClO_3 reducirt worden.

Versuch LXXXVIII.

20 Cem. Blut wurden am 6. August bei 22° C. mit 10 Cem. einer halbprocentigen Kaliumchloratlösung 24 Stunden stehen gelassen. Das Blut, welches keinen Methaemoglobinstreifen zeigte, wurde enteieisst etc. Es ergab sich, dass diese 20 Cem. Blut 0,011 Grm. KClO_3 reducirt hatten.

Versuch LXXXIX.

10 Cem. Blut + 10 Cem. 5procentige Kaliumchloratlösung wurden im März 1883 12 Tage lang sich selbst überlassen.

Nach dieser Zeit wurde die schwarze, fast steinharte Masse in Natronlauge gelöst etc. Die directe Bestimmung der Chloride ergab 0,092 Grm. ClNa statt 0,044 ClNa . In diesem Versuch war mithin 0,1 Grm. KClO_3 reducirt worden.

Versuch XC.

20 Ccm. Blut + 10 Ccm. 2,5procentiger KClO_3 -lösung wurden am 2. Juli 1883 bei 25°C . 40 Stunden lang stehen gelassen. Die directe Bestimmung der Chloride ergab 0,390 Grm. $\text{AgCl} = 0,159 \text{ ClNa}$. Da 20 Ccm. Blut 0,088 ClNa ursprünglich enthielten, so stammen 0,071 ClNa vom zersetzten Kaliumchlorat her, d. h. es wurden 0,149 Grm. chlorsaures Kali reducirt.

Versuch XCI.

20 Ccm. Blut wurden mit 0,5 Grm. KClO_3 am 2. Juli hingestellt. Nach 21 Tagen wurde die harte schwarze Blutmasse in Natronlauge gelöst. Die directe Bestimmung der Chloride ergab 0,534 Grm. $\text{AgCl} = 0,218 \text{ ClNa}$. Demnach sind in diesem Versuch 0,273 Grm. chlorsaures Kali reducirt worden.

Es folgen jetzt einige Versuche, welche zu erforschen bezweckten, in wie weit grosse Mengen von Blut geringe Mengen von chlorsaurem Kali zu zersetzen im Stande seien.

Versuch XCII.

100 Ccm. Blut wurden mit 10 Ccm. Wasser, welche 0,05 Grm. KClO_3 enthielten, am 6. August bei 22°C . hingestellt. Nach 24 Stunden wurde das Gemisch auf den Dialysator gebracht. Nach 3 Stunden liess sich im Dialysat, welches ca. 300 Ccm. ausmachte, vermittelst Indigo und schwefliger Säure Chlorsäure mit Sicherheit nachweisen.

Versuch XCIII.

100 Ccm. Blut wurden mit 0,025 Grm. KClO_3 am 6. August 1883 bei 22°C . hingestellt. Nach 24 Stunden wurde das Gemisch dialysirt. Im Diffusat liess sich mit Indigo und schwefliger Säure deutlich Chlorsäure nachweisen.

Versuch XCIV.

100 Ccm. Blut wurden mit 0,01 Grm. KClO_3 und 10 Ccm. Wasser am 6. August 1883 versetzt, 24 Stunden lang stehen gelassen und dialysirt. Im Dialysat liess sich nach dem Einengen mit schwefliger Säure und Indigo Chlorsäure nachweisen.

Versuch XCV.

100 Ccm. Blut wurden mit 5 Ccm. Wasser, in dem 0,005 Grm. KClO_3 enthalten waren, versetzt. Nach 24 Stunden wurde das Gemisch auf einen Dialysator gebracht, das Diffusat eingengt und mit schwefliger Säure und Indigo auf Chlorsäure untersucht. Die Untersuchung ergab die Anwesenheit von Chlorsäure.

Versuch XCVI.

100 Ccm. Blut wurden mit 0,005 Grm. KClO_3 versetzt. Nach 2 Tagen wurde das Gemisch auf einen Dialysator gebracht, und das Diffusat am nächsten Tage, nachdem es auf 10 Ccm. eingengt worden war, vermittelst Indigolösung und schwefliger Säure mit negativem Erfolg auf Chlorate geprüft.

Versuch XCVII.

300 Ccm. Blut wurden am 25. Juli bei 29°C . mit 10 Ccm. 5procentiger Lösung von chlorsaurem Kali versetzt. Nach 24 Stunden bot das Blut weder beim Ansehen noch spectroscopisch irgend eine Veränderung dar. Ein Drittel dieser Mischung wurde mit 3 Liter Wasser verdünnt, aufgeköcht und mit essigsaurem Zink enteiwisst. Die directe Bestimmung der Chloride ergab $1,226 \text{ AgCl} = 0,5 \text{ Grm. ClNa}$ anstatt 0,45 Grm. Im Filtrat wurden nun nach Reduction der Chlorate vermittelst schwefliger Säure die Chloride bestimmt. Die Menge derselben betrug 0,056 Grm. AgCl . Es haben demnach in diesem Versuch 300 Ccm. Blut 0,32 Grm. KClO_3 reducirt.

Versuch XCVIII.

100 Ccm. Blut wurden mit 10 Ccm. 5procentiger KClO_3 -Lösung versetzt. Nach 20 Stunden wurde das Blut (dasselbe war unverändert) enteiwisst; das Filtrat, welches 5000 Ccm.

betrug, wurde auf dem Wasserbade vorsichtig bis auf ein Zehntel seines Volumens eingeeengt und darin die Chloride mit Silberlösung ausgefällt. Die Menge des Chlorsilbers betrug 1,206 Grm. = 0,493 NaCl. Es rühren mithin 0,043 Grm. ClNa von zersetztem KClO_3 her. Demnach sind in diesem Versuche durch 100 Cem. Blut 0,09 Grm. chlorsaures Kali reducirt worden.

Versuch IC.

100 Cem. Blut wurden am 6. August bei 32°C . mit 0,1 Grm. chlorsaurem Kali versetzt. Nach 24 Stunden wurde das Blut mit 100 Cem. Wasser verdünnt und auf den Dialysator gebracht. Nach 20 Stunden wurde das Diffusat abgezogen und noch dreimal destillirtes Wasser vorgelegt. Die vereinigten Dialysate wurden auf dem Wasserbade bis auf 100 Cem. eingedampft, und die Chloride durch Silber ausgefällt. Im Filtrat vom Chlorsilberniederschlag wurde mit schwefliger Säure das noch unzersetzte KClO_3 bestimmt; hierbei wurden erhalten 0,064 AgCl.

Es wurden mithin in diesem Versuche 0,059 Grm. KClO_3 reducirt.

Versuch C.

10 Cem. frisches Rinderblut wurden mit 10 Cem. 5 procentiger Kaliumchloratlösung bei 37°C . 6 Stunden lang erwärmt. Das Blut war nun schwarz, theilweise geronnen und hatte 0,081 Grm. chlorsaures Kali reducirt.

Der Uebersicht halber stellen wir die eben angeführten Versuche in nachfolgender Tabelle zusammen. Sämmtliche Werthe in der Tabelle sind auf 100 Cem. Blut umgerechnet.

