

Ueber den Einfluss einer Fett- resp. Stärkebeigabe auf die Ausnützung der Nährstoffe im Futter und auf den N-Umsatz und Ansatz im Thierkörper.

(2. Versuchsreihe.)

Von

A. Wicke und H. Weiske (Ref.).

(Der Redaction zugegangen am 18. April 1896.)

Die von uns bereits früher ausgeführten und mitgetheilten Versuche über den Einfluss einer Fett- resp. Stärkebeigabe auf den Eiweiss-Umsatz und Ansatz, sowie auf die Ausnützung der Futterbestandtheile beim Herbivor (Hammel)¹⁾, welche unter Verabreichung eines Futters mit nur mässigem Eiweiss- und geringem Fettgehalt²⁾ ausgeführt worden waren, hatten bezüglich der eiweissparenden Wirkung des Fettes und der Stärke und bezüglich des damit verbundenen stärkeren Eiweissansatzes am Körper der Hauptsache nach zu dem Resultate geführt, dass die Beigabe von Fett oder Stärke, welche in mässigen, den calorischen Werthen dieser beiden Nährstoffe entsprechenden Mengen (50 resp. 60 gr. Fett und 122 resp. 146 gr. Stärke pro Tag und Thier) erfolgt war, unter den angegebenen Umständen und Verhältnissen den N-Umsatz erheblich vermindert hatte, und zwar pro 100 gr. Stärke um 19—21%, pro 100 gr. Fett um 30—40%. Das

¹⁾ Zeitschrift f. physiologische Chemie, Bd. XXI, S. 42.

²⁾ Der Eiweissgehalt des Futters hatte in der ersten Versuchsreihe bei Hammel I: 93,52 gr. und bei Hammel II: 82,36 gr., der Fettgehalt bei H. I: 38,30 gr. und bei H. II: 33,71 gr. pro Tage betragen, und es waren von diesem Eiweiss, je nachdem das Futter ohne Beigabe oder mit Beigabe von Stärke resp. Fett verabreicht wurde, durch H. I: 58,74 gr., resp. 54,35 gr., resp. 58,07 gr. und durch H. II: 52,53 gr., resp. 43,41 gr., resp. 50,64 gr., dagegen vom Fett durch H. I: 26,37 gr. und durch H. II: 22,10 gr. durchschnittlich pro Tag verdaut worden.

Fett hatte also seinem calorischen Werthe nach weniger geleistet als die Stärke, wogegen bei absolut gleichen Mengen beider Nährstoffe ersteres in diesem Falle einen günstigeren Effect gegenüber letzterer äusserte. Der Eiweissansatz hatte sich nach der Fett- und Stärkebeigabe gleichfalls vermehrt: die Vermehrung in Folge der Stärkebeigabe war aber gegenüber der durch Beigabe einer isodynamen Fettmenge bewirkten nur dann eine stärkere gewesen, wenn durch die beigegebene Stärke keine zu starke Verdauungsdepression der Nh-Bestandtheile des Futters eingetreten war, resp. wenn sich diese geringer erwies als die Verminderung des hervorgerufenen N-Umsatzes. Im anderen Falle konnte der durch Fettbeigabe bewirkte N-Ansatz sogar grösser sein als der durch eine isodyname Stärkemenge hervorgerufene, da das Fett meist keine Verdauungsdepression des Futtereiweisses eintreten liess.

Um nun weiter den Einfluss einer Stärke- resp. Fettbeigabe auch bei einer eiweiss- und fettreichen Fütterung zu prüfen, wurden jetzt folgende Versuche angestellt. Als Versuchsthiere dienten auch diesmal Herbivoren und zwar dieselben beiden Hammel, welche in der ersten Versuchsreihe verwendet worden waren; Hammel I hatte bei Beginn des Versuches, am 19. November 1894, ein Gewicht von 52 kgr., und Hammel II ein solches von 41 kgr. Als Hauptfutter erhielten beide Versuchsthiere wieder durch alle Perioden hindurch stets die gleiche Menge Wiesenheu und hierzu Leinsamen, welcher durch Pressen etc. von einem Theil seines Fettes befreit war. Zu diesem Futter sollten wieder dieselben mässigen, dem calorischen Werthe nach gleichen Mengen von Fett resp. Stärke wie in der ersten Versuchsreihe verabreicht werden, und zwar derart, dass Hammel I in der zweiten Periode die Stärke- und in der dritten Periode die Fettbeigabe erhielt, wogegen bei Hammel II die umgekehrte Reihenfolge innezuhalten in Absicht stand.

