

(Aus der experimentell-biologischen Abteilung des Pathologischen Institutes der  
Universität Berlin. — Vorsteher: Professor *A. Bickel*.)

## Über den Sekretionsmechanismus der Drüsen der Pylorusschleimhaut.

Von

M. D. A. Lighstone,

Instruktor in Surgery New-York, University and Bellevue Hospital Medical College.

(Eingegangen am 3. März 1924.)

Interesse an der Kenntnis der sekretorischen Tätigkeit der Pars pylorica des Magens haben Physiologen, Internisten und Chirurgen in gleicher Weise. Der Chirurg ist deshalb in dieser Frage engagiert, weil er bei den Resektionen der Pars pylorica, die ganz besonders in der chirurgischen Ulcusterapie eine große Rolle spielen, sich Rechenschaft über die physiologische Größe seines Eingriffes geben muß. Das kann er aber nur tun, wenn er genau die Funktionen kennt, die das Organ, das er entfernen will, zu verrichten hat, wie weit die Funktionen desselben durch Funktionen anderer Organe ersetzt werden können, und welche Dauererfolge schließlich im Geschehen im Körper zurückbleiben.

Wir wissen heute sicher, daß die Exstirpation der Pars pylorica des Magens nach *Billroth I*, also unter Vernähung des Duodenalendes mit dem Magenrest an der Resektionsstelle die Sekretion im Fundus derart stört, daß zwar noch die durch die Erregung kapitaler Sinnesorgane bei der Nahrungsingestion zustande kommende Sekretion persistiert, aber diejenige Sekretion, die durch die Anwesenheit der Speisen in der Magenhöhle ausgelöst wird, nicht mehr zustande kommt [*Pawlow<sup>1</sup>*), *H. Smidt<sup>2</sup>*]). Daraus resultiert eine starke Subacidität des ganzen Mageninhaltes [*Bickel<sup>3</sup>*]).

Hieraus ergibt sich, daß die Regio pylorica entweder ein wichtiges Reflexzentrum bzw. Überleitungsstelle für diesen Teil des Sekretionsmechanismus ist [*Bickel<sup>4</sup>*]), oder daß in ihr allein die rezeptorischen Nerven für eben diesen Mechanismus liegen [*Pawlow<sup>1</sup>*]).

Was aber die Regio pylorica selbst für sekretorische Funktionen hat, darüber wissen wir nur wenig. Der Grund hierfür liegt in den großen technischen Schwierigkeiten, das Pylorussekret in reinem Zustande der Beobachtung zugänglich zu machen. Bekanntlich hat zuerst *Klemensiewicz<sup>5</sup>*) den Pylorusteil des Magens nach der *Thiry'schen* Methode

isoliert und den alkalischen, schleimigen Charakter des Sekretes beobachtet. Später folgten *Heidenhain*<sup>7)</sup> und *Ackermann*<sup>8)</sup> und *Kresteff*<sup>9)</sup>, bis dann in den Jahren 1901—1903 *Schemjakin*<sup>10)</sup>, *Ponomarev*<sup>11)</sup> und *Dobromyslow*<sup>12)</sup> im *Pawlowschen Laboratorium*<sup>5)</sup> sich dieser Frage annahmen.

Über den Pylorussaft ist aus diesen Untersuchungen bekannt geworden, daß er eine sirupartige, durchsichtige, opaleszierende, wasserfarbene Flüssigkeit darstellt mit Beimischung von Schleimflocken, daß er eine schwache Alkalinität von ca. 0,048%  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  besitzt, daß er in Milch einen feinflockigen Niederschlag erzeugt, aber Eiweiß nur nach vorherigem schwachen Ansäuern verdaut; auch soll er etwas Amylase enthalten.

Über die Sekretionsbedingungen des Saftes gibt folgendes Aufschluß. Bei Anlegung eines kleinen Pylorusmagens nach der *Pawlowschen Methode*, also unter weitgehender Erhaltung der normalen nervösen Innervation, beobachtet man eine sehr schwache kontinuierliche Sekretion, die im Gegensatz zu dem Verhalten der Fundusschleimhaut durch mechanische Reizung der Oberfläche der Pylorusschleimhaut verstärkt wird.

