

(Aus dem physiologischen Laboratorium in Zürich.)

Beiträge zur Kenntniss des Erbrechens.

(Resumé einer von der medicinischen Facultät der Universität
Zürich gekrönten Preisschrift.)

Von

Carl Mellinger, stud. med.
aus Mainz.

Im Folgenden erlaube ich mir, aus einer durch eine Preis-
aufgabe veranlassten und im physiologischen Laboratorium der
Universität Zürich ausgeführten Untersuchung die wesentlichsten
thatsächlichen Ergebnisse kurz mitzuthellen. Ein grosser Theil der
Arbeit war, der Aufgabe entsprechend, einer kritischen Darstellung
der Literatur des Brechactes gewidmet; ein Gegenstand den ich
an dieser Stelle als bekannt voraussetzen darf. Mit Freuden er-
greife ich hier die Gelegenheit, meinem hochverehrten Lehrer,
Herrn Professor Hermann, meinen verbindlichsten Dank für die
Unterstützung, welche er mir zu Theil werden liess, auszusprechen.

I. Die Verbreitung des Brechvermögens in der Wirbelthierreihe.

Bis jetzt hat man wohl einige Thiere und Thierclassen auf
das Erbrechen näher untersucht, eine systematische Untersuchung
jedoch über das Brechvermögen der niedersten bis zu den höch-
sten Wirbelthieren konnte in der Literatur nicht gefunden werden.
In dem Folgenden wird es nun versucht eine Uebersicht über die
Verbreitung des Brechvermögens bei den Wirbelthieren zu geben.
Als Anordnung ist eine zoologische gewählt. Diejenigen Classen,
bei welchen eine Uebereinstimmung bei allen oder wenigstens bei
den meisten Ordnungen herrscht, werden nur als Classe behandelt;
da jedoch, wo der Unterschied im Brechvermögen ein grösserer
ist, werden die einzelnen Ordnungen angegeben.

1. Fische. Kleinen Fischen, welche erst mit etwas Fleisch gefüttert worden waren, wurde 0,01 Brechweinstein subcutan injicirt. Nach 1 bis 2 Minuten trat Erbrechen der verschluckten Fleischstückchen ein, welches sich mehrmals wiederholte. Dieses Erbrechen hat mit dem von Fischen bekannten Ausstossen verschluckter Gegenstände keine Aehnlichkeit; während letzteres ziemlich leicht und ohne sichtbare Anstrengung geschieht, waren bei ersterem die Thiere sehr unruhig, öffneten die Kiefer weit und erbrachen stossweise den Inhalt ihres Magens. Dass der Magen der Fische zum Erbrechen sehr geeignet ist, geht schon aus seinem anatomischen Bau hervor. Gegenbaur sagt in seinem Grundriss der vergleichenden Anatomie p. 581: Bei den Fischen geht die sehr weite, mit Längsfaltungen der Schleimhaut ausgestattete Speiseröhre meist ohne scharfe Grenze in den Magen über, der von letzterer nur durch andere Beschaffenheit der Schleimhaut zu unterscheiden ist. In der Regel bildet der Magen einen nach hinten gerichteten Blindsack, von dem ein nach vorne umbiegender engerer Abschnitt als Pylorusrohr unterschieden sich zum Mitteldarm begiebt. —

Betrachtet man die Lage eines Fischmagens, so sieht man, dass von der Einwirkung einer Bauchmusculation hier nicht die Rede sein kann, ein Zwerchfell fehlt den Fischen überhaupt; das Erbrechen kann also hier nur durch den Magen allein hervorgebracht sein.

2. Amphibien. Kröte und Frosch erbrachen leicht auf Brechweinstein; eine Kröte z. B. erbrach auf Einbringung einer Lösung von 0,1 grm Brechweinstein in den Magen zuerst heftig nach 4 Minuten (brauner Schleim) und dann noch mehrmals im Verlaufe einer Viertelstunde (Mageninhalt, Reste von Insecten); bei den Tritonen konnte kein Erbrechen hervorgerufen werden. Apomorphin wirkt bei den Amphibien ebenfalls brechen-erregend, jedoch kommt es nicht zur Entleerung des Erbrochenen aus dem Mund, weil stets vorher schon Lähmung des ganzen Thieres eintritt.

