

Ueber die Resorption der Peptone, des Rohrzuckers und der Indigoschwefelsäure vom Darmkanal aus und ihren Nachweis im Blute der vena portæ.

von Dr. W. Drosdoff aus St. Petersburg.

(Aus dem physiologisch-chemischen Institute der Universität Strassburg).

(Der Redaction zugegangen am 4. August 1877.)

Die Frage der Resorption der ernährenden Substanzen vom Darmkanal aus gehört zu den physiologischen Fragen, die trotz sehr zahlreicher und mannigfaltiger Untersuchungen ihrer Lösung noch entgegensehen. Die einfachen physikalischen Betrachtungen, durch welche man früher den Resorptionsprozess erklären zu können meinte, haben sich als unzulänglich erwiesen und der allein massgebenden experimentellen Untersuchung stellen sich nicht geringe Schwierigkeiten in den Weg.

Die grosse Anzahl der ernährenden Substanzen und die Schwierigkeit und Unsicherheit der Untersuchungsmethoden in Betreff vieler derselben liessen es zweckmässig erscheinen, die Untersuchung zunächst auf eine kleine Zahl der wichtigsten zu beschränken. Ich habe desshalb zunächst allein versucht in Betreff des Uebergangs 1) von Pepton, 2) von Rohrzucker vom Darm aus in das Blut der vena portæ sichere Entscheidung zu erlangen.

Ausserdem suchte ich auch 3) die Indigoschwefelsäure im Pfortaderblute nachzuweisen, nachdem ihre Natriumverbindung in den Darm eingeführt war.

1. Ueber das Verhalten der Peptone im Blute der vena portæ.

Mit der Frage über die Resorption der Eiweissstoffe in's Blut vom Darmkanal aus haben sich schon lange die Physiologen beschäftigt und sie von den verschiedensten

seiten angreifend zu lösen gesucht. In den 40er Jahren haben Bouchardat und Sandras Hunde mit Fibrin gefüttert, welches mit Safran oder Cochenille gefärbt war und, da sie nachher diese färbenden Substanzen im ductus thoracicus nicht fanden, behauptet, dass die Eiweissstoffe nicht von den Lymph- sondern von den Blutgefässen, die in dem Darmkanal verlaufen, resorbirt würden. Fast in derselben Zeit entwickelte Frerichs seine Lehre über die Resorption der Eiweissstoffe. Er sagt, dass die Peptone leicht von den Blutgefässen resorbirt werden, da das Casein im Magen bei Milchfütterung bald verschwindet. Präciser spricht sich Liebig über diese Ansicht aus: die drei Hauptnahrungsbestandtheile Albumin, Fibrin und Casein werden vom Blute resorbirt und dienen zum Aufbau des thierischen Organismus. Donders fand im Magen und Darmkanal eines Hundes einige Stunden nach einer reichlichen Fütterung mit Proteinsubstanzen eine bedeutende Verminderung derselben, was ihn veranlasste zu behaupten, die Resorption der Peptone finde auch im Magen statt. Cl. Bernard behauptet, dass die Albuminate vom Blute des Pfortadersystems resorbirt werden. Meissner sagt in seinen Arbeiten über die Verdauung und die Wirkung des Magensaftes auf Eiweissstoffe unter Anderem, dass die Albuminate auch in Form der Parapeptone in's Blut vom Darmkanale aus resorbirt werden. Funke, sowie Knapp stellten sogar besondere Experimente an, um nachzuweisen, dass die Eiweissstoffe in Form von Peptonen in's Blut gelangen. Der Erste experimentirte mit Peptonen, der Zweite mit anderen Eiweissstoffen. Die Experimente wurden in beiden Fällen im Uebrigen nach einer und derselben Methode angestellt. Funke stellte künstliche Peptone aus Hühnereiweiss durch Behandlung mit Magensaft dar, brachte sie in eine vorher unterbundene Darmschlinge eines Kaninchens und tödtete das Thier nach 4—6 Stunden. Die Darmschlinge wurde mit Wasser ausgewaschen, die Menge der nicht resorbirten Peptone bestimmt und aus der Differenz folgender Schluss gezogen: die Peptone werden vom Darm resorbirt, die Quantität der resorbirten Peptone ist abhängig von der Concentration der in den Darm eingeführten Peptonlösung