(Hierher gehörende Tabelle X. siehe S. 120.)

Aus diesen Versuchen geht demnach unzweifelhaft hervor, dass chlorsaures Kali im Blut zu Chlorkalium reducirt wird, ohne dass gleichzeitig eine Bildung von Kaliumperchlorat stattfindet.

Die Versuche zeigen aber auch ferner, dass die Reduction des chlorsauren Kali bei gleicher Zeit-

Tabelle X.

Versuch Nummer.	Blut- menge.	Tempe- ratur.	Dauer des Versuchs in Stunden.	Zugesetztes KClO_3 in Gramm.	Reducirtes KClO_3 in Gramm.
80	100	22° C.	6	5,000	0,170
81	"	"	20	5,000	0,480
98	"	"	20	0,500	0,090
88	"	"	24	0,250	0,055
99	"	"	mehr als 24 Std.	0,100	0,059
92	"	"	24	0,050	} KClO_3 noch vorhanden.
93	"	"	24	0,025	
94	"	"	24	0,010	
95	"	"	24	0,005	
96	"	"	48	0,005	
83	"	25° C.	30	5,000	0,890
82	"	"	40	5,000	1,150
90	"	"	40	1,250	0,745
97	"	"	24	0,166	0,107
91	"	"	504	2,500	1,365
85	"	15° C.	6	5,000	0,105
86	"	"	24	5,000	0,380
84	"	"	96	2,500	0,460
87	"	"	240	1,000	0,654
89	"	"	288	5,000	1,006
100	"	37° C.	6	5,000	0,810

dauer und Temperatur in erster Linie von der absoluten Menge des vorhandenen Chlorates abhängig ist. Kleine Mengen von chlorsaurem Kali werden zwar nach längerer Zeit völlig reducirt, in allen Versuchen dagegen, wo grössere Mengen von Kaliumchlorat zugesetzt waren, wurde niemals eine vollständige Reduction erzielt, sondern immer blieb ein erheblicher Theil des zugefügten Salzes unverändert. Die Mengen von Kaliumchlorat, welche im einzelnen Falle reducirt werden, hängen ab und sind bestimmt durch den gleichzeitig vorhandenen Ueberschuss von unzer- setzt bleibendem Salz. Wenn z. B. 100 Ccm. Blut, die 5 Grm. KClO_3 enthalten, in 24 Stunden fast ein Zehntel des zugefügten Salzes, d. h. 0,48 Grm. reduciren, so wird dieselbe Wirkung nicht erzielt, wenn man dem Blute unter sonst ganz gleichen Verhältnissen nur 0,48 Grm., gerade die Menge von chlorsaurem Kali, welche im ersten Falle reducirt wurde, überhaupt zusetzt;

es zeigen sich bereits erhebliche Unterschiede, wenn die Menge des zugefügten Chlorates nur auf die Hälfte verringert wird. Für dieses auffallende Verhalten des chlorsauren Kali im Blut finden sich manche Analogien bei chemischen Processen, die man nicht direct erklären kann. Die Mehrzahl der Chemiker bezeichnet diese Vorgänge als Massenwirkungen, welche nach Berthelot darin bestehen, dass bei der Einwirkung zweier Körper auf einander die dabei eintretenden Umsetzungen nicht nur durch die den Atomen oder Molekülen innewohnenden Affinitäten, sondern auch durch die relativen Massen der wirkenden Substanzen bedingt sind, und dass von diesen die Intensität und Zeitdauer der Reaction abhängt.

Dass Kaliumchlorat in Gegenwart von Blut nur reducirt und nicht theilweise auch oxydirt wird, geht aus den Versuchen hervor, in welchen sämtliches chlorsaures Kali nach längerer Berührung mit Blut entweder als Chlorkalium, oder als solches vermittelt schwefliger Säure oder Zinkstaub wiedergefunden wurde. Hätte sich überchlorsaures Salz gebildet, welches weder durch Kochen mit Zinkstaub noch durch Einwirkung von schwefliger Säure reducirt wird, so hätte in den Versuchen sämtliches Chlor, welches im zugesetzten Kali chloricum enthalten war, durch die eben genannten Agentien nicht wiedergefunden werden können. Wir sehen demnach, dass Blut sonderbarer Weise das chlorsaure Kali verändert und zwar nur reducirt, ein Vorgang, der bekanntlich auch dann eintritt, wenn Chlorate in Gegenwart von Eisenoxyd oder Braunstein erhitzt werden.

Im Widerspruch hiermit stehen anscheinend die Versuche über die Ausscheidung des chlorsauren Kali, welche zu der Schlussfolgerung drängen, dass das chlorsaure Kali durch den Urin völlig ausgeschieden werde. Da aber das chlorsaure Kali vor seiner Ausscheidung die Blutbahn passiren muss, und Blut chlorsaures Kali nachweisbar reducirt, sind wir gezwungen anzunehmen, dass das chlorsaure Kali bei seinem Durchgang durch den Organismus auch stets eine Reduction erleidet. Unter normalen Verhältnissen ist aber diese Reduction eine geringe, ja selbst so unbedeutende, dass sie mit

Sicherheit nicht nachgewiesen werden kann und zwar deshalb, weil die Menge des chlorsauren Kali, welche im einzelnen Falle durch Blut reducirt wird, im Wesentlichen von dem jeweiligen Gehalte des Blutes an chlorsaurem Kali abhängt, wie dies aus Tabelle X. klar ersichtlich ist. Der Procentgehalt des Blutes an chlorsaurem Kali ist bei Zufuhr kleinerer oder mittlerer Gaben stets ein geringer, und zwar deshalb, weil mit der Aufnahme des chlorsauren Kali in's Blut eine rasche Wiederausscheidung durch die Nieren Hand in Hand geht, wodurch eine Anhäufung des Salzes im Blute nicht möglich ist. Nehmen wir z. B. an, dass selbst mehrere Tage lang grössere Gaben von Kaliumchlorat, etwa jede Stunde 1 Grm. dem Organismus zugeführt und wieder ausgeschieden werden, so ist der Procentgehalt des Blutes an chlorsaurem Kali bei einem Menschen von 65 Kilo Körpergewicht, dessen Blutmenge 5 Kilo ausmacht, ein sehr geringer und beträgt, vorausgesetzt, dass Resorption und Elimination einander parallel gehen, jedenfalls weit weniger als 0,02 pCt. Nun erhellt aber aus den vorstehenden Untersuchungen, dass bei einem so geringen Gehalt des Blutes an chlorsaurem Kali nur eine unbedeutende Reduction des Salzes stattfindet und Methaemoglobin nicht gebildet werden kann.

Werden dagegen grössere Mengen des leicht resorbirbaren Kaliumchlorates dem Körper in einer Gabe oder in rascher Aufeinanderfolge, namentlich bei leerem Magen zugeführt, so tritt eine Anhäufung des Salzes im Blute ein und es findet in Folge des hohen Procentgehaltes des Blutes an chlorsaurem Kali eine beträchtliche Reduction des Salzes statt, welche eine allgemeine Vergiftung herbeiführen kann.