Zunächst wurden jedem Versuchsthier pro Tag 800 gr. lufttr. Wiesenheu mit 84,38% Trockensubstanz und 200 gr. lufttr. Leinsamen mit 90,52% Trockensubstanz vorgelegt; Hammel I frass dieses Futterquantum stets vollständig auf,

Hammel II liess indess Futterreste übrig, die allmählig immer grösser wurden, so dass man sich genöthigt sah, die Ration dieses Thieres zu vermindern. Es erhielt daher vom 26. November ab täglich nur 650 gr. lufttr. Heu und 200 gr. lufttr. Leinsamen, welches Futterquantum jetzt stets vollständig aufgefressen wurde. In Folge dieser Futterveränderung war der Beginn des eigentlichen Versuches bei diesem Thiere verzögert worden, und es musste aus diesem Grunde die Periode, in welcher zum Hauptfutter Stärke beigegeben werden sollte, wegfallen, so dass also bei Hammel II diesmal nur die Wirkung der Fettbeigabe geprüft werden konnte.

Die zur Verfütterung gelangenden Tagesrationen waren wieder vor Beginn des Versuches sämmtlich auf einmal abgewogen worden, und gleichzeitig hatte man Proben zur Trockensubstanzbestimmung und Analyse genommen; letztere ergab für die wasserfreie Substanz der Futtermittel folgende Resultate:

	Wiesenheu.	Leinsamen.
Protein (N \times 6,25)	13,06 %	27,38 %
Aetherextract	5,45 »	27,77 »
Rohfaser	22,24 »	8,39 »
Nfr. Extractstoffe	50,60 »	30,88 »
Asche	8,65 »	5,58 »

Im Uebrigen wurde in Allem genau so, wie in der ersten Versuchsreihe bereits ausführlich beschrieben worden ist, verfahren, so dass in dieser Beziehung auf das dort Mitgetheilte verwiesen werden kann.

Nach achttägiger Vorfütterung, und zwar bei Hammel I vom 26. November, bei Hammel II vom 5. December ab, wurden bei beiden Versuchsthieren wieder während der ganzen Versuchszeit täglich ununterbrochen Harn und Koth (mittels Harntrichter und Kothbeutel) quantitativ gesammelt und in derselben Weise wie früher zur Untersuchung verwendet. Von dem bei jedem Thiere regelmässig mit 200 ccm. Spülwasser vermischten Tagesharn nahm man diesmal zur N-Bestimmung nach Kjeldahl bei Hammel I stets je 8 ccm. und bei Hammel II je 5 ccm. Die nachstehend angeführten analytischen Zahlen

sind wieder das Mittel zweier gut übereinstimmender Bestimmungen und wurden von Herrn Dr. A. Wicke ausgeführt.

Zunächst finden sich die während der gesamten Versuchszeit für den Wasserconsum und die Harnproduction sowie für die täglich im Harn ausgeschiedene Stickstoffmenge ermittelten Zahlen in nachfolgender Tabelle zusammengestellt:

Hammel I.

Datum. 1894.	Art der Fütterung.	Wasser- consum. cbcm.	H a r n .				F ä c e s .		
			cbcm.	gr.	Spec. Gew.	N. gr.	frisch. gr.	lufttr. gr.	trocken. gr.
26. Novbr.	800 gr. Heu, 200 gr. lufttr. Lein- samen, ohne Bei- gabe.	2020	1144	1188,85	1,0392	14,51	623,20	303,87	280,77
27. »		2080	1273	1315,96	1,0338	14,90	733,14	341,13	315,33
28. »		1850	1136	1179,08	1,0379	15,30	639,02	302,45	281,16
29. »		2030	1175	1217,98	1,0365	14,48	670,09	318,29	294,55
30. »		1450	931	980,12	1,0527	16,07	737,61	341,25	318,09
1. Decbr.		2140	956	1001,51	1,0476	15,17	729,46	347,22	322,98
2. »		1820	1176	1221,16	1,0382	15,87	760,01	365,49	339,65
3. »	2020	1145	1189,02	1,0384	14,94	712,22	324,34	300,53	
Mittel:	Periode I:	1926	1117	1161,71	1,0406	15,16	700,59	330,63	306,63
4. Decbr.	800 gr. Heu, 200 gr. lufttr. Leinsamen + 146,4 gr. tr. Stärke.	2200	967	1009,53	1,0440	13,43	815,85	359,06	332,46
5. »		2040	675	709,57	1,0512	13,56	962,29	346,04	320,47
6. »		1690	764	807,00	1,0563	13,20	969,39	360,42	334,25
7. »		1950	997	1044,95	1,0481	13,72	886,21	358,21	333,42
8. »		2010	982	1027,09	1,0459	13,63	828,25	348,11	324,02
9. »		1940	901	946,06	1,0500	13,67	861,61	368,25	342,77
10. »		2020	859	902,36	1,0505	13,67	788,09	348,73	324,25
11. »		2050	848	888,58	1,0479	13,75	828,26	347,21	322,28
12. »	1610	873	914,99	1,0429	13,64	869,76	352,77	326,52	
Mittel:	Periode II:	1946	874	916,68	1,0485	13,59	835,19	353,01	327,97
13. Decbr.	800 gr. Heu, 200 gr. lufttr. Leinsamen + 60 gr. Olivenöl.	2000	860	901,45	1,0482	14,97	699,23	312,91	290,51
14. »		2180	1113	1157,19	1,0397	14,46	746,66	339,73	314,69
15. »		2000	887	929,05	1,0474	14,74	788,14	366,74	344,48
16. »		1910	1077	1117,59	1,0377	13,62	780,95	366,42	340,44
17. »		2550	1168	1209,00	1,0351	15,58	721,09	331,41	307,85
18. »		2250	1111	1152,96	1,0378	14,16	864,94	393,37	366,31
19. »		2280	1036	1074,65	1,0373	15,91	736,18	347,70	323,64
20. »		1850	1278	1320,75	1,0335	15,46	749,42	360,47	334,06
21. »	2200	1090	1128,17	1,0350	15,05	836,34	367,99	342,12	
Mittel:	Periode III:	2136	1069	1110,09	1,0391	14,77	781,55	360,19	334,92