und von der Zeit ihres Verweilens in demselben. Auf Grundlage dieser und ähnlicher Untersuchungen wurde die Lehre über die Resorption der Eiweissstoffe vom Darmkanal aus in Form von Peptonen aufgestellt. Diese Versuche können aus dem Grunde nicht mehr als entscheidend angesehen werden, weil wir wissen, dass durch Reste von Pankreassecret, die in der Darmschlinge vielleicht zurückgeblieben waren, sowie durch Fäulnisprocesse ein nicht zu bestimmender Theil des Eiweiss oder des Pepton in andere Stoffe zerlegt sein konnte. Die Bestimmung des von einer bestimmten Quantität Eiweissstoff im Darmkanale nach einiger Zeit noch restirenden Eiweiss und Pepton giebt also keinen Ausweis über die Resorption derselben, es muss vielmehr direkt in Chylus und Blut nach den resorbirten Stoffen gesucht oder der Nachweis geliefert werden, dass sie sofort bei der Aufnahme eine chemische Veränderung erfahren. Der entscheidende Beweis des Eintritts einer solchen Veränderung unmittelbar bei der Aufnahme vom Darm her, die doch nur in den Epithelien stattfinden könnte, würde bei dem gegenwärtigen Stande unserer Kenntnisse über die Processe in solchen Zellen nicht einmal versucht werden können, da sogar die Angriffspunkte für diese Untersuchung fehlen. Der einzige Weig, der sonach zur Entscheidung führen kann, ist die Untersuchung des Chylus und des Blutes auf Pepton u. s. w.

Es ist nicht auffallend, bei der Durchsicht der Litteratur zu finden, dass alle Physiologen geneigt sind anzunehmen, dass Peptone von Blut- oder Lymphgefässen resorbirt werden, weil seine leichte Löslichkeit dieser Annahme so günstig scheint, aber vergeblich sucht man nach einem experimentellen Nachweis. Prof. Hoppe-Seyler hat nur Spuren von Pepton in einem Falle von Chylus-Ascites in Folge von Zerreissung eines Chylusgefässstammes in der Bauchhöhle gefunden, obwohl hier grosse Mengen von Flüssigkeit zur Disposition standen. Die Verhältnisse bei diesen pathologischen Ansammlungen sind so complicirt, dass hier eine scharfe und sichere Entscheidung der physiologischen Frage nicht wohl gewonnen werden kann.

Bei der nächstfolgenden Untersuchung habe ich mir zunächst die Aufgabe gestellt, die Anwesenheit der Peptone im Blute der Vena portae nachzuweisen.

Zu diesem Zwecke stellte ich eine Reihe von Experimenten an lebenden Hunden an. Durch eine Einstich-Cannüle wurde Blut aus der Vena portae 3—4 Stunden nach der Fütterung mit gekochtem Fleisch und Milch entnommen. Das geronnene Blut wurde sogleich mit überschüssigem Alkohol behandelt, oftmals auch mit Aether. Das Alkohol-extract wurde abgedampft, der Rückstand abermals mit absol. Alkohol ausgezogen, der jetzt ungelöst bleibende Rückstand zu den übrigen ungelösten Stoffen zugefügt und dieselben mit viel Wasser kalt extrahirt, der Rückstand erst mit kaltem dann mit warmem Wasser sorgfältig ausgewaschen. Diese wässerigen Auszüge, welche das etwa vorhandene Pepton enthalten mussten, wurden zunächst auf ein kleineres Volumen abgedampft, durch vorsichtigen Zusatz von Essigsäure und Erhitzen noch etwas von gelösten Albuminstoffen ausgefällt und filtrirt. Das Filtrat wurde dann in drei Portionen getheilt. Die erste Portion wurde bis auf eine sehr kleine Quantität abgedampft und zur Untersuchung verwendet. Die zweite Portion wurde zuerst mit neutralem essigsauren Bleioxyd und das Filtrat mit basischem Bleiacetat gefällt, dieser Niederschlag auf dem Filter mit kohlensaurem Natron behandelt, das Bleicarbonat abfiltrirt und das neutralisirte Filtrat bis auf ein kleines Volumen abgedampft. Dieses Verfahren wurde einerseits zur Entfernung der färbenden Substanzen, andererseits zur vollständigen Ausfällung der Eiweissstoffe angewendet.

Die dritte Portion wurde entweder mit Alkohol ausgefällt, der Rückstand in Wasser gelöst und auf Peptone untersucht, oder sie wurde abgedampft, der Rückstand mit absolutem Alkohol behandelt und in Wasser gelöst.

