Beiträge zur Ernährungslehre ; von *W. Henneberg.*

1. *Der Stickstoffgehalt der Nahrung.*

Seitdem man in der neueren Zeit angefangen hat die Ernährung der Thiere vom chemisch-physiologischen Standpunkte zu betrachten, sind von mehreren Chemikern zum praktischen Gebrauch Tabellen über Nahrungsäquivalente aufgestellt, welche aus dem Stickstoffgehalt der Nahrungsmittel hergeleitet wurden. Boussingault war der Erste, der, nach wissenschaftlicher Weise die Wage in der Hand, aus der Praxis vielfältige Bestätigung für diese Zahlenangaben brachte. Oft traten indessen bei seinen Versuchen, entsprechend den Beobachtungen der angesehensten Landwirthe, bedeutende Unterschiede zwischen Theorie und Erfahrung hervor und Boussingault selbst spricht es deutlich aus, daß der Stickstoffgehalt nur einen einzigen, obgleich sehr wichtigen Faktor bei der Bestimmung der Nahrungsäquivalente abgeben könne. Ich beabsichtige für die wichtigsten Momente der Ernährungslehre durch vergleichende Versuche einige Beiträge zu sammeln, mit dem vollen Bewußtseyn, daß eine Entscheidung erst dann bevorsteht, wenn man aus vielen Beobachtungen Durchschnittswerthe zusammenstellen kann. Meine Untersuchungen, welche nebenbei noch practische Zwecke verfolgen, sind auf der gräflich Stollbergischen Domäne Wasserleben in der Preuss. Provinz Sachsen angestellt mit mittelfeinen Merinohammeln, welche bei einem Lebensgewichte von 70 Pfund etwa 2 bis 2½ Pfund kalt gewaschene Wolle zur Schur bringen. Die Möglichkeit sie zu unternehmen, so wie die technische Beurtheilung der Thiere, verdanke ich meinem Vater, dem Pächter des Gutes. — Die folgenden Blätter ent-

halten, wie die Ueberschrift besagt, zunächst Beobachtungen, welche für den Verbrauch an Stickstoff in den verschiedenen Nahrungsmitteln Zahlenwerthe feststellen.

Das einzige Mittel, um nach quantitativer Methode über den Nahrungswerth in der Praxis zu entscheiden, sind wiederholte Wägungen der Thiere. Die Unsicherheit dieser Methode liegt auf der Hand, wenn man bedenkt, daß hierbei Fleisch, Fett, Knochen, Wolle etc. einander gleichgesetzt werden. Allein Zahlenangaben sind nur auf diese Weise zu erlangen und sie mußten mir daher ebenfalls genügen. Proportionale Gewichtszunahme darf hier indessen als Beweis entsprechender Nahrungsfähigkeit durchaus nicht zugelassen werden, mit größerer Sicherheit das Gleichbleiben des Gewichtes. Aus der später mitgetheilten Wägungstabelle wird man ersehen, daß es ziemlich gelungen ist die Thiere auf dem Normalgewichte zu erhalten.

Wenn ferner die stickstoffhaltigen Substanzen bei gewöhnlicher Haltung, ohne Mästung zu bezwecken, zur Ergänzung der durch den Umsatz zerstörten Gebilde dienen, oder mit andern Worten zur Hervorbringung der Muskelkraft, so sind offenbar bei derartigen Versuchen Thiere, welche zu einer regelmäßigen Thätigkeit angehalten werden, im Stalle ruhenden vorzuziehen. Boussingault verwandte deshalb zu seinen Untersuchungen über Nahrungsäquivalente Pferde, allein ohne Brückenwage sind Wägungen derselben unmöglich. Ein anderer Uebelstand bei Schafen ist die Production eines so stickstoffreichen Stoffes wie die Wolle. In Bezug auf Wollreichthum hat man die zu den Versuchen verwandten Hammel einer genauen vergleichenden Prüfung unterworfen.

