

Anhang.
Stickstoffgehalt der Verdauungssäfte bei N-freier Nahrung (Pferd.)

Von
Harald Goldschmidt.

(Aus dem physiologischen Laboratorium der Kopenhagener Universität.)
(Der Redaction zugegangen am 19. April 1887.)

Es ist in früheren Artikeln hervorgehoben worden, dass sich der Untersuchung vom Inhalte des Darmkanals Schwierigkeiten entgegenstellen, von denen einige beinahe unüberwindlich sind.

So bietet der Stickstoffgehalt der verschiedenen Verdauungssäfte bei der Beurtheilung der Frage, ob Futter- oder Säfte-Stickstoff vorliege, eine besonders grosse Schwierigkeit dar. Ganz besonders treten diese durch derartige Unsicherheit bedingten Schwierigkeiten hervor, wenn man den Grad der Resorption im betreffenden Abschnitte des Verdauungskanals zu erfahren wünscht.

Auf die grössten Schwierigkeiten stösst man indessen bei Untersuchung des Dünndarminhaltes, dessen Consistenz derart ist, dass derselbe sich gar nicht filtriren lässt. Unter solchen Umständen wird eigentlich eine auch nur annähernd richtige Schätzung der Resorption unmöglich. Wo ich derartige Verhältnisse antraf (wie in den ersten zwei Dritteln des Dünndarms), habe ich auf eine Untersuchung des Inhaltes im Ganzen verzichtet und mich darauf beschränkt, die vorhandene Cellulose zu bestimmen, um dadurch festzustellen, wie viel Hafer in den Dünndarm übergetreten war. Im Uebrigen habe ich den Grad der Verdauung im Iliumende des intestinum tenue festzustellen versucht, dagegen von den Versuchen, die Grösse des Resorbirten zu bestimmen, ganz abgesehen, d. h. ich habe nicht das im Ilium vorhandene Gelöste, sondern bloss den unverdauten Rest daselbst analysirt (siehe das vorige Heft dieser Zeitschrift, S. 289).

In der Litteratur liegen einige Untersuchungen über die Verdauung im ganzen Dünndarme des Pferdes vor. Die betreffenden Versuche sind von Ellenberger und Hofmeister früher angestellt und im Archiv für prakt. u. wissenschaftl. Thierheilkunde, Bd. X, 1884, S. 328 ff., publicirt worden.

Bei dieser Untersuchung des Dünndarminhaltes wurde ebenfalls nur der Verdauungsgrad und nicht die Resorption festgestellt.

Da indessen die Gesamtmenge von Eiweiss von der vorhandenen N-Menge ausgehend in der Darmflüssigkeit bestimmt wurde, konnte ein Einblick in die Resorption im Dünndarme dadurch gewonnen werden, dass der N-Gehalt der Dünndarmsecrete für sich bestimmt und von dem von Ellenberger und Hofmeister gefundenen Eiweiss in Abzug gebracht wurde. Durch Ellenberger angeregt, suchte ich den N-Gehalt des Dünndarminhaltes bei N-freier Nahrung zu bestimmen. Gleichzeitig untersuchte ich die Secrete im Magen, Coecum und Colon auf N (Eiweiss).

Meine Untersuchungen beziehen sich auf 2 Pferde (A und B).

1. Versuch.

Ein Pferd (A) wurde 2 Tage mit Heu gefüttert, dann hungerte es 24 Stunden und sollte nun nach Ellenberger's Meinung Stärke erhalten. Da das Pferd indessen weder Kartoffel-, noch Reis- oder Weizenstärke aufnehmen wollte, liess ich es weitere 24 Stunden hungern und fütterte es dann auf einen Tag mit Häcksel und etwas Kartoffelstärke; ca. 24 Stunden nach dieser letzten Mahlzeit wurde es getödtet.

a) Im Magen waren nur einzelne Häckselpartikeln, übrigens bestand der Inhalt aus einer klar bräunlichgelben, etwas schleimigen Flüssigkeit von schwach saurer Reaktion (möglicherweise z. Th. durch eine peristaltische Darmbewegung in den Magen getreten). Der Inhalt wog 680 gr.