Während *Kresteff*<sup>9)</sup> angibt, daß Reizung kapitaler Sinnesorgane (Scheinfütterungsreize) die Pylorussekretion verstärkt, wird das vom *Pawlowschen Laboratorium* energisch bestritten.

Nach der Nahrungsingestion in den Hauptmagen erfolgt nach den Beobachtungen von *Heidenhain* und *Kresteff* eine Steigerung, nach den Beobachtungen aus dem *Pawlowschen Laboratorium* eine Herabsetzung der Pylorussekretion, also eine Hemmung. Bei einer genauen Untersuchung dieser Frage wurde im *Pawlowschen Laboratorium* gefunden, daß durch Einführung von Fett, 10 proz. Lösung von Natrium oleinicum und 0,5 proz. HCl in den Hauptmagen die Pylorussekretion gehemmt, aber nach Einführung von 0,5 proz. Sodalösung, physiologischer NaCl-Lösung und destilliertem Wasser in den Hauptmagen die Pylorussekretion gefördert wird. Alle diese Substanzen wirkten aber ebenso wie reiner Fundusmagensaft sekretionserhöhend am Pylorus, wenn man sie lokal auf die Schleimhaut des Pylorusblindsackes einwirken ließ. Nur die physiologische NaCl-Lösung erwies sich hier als indifferent. Am stärksten wirkte jedoch die 0,5 proz. HCl-Lösung.

*Schemjakin* konnte endlich feststellen, daß es irrelevant für die beobachteten Erscheinungen ist, ob der eine oder der andere Vagus durchschnitten oder ob beide Vagi bei der Operation ausgeschaltet wurden.

Über die Anatomie der Drüsen der Regio pylorica des Magens und der angrenzenden Schleimhautabschnitte am Hunde sind wir gut unterrichtet. *Aschoff*<sup>13)</sup> hat kürzlich diesen Gegenstand auf Grund des in

der Literatur vorliegenden Beobachtungsmaterials, wie eigener Untersuchungen eingehender behandelt. Wenn man, vom Fundus ausgehend, die Schleimhaut bis zum Sphincter pylori durchmustert, dann kann man 3 Zonen unterscheiden: 1. Die Zone der Fundus- oder Korpusdrüsen (Überwiegen der Hauptzellen nebst Belegzellen mit gelegentlichem Auftreten von Zwischenzellen darunter); 2. die Zone des Vestibulumgebietes (Auftreten von Zwischendrüsen, die nur aus Zwischenzellen bestehen und an Zahl nach der Regio pylorica hin zunehmen, zunächst neben Korpusdrüsen, schließlich aber allein die Schleimhaut erfüllen, wobei auch die Belegzellen noch mehr oder weniger zahlreich vorhanden sind); 3. die Zone der Pylorusdrüsen, die bis auf einen kleinen Abschnitt am Sphincter pylori frei von Belegzellen sind, und deren Zellen morphologisch ebensowohl von den Zwischendrüsenzellen, wie von den Hauptzellen im Fundus, wie endlich auch von den Brunnerschen Drüsen des Duodenums unterschieden sind.

Aus diesen histologischen Beobachtungen geht hervor, daß *nicht* die Hauptzellen der Fundusdrüsen, sondern daß die Zwischenzellen an den Fundusdrüsen über die *nur* aus Zwischenzellen bestehenden Drüsen des Vestibulumgebietes zu den Zellen der Pylorusdrüsen überführen. Aschoff glaubt an eine Wesensverschiedenheit der Zwischenzellen und der Zellen der Pylorusdrüsen, Ellenberger<sup>13)</sup> läßt die ersteren allmählich sich in die zweiten verwandeln.

Wie dem auch sei, jedenfalls scheint uns die anatomische Untersuchung zu lehren, daß die Hauptzellen der Fundusdrüsen wesensverschieden von den Pylorusdrüsenzellen sind. Dafür spricht auch der Sekretionsmechanismus.

Im Fundus untersteht die Fermentproduktion in eminenter Weise nervösen Einflüssen. Da die Belegzellen hier sicher mit der Salzsäuresekretion in Beziehung stehen, bleibt bei dem Fermentreichtum des Fundussekretes und angesichts der Tatsache, daß bei den Fundusdrüsen die Hauptzellen bei weitem die Zwischenzellen an Zahl überwiegen, eigentlich gar nichts anderes übrig, als die Annahme, daß hier die Hauptzellen die vornehmsten Fermentlieferanten sind. Daraus folgt natürlich nicht, daß nicht auch die Zwischenzellen Fermente liefern können.

