

Über den Stoffwechsel bei Unterernährung.

Von
M. Rubner.

(Eingegangen am 25. Februar 1930.)

Der Diätversuche, d. h. des Verzehens einer bestimmten Speiseform, gibt es eine große Zahl. Ich habe einen Teil davon in einer Broschüre, alte und neue Irrwege der Volksernährung vor kurzem praktisch besprochen. Ein Diätversuch dieser Art ist der von *Süßkind* ausgeführte, der 25 Monate dauerte und mit dem Zusammenbruch der Versuchsperson endete. Der vorstehend publizierte kürzere Versuch an derselben Versuchsperson aber erlaubt, weil ich nach vielen Richtungen die Analysen erweitert habe, eine eingehendere Betrachtung und wirft zugleich auch etwas Licht auf den langdauernden Versuch.

Der ältere Versuch *Süßkinds*, wird in der halbpopulären Literatur als positives Ergebnis eines Versuches mit minimalen Eiweißmengen auszukommen, ausposaunt, obschon er gerade das Gegenteil besagt.

Der unter Kontrolle in meinem Institut 1927 ausgeführte Versuch hat, um es kurz zu sagen, *was die Bilanzen anlangt*, nichts ergeben, was wir nicht schon erwarten durften. Abgesehen von dem größeren Teil der Stickstoffbestimmungen, die *Süßkind* selbst ausgeführt hat, sind alle übrigen analytischen Arbeiten, in der *chemischen Abteilung des Physiologischen Instituts* unter Leitung von Prof. *Steudel* ausgeführt worden.

Von der sonst üblichen Ausführung solcher Diätversuche unter Klausur, glaubte ich absehen zu dürfen. Alkoholica als Getränke, die sonst sehr leicht Versuche dieser Art gefährden, kamen nicht in Frage.

Ursprünglich haben alle diese Versuche das geheimnisvolle Ziel, das niedrigste Maß der Eiweißzufuhr zu entdecken, und zu beweisen, daß man allgemein zuviel Eiweiß verzehre, also genau nach dem Vorbild und auf den fast seit 30 Jahren ausgetretenen Bahnen *Hindhedes*, der die deutsche Literatur der letzten Dezenien nicht kennt oder nicht kennen will.

Mit Bezug hierauf gibt es aber nichts mehr zu entdecken, denn die Grenzen habe ich schon 1885 mit der Abnutzungsquote gezogen, in ausführlichen Besprechungen auch vom Standpunkt der Volksernährung in Gegenwart von *Hindhede* auf dem Hygienekongreß Berlin erörtert. Aus den umfangreichen Versuchen von *C. Thomas* und zahlreicher Auslandsliteratur scheint es in der Tat überflüssig, noch auf alle Marksteine in dieser Diskussion einzugehen. Merkwürdig bleibt aber, daß in der deutschen Literatur immer noch soviel Unkenntnis über die Grenzwerte des Stickstoffverbrauches herrscht.

I.

Die Nahrung bestand aus Brot, Hühnerei, Milch, Butter, Kartoffeln, Pflanzenbutter, Mandarinenfruchtfleisch, Feigen, Feldsalat und Tomaten. Es war also keine vegetarische Diät. Von den Animalien ist nur das Fleisch weggelassen. Auffallend war zunächst die ungeheure Quantität von Fett in der Kost. Die Versuchsperson war 1,60 m groß und hatte 52—53 kg Gewicht, sie war nach den üblichen Durchschnittszahlen der Bevölkerung untergewichtig um 10% oder mehr, denn sie sollte mindestens 57—60 kg bei der gegebenen Größe wiegen. Untergewichtig schließt keineswegs ein ziemliches Fettpolster aus, denn bei schlechter Muskulatur kann recht wohl das was an Gewicht an Muskeln fehlt, durch Fett ersetzt sein. *Süßkind* hat sich seine Kost ganz frei nach seinen Anschauungen zusammengestellt. Nur zum Schluß wurde noch auf meinen Wunsch eine Serie von Tagen mit erhöhter Eiweißzufuhr eingefügt, über deren Bedeutung später berichtet werden soll.