Sechzig ältere Thiere wurden am 8. November 1848 in sechs Abtheilungen so vertheilt, daß das Gesamtgewicht von je zehn nur unbedeutende Differenzen zeigte. Sie wurden bis auf

das abweichende Futter gaaz gleichmäfsig gehalten; ich bemerke besonders, dafs sie stots reichlich mit Wasser versorgt waren. Eine Salzfütterung wurde aus bestimmten Gründen nicht gegeben.

Die sechs Abtheilungen erhielten gemeinschaftlich per Stück und Tag ein Pfund Kleeheu und zwei Pfund Weizenstroh; was vom letzteren übrig blieb wurde zurückgewogen, da man indessen nicht bestimmen kann, wie viel davon in die Streu geräth, so ist der wirkliche Verbrauch an Stroh geringer, als die Differenzen der Wägungen angaben. Ein zweites Pfund Klee, welches mit der ersten Abtheilung verfüttert wurde, war ersetzt bei :

No. 2 durch $\frac{1}{2}$ Pfd. Weizenspren (Kaff) und 2 Pfd. weisse Kartoffeln.

No. 3 durch $\frac{1}{4}$ Pfd. Weizenspreu und 2 Pfd. weisse schlesische Zuckerrüben.

No. 4 durch $\frac{1}{2}$ Pfd. Weizenspreu und 2 Pfd. Kohlrüben.

No. 5 durch $\frac{1}{2}$ Pfd. Weizenspreu und 2 Pfd. Runkelrüben (Turnips) rothe Varietät.

No. 6 durch $\frac{1}{2}$ Pfd. Weizenspreu und 2 Pfd. Runkelrüben gelbe Varietät.

Die Abwägung der täglichen Futterrationen wurde zum gröfsten Theil von einem jungen Landwirthe Hrn. Alsfasser, zum Theil von mir selbst besorgt.

Aus den im Anhange mitgetheilten analytischen Datis sind folgende Durchschnittswerthe*) berechnet :

*) Während der ganzen Dauer des Versuchs hat man nur von dem Vorrathe genommen, welcher zu obigen Bestimmungen diente.

	Wassergehalt	Stickstoff in was- serfreier Substanz	Stickstoff im Futter
Kleeheu	15,6 pC.	2,22 pC.	1,87 pC.
Weizenspreu	12,9	0,78	0,68
Kartoffeln	75,8	1,43	0,34
Zuckerrüben	83,0	1,36	0,23
Kohlrüben	87,25	2,16	0,275
rothe Turnips	83,9	1,13	0,18
gelbe Turnips	87,6	1,23	0,15.

Für das Weizenstroh ließen sich nur schwierig Bestimmungen treffen, weil die Schafe das darin enthaltene Kraut, so wie Aehren und Blattreste vorzugsweise abfressen; ich nehme als Stickstoffgehalt im lufttrocknen Zustande, sicher nicht zu hoch, 5,0 pC. an.

Vom 8. November 1848 bis 16. Januar 1849, in 69 Tagen haben demnach die sechs Abtheilungen erhalten in Pfunden ausgedrückt.

	Pfund	Stickstoff	Stickstoff im abwei- chenden Futter	Gesammtver- brauch an Stickstoff	Stickstoff pr. Tag u. Stück in Loth
I.	Klee 690	12,90			
	Klee 690	12,90			
	Stroh 856½	4,28	17,18	30,08	1,391
II.	Klee 690	12,90			
	Kaff 345	2,34			
	Kartoff. 1380	4,69	11,09	23,99	1,112
	Stroh 813¼	4,06			
III.	Klee 690	12,90			
	Kaff 345	2,34			
	Zuckerr. 1380	3,17	9,55	22,45	1,041
	Stroh 809	4,04			
IV.	Klee 690	12,90			
	Kaff 345	2,34			
	Kohlrüb. 1380	3,79	10,36	23,26	1,078
	Stroh 847	4,23			
V.	Klee 690	12,90			
	Kaff 345	2,34			
	r. Turn. 1380	2,48	9,24	22,14	1,027
	Stroh 884	4,42			

	Pfund	Stickstoff im abwei- chenden Futter	Stickstoff im abwei- chenden Futter	Gesamtver- brauch an Stickstoff	Stickstoff pr. Tag u. Stück in Loth
VI. { Klee	690	12,90			
{ Kaffee	345	2,34			
{ g. Turn.	1380	2,07	9,01	21,91	1,016.
{ Stroh	919	4,60			

Die Ergebnisse, welche die wiederholten Wägungen der Hämmel lieferten, enthält nachstehende Tabelle.