Nach dieser umständlichen Behandlung sind wir berechtigt anzunehmen, dass der wässerige Blutauszug keine Eiweissstoffe ausser den von uns vorausgesetzten Peptonen enthält, die unserer Untersuchung hinderlich sein könnten. Eine

vollständige Entfärbung der an sich schwach gelblichen Lösung gelang mir durch die angegebene Behandlung mit Bleiacetat und nachher mit Soda.

Zum Vergleich mit dem Wasserextracte des Pfortaderblutes wurde die Magenflüssigkeit des Versuchstieres gleichfalls auf Gehalt an Pepton geprüft. Die Reactionen der Peptone sind bekanntlich meist nicht besonders scharf und wenig in die Augen fallend; von besonderer Wichtigkeit schien mir das Verhalten gegen die folgenden Reagentien:

1) Essigsäure und Ferrocyankalium. 2) Aetznatron und schwefelsaures Kupferoxyd. 3) Sublimat. 4) Alkohol. 5) gallensaure Salze.

Alle diese Reagentien wurden mit allen den Cautelen, welche von verschiedenen Autoren bei ähnlichen Untersuchungen angegeben sind, angewendet.

Versuch I.

Ein grosser Hund wurde um 7 Uhr Morgens mit Fleisch und Milch so lange gefüttert, bis er nichts mehr davon nahm, um 11 Uhr Vorm. 565,165 Gramm Blut aus der vena porta genommen, dasselbe in drei Portionen getheilt und nach der oben beschriebenen Methode bearbeitet.

Erste Portion.

Reagentien.	Essigsäure + Ferrocyankalium.	Aetznatron + schwefelsaur. Kupferoxyd.	Sublimat.	Alkohol.	Gallensaure Salze.
Pepton-reaction der concentrirt wässerigen Lösung.	Kein Niederschlag.	Violette Färbung ohne Erhitzung.	Schwacher Niederschlag.	Niederschlag.	Trübung verschwindet nicht bei weiterem Zusatz. Schwach alkalische Reaction.

Zweite Portion.

Reagentien.	Essigsäure + Ferro- cyan- kalium.	Aetznatron + schwefelsaur. Kupferoxyd.	Sublimat.	Alkohol.	Gallensaure Salze.
Pepton- reaction der concentrirten wässerigen Lösung.	Kein Nieder- schlag.	Starke violette Färbung ohne Erhitzung.	Unbe- deutender Nieder- schlag.	Ziemlich lockerer weisser Nieder- schlag.	Kein Nieder- schlag. Die Flüssig- keit opales- cirend. Alkalische Reaction.

Dritte Portion.

Reagentien.	Essigsäure + Ferro- cyan- kalium.	Aetznatron + schwefelsaur. Kupferoxyd.	Sublimat.	Alkohol.	Gallensaure Salze.
Pepton- reaction der concentrirt wässerigen Lösung.	Kein Nieder- schlag.	Violette Färbung ohne Erhitzung.	Trübung nach einigem Stehen.	lockerer weisser feiner Nieder- schlag.	Sehr geringer Niederschlag, unlöslich bei weiterem Zusatz.

Der wässrige Auszug des Mageninhaltes giebt alle Reactionen auf Peptone mit viel grösserer Intensität als der wässrige Blutauszug, nur die gallensauren Salze geben bei schwachsaurer und alkalischer Reaction unbestimmte Resultate.

Versuch II.

Um 8 Uhr Morgens wurde ein mittelgrosser Hund mit Fleisch, Milch und Brod gefüttert und ihm um 11 Uhr V. M. 180,167 Gramm Blut aus der vena portae entnommen.

Erste Portion.

Reagentien.	Essigsäure + Ferro- cyan- kalium.	Aetznatron + schwefelsaur. Kupferoxyd.	Sublimat.	Alkohol.	Gallensaure Salze.
Pepton- reaction.	Leichte Opales- cenz.	Schwache violette Färbung.	Trübung nach einigem Stehen.	Lockerer Nieder- schlag lös- lich in Wasser.	Leichte Trü- bung, die bei weiterem Zu- satz nicht verschwindet. Neutrale Reaction.

Zweite Portion.

Reagentien.	Essigsäure + Ferro-cyan-kalium.	Aetznatron + schwefelsaur. Kupferoxyd.	Sublimat.	Alkohol.	Gallensaure Salze.
Pepton-reaction.	Nieder-schlag.	Schwache violette Färbung.	Leichte Trübung.	Lockerer weisser feiner-Nieder-schlag.	Kein Nieder-schlag. schwach saure Reaction.

Dritte Portion.

