

XXV.

Ueber den Einfluss erhöhter Muskelthätigkeit auf den Eiweissstoffwechsel des Menschen.

Von Dr. Felix Hirschfeld,

Assistenzarzt am städtischen Krankenhaus Moabit in Berlin.

Die alte Ansicht, dass die Umsetzung der Muskelsubstanz zu Harnstoff im Thierkörper die Kraft liefere, welche der Muskel bei der Bewegung leistet, schien endgültig aufgegeben zu sein. Es wurde nun die Anschauung die herrschende, dass das Muskel-system eine Maschine darstelle, welche durch Verbrennung von Nährstoffen — als solche figurirten vor Allem die Fette und Kohlehydrate — die Wärme erzeuge, die zum Theil in Kraft umgesetzt würde. Die Eiweisssubstanzen der Nahrung sollten nur den Zweck haben, die bei dem Gebrauch sich abnützenden Theile der Maschine zu ergänzen. Einzelnen schien dieses Bild allerdings nicht glücklich gewählt. Man wandte ein, dass in der menschlichen Maschine die entwickelte Wärme niemals wieder in mechanische Bewegung umgesetzt würde. Derselbe Prozess, welchem das oxydable Material unterliege, liefere sowohl Wärme wie Kraft für mechanische Arbeit.

Mochten aber auch die Ergebnisse der Forschung über das eigentliche Wesen dieses Prozesses noch nicht genügend geklärt erscheinen, so herrschte doch bis vor Kurzem darin allgemein Uebereinstimmung, dass durch kräftige Muskelthätigkeit der Eiweissumsatz im Organismus nicht erhöht würde, d. h. die Harnstoffausfuhr nicht gesteigert sei.

Erst in allerneuester Zeit, als mit der Einführung der überaus genauen Kjeldahl'schen Stickstoffbestimmungsmethode die Anschauungen über den Stoffwechsel des Menschen theilweise modifizirt wurden, schien auch hierüber eine andere Ansicht sich Bahn brechen zu wollen.

Argutinsky¹⁾) veröffentlichte vor Kurzem eine Arbeit, wonach mehrere unter allen gebräuchlichen Cautelen von dem Ver-

¹⁾ P. Argutinsky, Muskelarbeit und Stickstoffumsatz. Archiv für die gesammte Physiologie. Bd. 46. S. 552.

fasser an sich selbst angestellte Stoffwechselsversuche das Resultat ergeben hätten, dass in allen Fällen der Eiweissumsatz im Körper durch erhöhte Muskelarbeit vermehrt werde. Dem gegenüber möchte ich meine Versuche mittheilen¹⁾, welche ebenfalls nach der Kjeldahl'schen Methode angestellt wurden, aber ein ganz anderes Ergebniss lieferten.

Die Untersuchungen wurden vor ungefähr drei Jahren in dem chemischen Laboratorium des physiologischen Instituts zu Würzburg bei Hrn. Dr. Landwehr ausgeführt. Andere wissenschaftliche Fragen, deren Ausführung und Publication mich damals dringender beschäftigten, verhinderten mich seiner Zeit diese Beobachtungen zu veröffentlichen.

Betreffs der Versuchsanordnung ist noch zu bemerken:

Versuchsperson war Verfasser selbst. Derselbe war damals 23 Jahre alt, 72—73 kg schwer und 1,73 m gross. Kräftige Musculatur. Geringer Panniculus adiposus.