Nachdem diese Versuche dargethan, dass chlorsaures Kali durch Blut eine Reduction erfährt, kam es darauf an, festzustellen, welcher, eventuell welche Bestandtheile des Blutes diese Umsetzung vermitteln.

Zu diesem Behufe wurden folgende Versuche angestellt.

Versuch CI.

Ein Gramm Lecithin, welche Substanz bekanntlich einen wesentlichen Bestandtheil der Blutkörperchen bildet, wurde mit

20 Ccm. 5procentiger Kaliumchloratlösung bei 15° C. 48 Stunden lang stehen gelassen. Hierauf wurde das Lecithin mit Aether ausgeschüttelt, dasjenige, was sich nicht in Aether löste, filtrirt und nach Zusatz von Salpetersäure mit Silbernitrat auf Chlor mit negativem Erfolge geprüft. Lecithin ist mithin nicht im Stande, Kaliumchlorat zu reduciren.

Versuch CII.

Da Zucker auch ein constanter Bestandtheil des Blutes ist, wurden 5 Grm. Traubenzucker mit 20 Ccm. 5procent. Kaliumchloratlösung im Laboratorium bei 15° C. 3 Tage sich selbst überlassen. Nach dieser Zeit blieb die Lösung auf Zusatz von salpetersaurem Silber völlig klar. Chlorsaures Kali wird demnach durch Zucker nicht in Chlorkalium umgewandelt.

Versuch CIII.

30 Grm. feuchtes reines weisses Fibrin wurden mit 100 Ccm. 5procentiger Lösung von Kaliumchlorat einmal ohne und einmal auf Zusatz von 1 Ccm. Normalsodalösung versetzt. Nach drei Tagen wurden beide Gemische auf den Dialysator gebracht und das Diffusat nach dem Einengen auf dem Wasserbad mit negativem Erfolg auf Chloride geprüft. Dieser Versuch zeigt demnach, dass frisches ungefaultes Fibrin chlorsaures Kali (in mehreren Tagen) nicht zu verändern vermag.

Nachdem Fibrin, Lecithin und Zucker ohne Einfluss auf Kaliumchlorat sich erwiesen, suchte ich festzustellen, ob Blutserum chlorsaures Salz zu verändern im Stande sei.

Versuch CIV.

40 Ccm. frisches farbloses Blutserum wurden mit 2 Grm. chlorsaurem Kali bei 15° C. 48 Stunden lang sich selbst überlassen. Nach dieser Zeit wurde die Flüssigkeit mit Zinkacetat enteiwisst, in einer Hälfte die Chloride direct und in der anderen Hälfte nach Behandeln mit schwefliger Säure bestimmt. Es ergab sich hierbei, dass das dem Blutserum zugesetzte chlorsaure Kali unverändert geblieben war.

Nun wurde frische Ascitesflüssigkeit mit chlorsaurem Kali zusammengebracht.

Versuch CV.

20 Ccm. Ascitesflüssigkeit wurden mit 0,5 Grm. chlorsaurem Kali am 24. August 1883 bei 24° C. hingestellt. Nach 36 Stunden ergab die directe Bestimmung der Chloride 0,118 Grm. NaCl. Ausserdem wurde im Filtrat vom Chlorsilberniederschlag (der von Chloriden stammte) durch Einleiten von schwefliger Säure das chlorsaure Salz quantitativ bestimmt. Die Menge des Chlorsilbers wog 0,583 Grm. statt 0,585.

Die Bestimmung der Chloride in 20 Ccm. reiner Ascitesflüssigkeit ergab 0,117 Grm. ClNa. Dieser Versuch zeigt demnach, dass Ascitesflüssigkeit chlorsaures Kali nicht zu reduciren im Stande ist.

Nachdem festgestellt war, dass Blutserum chlorsaures Kali nicht zu reduciren vermag, und nachdem ein Vorversuch ergeben hatte, dass eine wässrige Lösung von rothen Blutkörperchen chlorsaures Kali zu reduciren im Stande ist, war anzunehmen, dass der Blutfarbstoff allein die Reduction chlorsaurer Salze im Blute bewirke. Es wurde daher reines krystallisirtes Oxyhaemoglobin dargestellt und zu den beiden folgenden Versuchen benutzt.

Versuch CVI.

40 Ccm. einer reinen Haemoglobinlösung, welche 1,55 Gramm Haemoglobin enthielt, wurde am 12. März bei 18° C. mit 20 Ccm. 5 procentiger Kaliumchloratlösung hingestellt. Nach 25 Minuten liess sich ausser zwei Haemoglobinstreifen ein deutlicher Absorptionsstreifen im Roth nachweisen. Nach 2 Stunden hatte die Lösung eine rothbraune Farbe angenommen und zeigte im Spectrum nur Methaemoglobin. (40 Ccm. derselben Haemoglobinlösung, mit 20 Ccm. 5 procentiger Chlorkaliumlösung versetzt, zeigten nach zwei Stunden keine Veränderung im Spectrum.) Nach 36 Stunden war die mit chlorsaurem Kali versetzte Lösung geronnen. Nach 48 Stunden wurde die Masse in Natronlauge gelöst, mit Zinkacetat ent-

eiweist, die Chloride mit Silbernitrat entfernt und im Filtrat nach Zusatz von Salpetersäure vermittelt schwefliger Säure das noch vorhandene unzersetzte chlorsaure Kali bestimmt. Hierbei wurden 0,998 Grm. AgCl erhalten, anstatt 1,169 AgCl, welches einem Gramm chlorsaurem Kali entspricht. In diesem Versuche haben mithin 40 Ccm. Haemoglobinlösung, welche 1,55 Grm. Haemoglobin enthielten, 0,146 Grm. Kaliumchlorat reducirt. Nehmen wir den mittleren Haemoglobingehalt des Blutes zu 14 pCt. an, so würden 100 Ccm. Blut 1,319 Grm. chlorsaures Kali reducirt haben.

Versuch CVII.

50 Ccm. einer concentrirten reinen Oxyhaemoglobinlösung wurden mit 20 Ccm. 5procentiger KClO_3 -Lösung bei 15°C . hingestellt. Nach drei Tagen waren 0,242 Grm. chlorsaures Kali reducirt worden.

Diese beiden Versuche beweisen, dass chlorsaures Kali durch Oxyhaemoglobin reducirt wird.

Zum Schluss wurde noch folgender Versuch angestellt, welcher zeigt, dass chlorsaures Salz auch im Blute während des Lebens reducirt wird, und ein gewisser Methaemoglobingehalt des Blutes ohne Schaden vertragen werden kann.

Versuch CVIII.

Einem Hunde, der 10 Kilo wog und seit 24 Stunden gefastet hatte, wurden 20 Ccm. Blut aus der Carotis zur Bestimmung der Chloride entnommen, dann wurden ihm beide Uretheren unterbunden und hierauf 50 Ccm. 10procentige Natriumchloratlösung innerhalb 20 Minuten in die Jugularvene injicirt.