Hammel II.

Datum. 1894.	Art der Fütterung.	Wasser- consum. cbcm.	H a r n.				F ä c e s.			
			cbcm.	gr.	Spec. Gew.	N. gr.	frisch. gr.	lufttr. gr.	trocken. gr.	
5. Decbr.	650 gr. lufttr. Heu, 200 gr. lufttr. Lein- samen ohne Beigabe.	1540	541	576,03	1,0648	—	754,14	342,38	316,50	
6. »		970	642	677,83	1,0558	13,33	596,93	280,44	259,58	
7. »		1640	478	510,14	1,0672	13,12	628,32	289,84	268,33	
8. »		1140	730	765,18	1,0481	13,23	645,21	284,73	264,09	
9. »		1210	490	524,68	1,0706	13,02	611,12	270,12	249,81	
10. »		1590	477	510,05	1,0692	12,92	608,52	281,26	260,81	
11. »		960	565	600,28	1,0624	13,15	612,09	271,89	252,29	
12. »		1070	483	517,87	1,0722	12,97	553,77	243,77	225,90	
Mittel:		Periode I:	1265	551	585,26	1,0638	13,11	626,26	283,05	262,16
13. Decbr.		650 gr. lufttr. Heu, 200 gr. lufttr. Leinsamen + 50 gr. Olivenöl.	1500	475	508,03	1,0695	12,93	604,09	268,82	248,00
14. »			970	521	554,16	1,0636	12,06	552,91	243,84	236,25
15. »			1000	482	515,77	1,0700	12,32	609,90	270,12	251,36
16. »	1460		440	470,96	1,0700	12,42	632,87	289,66	268,66	
17. »	1630		491	526,44	1,0721	12,33	578,53	271,39	252,26	
18. »	1030		556	591,71	1,0642	13,33	718,47	325,25	303,26	
19. »	1430		546	580,40	1,0630	12,40	677,57	297,32	277,04	
20. »	1170		520	553,54	1,0645	13,01	650,98	296,09	274,80	
21. »	1080		525	560,86	1,0681	12,79	693,20	290,38	269,85	
Mittel:	Periode II:	1252	506	540,21	1,0672	12,62	663,75	296,09	275,44	

Zu vorstehenden Tabellen sei zunächst Folgendes bemerkt. Die für Wasserconsum und Harn angeführten Mittelzahlen sind bei beiden Versuchsthieren aus den Einzelergebnissen sämtlicher Versuchstage einer jeden Periode berechnet. Die Auslassung des ersten Versuchstages, welche in der ersten Versuchsreihe stets stattgefunden hatte, erschien diesmal insofern nicht erforderlich, als die Resultate an diesem Tage, besonders bezüglich der im Harn ausgeschiedenen N-Mengen, von denen der übrigen Tage der betreffenden Periode nicht, oder doch nur ganz unerheblich differirten; denn die Wirkung der Stärke- oder Fettbeigabe zum Futter war in dieser Versuchsreihe immer bereits am ersten Versuchstage, und nicht wie in der ersten Versuchsreihe erst am zweiten Versuchstage voll zu Tage getreten. Dagegen erschien es bei den Fäces

aus dem bereits früher angegebenen Grunde richtiger, auch diesmal bei Hammel I die an den Tagen vom 4. bis incl. 7. December, sowie bei Hammel I und II die an den Tagen vom 13. bis incl. 16. December entleerten Darmexcremente, als der Vorperiode angehörend, zur Berechnung der Mittelzahlen und zur Analyse nicht mit zu verwenden, wiewohl auch hier die Differenzen, welche sich bei Berechnung dieser Mittelzahlen mit oder ohne Hinweglassung der an den angeführten Tagen entleerten Fäces ergeben, nur gering und unwesentlich sind.