Die Sekretion im Fundus wird ebensowohl durch parasympathische, wie auch sympathische Nerveneinflüsse ausgelöst und unterhalten [Pavlow<sup>1)</sup>, Sirotinin<sup>14)</sup>]. Im Pylorusgebiet verläuft im Gegensatz zum Fundus die Fermentproduktion, wie wir sahen in völliger Unabhängigkeit vom extragastralen Parasympathicus; das geht ja aus den Beobachtungen des Pavlow'schen Laboratoriums hervor. Daß aber auch intramural gelegene parasympathische Nervenelemente nichts mit der Sekretion der Pylorusdrüsen zu tun haben, beweisen meine eigenen Beobachtungen, über die ich nun berichten will.

Meine Versuchsanordnung war folgende. Am Hunde wurde die Pars pylorica derart isoliert, daß man in der rechten Mamillarlinie den Bauchschnitt anlegte, zwischen dem linken Teil der Pars fundalis an der großen Kurvatur und dem unteren Abschnitt des Duodenums die Gastroenterostomie machte, dann das Duodenum dicht unterhalb des Sphincter pylori unter sorgfältiger Schonung des Pankreas durchtrennte und das Duodenum an der Schnittfläche schloß, darauf unter Schonung der Coronargefäße den Magen zwischen der Regio pylorica und Regio fundalis quer durchtrennte, beide Schnittöffnungen durch Naht schloß und endlich den offenen Sphincter pylori mittels eines dicken Troikarts durch die Linea alba hindurchzog und als Fistel in die Bauchwand einnähte. Man erhält so einen Hund, bei dem die ganze Regio pylorica einen Blindsack darstellt, der von außen durch den Sphincter pylori zugänglich ist, bei dem alle intramural oder unmittelbar auf der Magenwand verlaufenden Nerven von der Pars fundalis zur Pars pylorica durchtrennt sind, ebenso wie alle in gleicher Weise verlaufenden Nerven zwischen der Pars pylorica und dem Duodenum, bei dem aber die Integrität aller mit den Blutgefäßen und sonst von außen herantretenden Nerven erhalten ist. Vier derart operierte Hunde wurden, nachdem die Wundheilung so weit vorangeschritten war, daß aus der Fistel das klare, oben geschilderte Sekret floß, zu den Versuchen verwandt.

Um nun den diesen Versuchen zugrunde liegenden Plan zu verstehen, ist es erforderlich, daß wir uns kurz das Ergebnis analoger Versuche am *Pawlow*schen wie am *Bickel*schen Magenfundusblindsack vergegenwärtigen. Bei dem ersten ist die gesamte normale Innervation der Fundusdrüsen erhalten, beim letzteren aber sind alle vom Hauptmagen oder sonst von außen an den Blindsack herantretenden Nerven durchschnitten. Die Drüsen des *Bickel*schen Magenblindsackes verfügen in den ersten 3—4 Wochen noch über die intakten Endigungen der extra-gastralen Sekretionsnerven. Dann degenerieren sie, und es bleiben nur noch erhalten diejenigen Nerven, deren Ganglienzellen entweder intramural oder der Serosa direkt aufliegen. Da ich meine Versuche am Pylorusblindsack sämtlich in den ersten 14 Tagen nach der Operation anstelle, waren also die Endigungen der extra-gastralen Nerven, soweit sie bei der Operation durchschnitten wurden, noch funktionstüchtig. Genauere Angaben hierzu finden sich in der Arbeit von *Suda*<sup>15)</sup> aus dem hiesigen Laboratorium.