5 Stunden später wurde das Thier, welches anscheinend gesund war und keine Athembeschwerden zeigte, durch Verbluten getödtet. Das Blut zeigte sofort nach seiner Entnahme aus der Carotis eine dunkelbraune Farbe und liess spectroscopisch einen deutlichen Streifen im Roth erkennen. Der im

Nierenbecken befindliche Urin war völlig klar und frei von Eiweiss. Ein Theil des Blutes wurde sofort mit Zinkacetat enteiweisst und im Filtrat die Chloride bestimmt. Es wurden in 10 Ccm. Blut 0,0543 Grm. ClNa gefunden, während aus 10 Ccm. Blut, die vor der Injection des chlorsauren Natron entnommen waren, 0,0470 Grm. ClNa erhalten wurden. Es haben mithin in diesem Versuche 10 Ccm. Blut 0,0131 Grm. chlorsaures Natron während fünf Stunden im Organismus reducirt.

Ein Theil des Blutes, welches bei der Tödtung des Thieres erhalten wurde, blieb im Laboratorium bei 15° C. stehen. Am anderen Tage war dasselbe braunschwarz und enthielt kein Haemoglobin mehr.

Marchand hat angegeben, dass eine reine Oxyhaemoglobinlösung, (die mit Argentum nitricum keinen Niederschlag gab), nachdem sie mit einer Kaliumchloratlösung versetzt worden war und bald Methaemoglobin enthalten hatte, mit Silbernitrat einen weisslichen Niederschlag gegeben habe. Letzterer kann nach Marchand's Ansicht nur durch Chlorkalium hervorgerufen sein und fällt, nach ihm, um so stärker aus, je vollkommener die Umwandlung des Haemoglobin stattgefunden hat. In dieser Weise lässt sich jedoch der Nachweis, dass chlorsaures Kali durch Blutfarbstoff in Chorkalium umgewandelt wird, nicht erbringen. Setzt man, wie ich mich wiederholt überzeugt habe, zu einer reinen O-Haemoglobinlösung salpetersaures Silber in neutraler Lösung, so entsteht anfangs keine Trübung oder Fällung; nach einiger Zeit wird das Haemoglobin aber zersetzt, und es tritt nun Fällung ein. Versetzt man eine reine wässrige Haemoglobinlösung (10 Ccm.) mit etwas Kochsalz (0,01 Grm.) und fügt nun Silbernitrat (1 Ccm.) in neutraler oder schwach essigsaurer Lösung hinzu, so entsteht während mehrerer Minuten nicht die geringste Trübung, obgleich die Flüssigkeit Chlornatrium enthält. Dieses Verhalten hat wohl darin seinen Grund, dass Chlorsilber in einer Solution von Haemoglobin gelöst bleibt. Setzt man zu einer reinen Haemoglobinlösung Silbernitrat auf Zusatz von Salpetersäure,

so entsteht ein deutlicher Niederschlag, der offenbar von Albuminstoffen herrührt. Hieraus geht hervor, dass man die Frage, ob Kaliumchlorat durch eine Haemoglobinlösung reducirt wird, nur dann beantworten kann, wenn man die Bestimmung der Chloride vornimmt, nachdem die Haemoglobinlösung von Eiweissstoffen befreit worden ist.

Die von Marchand angegebene Fällung mit Silbernitrat in der veränderten Haemoglobinlösung konnte zum geringen Theil von Chlorsilber abhängen, zum grossen Theil aber rührte sie offenbar von mit Silbernitrat gefällten Albuminstoffen her, denn aus Haemoglobin wird durch chlorsaures Kali Methaemoglobin und Haematin gebildet, welche beide auf Zusatz von Silberlösung einen Niederschlag von Silberalbuminat geben.

Da Binz die Angabe gemacht hat, dass chlorsaures Kali durch frischen Eiter, Hefe und Fibrin in geringem Grade, weit stärker aber durch diese Substanzen bei eingetretener Fäulniss eine Reduction erleidet, und dieses Salz gerade bei Stomacace vielfache therapeutische Verwendung findet, hielt ich es nicht für überflüssig, folgende Versuche mit proteïnhaltigen Stoffen auszuführen.

Versuch CIX.

20 Grm. gut ausgewaschene frische Bierhefe wurden mit 100 Ccm. 5procentiger Kaliumchloratlösung versetzt und während drei Tagen im Laboratorium bei 15° C. stehen gelassen. Hierauf wurde die Hefe abfiltrirt und das klare Filtrat in zwei Hälften getheilt. Eine Hälfte wurde mit Silbernitrat und Salpetersäure mit völlig negativem Resultat auf Chloride geprüft; die andere Hälfte des Filtrates enthielt (durch Reduction mit Zinkstaub bestimmt) 2,48 Grm. chlorsaures Kali statt 2,5 Grm.

Versuch CX.

25 Grm. gut ausgewaschene frische Hefe wurden mit 100 Ccm. 2procentiger Lösung von Kali chloricum und 1 Ccm. Normalsodalösung versetzt und das Filtrat nach drei Tagen mit negativem Erfolg auf Chloride geprüft.

Versuch CXI.

400 Ccm. 10procentige reine Rohrzuckerlösung wurden mit 2 Grm. chlorsaurem Kali und 10 Grm. gut ausgewaschener Hefe bei 20° C. stehen gelassen. Nach Beendigung der Gährung, welche 8 Tage gedauert, wurde die von der Hefe befreite klare Flüssigkeit nach dem Einengen mit negativem Erfolge auf Chloride geprüft.

Versuch CXII.

200 Ccm. 12procentiger Lösung von reinem Traubenzucker wurden mit 4 Grm. Kali chloricum und 6 Grm. gut ausgewaschener Hefe versetzt. Nachdem die Fermentation in 6 Tagen vollendet, wurde das Filtrat mit negativem Erfolge auf Chloride geprüft.

Diese Versuche zeigen demnach, dass chlorsaures Kali weder in Berührung mit frischer Hefe noch bei der alkoholischen Gährung des Zuckers, wobei reichlich Kohlensäure gebildet wird, eine Reduction erleidet.

Versuch CXIII.

10 Grm. feuchtes reines weisses Fibrin wurden im Laboratorium bei 18° C. mit 200 Ccm. Wasser, welches 1 Grm. KClO_3 und eine Spur Soda enthielt, drei Tage stehen gelassen und abfiltrirt. Das Filtrat, welches eine geringe Trübung zeigte, wurde dialysirt; das Dialysat, auf 25 Ccm. eingeeengt, gab auf Zusatz von Silberlösung und Salpetersäure keine Trübung. Dieser Versuch wurde mehrmals in ähnlicher Weise mit gleichem Erfolge angestellt.

Hieraus geht hervor, dass frisches ungefaultes Fibrin (in mehreren Tagen) chlorsaures Kali nicht zu reduciren im Stande ist.

Versuch CXIV.

Zehn Krystallinsen, von Rindsaugen stammend, (die Linse enthält nach Untersuchungen von A. Cahn nur Globuline) wurden fein zerschnitten, mit 2 Grm. chlorsaurem Kali verrieben und mit 50 Ccm. Wasser 60 Stunden lang im Laboratorium bei

18° C. stehen gelassen. Dann wurde die Mischung mit Zinkacetat enteiwesst und festgestellt, dass durch Globuline keine Reduction des chlorsauren Kali erfolgt war.

Versuch CXV.

