

## XIV.

## Beiträge zur Ernährungslehre des Menschen.

(Aus dem chemischen Laboratorium des pathologischen Instituts zu Berlin.)

Von Dr. Felix Hirschfeld.

## I. Versuche mit eiweissarmer Nahrung.

Nachdem der Nachweis von mir erbracht war<sup>1)</sup>), dass es möglich ist, mit verhältnismässig geringen Mengen Eiweiss auf einige Zeit bei dem Menschen das N-Gleichgewicht herzustellen, schien es eine weitere Aufgabe, die näheren Verhältnisse dabei d. h. die Ausscheidung der wichtigsten Harnbestandtheile zu untersuchen. Es wurden daher unter der Leitung von Herrn Professor E. Salkowski, der mir auch mit seinem werthvollen Rath immer bereitwilligst zur Seite stand, wofür ich ihm an dieser Stelle meinen Dank ausspreche, weitere Versuchsreihen über diese Frage in Angriff genommen.

Versuchsperson war wieder, wie in den früheren Versuchen, Verfasser selbst. Derselbe ist 24 Jahre alt, 1,73 cm gross und 73 kg schwer. Geringer Panniculus adiposus, dagegen ziemlich kräftige Musculatur.

Ausser dem N-Gehalt des Urins wurde auch in beiden Reihen der Stickstoffgehalt der Fäces mituntersucht. Ferner wurden Harnsäurebestimmungen nach der Salkowski'schen Methode der Fällung mit salpetersaurem Silber gemacht. An einzelnen Tagen wurde auch die Menge der im Urin ausgeschiedenen Gesamt- und Aetherschwefelsäuren festgestellt. Das Verhalten des Kreatinins sollte gleichfalls mit in Untersuchung gezogen werden. Da der Harn aber immer verhältnismässig reich an Chloriden und arm an Kreatinin schien, ergaben diese Bestimmungen zu schwankende Resultate, als dass auf sie Gewicht gelegt werden konnte.

<sup>1)</sup> Pflüger's Archiv Bd. 41, S. 533—565.

Gleichzeitig sollten durch das Ergebniss dieser Untersuchungen die früher gewonnenen Resultate auf's Neue bekräftigt werden und namentlich einem Einwand begegnet werden, der gegen die früheren Versuche noch erhoben werden konnte. In den bisher mitgetheilten ist die N-Einfuhr nicht direct bestimmt, nur wenige der genossenen Nahrungsmittel wurden untersucht, für die meisten wurde der N-Gehalt nach den vorliegenden Angaben nur berechnet, in den jetzigen Versuchen war von vornherein in Aussicht genommen, die N-Einfuhr ebenso wie die N-Ausfuhr nach der Kjeldahl'schen Methode zu bestimmen. Nur bei einzelnen Nahrungsmitteln, deren N-Gehalt kaum in's Gewicht fiel, so bei der Butter, dem Kaffee, dem Wein wurde die Untersuchung unterlassen und die früher angegebenen Werthe beibehalten.

Betreffs der Zusammensetzung der Nahrung ist noch hervorzuheben, dass dieselbe etwas von der früheren abwich. Während in den damaligen Versuchen vorwiegend Kartoffeln und Reis genossen und verhältnissmässig viel Bier (circa 2 Liter täglich) getrunken wurden, bildeten jetzt Kartoffel und Brod den Haupttheil der Nahrung. Auch Bier wurde in geringerer Menge getrunken.

Ueber die Zusammensetzung der Nahrungsmittel geben folgende analytischen Belege Aufschluss.

Semmel. 40,932 g Rohsubstanz wiegen getrocknet 29,246 g.  
Trockengehalt 71,4 pCt.

A. 2,539 g Trockensubstanz entsprechen bei der N-Bestimmung 3,6 ccm Normalschwefelsäure = 0,0504 g N.

Trockensubstanz. N-Gehalt 1,986 pCt.  
Gehalt an N-haltigen Stoffen 12,41 pCt.

Daraus berechnet sich:

Frische Substanz. N-Gehalt 1,418 pCt.  
Gehalt an N-haltigen Stoffen 8,86 pCt.

B. 3,281 g frische Substanz entsprechen bei der N-Bestimmung 3,4 ccm Normalschwefelsäure = 0,0476 g N.

N-Gehalt 1,45 pCt.

Gehalt an N-haltigen Stoffen 9,06 pCt.

Mittel aus beiden Versuchen:

N-Gehalt 1,434 pCt.  
Gehalt an N-haltigen Stoffen 8,96 pCt.

## Kartoffeln.

A. 91 g rohe Kartoffeln wiegen gekocht 88 g, getrocknet 18,563 g.  
Trockengehalt 20,4 pCt.

Von den gekochten Kartoffeln werden die Schalen entfernt<sup>1)</sup> und dann 5,012 g zur N-Bestimmung verwandt, dieselben entsprechen 1,6 ccm Normal-schweifelsäure = 0,0224 g N.

Auf Rohsubstanz berechnet:

N-Gehalt 0,4322 pCt.

Gehalt an N-haltigen Stoffen 2,701 pCt.

B. 113 g rohe Kartoffeln wiegen gekocht 111 g. Die Schalen werden wieder entfernt und 14,321 g untersucht, dieselben entsprechen 4,0 ccm Normalschweifelsäure = 0,056 g N.

Auf Rohsubstanz berechnet:

N-Gehalt 0,3839 pCt.

Gehalt an N-haltigen Stoffen 2,399 pCt.

C. 109 g rohe Kartoffeln wiegen gekocht 107 g. Die Schalen werden entfernt und 13,85 g untersucht. Dieselben entsprechen 3,6 ccm Normal-schweifelsäure = 0,0504 g N.

Auf Rohsubstanz berechnet:

N-Gehalt 0,357 pCt.

Gehalt an N-haltigen Stoffen 2,23 pCt.

Mittel aus den drei Versuchen<sup>2)</sup>:

N-Gehalt 0,391 pCt.

Gehalt an N-haltigen Stoffen 2,44 pCt.

Bier. 50 ccm Bier entsprechen bei der N-Bestimmung 3,4 ccm Normal-schweifelsäure = 0,0476 g N.

N-Gehalt 0,0952 pCt.

Gehalt an N-haltigen Stoffen 0,595 pCt.

B. Dasselbe Resultat.

Ueber die N-Ausscheidung bei der gewohnten, beliebig ausgewählten Nahrung giebt folgende Reihe Aufschluss:

	N-Ausfuhr	Urin.	Fäces.	Harnsäure.	Kreatinin.	Schwefel-säure.	Aether-schweifelsäure.
31. October	13,23 g	—	—	0,562 g	0,423 g	2,381 g	0,235 g
1. November	14,91	—	—	0,635	—	2,442	0,214
2. —	16,02	—	4,78 g	0,691	—	2,763	0,246
Mittel	14,72 g	1,59 g	0,63 g			2,53 g	0,23 g.

<sup>1)</sup> Die Abfallsstoffe beim Schälen betrugen circa 7 pCt. Es wurde dem-gemäss bei dem Abwiegen der Nahrung an den einzelnen Tagen eine um so viel grössere Menge genommen.

<sup>2)</sup> Die in den drei Bestimmungen erhaltenen Werthe weichen ziemlich erheblich von einander ab. Der hieraus entspringende Fehler ist jedoch nicht sehr hoch anzuschlagen, denn besonders in der zweiten Reihe, als N-Gleichgewicht erreicht wurde, machte die von den Kartoffeln ge-lieferte N-Menge nur etwa 20—25 pCt. des Gesammt-N der Nahrung aus.

## I. Versuchsreihe.

Freitag, den 4. November.

Nahrungsmittel.	N-haltige Stoffe.	Fette.	C-Hydrate.	Alkohol.
350 g Kartoffel	8,4	—	70	—
160 - Butter	1,4	147	—	—
100 - Semmel	9,0	—	60	—
1200 ccm Bier	7,2	—	72	36
20 g Kaffee	0,6	—	—	—
40 - Zucker	—	—	40	—
40 - Cognac	—	—	—	26
	26,6 g	147 g	242 g	62 g.

Urin 630 ccm, spec. Gewicht 1030.

10 ccm entsprechen 9,5 ccm Normalschwefelsäure = 0,133 g N.

Gesammtmenge des N im Urin 8,38 g N.

N in der Nahrung 4,25 g N.

Harnsäure 0,418 g.

Sonnabend, den 5. November.

	N-haltige Stoffe.	Fette.	C-Hydrate.	Alkohol.
130 g Reis	9,1	—	101	—
120 - Butter	1,1	110	—	—
120 - Semmel	10,8	—	72	—
100 ccm Rothwein	0,2	—	1	8
1300 - Bier	7,8	—	78	39
40 g Zucker	—	—	40	—
20 - Kaffee	0,6	—	—	—
	29,6 g	110 g	292 g	47 g.

Urin 770 ccm, spec. Gewicht 1026.

10 ccm entsprechen 6,7 ccm Normalschwefelsäure = 0,0938 g N.

Gesammtmenge des N im Urin 7,22 g.

N in der Nahrung 4,73 g.

Harnsäure 0,441.

Sonntag, den 6. November.

	N-haltige Stoffe.	Fette.	C-Hydrate.	Alkohol.
400 g Kartoffel	9,6	—	80	—
120 - Semmel	10,8	—	72	—
180 - Butter	1,6	166	—	—
300 ccm Rothwein	0,6	—	3	24
1 Liter Bier	6,0	—	60	30
20 g Kaffee	0,6	—	—	—
40 - Zucker	—	—	40	—
	29,2 g	166 g	255 g	54 g.

Urin 890 ccm, spec. Gewicht 1027.

10 ccm entsprechen 5,4 ccm Normalschwefelsäure = 0,0756 g N.

Gesammtmenge des N im Urin 6,728 g.  
N in der Nahrung 4,66 g.

Harnsäure 0,428 g.

Fäces (vom 4.—6. Nov.) Gesammtmenge 199 g, für den Tag 66 g.  
Trockensubstanz 67 g, - - - 22 g.  
N-Gehalt 3,542 g, - - - 1,18 g.

Montag, den 7. November.

N-haltige Stoffe. Fette. C-Hydrate. Alkohol.

400 g Kartoffel	9,6	—	80	—
120 - Butter	1,1	110	—	—
120 - Semmel	10,8	—	72	—
300 ccm Wein	0,6	—	3	24
1 Liter Bier	6,0	—	60	30
90 g Speck	2,7	67	—	—
30 - Kaffee	0,9	—	—	—
40 - Zucker	—	—	40	—
	31,7 g	177 g	255 g	54 g.

Urinmenge 810 ccm, spec. Gewicht 1025.

10 ccm entsprechen 5,4 ccm Normalschwefelsäure = 0,0756 g N.

Gesammtmenge des N im Urin 6,123 g.

N in der Nahrung 5,1 g.

Harnsäure 0,501 g.

Gesammtschwefelsäure 1,68 g.

Aetherschwefelsäure 0,191 g.

Dienstag, den 8. November.

N-haltige Stoffe. Fette. C-Hydrate. Alkohol.

400 g Kartoffel	9,6	—	80	—
160 - Butter	1,4	147	—	—
220 - Semmel	19,8	—	132	—
300 ccm Wein	0,6	—	3	24
1 Liter Bier	6,0	—	60	30
70 g Zucker	—	—	70	—
20 - Kaffee	0,6	—	—	—
	38,0 g	147 g	345 g	54 g.

Urin 920 ccm, spec. Gewicht 1024.

10 ccm entsprechen 4,9 ccm Normalschwefelsäure = 0,0686 g N.

Gesammtmenge des N im Urin 6,311 g.

N in der Nahrung 6,1 g.

Harnsäure 0,461 g.

Fäces (vom 7.—8. Nov.) Gesammtmenge 197 g, für den Tag 98,5 g.

Trockensubstanz 49 g, - - - 24,5 g.  
N-Gehalt 2,76 g, - - - 1,38 g.

Mittwoch, den 9. November.

	N-haltige Stoffe.	Fette.	C-Hydrate.	Alkohol.
400 g Kartoffel	9,6	—	80	—
100 - Speck	3,0	75	—	—
800 ccm Bier	4,8	—	48	24
60 g Semmel	5,4	—	36	—
20 - Kaffee	0,6	—	—	—
50 - Zucker	—	—	50	—
300 ccm Wein	0,6	—	3	24
	24,0 g	75 g	217 g	48 g.

Urin 820 ccm, spec. Gewicht 1026.

10 ccm entsprechen 4,2 ccm Normalschwefelsäure = 0,0588 g N.