Bei den Versuchen wurde sowohl der Stickstoff der Einfuhr wie der der Ausfuhr in Betracht gezogen. Die Nahrungsmittel wurden ferner vor den einzelnen Mahlzeiten immer genau abgewogen; sie wurden in solcher Menge genossen, wie es dem Nahrungsbedürfniss entsprach. Durch die zahlreichen Versuche, die ich damals ausführte, konnte ich dies vorher immer ziemlich genau abschätzen. Da auch das Körpergewicht in der ganzen dreimonatlichen Periode, während welcher die Untersuchungen angestellt worden, bei den häufig vorgenommenen Wägungen nicht wesentlich geändert gefunden wurde, konnte man annehmen, dass Stickstoffgleichgewicht bestand. Das eingeführte Eiweiss wurde also im Körper vollständig zersetzt und in dem Urin und den Fäces wieder ausgeschieden. Hiermit übereinstimmend ist auch die Thatsache, dass ungefähr 90 pCt. des in den Nahrungsmitteln nach den geläufigen Angaben von Voit und König berechneten Stickstoffes in dem Urin wieder aufgefunden wurden.

¹⁾ Inzwischen ist ein Vortrag von I. Munk (Verhandl. der Berlin. physiologischen Gesellschaft Sitzung v. 28. März 1890: Ueber Muskelarbeit und Eiweisszerfall) erschienen, worin Derselbe kritisch auf die Argutinsky'sche Arbeit eingeht und nachweist, dass die Resultate derselben dadurch bedingt wurden, dass in der Versuchszeit zu wenig Nahrung eingeführt wurde.

Der N-Gehalt des Urins wurde immer nach der Kjeldahl'schen Methode in folgender Weise bestimmt.

10 ccm Harn wurden mit ungefähr 20 ccm reiner Schwefelsäure 2 bis 3 Stunden in einem schief aufgestellten Kölbchen erhitzt. Bei wenig concentrirten Harnen war dann schon meist eine Aufhellung eingetreten. Durch Zusatz von fein gepulvertem übermangansaurem Kali wurde dann vollständige Entfärbung herbeigeführt. Nach der Erkaltung wurde Wasser zugespritzt und die Flüssigkeit dann in einen 2 Liter-Kolben übergespült. Nachdem noch reichlich Wasser zugesetzt wurde, fügte ich dann so lange vorsichtig Natronlauge zu bis ein in der Flüssigkeit befindliches kleines Lakmuspapier sich bläute. Die sich hieran anschliessende Destillation wurde darauf solange fortgesetzt bis ungefähr 150 ccm überdestillirt waren. Das noch nachfolgende Destillat enthielt nie mehr nachweisbare Mengen von Ammoniak. Häufig angestellte Controlversuche ergaben immer das gleiche Resultat.

Die Nahrung in der ersten Versuchsreihe war folgendermaassen zusammengesetzt:

Mittags 12 Uhr. 400 g Fleisch mit 70 g Butter gebraten. 300 g Kartoffel¹⁾, 500 ccm Bier.

Abends 8 Uhr. 150 g Fleisch. 200 g Brod, 80 g Butter, 500 ccm Bier.

Früh 7 Uhr. Kaffee mit 15 g Zucker, 120 g Semmel, 20 g Butter.

Der Gehalt an einzelnen Nahrungsstoffen war:

	N-haltige Stoffe	Fette	C-Hydrate	Alkohol
550 g Fleisch	116,8	11,0	—	—
170 - Butter	1,5	156,0	—	—
320 - Semmel	32,0	—	192	—
300 - Kartoffeln	6,6	—	60	—
15 - Zucker	—	—	15	—
1 Liter Bier	5,0	—	60	30
	161,9 g	167,0 g	327 g	30 g

Die Stickstoffeinfuhr betrug also 25,9 g N.

Berechnet man hieraus den Werth dieser Kost in Calorien, so findet man, dass durch die Verbrennung derselben im Organismus 3770 Calorien entwickelt wurden. Der calorische Werth der Nahrung, mit welcher ich mich in einer längeren Versuchsreihe auf meinem stofflichen Gleichgewicht erhielt, d. h. weder an Gewicht zunahm noch verlor, betrug 3200 Calorien. Diese

¹⁾ Die Kartoffeln wurden immer roh gewogen und dann abgekocht. Das Gewicht änderte sich beim Kochen wenig. Die Abfälle beim Schälen betragen dann ungefähr 6 pCt. Es wurden also daher statt obiger 300 g = 320 g immer roh abgewogen. Nach demselben Grundsatz wurde in den folgenden Versuchen verfahren.