40 Ccm. frischer Eiter wurde mit 40 Ccm. 5procentiger KClO_3 -Lösung 3 Tage lang bei 18° C. stehen gelassen. Nun wurde die Mischung von Eiweissstoffen befreit, im Filtrat mit salpetersaurem Silber das praeformirte Chlor und im Filtrat vom Chlorsilberniederschlag durch Einleiten schwefliger Säure das chlorsaure Kali quantitativ bestimmt. Hierbei ergab sich, dass das dem Eiter zugefügte chlorsaure Kali unzer-
setzt geblieben war.

Versuch CXVI.

10 Grm. feuchtes Fibrin wurden in einem Kolben mit 200 Ccm. Wasser, welches 0,1 Grm. KClO_3 enthielt, und mit 1 Ccm. Normalsodalösung am 15. Juni 1883 im Laboratorium hingestellt. Nach vier Wochen wurde die faule, widerlich riechende Flüssigkeit mit Indigolösung und schwefliger Säure auf Chlorsäure und zwar mit positivem Resultate geprüft, aber es schien, als wenn die Reaction auf Chlorsäure sich merklich vermindert habe. Am 15. August, also nach 2 Monaten, liess die wiederholt mit aller Sorgfalt angestellte Reaction in der Flüssigkeit weder vor noch nach dem Einengen irgend eine Spur von Chlorsäure erkennen.

Versuch CXVII.

10 Grm. feuchtes Fibrin wurden am 17. Mai 1883 mit 400 Ccm. Wasser, in dem 0,2 Grm. chlorsaures Kali, sowie 1 Ccm. Normalsodalösung enthalten waren, im Laboratorium hingestellt. Nach 4 Wochen gab die faulige Flüssigkeit sehr deutliche Reaction auf Chlorsäure. Nach 9 Wochen war die Reaction nicht verschwunden, aber merklich vermindert. Nach 3 Monaten liess sich in der Flüssigkeit keine Spur von Chlorsäure mehr nachweisen. Dass die Reaction auf Chlorsäure nicht durch inzwischen entstandene Fäulnissproducte gestört wurde, ging daraus hervor, dass ganz geringe Mengen von

Kali chloricum, der gefaulten Flüssigkeit zugesetzt, sich deutlich nachweisen liessen.

Versuch CXVIII.

15 Grm. reines feuchtes Fibrin wurden im Juni 1883 mit 200 Ccm. Wasser, welches 0,5 Grm. chlorsaures Kali enthielt, sowie mit einer Spur von kohlsaurem Natron im Laboratorium hingestellt. Nach 5 Wochen wurde die Flüssigkeit dialysirt und das Dialysat zur Ausfällung der Chloride mit Essigsäure und Silbernitrat versetzt. Der Niederschlag wurde, nachdem er mit starker Salpetersäure längere Zeit auf dem Wasserbade digerirt worden war, gewogen. Er wog 0,0587 Grm. = 0,05 Grm. reducirtes KClO_3 . In diesem Versuche wurden mithin 0,05 Grm. chlorsaures Kali reducirt.

Versuch CXIX.

15 Grm. Fibrin wurden am 22. Juli 1883 mit 1 Ccm. Normalsodalösung, sowie mit 0,5 Grm. chlorsaurem Kali in eine Flasche gebracht. Dann wurde die Flasche mit 500 Ccm. destillirtem Wasser bis oben angefüllt und verschlossen im Laboratorium hingestellt. Am 18. September, also nach 8 Wochen, wurde die graue faulige Flüssigkeit dialysirt und mit Zinkacetat behandelt. Das Filtrat wurde mit Silbernitrat und Salpetersäure versetzt, wodurch ein geringer Niederschlag entstand. Der Niederschlag wurde getrennt und in dem Filtrat durch Einleiten von schwefliger Säure das noch vorhandene chlorsaure Kali bestimmt. Der Niederschlag wog 0,514 Grm. Derselbe hätte aber, wenn das chlorsaure Kali völlig unzersetzt geblieben wäre, 0,585 Grm. wiegen müssen. Mithin rühren 0,071 Grm. AgCl von reducirtem chlorsaurem Kali her. 0,071 Grm. AgCl entsprechen aber 0,061 Grm. KClO_3 , mithin sind 0,061 Grm. chlorsaures Kali reducirt worden.

Aus diesen Versuchen geht somit unzweifelhaft hervor, dass faulendes Fibrin, wie dies Binz zuerst angegeben, chlorsaures Kali zu reduciren im Stande ist.

VIII. Besitzen Chlorate, Bromate und Jodate fäulnisswidrige Eigenschaften?

Es herrscht noch vielfach die Ansicht, das chlorsaure Kali bewähre sich bei verschiedenen Mundaffectionen, weil es ein Antisepticum im eigentlichen Sinne sei. Zur Prüfung dieser Angabe versetzte ich zur heissen Sommerszeit 5 Grm. reines feuchtes Fibrin mit 100 Ccm. 5 procentiger Kaliumchloratlösung und 5 Grm. feuchtes Fibrin mit 100 Ccm. 5 procentiger Chlorkaliumlösung. Nach 48 Stunden hatten beide Mischungen einen widerlichen Geruch angenommen und enthielten zahllose Bacterien. In ähnlicher Weise wurden Milch und Hefe mit einer Lösung von Kaliumchlorat und Kaliumchlorid versetzt, und zeigten beide Proben gleich rasch Erscheinungen von Fäulniss.

Wird dagegen Blut mit dem gleichen Volumen einer 5 procentigen Lösung von chlorsaurem Kali versetzt, so entsteht unter Bildung von Haematin in wenigen Tagen eine schwarze kautschukähnliche Masse, welche sich sehr resistent gegen Fäulniss verhält.

Bromsaures und jodsaures Kali verhindern die Fäulniss, wie sich aus Folgendem ergibt.

Versetzt man im Sommer Fibrin (5 Grm.) mit (100 Ccm. (5 procentiger) Bromat- oder Jodatlösung, so geht allmählig das Fibrin in Lösung, ohne dass jedoch selbst nach Monaten Fäulnisserscheinungen auftreten.

Es lässt sich nachweisen, dass hierbei bromsaures Kali theilweise zu Bromkali und jodsaures Kali zu Jodkali reducirt wird. Im Einklang hiermit steht die Angabe von Binz, dass jodsaures Natrium sehr stark antiseptisch, namentlich für saure Medien, z. B. den menschlichen Harn, sei.

IX. Die Wirkung von bromsauren und jodsauren Salzen auf Blut.

Da chlorsaure Salze den Blutfarbstoff in Methaemoglobin verwandeln, suchte ich zu erforschen, ob auch Bromate und Jodate ein gleiches Verhalten zeigen.

Mehrere diesbezügliche Versuche ergaben, dass bromsaure Salze in ähnlicher Weise wie chlorsaure Salze, aber weniger rasch Blut unter Bildung von Methaemoglobin zersetzen, während jodsaure Salze den Blutfarbstoff nicht verändern.

Dass bromsaures Kali weniger oxydirend auf Blut wirkt, als chlorsaures Kali, erhellt aus folgendem Versuch.

Versuch CXX.