Die Differenzirung zwischen Oesophagus und Magen ist bei den Amphibien schon weit bedeutender, als bei den Fischen. Der Magen selbst ist verhältnissmässig sehr gross und stark musculös. Da diese Thiere kein Zwerchfell haben, und es unglaublich scheint, dass die Bauchmuskeln allein im Stande sein sollen, z. B. den

Magen eines Frosches zu entleeren, wurde folgender Versuch¹⁾ gemacht:

Einem aufgebundenen Frosch entfernte man, nachdem er mit Fleisch gestopft worden war und Alles verschluckt hatte, die Bauchdecke. Der Magen war ganz angefüllt und zeigte nicht die geringsten Contractionen. Nun erhielt das Thier 0,05 grm Brechweinstein in den Magen. Nach 5 Minuten traten starke Contractionen des Magens vom Pylorus gegen die Cardia ansteigend auf, dann eine schwache Hebung desselben; die antiperistaltischen Contractionen nahmen zu, der Inhalt des Magens wurde sichtlich immer mehr nach oben getrieben durch eine sich vom Pylorus nach der Cardia fortpflanzende und sich immer wieder erneuernde Einschnürung. Nach 10 Minuten wurde der Mageninhalt aus dem Maul entleert.

Die gleichen antiperistaltischen Contractionen traten auch bei Apomorphin-Injection auf. Der Frosch vermochte jedoch nicht das mit Mageninhalt ganz gefüllte Maul zu entleeren, da schon vorher Lähmung eingetreten war. Subcutane Brechweinstein-Injection brachte ebenfalls Erbrechen in dieser Weise hervor. Es ist dieses ein Beweis, dass es sich hier nicht um eine locale Magenreizung handeln kann, sondern dass diese antiperistaltischen Contractionen dem Brechacte des Frosches angehören.

Um nun auch dem Einwurf zu begegnen, dass die Eröffnung der Bauchhöhle allein vielleicht schon antiperistaltische Contractionen hervorrufe, wurde ein Doppelversuch gemacht:

Zwei Fröschen, welche vorher mit Fleisch gestopft worden waren, wurden die Bauchdecken entfernt. Der eine erhielt Brechweinstein in den Magen, der andere nicht; bei dem ersteren traten bald die antiperistaltischen Contractionen ein und führten bis zum Erbrechen; bei dem letzteren zeigten sich nach Verlauf einer Stunde noch keine Contractionen. Es können also nur durch das Brechmittel diese antiperistaltischen Contractionen des Magens entstanden sein.

Die eben erwähnten Versuche an Fröschen gelangen am Besten in den Monaten Juni und Juli; die Fähigkeit des Er-

1) Wo in dieser Arbeit von einem Versuche die Rede ist, ist durchgängig nur ein Beispiel einer Reihe gleichartiger Versuche mit gleichem Resultate gemeint, soweit nicht ausdrücklich eine Bemerkung gemacht ist.

brechens nimmt bei diesen Thieren im October und November schon bedeutend ab; im Januar und Februar ist sie gar nicht mehr vorhanden. Dass verschiedene Forscher kein Erbrechen bei Fröschen beobachteten, lässt sich wohl daraus erklären, dass sie an Thieren mit leerem Magen, dem gewöhnlichen Zustand der Laboratoriumsfrösche, experimentirten.

3. Reptilien. Bei Eidechsen entstand stets auf 0,02 grm Brechweinstein in den Magen Erbrechen. Apomorphin 0,002 subcutan erzeugte ebenfalls Brechanstrengungen; jedoch kam es auch hier wieder zur Lähmung des ganzen Thieres bevor Erbrechen eintrat. Der Magen der Reptilien ist vom übrigen Darm nur wenig differenzirt.

4. Vögel. Von dieser Klasse standen Exemplare aller Ordnungen mit Ausnahme der Grallatores und der Scansores zur Verfügung. Auf Brechweinstein sowohl, als auch auf Apomorphin erbrachen alle mit Ausnahme der Hühner. Bei den Vögeln ist eine Entleerung von Speisemasse sowohl aus dem Kropfe als aus dem Magen denkbar; erstere erfolgt bekanntlich physiologisch bei manchen Vögeln behufs Fütterung der Jungen. Für das Erbrechen entsteht also hier die Frage: Erbrechen die Vögel aus dem Kropf und Magen, oder aus dem Kropfe allein? Zur Beantwortung dieser Frage wurden folgende Versuche an Tauben angestellt: Einer Taube wurde der Oesophagus unterhalb des Kropfes unterbunden; hierauf erhielt sie 0,02 grm Brechweinstein in den Kropf. Das Thier erbrach nach Ablauf der gleichen Zeit mit denselben nicht stärkeren Anstrengungen, als es früher noch unverletzt bei einem vorhergehenden Versuche erbrochen hatte. Da jedoch dieser Versuch nur beweisen konnte, dass auch der Kropf allein im Stande ist zu erbrechen, die Mitbetheiligung des Magens dagegen nicht ausschloss, wurde noch folgender Versuch angestellt:

Mittelst eingeführten Catheters spritzte man einer Taube eine Indigo-Gummi-Emulsion in den Magen; hierauf wurde ihr eine Lösung von 0,02 Brechweinstein in den Kropf gegossen. Nach 10 Min. trat das erste Erbrechen auf; das Thier erbrach nur reines Futter, nicht die geringste Färbung durch Indigo konnte bemerkt werden. Dasselbe zeigen noch zwei nachfolgende sehr heftige Brechanfälle. Das Thier starb bald darauf. Bei der Section fand sich, wie bei allen bei Brechversuchen bisher verstorbenen Vögeln der Muskelmagen vollständig gefüllt, ferner war sein Inhalt durch

den Indigo stark blau gefärbt, auch die Wände des Drüsenmagens waren blau. Das gleiche Resultat ergaben mehrfache Wiederholungen dieses Versuchs. Raubvögel erbrachen stets unverdaute Fleischstücke. Hieraus darf wohl folgender Schluss gezogen werden: Die untersuchten Vogelarten erbrechen nur den Inhalt ihres Kropfes, der Magen nimmt an dem Erbrechen keinen Antheil.

5. Säugethiere. Bei den Säugethieren ist man genöthigt das Brechvermögen der einzelnen Ordnungen zu untersuchen, da viele dieser Thiere die Fähigkeit zu erbrechen nicht besitzen, was offenbar mit der verschiedenen Ausbildung des Magens zusammenhängt. Thiere aller bei uns vorkommenden Ordnungen wurden untersucht.

Unpaarzehige Hufthiere. Hier diente ein Pferd, welches von der hiesigen Thierarzneischule in der liebenswürdigsten Weise zur Verfügung gestellt wurde, zum Versuche. Das Thier litt an einer unheilbaren Krankheit, welche jedoch das Resultat der Untersuchung nicht im geringsten beeinträchtigen konnte. Auf eine subcutane Injection von 0,1 Apomorphin zeigte es nicht die geringsten Brechbewegungen. Andere Brechmittel wurden deshalb nicht gegeben, weil es ja schon lange bekannt ist, dass sie bei dem Pferde wirkungslos sind. Hinsichtlich der anatomischen Ursachen, welche das Erbrechen beim Pferde in hohem Grade erschweren und meist gänzlich verhindern, verweise ich auf Franz Müller, Lehrb. d. Anatomie der Haussäugethiere. Wien 1871. S. 308; derselbe, Lehrb. der Physiologie der Haussäugethiere. Wien 1862. S. 74; Budge, die Lehre vom Erbrechen. 1840. S. 67; Colin, Physiologie des animaux t. I. Cap. XXV. p. 666.

Paarzehige Hufthiere. Ein junges Schwein erbrach auf 0,3 Brechweinstein, welcher ihm in Milch dargereicht wurde; kleinere Dosen waren ohne Wirkung. Das Erbrechen geschah bei diesem Thiere keineswegs leicht, sondern mit grossen Anstrengungen, wobei es sich auf den Boden niederlegte. Der eigentlichen Brechbewegung ging ein Stadium der Unruhe voraus, in welchem das Thier stark geängstigt umherlief. Das schwere Erbrechen bei dem Schweine lässt sich ebenfalls wieder aus den anatomischen Verhältnissen des Magens erklären. (Vgl. Müller, Anatomie, S. 310; Physiologie, S. 75.)

Wiederkäuer. Einer Ziege wurde in steigenden Dosen von 0,1 bis 1,0 Brechweinstein, ohne einen Erfolg zu erzielen, ein-

gegeben; weder Brechbewegungen noch ein Erscheinen von Wiederkäuen konnte wahrgenommen werden. Apomorphinjectionen in steigender Dosis von 0,005 bis 0,05 waren ebenso erfolglos. Die hierdurch bestätigte Brechunfähigkeit der Wiederkäufer ist um so bemerkenswerther, als zahlreiche Autoren bekanntlich den Act des Wiederkäuens geradezu als ein physiologisches Erbrechen bezeichnen.