Beim *Pawlow*schen Fundusblindsack bewirkt nun eine intravenöse *Acetylcholininjektion* immer, beim *Bickel*schen Fundusblindsack nur in ca. den ersten 14 Tagen nach der Operation eine kräftige Sekretion von Magensaft (Salzsäure und Pepsin). Die subcutane *Pilocarpininjektion* macht bei beiden Blindsäcken dauernd eine kräftige Sekretion, wenn sie auch beim *Bickel*schen Blindsack sich mit der Zeit etwas vermindert. In den ersten 2—3 Wochen nach der Operation ist ihre Wirkung aber hier von normaler Stärke. Die intravenöse *Adrenalininjektion* macht beim *Pawlow*schen Blindsack im allgemeinen eine *Sekretionshemmung*, bei einem der Vagusinnervation beraubten Fundusblindsack aber eine Sekretionssteigerung durch Reizung des Splanchnicussystems, beim *Bickel*schen Blindsack aber ist sie ganz ohne Einfluß.

Aus diesen Beobachtungen ergibt sich, daß bei den Fundusdrüsen das Acetylcholin an den intramuralen Endigungen der extragastralen parasympathischen Fasern, das Pilocarpin sowohl an dieser Stelle, wie auch an der parasympathischen Zwischensubstanz der Drüsenzellen selbst angreift, während das Adrenalin an der Splanchnicusfaserung, resp. an der Faserung des Ganglion coeliacum sekretionserregend, an der sympathischen Faserung des extragastralen Vagus aber sekretionshemmend wirkt. Ferner geht aus diesen Versuchen hervor, daß das Ganglion der extragastralen parasympathischen Fasern fernab von der Serosa des Magens liegt.

Wären nun an den Pylorusdrüsen die Innervationsverhältnisse prinzipiell dieselben wie an den Fundusdrüsen, dann müßte die Pylorus-schleimhaut mindestens *in den ersten 14 Tagen* nach der Operation noch über die erregbaren intramuralen Endigungen der extragastralen Parasympathicusfaserung verfügen, wenn nämlich im ungünstigsten Falle bei der Operation der Parasympathicus restlos vor seinem Eintritt in die Wand der Regio pylorica durchschnitten worden wäre, was aber sicher nicht der Fall war. Die Drüsenzellen müßten ferner *dauernd* über eine parasympathische Zwischensubstanz verfügen und außerdem vielleicht noch über intramurale sympathische Ganglien-zellen mit ihren Nervenfasern zu den Drüsenzellen. Es müßte also die intravenöse Acetylcholininjektion eine Sekretionssteigerung machen, und wenn das wegen einer operativen Parasympathicusschädigung mit etwa zu rasch eintretender Degeneration des peripherischen Stumpfes nicht möglich sein sollte, dann müßte doch jedenfalls das *Pilocarpin stark sekretionserregend wirken*, wofern die Pylorusdrüsen eben überhaupt eine parasympathische Zwischensubstanz haben.

Meine Versuche zeigten aber, daß diese Erwartungen nicht zutreffen. Zwar verfüge ich nur über 2 Acetylcholinversuche, da bei den großen Dosierungen, die ich in anderen Versuchen anwandte, ein Hund einen ungewöhnlich schweren Schock bekam, ein anderer Hund sofort nach der Injektion infolge des Herzstillstandes starb, aber ich stellte doch eine ganze Reihe von Pilocarpinversuchen an, die niemals eine Steigerung der Sekretion im Pylorusblindsack bei Dosierungen des Pilocarpins, die die Fundusdrüsen zu kräftiger Sekretion bringen, machten. Nur in einem Falle, in dem ich eine sehr große, schwer toxische Pilocarpindosis gab, wobei eine direkte Vergiftung der Drüsenzellen selbst nicht ausgeschlossen war, trat eine minimale Sekretionssteigerung auf, die wegen ihrer Geringfügigkeit jedoch gar nicht mit dem entsprechenden Phänomen am Fundusblindsack vergleichbar ist. Bei den Adrenalin-versuchen war eine leichte, aber doch deutliche Hemmung der Sekretion bei größeren Dosen vorhanden.

Bei der Sektion aller Tiere erwies sich immer der Pylorusmagen

tadellos mit Blut versorgt, die Schleimhaut hatte ein durchaus normales Aussehen.

Es unterscheiden sich also die Fundus- und Pylorusdrüsen, wenn man von den Belegzellen ganz absieht, nicht nur durch den verschiedenen Bau des sezernierenden Drüseneipithels, sondern auch im Hinblick auf den *Mechanismus ihrer Sekretion*. Diese Unterschiede bestehen in folgendem:

1. Die Tätigkeit der Fundusdrüsen ist diskontinuierlich, diejenige der Pylorusdrüsen ist kontinuierlich.

2. Die Fundusdrüsen sezernieren nicht auf mechanische Reizung der Magenschleimhautoberfläche, die Pylorusdrüsen beantworten eine solche mechanische Reizung mit einer Sekretion.