Zahl übersteigt das von Voit und Pettenkofer für den gesunden Mann aufgestellte Mittel um ungefähr 6—7 pCt. Die Nahrung war also in der jetzigen Versuchsreihe sehr reichlich. Es lässt sich somit mit Sicherheit annehmen, dass sie auch an dem Arbeitstage, an welchem der Stoffumsatz im Körper durch die starke Kohlensäureproduction sehr erhöht war, vollständig genügte. Die einzelnen Nahrungsstoffe beteiligten sich dabei in der Weise, dass Eiweiss 17,5 pCt., Fett 41,2 pCt., Kohlehydrate 35,6 und Alkohol 5,5 pCt. der Wärme lieferten.

An den Ruhetagen wurde die gewöhnliche Laboratoriumsarbeit verrichtet, aber jede stärkere körperliche Anstrengung vermieden. Am dritten Tage wurde von 1—7 Uhr Nachmittag zuerst kräftig gehantelt, dann Bergbesteigungen von 400—500 m gemacht und rasch Spazieren gegangen. Der Puls stieg hierbei zeitweise auf 130 in der Minute, die Athmung auf 48.

Der Urin wurde täglich in 3 Zwischenräumen gesammelt. Von Mittags 12 Uhr bis Abends 7 Uhr, von 7 Uhr Abends bis 7 Uhr früh, und dann in den nächsten 5 Vormittagsstunden.

Folgende Tabelle gibt über die einzelnen erhaltenen Zahlen Aufschluss:

I. Tag.	12 Uhr Mittags bis 7 Uhr Abends	930 ccm Urin	7,42 g N.
7 -	Abends - 7 - Morgens	800 - -	11,312 - -
7 -	Morgens - 12 - Mittags	380 - -	3,617 - -
	Gesamtausscheidung	2110 ccm Urin	22,35 g N.
II. Tag.	12 Uhr Mittags bis 7 Uhr Abends	650 ccm Urin	7,37 g N.
7 -	Abends - 7 - Morgens	660 - -	12,107 - -
7 -	Morgens - 12 - Mittags	370 - -	3,88 - -
	Gesamtausscheidung	1680 ccm Urin	23,36 g N.
III. Tag.	12 Uhr Mittags bis 7 Uhr Abends	630 ccm Urin	7,05¹⁾ g N.
Arbeitstag	7 - Abends - 7 - Morgens	680 - -	11,138 - -
	7 - Morgens - 12 - Mittags	360 - -	4,43 - -
	Gesamtausscheidung	1690 ccm Urin	22,62 g N.
IV. Tag.	12 Uhr Mittags bis 7 Uhr Abends	680 ccm Urin	7,23 g N.
	7 - Abends - 7 - Morgens	620 - -	10,93 - -
	7 - Morgens - 12 - Mittags	310 - -	4,64 - -
	Gesamtausscheidung	1610 ccm Urin	22,81 g N.

Berechnet man noch die stündliche Ausscheidung an den einzelnen Versuchstagen, so ergiebt sich:

¹⁾ Die fettgedruckten Zahlen bezeichnen die Urinmengen, welche während der Arbeitsperiode entleert wurden.

		I. Tag	II. Tag	III. Tag (Arbeitstag)	IV. Tag
12 Uhr Mittags bis 7 Uhr Abends		1,06 g N.	1,05 g N.	1,01 g N.	1,03 g N.
7 - Abends - 7 - Morgens		0,94 -	1,00 -	0,92 -	0,91 -
7 - Morgens - 12 - Mittags		0,72 -	0,78 -	0,89 -	0,93 -
Durchschnittlich stündliche Ausscheidung		0,93 g N.	0,97 g N.	0,94 g N.	0,95 g N.