Abthl. Futter	8. Nov. 1848	18. Nov. 1848	28. Nov. 1848	8. Dec. 1848	18. Dec. 1848	16. Jan. 1849	Durchschnitt v. 18. Nov. 1848 bis 16. Jan. 1849
I. Kleeheu	689	715½	724¾	724¾	718¾	726½	722
II. Kartoffeln	688½	712½	726	706¾	706	729	716
III. Zuckerrüben	688½	693¾	707½	733	717	718	714
IV. Kohlrüben	686	716½	711½	711	710½	713¾	712½
V. rothe Turnips	686½	707½	694½	714½	717½	717¾	710
VI. gelbe Turnips	687½	709½	737½	740½	719	733½	728½.

Um diesen Zahlen sogleich die nöthigen Notizen über die sonstige Beschaffenheit der Thiere beizugeben, die ich leider nicht durch Zahlen belegen kann, bemerke ich, daß die vier ersten Abtheilungen in Quantität der Wolle keine sichtbaren Unterschiede zeigen, während V. und VI. bedeutend nachstehen. Am mildesten durch Fettreichthum erscheint die Wolle der mit Kartoffeln gefütterten Hämmel, ihr zunächst stehen die der III. und IV. Abtheilung; den geringsten Grad von Fettigkeit besitzt die Wolle der I. Abtheilung, welche Klee erhalten hat.

Lassen wir diese Bemerkungen indess vorläufig bei Seite und halten uns an die obigen Zahlen. Man kann sie in mehrfacher Weise betrachten.

1) Wenn man die Beobachtung Boussingault's, daß das Gewicht eines Thieres im Verlaufe eines Tags ohne äußere Veranlassungen ziemlich großen Schwankungen unterworfen ist, berücksichtigt, so giebt die Berechnung der Durchschnittsge-

wichte, wie sie die letzte Columnne der Tabelle enthält *), offenbar das zweckmäfsigste Mittel, um die zufälligen Gewichtsverschiedenheiten auszugleichen. Bringt man hierbei noch die ursprünglichen Gewichts-differenzen in Anschlag, so stehen Kartoffeln (713 $\frac{1}{4}$), Zuckerrüben (711 $\frac{3}{4}$), Kohlrüben (712 $\frac{1}{2}$) und rothe Turnips (709 $\frac{1}{4}$) einander ziemlich nahe und nur bei Klee (719) und gelbe Turnips**) (727 $\frac{1}{4}$) zeigen sich Unterschiede zu Gunsten dieser Nahrungsmittel.

2) Betrachtet man die Abweichungen von diesen Normalgewichten, so finden sich bei den verschiedenen Futtermitteln bedeutende Verschiedenheiten. Wir beginnen die Rechnung erst dann, wenn eine unmittelbar folgende Wägung zum ersten Male eine Abnahme im Gewicht ergibt und finden so folgendes: Während die Totalabweichungen bei Klee 7 $\frac{1}{2}$ Pfund, bei Kohlrüben 6 $\frac{1}{4}$ Pfd. betragen, kommen bei den übrigen Differenzen vor von 23 Pfd. (Kartoffeln und rothe Turnips), 16 Pfd. (Zuckerrüben) und 21 Pfd. (gelbe Turnips). Ich lege auf diese Thatsachen ein besonderes Gewicht, weil man wohl mit Sicherheit behaupten darf, dafs je angemessener die Lebensweise, desto geringer die Abweichungen im Lebensgewicht.

Um endlich eine Entscheidung über den wirklichen Nahrungswerth der Futtermittel zu treffen, ist eine Combination dieser verschiedensten Verhältnisse nothwendig.