3. Die Fundusdrüsen sind durch die Reize bei der Nahrungsaufnahme (Scheinfütterungsreize) reflektorisch erregbar, die Pylorusdrüsen sind durch diese Reize nicht reflektorisch erregbar (parasympathischer Reflex).

4. Die Fundusdrüsen sind in ihrer Tätigkeit durch die parasympathischen chemischen Reizmittel sowohl bei normaler Innervation, wie auch zum Teil noch nach der Degeneration der extrastraalen Nerven dank der parasympathischen Zwischensubstanz beeinflußbar, während das bei den Pylorusdrüsen nach meinen Versuchen mit Acetylcholin und Pilocarpin in keinem Falle möglich zu sein scheint. *Daraus ergibt sich, daß die Pylorusdrüsen über keine parasympathische Innervation verfügen.*

5. Eine sympathische Innervation besitzen die Pylorusdrüsen aber offenbar. Das geht daraus hervor, daß große Dosen Adrenalin eine Sekretionshemmung bei ihnen machen. Wenn eine Förderung der Sekretion durch Adrenalin am Pylorus auch nach der Schädigung des extrastraalen Vagus — bei meinen Versuchen waren beide in und auf der Magenwand verlaufenden Vagi durchtrennt —, wie es bei den Fundusdrüsen der Fall ist, nicht beobachtet wird, so erklärt sich das daraus, daß bei den Pylorusdrüsen die sekretionshemmenden sympathischen Fasern nicht wie bei den Fundusdrüsen über den peripherischen Vagus verlaufen dürften. Ein vom peripherischen Vagus isolierter Pylorus ist eben offenbar *nicht* seiner sympathischen Hemmungsnerven beraubt, wie ein analog operierter Fundusblindsack. Er muß sich also dem Adrenalin gegenüber verhalten wie der normal innervierte Pawlowsche Fundusblindsack, bei dem Adrenalin eben sowohl sympathische Hemmungsnerven, wie sympathische Erregungsnerven reizt, und bei dem die Adrenalinwirkung infolge des Überwiegens des Hemmungseinflusses meist eine geringfügige Hemmung macht. Wenn aber am Pylorus genau wie am Fundus *sympathische Hemmungsnerven* nachgewiesen sind, dann müssen auch mit größter

Wahrscheinlichkeit, besonders im Hinblick auf das Fehlen von parasympathischen Erregungsnerven, *sympathische Erregungsnerven* vorhanden sein.

6. Die von der *Pavlow* schen Schule beobachtete Hemmung der Sekretion der Pylorusdrüsen in einer bestimmten Phase der Magenverdauung, wie die hemmenden und erregenden Wirkungen auf die Pylorusdrüsen nach der Einführung bestimmter Substanzen in den Hauptmagen erklären sich als reflektorische Wirkungen mit Hilfe des von mir klargelegten sympathischen Sekretionsmechanismus, der ausschließlich der Splanchnicus- und Ganglioncoeliacumfaserung anzugehören scheint, wenn man nicht eine direkte Wirkung auf die Drüsenzellen annehmen will, was unwahrscheinlich ist.

### Experimenteller Teil.

Die Hunde wurden immer 18 Stunden nach der letzten Fütterung mit Fleisch in den Versuch genommen.

#### A. Acetylcholinversuche.

Hund II. Körpergewicht 13 kg. Operiert am 29. XII. 1923. Versuch vom 12. I. 1924. Zeit von 15 zu 15 Minuten. Pylorussekret in Kubikzentimeter.

1. Spur nicht meßbar.
2. 0,2 (Schleim).
3. Spur nicht meßbar.

Intravenöse Injektion von 0,5 ccm. 1 proz. Acetylcholinlösung. Der Hund stürzt für einen Augenblick hin, erholt sich aber sofort.