An allen vier Versuchstagen war also die Stickstoffausscheidung im Urin wesentlich die gleiche. Die starke Muskelthätigkeit an dem dritten Versuchstage hatte keinen Einfluss darauf.

Waren diese Beobachtungen bei sehr reichlicher Eiweisskost gemacht, so wurde bei den jetzt folgenden Experimenten nur sehr wenig N-haltige Nahrung genossen.

Während die gewohnte tägliche Nahrung 100—130 g Eiweiss enthielt und die tägliche N-Ausscheidung im Urin zwischen 16 und 20 g N schwankte, wurden nun nicht mehr als 36 bis 40 g Eiweiss am Tage eingeführt. Die Versuche dauerten immer zwei Tage. Stickstoffgleichgewicht trat dabei nicht ein, sondern es wurde mehr Stickstoff im Urin ausgeschieden, als in der Kost enthalten war. Voit und Pettenkofer suchen dieses Verhalten des Organismus durch die Annahme des „circulirenden Eiweiss“ zu erklären. Nach ihnen wird das bei reichlicherer Eiweissnahrung in den Körpersäften enthaltene Eiweiss das „circulirende Eiweiss“ sofort zersetzt, wenn der Körper eine eiweissärmere Kost erhält. Entsprechend der geringeren Menge Eiweiss, die nun genossen wird, enthält der Organismus eine geringere Menge von circulirendem Eiweiss. Jedenfalls ist sicher, dass es bei dem Uebergang von eiweissreicher zu eiweissarmer Kost 2 bis 3 Tage dauert, ehe wieder Stickstoffgleichgewicht eintritt. Obgleich nun die Versuche immer abgebrochen wurden, bevor Stickstoffgleichgewicht eintrat, so sind sie für unsere Frage doch entscheidend und geben ein genügend klares Bild. Es wurde nehmlich zweimal, immer nachdem man eine annähernd gleichmässige Kost genossen hatte, zu der genau festgesetzten eiweissarmen Kost übergegangen. In der einen zweitägigen Reihe wurde jede körperliche Thätigkeit möglichst vermieden, während in der anderen durch Hanteln, Bergbesteigen und Spazierengehen möglichst viel Muskelarbeit geleistet wurde. Die Thätigkeit

wurde auch in beiden Tagen der zweiten Periode ziemlich gleichmässig ausgeführt.

Die Nahrung war folgendermaassen zusammengesetzt:

Mittags 12 Uhr 500 g Kartoffeln mit 80 g Butter und 500 ccm Bier.

Abends 8 Uhr 500 g Kartoffeln mit 80 g Butter und 500 ccm Bier.

Früh 7 Uhr Kaffee mit 80 g Semmel und 20 g Butter.

Ausserdem wurde im Lauf des Tages noch reichlich Zucker und etwas Cognac genossen.

An einzelnen Nahrungsstoffen wurden täglich eingenommen:

	N-haltige Stoffe	Fette	C-Hydrate	Alkohol
1000 g Kartoffeln	22,0	—	200	—
180 - Butter	1,6	164	—	—
1000 ccm Bier	5,0	—	60	30
100 g Zucker	—	—	100	—
50 - Cognac	—	—	—	25
80 - Semmel	8,0	—	48	—
20 - Kaffee	0,6	—	—	—
	37,2 g	164 g	408 g	55 g.

Der calorische Werth dieser Nahrung betrug also 3735 Calorien. Eiweiss lieferte hiervon 4,6 pCt., Fett 40,6 pCt., Kohlehydrate 44,5 pCt., Alkohol 10,3 pCt.

Die N-Einfuhr betrug also 5,95 g.

Die Stickstoffausscheidung war folgende:

I. Reihe (Ruheperiode).

I. Tag.	12 Uhr Mittags bis 7 Uhr Abends	670 ccm Urin	3,75	g N.
7 -	Abends - 7 - Morgens	540	-	5,443 -
7 -	Morgens - 12 - Mittags	470	-	2,105 -

Gesammtausscheidung 1680 ccm Urin 11,3 g N.