b) Das Duodenalende des Dünndarms enthielt 920 gr. von einer bräunlichgelben, durchscheinenden, etwas schleimigen, schwach alkalischen Flüssigkeit, in der sich nur Spuren von Häcksel befanden.

c) Im mittleren Theile des intestinum tenue waren 1950 gr. einer ebenfalls alkalischen, aber heller gelben und schleimigeren Flüssigkeit, die etwas mehr Häcksel als das Duodenalende enthielt, vorhanden.

- d) Der Inhalt des Iliumendes bestand aus 1900 gr. Flüssigkeit von gelber Farbe, schleimiger Consistenz und deutlich alkalischer Reaktion, die etwas (doch nicht viel) Häcksel enthielt.
- e) Der Inhalt des Coecums war Häcksel und hatte eine hellgelbe Farbe. Die Consistenz war eine dünn-breiige, die Reaktion eine saure; die Gärung war ziemlich merkbar (der Geruch stark). Der Inhalt betrug 7420 gr.
- f) Im Colon ventrale war Häcksel,
- g) im Colon dorsale und
- h) im Rectum Heu vorhanden.

Der Inhalt vom Magen, von den 3 Regionen des Dünndarms und von Colon wurde auf organische Substanz, Mineralbestandtheile und Stickstoff analysirt und die Menge der N-freien Stoffe berechnet. Vom Inhalte des Magens und des Dünndarms wurde nur der Saft, nachdem der Schleim in demselben durch einen Eiweiss-Emulsator gleichmässig suspendirt worden, vom Inhalte des Coecums dagegen das ganze Gemisch untersucht.

Die Resultate sollen unten aufgestellt werden.

2. Versuch.

Ein Pferd (B) wurde 1 Tag mit Heu und 4 Tage mit Häcksel und Kartoffelstärke gefüttert; ca. 24 Stunden nach der letzten Mahlzeit wurde das Thier, ca. 3 Stunden, nachdem es durch Venaesection ca. 1 Liter Blut verloren hatte, getödtet und die Eingeweide herausgenommen. Es befanden sich:

- a) im Magen 1150 gr. bräunlicher, stark saurer, nicht schleimiger Flüssigkeit, die etwas Hafer enthielt;
- b) im Duodenalende des Dünndarms 600 gr. dottergelber, schwach alkalischer, schleimiger Flüssigkeit ohne Häcksel;
- c) in der Dünndarm-Mitte 2190 gr. Flüssigkeit von ähnlicher Natur wie im Duodenalende, nur deutlicher alkalisch;
- d) im Iliumende 2550 gr. graulichgelber, alkalischer, schleimiger (bei Abkühlung gelatinirender) Flüssigkeit, sammt etwas Hafer;
- e) im Coecum 13370 gr. ziemlich saftreichen Inhalts, der aus Häckselresten und einer Flüssigkeit von saurer Reaktion und gelber Farbe bestand;
- f) im Colon ventrale 11000 gr.
- g) und im Colon dorsale 8900 gr. Inhalt, der von gelber Farbe war und aus Häcksel bestand.
- h) Im Rectum war der Inhalt gleichfalls Hafer.

Vom Magen, Dünndarme und Blinddarme wurde die Flüssigkeit, vom Colon der Gesamtinhalt und die Flüssigkeit (nachdem der Inhalt durch ein Drahtnetz «filtrirt» worden) auf dieselben Bestandtheile, wie bei dem Versuche I erwähnt, analysirt.

Die Resultate dieser 2 Untersuchungsreihen sind folgende:

Pferd A.