Reagentien.	Essigsäure + Ferro-cyan-kalium.	Aetznatron + schwefelsaur. Kupferoxyd.	Sublimat.	Alkohol.	Gallensaure Salze.
Pepton-reaction.	Kein Nieder-schlag. Die Flüssigkeit ist stark opalescirend.	Sehr schwache violette Färbung.	Kein Nieder-schlag. nach einigem Stehen opalescirend.	Lockerer weisser Nieder-schlag.	Niederschlag. löst sich nicht auf weiteren Zusatz. Stark alkalische Reaction.

Der Mageninhalt enthält eine grosse Quantität von Peptonen. Sämmtliche Reactionen sind sehr deutlich ausgesprochen, doch rufen die gallensauren Salze in neutraler oder schwachsaurer Lösung nur eine Opalescenz hervor, welche bei weiterem Zusatz bis zum Ueberschuss nicht verschwindet.

Versuch III.

Einem grossen Hunde, den man um 8¹/₂ Uhr Morgens gut mit Fleisch, Milch, Brod und Salz gefüttert hatte, wurden 11¹/₃ Uhr V.-M. 180,0 Gramm Pfortaderblut entnommen.

Erste Portion.

Reagentien.	Essigsäure + Ferro-cyan-kalium.	Aetznatron + schwefelsaur. Kupferoxyd.	Sublimat.	Alkohol.	Gallensaure Salze.
	Kein Nieder-schlag.	Deutliche violette Färbung.	Kein Nieder-schlag.	Weisser lockerer Nieder-schlag.	Kein Nieder-schlag, obwohl die alkalische Reaction in schwachsaure übergeführt wurde.

Zweite Portion.

Reagentien.	Essigsäure + Ferro- cyan- kalium.	Aetznatron + schwefelsaur. Kupferoxyd.	Sublimat.	Alkohol.	Gallensaure Salze.
	Kein Nieder- schlag.	Schwache violette Färbung.	Trübung.	Weisser lockerer Nieder- schlag.	Kein Nieder- schlag, neutrale Reaction.

Dritte Portion.

Reagentien.	Essigsäure + Ferro- cyan- kalium.	Aetznatron + schwefelsaur. Kupferoxyd.	Sublimat.	Alkohol.	Gallensaure Salze.
	Kein Nieder- schlag.	Schwache violette Färbung.	Kaum bemer- bare Trübung.	Weisser lockerer Nieder- schlag.	Kein Nieder- schlag, schwachsäure Reaction.

Der Mageninhalt zeigte auch bei diesem Hunde alle Reactionen auf Peptone, die in reichlicher Menge vorhanden waren.

Versuch IV.

Ein mittelgrosser Hund wurde um 9 Uhr Morgens mit gekochtem Fleisch, Milch und Brod gefüttert und ihm um 11 Uhr Vormittags 85,42 Gramm Blut aus der vena portae gelassen.

Erste Portion.

Reagentien.	Essigsäure + Ferro- cyan- kalium.	Aetznatron + schwefelsaur. Kupferoxyd.	Sublimat.	Alkohol.	Gallensaure Salze.
Pepton- reactionen.	Kein Nieder- schlag.	Schwache violette Färbung.	Färbung nach einigem Stehen.	Lockerer weisser Nieder- schlag.	Leichter Niederschlag, schwer lös- lich im Ueber- schuss. Schwach alkalische Reaction.

Zweite Portion.

Reagentien.	Essigsäure + Ferrocyankalium.	Aetznatron + schwefelsaur. Kupferoxyd.	Sublimat.	Alkohol.	Gallensaure Salze.
Pepton-reactionen.	Kein Niederschlag nicht einmal Trübung.	Schwache violette Färbung.	Kein Niederschlag.	Weisser lockerer Niederschlag.	Kaum bemerkbarer Niederschlag; alkalische Reaction.

Dritte Portion.

Reagentien.	Essigsäure + Ferrocyankalium.	Aetznatron + schwefelsaur. Kupferoxyd.	Sublimat.	Alkohol.	Gallensaure Salze.
Pepton-reactionen.	Flüssigkeit klar.	Sehr schwache violette Färbung.	Kaum bemerkbarer Niederschlag.	Weisser Niederschlag.	Opalescenz die im Ueberschuss des Reagens nicht verschwindet.

Der Mageninhalt reich an Peptonen; sämtliche Reactionen gelangen.

Versuch V.

Ein Hund um 9¹/₂ Morgens mit Fleisch, Milch und Brod gefüttert, um 11¹/₂ Uhr Vormittags aus der vena portae 123,5 Blut genommen.

Erste Portion.