Nagethiere. Kaninchen, Meerschweinchen, Ratten, Mäusen wurde sowohl Brechweinstein als auch Apomorphin, manchen bis zu tödtlichen Dosen gegeben, niemals erhielt ich jedoch Erbrechen, oder auch nur die geringsten Brechbewegungen. Die Unfähigkeit zu erbrechen scheint auch bei diesen Thieren eine Folge des anatomischen Baues ihres Magens zu sein. Der Magen der Kaninchen z. B. hat einen so ausgebildeten Fundus, dass der ziemlich muskulöse, aber im Verhältniss zum Magen doch äusserst dünne Oesophagus in die Mitte des Magens zu münden scheint.

Insectenfresser. Brechweinstein und Apomorphin bewirkten bei einem Igel Erbrechen. Der Fundus des Magens des Igels ist nicht sehr ausgebildet; der Magen hat mit demjenigen der Nagethiere, trotz der Verwandtschaft beider Ordnungen, sehr wenig Aehnlichkeit. Die Insectenfresser wiederholen in ihrer Erscheinung verschiedene Typen der Nager, in ihrer Lebensweise dagegen haben sie grosse Aehnlichkeit mit den Carnivoren. Dieses mag auch die Ursache sein, warum ihr Magen für das Erbrechen günstiger gebildet ist, als der der Nagethiere.

Raubthiere. Von diesen Thieren, welche bekanntlich sehr leicht erbrechen, wurde Hunden, Katzen und einem Marder Brechweinstein und Apomorphin mit Erfolg gegeben. Der Magen dieser Thiere ist offenbar für das Erbrechen sehr günstig gebaut, er besitzt fast gar keinen Fundus. Die Speiseröhre mündet in das linke Ende des Magens ein.

Handflügler. Bei einer grösseren Anzahl von Fledermäusen wurde Brechweinstein und Apomorphin gegeben, jedoch ohne Erbrechen hervorzubringen. Der Magen dieser Thiere ist in seiner ganzen Bauart demjenigen der Nagethiere sehr ähnlich. Sein Fundus ist jedoch noch mehr ausgebildet, als der der Kaninchen, er ist förmlich in eine Spitze ausgezogen.

Eine Zusammenstellung des über das Brechvermögen der Wirbelthierreihe Ermittelten ergibt hiernach Folgendes:

- 1) Fische — Erbrechen.
- 2) Amphibien — Erbrechen.
- 3) Reptilien — Erbrechen.
- 4) Vögel — Erbrechen.
- 5) Säugethiere:
 - Unpaarzeher — kein Erbrechen.
 - Paarzeher — Erbrechen.
 - Wiederkäuer — kein Erbrechen.
 - Nagethiere — kein Erbrechen.
 - Insectenfresser — Erbrechen.
 - Raubthiere — Erbrechen.
 - Handflügler — kein Erbrechen.

Eine Musterung der Mägen der einmägigen Wirbelthiere nach ihrer Fähigkeit zu erbrechen ergibt, dass die Längsstellung des Magens für das Erbrechen günstiger ist, als die Querstellung; ferner ist der einfache schlauchförmige Magen geeigneter zum Erbrechen, als der ausgebildete mit einem starken Fundus versehene. Stellen wir die Mägen einzelner Thiere der verschiedenen Ordnungen und Classen zusammen, dass wir mit demjenigen beginnen der am leichtesten erbricht und mit dem aufhören der den grössten Widerstand bietet, z. B. Fisch, Frosch, Eidechse, Hund, Igel, Schwein, Pferd, Kaninchen, Fledermaus, so sehen wir, dass mit der Querstellung und der Entwicklung eines Fundus das Brechvermögen abnimmt. Hierzu stimmt die wohlbekannte Erfahrung beim Menschen, dass Kinder leichter erbrechen als Erwachsene; der kindliche Magen hat bekanntlich einen kaum entwickelten Fundus, eine fast endständige Insertion des Oesophagus, geringeren Unterschied in der Länge beider Curvaturen, kurz eine grössere Aehnlichkeit mit dem Carnivorenmagens, als der des Erwachsenen; wie ja die Differenzirung des Magens vom Digestionsschlauch und die Querstellung desselben um so weniger entwickelt ist, je weiter wir in der Entwicklungsgeschichte zurückgreifen.