1. Magen.

| | |
|--------------------------------------|----------------------|
| Organische Trockensubstanz | 0,754% |
| Anorganische » | 0,829 » |
| Eiweiss J.) | 0,594 » |
| N-freie Stoffe | 0,160 » |
| Vom org. Trockenstoff | 78,7% Eiweiss. |
| » » | 21,3 » N-freie Best. |

2. Duodenalende des Dünndarms.

| | |
|--------------------------------------|----------------------|
| Organische Trockensubstanz | 2,015% |
| Anorganische » | 0,893 » |
| Eiweiss | 1,567 » |
| N-freie Stoffe | 0,448 » |
| Vom org. Trockenstoff | 77,8% Eiweiss. |
| » » | 22,2 » N-freie Best. |

3. Dünndarm-Mitte.

| | |
|--------------------------------------|----------------------|
| Organische Trockensubstanz | 1,251% |
| Anorganische » | 0,879 » |
| Eiweiss | 1,006 » |
| N-freie Stoffe | 0,245 » |
| Vom org. Trockenstoff | 80,4% Eiweiss. |
| » » | 19,6 » N-freie Best. |

Pferd B.

1. Magen.

| | |
|--------------------------------------|---------------------|
| Organische Trockensubstanz | 1,296% |
| Anorganische » | 0,741 » |
| Eiweiss J.) | 1,238 » |
| N-freie Stoffe | 0,058 » |
| Vom org. Trockenstoff | 95,5% Eiweiss. |
| » » | 4,5 » N-freie Best. |

2. Duodenalende des Dünndarms.

| | |
|--------------------------------------|----------------------|
| Organische Trockensubstanz | 6,640% |
| Anorganische » | 0,912 » |
| Eiweiss | 5,088 » |
| N-freie Stoffe | 1,552 » |
| Vom org. Trockenstoff | 76,5% Eiweiss. |
| » » | 23,5 » N-freie Best. |

3. Dünndarm-Mitte.

| | |
|--------------------------------------|----------------------|
| Organische Trockensubstanz | 2,500% |
| Anorganische » | 0,876 » |
| Eiweiss | 1,856 » |
| N-freie Stoffe | 0,644 » |
| Vom org. Trockenstoff | 74,2% Eiweiss. |
| » » | 25,8 » N-freie Best. |

1) Durch Multiplication der gefundenen N-Menge mit 6,25 berechnet. (Die N-Bestimmung nach Kjeldahl's Methode vorgenommen.)

Pferd A.

4. Hülmende des Dünndarms.

| | |
|--------------------------------------|----------------------|
| Organische Trockensubstanz | 0,692% |
| Anorganische | 0,714 » |
| Eiweiss | 0,594 » |
| N-freie Stoffe | 0,098 » |
| Vom org. Trockenstoff | 85,8% Eiweiss. |
| » | 14,2 » N-freie Best. |

5. Coecum.

| | |
|--------------------------------------|-------------------------|
| Organische Trockensubstanz | [5,530% ¹⁾] |
| Anorganische | [1,064 »] |
| Eiweiss | [0,854 »] |
| N-freie Stoffe | [4,676 »] |
| Vom org. Trockenstoff | 2) % Eiweiss. |
| » | » N-freie Best. |

6. Colon ventrale.

| | | |
|--------------------------------------|----------------|--------|
| Organische Trockensubstanz |) Nicht unter- | |
| Anorganische | | sucht. |
| Eiweiss | | |
| N-freie Stoffe | | |

7. Colon dorsale.

| | | |
|--------------------------------------|----------------|--------|
| Organische Trockensubstanz |) Nicht unter- | |
| Anorganische | | sucht. |
| Eiweiss | | |
| N-freie Stoffe | | |

1) Alle die in [] stehenden Zahlen beziehen sich auf einen Inhalt, in dem Hücksel vorhanden war.
 2) Hier kein Interferenz und Hücksel vorhanden war.

Pferd B.