Reagentien.	Essigsäure + Ferrocyankalium.	Aetznatron + schwefelsaur. Kupferoxyd.	Sublimat.	Alkohol.	Gallensaure Salze.
Pepton-reactionen.	Kein Niederschlag.	Schwach röthlich-violette Färbung.	Bedenkende Trübung.	Weisser lockerer Niederschlag.	Kaum bemerkbare Trübung; alkalische Reaction.

Zweite Portion.

Reagentien.	Essigsäure + Ferro- cyan- kalium.	Aetznatron + schwefelsaur. Kupferoxyd.	Sublimat.	Alkohol.	Gallensaure Salze.
Pepton- reactionen.	Kein Nieder- schlag.	Sehr schwache röthlich- violette Färbung.	Opales- cenz.	Weisser feiner Nieder- schlag.	Kein Nieder- schlag. alkalische Reaction.

Dritte Portion.

Reagentien.	Essigsäure + Ferro- cyan- kalium.	Aetznatron + schwefelsaur. Kupferoxyd.	Sublimat.	Alkohol.	Gallensaure Salze.
Pepton- reactionen.	Keine Trübung.	Kaum bemerkbare violette Färbung.	Opales- cenz.	Weisser Nieder- schlag.	Kein Niederschlag. schwach alkalische Reaction.

Der Mageninhalt auch dieses Hundes war sehr reich an Peptonen, wie die an demselben angestellten Reactionen gezeigt haben. Die gallensauren Salze gaben bei alkalischer Reaction eine schwache Trübung, bei schwachsaurer keinen Niederschlag. Die Trübung verschwand nicht bei weiterem Zusatz des Salzes. Es können also die gallensauren Salze als charakteristische Reagentien zur Untersuchung auf Peptone überhaupt nicht angewendet werden, ehe nicht die Verhältnisse, unter denen sie mit Pepton einen sehr feinkörnigen Niederschlag geben, der sich im Ueberschuss des Reagens wieder löst, besser gekannt sind, als es bis jetzt der Fall ist. Auch die Reaction gegen Quecksilberchlorid war keine scharfe im Pfortaderblute, während das Pepton des Mageninhalts sehr vollständig gefällt wurde.

Mit Ausnahme der gallensauren Salze haben aber alle Reagentien die Anwesenheit von Pepton in dem wässerigen Blutauszuge aufs deutlichste gezeigt. Wir sind daher berechtigt, auf Grund der von uns angestellten Experimente fol-

gende Schlüsse über die Resorption der Peptone vom Darmkanal in's Blut der vena portae und über die Anwesenheit derselben im letzteren, zu machen:

1) Im Blute der vena portae ist unverändertes Pepton während der Verdauung nachweisbar, wenn auch oftmals nur in Spuren. 2) Sofort nach dem Ablassen aus der Pfortader enthält das Blut derselben mehr Pepton als wenn es vor dem Zufügen von Alkohol einige Zeit gestanden hat; das Pepton scheint also vom Blute selbst allmählig chemisch umgewandelt zu werden.

Es ist selbstverständlich, dass der hier geführte Nachweis des Uebergangs unveränderten Peptons aus dem Darminhalte in das Pfortaderblut nicht ausschliesst, dass ein Theil vom Pepton während des Ueberganges bereits in andere Eiweisssubstanzen umgewandelt wird.

2. Ueber den Uebergang von Rohrzucker aus dem Darminhalte in das Blut der vena portae.

So reich die Litteratur an Untersuchungen über den Traubenzucker ist, so arm ist sie an Angaben über das Schicksal des Rohrzuckers im thierischen Organismus. Die ganze Lehre über die Verdauung des Rohrzuckers und seine Resorption vom Darmkanal aus stützt sich hauptsächlich auf die drei Arbeiten von Hoppe-Seyler, Cl. Bernard und Lehmann. Hoppe-Seyler kommt in seinen Untersuchungen über das Verhalten des Rohrzuckers im thierischen Organismus und die Wirkung der verdauenden Flüssigkeit auf denselben zu folgenden Schlüssen:

1) Der Rohrzucker passirt den Darmkanal ohne eine Veränderung unter dem Einflusse der verdauenden Flüssigkeit zu erleiden. 2) Derselbe ist im Harn nicht nachzuweisen.

Bernard behauptet, dass der Rohrzucker beim längerem Verweilen im Magen nur theilweise in Krümelzucker übergehe und wahrscheinlich in dieser Form von den Blutgefässen resorbirt werde. Zu gleicher Zeit ist es auch Bernard gelungen, die Anwesenheit des Rohrzuckers im Blute der vena portae nachzuweisen.