Vom chemischen Standpunkte, so zu sagen, dürfen wir zunächst behaupten, dafs ein gröfserer Strohverbrauch (S) (siehe oben), einer geringeren Nahrungsfähigkeit (F) des daneben gegebenen Futtermittels entspricht und umgekehrt. Dem Nahrungs-

*) Die erste Wägung am 8. November wurde nicht bei der Berechnung zugezogen, da die Thiere in einem sehr schlechten Zustande auf den Stall kamen.

**) Vielleicht fand hier ein gewisser Grad der Mästung durch Fettproduction statt; die Hämmel hatten von sämmtlichen Abtheilungen den dunkelsten und ruhigsten Platz im Stalle.

werthe proportional erscheinen dagegen Wollreichthum (W) Milde derselben (M) das durchschnittliche Gewicht der Thiere (G) und die Constanz ihrer Gewichte (C). Wollte man in einer Formel diese Beziehungen zusammenstellen, so wäre etwa

$$F = \frac{W M G C}{S}.$$

Um in dieser mathematischen Bezeichnungsweise zu bleiben, dürfte man den Gröfsen M, G, C und S eine Veränderlichkeit etwa in arithmetischer, der Gröfse W in geometrischer Progression zuschreiben. Nach unparteiischer Würdigung aller im Vorigen angeführten Thatsachen beurtheile ich die mehr oder weniger günstige Haltung der Thiere in dieser Reihenfolge: Klee, Kartoffeln, Steckrüben, Zuckerrüben nahe gleich; um vieles geringer gelbe und rothe Turnips.

Ohne den Klee in Vergleich zu ziehen, stehe ich nicht an in den Angaben der neuesten landwirthschaftlichen Schriftsteller (Weckherlin, Thierproduction 1846, I. S. 178) über die Nahrungswerthe der Wurzelgewächse eine Bestätigung meiner unvollkommenen Versuche zu sehen. Nach der am angeführten Orte mitgetheilten Reductionstabelle von Pabst entsprechen:

200	Kartoffeln
275—300	Zuckerrüben
260—275	Kohlrüben
400	Turnips,

wobei Weckherlin bemerkt: „Dafs den Runkelrüben (Zuckerrüben) ein den Kartoffeln etwas näher kommender und den Turnips ein den Runkelrüben näher kommender Futterwerth beigelegt werden dürfe.“ Diese Zahlen, welche ich der Erfahrung vollkommen entsprechend halte, stehen in einer unverkennbaren Beziehung zu dem Stickstoffgehalt der Nahrungsmittel. Nach meinen Analysen sind in Bezug auf Stickstoffgehalt ein ander Aequivalent:

200	Kartoffeln
248	Steckrüben
296	Zuckerrüben
450	gelbe Turnips
376	rothe Turnips.

Die Abweichungen zwischen berechnetem und beobachtetem Futterwerthe erstrecken sich auf so geringe Grenzen, daß man mit Fug und Recht den Nahrungswerth proportional setzen darf dem Stickstoffgehalt.

Die Quantität Stickstoff, die von der ersten Abtheilung im Klee verzehrt wurde, ist um ein bedeutendes größer als bei sämtlichen übrigen. In 69 Tagen finden wir den Stickstoffverbrauch um 6 Pfund den der II. Abtheilung überwiegend und doch sind kaum Unterschiede zu Gunsten der einen oder der andern bemerkbar. Sollte auch der Stickstoffgehalt im Klee-futter durch die Analyse zu hoch angegeben seyn, weil man nur den Klee und nicht die darin befindlichen Kräuter und Gräser berücksichtigte, so sind doch selbst nach den niedrigsten Angaben, die ich bei Boussingault finde (1,54 pC. in luft-trockner Substanz) die Differenzen zu bedeutend, um sie Beobachtungsfehlern zuzuschreiben.