10 Ccm. Blut wurden mit 10 Ccm. 3procentiger Kaliumchloratlösung, und 10 Ccm. Blut mit 10 Ccm. 4procentiger Kaliumbromatlösung Abends 6 Uhr bei 12° C. hingestellt. Am anderen Morgen um 7 Uhr war das mit Chlorat versetzte Blut chocoladenbraun und zeigte drei Methaemoglobinstreifen, während das mit Bromat versetzte Blut braunroth gefärbt erschien und in dicker Schicht nur einen Methaemoglobinstreifen im Roth erkennen liess. Nach 48 Stunden war das mit bromsaurem Kali versetzte Blut schwarzbraun und zum grossen Theil geronnen.

Durch Zusatz von jodsaurem Kali zu Blut wird kein Methaemoglobin gebildet, denn ich habe mich wiederholt überzeugt, dass frisches Blut mit dem gleichen Volumen 5procentiger jodsaurer Kalilösung bei 15° C. versetzt, selbst nach acht Tagen nur unverändertes Haemoglobin enthielt. Das jodsaure Kali unterscheidet sich demnach in seiner Wirkung auf Blut we-

sentlich von chlorsaurem und bromsaurem Kali. Diese That-
sache ist um so auffallender, als es mit Leichtigkeit gelingt,
nachzuweisen, dass jodsaures Kali durch Blut wie auch durch
thierische Gewebe oder Organe (Muskeln, Lebersubstanz, zer-
kleinertes und mit Wasser gut abgewaschenes Nierengewebe)
zu Jodkali reducirt wird.

Es gelang auch der Nachweis, dass jodsaures Kali im
Organismus eine Reduction erleidet. So habe ich wiederholt
bei Hunden, die je 1 Grm. Kaliumjodat bekamen, im Urin
reichliche Mengen von Jodkali auffinden können. Die jod-
sauren Salze werden demnach im Thierkörper leicht reducirt,
wie dies Binz und Melsens bereits angegeben haben.

C. Schlussbemerkungen.

Auf Grund der in der Literatur verzeichneten Fälle lässt sich ein charakteristisches Bild der Kaliumchlorat-Vergiftung entwerfen.

Man muss eine peracute und eine minder rasch verlaufende Vergiftung unterscheiden.

Bei den sehr rasch verlaufenden Fällen erfolgt der Tod in wenigen Stunden direct durch die Blutzersetzung. Symptomatisch beobachten wir hartnäckiges Erbrechen, profuse Diarrhoe, hochgradige Dyspnöe, tiefe Cyanose und Herzschwäche. Der Leichenbefund ergiebt chocoladenbraune Verfärbung des Blutes, während im Uebrigen die Organe, namentlich die Nieren verhältnissmässig wenig verändert sind. Die meisten Fälle dieser Art betreffen Vergiftungen, welche durch einmalige Einverleibung einer sehr grossen Dosis (meist nüchtern aus Irrthum statt Bittersalz genommen) hervorgerufen wurden. Hierbei kommt es zu einer Anhäufung des Salzes im Blute und damit zu einer so intensiven Blutveränderung, dass die Erhaltung des Lebens unmöglich wird. — Einen geringen Gehalt des Blutes an Methaemoglobin erträgt der Körper ohne Nachtheil.

Tritt der Tod erst längere Zeit nach der Vergiftung durch chlorsaures Kali ein, so erfolgt er nicht direct durch die Alteration des Blutes, sondern es häufen sich die Zerfallsproducte des Blutes in verschiedenen Organen, namentlich den Nieren an und führen eine Verstopfung der Harnkanälchen herbei, in Folge dessen es zu Behinderung der Urinsecretion und

Urämie kommt. In diesen minder rasch verlaufenden Fällen beobachten wir folgende Vergiftungserscheinungen:

I. Störungen in der Beschaffenheit der Haut und des Blutes: Grauviolette Flecken der Haut und icterische Verfärbung, Auftreten von Methaemoglobin im Blute und eigenthümliche Veränderungen der rothen Blutkörperchen, hochgradige Athemnoth und Herzschwäche.

II. Gastrointestinalstörungen: Heftige Diarrhöe, hartnäckiges, meist schwarz-grünliches Erbrechen, Schwellung der Leber und Milz.

III. Functionsstörungen der Nieren: Langwierige Oligurie und Anurie. Der sparsam gelassene trübe Harn zeigt eine rothbraune bis schwarze Farbe, enthält spectroscopisch Methaemoglobin und Haematin, sowie reichliche Mengen von Eiweiss; mikroskopisch weist er zahlreiche Detritusmassen von rothen Blutkörperchen in Form von breiten braunen Cylindern oder gelbbraunen amorphen Schollen auf.

IV. Störungen des Nervensystems: Urämische Erscheinungen, wie Delirien, Benommenheit, Coma, hartnäckiges Erbrechen, tonische und klonische Krämpfe, sowie Starre der Extremitäten.

Die subjectiven Klagen der Kranken beziehen sich auf Kopfweh, Appetitlosigkeit, Empfindlichkeit des Magens, besonders auf Druck, Schmerzhaftigkeit der Leber und Lumbalgegend, intensive Brustbeklemmung und grosses Schwächegefühl.

Die Section ergiebt häufig die charakteristische chocoladenbraune Verfärbung des Blutes und das Vorhandensein von Methaemoglobin. Die Blutveränderung fehlt zuweilen, besonders dann, wenn der Tod erst längere Zeit nach der Vergiftung erfolgt, oder die Autopsie einige Tage post mortem ausgeführt wird. Die Unterleibsorgane, Milz, Leber und Nieren erscheinen beträchtlich vergrössert und sind mit bräunlichen Zerfallsproducten von rothen Blutkörperchen angefüllt. Die wichtigste Organveränderung ist die der Nieren; man findet sowohl in den gewundenen, als in den geraden Harnkanälchen reichliche Mengen bräunlicher, theils cylinderförmig, theils

unregelmässig gestalteter Massen, welche den grössten Theil des abführenden Canalsystems verstopfen. Das Knochenmark erscheint braun verfärbt und enthält zahlreiche zerfallene Blutkörperchen. Die Schleimhaut des Magens ist geschwellt und weist leichte Ecchymosen auf.

Während in den meisten Fällen von Kali chloricum-Vergiftung, in denen gelbbraunliche Verfärbung der Haut, Entleerung spärlichen rothbraunen Urines etc. beobachtet wurde, der Tod erfolgte, weist die Literatur einige Fälle auf, in denen trotz dieser gefahrdrohenden Symptome völlige Heilung eintrat.