Gesammtmenge des N im Urin 4,82 g N.

N in der Nahrung 3,84 g N.

Harnsäure 0,423 g.

Gesamtschwefelsäure 1,401 g.

Aetherschwefelsäuren 0,198 g.

Donnerstag, den 10. November.

	N-haltige Stoffe.	Fette.	C-Hydrate.	Alkohol.
400 g Kartoffel	9,6	—	80	—
100 - Speck	3,0	75	—	—
80 - Semmel	7,2	—	48	—
60 - Butter	0,5	55	—	—
500 ccm Bier	3,0	—	30	15
400 - Wein	0,8	—	4	32
30 g Kaffee	0,9	—	—	—
90 g Zucker	—	—	90	—
	25,0 g	130 g	252 g	47 g.

Urin 510 ccm, spec. Gewicht 1032.

10 ccm entsprechen 6,1 ccm Normalschwefelsäure = 0,0854 g N.

Gesammtmenge des N im Urin 4,35 g.

N in der Nahrung 4,0 g.

Harnsäure 0,354 g.

Fäces (v. 9.—10. Nov.) Gesammtmenge 211 g, für den Tag 105,5 g,

Trockensubstanz 43 g, - - - 21,5 g,

N-Gehalt 2,51 g, - - - 1,25 g.

Freitag, den 11. November.

	N-haltige Stoffe.	Fette.	C-Hydrate.	Alkohol.
400 g Kartoffel	9,6	—	80	—
100 - Semmel	9,0	—	60	—
1200 ccm Bier	7,2	—	72	36
140 g Butter	1,3	128	—	—
400 ccm Wein	0,8	—	4,0	32
30 g Kaffee	0,9	—	—	—
70 g Zucker	—	—	70,0	—
	28,8 g	128 g	286 g	68 g.

Urin 720 ccm, spec. Gewicht 1023.

10 ccm entsprechen 5,0 ccm Normalschwefelsäure = 0,07 g N.

Gesammtmenge des N im Urin 5,04 g.

N in der Nahrung 4,6 g.

Harnsäure 0,312 g.

Gesammtschwefelsäure 1,431 g.

Aetherschwefelsäuren 0,22 g.

#### Resultate der I. Versuchsreihe.

Versuchstag.	Aufgenommener N.	Abgegebener N.	Harnsäure.
		Urin.	Fäces.
I. Tag	4,25	8,38	0,418
II. -	4,73	7,22	0,441
III. -	4,66	6,73	0,428
IV. -	5,1	6,12	0,501
V. -	6,1	6,31	0,461
VI. -	3,84	4,82	0,423
VII. -	4,0	4,35	0,354
VIII. -	4,6	5,04	0,312.

Die durchschnittliche N-Aufnahme vom 4.—8. Tage war 4,73 g.

Die N-Abgabe war 6,65 g (Urin 5,33 g, Fäces 1,32 g).

Die durchschnittliche Harnsäureausscheidung 0,417 g.

Durchschnittswerth der Nahrung an den einzelnen Tagen

29,1 g Eiweiss

135 - Fett

268 - Kohlehydrate

54,2 - Alkohol.

Gesammtwerth der Nahrung in Calorien 2852.

#### II. Versuchsreihe.

Donnerstag, den 17. November.

Nahrungsmittel.	N-haltige Stoffe.	Fette.	C-Hydrate.	Alkohol.
400 g Kartoffel	9,6	—	80	—
160 - Semmel	14,4	—	96	—
170 - Butter	1,5	156	—	—
800 ccm Bier	4,8	—	48	24
200 - Wein	0,4	—	2	16
80 g Zucker	—	—	80	—
20 - Kaffee	0,6	—	—	—
	31,3 g	156 g	306 g	40 g.

Urin 860 ccm, spec. Gewicht 1026.

10 ccm entsprechen 6,8 ccm Normalschwefelsäure = 0,0952 g N.

Gesammtmenge des N im Urin 8,187 g.

N in der Nahrung 5,0 g.

Harnsäure 0,541 g.

Freitag, den 18. November.

	N-haltige Stoffe.	Fette.	C-Hydrate.	Alkohol.
400 g Kartoffel	9,6	—	80	—
160 - Butter	1,4	147	—	—
160 - Semmel	14,4	—	96	—
70 - Zucker	—	—	70	—
20 - Chocolade	1,0	—	15	—
800 ccm Bier	4,8	—	48	24
250 - Wein	0,5	—	2	20
20 g Kaffee	0,6	—	—	—
	32,3 g	147 g	311 g	44 g.

Urin 690 ccm, spec. Gewicht 1031.

10 ccm entsprechen 6,9 ccm Normalschwefelsäure = 0,0966 g N.

Gesammtmenge des N im Urin 6,665 g.

N in der Nahrung 5,16 g.

Harnsäure nicht bestimmt.

Fäces (v. 17.—18. Nov.) Gesammtmenge 221 g, für den Tag 110,5 g,

Trockensubstanz	56 g,	-	-	-	28 g,
N-Gehalt	2,87 g,	-	-	-	1,43 g.

Sonnabend, den 19. November.

	N-haltige Stoffe.	Fette.	C-Hydrate.	Alkohol.
500 g Kartoffel	12,0	—	100	—
160 - Semmel	14,4	—	96	—
160 - Butter	1,4	147	—	—
2 Eier	12,6	10	—	—
1½ Liter Bier	9,0	—	90	45
20 g Kaffee	0,6	—	—	—
30 - Chocolade	1,5	—	22	—
200 ccm Wein	0,4	—	2	16
60 g Zucker	—	—	60	—
	51,3 g	157 g	370 g	61 g.

Urin 1010 ccm, spec. Gewicht 1024.

10 ccm entsprechend 5,2 ccm Normalschwefelsäure = 0,0728 g N.

Gesammtmenge des N im Urin 7,35 g N.

N in der Nahrung 8,2 g N.

Harnsäure 0,494 g.

Gesammtschwefelsäure 2,03 g.

Aetherschwefelsäure 0,189 g.

Sonntag, den 20. November.

	N-haltige Stoffe.	Fette.	C-Hydrate.	Alkohol.
500 g Kartoffel	12,0	—	100	—
220 - Semmel	19,8	—	132	—
120 - Butter	1,1	111	—	—
60 - Speck	1,8	45	—	—
60 - Zucker	—	—	60	—
30 - Kaffee	0,9	—	—	—
300 ccm Wein	0,6	—	3	24
800 - Bier	4,8	—	48	24
1 Ei	6,0	5,0	—	—
	47,0 g	161 g	343 g	48 g.

Urin 910 ccm, spec. Gewicht 1029.

10 ccm entsprechen 5,4 ccm Normalschwefelsäure = 0,0756 g N.

Gesammtmenge des N im Urin 6,88 g.

N in der Nahrung 7,5 g.

Harnsäure 0,423 g.

Fäces (v. 19. u. 20. Nov.) Gesammtmenge 208 g, für den Tag 104 g.

Trockensubstanz	57 g,	- - -	28,5 g.
N-Gehalt	3,224 g,	- - -	1,61 g.

Montag, den 21. November.

N-haltige Stoffe. Fette. C-Hydrate. Alkohol.

400 g Kartoffel	9,6	—	80	—
260 - Semmel	23,4	—	156	—
1 Ei	8,0	5,0	—	—
150 g Butter	1,4	138	—	—
800 ccm Bier	4,8	—	48	24
300 - Wein	0,6	—	3	24
30 g Kaffee	0,9	—	—	—
90 - Zucker	—	—	90	—
	46,7 g	143 g	377 g	48 g.

Urin 850 ccm, spec. Gewicht 1026.

10 ccm entsprechen 5,2 ccm Normalschwefelsäure = 0,0728 g N.

Gesammtmenge des N im Urin 6,188 g.

N in der Nahrung 7,5 g.

Harnsäure 0,385 g.

Gesammtschwefelsäure 1,74 g.

Aetherschwefelsäure 0,225 g.

Dienstag, den 22. November.

N-haltige Stoffe. Fette. C-Hydrate. Alkohol.

400 g Kartoffel	9,6	—	80	—
310 - Semmel	27,9	—	186	—
170 - Butter	1,6	156	—	—
800 ccm Bier	4,8	—	48	24
150 - Wein	0,3	—	1	12
30 g Kaffee	0,9	—	—	—
100 - Zucker	—	—	100	—
	45,1 g	156 g	415 g	36 g.

Urin 1250 ccm, spec. Gewicht 1021.

10 ccm entsprechen 3,5 ccm Normalschwefelsäure = 0,049 g N.

Gesammtmenge des N im Urin 6,125 g.

N in der Nahrung 7,21 g.

Fäces (vom 21.-22. Nov.) Gesammtmenge 266 g, für den Tag 133 g.

Trockensubstanz	66 g,	- - -	33 g.
-----------------	-------	-------	-------

N-Gehalt	3,97 g,	- - -	1,68 g.
----------	---------	-------	---------

Mittwoch, den 23. November.

	N-haltige Stoffe.	Fette.	C-Hydrate.	Alkohol.
400 g Kartoffel	9,6	—	80	—
240 - Semmel	21,6	—	144	—
220 - Butter	2,0	202	—	—
1400 ccm Bier	8,4	—	84	42
1 Ei	6,0	5	—	—
30 g Kaffee	0,9	—	—	—
90 - Zucker	—	—	90	—
	48,5 g	207 g	398 g	42 g.

Urin 990 ccm, spec. Gewicht 1026.

10 ccm entsprechen 4,4 ccm Normalschwefelsäure = 0,0616 g N.

Gesammtmenge des N im Urin 6,098 g.

N in der Nahrung 7,76 g.

Harnsäure 0,41 g.

Gesamtschwefelsäure 1,402 g.

Aetherschwefelsäure 0,213 g.

Donnerstag, den 24. November.

	N-haltige Stoffe.	Fette.	C-Hydrate.	Alkohol.
400 g Kartoffel	9,6	—	80	—
200 - Semmel	18,0	—	120	—
200 - Butter	1,8	184	—	—
2 Eier	12,0	10,0	—	—
100 ccm Wein	0,2	—	1	8
500 - Bier	3,0	—	30	15
80 g Zucker	—	—	80	—
30 - Kaffee	0,9	—	—	—
	45,5 g	194 g	311 g	23 g.

Urin 1170 ccm, spec. Gewicht 1022.

10 ccm entsprechen 3,1 ccm Normalschwefelsäure = 0,0434 g.

Gesammtmenge des N im Urin 5,07 g.

N in der Nahrung 7,28 g.

Harnsäure 0,483 g.

Fäces (vom 23.—24. Nov.) Gesammtmenge 254 g, für den Tag 127 g.

Trockensubstanz 68 g, - - - 34 g.

N-Gehalt 3,29 g, - - - 1,64 g.

## Resultate der II. Versuchsreihe.

Versuchstag.	Aufgenommener N.	Abgegebener N.	Harnsäure.
		Urin.	Fäces.
1. Tag	5,0	8,187	0,541
2. -	5,16	6,665	—
3. -	8,2	7,35	0,494
4. -	7,5	6,88	0,423
5. -	7,5	6,188	0,385
6. -	7,21	6,125	—
7. -	7,76	6,098	0,410
8. -	7,3	5,07	0,483

Die durchschnittliche N-Aufnahme vom 5.—8. Tage war 7,44 g N.

Die N-Abgabe war 7,53 g (Urin 5,87 g, Fäces 1,66 g).

Die durchschnittliche Harnsäureausscheidung war 0,456 g.

Durchschnittswerth der Nahrung an den einzelnen Tagen:

43,5 g N-haltige Stoffe.

165 - Fette,

354 - C-Hydrate,

42,7 - Alkohol.

Gesamtwerth der Nahrung in Calorien 3462 g.

Jede von diesen beiden Reihen liefert ein ganz verschiedenes Ergebniss.

Fasst man zuerst die erste Versuchsreihe in's Auge, so sieht man ein deutliches Heruntergehen der Harnstoffausscheidung, entsprechend dem um so viel geringeren N-Gehalt der Nahrung. Ein Gleichgewicht tritt jedoch nicht ein, vielmehr übersteigt immer die Ausfuhr die Einfuhr. So werden vom dritten bis fünften Tage 6,7, 6,1 und 6,3 g N allein im Urin ausgeschieden, während in der Nahrung nur 4,6—6,1 g N aufgenommen werden. Als am 6. Tage der N-Gehalt der Nahrung um circa 2,2 g vermindert, sinkt die N-Ausscheidung auch und zwar um 1,5 g.