Im Uebrigen geht aus vorstehenden Tabellen hervor, dass die Beigabe von Stärke oder Fett zu dem eiweiss- und fettreichen, dabei aber an Nfr. Extractstoffen etwas ärmeren Futter zwar gleichfalls eine deutliche Verminderung des N-Umsatzes im Körper der Versuchsthiere hervorgerufen hat, dass sich diese Verminderung aber geringer erweist als diejenige, welche in der ersten Versuchsreihe die Beigabe der gleich grossen Stärke- resp. Fettmenge zu dem an Eiweiss und Fett wesentlich ärmeren Futter bewirkt hatte. Es ist nämlich in dieser zweiten Versuchsreihe die täglich im Harn zur Ausscheidung gelangte N-Menge in Folge der Stärkebeigabe bei Hammel I von 15,16 gr. auf 13,59 gr., also nur um 1,57 gr. oder 10,4% und in Folge der Beigabe einer der Stärke isodynamen Fettmenge bei Hammel I von 15,16 gr. auf 14,77 gr. und bei Hammel II von 13,11 gr. auf 12,62 gr., also sogar nur um 0,39 resp. 0,49 gr. oder um 2,6 resp. 3,8% herabgegangen. Dagegen hatte die gleiche Stärkebeigabe in der ersten Versuchsreihe bei Hammel I im Durchschnitt täglich eine Verminderung des N-Umsatzes von 8,33 gr. auf 6,05 gr. und bei Hammel II von 7,64 gr. auf 5,68 gr., also um 2,28 resp. 1,96 gr., und die isodynamische Fettbeigabe eine solche von 8,33 gr. auf 6,86 gr. bei Hammel I und von 7,64 gr. auf 6,13 gr. bei Hammel II, also um 1,47 resp. 1,51 gr. hervorgerufen. Im Mittel betrug also die Differenz im N-Umsatz zwischen der ersten und zweiten Versuchsreihe zu Ungunsten der letzteren für die Stärkebeigabe nur 0,55 gr., dagegen für die Fettbeigabe 1,05 gr. pro Tag. Die Fettbeigabe hatte hier-

nach bei der eiweiss- und fettreichen Fütterung nur noch eine sehr geringe eiweiss sparende Wirkung ausgeübt, während die Beigabe einer isodynamen Menge Stärke den N-Umsatz noch ganz wesentlich herabzusetzen vermochte.

Die in den verschiedenen Perioden von den beiden Versuchsthieren entleerten Fäces besaßen auf wasserfreie Substanz berechnet folgende Zusammensetzung¹⁾:

Hammel I.

	Periode I.	Periode II.	Periode III.
Protein (N \times 6,25)	12,06 %	12,94 %	11,69 %
Aetherextract	6,57 »	5,82 »	5,35 »
Rohfaser	20,13 »	20,12 »	18,71 »
Nfr. Extractstoffe	44,74 »	45,78 »	48,93 »
Mineralstoffe	16,50 »	15,34 »	15,32 »

Hammel II.

	Periode I.	Periode II.
Protein (N \times 6,25)	13,19 %	12,31 %
Aetherextract	5,67 »	6,40 »
Rohfaser	19,81 »	17,10 »
Nfr. Extractstoffe	44,78 »	48,65 »
Mineralstoffe	16,55 »	15,54 »

Mit Hilfe dieser bisher gewonnenen Resultate berechnet sich jetzt weiter die durchschnittliche Aufnahme an einzelnen Futterbestandtheilen, sowie die Ausscheidung an den gleich-

¹⁾ Der Wassergehalt des frischen Koths betrug in der ersten und dritten Periode bei H. I: 56,2 % resp. 55,8 % und bei H. II: 58,1 % resp. 58,5 %, hatte also auch diesmal ebenso wie bei den früheren Versuchen durch die Fettbeigabe keine wesentliche Veränderung erfahren, wogegen in Folge der Stärkebeigabe der Wassergehalt im Koth, analog den Ergebnissen der ersten Versuchsreihe, deutlich (von 56,2 % auf 60,8 %) gestiegen war.

namigen Kothbestandtheilen pro Tag und hieraus zugleich die Verdauung des Futters in die einzelnen Perioden wie folgt:

Hammel I. Periode I.