II. Tag.	12 Uhr Mittags bis 7 Uhr Abends	640 ccm Urin	2,06	g N.
7 -	Abends - 7 - Morgens	460	-	3,54 -
7 -	Morgens - 12 - Mittags	360	-	1,81 -

Gesammtausscheidung 1460 ccm Urin 7,41 g N.

II. Reihe (Arbeitsperiode).

I. Tag.	12 Uhr Mittags bis 7 Uhr Abends	270 ccm Urin	3,47	g N.
7 -	Abends - 7 - Morgens	420	-	4,78 -
7 -	Morgens - 12 - Mittags	320	-	1,97 -

Gesammtausscheidung 1010 ccm Urin 10,22 g N.

II. Tag.	12 Uhr Mittags bis 7 Uhr Abends	600 ccm Urin	2,52	g N.
7 -	Abends - 7 - Morgens	440	-	3,19 -
7 -	Morgens - 12 - Mittags	240	-	1,51 -

Gesammtausscheidung 1280 ccm Urin 7,22 g N.

Die stündliche Ausscheidung, aus der vorstehenden Tabelle berechnet, ergiebt:

	Ruheperiode:		Arbeitsperiode:	
	I. Tag	II. Tag	I. Tag	II. Tag
12 Uhr Mittags bis 7 Uhr Abends	0,53 g N.	0,29 g N.	0,5 g N.	0,36 g N.
7 - Abends - 7 - Morgens	0,45	-	0,3	-
7 - Morgens - 12 - Abends	0,42	-	0,36	-
Durchschnittlich stündliche Ausscheidung	0,47 g N.	0,31 g N.	0,43 g N.	0,3 g N.

Also auch aus diesen Beobachtungen geht deutlich hervor, dass bei kräftiger Muskelarbeit die Stickstoffausscheidung nicht vermehrt war.

Das gleiche Resultat ergab schliesslich noch ein Versuch, wo ich ebenfalls bei eiweissarmer Nahrung an einem Tage mich einer bedeutenderen Muskelanstrengung unterzog. Dieselbe bestand in einem sechsstündigen Marsche mit mehrfachen Bergbesteigungen und wurde gemeinsam mit dem damaligen Cand. med. Braun unternommen.

An Nahrung nahm ich dabei zu mir:

Mittags 500 g Kartoffeln, 80 g Butter, 500 ccm Bier.

Abends 8 Uhr 300 g Kartoffeln, 80 g Semmel, 60 g Butter, 50 g Speck, 500 ccm Bier.

Morgens 7 Uhr 20 g Kaffee, 80 g Semmel und 20 g Butter.

Ausserdem noch im Lauf des Tages 250 ccm Wein und 60 g Zucker.

Der Gehalt an Nahrungsstoffen war folgender:

	N-haltige Stoffe	Fette	C-Hydrate	Alkohol
800 g Kartoffeln . . .	17,6	—	160	—
160 - Semmel . . .	16,0	—	96	—
160 - Butter . . .	1,4	147,2	—	—
1000 ccm Bier . . .	5,0	—	60	30
50 g Speck . . .	1,5	36,0	—	—
20 - Kaffee. . .	0,6	—	—	—
250 ccm Wein . . .	0,5	—	2,5	20
60 g Zucker . . .	—	—	60	—
	42,6 g	183,2 g	378,5 g	50 g.

Durch die gesammte Nahrung wurden bei der Verbrennung im Organismus 3780 Calorien entwickelt. Eiweiss lieferte hier von 4,6 pCt., Fett 45 pCt., Kohlehydrate 41,6 pCt., Alkohol 9,3 pCt.

Die N-Einfuhr betrug¹⁾ 6,82 g N.