Lehmann spricht sich dahin aus, dass der Rohrzucker in den Digestionstractus eingeführt sehr schnell gänzlich in Krümelzucker übergehe und in dieser Form resorbirt werde.

Paschutin in seinen Untersuchungen auf diesem Gebiete ist zu keinem bestimmten Resultate gekommen.

Meine im Folgenden zu schildernden Untersuchungen sind zu dem Zwecke angestellt worden, um zu entscheiden, ob der Rohrzucker unverändert vom Darmkanal resorbirt wird, ob er sich als solcher im Blute der vena portae findet und in welcher Quantität. In den meisten Fällen benutzte ich für diese Untersuchungen Hunde, deren Blut auch zum Nachweis der Peptone verwendet war. Zu diesem Zwecke bekamen die Hunde ausser Fleisch, Milch und Brod noch eine bedeutende Quantität Rohrzucker 1—2 Stunden bevor ihnen das Pfortaderblut entnommen wurde. Im Allgemeinen wurde mit dem Rohrzucker zu gleicher Zeit auch der Traubenzuckergehalt im Blute der vena portae und im Chymus bestimmt. Nachdem das Blut geschlagen war, wurde es ebenso wie der Mageninhalt zuerst mit Weingeist behandelt, das weingeistige Extract bis zur Trockene abgedampft und der Rückstand abermals mit Alkohol extrahirt, dann dieses Alkoholextract wieder abgedampft, der Rückstand mit Aether gut ausgewaschen, um die Fette und andere lösliche organische Stoffe zu entfernen.

Das Zurückgebliebene wurde in Wasser gelöst und untersucht. Zur quantitativen Bestimmung dieser beiden Zuckerarten bediente ich mich folgender Methode:

Es ist bekannt, dass der Traubenzucker in der Fehling'schen Flüssigkeit das Kupferoxyd reducirt, während diese Eigenschaft dem Rohrzucker nicht zukommt; ferner ist es auch bekannt, dass der Rohrzucker mit verdünnter Schwefelsäure versetzt und schnell aufgeköcht in Traubenzucker und Fruchtzucker übergeht. Somit bestimmten wir anfangs in der wässerigen Lösung des Alkoholextracts den Traubenzucker, nachher wurde die Flüssigkeit mit einer genügenden Quantität Schwefelsäure versetzt aufgeköcht, neutralisirt und jetzt der aus Rohrzucker entstandene Frucht- und Traubenzucker wieder bestimmt und aus

der Zunahme des letzteren die Menge des Rohrzuckers berechnet. Oftmals wurde die Lösung in zwei Theile getheilt, in einem derselben die Menge des Traubenzuckers durch Fehling'sche Flüssigkeit, ohne Zusatz der Schwefelsäure, bestimmt, der andere mit Schwefelsäure behandelt und nach Bestimmung des Traubenzuckers aus der Differenz beider Zuckerarten der Rohrzucker berechnet. Gestützt auf diese Untersuchungsmethode der beiden Zuckerarten suchten wir den Gehalt des Trauben- wie des Rohrzuckers im Blute der vena portae und im Chymus zu bestimmen, indem wir Hunde 1—2 Stunden vor jeder Operation mit reicher Menge von Rohrzucker fütterten.

Um auch die Veränderungen beider Zuckerarten im herausgelassenem Blute im Verlauf der Untersuchungen und unter dem Einflusse der atmosphärischen Luft kennen zu lernen, wurde die Bestimmung der Quantität der Zuckerarten von dem Augenblicke an, wo sie aus dem Blute gewonnen waren, mehrere Tage hindurch öfters wiederholt.

Tabellen der Analyse der beiden Zuckerarten.

1. Analyse.

Erster Tag.

Tageszeit.	Procentgehalt im Pfortaderblut.		Procentgehalt im Mageninhalt.	
	Ohne Schwefelsäure.	Mit Schwefelsäure	Ohne Schwefelsäure.	Mit Schwefelsäure
10 Uhr Vorm.	0,0525	0,0753	5,055	10,017
12 Uhr Mittgs.	0,0532	0,07615	6,078	9,098
3 Uhr Nachm.	0,0526	0,0746	5,915	8,907
Zweiter Tag.				
9 Uhr Vorm.	0,0583	0,0773	6,454	9,718
1 Uhr Mittgs.	0,0585	0,0762	6,945	9,479
6 Uhr Nachm.	0,0589	0,0753	7,049	8,973
Dritter Tag.				
8 Uhr Vorm.	0,0632	0,0675	6,573	7,859
12 Uhr Mittgs.	0,0585	0,0594	7,045	8,934
4 Uhr Nachm.	0,0602	0,0615	6,935	7,853

Vierter Tag.