Die mit Klee gefütterten Thiere haben nach der Wägungstabelle theilweise einen Vorrang im Gewichte behauptet, aber weder diese Fleischproduction, noch in irgend einer Weise die Wolle *) kann den Mehrverbrauch an Stickstoff aufwiegen. Nach fast übereinstimmenden Mittheilungen der Landwirthe sind 2 Pfund Kartoffeln ein Aequivalent für 1 Pfund Klee; diese Zahlen sind dem Klee noch ungünstiger als

*) In der Voraussetzung, daß 100 Pfund kalte gewaschene Wolle nach vollständiger Reinigung 75 Pfd. Wollenfaser hinterlassen, letztere mit einem Stickstoffgehalt von 18 pC., entsprechen 6 Pfd. Stickstoff in 44 Pfd. Wolle, mehr als die 10 Schafe im ganzen Jahre produciren.

diese Versuche ergeben, wo neben 2 Pfund Kartoffeln eine Quantität Weizenspreu ($\frac{1}{2}$ Pfund) gefüttert wurde, welche genau so viel Stickstoff enthält als ein Pfund Kartoffeln.

Es darf wohl als gewiß angenommen werden, daß die assimilirbaren stickstofffreien Bestandtheile im Klee einen bei weitem geringeren Theil der ganzen Substanz ausmachen als in den sogenannten Wurzelfrüchten. Die Zusammensetzung der Kartoffeln und verschiedenen Rübenarten dagegen wird in dem Gehalt stickstofffreier Nahrungsmittel nur unbedeutend unter einander abweichen.

Abgesehen von den Relationen, welche die unorganischen Nahrungstheile zeigen werden, glaube ich hiernach als Endresultat der beschriebenen Versuche folgenden Sätzen eine gewisse Begründung zuschreiben zu dürfen.

1) In Nahrungsmitteln, welche man nach ihrer chemischen Zusammensetzung einer und derselben Gruppe zuordnet, ist der Nahrungswerth proportional dem Stickstoffgehalt. Für weitere Versuche möchte ich etwa folgende Classen der Futtermittel aufstellen.

Heu der Gräser.

Heu und Stroh der Leguminosen:

a) Klee, Luzerner, Esparsette.

b) Erbsen, Wicken, Linsen, Bohnen.

Stroh der Cerealien,

Wurzelgewächse!

Körner.

2) Diese Proportionalität findet nicht statt, wenn man von der Nahrungsfähigkeit der einen Gruppe auf die einer andern schließen will; es wird vielmehr das aus dem Stickstoffgehalte abgeleitete Aequivalent durch einen aus der Erfahrung entnommenen Coefficienten vergrößert oder vermindert werden müssen.

Analytische Belege.

Kleeheu vom ersten Schnitt in der Blüthe gehauen.

1,727 Grm. verloren im Wasserbade 0,258 Grm. = 14,9 pC.

6,337 Grm. verloren im Wasserbade 1,032 Grm. = 16,3 pC.

Einige unversehrte Stängel wurden mit Blüthen und Blättern zerschnitten getrocknet und möglichst fein gerieben. Von dem zerriebenen Gemenge gaben 0,711 Grm. bei 100° getrocknet 0,111 Platin = 2,22 pC. Stickstoff. (Bei einer anderen Bestimmung mit verschiedener Substanz erhielt man von 1,314 Grm. bei 100° getrocknet 0,225 Platin = 2,43 pC. Stickstoff.)

Weizenspreu.

0,670 Grm. verloren im Wasserbade 0,085 Grm. = 12,7 pC.

0,592 " " " " 0,078 " = 13,1 "

1,0565 Grm. bei 100° getrocknet gaben 0,0585 Grm. Platin = 0,78 pC. Stickstoff.

Kartoffeln.

500 Grm. in dünnen Scheibchen geschnitten verloren beim Trocknen auf dem Ofen 391 Grm. Von dem gepulverten Rückstande verloren 5,106 Grm. im Wasserbade 0,162 Grm., im Ganzen 78,9 pC.

7,145 Grm. verloren im Wasserbade 5,466 Grm. = 76,5 pC.

6,682 " " " " 4,807 " = 71,9 "

1,5665 Grm. bei 100° getrocknet gaben 0,149 Grm. Platin = 1,34 pC. Stickstoff.

1,889 Grm. bei 100° getrocknet gaben 0,203 Grm. Platin = 1,52 pC. Stickstoff.

Zuckerrüben.