Die Stickstoffausscheidung, aus dem Urin berechnet, ergab:

I. Tag.	12 Uhr Mittags bis 7 Uhr Abends	580 ccm Urin	3,73 g N
7 -	Abends - 7 - Morgens	530 - -	4,52 - -
7 -	Morgens - 12 - Mittags	130 - -	1,72 - -
Gesamtausscheidung			
II. Tag.	12 Uhr Mittags bis 7 Uhr Abends	470 ccm Urin	2,76 g N
Arbeitstag	7 - Abends - 7 - Morgens	520 - -	3,05 - -
7 -	Morgens - 12 - Mittags	335 - -	1,64 - -
Gesamtausscheidung			
III. Tag.	12 Uhr Mittags bis 7 Uhr Abends	580 ccm Urin	2,226 g N
7 -	Abends - 7 - Morgens	270 - -	1,549 - -
7 -	Morgens - 12 - Mittags	390 - -	1,69 - -
Gesamtausscheidung			
		1190 ccm Urin	5,46 g N.

Berechnet man hieraus die stündliche Ausscheidung, so ergibt sich:

	I. Tag	II. Tag	III. Tag
12 Uhr Mittags bis 7 Uhr Abends	0,53 g N	0,39 g N	0,32 g N
7 - Abends - 7 - Morgens	0,38 - -	0,25 - -	0,13 - -
7 - Morgens - 12 - Mittags	0,34 - -	0,33 - -	0,34 - -
Durchschnittlich stündliche Ausscheidung			
	0,42 g N	0,31 g N	0,23 g N.

Am zweiten, beziehungsweise dritten Versuchstage wurde also eine grössere Arbeitsleistung ausgeführt, und trotzdem trat am dritten Tag augenscheinlich Stickstoffgleichgewicht ein.

Aus allen drei Beobachtungsreihen geht also das Eine mit Deutlichkeit hervor, dass eine Steigerung der Stickstoffausscheidung bei vermehrter Muskelthätigkeit nicht eintritt, gleichgültig ob die Nahrung eiweissreich oder eiweissarm ist.

Wie lassen sich die abweichenden Resultate von Argutinsky, der mit derselben Methode arbeitete, und anderen Autoren, wie Kellner, Pavy, Flint und North nun erklären? Vornehmlich wohl an der Thatsache, dass Argutinsky zu wenig Nahrung in den Versuchsreihen zu sich nahm. Dies geht wohl aus den Angaben²⁾ über die täglich verzehrten Nahrungsmittel,

¹⁾ An den einzelnen Tagen erfuhr die N-Einnahme der täglichen Nahrung in dieser Reihe geringe Schwankungen, indem von den einzelnen Nahrungsstoffen bald etwas mehr, bald weniger verzehrt wurde. Doch war der Einfluss hiervon auf die Versuchsresultate nicht bedeutend.

²⁾ Vergl. den oben citirten Vortrag von I. Munk.

wie aus der Körpergewichtstabelle hervor, nach welcher ein beständiger Gewichtsverlust stattfand. Bei unzureichender Nahrung tritt aber im Organismus sehr rasch ein gesteigerter Eiweissverfall ein, der oft am zweiten und dritten Tag am bedeutendsten ist, um dann wieder abzusinken. Es handelt sich hierbei um verhältnissmässig bedeutende Werthe. Die für den erwachsenen Mann ausreichende Nahrung enthält annähernd so viel Nährstoffe, dass durch deren Verbrennung im Organismus ungefähr 3000 Calorien entwickelt werden. Wird nun jetzt eine Nahrung genossen, die ungefähr 80 g Eiweiss, 80 g Fett und 80 g Kohlehydrate enthält, deren calorischer Werth etwa 1400 Calorien ist¹⁾, so beträgt die Mehrausscheidung des Stickstoffs über die Aufnahme, d. h. der Eiweissverlust des Organismus bei:

Ruhe:

I. Tag	1,45 g N, d.s.	42,6 g Muskelfleisch od.	9,1 g trock. Eiweiss.
II. -	2,13 - - -	62,6 - - -	- 13,3 - - -
III. -	4,6 - - -	135,2 - - -	- 28,7 - - -