II. Die Betheiligung des Magens beim Erbrechen.

Trotz der vielen Untersuchungen, welche bis jetzt über den Mechanismus des Erbrechens angestellt wurden, ist man doch noch nicht dazu gekommen, festzustellen, ob der Magen beim Erbrechen betheiligt oder ob letzteres nur durch Druck der Bauchmuskeln

und des Zwerchfells zu Stande kommt. Dass die Bauchmuskulatur betheiligt ist und wenigstens das Erbrechen erleichtert, ergiebt die unmittelbare Beobachtung eines erbrechenden Menschen oder grösseren Säugethieres. Andererseits haben wir oben gesehen, dass es Thiere giebt, bei welchen der Magen allein das Erbrechen hervorbringt, z. B. die Fische. Die Lage des Magens ist hier eine solche, dass eine Einwirkung der Bauchmuskeln auf denselben beim Erbrechen nicht stattfinden kann. Der Magen des Frosches ist, wie ebenfalls angeführt, zum selbstständigen Erbrechen im Stande, obwohl am unverletzten Thiere die Bauchmuskeln stets durch Mitcontraction am Brechact sich betheiligen. Wären Analogiegründe genügend, so wäre durch diese einfachen Thatsachen die bekannte Streitfrage, ob der Magen an dem Erbrechen des Säugethieres activ betheiligt ist, schon mit hoher Wahrscheinlichkeit entschieden.

Ich unterlasse es, über die zahlreichen Arbeiten und Ansichten, welche seit Chirac (1686) bis zum heutigen Tage über diesen Punkt erschienen sind, an dieser Stelle zu berichten (in der ursprünglichen Arbeit bildete eine kritische Darstellung der betr. Literatur einen wesentlichen Theil der Aufgabe), sondern theile sofort in kurzen Zügen die Beiträge mit, welche ich selber zu dieser Frage habe liefern können.

Die Frage, ob der Magen für sich allein Erbrechen hervorbringen könne, muss, wie schon aus dem ersten Theil dieser Mittheilungen hervorgeht, für gewisse Thiere, wie Fische, Frosch, bejaht werden. Der Magen scheint bei diesen Thieren für das Erbrechen um so kräftiger entwickelt zu sein, je mehr ihnen der sonst bei anderen höheren Thieren dazu dienende Hilfsapparat fehlt. So sehen wir beim Fisch, bei welchem weder ein Zwerchfell noch Bauchmuskulatur auf den Magen einwirkt, durch den Magen allein heftiges Erbrechen zu Stande kommen. Am Frosch ist dagegen, bei weggeschnittener Bauchdecke, das Erbrechen durch den Magen allein nicht so kräftig, wie beim Fisch. Der Magen hat hier schon, wenn ich so sagen darf, einen Theil seiner Kraft durch die starke Entwicklung der Bauchmuskulatur verloren.¹

Bei höheren Wirbelthieren, z. B. dem Hunde, hat dagegen der Magen seine Kraft, allein das Erbrechen hervorzubringen, vollkommen verloren; an die Stelle derselben sind eine kräftige Bauchpresse, bestehend aus der Contraction des Zwerchfells und

der Bauchmuskulatur und eine Thoraxaspiration getreten. Niemals habe ich bei Hunden, wenn der Magen aus der Bauchhöhle hervorgezogen war, Erbrechen gesehen, sobald man ihn jedoch in die Bauchhöhle zurückbrachte, entstand sogleich Erbrechen. Wir können daher aus dieser Erfahrung den Schluss ziehen: Der Magen ist bei niederen Wirbelthieren, welchen ein für das Erbrechen dienender Hilfsapparat vollkommen oder theilweise fehlt, allein im Stande, das Erbrechen hervorzubringen, bei höheren jedoch, bei welchen ein solcher Hilfsapparat sehr ausgebildet ist, fehlt ihm diese Kraft.

Auf der andern Seite ist zu untersuchen, ob das Zwerchfell und die Bauchmuskulatur ihrerseits ausreichen, den passiv bleibenden Magen zu entleeren. Dass bei höheren Thieren, bei welchen die Bauchpresse eine sehr ausgebildete ist, letztere im Stande ist, eine zur Entleerung des Magens hinreichende Triebkraft zu setzen, lehrt der bekannte Magendie'sche Versuch, bei welchem der Magen durch eine Blase ersetzt wird. Dieser Versuch beweist jedoch keineswegs, dass ein wirklicher Magen nicht noch Widerstände aufheben muss, welche der Entleerung entgegenstehen. Wäre dieses nicht der Fall, so müsste jede willkürliche heftige Bauchpresse Erbrechen hervorbringen. Ein Hauptwiderstand dieser Art muss zunächst in der Cardia gesucht werden, welche im Magendie'schen Versuch eliminirt ist. Um diesen Widerstand kennen zu lernen, band ich in das Cardialende des Magens von Hunden ein Manometer ein und versuchte durch Lufteinblasen in ein T-Rohr die Kraft zu bestimmen, welche nothwendig ist die Cardia zu öffnen. Es ergab sich, dass die Eröffnung der Cardia bei einem Druck von 15—60 mm Quecksilber vom Magen aus geschah, vom Oesophagus aus wurde sie schon bei einem Druck von 10 mm geöffnet. Dieser Widerstand der Cardia kann wohl stark genug sein, um den Magen bei der gewöhnlichen Bauchpresse vor Entleerung zu schützen.