Im Ganzen wurden in der 8tägigen Versuchsreihe 37 g N aufgenommen. Abgegeben dagegen wurden 59 g und zwar 48,96 g im Urin, 10,13 g N in den Fäces. Es sind also ca. 22 g N mehr ausgeschieden worden als aufgenommen wurden. 22 g N entsprechen aber ca. 140 g Eiweiss oder ca. 650 g Muskelfleische. Die Körpergewichtsabnahme betrug in dem ganzen Zeitraum 1050 g.

Rechnet man die ersten 3 Tage nicht mit hinzu, an welchen der Organismus sich allmählich mit der geringeren Eiweissmenge in's Gleichgewicht zu setzen suchte, so sieht man, dass in den folgenden 5 Tagen einer Aufnahme von 23,64 g N eine Abgabe von 33,2 g N entgegensteht<sup>1)</sup>). Für den Tag wurden durchschnittlich 6,6 g entleert und zwar 5,3 g N im Urin und 1,3 g in den Fäces, obgleich die Aufnahme nur 4,7 g betrug. Die Differenz der Aufnahme über die Abgabe beträgt demnach täglich ca. 1,9 g N.

<sup>1)</sup> Am 8. Versuchstage wurden die Fäces nicht untersucht. Es wurde daher für diesen Tag das aus den 4 vorangegangenen Tagen berechnete Mittel hinzuaddirt.

Es ist jetzt eine wichtige Frage, worauf lässt sich diese Mehrausscheidung zurückführen, wodurch lässt sich das von den früheren Versuchen abweichende Ergebniss erklären?

Die nächstliegende Antwort scheint der Hinweis zu bieten, dass bei dieser Versuchsreihe im Mittel nur 4,6—4,7 g N aufgenommen wurden, also N-haltige Stoffe ca. 29 g. Da aber besonders in Kartoffeln, Kaffee nicht alle N-haltigen Stoffe in Eiweissform enthalten sind, wohl nicht viel mehr als 20 g Eiweiss den Tag. In den früheren Reihen betrug die durchschnittliche N-Aufnahme 6,3 g oder 38—39 g N-haltige Stoffe. Es könnte daher nahe liegen, anzunehmen mit 38—39 g sei das Minimum bestimmt gewesen, mit dem der Organismus auskommen könne. In der That entspricht die tägliche Mehrausscheidung von 1,9 g N ungefähr dieser Differenz von 10 g Eiweiss. Doch ist dies wohl nur ein zufälliges Uebereinstimmen und lassen sich wohl kaum daraus Schlüsse auf die dem Organismus täglich zu liefernde minimalste Eiweissmenge ziehen.

Es ist auch sehr wahrscheinlich, dass noch ein anderer Factor auf die Vermehrung des Eiweissumsatzes mitgewirkt hat.

Der Gesamtwärmewerth der Nahrung, die sich aus 29 g Eiweiss 135 g Fett, 268 g Kohlehydraten, 54 g Alkohol zusammensetzte, beträgt 2852 Calorien gegenüber ca. 3800 Calorien in den vorangegangenen Reihen. Bei Berechnung des Wärmetherthes sind wieder die von Rubner festgestellten Werthe zu Grunde gelegt.

1 g Eiweiss (ohne Harnstoff)	=	4,100	Calorien,
1 g Fett	=	9,300	-
1 g Kohlehydrat	=	4,100	-
1 g Alkohol	=	7,000	-

Da die N-haltigen Stoffe ca. 119 Calorien lieferten, so beteiligten sie sich mit 4,1 pCt. an der Wärmebildung, also genau in demselben Verhältniss wie in den früheren Versuchen, in denen die Menge der täglich genossenen N-haltigen Stoffe ca. 39 g betrug. Der Unterschied erklärt sich eben daraus, dass jetzt die Gesammeinfuhr von Nahrung bedeutend geringer war. An und für sich könnte vielleicht eine Nahrung, die 2852 Calorien liefert, genügend erscheinen. Die meisten Autoren geben nur um wenig höhere Zahlen an. So gestattet Moleschott für

mässig Arbeitende 130 g Eiweiss, 84 g Fett, 404 g Kohlehydrate entsprechend 2970 Calorien. Voit glaubt, dass der erwachsene kräftige Mann 118 g Eiweiss, 56 g Fett, 500 g Kohlehydrate nothwendig habe. Der Wärmewerth dieser Nahrung beträgt 3054 Calorien.

Ein annähernd richtiges Maass über den Stoffverbrauch meines Körpers, d. h. über meine gewohnte Nahrungsmenge, glaube ich daraus gewonnen zu haben, dass ich in einer längern Versuchsreihe eine bestimmte Kost genoss, mit welcher sich der Körper im Gleichgewicht hielt. Dieselbe setzte ich folgendermaassen zusammen

	N-haltige Stoffe.	Fette.	C-Hydrate.	Alkohol.
350 g Fleisch	74	—	—	—
450 g Brod	40,5	—	270	—
130 g Butter	1,2	120	—	—
800 ccm Bier	4,8	—	48	24
40 g Zucker	—	—	40	—
	120,5 g	120 g	358 g	24 g.

Die Nahrung lieferte also bei ihrer Verbrennung im Körper ca. 3250 Calorien. Die Schwankungen an den einzelnen Tagen waren sehr gering und fiel das Minimum nicht unter 3100 Calorien. Das Körpergewicht blieb während der ganzen Zeit annähernd dasselbe. Eine Gewichtszunahme fand nicht statt.

Demgemäss. hätte also die Nahrung in obiger Versuchsreihe ca. 400 Calorien zu wenig geliefert. Wie später mitgetheilt wird, werden wir sehen, wie energisch der Organismus auf zu ungenügende Zufuhr von Nahrung mit vermehrter N-Ausscheidung, d. h. also mit Zerfall von Körpereiweiss reagirt.

Fassen wir also das Ergebniss dieser Erörterungen zusammen, so müssen wir zugeben, dass die vermehrte N-Ausscheidung in der ersten Reihe sich entweder auf zu geringe Eiweisseinfuhr oder auf die überhaupt zu geringe Nahrungsmenge zurückführen lässt; wahrscheinlich haben aber beide Einflüsse mitgewirkt.

Ein ganz anderes Ergebniss liefert die zweite Reihe. In derselben war sowohl die Gesamtnahrungsmenge wie insbesondere der auf die Eiweisskörper entfallende Anteil gegenüber der ersten Reihe vermehrt. Gern hätte ich den Versuch in der Weise modifizirt, dass ich nur die Nahrungsmenge vergrössert

hätte, ohne dass sich dies auf das Eiweiss miterstreckte. Es wäre vielleicht so möglich gewesen das Minimum der für den Organismus des Menschen täglich nothwendigen Eiweissmenge kennen zu lernen. Aus äusserlichen Gründen waren diese Versuche nicht ausführbar.

Die Resultate sind folgende:

Die N-Ausscheidung geht in den ersten Tagen wieder rasch herunter. Am 3. und 4. Tag tritt allmählich Gleichgewicht ein, das nach 4 Tagen erreicht scheint. Am 5. und 6. Tag überwiegt zwar die Summe des in dem Urin und den Fäces ausgeführten N noch etwas die Einfuhr. Dagegen ist jedoch in den beiden nächsten Tagen das Umgekehrte der Fall.

In den 4 letzten Tagen betrug der N-Gehalt der Nahrung 29,77 g. Die N-Ausscheidung im Urin war 23,48 g, in den Fäces 6,66 g, also zusammen 30,15 g. In diesen 4 Tagen ist also 0,38 g N mehr ausgegeben worden, als aufgenommen worden. Man wird diese Differenz wohl eher darauf beziehen dürfen, dass bei Berechnung der Nahrungsmittel Fehler vorkamen, oder dass noch N-haltige Residuen des Darmkanals den Fäces beigemischt waren, als dass man ein Zugrundegehen von Körper-eiweiss annimmt.

Das Körpergewicht sank in der Versuchreihe um circa 400 g.

Der Wärmewerth der Nahrung betrug ca. 3460 Calorien. Der von den N-haltigen Stoffen gelieferte Anteil war ca. 5,1 pCt. also mehr wie in den früheren Reihen, wo er zwischen 4,0 und 4,2 pCt. schwankte.

Die Harnsäureausscheidung, welche bei der gewöhnlich genossenen Eiweiss reicher Nahrung zwischen 0,56 und 0,69 g schwankte, sank in der ersten Reihe auf 0,417 g in der zweiten auf 0,456 g.

Nimmt man die durchschnittliche N-Ausscheidung in der ersten Reihe 5,33 g N = 11,4 g Harnstoff, in der zweiten Reihe 5,87 g N = 12,6 g Harnstoff, so ist in beiden Reihen das Verhältniss der Harnsäure zu dem Harnstoff wie 1:27. Bei einer Ernährung mit eiweissreicherer Kost, wo die N-Ausscheidung 14,7 g N = 31,5 g Harnstoff betrug, war die durchschnittliche Harnsäureausscheidung 0,63 g. Das Verhältniss war also wie 1:50.

Diese Beobachtung stimmt gut mit dem Ergebniss einer Untersuchung von J. Ranke<sup>1)</sup> überein.

Ranke fand bei einer Ernährungsmethode, wobei er 95 bis 120 g Eiweiss täglich zu sich nahm, das Verhältniss des Harnstoffs zur Harnsäure wie 41—49:1. Bei dem Hunger sank die Harnsäureausfuhr mehr als bei den übrigen N-haltigen Bestandtheilen des Urins. Das Verhältniss des Harnstoffs zur Harnsäure war jetzt wie 73:1. Als sich dagegen Ranke einen Tag mit N-freier Kost (Stärke, Zucker und Fett) ernährte, war die Harnstoffs ausfuhr gegenüber dem Hunger verringert. Die Harnsäureausfuhr stieg dagegen an. Das Verhältniss war jetzt wie 32:1.

Neuerdings beobachteten Horbaczewski und Kanera<sup>2)</sup> dagegen, als bei gewöhnlicher eiweissreicher Kost durch Zusatz von Zucker oder Fett die N-Ausscheidung sank, dass ebenso wie die Gesammt-N-Menge im Urin auch die Harnsäure vermindert war.

Die Gesamtschwefelsäure im Harn bei eiweissreicher Ernährung betrug 2,53 g, die Menge der Aetherschwefelsäuren 0,23 g. In beiden Versuchsreihen war die Ausfuhr der Gesamtschwefelsäure bedeutend mehr verringert als die der Aetherschwefelsäuren. Für erstere wurden Werthe von 1,51 g bzw. von 1,72 g gefunden, während für letztere 0,203 g bzw. 0,209 g sich ergaben. Es lässt sich hieraus der Schluss ziehen, dass in beiden Versuchsreihen die Bildung von aromatischen Verbindungen in nicht viel geringerem Maassstabe stattgefunden hat, als bei der gewöhnlichen eiweissreicherer Ernährungsweise.

## II. Versuche mit herabgesetzter Ernährung.

Anknüpfend an die letzten Reihen stellte ich noch Versuche an über den Eiweissstoffwechsel bei reichlicherer Eiweisskost aber ungenügender Nahrungszufuhr. Dass diese Untersuchungen ein allgemeineres Interesse beanspruchen dürfen, liegt wohl auf der Hand. Denn wie noch später ausgeführt werden soll, ist sämmtlichen Methoden, die bei der Behandlung von fettleibigen Personen angewandt werden das gemein, dass die Nahrungszufuhr

<sup>1)</sup> J. Ranke, Kohlenstoff und Stickstoffausscheidung des ruhenden Menschen. Archiv für Anat. und Physiolog. 1862. S. 361.

<sup>2)</sup> Monatshefte für Chemie. VII. 105—120.

in ganz bedeutender Weise beschränkt ist. Auch bei fast allen Krankheiten, besonders wenn dieselben leicht fieberhaft verlaufen, wird die täglich genossene Nahrungsmenge ganz erheblich gegen die Norm herabgesetzt.

Der erwachsene kräftige Mann von ca. 70 kg Körpergewicht zersetzt beim Hunger soviel Eiweiss und Fett, dass am ersten Tage hierdurch 2200 Calorien gebildet werden. Pro kg Körpergewicht entspricht dies 32—33 Calorien<sup>1)</sup>). Auch in der späteren Hungerzeit ändert sich diese Zahl auf das kg Körpergewicht bezogen nur wenig, wie an Thieren sowohl wie auch an Menschen angestellte Untersuchungen übereinstimmend ergaben. So zersetzte Cetti am 5. Hungertage noch soviel Körpersubstanz, dass pro kg Körpergewicht noch ca. 30 Calorien in 24 Stunden gebildet wurden. Bei gewöhnlicher Ernährung und der gewöhnlichen Thätigkeit wird durch die Thätigkeit der Muskeln und Drüsen die vom Körper erzeugte Wärmemenge wohl etwas höher ausfallen. Demgemäß liefern die von Moleschott und Voit bestimmten Kostmaasse ca. 3000 Calorien. Da durch mangelnde Resorption ein Theil der Nahrung den Körper unbenutzt verlässt, wird die in der That in dem Körper erzeugte Wärmemenge natürlich etwas geringer ausfallen.