Arbeit:

I. Tag	2,18 g N, d.s.	64,1 g Muskelfleisch od.	13,6 g trock. Eiweiss.
II. -	5,12 - - -	150,6 - - -	- 32,0 - - -
III. -	6,0 - - -	176,5 - - -	- 37,5 - - - ²⁾

Bei ungenügender Nahrung also tritt in der That bei erhöhter Muskelthätigkeit eine Steigerung des Eiweissumsatzes des Körpers ein. Eine Erklärung hierfür lässt sich wohl leicht geben. Genügt dem Organismus die gebotene Nahrung nicht, so muss er, um sich auf seinem Bestande zu erhalten, Material von sich selbst, also Eiweiss und Fett zur Verbrennung heranziehen. Bei dem geringen calorischen Werth des Eiweißes³⁾ geschieht dieser

¹⁾ Eine genaue Beschreibung der hier zu erwähnenden Experimente, sowie ein Theil der daraus abgeleiteten Schlussfolgerungen ist von mir in diesem Archiv Bd. 114 gegeben.

²⁾ Um hierbei absolut sichere Zahlen zu gewinnen, wurde an jedem einzelnen Versuchstage die Stickstoffeinfuhr ebenso genau nach der Kjeldahl'schen Methode bestimmt, als die Stickstoffausscheidung im Urin und den Fäces.

³⁾ 100 g Muskelfleisch, die 3,4 g Stickstoff also 21,25 g Eiweiss enthalten, würden bei der Verbrennung im Organismus nur 89,125 Calorien lie-

Ersatz allerdings hauptsächlich auf Kosten des Fettes. Bei reichlicherer Ernährung setzt der Körper immer aber mit dem Fett zugleich auch Eiweiss an. Ein reiner Fettansatz ist bisher ebenso wenig wie ein ausschliesslicher Eiweissansatz jemals beobachtet. Man darf daher auch erwarten, dass, wenn der Organismus gezwungen ist, Körperfett zu verbrennen, er ebenso auch Eiweiss mit in Zersetzung zieht. Insofern entspricht die aprioristische theoretische Erwägung den experimentell gefundenen Thatsachen. Daher wird auch bei grösserer Muskelthätigkeit, wo die erhöhte Kohlensäureproduction sicher anzeigt, dass viel Fett zersetzt wird, dem entsprechend auch mehr Eiweiss umgesetzt werden.

Dieser Eiweissverlust des Organismus, der durch ungenügende Ernährung und besonders durch reichliche Muskelthätigkeit hervorgerufen wird, scheint dadurch weniger bedeutungsvoll für den Organismus zu sein, als man ihn früher anzunehmen geneigt war. Natürlich wird man ihn bei heruntergekommenen, sehr fettarmen Personen ebenso wenig wie den Fettverlust nicht gering anschlagen.

Bis jetzt war aber die Ansicht verbreitet, dass man bei wohlgenährten Personen eine Verbrennung des Fettes begünstigen müsse, während ein Eiweissverlust nicht wünschenswerth sei. Dieser Grundsatz galt als Hauptprincip bei der Behandlung Fettleibiger.

Bei allen Entfettungscuren wird dem Patienten empfohlen sich reichlich Bewegung zu machen, und dabei wird ihm eine verhältnissmässig geringe Nahrung geboten. Berechnet man nehmlich die Kostsätze, welche nach dem Harvey-Banting'schen, Ebstein'schen oder Oertel'schen Regime dem Patienten gestattet sind, so findet man, dass bei allen Autoren der calorische Werth der Nahrung ein ausserordentlich geringer ist.