Zur Beantwortung der Frage ferner, ob bei den nur mit Bauchpresse erbrechenden Thieren der Magen überhaupt sich activ an der Entleerung betheiligt, wurden folgende Versuche angestellt:

Dem mit Chloroform schwach narkotisirten Hunde machte man in der Höhe des Magens in die linea alba einen Einschnitt und zog den Magen hervor. Während des ganzen Versuches wurden auf den mit Kautschuckpapier überdeckten Magen in Wasser

von 40° erwärmte Tücher gelegt, um ihn vor Abkühlung zu schützen. Das Thier bekam nun eine Injection von 0,04 grm Brechweinstein in die v. jugularis. Nach einigen Secunden traten an dem bis jetzt vollkommen bewegungslosen Magen, antiperistaltische Contractionen auf, welche sehr kräftig am Pylorus anfangen, sich jedoch gegen die Mitte des Magens verloren. Diese Contractionen verschwanden nach einiger Zeit wieder. Als nach 20 Minuten noch keine eigentliche Brechbewegung eingetreten war, wurde dem Thier abermals 0,04 grm Brechweinstein in die Vene gegeben; es traten die gleichen Erscheinungen wie oben auf. Hierauf injicirte man 0,004 grm Apomorphin in die Vene. Nach einigen Secunden entstanden abermals die oben erwähnten antiperistaltischen Bewegungen des Magens und bald darauf heftige Brechbewegungen. Zu einem eigentlichen Erbrechen konnte es natürlich nicht kommen, da der Magen ausserhalb der Bauchhöhle war. Dieselben Erscheinungen wiederholten sich bei noch mehrmaligem Einspritzen von Apomorphin.

Bei den folgenden Versuchen wurde, um den Pylorus besser beobachten zu können, ohne den Magen zu zerren, noch ein Einschnitt von der linea alba aus quer unter dem rechten Rippenrand gemacht. Sowohl auf Apomorphin als auch auf grössere Dosen Brechweinstein entstanden Brechbewegungen. Die Veränderungen, welche am Magen beobachtet werden konnten, waren folgende: War der Magen vor Injection des Brechmittels ohne Bewegung, so entstanden, sobald dasselbe injicirt war, gewöhnlich antiperistaltische Contractionen. Wurden vorher an dem Magen peristaltische Contractionen bemerkt, so wurden dieselben in Folge der Injection des Brechmittels stärker. Diese Resultate stimmen mit denen von Schiff (Moleschott's Unters. z. Naturl. B. X. S. 392) überein. Den Magen eines Hundes, welcher nach der Blosslegung keine Contractionen zeigte, reizte man mit dem Inductionsstrom und zwar mit ganz aufgeschobener Rolle. An der Reizstelle entstand eine tiefe Einschnürung, welche nach beiden Seiten fortschritt. Der Magen behielt nun die an ihm künstlich erzeugten Contractionen bei; und auf die Injection eines Brechmittels wurden dieselben noch verstärkt. Diese künstlich erzeugten Contractionen, welche keinen bestimmten Charakter hatten, sondern bald peristaltisch bald antiperistaltisch abliefen, hörten auch nach Durchschneidung beider Vagi nicht auf. Das Eintreten der anti-

peristaltischen oder das Verstärktwerden der peristaltischen Contractionen des Magens, in Folge der Injection eines Brechmittels war immer einige Zeit früher da, als das Eintreten der Brechbewegungen der Bauchmuskulatur und des Zwerchfells. Der Magen scheint also durch seine Contractionen das Erbrechen einzuleiten und erst zum wirklichen Auswerfen der Stoffe die Bauchpresse zu Hülfe zu nehmen; gerade wie der Uterus durch seine Contractionen die Geburt einleitet, während erst beim wirklichen Gebären die Bauchpresse mitwirkt.