500 Grm. im Ofen getrocknet verloren 423 Grm. 1,822 dieser getrockneten Substanz verloren im Wasserbade 0,04, im Ganzen 84,9 pC.

500 Grm. gaben 96 Grm. Rückstand, 2,213 davon verloren bei 100° 0,072, im Ganzen 81,4 pC.

6,482 Grm. verloren im Wasserbade 5,359 Grm. = 82,6 pC.

1,46 Grm. bei 100° getrocknet gaben 0,158 Grm. Platin
= 1,53 pC. Stickstoff.

0,8385 Grm. bei 100° getrocknet gaben 0,071 Grm. Platin
= 1,20 pC. Stickstoff.

Kohlräben.

500 Grm. gaben auf dem Ofen getrocknet 74 Grm. Rück-
stand. Hiervon verloren 3,87 Grm. im Wasserbade 0,299 Grm.,
im Ganzen 86,34 pC.

4,271 Grm. verloren bei 100° getrocknet 3,767 Grm.
= 88,20 pC.

0,9925 Grm. trockne Substanz gaben 0,1505 Grm. Platin
= 2,15 pC. Stickstoff.

0,6885 Grm. trockne Substanz gaben 0,106 Grm. Platin
= 2,18 pC. Stickstoff.

Rothe Turnips.

500 Grm. gaben 83,5 Grm. auf dem Ofen getrockneten Rück-
stand; 4,622 hiervon verloren bei 100° getrocknet 0,095 Grm.,
im Ganzen 83,6 pC.

4,120 Grm. verloren im Wasserbade 3,517 Grm. = 85,41 pC.

4,539 " " " " 3,766 " = 82,97 "

1,939 Grm. bei 100° getrocknet gaben 0,1735 Grm. Platin
= 1,13 pC. Stickstoff.

Gelbe Turnips.

500 Grm. gaben 66,7 Grm. auf dem Ofen getrockneten Rück-
stand; 4,315 Grm. desselben verloren im Wasserbade 0,142 Grm.
Wassergehalt, im Ganzen 87,08 pC.

6,041 Grm. verloren im Wasserbade 5,302 Grm. = 89,43 pC.

4,92 " " " " 3,25 " = 86,39 "

1,2935 Grm. trockner Substanz gaben 0,1135 Grm. Platin
= 1,24 pC. Stickstoff.

1,214 Grm. gaben 0,1045 Grm. Platin = 1,22 pC. Stickstoff.

Sämmtliche Analysen wurden in den Monaten December und Januar vollendet. Zu jeder Stickstoffbestimmung wurde eine verschiedene Substanz angewandt.

Ueber die Einwirkung der Phosphorsäure auf Cholesterin; von *Constantin Zwenger*.

Das Cholesterin wird in der Wärme von concentrirter Phosphorsäure mit Leichtigkeit zerlegt; die Zersetzungsproducte sind ähnlicher Art, wie die durch Schwefelsäure erhaltenen *), es sind gleichfalls feste, wohlcharacterisirte Kohlenwasserstoffe, die sich aber bestimmt durch ihre physikalischen Eigenschaften von den dort beschriebenen unterscheiden lassen.

Nimmt man einen Theil Cholesterin und ungefähr sechs bis acht Theile concentrirte Phosphorsäure und dampft kochend ein, so wird, wenn die Temperatur der Flüssigkeit auf 137° — den Schmelzpunct des Cholesterins — gestiegen ist, ein Schmelzen, aber zu gleicher Zeit eine vollkommene Zersetzung des Cholesterins eintreten. Man muß sich hierbei hüten, die Temperatur über diesen Punct zu steigern, oder das Schmelzen zu lange zu unterhalten, da sonst Zersetzungsproducte secundärer Art gebildet werden. Noch ehe das Schmelzen des Cholesterins eintritt, verliert dasselbe seine krystallinische Beschaffenheit und wird schwach gelblich von Farbe. Das zersetzte Cholesterin giebt mit Wasser übergossen eine schmutzigweiße, weiche, knetbare

*) Annalen d. Chem. u. Pharm. Bd. LXVI.