Procentgehalt im Pfortaderblut.			Procentgehalt im Mageninhalt.	
Tageszeit.	Ohne Schwefelsäure.	Mit Schwefelsäure	Ohne Schwefelsäure.	Mit Schwefelsäure
8 Uhr Vorm.	0,0135		4,584	4,605
11 Uhr Vorm.	0,0106	Kein Zucker.	4,207	4,204
3 Uhr Nachm.	0,009		4,638	5,058
2. Analyse:		Erster Tag.		
8 Uhr Vorm.	0,045	0,0636	4,856	10,132
11 Uhr Vorm.	0,048	0,0681	4,982	10,385
5 Uhr Nachm.	0,0479	0,0647	4,793	10,291
		Zweiter Tag.		
10 Uhr Vorm.	0,0498	0,0621	5,092	9,852
3 Uhr Nachm.	0,0509	0,0583	5,283	8,945
7 Uhr Abends.	0,0503	0,0582	5,183	9,248
		Dritter Tag.		
8 Uhr Vorm.	0,0323	0,0351	6,092	8,963
1 Uhr Mittgs.	0,0384	0,0372	6,183	8,954
6 Uhr Abends.	0,0368	0,0385	6,182	8,898
3. Analyse.		Erster Tag.		
	0,0325	0,0524	2,723	6,234
	0,0342	0,0514	2,856	6,276
	0,0346	0,0515	2,854	6,268
		Zweiter Tag.		
8 Uhr Vorm.	0,0451	0,0486	3,241	4,932
12 Uhr Mittgs.	0,0452	0,0462	3,851	4,257
5 Uhr Nachm.	0,0453	0,0416	3,506	2,845
		Dritter Tag.		
11 Uhr Vorm.	0,0151		Keine Differenz in beiden Portionen.	
3 Uhr Nachm.	0,0102	Kein Zucker.		
7 Uhr Abends.	0,0051			

Aus diesen Tabellen ist ersichtlich, dass der Traubenzucker bedeutend zunimmt nach der Behandlung mit Schwefelsäure, und zwar ist die Zunahme in den ersten

Tagen viel bedeutender als in den späteren. Wenn die Differenz im Zuckergehalte bei dieser Behandlung sich ausgleicht, so verschwindet der Traubenzucker, der sich vorher wahrscheinlich auf Kosten des Rohrzuckers immer vergrössert hatte, gänzlich in Folge der Einwirkung der Luft.

Wir sind somit berechtigt, auf Grund unserer Untersuchungen über die Resorption des Rohrzuckers folgende Behauptungen aufzustellen:

1) Der grösste Theil des Rohrzuckers wird unverändert vom Blute der vena portae resorbirt, da er sich dort in bedeutender Menge befindet. 2) Der Rohrzucker geht in den bezeichneten Flüssigkeiten wahrscheinlich unter dem Einflusse von Ferment allmählig in Trauben- und Fruchtzucker über und auch diese verschwinden bald offenbar durch Fermentwirkungen. 3) Es lässt sich aber keine Regel bezüglich der Schnelligkeit der Veränderungen des Rohrzuckers, sowie des Trauben- und Fruchtzuckers aufstellen.

Bei allen physiologisch-chemischen Untersuchungen über den Rohr- und Traubenzucker ist es nothwendig, auf diese an wässerigen Lösungen bald eintretenden Veränderungen zu achten oder sie durch Zusatz geeigneter fermentzerstörender Substanzen zu verhüten.

III. Ueber die Resorption des Indigearmin in das Pfortaderblut.

So einfach, schnell und sicher der Nachweis der Indigenschwefelsäure sich ausführen lässt, sind doch die Resultate, die bisher hinsichtlich ihres Uebergangs aus dem Darne in die Epithelien und das Blut gewonnen wurden, mit einander in Widerspruch. So z. B. fand G. Holländer nicht Indigearmin und andere färbende Substanzen im Epithel des Darmkanals und im Blute des Frosches, welchem er diese injicirt hatte. Moleschott behauptet grade das Gegentheil, da er färbende Körper im Epithel und Blute eines injicirten Frosches in ziemlich grosser Menge fand.

Einige Untersuchungen, die ich in dieser Richtung an Kaninchen anstellte, gaben mir sehr bestimmte Resultate.