Eine chronische Vergiftung erscheint undenkbar, da ein geringer Gehalt des Blutes an chlorsaurem Kali, selbst wenn er Monate lang andauert, keinen Nachtheil verursacht. Werden dem Organismus längere Zeit hindurch kleine Gaben zugeführt, so geht — abgesehen davon, dass minimale Mengen von Kaliumchlorat reducirt werden — dem Uebergang des Salzes in's Blut die Ausscheidung durch die Nieren parallel, so dass der Gehalt des Blutes an chlorsaurem Kali nie die Höhe erreicht, welche zu einer Umwandlung des Haemoglobin in Methaemoglobin erforderlich ist. Dies erklärt, weshalb so häufig grosse Gaben (15—30 Grm. täglich in refracta Dosi) theils zu experimentellen, theils zu therapeutischen Zwecken Tage lang dem Körper einverleibt werden konnten, ohne dass Vergiftungssymptome erfolgten. Es seien in dieser Beziehung nur erwähnt die Versuche von Isambert und Laborde, welche längere Zeit bis gegen 20 Grm. nahmen, ferner sei erinnert an die Angabe Fountain's, laut der ein Phthisiker 6 Wochen lang täglich 15 Grm. Kaliumchlorat vertrug, sowie an den Patienten Vidal's, der gegen Krebs länger als ein Jahr täglich 4 Grm. Kali chloricum ohne irgend welche Unbequemlichkeiten nahm.

Beim Gebrauch des chlorsauren Kali ist die Art und Weise der Anwendung von sehr grosser Bedeutung. Wird das Salz dem Körper bei leerem Magen in grösserer Gabe oder in rascher Aufeinanderfolge zugeführt, so wird es vom Blut rapide resorbirt, und der Gehalt des Blutes an chlorsaurem Kali kann so gross werden, dass es zu einer Zersetzung des Blutfarbstoffes

kommt. Hierdurch erhalten manche Todesfälle, die bisher einer plausiblen Erklärung entbehrten, die richtige Deutung, namentlich sind es die Fälle, in welchen das Salz aus Versehen in grosser Gabe Morgens nüchtern statt Bittersalz genommen wurde. So erklärt sich auch, dass ein Hund (Versuch XXII., pag. 72) innerhalb 5 Tagen 100 Grm. chlorsaures Kali, dem Futter beigemischt, ohne Schaden nahm, dagegen nach einer einmaligen Dosis von 20 Grm., in den leeren Magen gebracht, rasch zu Grunde ging.

Ausser dem Füllungszustande des Magens und den Zeiträumen, welche zwischen den einzelnen Dosen liegen, spielt bei der Vergiftung, wie dies meine Untersuchungen klar ergeben, die wechselnde Alkalescenzenz des Blutes eine grosse Rolle. Da dieselbe bereits unter normalen Verhältnissen beträchtlichen Schwankungen unterliegt, so ist es einleuchtend, dass ein und dieselbe Gabe chlorsaures Kali beim gesunden Menschen einmal Störungen hervorrufen kann, ein anderes Mal nicht.

Ganz besonders gefährlich muss die Anwendung des chlorsauren Kali bei fieberhaften Affectionen und bei Störungen der Athmung (Lungenemphysem, Pneumonie, Pleuritis, Diphtheritis, Croup, Larynxstenose und incompensirte Herzfehler) erscheinen, denn wir wissen, dass beim Fieber die Alkalescenzenz des Blutes vermindert und bei dyspnoëischen Zuständen die Kohlensäurespannung des Blutes vermehrt und die Alkalescenzenz herabgesetzt ist. Eine Anhäufung von freier Kohlensäure im Blute und eine Abnahme der Blutalkalescenzenz begünstigen aber, wie ich durch zahlreiche Versuche dargethan habe, in hohem Grade die deletären Wirkungen des chlorsauren Kali. In manchen Vergiftungsfällen dürfte demnach die durch Fieber oder Athemnoth bedingte Alkalescenzenzabnahme des Blutes die Giftigkeit des chlorsauren Kali in hohem Maasse gesteigert haben.

Indem eine grosse Reihe von bisher räthselhaften Intoxicationen auf diese Weise eine Klarlegung erfährt, ergeben sich von selbst die Massnahmen für die Verhütung und Therapie der Kali chloricum-Vergiftung. Grössere Gaben dürfen niemals bei leerem Magen genommen werden. Am zweckmässig-

sten erfolgt die Einnahme des chlorsauren Kali in kleinen Gaben mehrmals des Tages bei vollem Magen. Besondere Vorsicht verlangt die Anwendung des Mittels bei Affectionen, welche mit Fiebererscheinungen oder Störungen der Respiration einhergehen. Auch bei Herzfehlern im Stadium der mangelhaften Compensation und bei Nierenkrankheiten, in denen es in Folge verminderter Harnabsonderung leicht zu einer Retention und Anhäufung des Salzes im Blute kommen kann, ist Achtsamkeit geboten.

Beobachtet man diese Cautelen, so lassen sich Vergiftungen durch chlorsaures Kali mit Bestimmtheit vermeiden. Treten bei Hintansetzung dieser Vorsichtsmassregeln Vergiftungen ein, so ist, wenn eine grosse Gabe eben erst genommen war, natürlich ein Brechmittel oder die Magenpumpe indicirt. Hat das Salz aber bereits den Magen verlassen und ist der Uebergang ins Blut erfolgt, so gebe man grössere Gaben von kohlsaurem Natron per os, eventuell auch subcutan und per clysma, um die Alkalescentz des Blutes zu vermehren und führe dem Organismus Wasser und Milch in reichlichen Mengen zu, um die Ausscheidung des Salzes durch die Nieren zu beschleunigen. Sind gefahrdrohende Erscheinungen wie starke Cyanose, Collaps etc. vorhanden, so gebe man Excitantien und Roborantien, wie Wein, Kaffee, Campher etc., eventuell würde es sich empfehlen, einen Theil des veränderten Blutes durch Venae-section zu entfernen und durch eine Transfusion von normalem Blute zu ersetzen.

Bestehen aber schon Störungen in der Harnsecretion, wie Oligurie oder Anurie, sowie urämische Erscheinungen, welche auf eine Verstopfung der Harnkanälchen hinweisen, so ist selbstverständlich an den Erfolg einer Transfusion nicht mehr zu denken. In diesem Stadium muss die ganze Behandlung darauf gerichtet sein, die Funktionsstörungen der Nieren zu mindern, hier dürften die verschiedensten diaphoretischen Mittel (heisse Bäder mit nachfolgenden Einwickelungen, Pilocarpin etc.), Ableitungen auf den Darm und Diuretica (grosse Gaben von Alkalisalzen und Coffein) am Platze sein. Die Verwendung

des Champagners, den man so oft im ganzen Verlauf der Intoxication gegeben hat, ist in dem Stadium der Vergiftung, in welchem noch eine directe Einwirkung des Salzes auf Blut zu befürchten ist, durchaus unzulässig, denn dann muss Alles, was den Kohlensäuregehalt des Blutes zu steigern im Stande ist, gemieden werden. Die Ordination von Säuren (Salzsäure, Schwefelsäure, Phosphorsäure etc.) ist unbedingt verwerflich, da dadurch ebenfalls die Alkalescentz des Blutes herabgesetzt wird.