In den jetzt von mir ausgeführten Versuchen entsprach die eingeführte Nahrungsmenge ungefähr den bei Behandlung von Fettleibigen vorgeschriebenen Kostmaassen, wenigstens, was die Gesammtmenge der Nahrung angeht. Es wurde hier allerdings etwas weniger Eiweiss eingeführt.

Die Nahrungsmittel, besonders Cervelatwurst und Käse, wurden immer für die ganze Versuchsreihe vorher besorgt. Für die einzelnen Tage wurden die bestimmten Mengen abgewogen und von den einzelnen Theilen immer etwas zur Untersuchung (N- und Fettbestimmung) verwandt. Ich durfte so hoffen, annähernd richtige Mittelwerthe über die Zusammensetzung meiner Nahrungsmittel zu besitzen. Die Eier wurden erst mit der Schale gewogen, dann die Schalen zurückgewogen, so dass das verzehrte Quantum genau festgestellt werden konnte.

Es wurde ausserdem beabsichtigt, den Einfluss der Arbeit

<sup>1)</sup> Vergleiche hierüber: „Bericht über die Ergebnisse des an Cetti ausgeführten Hungerversuches.“ Berliner klin. Wochenschr. 1887, No. 24.

auf die N-Ausscheidung zu untersuchen. Zuerst wollte ich dies in einer Reihe ausführen, indem erst eine Periode von 4 Tagen geruht wurde, dann die gleiche Zeit gearbeitet wurde. Da dies aber aus später zu erörternden Gründen kein deutliches Resultat ergab, wurde eine neue Reihe ausgeführt, bei welcher schon am ersten Tage stark gearbeitet wurde. In der Ruheperiode blieb Verfasser im Zimmer und vermied soweit es möglich war, jede körperliche und geistige Anstrengung. Die ersten drei Tage liess sich dies sehr gut durchführen, den vierten Tag gelang dies nicht in dem vollen Maasse wie vorher. In den beiden Arbeitsperioden (5., 6. und 7. Tag der ersten Reihe und zweiten Reihe) wurde besonders am ersten Tage stark gearbeitet, ca. 5 Stunden wurde spazieren gegangen, ausserdem eine Stunde kräftig gehantelt. Im Uebrigen täglich ca. 5 Stunden die gewöhnliche Laboratoriumsarbeit verrichtet.

Alle Reihen wurden erst begonnen, nachdem die durch die früheren Versuche erlittenen Verluste wieder ausgeglichen waren, soweit sich dies nehmlich durch Wägungen feststellen liess. Die Stickstoffausscheidung im Urin vor Beginn der Versuche schwankte zwischen 12 und 15 g.

Das Körperbefinden war, abgesehen von leichtem Seitenstechen, das besonders beim raschen Gehen fühlbar wurde, im Uebrigen ein Gutes.

Ueber die erhaltenen Resultate geben folgende Reihen Aufschluss.

#### I. Reihe.

Freitag, den 16 December.

	N-haltige Stoffe.	Fette.	C-Hydrate.
9 Eier = 360 g	48,6	48,2	—
100 g Cervelatwurst	21,5	31,0	—
20 - Kaffee	0,6	—	—
80 - Semmel	7,2	—	48
10 - Zucker	—	—	10
	77,9 g	74,2 g	58 g.

Gesammtcalorien der Nahrung 1246.

Urin 1880 ccm, spec. Gewicht 1017.

10 ccm entsprechen 5,0 ccm Normalschwefelsäure = 0,07 g N.

Gesammtmenge des N im Urin 13,16 g.

N in der Nahrung 12,46 g.

Harnsäure 0,406 g.

Gesammtschwefelsäure 3,15 g.

Aetherschwefelsäure 0,273 g.

Sonnabend, den 17. December.

	N-haltige Stoffe.	Fette.	C-Hydrate.
8 Eier = 325 g	43,9	39	—
100 g Cervelatwurst	21,5	31	—
20 - Kaffee	0,6	—	—
120 - Semmel	10,8	—	72
10 - Zucker	—	—	10
	76,8 g	70 g	82 g.

Gesammtcalorien der Nahrung 1302.

Urin 930 ccm, spec. Gewicht 1030.

10 ccm entsprechen 10,5 ccm, Normalschwefelsäure = 0,147 g N.

Gesammtmenge des N im Urin 13,67 g.

N in der Nahrung 12,29 g.

Harnsäure 0,381 g.

Sonntag, den 18. December.

	N-haltige Stoffe.	Fette.	C-Hydrate.
8 Eier = 320 g	43,2	38,4	—
100 g Wurst	21,5	31	—
130 - Semmel	11,7	—	78
20 - Kaffee	0,6	—	—
10 - Zucker	—	—	10
	77,0 g	69,4 g	88 g.

Gesammtcalorien der Nahrung 1321.

Urin 1120 ccm, spec. Gewicht 1025.

10 ccm entsprechen 10,3 ccm Normalschwefelsäure = 0,1442 g.

Gesammtmenge des N im Urin 16,15 g.

N in der Nahrung 12,3 g.

Fäces (v. 16.—18. Dec.) Gesammtmenge 186 g, für den Tag 62 g,  
Trockensubstanz 48 g, - - - 16 g,  
N-Gehalt 2,26 g, - - - 0,75 g.

Harnsäure 0,347 g.

Gesamntschwefelsäure 3,065 g.

Aetherschwefelsäure 0,324 g.

Montag, den 19. December.

	N-haltige Stoffe.	Fette.	C-Hydrate.
8 Eier = 325 g	43,9	39	—
100 g Wurst	21,5	31	—
160 - Semmel	14,4	—	96
20 - Kaffee	0,6	—	—
10 - Zucker	—	—	10
	80,4 g	70 g	106 g.

Gesammtcalorien der Nahrung 1415.

Urinmenge 780 ccm, spec. Gewicht 1032.

10 ccm entsprechen 13,7 ccm Normalschwefelsäure = 0,1918 g N.

Gesammtmenge des N im Urin 14,96 g.

N in der Nahrung 12,86 g.

Harnsäure 0,359 g.

Dienstag, den 20. December.

	N-haltige Stoffe.	Fette.	C-Hydrate.	Alkohol.
7 Eier = 290 g	39,15	34,8	—	—
200 g Semmel	18,0	—	120	—
100 - Wurst	21,5	31,0	—	—
20 - Kaffee	0,6	—	—	—
30 - Zucker	—	—	30	—
200 ccm Wein	0,4	—	2	16
	79,6 g	65,8 g	152 g	16 g.

Gesammtcalorien der Nahrung 1673.

Urinmenge 770 ccm, spec. Gewicht 1031.

10 ccm entsprechen 13,0 ccm Normalschwefelsäure = 0,182 g N.

Gesammtmenge des N im Urin 14,01 g.

N in der Nahrung 12,73 g.

Harnsäure 0,415 g.

Gesammtschwefelsäure 3,272 g.

Aetherschwefelsäure 0,212 g.

Mittwoch, den 21. December.

	N-haltige Stoffe.	Fette.	C-Hydrate.	Alkohol.
7 Eier = 295 g	39,8	35,4	—	—
200 g Semmel	18,0	—	120	—
100 - Wurst	21,5	31,0	—	—
30 - Kaffee	0,9	—	—	—
30 - Zucker	—	—	30	—
200 - Wein	0,4	—	2	16
	80,6 g	66,4 g	152 g	16 g.

Gesammtcalorien der Nahrung 1683.

Urin 770 ccm, spec. Gewicht 1032.

10 ccm entsprechen 14,3 ccm Normalschwefelsäure = 0,2002 g N.

Gesammtmenge des N im Urin 15,41 g.

N in der Nahrung 12,9 g.

Harnsäure 0,408 g.

Fäces (v. 19.—21. Dec.) Gesammtmenge 212 g, für den Tag 70,6 g,

Trockensubstanz 61 g, - - - 20,3 g,

N-Gehalt 3,53 g, - - - 1,17 g.

Donnerstag, den 22. December.

	N-haltige Stoffe.	Fette.	C-Hydrate.	Alkohol.
7 Eier (285 g)	38,5	34,2	—	—
200 g Semmel	18,0	—	120	—
100 - Wurst	21,5	31,0	—	—
30 - Kaffee	0,9	—	—	—
100 ccm Wein	0,2	—	1	8
20 g Zucker	—	—	20	—
	79,1 g	65,2 g	141 g	8 g.

Gesammtcalorien der Nahrung 1565.

Urin 960 ccm, spec. Gewicht 1030.

10 ccm entsprechen 11,9 ccm Normalschwefelsäure = 0,1666 g N.

Gesammtmenge des N im Urin 15,993 g.

N in der Nahrung 12,65 g.

Harnsäure 0,384 g.

Gesammtschwefelsäure 3,352 g.

Aetherschwefelsäure 0,313 g.

## II. Reihe.

Donnerstag, den 12. Januar.

	N-haltige Stoffe.	Fette.	C-Hydrate.
7 Eier (295 g)	39,8	35,4	—
100 g Cervelatwurst	21,5	31	—
160 - Semmel	14,4	—	96
15 - Zucker	—	—	15
20 - Kaffee	0,6	—	—
	76,3 g	66,4 g	111 g.

Gesammtcalorien der Nahrung 1385.

Urin 1120 ccm, spec. Gewicht 1027.

10 ccm entsprechen 8,4 ccm Normalschwefelsäure = 0,1176 g N.

Gesammtmenge des N im Urin 13,17 g.

N in der Nahrung 12,22 g.

Harnsäure 0,395 g.

Freitag, den 13. Januar.

	N-haltige Stoffe.	Fette.	C-Hydrate.
7 Eier (300 g)	40,5	36	—
160 g Semmel	14,4	—	96
100 - Cervelatwurst	21,5	31	—
30 - Kaffee	0,9	—	—
20 . Zucker	—	—	20
	77,3 g	67 g	116 g.

Gesammtcalorien der Nahrung 1415.

Urin 830 ccm, spec. Gewicht 1030.

10 ccm entsprechen 14 ccm Normalschwefelsäure = 0,196 g N.

Gesammtmenge des N im Urin 16,26 g.

N in der Nahrung 12,36 g.

Harnsäure 0,412 g.

Sonnabend, den 14. Januar.

	N-haltige Stoffe.	Fette.	C-Hydrate.
6 Eier (255 g)	34,43	30,6	—
100 g Milch	4,0	4,0	4,0
160 - Semmel	14,4	—	96
100 - Cervelatwurst	21,5	31,0	—
20 - Kaffee	0,6	—	—
20 - Zucker	—	—	20,0
	74,9 g	65,6 g	120 g.

Gesammtcalorien der Nahrung 1409.

Urin 820 ccm, spec. Gewicht 1031.

10 ccm entsprechen 14,6 ccm Normalschwefelsäure = 0,2044 g N.

Gesammtmenge des N im Urin 16,76 g.

N in der Nahrung 11,98 g.

Harnsäure 0,459 g.

Fäces (v. 12.—14. Jan.) Gesammtmenge 229 g, für den Tag 76 g.

Trockensubstanz 68 g, - - - 22,6 g.

N-Gehalt 3,65 g, - - - 1,22 g.

### III. Reihe.

Dienstag, den 13. März.

	N-haltige Stoffe.	Fette.	C-Hydrate.
7 Eier (305 g)	41,2	36,6	—
125 g Wurst	21,9	36,2	—
125 - Käse	37,8	4,1	—
120 - Semmel	10,8	—	72
20 - Zucker	—	—	20
20 - Kaffee	0,6	—	—
	112,3 g	76,9 g	92 g.

Gesammtcalorien der Nahrung 1552.

Urinmenge 2005 ccm, spec. Gewicht 1024.

10 ccm entsprechen 6,6 ccm Normalschwefelsäure = 0,0924 g N.

Gesammtmenge des N im Urin 18,526 g.

N in der Nahrung 17,96 g.

Harnsäure 0,536 g.

Mittwoch, den 14. März.