Besondere Reagentien zum Nachweis des Indigearmin wurden nicht gebraucht, da die Färbung schon seine Gegenwart sehr genau erkennen lässt. Die colorimetrische Bestimmung der färbenden Substanzen verursacht auch keine Schwierigkeit, da es leicht ist die Farbstoffe des Blutes abzuschneiden, ohne dass indigoschwefelsaures Salz in den Niederschlag aufgenommen wird. Es ist dann nur nöthig, die Färbung des Auszugs zu vergleichen mit derjenigen einer reinen Indigearminlösung von bekanntem Gehalt und diese durch Wasser in gemessener Quantität so lange zu verdünnen, bis die Färbung bei gleicher Dicke der untersuchten Flüssigkeitsschicht die gleiche geworden ist wie in jenem Auszuge. Ich fütterte Kaninchen 1—2 Stunden vor jedem Versuche mit Klee oder Gras, welches mit Indigearmin vermischt war, bestimmte dann den Indigearmingehalt im Darmkanal, Urin und im Blute der Vena portae, nachdem der Farbstoff aus ihnen mit Alkohol extrahirt war.

Versuch I.

Um 1 Uhr Nachmittags bekam ein Kaninchen eine ziemlich grosse Quantität Indigearmin. Um 3 Uhr Nachmittags wurden das Pfortaderblut, Urin und Mageninhalt untersucht und die übrigen Organe einer anatomischen Besichtigung unterzogen. Die Quantität des Indigearmin im Magen- und Darminhalte betrug 2,5%. Der Alkoholextract des Blutes zeigte eine deutlich blaue Farbe und die Quantität des Indigearmin betrug 0,005%, im Urin 0,215%.

In der ganzen Länge des Darmkanals war die Indigearminfärbung sehr intensiv, konnte aber mit Wasser leicht abgespült werden. In der Leber und Milz war keine Färbung bemerkbar. Aus den Nierenpapillen liess sich eine bedeutende Menge Indigearmin ausdrücken.

Versuch II.

Auf dieselbe Weise wurde um 9 Uhr Morgens ein anderes Kaninchen mit Indigearmin gefüttert. Um 11 Uhr Blut u. s. w. entnommen und das Thier getödtet. Die Quantität des Indigearmin im Magen- und Darminhalte schwankte zwischen 2,5—2,8%. Im alkoholischen Blutauszuge 0,007%.

Im Urin fand sich 0,52%. Der ganze Darmkanal war mit Indigearmin gefärbt. Nach Ablösen der Schleimhaut bemerkte man in den Venen keine weitere Färbung. Die Milz und Leber sind nicht gefärbt. Aus den Nierenpapillen entleerte sich eine ziemliche Menge blauer Flüssigkeit.

Da die weitere Verfolgung der Schicksale des Indigearmin im Organismus, seine Ablagerung in verschiedenen Organen und die Untersuchung der anatomischen Bahnen durch die Wände des Darmkanals und anderer Gewebe, auf welchen der färbende Körper in's Blut gelangt, nicht in das Gebiet unserer Untersuchungen gehören, begnügen wir uns mit den angeführten Experimenten, woraus wir folgende Schlüsse zu ziehen uns berechtigt glauben.

1) Indigearmin wird vom Blute der vena portae resorbirt. Die Quantität des im Blute der vena portae enthaltenen Indigearmin ist natürlich zu gleicher Zeit viel kleiner als im Darmkanal, aber, und das ist gewiss von Interesse, auch viel kleiner als im Urin. 2) Indigearmin dringt vom Darmkanal aus wahrscheinlich in alle Gewebe ein, aber wird, da diese alkalisch reagiren, nicht festgehalten; nach dem Tode wird sich dies bei vielen ändern.

Am Schlusse dieser Untersuchungen möchte ich darauf hinweisen, wie sehr durch die geschilderten Befunde die Voraussetzung an Wahrscheinlichkeit gewinnt, dass alle leicht löslichen und nicht sehr leicht veränderlichen Substanzen ohne Weiteres durch die Epithelien des Darmtractus dem Darminhalt entnommen, an das Blut der Darmcapillaren übergeben werden und somit alsbald zur Leber gelangen. Entspricht diese Vermuthung auch den Annahmen, welche die Physiologen seit langer Zeit bereits bevorzugt haben, so erhält dieselbe doch durch die gelieferten Nachweise die ersten experimentellen Beweise bezüglich dreier chemisch sehr verschiedener Stoffe, von denen zwei sehr wichtige Nährstoffe sind.