	Trockensubst.	Organ. Subst.	Protein.	Fett.	Rohfaser.	Nfr. Extract.	Asche.
800 gr. lufttr. Heu .	675,04 gr.	616,65 gr.	88,16 gr.	36,79 gr.	150,13 gr.	341,57 gr.	58,39 gr.
200 » » Lein- samen	181,04 »	170,93 »	49,57 »	50,26 »	15,19 »	55,91 »	10,11 »
Summa	856,08 gr.	787,58 gr.	137,73 gr.	87,05 gr.	165,32 gr.	397,48 gr.	68,50 gr.
Fäces	306,63 »	256,04 »	36,98 »	20,15 »	61,73 »	137,18 »	50,59 »
Verdaut	549,45 gr.	531,54 gr.	100,75 gr.	66,90 gr.	103,59 gr.	260,30 gr.	17,91 gr.
»	64,18 %	67,49 %	73,15 %	76,85 %	62,67 %	65,50 %	26,15 %

Hammel I. Periode II.

	Trockensubst.	Organ. Subst.	Protein.	Fett.	Rohfaser.	Nfr. Extract.	Asche.
800 gr. lufttr. Heu .	675,04 gr.	616,65 gr.	88,16 gr.	36,79 gr.	150,13 gr.	341,57 gr.	58,39 gr.
200 » » Lein- samen	181,04 »	170,93 »	49,57 »	50,26 »	15,19 »	55,91 »	10,11 »
174 » » Stärke	146,40 »	146,40 »	—	—	—	146,40 »	—
Summa	1002,48 gr.	933,98 gr.	137,73 gr.	87,05 gr.	165,32 gr.	543,88 gr.	68,50 gr.
Fäces	327,97 »	277,67 »	42,44 »	19,08 »	65,99 »	150,15 »	50,31 »
Verdaut	674,51 gr.	656,31 gr.	95,29 gr.	67,97 gr.	99,33 gr.	393,73 gr.	18,19 gr.
»	67,28 %	70,27 %	69,19 %	78,08 %	60,08 %	72,39 %	26,55 %

Hammel I. Periode III.

	Trockensubst.	Organ. Subst.	Protein.	Fett.	Robfaser.	Nfr. Extract.	Asche.
800 gr. lufttr. Heu	675,04 gr.	616,65 gr.	88,16 gr.	36,79 gr.	150,13 gr.	341,57 gr.	58,39 gr.
200 » » Leinsamen	181,04 »	170,93 »	49,57 »	50,26 »	15,19 »	55,91 »	10,11 »
60 » Oel	60,00 »	60,00 »	—	60,00 »	—	—	—
Summa	916,08 gr.	847,58 gr.	137,73 gr.	147,05 gr.	165,32 gr.	397,48 gr.	68,50 gr.
Fäces	334,92 »	283,61 »	39,15 »	17,92 »	62,66 »	163,88 »	51,31 »
Verdaut	581,16 gr.	563,97 gr.	98,58 gr.	129,13 gr.	102,66 gr.	233,60 gr.	17,19 gr.
»	63,44 %	66,53 %	71,58 %	87,78 %	62,10 %	58,77 %	25,10 %

Hammel II. Periode I.

	Trockensubst.	Organ. Subst.	Protein.	Fett.	Rohfaser.	Nfr. Extract.	Asche.
650 gr. lufttr. Heu	548,47 gr.	501,03 gr.	71,63 gr.	29,89 gr.	121,98 gr.	277,53 gr.	47,44 gr.
200 » » Leinsamen	181,04 »	170,93 »	49,57 »	50,26 »	15,19 »	55,91 »	10,11 »
Summa	729,51 gr.	671,96 gr.	121,20 gr.	80,15 gr.	137,17 gr.	333,44 gr.	57,55 gr.
Fäces	262,16 »	218,77 »	34,58 »	14,86 »	51,93 »	117,40 »	43,39 »
Verdaut	467,35 gr.	453,19 gr.	86,62 gr.	65,29 gr.	85,24 gr.	216,04 gr.	14,16 gr.
»	64,07 %	67,44 %	71,47 %	81,46 %	62,13 %	64,79 %	24,60 %

Hammel II. Periode II.