	N-haltige Stoffe.	Fette.	C-Hydrate.
7 Eier (300 g)	40,5	36,0	—
125 g Wurst	21,9	36,2	—
125 - Käse	37,8	4,1	—
120 - Semmel	10,8	—	72
25 - Zucker	—	—	25
20 - Kaffee	0,6	—	—
	111,6 g	76,3 g	97 g.

Gesammtcalorien der Nahrung 1564.

Urin 1455 ccm, spec. Gewicht 1027.

10 ccm entsprechen 10,3 ccm Normalschwefelsäure = 0,1442 g N.

Gesammtmenge des N im Urin 20,98 g.

N in der Nahrung 17,85 g.

Harnsäure 0,442 g.

Schwefelsäure 4,33 g.

Aetherschwefelsäure 0,331 g.

Donnerstag, den 15. März.

	N-haltige Stoffe.	Fette.	C-Hydrate.
7 Eier (295 g)	39,8	35,4	—
125 g Wurst	21,9	36,2	—
125 - Käse	37,8	4,1	—
40 - Semmel	3,6	—	24
300 - Kartoffel	7,2	—	60
20 - Kaffee	0,6	—	—
20 - Zucker	—	—	20
	110,9 g	75,7 g	104 g.

Gesammtcalorien der Nahrung 1584.

Urin 1550 ccm, spec. Gewicht 1026.

10 ccm entsprechen 10,3 ccm Normalschwefelsäure = 0,1442 g N.

Gesammtmenge des N im Urin 22,35 g.

N in der Nahrung 17,74 g.

Harnsäure 0,471 g.

Fäces (v. 13., 14. u. 15. März) Gesammtmenge 221 g, für den Tag 73,6 g.

Trockensubstanz	73 g,	—	—	24,3 g.
N-Gehalt	3,73 g,	—	—	1,24 g.

Freitag, den 16. März.

	N-haltige Stoffe.	Fette.	C-Hydrate.
7 Eier (300 g)	40,5	36	—
125 g Wurst	21,9	36,2	—
125 - Käse	37,8	4,1	—
40 - Semmel	3,6	—	24
300 - Kartoffel	7,2	—	60
20 - Kaffee	0,6	—	—
20 - Zucker	—	—	20
	111,6 g	76,3 g	104 g.

Gesammtcalorien der Nahrung 1593.

Urin 1440 ccm, spec. Gewicht 1027.

10 ccm entsprechen 10,6 ccm Normalschwefelsäure = 0,1484 g N.

Gesammtmenge des N im Urin 21,37 g.

N in der Nahrung 17,85 g.

Harnsäure 0,518 g.

Gesammtschwefelsäure 4,19 g.

Aetherschwefelsäure 0,238 g.

Die Nahrungsmenge beträgt in der ersten Versuchsreihe in den ersten 4 Tagen (Ruheperiode) ca. 78 g Eiweiss, ca. 71 g Fett und ca. 84 g Kohlehydrate. Es wurden dadurch dem Organismus täglich ca. 1320 Calorien zugeführt. Vergleicht man diese Zahl mit dem Voit'schen Werth, wonach die für den er-

wachsenen Mann ausreichende Nahrung ca. 3050 Calorien liefern soll, so sieht man, dass nur 43 pCt. des nöthigen Brennmaterials dem Körper zugeführt sind<sup>1)</sup>). In den darauf folgenden 3 Arbeitstagen blieb die Eiweiss- und Fettmenge in der Nahrung die gleiche. Nur die Menge der Kohlehydrate wurde etwas vermehrt. Auch wurden, allerdings in geringer Menge, alkoholhaltige Getränke zugeführt.

In der zweiten Versuchsreihe (Arbeitsreihe) war die Nahrung wieder geringer, sie übertraf die der ersten Tage der ersten Reihe nur wenig, da sie ca. 1400 Calorien lieferte.

In der dritten Reihe war die Eiweissmenge bedeutend vermehrt, sie betrug jetzt statt ca. 78 g ca. 112 g. Die durch die gesammte Nahrung erzeugte Wärmemenge entsprach ca. 1573 Calorien d. s. ca. 51 pCt. der geforderten Nahrungsmenge.

In allen drei Reihen war die N-Ausscheidung grösser als die N-Aufnahme.

Stellt man die Differenzen zwischen N-Aufnahme und Abgabe der einzelnen Reihen noch einmal vergleichend zusammen.

	I. Reihe.	II. Reihe.	III. Reihe.
	Ruhe.	Arbeit.	Gewöhnliche Thätigkeit.
I. Tag	1,45 g,	2,18 g,	1,80 g,
II. -	2,13 -	5,12 -	4,37 -
III. -	4,6 -	6,0 -	5,85 -
IV. -	3,27 -		4,76 -
		Arbeit.	
V. -	2,45 g,		
VI. -	3,68 -		
VII. -	4,51 -		

Man ersieht hieraus: Die Differenz, d. h. das Plus der im Urin und in den Fäces ausgeschiedenen N-Menge über die auf-

1) Wie schon in dem vorigen Abschnitt erwähnt wurde, liefert die gewöhnliche Nahrung, mit der ich meinen Körper längere Zeit auf dem Gleichgewicht erhalte, circa 3250 Calorien, übersteigt also den von Voit angegebenen Mittelwerth um circa 6—7 pCt. Es ist aber, um die Uebersicht nicht zu sehr zu erschweren, bei allen Berechnungen die Voit'sche Zahl zu Grunde gelegt. Die sich daraus ergebenden Ungenauigkeiten können, wie noch ersichtlich werden wird, kaum in's Gewicht fallen.

genommene N-Menge, also die vom Körper selbst hergegebene Eiweissmenge ist am geringsten am ersten Tage. In der 2. und 3. Reihe tritt dann am zweiten Tage eine Steigerung um über das Doppelte ein, während in der ersten Reihe erst am dritten Tage dieses auffallende Ansteigen deutlich bemerkbar wird.

Von dem 1. bis 3. Tag werden in der ersten Reihe (Ruheperiode) nur 8,2 g N mehr ausgeschieden, während in der zweiten Reihe (Arbeitsperiode) ca. 13,3 g N mehr ausgeschieden werden.

Eine naheliegende Erklärung bietet hierfür theilweise wohl der Umstand, dass bei der Ruhe durch möglichste Vermeidung aller unnötigen Muskelbewegungen die Wärmebildung, d. i. die Kohlensäureproduction in einem gewissen Grade eingeschränkt war. Es wird daher an diesen Tagen der Unterschied zwischen dem eingeführten Wärmematerial und dem tatsächlich vom Körper verbrauchten wohl am geringsten gewesen sein. Dass bei ungenügender Nahrung durch die Arbeit eine Steigerung der N-Ausscheidung eintrat, stimmt mit einer Beobachtung Voit's<sup>1)</sup> an hungernden Hunden gut überein.

In der ersten Reihe, in der auch vom 5. bis 7. Tage Arbeit geleistet wurde, scheint der Einfluss der Arbeit auf den Eiweissstoffwechsel nicht so deutlich erkennbar. Da der hohen Eiweisszersetzung am dritten Tage schon am vierten Tage ein Sinken folgte, so ist es möglich, dass dieses Absinken noch längere Zeit angedauert hätte. Durch die geleistete Muskelarbeit trat nun eine Vermehrung der N-Ausfuhr ein, welche dies theilweise verdeckte.

In der dritten Reihe liegt die Differenz zwischen der ersten und zweiten Reihe. Es ist hierbei zu bemerken, dass die Nahrung etwas reichlicher war; besonders war die Eiweissmenge bedeutend vermehrt. Es wurden jetzt ca. 112 g Eiweiss genossen, während in den beiden anderen Reihen nur ca. 78 g.

Die höchste N-Ausscheidung war am 3. Tag der zweiten

<sup>1)</sup> Voit, Untersuchungen über den Einfluss des Kochsalzes, Kaffees und Muskelbewegungen. S. 183.

Reihe zu beobachten. Hier übertraf die N-Ausfuhr die N-Einfuhr um ca. 6,0 g. Es entspricht diese Zahl ungefähr 37,5 g Eiweiss oder 176 g Muskelfleisch. An diesem Tage wurde kräftige Arbeit geleistet. Nimmt man nun an, dass die Nahrungsmenge, die Voit bei mittelschwerer Arbeit für angemessen erachtet und durch die im Organismus ca. 3050 Calorien entwickelt werden genügt hätte, dass hingegen nur ca. 1400 Calorien dem Körper in der Nahrung geboten wurden, so mussten ca. 1650 Calorien vom Körper selbst geliefert werden. Durch Verbrennung von 40 g Eiweiss würden aber nur 164 Calorien entwickelt, also kaum 10 pCt. Es ist also an diesem Tage, wo die höchste N-Ausscheidung zu beobachten war, nur etwa 10 pCt. der noch fehlenden Wärmemenge vom Organismus durch Verbrennung von Eiweiss geliefert. Der übrige Theil trotzdem, dass es sich hier um einen exquisit fettarmen Organismus handelt, doch wohl ausschliesslich durch Oxydation des Fettes erzeugt worden, wenn man nicht annehmen will, dass das Wärmebedürfniss durch veränderte Wärmeregulirung erheblich herabgesetzt war.

Die Gewichtsabnahme war in allen 3 Reihen ziemlich beträchtlich. Sie betrug ca. 2000 g. Am deutlichsten war die Abnahme in allen drei Versuchen am ersten Tage zu bemerken, dann sank sie langsamer. Die Gewichtsabnahme ging also der N-Ausscheidung nicht parallel.

Die Harnsäureausfuhr war in allen Versuchen gegen die Norm vermindert. In der ersten Reihe betrug sie ungefähr 0,386 g, in der zweiten 0,422 g, in der dritten 0,492 g. Die grössere Ausscheidung in der dritten Reihe lässt sich wohl auf die vermehrte Eiweissmenge in der Nahrung zurückführen. Insofern ist also eine Parallelität zwischen der Harnstoffausfuhr und der Harnsäureausscheidung vorhanden. Jedoch ist in dem ersten Abschnitt dieser Arbeit hervorgehoben, dass dies durchaus keine allgemein gültige Regel ist. In den ersten drei Tagen in Reihe I (Ruheperiode) ist die durchschnittliche Harnsäureauscheidung 0,378 g, in der gleichen Zeit in der zweiten Reihe (Arbeitsperiode) beträgt sie 0,422 g. Es ist also eine geringere Steigerung eingetreten, ungefähr entsprechend der reichlicheren Gesammt-N-Ausscheidung.

Die Schwefelsäureausscheidung war gegen die Norm sehr

vermehrt, besonders in der dritten Reihe. Die Vermehrung erstreckte sich auch auf die Aetherschwefelsäuren, doch bei diesen nicht in dem Maasse wie bei der Gesammtschwefelsäure.

Schliesslich fiel noch bisweilen die dunkle Färbung des Urins auf. Er wurde daher auf Urobilin untersucht. Bei der directen spectroskopischen Untersuchung war der Urobilinstreifen nie zu constatiren. Erst nach Behandlung des Harns nach dem Jaffé'schen Verfahren — Fällen mit Bleiacetat, Auswaschen des Filterrückstandes mit schwefelsäurehaltigem Alkohol, und nach 20ständigem Stehen Ausschütteln mit Chloroform — war der Streifen, der in der Norm bei dieser Behandlungsweise sehr schwach erschien, etwas deutlicher.

Wie stimmen diese Versuchsergebnisse mit den bisherigen uns schon bekannten Thatsachen überein?

J. Ranke<sup>1)</sup> machte schon im Jahre 1862 ähnliche Versuche. Auch er benutzte sich als Versuchsperson und stimmte sein Alter sowohl wie sein Gewicht ziemlich genau mit dem meinigen überein. Wenn aber auch die Resultate theilweise mit den meinigen übereinstimmen, so war doch Ranke in der Beurtheilung derselben, wie folgt, wesentlich anderer Ansicht.

In der ersten Versuchsreihe nahm er eine Nahrung von 500 g Fleisch, 200 g Brod und 15 g Fett zu sich, mit 19,56 g N und 121,6 g C. Dieselbe lieferte ca. 1130 Calorien<sup>2)</sup>.

In der zweiten Versuchsreihe bestand seine Nahrung aus 96 g Eiweiss, sie enthielt 15,3 g N und 232,8 g C und lieferte ca. 2380 Calorien.

In der dritten Reihe nahm er ca. 112 g Eiweiss zu sich. Der gesammtcalorische Werth betrug ca. 2600 Calorien.

In der vierten Reihe wurden 95 g Eiweiss genossen. Der Werth der Nahrung in Calorien betrug ca. 2650.