Schliesslich sei hier noch hervorgehoben, dass bei der giftigen Wirkung des chlorsauren Kali der Kaligehalt wohl kaum in Betracht kommt, sondern es sich lediglich um die Wirkung der Chlorsäure handelt. Toxische Eigenschaften kann das Salz in Folge seines Gehaltes an Kali wohl kaum besitzen, da nach den Angaben von Bunge 225 Grm. Kalisalz für den Menschen zur Herbeiführung des Todes durch Herzlähmung erforderlich sind und die bekannt gewordenen tödtlichen Gaben von chlorsaurem Kali stets weniger wie 25 Grm. Kali enthalten haben. Aus diesem Grunde hat es wohl wenig Sinn, das chlorsaure Kali durch das Natronsalz ersetzen zu wollen, zumal aus letzterem die Chlorsäure noch ein wenig leichter abgespalten wird, als aus jenem. Am giftigsten wirkt das chlorsaure Ammonium, dann folgt chlorsaures Magnesium und Calcium, und zwar deshalb, weil diese Salze viel zerlegbarer sind und demnach leichter eine Zersetzung des Blutes hervorrufen, als das stabilere Natrium- und Kaliumchlorat.

Die hauptsächlichste therapeutische Anwendung findet das Kali chloricum gegen Affectionen der Mundhöhle. Bei Stomatitis mercurialis ist es das zuverlässigste aller Mittel; im Verlaufe der Quecksilberkuren gegeben, verhindert es bei einiger Vorsicht im Gebrauch des Metalles den Ausbruch mercurieller Munderscheinungen. Ferner leistet es vorzügliche Dienste bei Stomatitis ulcerosa, während seine Anwendung bei Stomatitis aphtosa, Angina tonsillaris und Soor von zweifelhaftem Nutzen erscheint.

Bei chronischem Blasenkatarrh ist der Werth des Mittels

trotz mannigfacher Empfehlung ein fraglicher. In hohem Grade erweist es sich dagegen nützlich bei Ozaena, hier übertrifft es alle übrigen örtlichen Mittel an Wirkung. Bei Krebsgeschwüren verursacht das chlorsaure Kali, in Pulverform aufgestreut, Besserung; es mildert die Schmerzen, vermindert den üblen Geruch und verbessert die Absonderung. Auch bei Beingeschwüren erweist sich die örtliche Application des Mittels als nützlich. Ganz zweckmässig ist das Kaliumchlorat bei Zahnschmerzen, die durch cariöse Zähne, in denen die Pulpa frei liegt, bedingt sind. Man drückt entweder ein Stückchen Salz in die kranke Zahnhöhle hinein oder gebraucht eine concentrirte Lösung desselben als Mundwasser.

Dass bei der Diphtheritis das chlorsaure Kali innerlich in geringen Dosen wirkungslos ist, wird allgemein zugegeben, aber auch in grossen Dosen erweist es sich als unzuverlässig, ja sogar als höchst gefährlich, da bei der Diphtheritis alle Bedingungen, welche die toxischen Wirkungen des chlorsauren Kali begünstigen, wie Dyspnöe, hohes Fieber, Anorexie und Nephritis gleichzeitig vorhanden sein können. Im Hinblick hierauf ist es nicht allein rathsam, sondern geradezu nothwendig, bei der Diphtheritis die innerliche Darreichung möglichst zu beschränken; dagegen empfiehlt sich hier die örtliche Anwendung des Mittels als Gargarisma.

Die günstige Wirkung des chlorsauren Kali, namentlich bei Ulcerationen der Mund- und Nasenschleimhaut — wobei das Salz durch keine andere Kaliverbindung ersetzt werden kann — beruht lediglich auf der darin enthaltenen Chlorsäure. Nach den vorliegenden Untersuchungen kann es nicht zweifelhaft sein, dass bei diesen Affectionen die Kohlensäure event. auch andere Säuren in der Mund- und Nasenhöhle (bei häufigem Contact derselben mit einer concentrirten Lösung von Kali chloricum) allmählig kleine Mengen von Salz unter Abgabe von Sauerstoff zersetzen. Der hierbei frei werdende Sauerstoff übt eine gelinde, aber anhaltende Aetzung auf die geschwürigen Partien der Mund- und Nasenschleimhaut aus, wodurch der Heileffect zu Stande kommt. Dass bei der lo-

kalen Anwendung des Kali chloricum gegen Mundgeschwüre etc. thatsächlich eine Reduction des Salzes erfolgt, geht daraus hervor, dass das chlorsaure Kali in Berührung mit Blut oder faulenden Eiweissstoffen eine Zersetzung erleidet, welche durch die Gegenwart von Kohlensäure noch bedeutend verstärkt wird.

Was die Dosirung des chlorsauren Kali bei der internen Anwendung betrifft, so soll die Einzelgabe für den Erwachsenen nicht grösser als 2 Grm. sein, und die Tagesdosis 8 Grm. nicht überschreiten. Bei Kindern von 10—14 Jahren soll man pro die nicht mehr wie 4 Grm., bei Kindern von 1—10 Jahren nicht mehr wie 2 bis 3 Grm. und bei Säuglingen nicht mehr wie 1 Grm. verabreichen. Bei Mund- und Rachenaffectionen, sowie bei Ozaena reicht die häufige lokale Anwendung einer 5 procentigen Lösung aus und kann man in diesen Fällen von der internen Application des Mittels absehen.

Zum Schlusse möchte ich, wie dies in letzter Zeit wiederholt geschehen, auch meinerseits dafür eintreten, dass das chlorsaure Kali, dessen unvorsichtiger Gebrauch so zahlreiche Opfer gefordert hat, dem Handverkauf in den Apotheken und Drogenhandlungen entzogen werde und nur noch auf ärztliche Verordnung hin verabreicht werden dürfe. Es giebt wohl wenige Mittel, welche bei so grosser Giftigkeit eine so ausgedehnte Anwendung finden, als das chlorsaure Kali. So wurden z. B. in den Civilspitälern von Paris im Jahre 1875 419 Kilogramm verbraucht. Manche Apotheke in einer grösseren Stadt giebt im Handverkauf (15 Grm. für 10 Pf.) jährlich bis 25 Kilogramm Kali chloricum ab. Einer sehr grossen Popularität erfreuen sich in Frankreich und Elsass die Pastillen von chlorsaurem Kali (Pastilles de Dethan, ausel de Berthollet). Dieselben enthalten je 0,1 Grm. Kali chloricum, sind in den Apotheken in Schachteln von 100 Stück vorrätbig und finden vielfach Anwendung gegen Halsleiden, Heiserkeit etc. Die Abgabe dieser Pastillen im Handverkauf müsste verboten werden, da eine Schachtel dieser Pastillen, welche 10 Grm. chlorsaures Kali enthält, mit Leichtigkeit den

Tod eines Kindes herbeiführen kann. Auch die comprimierten Tabletten von chlorsaurem Kali, welche je 0,3 Grm. enthalten und in Deutschland häufig consumirt werden, müssten vom Handverkauf ausgeschlossen werden.

Der experimentelle Theil dieser Arbeit wurde im physiologisch-chemischen Institute zu Strassburg, dessen Hilfsmittel mir Herr Professor Hoppe-Seyler in liberalster Weise zur Verfügung stellte, im Jahre 1883 ausgeführt.

Ein kurzes Resumé der in dieser Abhandlung niedergelegten Untersuchungen ist bereits in dem Bericht der Freiburger Naturforscher-Versammlung 1883 pag. 163 veröffentlicht worden.