4. Spur nicht meßbar.
5. " " "
6. " " "
7. " " "
8. " " "
9. " " "
10. " " "
11. " " "
12. " " "
13. " " "

Hund IV. Körpergewicht 10 kg. Operiert am 24. I. 1924. Versuch vom 1. II. 1924. Zeit von 10 zu 10 Minuten. Pylorussekret in Kubikzentimeter.

1. Spur nicht meßbar.
2. " " "
3. " " "
4. " " "
5. " " "

Intravenöse Injektion von 0,3 ccm 1 proz. Acetylcholinlösung.

6. Spur nicht meßbar.
7. " " "
8. " " "
9. " " "
10. " " "

*B. Pilocarpinversuche.*

Hund II. Versuch vom 10. I. 1924. Zeit von 10 zu 10 Minuten. Pylorussekret in Kubikzentimeter.

1. Spur nicht meßbar.
2. „ „ „ „
3. „ „ „ „
4. „ „ „ „
5. „ „ „ „
6. „ „ „ „
7. „ „ „ „

Subcutane Injektion von 0,5 ccm einer 0,1 proz. Pilocarpin.-hydrochl.-Lösung.

8. Spur nicht meßbar.
9. „ „ „ „ Beginn der Salivation.
10. „ „ „ „
11. „ „ „ „

Subcutane Injektion von 0,5 cem einer 0,5 proz. Pilocarpin.-hydrochl.-Lösung.

12. Spur nicht meßbar.
13. „ „ „ „ Stärkere Salivation.
14. „ „ „ „
15. 0,5 (Schleim). Sehr starke Salivation.
16. Spur nicht meßbar.
17. „ „ „ „
18. „ „ „ „
19. „ „ „ „

Hund III. Körpergewicht 15 kg. Operation 11. I. 1924. Versuch vom 17. I. 1924. Zeit von 10 zu 10 Minuten. Pylorussekret in Kubikzentimeter.

1. 0,2 (Schleim).
2. Spur nicht meßbar.

Subcutane Injektion von 0,5 ccm einer 0,5 proz. Pilocarpin. hydrochl.-Lösung.

3. Spur nicht meßbar. Beginn der Salivation.
4. „ „ „ „
5. 0,1 (Schleim). Starke Salivation.
6. Spur nicht meßbar.
7. „ „ „ „
8. „ „ „ „
9. „ „ „ „
10. „ „ „ „
11. „ „ „ „

Hund IV. Versuch vom 29. I. 1924. Zeit von 10 zu 10 Minuten. Pylorussekret in Kubikzentimeter.

1. 0,2 (Schleim).
2. Spur nicht meßbar.
3. „ „ „ „
4. „ „ „ „

Subcutane Injektion von 0,5 ccm einer 0,5 proz. Pilocarpin.-hydrochl.-Lösung.

5. Spur nicht meßbar. Leichtes Erbrechen.
6. „ „ „ „ Starke Salivation.
7. 0,5 (Schleim).
8. 1,5 (Schleim und eine Spur Saft).
9. 0,5 „ „ „ „ „
10. 0,5 „ „ „ „ „
11. Spur nicht meßbar.

12. 0,8 (Schleim und eine Spur Saft).
13. 0,2 Saft.
14. 0,2 Saft. Salivation hört auf.
15. Spur nicht meßbar.
16. " " "
17. " " "
18. " " "
19. " " "

Ergebnis: Eine Pilocarpindosis, die eine starke Salivation, aber sonst keine toxischen Allgemeinwirkungen macht, und die nach allen Erfahrungen im hiesigen Laboratorium am *Pawlowschen* wie am *Bickelschen* Fundusblindsack eine stärkere Sekretion auslöst, hat am Pylorusblindsack keine sekretionserregende Wirkung. Eine Pilocarpindosis, die, wie es bei dem Versuche am Hunde IV der Fall war, so groß ist, daß auch Erbrechen erfolgt, die also stärkere toxische Wirkungen nach sich zieht, scheint eine geringe Wirkung auf die Pylorusschleimhaut zu haben, die sich aber vor allem auf eine gesteigerte Schleimbildung, in geringem Grade auf eine verstärkte Saftbildung bezieht. Bei diesen Dosen ist natürlich eine direkte Vergiftung der Drüsenzellen selbst nicht ausgeschlossen.

#### C. Adrenalinversuche.

Hund IV. Versuch vom 30. I. 1924. Zeit von 10 zu 10 Minuten. Pylorussekret in Kubikzentimeter.