Um weiter die Rolle der Cardia beim Brechact zu untersuchen, wurde folgender Versuch gemacht: Bei durch Chloroform schwach narkotisirten Hunden, welche man vorher einige Zeit hungern liess, damit sie einen leeren Magen hatten, wurde ein Einschnitt quer unter dem linken Rippenrand gemacht und das Cardialende des (ausgiebig geöffneten) Magens mit einem Wassermanometer verbunden. Das Manometer zeigte nicht die geringsten respiratorischen Schwankungen, folglich musste die Cardia verschlossen sein. Hierauf wurde dem Thier in die v. jugularis eine Injection von Brechweinstein oder Apomorphin gemacht. Bald traten Brechbewegungen ein und zwar contrahirte sich stets das Zwerchfell zuerst, wobei das Manometer (in Folge des Herabdrängens des Zwerchfells) einen stark positiven Druck zeigte, dann folgte erst die Contraction der Bauchmuskeln. Trotz häufiger Wiederholung dieses Versuchs konnte doch niemals während des Erbrechens eine negative Schwankung des Manometers beobachtet werden, welche die Eröffnung der Cardia angezeigt hätte. Es kann dieses seinen Grund darin haben, dass trotzdem man stets beim Einbinden des Manometers eine gewisse Entfernung von der Cardia beobachtete, doch die Functionen der Cardialmuskulatur durch die nicht weit entfernte Ligatur der Magenwand geschädigt wurden, so dass die positiven Angaben von Rühle und Schiff hierdurch nicht entkräftet werden. Jedenfalls spricht der feste Verschluss der Cardia gegen eine blosse passive Sprengung durch die Bauchpresse. Die antiperistaltischen Bewegungen des Magens, welche nach meinen Erfahrungen das Brechmittel meist hervorruft, sind gewiss bei unversehrtem Magen in situ beträchtlich stärker, als man sie bei geöffnetem Abdomen beobachtet, und haben einen wesentlichen Antheil an der Entleerung, für deren Zustandekommen aber Mithülfe der Bauchpresse und wahrschein-

lich auch Nachlass des Cardialverschlusses erforderlich ist. Sehr bemerkenswerth scheint mir das Ergebniss, dass die erste Wirkung des Brechmittels Magenbewegung (oder Verstärkung schon vorhandener, wenn auch künstlich erzeugter Magencontractionen) ist, und dann erst Contraction des Zwerchfells und schliesslich auch solche der Bauchmuskeln hinzukommt.

Der Mechanismus des Erbrechens ist überaus complicirt. An Hunden welche nach Eingebung eines Brechmittels frei sich selbst überlassen werden beobachtet man folgende Erscheinungen: Das Thier streckt zuerst seinen Kopf und athmet sehr tief, dann hält es nach einer tiefen Inspiration den Athem an, d. h. die Glottis verschliesst sich, die Brust dehnt sich jedoch noch weiter aus; gleich darauf contrahiren sich die Bauchmuskeln, das Zwerchfell und die Halsmuskulatur heftig und es beginnt eine Art Pumpen mittelst Zwerchfell und Bauchmuskeln, die Brust bleibt dabei ausgedehnt; plötzlich stürzt, begleitet von einem Expirationsstoss, der Mageninhalt durch die Mundöffnung. Es ist nun klar, dass wenn sich nach Glottisverschluss die Brust noch weiter ausdehnt, der negative Druck im Thorax zunehmen, und dasjenige Stück des Oesophagus, welches in der Brust liegt, saugend auf den Magen wirken muss. Ein Theil des Mageninhalts wird ohne Zweifel so zunächst in den Oesophagus befördert.

Ueber die sehr controverse Frage betreffs der activen Theiligung des Oesophagus am Brechact (vgl. die Angaben von Magendie, Legallois & Béclard, Budge, Rühle, Lüttich u. A.; die negativen Angaben des letzteren Autors können von der angewandten Oeffnung des Thorax und künstlichen Respiration herühren, welche nach Hermann & Grimm den Brechact überhaupt beeinträchtigt) habe ich folgende Erfahrungen gemacht. Um den Oesophagus direct beobachten zu können, legte ich denselben bei langhalsigen Hunden am Halse bloss. Deutlich konnte man die durch Reizung der Mundhöhle entstandenen Schluckbewegungen ablaufen sehen und sich dabei von der auffallenden Langsamkeit derselben überzeugen. Es wurde nun dem Thiere ein Brechmittel entweder in den Magen oder in die Vene gegeben. Kurz vor Eintritt des Erbrechens stiegen Luftblasen in dem Oesophagus sowohl abwärts als auch aufwärts, ohne von irgend einer Contraction gefolgt zu sein. Während des Erbrechens sah man bei Thieren, welche einen leeren Magen hatten, gleich nach einem