4. Hülmende des Dünndarms.

| | |
|--------------------------------------|----------------------|
| Organische Trockensubstanz | 2,068% |
| Anorganische | 0,819 » |
| Eiweiss | 1,675 » |
| N-freie Stoffe | 0,393 » |
| Vom org. Trockenstoff | 81,0% Eiweiss. |
| » | 19,0 » N-freie Best. |

5. Coecum.

| | |
|--------------------------------------|----------------------|
| Organische Trockensubstanz | 1,176% |
| Anorganische | 0,953 » |
| Eiweiss | 0,656 » |
| N-freie Stoffe | 0,520 » |
| Vom org. Trockenstoff | 55,8% Eiweiss. |
| » | 44,2 » N-freie Best. |

6. Colon ventrale.

| | | |
|--------------------------------------|---------|------------------------|
| Organische Trockensubstanz | 2,073% | [7,186 ¹⁾] |
| Anorganische | 0,921 » | [1,081] |
| Eiweiss | 1,476 » | [1,388] |
| N-freie Stoffe | 0,597 » | [5,798] |

7. Colon dorsale.

| | | |
|--------------------------------------|---------|-------------------------|
| Organische Trockensubstanz | 3,248% | [11,296 ¹⁾] |
| Anorganische | 1,254 » | [1,696] |
| Eiweiss | 1,638 » | [1,788] |
| N-freie Stoffe | 1,610 » | [9,508] |

Da der Eiweissgehalt uns hier am meisten interessirt, soll derselbe in folgender Uebersichtstabelle aufgeführt werden:

Eiweiss.

| Pferd. | Magen. | Dünndarm- | | | Caecum. | Colon | | |
|--------|--------|--------------------|--------|-----------------|-----------------------|----------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------------------------------|
| | | Duodenal- ende. | Mitte. | Ilium- ende. | | ventrale. | dorsale. | |
| | % | % | % | % | % | % | % | |
| A. | 0,594 | 1,567 | 1,006 | 0,594 | [0,854] ¹⁾ | — | — | } pro Cent vom Ver- dauungs- secrete in toto. |
| B. | 1,238 | 5,088 | 1,856 | 1,675 | 0,656 | { 1,476 [1,388] ¹⁾ | { 1,638 [1,788] ¹⁾ | |
| A. | 78,7 | 77,8 | 80,4 | 85,8 | — | — | — | } pro Cent von der org. Trocken- substanz. |
| B. | 95,5 | 76,5 | 74,2 | 81,0 | 55,8 | — | — | |

Betrachten wir die vorstehenden Zahlen, wird es gleich in die Augen fallen, dass der Eiweissgehalt beim Pferde B überall bedeutend grösser als beim Pferde A ist.

B war ein vollkommen so kräftiges Thier als A, die Farbe und z. Th. die Consistenz des Dünndarminhaltes war indessen nicht, wie man sie gewöhnlich trifft, und schon beim Anschauen erhielt man den Eindruck, dass derselbe enorm eiweissreich sein müsse.

Wie erwähnt, wurde dem Thiere zur Ader gelassen, und man ist daher völlig berechtigt zu schliessen, dass wegen der Venasection der Wassergehalt des Dünndarminhaltes durch Resorption vermindert worden war.

Dieses ist um so wahrscheinlicher, weil das Verhältniss des Eiweissgehaltes zur organischen Trockensubstanzmenge nicht abnorm gewesen zu sein scheint.

Endlich deuten die früher erwähnten, von Ellenberger und Hofmeister angestellten Untersuchungen über den Eiweissgehalt im Dünndarm bei N-haltiger Nahrung darauf hin, dass normaliter nicht so grosse N-Mengen wie bei dem Pferde B vorhanden sein können.

¹⁾ Alle die in [] stehenden Zahlen beziehen sich auf einen Inhalt, in dem Häcksel vorhanden war.

Die Zahlen, die sich auf die Verhältnisse beim Pferde A beziehen, werde ich daher als massgebend ansehen, und von denselben ausgehend bemerken wir also:

1. dass der Dünndarmsaft¹⁾ an organischer Trockensubstanz, an Eiweiss und N-freien Bestandtheilen, sammt z. Th. an Aschenbestandtheilen²⁾ immer ärmer wird, je weiter gegen das Iliumende des Dünndarms man den Inhalt untersucht;

2. dass der Wassergehalt gleichzeitig etwas — nicht aber bedeutend — zunimmt;

3. dass der Eiweissgehalt im Dünndarme immer ziemlich beträchtlich ist. Im Duodenalende des Dünndarms waren so beim Pferde A 18,538 gr. Eiweiss, in der Mitte desselben 24,019 gr. Eiweiss, im Iliumende 13,148 gr. Eiweiss oder im ganzen Dünndarme 55,705 gr. Eiweiss (1,167%).