Nach Harvey-Banting soll der Fettleibige 172 g Eiweiss, 8 g Fett und 81 g Kohlehydrate geniessen. Dadurch werden 1112 Calorien bei der Verbrennung im Organismus geliefert. Durch den Ebstein'schen Kostsatz von 102 g Eiweiss, 85 g Fett

fern, während aus 10 g Fettgewebe, die ungefähr 8,5 g Fett enthalten, schon 79,05 Calorien entstehen.

und 47 g Kohlehydraten werden 1401, durch den Oertel'schen Satz von 170 g Eiweiss, 43 g Fett, 114 g Kohlehydraten werden 1565 Calorien erzeugt. Der erwachsene Mann von 70 kg Körpergewicht bedarf, wie mehrfach erwähnt, einer Nahrung, deren calorischer Werth 3000 Calorien beträgt. Es werden also den Fettleibigen durchschnittlich nur 50 pCt. der Nahrungsstoffe geboten, welche annähernd genügen würden, seinen Körperbestand zu erhalten.

Auf diese Weise wird also ganz entschieden nicht allein Fett zersetzt werden, es tritt auch der erwähnte Zustand des erhöhten Eiweisszerfalls im Organismus ein.

Die ideale Forderung, dass der Körper bei der Entfettungscur fettärmer und zugleich eiweissreicher wird, dass etwa in demselben Maasse wie der Panniculus adiposus schwinden soll; die eiweishaltigen Organe, vor allem das Muskelsystem an Gewicht und Volumen zunehmen, ist also streng genommen unmöglich. Wenn auch bei vermehrter Thätigkeit schliesslich eine Arbeitshypertrophie bei einzelnen Muskelgruppen eintreten wird, so geht dieser Vorgang doch zu langsam vor sich, als dass man mit diesen Grössen für gewöhnlich materiell rechnen könnte. Denn bis jetzt ist es in keiner Stoffwechselreihe gelungen, nachzuweisen, dass der Körper Eiweiss allein zur Muskelhypertrophie zurückbehält. Man muss daher auch die Thatsache, dass man oft in unglaublich kurzer Zeit eine vermehrte Leistungsfähigkeit der Muskeln durch Uebung hervorrufen kann, auf andere Weise als durch die Annahme vermehrter Eiweissablagerung in der Muskelsubstanz sich zu erklären suchen.

Fassen wir zum Schluss die Resultate zusammen, so ergiebt sich:

Auch bei Anwendung der überaus genauen Kjeldahl'schen Stickstoffbestimmungsmethode ist bei eiweissreicher sowohl wie bei eiweissarmer Nahrung der Eiweissumsatz im Organismus nicht gesteigert, d. h. die Ausfuhr der N-haltigen Zersetzungssproducte nicht vermehrt, vorausgesetzt, dass die Menge der gesammten Nahrungsstoffe dem stofflichen Bedarf des Organismus vollständig genügt.

Die Harnstoffscheidung erscheint deshalb unter allen

physiologischen Verhältnissen als ein Factor, dessen Grösse lediglich durch die Menge des Eiweisses in der Nahrung bedingt wird.

Die von einigen Autoren bei starker Muskelarbeit gefundene gesteigerte Stickstoffausscheidung lässt sich auf die ungenügende Ernährung in den betreffenden Versuchen zurückführen. Bei nicht hinreichender Zufuhr von Nahrungsstoffen tritt nehmlich im Organismus auch ein erhöhter Eiweisszerfall ein, und zwar ist derselbe bei starker Muskelthätigkeit grösser als bei Ruhe. Die Erklärung für diese Thatsache liegt darin, dass wenn der Körper eigenes Material verbrennen muss, er Eiweiss und Fett zersetzt, ebenso wie er umgekehrt bei reichlicher Ernährung immer beide Stoffe zugleich apponirt.

Bei Behandlung der Fettleibigkeit, wo bei nicht hinreichen-
der Nahrung verhältnissmässig reichliche Arbeit geleistet wird,
tritt daher ein Eiweissverlust ebenso wie eine Abnahme des
Fettbestandes ein.

Die von einzelnen Forschern aufgestellte theoretische Forde-
rung, dass der Fettleibige nur Fett, nicht auch Eiweiss zersetzt,
widerspricht daher den experimentell gefundenen Thatsachen.