Ich gebe zunächst die tabellarische Übersicht über den Nahrungsverbrauch:

	In 19 Tagen wurden verzehrt g	In 1 Tag g	In 100 Teilen	
			N	N-Substanz
Weißbrot	1311	69	0,966	6,00
Schlüterbrot	1065	56	1,183	7,37
Kartoffel	1900	100	0,32	2,00
Mandarinenfleisch	1647	192	0,179	1,12
Feigen	2550	150	0,392	2,45
Tomaten	2375	125	—	—
Salat	950	50	—	—
Milch	7600	400	0,47	2,93
Eier	971	501	2,19	13,69
Butter	2230	117	0,14	0,87
Pflanzenfett	1045	—	—	—
			Pro Tag	
	N-Substanz	Fett +	Kohlen- hydrate +	Asche +
Weißbrot	4,18	0,1	38,9	0,66
Schlüterbrot	4,12	0,3	26,8	1,09
Kartoffel	2,00	0,1	20,0	1,09
Mandarinenfleisch	2,15	—	30,3	0,71
Feigen	3,67	—	64,4	4,12
Tomaten	0,87	0,1	4,1	0,73
Salat	0,55	0,1	0,9	0,56
Milch	11,72	14,0	19,2	2,88
Eier	6,98	5,7	0,3	0,56
Butter	1,02	101,0	1,9	1,6
Pflanzenfett	—	55,0	—	—
Summe	37,26 = 5,96 N	176,4	146,8	14,0

Die mit + bezeichneten Werte sind nach Angabe von *König* oder aus eigenen Zahlen berechnet, die N-Zahlen direkt bestimmt mit Ausnahme von Tomaten und Kopfsalat. Fett und Kohlenhydrat sind angenähert richtig, ebenso die Calorien.

Die Nahrung war im allgemeinen gleichartig, doch finden sich auch kleinere Varianten, die man, was die Nahrungsmittel anlangt, in der vorherigen Publikation von *Süßkind* nachsehen wolle.

Die aus dem gewöhnlichen Rahmen ganz herausfallende Diät erfordert Zugaben, um sie schmackhafter und reizvoller zu machen. Man greift daher zu Obst und vor allem zu saftigen Früchten, naheliegend zu Apfelsinen u. dgl. Diese Beilagen bringen so gut wie gar kein Protein, wohl aber organische Säuren und eine größere Menge von Aschebestandteilen.

Man könnte meinen, daß im wesentlichen eine Art Rohkost vorlag, vielleicht noch charakteristischer war das Verlangen von den Kohlenhydraten einen geringen Gebrauch zu machen, d. h. von Stärkemehl, das *Süßkind* für minderwertig hält, was aus den früheren Bemerkungen über „Polysaccharide“ hervorzugehen scheint.

Bekanntlich ist diese Vorstellung für die aufgeschlossene Stärke ganz falsch, nach meinen Untersuchungen ist der Verlust an Stärke bei der Verdauung meist nur zwischen 0,5—1% schwankend.

Für die meisten Personen wird eine Kostform *Süßkind* in hohem Maße unbefriedigend sein.

Wenn wir früher einmal bei Untersuchungen vom sozialen Standpunkte auf eine Ernährung wie bei *Süßkind* gestoßen wären, würde das einen Sturm der Entrüstung gegeben haben, was wir ehemals als Armenkost bezeichnet haben, steht wesentlich über dem, was durch Eigenwahl *Süßkind* sich ausgesucht hatte. Und heute würde das Verlangen, Arbeiter sollten sich mit einer derartigen Kost einstellen, — von der Kostenfrage sei abgesehen — glattwegs zurückgewiesen werden. Auch in der Not läßt sich noch immer eine diätetisch bessere Kostform finden.

Wir teilen nunmehr den Stoffwechsel in drei Perioden auf.

Tabelle 1.

Tag	N-Aufnahme pro Tag	Fett in g	Kohlenhydrate in g	N im Harn pro Tag
1.	6,21	149,7	242,9	4,70
2.	5,80	138,8	228,1	4,48
3.	5,87	138,3	235,5	5,23
4.	5,70	140,6	228,8	4,14
5.	5,86	161,8	204,5	4,70
6.	5,66	161,7	200,4	4,50
7.	5,76	161,9	200,4	4,16
Mittel	5,84	150,3	220,5	4,56
1.	5,69	161,4	202,4	4,06
2.	5,69	161,5	202,4	4,70
3.	5,64	161,4	197,8	4,97
4.	5,46	160,7	195,2	3,91
5.	5,41	161,1	188,7	4,12
6.	4,75	162,1	198,1	3,70
7.	5,64	161,8	195,4	3,95
Mittel	5,47	161,4	200,0	4,33

Tag	N-Aufnahme pro Tag	Fett in g	Kohlenhydrate in g	N im Harn pro Tag
1.	5,75	199,8	161,8	4,32
2.	5,75	198,1	162,4	4,34
3.	5,74	198,6	145,7	5,11
4.	5,84	201,3	146,2	4,07
Mittel	5,77	199,9	154,0	4,46

Tabelle 2.