	Trockensubst.	Organ. Subst.	Protein.	Fett.	Rohfaser.	Nfr. Extract.	Asche.
650 gr. lufttr. Heu	548,47 gr.	501,03 gr.	71,63 gr.	29,89 gr.	121,98 gr.	277,53 gr.	47,44 gr.
200 » » Leinsamen	181,04 »	170,93 »	49,57 »	50,26 »	15,19 »	55,91 »	10,11 »
50 » Oel	50,00 »	50,00 »	—	50,00 »	—	—	—
Summa	779,51 gr.	721,96 gr.	121,20 gr.	130,15 gr.	137,17 gr.	333,44 gr.	57,55 gr.
Fäces	275,44 »	232,74 »	33,91 »	17,63 »	47,10 »	134,00 »	42,80 »
Verdaut	504,07 gr.	489,22 gr.	87,29 gr.	112,52 gr.	90,07 gr.	199,44 gr.	14,75 gr.
»	64,67 %	67,76 %	72,02 %	86,45 %	65,66 %	59,81 %	25,63 %

Wir ersehen aus vorstehenden Zahlen, dass durch die Stärkebeigabe auch diesmal eine Verdauungsdepression der Eiweissstoffe und der Rohfaser im Futter hervorgerufen worden ist, wogegen sich die Fettbeigabe bezüglich der Verdauung und Resorption dieser beiden Futterbestandtheile ohne bestimmten Einfluss erwiesen, wohl aber die Ausnutzung der Nfr. Extractstoffe bei beiden Versuchsthieren herabgedrückt hat.

Um nun einen besseren Ueberblick über den in der ersten und zweiten Versuchsreihe stattgefundenen Nährstoffconsum zu erhalten, finden sich in nachstehender Tabelle die von Hammel I und II in den einzelnen Perioden von dem verabreichten Futter pro Tag thatsächlich verdauten und resorbirten Nährstoffmengen übersichtlich zusammengestellt, und gleichzeitig ist auch das Verhältniss dieser verdauten Nh zu den Nfr. Nährstoffen derart berechnet, dass die Menge von Fett, von Nfr. Extractstoffen und von $\text{Fett} \times 2,5 + \text{Nfr. Extractstoffen}$ angegeben ist, welche auf 100 verdautes Eiweiss kommt¹⁾

Versuchsreihe I.

	Thier.	Eiweiss. gr.	Fett. gr.	Nfr. Extract- stoff. gr.	Auf 100 Eiweiss.		
					Fett.	Nfr. Extract.	Fett $\times 2,5$ + Nfr. Extract.
Ohne Beigabe . . .	I	58,74	26,37	301,03	45	512	625
„ „ . . .	II	52,53	22,10	281,78	42	536	641
Fettbeigabe . . .	I	58,07	83,50	295,14	144	508	868
„ . . .	II	50,65	67,78	261,78	134	517	851
Stärkebeigabe . .	I	54,35	22,69	441,58	42	812	911
„ . . .	II	43,41	20,75	381,24	48	876	997

¹⁾ Dass bei Stärkebeigabe das Verhältniss von Nh : Nfr etwas weiter ist als bei der isodynamen Fettbeigabe, liegt an der nicht ganz gleichen Verdauung und Resorption der verabreichten Nährstoffe in den verschiedenen Perioden, sowie ganz besonders daran, dass während der Stärkebeigabe stets eine Verdauungsdepression des verfütterten Eiweisses trat.

Versuchsreihe II.

	Thier.	Eiweiss. gr.	Fett. gr.	Nfr. Extract- stoff. gr.	Auf 100 Eiweiss.		
					Fett.	Nfr. Extract.	Fett × 2.5 + Nfr. Extract.
Ohne Beigabe .	I	100,75	66,90	260,30	66	258	424
» » .	II	86,62	65,29	216,04	75	250	438
Fettbeigabel. . .	I	98,58	129,13	233,60	131	237	565
» . . .	II	87,29	112,52	199,44	129	228	551
Stärkebeigabe .	I	95,29	67,97	393,73	71	413	592

Weiter berechnet sich jetzt die N-Bilanz, welche in dieser Versuchsreihe während der einzelnen Perioden vorhanden war, durchschnittlich pro Tag folgendermaassen:

Hammel I.

	Periode I. Ohne Beigabe.	Periode II. Stärkebeigabe.	Periode III. Fettbeigabe.
N aufgenommen im Futter . .	22,04 gr.	22,04 gr.	22,04 gr.
N ausgeschieden im Koth . . .	5,92 »	6,81 »	6,27 »
N » im Harn . . .	15,16 »	13,59 »	14,75 »
N angesetzt am Körper	+ 0,96 gr.	+ 1,64 gr.	+ 1,02 gr.

Hammel II.

	Periode I. Ohne Beigabe.	Periode II. Fettbeigabe.
N aufgenommen im Futter	19,39 gr.	19,39 gr.
N ausgeschieden im Koth	5,53 »	5,43 »
N » im Harn	13,11 »	12,58 »
N angesetzt am Körper	+ 0,75 gr.	+ 1,38 gr.