Die Resultate dieser Versuche sind, wenn man die Differenz der Abgabe über die Aufnahme in's Auge fasst, folgende.

<sup>1)</sup> J. Ranke, Archiv für Anatom. und Physiol. 1862. S. 317.

<sup>2)</sup> Die Zahl der Calorien ist von Ranke nicht berechnet, er hat nur den N-Gehalt und in einzelnen Fällen die C-Menge angegeben. Ich habe die Berechnung nach den Angaben von Voit und König über die Zusammensetzung der Nahrungsmittel durchgeführt. Dass dieselbe daher nur approximativ sein kann, ist leicht begreiflich.

	I. Reihe.	II. Reihe.	III. Reihe.	IV. Reihe.
1. Tag	+1,95 g N <sup>1)</sup> ,	+0,5 g N,	+3,29 g N,	+2,66 g N,
2. -	+4,3	+1,1	+2,4	+0,45
3. -	+5,89	+3,2	+1,81	+1,42
4. Tag	+4,12 g N,		+2,35 g N,	+1,03 g N,
5. -	-0,188 <sup>2)</sup>		+1,97	+0,74
6. -	-0,22		+1,74	+0,56
7. -	+0,63		+1,69	
8. -			+1,98	
9. -			-2,28 <sup>3)</sup> .	

In den beiden ersten Reihen ist die Differenz am geringsten am ersten Tage, dann steigt sie an und erreicht ihr Maximum am dritten Tag. Dieses Ergebniss stimmt vollständig mit meinen Resultaten überein.

Ueber die dritte Reihe äussert sich Ranke folgendermaassen<sup>4)</sup>:

„Am ersten Versuchstage bemerken wir eine ziemlich bedeutende N-Mehrausscheidung 3,2 g. Der Körper gab hier wahrscheinlich noch N her, es war also etwas zu wenig N gegeben<sup>5)</sup>. In den folgenden 7 Tagen findet sich zwar ebenfalls eine Mehrausscheidung, im Durchschnitt von 1,99 g N, jedoch stimmen die Resultate so genau mit einander überein, dass wir annehmen dürfen, es sei hier ein vollkommenes Gleichgewicht in Einnahmen und Ausgaben eingetreten. Der Fehler nach der Plusseite muss auf die Bestimmungsmethoden geschoben werden. Wir sehen auch an dieser Reihe, dass bei einer den Körper vollkommen ernährenden Kost in den Excreten kein Deficit an N auftritt gegenüber dem N-Gehalt der eingeführten Nahrung.“

Hiergegen ist einzuwenden: Das Körpergewicht ist wie aus den Tabellen, die der Versuchsreihe beigelegt sind, in der ganzen Zeit gesunken. Es scheint also, als ob diese Nahrung dem Körper nicht vollständig genügte.

<sup>1)</sup> Das + Zeichen bedeutet bei Ranke Verlust an Körpersubstanz; das - Zeichen bedeutet Ansatz.

<sup>2)</sup> Vom 5.—7. Versuchstag wurden noch 30 g Fett zur Nahrung hinzugesetzt.

<sup>3)</sup> An diesem Tage wurden statt 250 g Fleisch 500 g Fleisch gegeben. Die N-Aufnahme also um ungefähr 8,5 g vermehrt.

<sup>4)</sup> Ebenda S. 323.

<sup>5)</sup> Die Nahrung enthielt täglich circa 112 g Eiweiss.

Als ferner am 9. Tage noch 250 g Fleisch hinzugegeben wurden, verschwand die Mehrausscheidung und es trat annähernd Gleichgewicht ein. Ranke sieht darin nur einen Beweis für die Richtigkeit seiner Annahme, dass in Wahrheit in vorstehender Reihe ein Gleichgewichtszustand zwischen Bedürfniss und Zufuhr stattgefunden hat. Es dürfte hier doch die Erklärung näher liegen, dass die N-Abgabe durch die nicht genügende Nahrung bedingt war und daher nach Zufügung von 250 g Fleisch verschwand.

Ranke nimmt die in diesem Versuch genossene Eiweissmenge von 112 g als ungenügend an. In der 4. Versuchsreihe betrug aber die Eiweissmenge nur 95 g und trotzdem war der N-Verlust bedeutend geringer.

Vergleicht man ferner meine Resultate mit einzelnen bei Fiebernden gemachten Stoffwechseluntersuchungen, so ist Einiges bemerkenswerth.

Fiebernde, die wohl durchgängig weniger geniessen, erhalten meist eine verhältnismässig eiweissreiche Kost<sup>1)</sup>), neben Fleischbrühe Eier, Milch u. s. w. Da aber wohl immer zu wenig N-freie Nahrungsmittel eingeführt werden, wird ebenso wie in meinen Versuchen die durch die partielle Inanition herbeigeführte N-Abgabe sehr beträchtlich sein.

Es sind also schon zwei Factoren für die Grösse der N-Ausscheidung maassgebend.

Erstens der in der Nahrung eingeführte Stickstoff.

Zweitens der durch die nicht hinreichende Nahrungszufuhr bedingte Zerfall von Körpereiweiss.

Dazu ist als dritter Factor die Wirkung des fieberhaften Prozesses in Anrechnung zu bringen.

Der zweite Factor ist bisher wenig berücksichtigt worden, vielmehr bezog man die Differenz der N-Ausfuhr über die N-Aufnahme meist nur auf die Wirkung der fieberhaften Noxe.

So fand Herfeldt<sup>2)</sup> bei einem 21jährigen Phthisiker mit Cavernenbildung und 50,5 kg Körpergewicht mit Fieber von 37,9—39,7 eine N-Ausscheidung von 18—19,5 g. Die Nahrung enthielt ca. 68 g Eiweiss oder 11 g N und lieferte ca. 900 bis

<sup>1)</sup> Vergl. hierüber besonders H. v. Hösslin, Experim. Beiträge zur Frage der Ernährung fiebernder Kranke. Dieses Archiv Bd. 89. S. 95—133.

<sup>2)</sup> Mittheilungen aus der medic. Klinik zu Würzburg. Bd. I. S. 79 u. folg.

1000 Calorien. Das Plus der N-Ausfuhr über die N-Einfuhr betrug ca. 6,88—8,66 g N.

Auch Oppenheim<sup>1)</sup> beobachtete bei einem fieberrnden Phthisiker in allerdings, wie der Verfasser selbst hervorhebt, nicht ganz genau ausgeführten Versuchen nicht höhere Differenzen.

In diesen Fällen dürfte man daher den durch den fieberrhaften Prozess an und für sich bedingten Mehrzerfall von Eiweiss nicht hoch veranschlagen.

Anders ist dies jedoch bei einigen anderen Erkrankungen.

So fand Herfeldt auch bei einem Fieber von 38,7—39,9 bei einem Pneumoniker eine Differenz von ca. 20 g N. Es wurden dabei nur 250 ccm Milch genossen. Auch Röhmann<sup>2)</sup> fand bei Pneumonikern an einzelnen Tagen sehr hohe Werthe. Bisweilen waren die Differenzen allerdings nicht sehr beträchtlich.

Da man nun in allen diesen Fällen von diesen Differenzen einen ziemlich beträchtlichen Factor, d. i. den durch die ungenügende Nahrungszufuhr entstandenen Mehrzerfall von Eiweiss in Abzug bringen muss, so wird dieser Unterschied noch viel mehr in die Augen fallen.

Es ist demnach wahrscheinlich, dass der fieberrhafte Prozess an und für sich bei den verschiedenen Erkrankungen sehr verschiedene Wirkung auf den Eiweisszerfall ausübt. Diese schon bekannte Thatsache wird jedenfalls durch obige Beobachtung noch schärfer hervorgehoben.

Eine weitere Frage ist, welche Schlüsse kann man aus den Resultaten dieser Versuche in Bezug auf die Ernährung von fettleibigen Personen ziehen? Wie schon erwähnt, stimmen die von den meisten Autoren empfohlenen Methoden alle darin überein, dass die Gesammtmenge der Nahrung in erheblicher Weise herabgesetzt ist. Meine Versuche mit einer ähnlich verminderten Nahrung sind nun alle an einem exquisit fettarmen Körper angestellt. Die Resultate dürfen also durchaus nicht ohne weiteres auf andere Fälle übertragen werden.

Es ist hierbei nun wichtig hervorzuheben, dass wir über die Veränderungen, welche durch die grosse Anhäufung von Fett

<sup>1)</sup> Pflüger's Archiv Bd. 23.

<sup>2)</sup> Zeitschr. f. klin. Med. Bd. I. S. 512.

im Stoffverbrauch des Organismus hervorgerufen werden, nur sehr wenig unterrichtet sind.

Allerdings ist festgestellt, dass fette Thiere im Hunger weniger Eiweiss zersetzen als magere Thiere und hat man dies auf die Eiweiss sparende Wirkung des Fettes zurückgeführt. Ob aber der Gesammtstoffwechsel pro kg Thier auch vermindert ist, ist nicht bekannt. Voit<sup>1)</sup> betont, dass mit der grösseren Fettmenge im Organismus der Eiweissumsatz etwas vermindert ist, während der Fettumsatz steigt. Da nun Fett die grössste Menge Wärme liefert, liegt also kein Anhaltspunkt zu der Annahme vor, dass bei Fettleibigen der Stoffverbrauch ein geringerer ist. Wir wissen nicht, ob nicht dem vermehrten Körpergewicht entsprechend das Gesamtnahrungsbedürfniss ein grösseres ist, so dass einem solchen Individuum schon durchaus nicht mehr die Nahrung genügt, welche Voit für den 70 kg schweren Arbeiter beansprucht hat. Es werden hier natürlich je nach dem Individuum die verschiedensten Verhältnisse vorliegen. Denn welcher Gegensatz besteht z. B. nicht zwischen einem kräftigen wohlgenährten Fleischer und einer fettleibigen älteren Frau! Doch soll hier zunächst der fettreiche kräftige Mann in's Auge gefasst werden.

Es wäre demnach die Frage näher zu beantworten: Wie verhält sich ein solcher Organismus, wenn ihm eine so wenig ausreichende Diät, wie sie nach den Vorschriften von Harvey, Banting, Ebstein oder Oertel gegeben wird, längere Zeit gereicht werden muss. Ist es sicher, dass er die fehlenden Stoffe nur durch Verbrennung von Körperfett ergänzt oder giebt er noch von seinem Eiweissvorrath her. Letzteres ist natürlich durchaus nicht so erwünscht und der Vorzug der einzelnen Methoden müsste darin bestehen, dass die Verluste von Körper-eiweiss ganz aufgehoben oder wenigstens auf ein geringes Maass beschränkt werden.

Die sogenannte Bantingkur<sup>2)</sup> ist vor allen dadurch ausgezeichnet, dass verhältnismässig bedeutende Mengen Eiweiss gegeben werden, während die N-freien Nahrungsmittel sehr vermindert sind. Es werden 172 g Eiweiss, 8 g Fett und 81 g Kohlehydrate verordnet. Durch die Verbrennung dieser Nahrungsmittel ent-

<sup>1)</sup> Voit, Handbuch d. Stoffwechsels. S. 314 u. folg.

<sup>2)</sup> J. Vogel, Corpulenz, ihre Ursachen, Verhütung und Heilung.

stehen im Organismus 1112 Calorien, also 36 pCt. der für den erwachsenen Menschen, wie es scheint, nothwendigen 3054 Calorien. Der Eiweissumsatz beträgt, wenn man hier das Körpergewicht eines Corpulenten einsetzt, also z. B. das von Banting, der 91 kg wog, pro kg Körpergewicht ca. 1,9 g Eiweiss. Diese Zahl ist nicht so bedeutend, denn Bleibtreu und Bohland<sup>1)</sup> fanden bei kräftig Arbeitenden im Mittel einen Eiweissumsatz von 1,6 pro kg<sup>2)</sup>.