1. Woche	36,5	Prot.	150,3	Fett	220,5	Kohlenhyd.	=149,6+1398+902	Cal.	=2683
2. „	34,2	„	161,4	„	200,0	„	=140,2+1501+820	„	=2461
3. „	36,1	„	200	„	154,0	„	=148,0+1860+631	„	=2639
(4 Tage)							auf 18 Tage gerechnet		2587 Cal.

Prozent-Zusammensetzung der Kost (Calorienbrutto).

	Protein	Fett	Kohlenhydrat
1. Woche . .	5,57	52,1	42,3
2. Woche . .	5,69	61,0	33,3
3. Woche . .	5,60	70,5	23,9

In der Kost *Süßkinds* waren vom Eiweiß 54,07 animaler Herkunft und 45,93 vegetabilisch.

Die Animalien sind demnach reichlich gegenüber dem vegetabilischen Eiweiß, um so mehr, als man ihnen auch noch das animalische Fett zuzuzählen hätte, das allein etwa 46% aller Calorien ausgemacht hat.

Das charakteristische dieser Kost ist weniger die Eiweißarmut, die sich einem Stickstoffminimum nähert, als vielmehr die *Kohlenhydratarmut und der Fettreichtum*. Betreffs der Kohlenhydrate mag bemerkt sein, daß diese sogar noch etwas geringer an Masse waren wie angenommen, weil bei der Art ihrer Berechnung ein Anteil der Zellmembranen als Kohlenhydrat mitgezählt werden mußte.

Der Fettgehalt der Kost stieg von 52,1%, später bis auf 72%, die Kohlenhydrate sanken von 42% auf 20,7%. Das Volum der Kost war klein und ihr Wassergehalt äußerst gering. Eine Aufnahme bis 241 g Fett pro Tag kommt nahe an die Grenze, welche beim Durchschnittsmenschen der Darm gut resorbiert. 72% Fett der Kost ist etwas Abnormes, wenn man bedenkt, daß es Nationen gibt, welche im Durchschnitt des nationalen Verbrauches überhaupt nur 5% der Calorien an Fett in der Ernährung einführen. Hier bei *Süßkind* ist der Fettverbrauch 14mal größer, wie in den fettarmen Nationalwerten. Dem einzelnen bleibt es unbenommen, wie er sich verköstigen will, wenn aber derartiger Fettkonsum zu einer Massengewohnheit würde, brähe die ganze Ernährungswirtschaft Deutschlands oder auch anderer Kulturländer zusammen, weil die Weltwirtschaft solche Fettmengen nicht beschaffen könnte.

Was die *Ausscheidungen im Kot* anlangt, so waren diese, wie es bei der geringen Menge aufgenommener kotbildender Nahrung begrifflich erscheint, auch gering, aber immerhin nicht unbedeutend.

Entleert wurden bis zum 18. Tag inkl.

	Trockensubstanz	Stickstoff
	g	in g
	60	2,53
	65	2,72
	81	2,27
	102	3,64
	118	4,34
	106	4,26
Summe	<u>532 g</u>	<u>19,74 g N</u>

pro Tag Gramm trocken 29,5 mit 1,096 g N.

Die Menge der im Kot verlorenen Calorien ergibt sich für die ersten 18 Tage wie folgt, nach direkten Bestimmungen in meinem Laboratorium. Der Kot der ersten und zweiten Reihe enthielt im Durchschnitt 12,83 g Asche und als Brennwert 5,210 Calorien pro 1 g trocken und 5,974 Calorien pro 1 g organischer Substanz.

Dieser Wert ist hoch, erklärt sich aber aus dem Fettgehalt des Kotes, der 17,74% ausmachte (bei 10% freien Fettsäuren). Im ganzen gingen zu Verlust im Kot

$$29,5 \text{ g} \times 5,21 = 153,7 \text{ Cal. pro Tag.}$$

Vom Fett gingen täglich 5,23 g zu Verlust.

Der Verlust an Calorien betrug 6,02%.

An Stickstoff aufgenommen 5,69, im Kot 1,10 also Verlust 19,68%.

Auf die neben dem Fett aufgenommene Nahrung entfällt also ein ausfallend großer Verlust, der sich leicht berechnen läßt:

Wir haben Aufnahme	Cal. 2549 pro Tag
davon ab für Fett 165,6 Fett \times 9,3	„ <u>1540 pro Tag</u>
	Rest = 1009

Es waren also nur 1009 Calorien täglich fettfreier Umsatz vorhanden.