Diese Menge kann sich unter Umständen (bei einem Blutverlust z. B.) bedeutend steigern, und die Gesamtmenge kann unter solchen Verhältnissen im Duodenalende wenigstens 30,523 gr., in der Mitte wenigstens 40,646 gr., im Iliumende wenigstens 42,713 gr., oder im Ganzen 113,887 gr. betragen.

Wenn man also berücksichtigt, dass die Darmsecretion immer — auch während einer Inanition — vor sich geht, kann man aus obenerwähnten Facta schliessen, dass Resorptionsvorgänge im Dünndarme immer statthaben, und dass dabei nicht bloss Wasser, sondern auch ein Theil der mit den Verdauungssecreten abgesonderten organischen Stoffe (N-haltige sowie N-freie) resorbirt wird.

¹⁾ Von der Magenflüssigkeit sehe ich hier ab, theils weil dieselbe beim Pferde A als z. Th. aus Darmsaft bestehend anzusehen ist (siehe oben), theils weil sie beim Pferde B mit Häcksel gemischt war, theils endlich weil man schon vorher die Zusammensetzung des Magensaftes (und Speichels) kennt.

²⁾ Es scheint indessen, als ob die Quantität der Mineralbestandtheile sich nicht viel ändere, da dieselbe überall im Dünndarme (auch beim Pferde B) sich zwischen ca. 0,7 und 0,9% bewegt.

Vergleichen wir indessen die unter diesen Umständen vorhandene Resorptionsintensität mit der, die während einer Verdauungsperiode besteht, so bemerken wir, dass die erstere verhältnissmässig sehr unbedeutend sein muss¹⁾.

Um dieses näher zu motiviren, werde ich die oben erwähnten Versuche von Ellenberger und Hofmeister mit einigen Worten besprechen.

Diese Untersuchungen bezogen sich auf 3 Pferde, von denen das eine (Pferd I) mit Hafer und Häcksel, das zweite (Pferd II) mit Hafer allein und das dritte (Pferd III) mit Hafer, Heu und Häcksel gefüttert wurde. Die Thiere wurden alle 12—14 Stunden nach der letzten Fütterung getödtet. Man fand bei

Pferd I im Dünndarme ca. 38 gr. Eiweiss (und Pepton) in ca. 5400 gr. Flüssigkeit,

Pferd II im Dünndarme ca. 60 gr. Eiweiss (und Pepton) in ca. 5000 gr. Flüssigkeit,

Pferd III im Dünndarme ca. 60 gr. Eiweiss (und Pepton) in ca. 3700 gr. Flüssigkeit.

Die Mengen des Eiweisses waren also in diesen Fällen nicht grösser als bei dem von mir untersuchten Pferde A. Durchschnittlich bestand bei den 3 Pferden ca. 1,18 % und beim Pferde A ca. 1,17 % der Darmflüssigkeit aus Eiweiss.

Man könnte daher annehmen, dass die bei jenen 3 Pferden im Dünndarme als aufgelöst vorhandene Eiweissmenge nicht vom Futter herrühre, und dass deshalb die ganze verdaute Eiweissmenge resorbirt worden sei. Dies ist auch zum Theil wahrscheinlich, doch muss man als verdaut und nicht resorbirt die vorhandenen Peptonquantitäten rechnen. Da diese in den vorliegenden Fällen bezw. 7,56, 9,56 und 8,158 gr. betragen, sind — wenn man die Berechnung auf dieselbe Weise, wie sie von Ellenberger und Hofmeister vorgenommen ist, ausführt — bezw. ca. 60 %, ca. 66 % und ca. 26 % der vorhandenen Cellulose (Hafer) entsprechenden Eiweissmenge resorbirt, während bezw. ca. 77 %, ca. 81 % und ca. 46 %