Rechnen wir auch diesmal wieder (nach Henneberg) auf den täglichen Wollzuwachs pro Hammel ca. 0,75 gr. N, so ergibt sich auch für diese Versuchsreihe, dass sich Hammel II in der ersten Periode im N-Gleichgewicht befand, und dass Hammel I noch etwas Fleisch am Körper ansetzte. Weiter ersehen wir, dass bei Versuchsthier I der tägliche N-Ansatz

in Folge der Stärkebeigabe auf 1,64 gr., also um 0,68 gr. und in Folge der Fettbeigabe auf 1,02 gr., also gegenüber Periode I nur um 0,06 gr. und bei Hammel II auf 1,38 gr., also gegenüber Periode I um 0,63 gr. pro Tag gestiegen war. Es zeigte sich demnach analog dem N-Umsatz auch der N-Ansatz diesmal in Folge der Beigabe stickstofffreier Nährstoffe zu dem viel eiweiss- und ganz besonders viel fettreicheren Futter geringer als früher in der ersten Versuchsreihe mit eiweiss- und fettärmeren Futter; denn in letzterer war der N-Ansatz bei Hammel I resp. II von 1,06 gr. resp. 0,76 gr. in Folge der Beigabe von 146,4 gr. resp. 112,1 gr. tr. Stärke auf 2,64 gr. resp. 1,26 gr., also um 1,58 gr. resp. 1,50 gr. pro Tag, und in Folge der Beigabe von 60 gr. resp. 50 gr. Fett auf 2,43 gr. resp. 1,96 gr., also um 1,37 gr. resp. 1,20 gr. pro Tag gestiegen.

Dass die Fettbeigabe diesmal bei Hammel II günstiger wirkte und einen stärkeren N-Ansatz hervorrief als bei Hammel I, hat seinen Grund z. Thl. wohl darin, dass ersteres Thier in Folge der Fettbeigabe etwas mehr, letzteres dagegen etwas weniger von seinem Futtereiweiss verdaute und resorbierte, z. Thl. dürfte es aber vielleicht auch mit daher rühren, dass das erstere Thier die Fettbeigabe unmittelbar nach der ersten Periode (ohne jede Beigabe) erhalten hatte, während bei Hammel I zuvor noch in Periode II die Stärkebeigabe erfolgt war, wodurch sich bereits eine Steigerung des N-Ansatzes am Körper eingestellt hatte.

Schliesslich sei noch auf die inzwischen von E. Voit und A. Korkunoff in der Zeitschrift für Biologie, Bd. XXXII, S. 58, mitgetheilten Versuche über die geringste zur Erhaltung des N-Gleichgewichtes nöthige Menge Eiweiss hingewiesen, welche mit Fleischfressern (Hunden) angestellt wurden. Bei diesen Versuchen zeigte sich u. A., dass in Folge der Stärke- etc. Beigabe erst nach einigen Tagen die stärkste Verminderung des N-Umsatzes stattfand, weil, wie die Verf. annehmen, (nach dem Hunger) Anfangs erst Glycogen etc. angesetzt wurde. In unserer ersten Versuchsreihe, in welcher nur mässige Mengen von Eiweiss und besonders von Fett verabreicht worden waren, trat, wie bereits früher hervorgehoben wurde, die

volle Wirkung der Stärke- oder Fettbeigabe ebenfalls nicht am ersten Tage, aber doch am zweiten Tage ein; dagegen hatte sich in dieser Versuchsreihe die volle Wirkung der Beigabe der gleichen Nfr. Nährstoffe bereits am ersten Tage eingestellt, was sich wohl darauf zurückführen lässt, dass bei dieser sehr eiweiss- und fettreichen Fütterung bereits so viel Glycogen etc. gebildet war, dass die Beigabe von Stärke etc. keine stärkere Glycogenbildung mehr bewirkte und daher sofort die volle eiweissersparende Wirkung der beigegebenen Nfr. Substanzen eintreten konnte.

Ferner gelangten E. Voit und A. Korkunoff bei ihren Versuchen zu dem Schluss, dass sich bei Zufuhr von Kohlenhydraten und Fett die Menge des dem Umsatz unterliegenden Eiweisses vermindert und zwar um so stärker, je grösser die Stärke- resp. Fettmenge ist, welche dem Blute und den Zellen in einer Zeiteinheit zugeführt wird, da in diesem Falle um so mehr Stärke- resp. Fettmoleküle in den Bereich von reaktionsfähigen Protoplasma gelangen und zersetzt werden, während der N-Umsatz bei gleichbleibender N-Zufuhr zurückgeht. Dieses Sinken des Eiweissbedarfes wird aber mit der Steigerung der Beigabe von Nfr. Nährstoffen immer geringer und nähert sich, wie Voit und Korkunoff finden, alsdann einem constanten Werthe, welcher den kleinsten Eiweissbedarf repräsentirt. Diejenige Menge, mit deren Hilfe diese unterste Grenze des N-Gleichgewichtes erreicht wird, lag bei Voit's und Korkunoff's Versuchen für Fett bei einer Zufuhr, welche ca. 127% und für Stärke bei einer Zufuhr, die ca. 155% des Energiebedarfes deckt.