Dass bei so herabgesetzter Kost der Körper von seinem Bestande Material hergeben musste und demgemäß Gewichtsverlust eintrat, ist natürlich. Es wäre nun ein grosser Vortheil, wenn er nur Fett hergegeben hätte. Voit scheint geneigt, dies anzunehmen. In seinem Handbuch des Stoffwechsels<sup>3)</sup> sagt er hierüber:

„Einer Reihe z. B. in welcher 1500 g Fleisch gereicht wurden, ging eine 58tägige Fütterung mit 500 g Fleisch und 200 g Fett voraus, wodurch sehr viel Fett im Thier abgelagert worden war; die Folge war, dass in der ersten Zeit Eiweiss zum Ansatz kam und Fett vom Körper zu Verlust ging, eine Thatsache, die allein die Erfolge der Bantingkur erklärt.“

Durch die Untersuchungen von v. Hösslin<sup>4)</sup> und Rubner<sup>5)</sup> ist es bestimmt festgestellt, dass abgesehen von einer gewissen Menge von Eiweiss und Salzen, die der Organismus absolut nothwendig hat, die einzelnen Nahrungsstoffe sich nach ihrem calorischen Werth vertreten können. Voit und Pettenkofer selbst haben durch zahlreiche Versuche allerdings nur am Hunde, also einem fleischfressenden Thier nachgewiesen, dass durch reichliche Eiweissnahrung allein sogar ein geringer Fettansatz erzielt werden könne. Es wäre daher sehr auffallend, wenn dann, sobald

<sup>1)</sup> Bleibtreu und Bohland, Pflüger's Archiv Bd. 38.

<sup>2)</sup> Selbstverständlich soll hiermit nicht behauptet werden, dass die Bohland und Bleibtreu'schen Zahlen angeben, wie viel Eiweiss man einführen muss. Wir erfahren dadurch nur, wie viel Eiweiss für gewöhnlich genossen wird. Dass dies auf verschiedenen Gründen beruht und dass nicht die Gefahr vorhanden ist, dass der Organismus sonst dauernd von seinem Eiweissbestande hergiebt, glaubt Verfasser in seiner früheren Abhandlung bewiesen zu haben.

<sup>3)</sup> S. 117.

<sup>4)</sup> v. Hösslin, Ueber Einfluss der Nahrungszufuhr auf Stoff und Kraftwechsel. Dieses Archiv Bd. 89.

<sup>5)</sup> Rubner, Zeitschr. f. Biol. Bd. 19.

die Fettanhäufung im Organismus einen gewissen Grad erreicht, die Eiweissnahrung bewirken sollte, dass Fett verbraucht wird.

Das Experiment, auf das sich Voit bezieht, ist schon erwähnt. In diesem Falle wurde der Hund, der 1500 g Fleisch bekam, am 4., 7. und 9. Tage dieser Ernährungsweise untersucht<sup>1)</sup>. Das Resultat ist folgendes:

	Fleisch zersetzt.	Fleischansatz.	Fettansatz.
4. Tag	1443 g	+56 g <sup>2)</sup>	-39,8 g
7. -	1522 -	-22 -	+8,7 -
9. -	1553 -	-53 -	+17,4 -

Der sehr hohe Fettverbrauch, der aber nur an einem Tage beobachtet wurde, veranlassen die Verfasser die oben erwähnte Erklärung für die Erfolge der Bantingkur auszusprechen.

Vielleicht dürfte aber auch die Möglichkeit einer anderen Erklärung vorliegen. Der Hund war durch das eiweissärmere aber reichlichere Futter nicht allein fetter und schwerer geworden, sondern auch an grösseren Stoffverbrauch gewöhnt. Die 1500 g Fleisch allein, welche gerade das Erhaltungsfutter darstellen, genügten ihm daher nicht. Dass der Hund erst Eiweiss ansetzte, spricht nicht dagegen, denn wie Voit und Pettenkofer selbst oft hervorhoben, dauert es bei dem Uebergang von eiweissarmer zu eiweissreicherer Ernährung meist einige Tage, bis N-Gleichgewicht eintritt.

Es erscheint auch auffallend, dass bald darauf<sup>3)</sup> ein Versuch mitgetheilt ist, der durch den ersterwähnten Satz nicht erklärt wird. Ein Hund hatte 2 Monate viel Fett erhalten, dann reichlich gemischte Kost. Er bekam dann in einer 6tägigen Versuchsreihe 1800 g Fleisch. Am 5. Tage wurde er in dem Respirationsapparat untersucht. Das Ergebniss ist folgendes.

Fleisch zersetzt.	Fleischansatz.	Fettansatz.
1756,8 g	+43,2 g	+1,4 g

Es ist also hier durch die etwas reichlichere Fleischnahrung keine Fettabgabe erzielt worden!

Sieht man nun auch von jeder Erklärung ab, so wäre jedenfalls der Nachweis sehr wichtig, dass bei einem fettreichen Körper

<sup>1)</sup> Pettenkofer u. Voit, Zeitschr. für Biolog. VII. S. 477.

<sup>2)</sup> Das + Zeichen bedeutet Ansatz, das — Zeichen Verlust.

<sup>3)</sup> Ebenda S. 482 u. 483.

bei gerade genügender oder etwas knapper Nahrung nur ein Fettverlust eintritt, vorausgesetzt, dass die Nahrung vollständig aus Eiweiss besteht. Ist dieser Nachweis aber von Werth für die Behandlung der menschlichen Fettleibigkeit und erklärt er, wie Voit, Pettenkofer und Oertel<sup>1)</sup> annehmen, die Erfolge der Bantingkur?

In dem erwähnten Versuche bekam ein 35 kg schwerer Hund 1500 g Fleisch, das sind ca. 320 g Eiweiss oder 51 g N. Pro kg Körpergewicht betrug der Eiweissumsatz also 9,14 g Eiweiss oder 37,47 Calorien.

Dasselbe Thier zersetzte im Hunger<sup>2)</sup> 38 g Eiweiss und 107 g Fett, das sind ca. 1151 Calorien, pro kg Körpergewicht 32,88 Calorien.

Bei dem Menschen ist, wie schon erwähnt, im Hunger pro kg Körpergewicht immer ein Umsatz von 30—32 Calorien gefunden worden. Es entspricht dies sehr gut den von Rubner<sup>3)</sup> bewiesenen Thatsachen, dass der Kraft- und Stoffwechsel bei allen Thieren wesentlich der gleiche ist und nur durch das verschiedene Verhältniss der Masse zur Oberfläche beeinflusst wird. Man kann also ohne einen wesentlichen Fehler zu begehen, die am Hunde beobachteten Thatsachen in diesem Punkt auch auf den Menschen übertragen.

Bei der Ernährung nach dem Harvey Banting'schen System werden nun 172 g Eiweiss, 8 g Fett und 81 g Kohlehydrate gegeben. Nimmt man nun das gewöhnliche Gewicht des Menschen zu 70 kg<sup>4)</sup> an, so beträgt der Eiweissumsatz pro kg Körpergewicht 2,45 g (gegen 9,14 g in obigem Experimente). Die durch diese Eiweissmenge erzeugten Calorien sind 10,045. Da durch die Gesamtnahrung 1112 Calorien gebildet wurden, sind überhaupt pro kg nur 15,88 Calorien eingeführt, also kaum die Hälfte des im Hunger zersetzen Nährmaterials.

Im Ganzen ist nur der vierte Theil von dem Eiweiss gegeben worden wie im obigen Versuch am Hunde. Außerdem wurden noch Fette und Kohlehydrate beigefügt. Ein Vergleich

<sup>1)</sup> Oertel, Therapie der Kreislaufstörungen. S. 97.

<sup>2)</sup> Voit, Handb. des Stoffwechsels. S. 136.

<sup>3)</sup> Rubner, Zeitschr. f. Biol. S. 535.

<sup>4)</sup> Banting wog, wie schon erwähnt, 91 kg. Setzte man diese Zahl ein, so würde das jetzt berechnete Missverhältniss noch schärfer hervortreten.

dieser Kur mit dem erwähnten Experiment dürfte daher wohl kaum zulässig erscheinen.

Die Erfolge der Bantingkur beruhen nur darauf, dass zu wenig Nahrung eingeführt wurde. Dass die fehlende Nahrungs-menge hauptsächlich durch Verbrennung von Körperfett gedeckt wurde, ist sicher. Denn auch in meinen Versuchen an einem exquisit fettarmen Körper wurden selbst an den Tagen mit dem grössten Eiweisszerfall kaum 10 pCt. der fehlenden Wärme-menge durch Verbrennung von Eiweiss bestritten. Bei grösserer Ansammlung von Fett lässt sich wohl annehmen, dass der von Eiweiss gelieferte Anteil noch geringer ausfällt. Dass der Körper aber nur Fett und nicht Eiweiss bei der verminderten Nah-rungszufuhr hergibt, lässt sich nach allen bisher vorliegenden Untersuchungen nicht mit Sicherheit behaupten.

Eine andere Methode der Behandlung der Fettleibigkeit ist die Ebstein'sche<sup>1)</sup>.

Ebstein wendet gegen die Bantingkur sowie die Tarnier'sche Milchkur ein, dass sie nicht zu empfehlen seien, da sie zur In-anition führen. Nimmt man aber das Ebstein'sche Mittelmaass<sup>2)</sup> von 102 g Eiweiss, 85 g Fett und 47 g Kohlehydrate, so findet man, dass durch Verbrennung dieser Nahrung im Organismus 1401 Calorien erzeugt werden gegen 1112 bei dem Bantingsystem. Den Voit'schen Werth von 3054 Calorien als Einheit betrachtet, kann man also berechnen, dass bei dem Bantingsystem 36 pCt., bei dem Ebstein's ca. 45 pCt. der nöthigen Nahrung eingeführt sind. Ob dieser nicht sehr bedeutende Unterschied in der Praxis, wo nie so genau gewogen werden kann, nicht noch mehr ver-schwindet, ist schwer zu entscheiden.

Hält man sich aber an die Ebstein'schen Zahlen, dass ca. 100 g Eiweiss und 50 g Kohlehydrate genossen werden sollen, so ergiebt sich hieraus Folgendes.

Durch den Umsatz dieser Nahrungsmenge entstehen im Organismus ca. 600 Calorien. Damit also durch Fett die fehlenden ca. 2400 Calorien gebildet werden, müsste er ca. 250 g Fett geniessen lassen, während er in Wahrheit nur 60—100 g Fett für genügend erachtet.

<sup>1)</sup> Ebstein, Die Fettleibigkeit und ihre Behandlung.

<sup>2)</sup> Oertel, Therapie der Kreislaufstörungen. S. 135.

Ferner hebt Ebstein hervor, dass man dafür sorgen müsse, dass bei Corpulenten keine abnormen Hungergefühle bemerkbar werden. Er glaubt, dass in dieser Hinsicht das Fett besonders günstig wirke. Durch Weglassung der voluminösen an Kohlehydrat reichen Nahrungsmittel hat aber Ebstein das Volumen und Gewicht der täglichen Nahrung sehr erheblich vermindert. So gestattet er von Brod täglich nur 100 g, Kartoffeln verbietet er in jeder Form unbedingt. Bei meinen Versuchen konnte ich dagegen die Erfahrung machen, dass als das Hungergefühl sehr lebhaft war, dasselbe rasch verschwand als ich statt der sonst gegebenen 80 g Semmel 300 g Kartoffeln zu mir nahm. Der calorische Werth der Kartoffeln ist nur unbedeutend höher. Es entspricht dieses Ergebniss der bekannten Erfahrung, dass das Volumen und Gewicht der eingeführten Speisen von grosser Bedeutung zur Erzeugung des Sättigungsgefühls ist.

Die Gefahr, dass durch Kohlehydrate der Fettansatz begünstigt wird, ist aber, wie schon Oertel<sup>1)</sup> hervorhob, so lange nicht vorhanden, als eben die Ernährung herabgesetzt ist.

Oertel hat bei seiner Methode der Behandlung der Fettleibigkeit noch auf Wasserentziehung Werth gelegt. In der Ernährung schliesst er sich im Wesentlichen an das Harvey Banting'sche System an<sup>2)</sup>. Er giebt jedoch etwas mehr N-freie Stoffe. Doch ist dies nicht sehr wesentlich. Das höchste Maass, das er in seiner Kostordnung gestattet, ist 170 g Eiweiss, 43 g Fett, 114 g Kohlehydrate. Es werden hierdurch ca. 1565 Calorien gebildet, also ca. 51 pCt. der von Voit für den erwachsenen Mann geforderten 3054 Calorien.

Oertel bezeichnet<sup>3)</sup> es als das Ziel der Ernährung Fettleibiger, dass die hydramische Blutbeschaffenheit gebessert und Material zur Neubildung von Muskeln herbeigeschafft werde.

Er nimmt dabei an<sup>4)</sup> „dass, wenn der Körper des Kranken mit dieser Nahrung nicht statt an Fett Eiweiss verlieren soll, eine weitaus über die Eiweissersetzung im Hungerzustande hinausgehende, diese um das vierfache übersteigende Eiweissaufnahme stattfinden muss“.

<sup>1)</sup> Oertel, Therapie der Kreislaufstörungen. S. 99.