jeden Brechanfall den Oesophagus sich bedeutend zusammenziehen, so dass er mindestens um die Hälfte enger wurde; er verblieb einige Secunden in dieser Contraction und erschlaffte sodann wieder. Hatten die Thiere keinen leeren Magen, so dehnten die aufsteigenden Speisen den Oesophagus so stark aus, dass man oft befürchten musste, er würde an der blosgelegten Stelle platzen. Häufig blieben nach den Erbrechen noch Speisereste in dem Oesophagus zurück; sie wurden jedoch niemals durch eine antiperistaltische Contraction nach oben befördert, sondern stets durch deutliche peristaltische Contractionen nach dem Magen zurückgeführt.

Es scheint hiernach dass der Oesophagus nicht durch antiperistaltische Contraction, sondern durch Contraction in toto sich activ am Brechact theiligt. Diese den Oesophagus selbst entleerenden Zusammenziehungen stehen zur Magenentleerung etwa in derselben Beziehung, wie die Contractionen der Harnröhre zur Entleerung der Blase. Dass der Oesophagus in der That activ mitwirken muss, ergiebt sich u. A. daraus, dass ich einen Hund, welchem ich den Magen extirpirt hatte, grössere Mengen Schleim erbrechen sah. Ferner wäre ein Erbrechen kleinerer Mengen, wie es ja häufig vorkommt, ohne Theiligung des Oesophagus überhaupt gar nicht möglich.

Ich führe hier kurz noch folgende Erfahrungen an: Jede die Athmung in irgend einer Weise störende Operation muss bei Versuchen über den Brechact unterbleiben, wenn man ein reines Resultat haben will. — Morphinumarkose verhindert, selbst wenn sie in geringer Weise vorhanden ist, das Zustandekommen der Wirkung der Brechmittel. Geringe Chloroformarkose verhindert das Erbrechen nicht, starke jedoch ebenfalls. — Katzen erbrechen, wenn sie auf den Rücken aufgebunden sind, nicht. —

Zahlreiche von mir angestellte Versuche über die Beziehung der nervi vagi zum Brechact bei Hunden übergehe ich hier, da sie kein wesentlich neues Moment zu Tage gefördert haben. Es wurde nur bestätigt, dass die Durchschneidung beider Vago-Sympathici am Halse anhaltende Brechanstrengungen, meist ohne eigentliche Entleerung, zur Folge hat, und die Wirkung eines hierauf gegebenen Brechmittels nicht verhindert.

Dagegen sei es gestattet, noch folgende Versuche anzuführen, welche ein sehr unerwartetes und wie mir scheint sehr interessantes Resultat ergeben haben. Wenn man einem Sommerfrosch ohne

Verletzung der Baueingeweide, das Cerebrospinalorgan vollkommen exstirpirt, so zeigt der Magen zuerst in Folge dieser Operation unregelmässige Contractionen, wie sie schon Goltz nach blosser Durchschneidung der Vagi gesehen hat. Giebt man nun dem Thier, nachdem diese Contractionen vollkommen nachgelassen haben, 0,1 gr Brechweinstein in den Magen, so entstehen bald darauf antiperistaltische Contractionen, welche zuletzt so stark werden, dass sie einen Theil des Mageninhalts durch den Oesophagus nach aussen schieben. Es kann hier nicht eine mechanische Reizung durch die eingespritzte Quantität Flüssigkeit zu Grunde liegen, denn die gleiche Quantität Wasser hat keine Wirkung. Vom Brechweinstein hat schon Grimm nachgewiesen, dass er vom Magen aus in viel geringerer Dosis wirkt, als in die Venen injicirt. Der oben erwähnte Versuch zeigt, dass Brechweinstein auf den Magen des Frosches ohne Vermittlung des Cerebrospinalorgans, also direct brechenerregend einwirken kann. Spritzt man einem solchen Frosch Bleizucker ein, so entstehen schwache peristaltische Contractionen. Crotonöl erzeugt kräftige peristaltische Contractionen, welche immer ungefähr 10 Min. nach der Einspritzung entstehen. Sie drängen den Inhalt des Magens gegen den Pylorus, worauf von hier aus, offenbar in Folge einer Reizung durch die andrängenden Massen, jeder anlaufenden peristaltischen Contraction eine antiperistaltische entgegentritt. Die peristaltischen Contractionen besiegen jedoch die antiperistaltischen; nach einiger Zeit ist der Inhalt des Magens ganz gegen den Pylorus gedrängt und ein Theil in den Darm übergetreten.