1. Spur nicht meßbar.
2. " " "
3. " " "
4. " " "
5. " " "
6. " " "

Intravenöse Injektion von 0,5 ccm einer 1 promill. Adrenalinlösung. Sofort Erbrechen von etwas Flüssigkeit. Erbrochenes reagiert alkalisch.

7. Spur nicht meßbar.
8. " " "
9. " " "
10. " " "
11. " " "
12. " " "
13. " " "
14. " " "
15. " " "
16. " " "
17. " " "
18. " " "
19. " " "
20. " " "
21. " " "

Resultat: Keine Förderung der Sekretion bei 0,05 ccm pro Kilo Körpergewicht.

Hund III. Versuch vom 15. I. 1924. Zeit von 10 zu 10 Minuten. Pylorussekret in Kubikzentimeter.

1. 0,2 (klares Sekret).
2. 0,2 " "
3. 0,4 (mit wenig Schleim).
4. 0,1 (klares Sekret).
5. 1,0 (m. viel Schleim, aber dabei auch viel klares Sekr.).

Intravenöse Injektion von 0,8 ccm einer 1 promill. Adrenalinlösung.

6. 0,2 (klares Sekret).
7. Spur nicht meßbar.
8. 0,6 (fast nur Schleim).
9. Spur nicht meßbar.
10. " " "
11. 1,2 (fast nur Schleim).
12. Spur nicht meßbar.
14. " " "
15. " " "
16. 0,5 (fast nur Schleim).
17. Spur nicht meßbar.
18. " " "
19. " " "
20. " " "
21. " " "

Resultat: Hemmung der Sekretion bei 0,05 ccm pro Kilo Körpergewicht.

Hund II. Versuch vom 5. I. 1924. Zeit von 10 zu 10 Minuten. Pylorussekret in Kubikzentimeter.

1. 0,2 (klares Sekret).
2. 0,1 " "
3. 0,1 " "

Intravenöse Injektion von 0,5 ccm einer 1 promill. Adrenalinlösung.

4. 1 Tropfen.

Intravenöse Injektion von 0,5 ccm einer 1 promill. Adrenalinlösung.

5. 1 Tropfen.
6. Spur nicht meßbar, fast 0.
7. 0,5 (fast nur Schleim).
8. 0,05.
9. 0,1.

Resultat: Kurzfristige Hemmung der Sekretion bei 0,07 ccm pro Kilo Körpergewicht.

Hund II. Versuch vom 7. I. 1924. Zeit von 10 zu 10 Minuten. Pylorussekret in Kubikzentimeter.

- |        |   |
|--------|---|
| 1. 0,2 | } |
| 2. 0,2 |   |
| 3. 0,2 |   |
| 4. 0,2 |   |
| 5. 0,2 |   |
| 6. 0,2 |   |
- Durchschnittszahlen von  
1 stündiger Sekretmenge.

Intravenöse Injektion von 1 ccm einer 1 promill. Adrenalinlösung.

7. 0,2
8. 0,1
9. 0,9 (sehr viel Schleim).
10. 0,1
11. 2,0 (sehr viel Schleim).
12. 0,1

Resultat: Kein Einfluß auf die Sekretion bei 0,07 ccm pro Kilo Körpergewicht.

Hund II. Versuch vom 8. I. 1924. Zeit von 15 zu 15 Minuten. Pylorussekret in Kubikzentimeter.

1. 0,38	Durchschnittszahlen von 1 stündiger Sekretmenge.
2. 0,38	
3. 0,38	
4. 0,38	
5. 0,9	
6. 2,0	(mit viel Schleim).
7. 1,0	(mit wenig Schleim).
8. 0,9	(klares Sekret).
9. 1,5	(mit viel Schleim).
10. 1,0	(klares Sekret).
11. 1,6	(mit viel Schleim).

Intravenöse Injektion von 2 ccm einer 1 promill. Adrenalinlösung.

12. 2 Tropfen.	
13. 2,0	(fast alles Schleim).
14. Spur nicht meßbar, fast 0.	
15. 0,5	(fast alles Schleim).
16. 0,5	" " "
17. 1,0	" " "
18. 0,5	" " "
19. 0,2	" " "

Resultat: Hemmung der Sekretion bei 0,15 ccm pro Kilo Körpergewicht.