Der entleerte Kot betrug 153,7 Cal.
 davon gehen ab für 5,23 g im Kot enthaltenes Fett $5,23 \times 9,3$ 49,9 Cal.
 so daß als Wärmewert für fettfreien Kot bleiben 101,5 Cal.
 was einem Verlust von 10,06% der Nahrung entspricht.

Wenn man berücksichtigt, daß Milch und Eier in der Aufnahme vorhanden waren, d. h. gut resorbierbare Substanzen, so ist der Verlust auffallend groß gewesen.

Für das Fett allein berechnet sich ein Verlust¹ (abgesehen von den Seifen des Kotes) von 3,18%, was die von mir früher beobachteten optimalen Werte der Fettresorption etwas überschreitet.

Alles in allem ist also die von Süßkind erdachte Kost nicht günstig, was ihre Verdaulichkeit anlangt.

¹ Aufnahme täglich 165,5 g Fett, Verlust $5,23 \text{ g} = 3,15\%$.

Betrachten wir den Gesamtstoffwechsel, so ergibt sich folgendes:

Bruttokalorien	2549,1
ab für Kot	153,7
Reincalorien	<u>2395,4</u>

Das scheint sehr wenig, man muß sich aber vergegenwärtigen, daß es sich um eine Person handelte, die nicht viel mehr wie ein Japaner wog, etwa 53 kg. *Süßkind* schreibt in dem oben erwähnten Bericht über 25 Monate Ernährung bei minimalen Eiweißverbrauch, er sei zeitweilig von besonderer Leistungsfähigkeit, auch was die Muskelkraft anlangt. *Von all dem haben wir nichts beobachten können.* Seine Leistungsfähigkeit war gering, man darf sagen, daß 2 Tage der Woche an Arbeit im Laboratorium ohnedies ausfielen und auch sonst leistete er zeitlich genommen kaum die Hälfte von dem, was irgendein anderer Laborant zu leisten pflegte.

Rechnen wir von 54 kg auf 70 kg weil das so allgemein üblich geworden ist, da es sich hier teils um eine kleine Person, teils um Abmagerung handelt, kann man etwa mit 1,3 multiplizieren; alsdann hätten wir für 72 kg *gerechnet rund 3113* Calorien (Reincalorien) und pro 1 kg 44,4 Reincalorien, das ist viel.

Dieses Maß an Calorien überschreitet den Nahrungsbedarf eines guten Arbeiters, mit einer solchen Nahrung pflegt ein Mechaniker, Schuster oder dgl. in seinem Gewerbe auszukommen. Bei der geringen körperlichen Arbeit des Herrn *Süßkind* stand also *zweifellos Fett zum Ansatz* zur Verfügung, nicht unerheblich aber doch noch soviel, daß es in einem Versuch von 18 Tagen durch Abgabe von Wasser vom Körper im Gewicht kaum zum Ausdruck kam.

Wenn wir während der Blockadezeit solche Nahrungsmengen hätten erhalten können, wäre uns das ganze große Sterben erspart geblieben. Von einer „Gewöhnung“ an einen niedrigeren Stoffwechsel kann hier gar keine Rede sein.

Ich habe dann weiter den *Basalstoffwechsel* feststellen lassen, die Bestimmung wurde im Arbeitsphysiologischen Institut ausgeführt.

Der respiratorische Quotient war sehr niedrig, im Durchschnitt etwa dem des Fettes entsprechend (0,73), eine Größe, die sich auch aus der Zusammensetzung der Kost entnehmen ließ (0,713). Für den calorischen Wert des Sauerstoffes kann man nach der Art der Kost schätzend pro 1 ccm O 4,713 Calorien zugrunde legen. Im Mittel war der O-Konsum pro 1 Minute:

$$\begin{aligned} 203,3 \text{ ccm} &= 0,958 \text{ kg Calorien pro 1 Minute} \\ &= 57,5 \text{ kg Calorien pro 1 Stunde} = 1380 \text{ pro Tag.} \end{aligned}$$

Die Gesamtcalenorienmenge war 2395 O-Calorien pro Tag (Reincalorien). Von dem Basalstoffwechsel = 1380 Calorien trafen 152,9 auf Eiweißzufuhr = 10,9% auf den Gesamtnahrungsverbrauch bezogen. Der Basal-

stoffwechsel *pro 70 kg* gerechnet, beträgt 1725 Calorien, er war relativ höher, als der Durchschnitt der sonst angenommenen Zahlen (1650 Calorien).