<sup>2)</sup> Ebenda S. 135.      <sup>3)</sup> Ebenda S. 106.      <sup>4)</sup> Ebenda S. 100.

Diese letztere Annahme Oertel's ist nicht experimentell begründet.

Voit's Versuchshund zersetzte im Hunger 38 g Eiweiss, d. s. 6,1 g N. Die vierfache Eiweissmenge war 152 g Eiweiss, d. s. 24,3 g N oder 715 g Muskelfleisch. Mit 700 g Fleisch konnte Voit aber seinen Versuchshund nur dann auf dem Stickstoffgleichgewicht erhalten, d. h. eine Mehrabgabe von Eiweiss zu verhindern, wenn er so viel Fett oder Kohlehydrate der Fleischnahrung zufügte, dass der vorher im Hunger constatirte Fettverbrauch erreicht, meist sogar überschritten wurde.

Oertel giebt dagegen, wie schon erwähnt, viel weniger N-freie Stoffe, so dass er nicht einmal die im Hunger von der Körpersubstanz gelieferte Anzahl von Calorien erreicht.

Oertel hält es ferner für vortheilhaft<sup>1)</sup>, Fette und Kohlehydrate zu geben, weil dadurch der Eiweisszerfall im Körper vermindert und seine „weitere Verwendung und Umbildung in Organeiweiss“ begünstigt werde.

Einen Uebergang von circulirendem Eiweiss in Organeiweiss konnten Voit und Pettenkofer nur dann erzielen, wenn sie reichlich Fett oder Kohlehydrate zu der Eiweissnahrung zusetzten. In diesem Fall wurde aber nicht nur weniger Stickstoff ausgeschieden als aufgenommen wurde, sondern es fand auch eine Zurückhaltung von Kohlenstoff statt, d. h. das Versuchsthier setzte neben Eiweiss auch Fett an. Dabei kam es nun vor allem auf die Menge des Fettes in der Nahrung weniger auf die des Eiweisses an. Dieser Vorgang, d. h. die Zunahme des Organismus an Organeiweiss erfolgt also nur bei der Mästung. Eine solche Art der Ernährung wäre aber gerade den Zielen zuwiderlaufend, welche man bei der Behandlung der Fettleibigkeit verfolgt.

Es ist übrigens nicht zu befürchten, dass dieser Zustand bei dem Oertel'schen Kostregime eintritt, denn die Quantität der eingeführten Nahrung ist eben viel zu gering, als dass ein Fettansatz erfolgen könnte.

Allen Methoden der Behandlung der Fettleibigkeit ist mit-hin das Eine gemeinsam, dass zu wenig Nahrung geboten wird, sie sind also sämmtlich gewissermaassen Hungereuren. Alle bezeichnen Abgabe des Fettes, ohne eine Verminderung des Ei-

<sup>1)</sup> Oertel, ebenda S. 107.

weissbestandes. Dass dieses Ziel wirklich erreicht ist, dafür liegen keinerlei experimentelle Beweise vor.

Man muss hingegen in Betracht ziehen, dass, wenn Thiere fatter werden, immer eine gewisse Vermehrung des Eiweissbestandes eintritt.

Folgende Versuchsreihe von Voit und Pettenkofer zeigt dies recht deutlich.

Ein Hund bekam 1800 g Fleisch und war damit im Stickstoffgleichgewicht. Er schied dabei pro Tag constant 126 g Harnstoff aus. Dann bekam er noch 250 g Fett zu dieser Nahrung hinzu. Die Verhältnisse änderten sich jetzt folgendermaassen:

	Fleisch.	Fett.	Harnstoff.
1. Tag	1800 g	0 g	127 g
2. -	1800 -	0 -	127 -
3. -	1800 -	250 -	117 -
4. -	1800 -	250 -	113 -
5. -	1800 -	250 -	120,7 g
6. -	1800 -	250 -	115,7 -
7. -	1800 -	250 -	119,7 -
8. -	1800 -	250 -	127,5 -
9. -	1800 -	250 -	130,0 -

Es sind also ca. 48,9 g Harnstoff weniger ausgeschieden worden als zu erwarten gewesen wäre. Diese 48 g Harnstoff entsprechen ca. 22 g Stickstoff = ca. 670 g Muskelfleisch. Während das Versuchsthier durch die sehr reichliche Nahrung vom 3. Tage an fatter wurde, setzte er auch ungefähr 700 g Fleisch an. Auch Voit und Pettenkofer beziehen dies auf einen Uebergang von Circulation in Organeiweiss.

Giebt der Organismus nun bei schlechter Ernährung wieder Fett ab, so ist es durchaus nicht unmöglich, dass damit zugleich auch gewisse Mengen Eiweiss vom Körper wieder hergegeben werden. In welcher Weise dies geschieht, darüber fehlt uns allerdings jede Kenntniss. Es wird aber dadurch schon erklärlich, dass ein solcher Eiweissverlust ohne weitere Schädigung für den Organismus verläuft. Entsprechend der trägeren Eiweissersetzung bei fettleibigen Personen wird diese Mehrausscheidung von N wahrscheinlich auch geringer sein, wie in meinen Versuchen.

<sup>1)</sup> Ztschr. f. Biolog. V. S. 342. Ebenda sind noch mehrere ähnliche Reihen.

Doch haben alle diese theoretischen Erörterungen über diese Frage nur einen bedingten Werth. Einen sicheren Entscheid über die Frage, ob bei Fettleibigen durch Verringerung der Nahrungszufuhr nur Fettabgabe oder auch ein Eiweissverlust eintritt und wie gross letzterer ist, kann man durch experimentelle Untersuchungen beibringen.

Durch solche Stoffwechselreihen können wir auch hoffen, Klarheit darüber zu erhalten, ob es vortheilhaft ist, die Nahrungszufuhr in demselben hohen Grade wie bisher zu beschränken. Dass eine Verminderung der Nahrungsaufnahme stattfinden muss, wird wohl Jeder zugeben. Denn nur indem mehr zerstetzt als eingeführt wird, lässt sich hoffen, eine Entfettung zu bewirken.

Wenn man also dem Fettleibigen die gewohnte reichliche Nahrung vermindert, bleibt es eine naheliegende Aufgabe, ihm solche Nahrungsmittel zu empfehlen, welche am leichtesten das Gefühl der Sättigung hervorrufen.

Ebstein hat aus diesem Grunde die Fette empfohlen. Da er aber die vegetabilischen kohlehydrathaltigen Nahrungsmittel meist untersagte, hat er das Volumen und Gewicht der Nahrung sehr vermindert.

Prüft man die Nahrungsmittel in dieser Beziehung, so findet man, dass von den eiweisshaltigen Stoffen besonders die Eier geeignet sind, das Sättigungsgefühl entstehen zu lassen. Ein Ei mit ca. 43 g Gewicht (ohne Schale) hat meist ca. 6 g Eiweiss und 5 g Fett, liefert also 71 Calorien. Nehmen wir als Gehalt der Milch an Eiweiss 3,4 pCt., an Fett 3,0 pCt., an Milchzucker 4 pCt., so würden 120 ccm Milch denselben Nährwerth haben.

Bei den Kohlehydraten finden wir in diesem Punkt noch grössere Verschiedenheiten. Das Brod hat meist nur einen Wassergehalt von 30—40 pCt., während die Kartoffeln und die meisten Gemüse einen Wassergehalt von 75—80 pCt. haben.

Nach einem längeren Marsche kounte ich 400 g frischen Brodes verzehren. In einem andern ähnlichen Fall genügten mir 700 g Kartoffeln vollständig<sup>1)</sup>). Durch das Brod wurden aber ca. 1132 Calorien gebildet, durch die Kartoffeln nur 643 Calorien.

<sup>1)</sup> Um die Abfallstoffe beim Schälen berücksichtigen zu können, muss man circa 750 g abwiegen.

Daher wurden auch in der dritten Versuchsreihe am 3. und 4. Tage, als das Hungergefühl zu gross war, etwas Kartoffeln genossen. Anstatt 80 g Semmeln, die ca. 48 g C-Hydrate und 7,2 g Eiweiss enthielten, nahm ich 300 g Kartoffeln zu mir, die ca. 60 g Kohlehydrate und 7,2 g Eiweiss enthielten, also allerdings etwas mehr Nahrungstoff boten, dafür aber in viel höherem Grade sättigten. Deshalb ist auch bei vorwiegender Ernährung mit der sehr voluminösen vegetabilischen Nahrung die Gefahr eines Fettansatzes nicht vorhanden. Denn hier bilden die Stoffe, welche man nur einführen muss, um den Bedarf des Körpers zu decken, eine an Volumen und Gewicht so bedeutende Masse, dass es kaum möglich erscheint, noch mehr davon zu verzehren. Anders wird dies allerdings, wenn mit den Kohlehydraten noch reichliche Mengen Eiweiss oder besonders Fett genossen werden, wie es bei der Zubereitung und Wahl der Speisen in den wohlhabenden Klassen mehr der Fall ist. Doch verhalten sich dabei die einzelnen Nahrungsmittel je nach der verschiedenen Zubereitungsweise sehr verschieden. So konnte ich in meinen Versuchen mit Kartoffeln meist viel reichlichere Mengen Fett zu mir nehmen, als mit Reis.

Es ist naheliegend, dass man demgemäß auch im entgegengesetzten Falle verfährt. Bei Ernährung von geschwächten Personen oder Convalescenten, wo es daran liegt, möglichst viel Nahrungsstoffe einzuführen, wird man die Nahrungsmittel zu vermeiden suchen, welche durch ihr bedeutendes Volumen oder Gewicht leicht das Sättigungsgefühl hervorrufen.

Zum Schluss möchte ich das Ergebniss des zweiten Theiles dieser Arbeit in folgenden Sätzen zusammenfassen.

1) Ein fettärmer Körper giebt bei ungenügender Nahrung Fett und Eiweiss her. Das durch die mangelnde Zufuhr von Nährstoffen entstehende Deficit in der Wärmebildung wird wesentlich durch Fett gedeckt. Durch Verbrennung des umgesetzten Eiweisses können allerhöchsten Falls ca. 10 pCt. geliefert werden. Die Differenz der Stickstoffausfuhr über die Einfuhr ist am ersten Versuchstage noch nicht beträchtlich, erst am zweiten und dritten Tage erreicht dieselbe ihr Maximum, um dann wieder abzufallen. Bei Muskelthätigkeit ist der Eiweisszerfall ein grösserer, als bei Muskelruhe.

Ob dabei 78 oder 112 g Eiweiss genossen werden, ist ohne ersichtlichen Einfluss auf den Eiweissverlust des Organismus.

Das Körpergewicht sinkt beträchtlich: in den ersten 3 bis 4 Tagen um ca. 2000 g, dann verändert es sich bedeutend langsamer. Die Hauptabnahme ist am ersten Tage zu constatiren. Der Gewichtsverlust geht dem Eiweissverlust nicht parallel.

Die Harnsäureausfuhr ist gegenüber der Norm, d. h. der Ernährung mit der annähernd gleichen Menge Eiweiss, aber mit mehr stickstofffreien Stoffen, deutlich vermindert.

Die Ausscheidung der Schwefelsäure ist stark vermehrt, die der Aetherschwefelsäuren in geringem Grade gesteigert.

2) Alle Entfettungsmethoden beruhen wesentlich darauf, dass die Nahrungszufuhr in einem hohen Grade beschränkt wird. Dass durch eine reichliche Eiweisszufuhr die Fettersetzung noch besonders verstärkt wird, ist nicht sicher bewiesen, ebensowenig wie die Ansicht, dass durch eine bis zu 170 g gehende Eiweisszufuhr der Eiweissverlust aufgehoben wird.

3) Bei einer Entziehungskur können Fette sowohl wie Kohlehydrate genossen werden. Die Gefahr, dass durch einzelne dieser Stoffe eine Fettzunahme im Körper stattfinden könne, ist nicht vorhanden. In diesem Falle müsste bei ungenügender Nahrung der Körper auf Kosten des Eiweisses leben. Bei dem geringen calorischen Werth des Eiweisses müsste der Organismus aber soviel davon zersetzen, wie es allen unseren Erfahrungen widerspricht.

4) Ob Fettleibige bei herabgesetzter Ernährung nur Fett, und nicht auch Eiweiss abgeben, lässt sich nicht entscheiden. Ein solcher Eiweissverlust wird, wenn er eintreten sollte, jedenfalls wohl geringer sein, als in meinen Versuchen und wahrscheinlich auch den Organismus nicht wesentlich schädigen. Doch muss über diese Frage Klarheit zu schaffen, neuen ausgedehnten Untersuchungen überlassen werden.