Ergebnis: Eine sehr große Adrenalindosis wie z. B. von 0,15 ccm 1 promill. Lösung pro Kilo Körpergewicht (Hund II, 8. I. 1924) macht eine Hemmung der Saftsekretion bei Persistenz der Schleimsekretion. Auch bei kleineren Dosen sieht man entweder eine Neigung zur Sekretionshemmung, oder es ist überhaupt keine Wirkung feststellbar. Eine Förderung der Sekretion aber ist niemals nachweisbar. Daraus kann aber nicht geschlossen werden, daß die Pylorusdrüsen über keine sympathischen Erregungsfasern verfügen. Denn wenn sie über sympathische Hemmungs- und sympathische Erregungsfasern gleichzeitig verfügten, so müßte das Adrenalin natürlich beide sympathischen Faserkategorien reizen, und der geringe hemmende Adrenaleffekt bei einem solchen Versuche würde so zu erklären sein, daß, wie man es ja auch an der sympathischen motorischen Innervation des Magens sieht (vgl. die Untersuchungen von *Watanabe* aus dem hiesigen Laboratorium: Zur pathologischen Physiologie der motorischen Funktion des Magens. *Virchows Arch. f. pathol. Anat. u. Physiol.* 1924), nur die *Hemmungsfasern überwiegen*. Jedenfalls verlaufen diese sympathischen Hemmungfasern nicht, wie diejenigen für die Fundusdrüsen, im Vagusstamme, sondern in der Splanchnicus-Ganglion-coeliacum-Faserung, da bei meinen Hunden beide Vagi im wesentlichen infolge der totalen Querresektion des Magens für die Pars pylorica durchschnitten waren. Jedenfalls war der Teil der Vagusbahn ausgeschaltet, indem für die Fundusdrüsen die sympathischen Hemmungfasern verlaufen.

#### Literaturverzeichnis.

- <sup>1)</sup> *Pawlow*, Die Arbeit der Verdauungsdrüsen. — <sup>2)</sup> *Smidt*, Arch. f. klin. Chirurg. **125**. 1923. — <sup>3)</sup> *Bickel*, Biochem. Zeitschr. **1**. — <sup>4)</sup> *Bickel*, Magensaft. Handbuch der Biochemie von *Oppenheimer*. — <sup>5)</sup> *Pawlow*, nach *Babkin*, Die äußere Sekretion der Verdauungsdrüsen. 1914. — <sup>6)</sup> *Klemensiewicz*, Über den Succus pyloricus. Sitzung bei der Kaiserl. Akademie d. Wissensch., Wien **71**, Abt. III, S. 249. 1875.

— <sup>7)</sup> *Heidenhain*, Über die Pepsinbildung in den Pylorusdrüsen. *Pflügers Arch. f. d. ges. Physiol.* **18**. 1878. — <sup>8)</sup> *Ackerman*, Exp. Beitr. zur Kenntnis der Pylorussekretion beim Hunde. *Skandinav. Arch. f. Physiol.* **5**, 134. 1895. — <sup>9)</sup> *Kresteoff*, Contribution à l'étude de la Secretion du suc pylorique. *Rev. méd. de la Suisse romande.* **19**, 452 u. 496. 1899. — <sup>10)</sup> *Skinhemja*, Inaug.-Diss. St. Peterburg 1901, 1902, 1903. — <sup>11)</sup> *Ponomarew*, Inaug.-Diss. St. Petersburg 1901, 1902, 1903. — <sup>12)</sup> *Dobromyslow*, Inaug.-Diss. St. Petersburg 1901, 1902, 1903. — <sup>13)</sup> *Aschoff*, Über die Dreiteilung des Magens mit besonderer Berücksichtigung der Schleimhautverhältnisse. *Pflügers Arch. f. d. ges. Physiol.* **201**. 1923. — <sup>14)</sup> *Sirotinin*, Arch. f. d. ges. exp. Medizin 1924. — <sup>15)</sup> *Suda*, Experimentelle Untersuchungen über den Sekretionsmechanismus der Magendrüsen. *Virchows Arch. f. pathol. Anat. u. Physiol.* 1924.

---