Die unterste Grenze des N-Gleichgewichtes und die geringste N-Ausscheidung fanden Voit und Korkunoff bei Zufuhr von Kohlenhydraten viel tiefer als bei Zufuhr von Fett liegend, und zwar sowohl bei Vergleich isodynamer Mengen dieser Nfr. Nährstoffe, als auch dann, wenn die bei kleinen Beigaben von Kohlenhydraten erhaltenen Werthe mit denen übergrosser Fettmengen zusammengestellt wurden, so dass die grösste noch aufnehmbare Fettmenge, gegenüber mässigen Quantitäten von Kohlenhydraten immer noch zurückzutreten

schien. Dies erklären Voit und Korkunoff daraus, dass sich die einzelnen Nährstoffe an der Gesamtzersetzung im Körper nicht nur nach Maassgabe ihrer Masse im Säftestrom betheiligen, sondern ganz besonders auch nach der chemischen Affinität der Zellsubstanz zu den einzelnen Nährstoffen. Da sich nun der Zucker wegen seiner Aldehyd- resp. Ketongruppe in einem weit labileren Gleichgewichtszustande befindet als Fett, so schliessen Voit und Korkunoff, dass ersterer auch leichter Umlagerungen und Zersetzungen zugänglich ist als letzteres, und dass die Kohlenhydrate aus diesem Grunde auch besser eiweissersparend zu wirken vermögen als das Fett.

Auch bei unseren Versuchen zeigte sich in beiden Versuchsreihen, dass von isodynamen Mengen Stärke und Fett, welche dem Futter beigegeben wurden, die Stärke stärker eiweissersparend wirkte als das Fett. Dagegen hatte dem absoluten gleichen Gewichte nach unter den in der ersten Versuchsreihe obwaltenden Verhältnissen das Fett mehr geleistet als das gleiche Quantum Stärke, während in der zweiten Versuchsreihe das Umgekehrte der Fall war, so dass also dort, wo die Nahrung bereits grosse Mengen von Fett enthielt, eine weitere Steigerung desselben durch Fettbeigabe nur eine geringe Verminderung des N-Umsatzes bewirkte, während hier eine Stärkebeigabe in dieser Richtung noch Wesentliches zu leisten im Stande war.

Auch bei den bereits früher von uns mit Herbivoren (Hammeln) angestellten Versuchen über den Einfluss einer Beigabe von Milchsäure (als Calciumsalz verabreicht) und von Traubenzucker zum Futter auf den N-Umsatz und Ansatz im thierischen Organismus¹⁾ hatte sich ergeben, dass bei übrigens gleichbleibender Ernährung steigende Beigaben von Nfr. Stoffen den N-Umsatz zunächst zwar immer weiter vermindern, dass diese eiweiss sparende Wirkung aber allmählig geringer wird und schliesslich bei einer gewissen Steigerung der Beigabe eine Grenze eintritt, bei welcher sich keine weitere Verminderung des N-Umsatzes, sondern vielleicht eher wieder ein

¹⁾ Henneberg's Journal f. Landwirtschaft, Bd. XXXVII, S. 199.
Zeitschrift für physiologische Chemie. XXII.

geringes Ansteigen desselben bemerkbar macht. Für Traubenzucker, welcher in der Höhe von 60 gr. — 120 gr. — 180 gr. pro Tag und Thier als Beigabe zu einem eiweissreichen Futter verabreicht worden war, lag diese Grenze in dem betreffenden Falle bei etwa 180 gr.; auch wurde bei dieser starken Beigabe von Traubenzucker bereits Zucker im Harn des Versuchstieres ausgeschieden, was bei Verabreichung von 120 gr. noch nicht der Fall gewesen war.

Weitere Versuche über die Wirkung einer gesteigerten Fettbeigabe bei übrigens gleich bleibender Ernährungsweise von 50 resp. 60 gr. Fett auf das Doppelte und Dreifache pro Tag und Thier (Hammel) sind von uns bereits in Angriff genommen und sollen die Resultate dieser dritten Versuchsreihe demnächst mitgetheilt werden.

Thierchemisches Institut der Universität Breslau,
im April 1896.