¹⁾ Von Pepton war auch so gut wie nichts vorhanden.

von derselben verdaut waren. Es ist indessen nicht unwahrscheinlich, dass noch mehr als genannt resorbirt war; denn möglicherweise wird das von den Darmsecreten — Galle, Pankreassaft und Darmsaft — abgesonderte Eiweiss während einer Verdauungsperiode stärker als sonst (während einer Inanition) verdaut und peptonisirt, so dass ein Theil der vorhandenen Peptonmengen von den Secreten herrührt und dabei die Resorption intensiver als angedeutet gewesen ist.

Man sieht also — was auch von Ellenberger und Hofmeister¹⁾ hervorgehoben wurde —, dass die Resorption im Dünndarme des Pferdes eine sehr bedeutende ist.

Der N-Gehalt des Coecums entsprachen beim Pferde A 0,854% Eiweiss im Gesamtinhalte; beim Pferde B — wo die Menge der Blinddarmflüssigkeit bedeutend grösser war als beim Pferde A — 0,656% im Saft. Wenn man annimmt, dass ein Theil dieser Eiweissmengen vom Häcksel herrühre, kann die Angabe als annähernd richtig betrachtet werden, dass der Blinddarmsaft ca. 0,5% (oder 5 pro mille) enthält, eine Zahl, die sicher nicht zu gross ist. Demnach müssen beim Pferde A wenigstens ca. 35 gr. Eiweiss und beim Pferde B wenigstens ca. 60 gr. Eiweiss im Saft vorhanden gewesen sein.

Im Colon ventrale beim Pferde B bestand 1,588% des Gesamtinhaltes und 1,476% des Saftes aus Eiweiss; da indessen Häcksel einen Theil des Inhaltes bildete, muss man etwas von dieser Quantität in Abzug bringen. Rechnet man, dass der Häcksel 3,5% Protein²⁾ enthalte, und zieht man so viel von der gefundenen Eiweissmenge ab, als ob der Gesamttrockenstoff Häckselreste gewesen wären, muss man eine Zahl bekommen, die wenigstens nicht zu gross ist.

¹⁾ Archiv f. prakt. u. wissenschaftl. Thierheilkunde, Bd. XII, 5. und 6. Heft. 1886.

²⁾ Die Mittelzahl vom Eiweissgehalt im Hafer- und Roggenstroh (siehe z. B. Dammann, Die Gesundheitspflege der landwirthschaftlichen Haussäugethiere, S. 653 und 654).

Auf diese Weise findet man, dass der Saft im Colon ventrale im vorliegenden Falle durchschnittlich ¹⁾ 1,269% Eiweiss enthalten hat.

Demnach fanden sich beim Pferde B etwa 110 gr. Eiweiss ²⁾, die aus den Secreten herrührten.

Im Colon dorsale beim Pferde B war nach derselben Berechnung, wie oben besprochen, 1,458% oder ca. 115 gr. Eiweiss vorhanden.

Zum Schluss könnte ich ein Résumé über die Verdauung des Pferdes beifügen, da indessen schon Ellenberger und Hofmeister ein solches im Archiv für prakt. und wissensch. Thierheilkunde, 12. Bd., 1886, S. 332 ff. mitgetheilt haben, will ich darauf verzichten, um so mehr, weil diese Autoren die Resultate meiner Untersuchungen zum Fundament ihrer Darstellung benutzt haben. Ich verweise deshalb einfach auf den betreffenden Artikel.

¹⁾ D. h. wenn man dasselbe Verfahren auf den Gesamtinhalt und die Flüssigkeit anwendet.

²⁾ Die Zahl ist zu niedrig, weil die Wassermenge (11000 gr. Inhalt ÷ 7,186% Trockenstoff) als Saftmenge betrachtet worden ist.