Die Anzahl der Basalbestimmungen war aber nur beschränkt, sie wurden am Schluß der Versuchsreihe ausgeführt. Wir sehen jedoch, was wesentlich ist, einen Stoffwechsel, der fast ausschließlich durch Fettnahrung gedeckt wird. Eine Erniedrigung des Basalstoffwechsels hat trotz der hohen Verluste an Körpersubstanz den wir nach den anthropologischen Konstanten und dem ganzen Habitus annehmen müssen, nicht stattgefunden, obschon es sich früher bei *Süßkind* zweifellos um eine chronische Eiweißunterernährung handelte.

Es hatte Interesse die eben besprochene 18tägige Reihe mit jener Nahrung zu vergleichen, die sich *Süßkind* in seiner Publikation in einer Tabelle zu 32 g Protein, 93,8 Fett, 301,3 Kohlenhydrat und 2238 Calorien für die 25 Monate im Mittel errechnet hat. Er hat dabei die Tabellen von *Schall* und *Heißler* benutzt, welche Reincalorien angeben, die kalorimetrischen Werte von *Schall* und *Heißler* treffen nicht zu, da diese für Eiweiß 4,8 Calorien, für Kohlenhydrate 4 Calorien annehmen. *Süßkind* hat die Wärmewerte aber mit den richtigen Standardwerten berechnet, was sich durch Nachrechnung findet.

Es ergibt sich also folgendes für die Zufuhr:

	Protein g	Calorien
Reihe von 25 Monaten	32	2238
neue Reihe	35,3	2395

Die beiden stimmen also gut überein, nur ist die Art der Eiweißzufuhr in der neuen Reihe geändert und über die Hälfte animales Eiweiß eingenommen werden.

II.

Der Hauptwert wird von den Unsachverständigen bei Versuchen wie sie *Süßkind* gemacht hat, auf den Eiweißstoffwechsel gelegt, während man doch den Eiweißstoffwechsel in seinen Wirkungen nur im Zusammenhang mit dem Gesamtstoffwechsel verstehen kann, wie sich eben im Abschnitt I wieder einmal gezeigt hat. Nachdem die Ernährung von *Süßkind* näher charakterisiert ist, wollen wir zur Stickstofffrage übergehen.

Übersicht über 19 Tage minimaler Eiweißzufuhr.

N-Werte pro Tag					
Tag	Zufuhr	N im Harn	N im Kot	Gesamt-N-Ausfuhr	Differenz Zufuhr - Ausfuhr
	6,21	4,70	0,84	5,54	+ 0,67
	5,80	4,48	0,84	5,32	+ 0,58
	5,87	5,23	0,84	6,07	- 0,20
	5,70	4,40	0,90	5,30	+ 0,40
	5,86	4,70	0,90	5,6	+ 0,26
	5,66	4,50	0,90	5,40	+ 0,26
	5,76	4,16	1,13	5,29	+ 0,47

Tag	Zufuhr	N im Harn	N im Kot	Gesamt-N-Ausfuhr	Differenz Zufuhr - Ausfuhr
8.	5,69	4,06	1,13	5,19	+ 0,50
	5,69	4,70	1,21	5,91	- 0,22
	5,66	4,97	1,21	6,18	- 0,52
	5,46	3,91	1,21	5,12	+ 0,34
	5,41	4,12	1,45	5,57	- 0,16
	4,74	3,70	1,45	5,15	- 0,41
15.	5,64	3,45	1,45	4,86	+ 0,78
	5,74	4,32	1,06	5,38	+ 0,36
	5,74	4,34	1,06	5,40	+ 0,34
	5,74	5,11	1,06	6,17	- 0,43
19.	5,84	4,07	1,06	5,13	+ 0,71
	6,76	4,38	1,43	5,81	+ 0,95

Vorstehende Tabelle ergibt eine Generalübersicht des Stickstoffwechsels.

	Bilanz pro Tag		
	1. Periode	2. Periode	3. Periode
Harn N	4,56	4,33	4,46
Kotdurchschnitt	1,10	1,10	1,10
Ausfuhr	5,66	5,43	5,56
Zufuhr	5,84	5,47	5,77
Bilanz	+ 0,18	+ 0,04	+ 0,21

Der Tag 19 gehört einer Nachperiode mit erhöhter Stickstoffzufuhr an und bleibt hier außer Betracht.

Kurzweg kann man sagen, Süßkind stand mit der Eiweißzufuhr im Gleichgewicht. Alle Fehler einer solchen Versuchsreihe fallen freilich in der Richtung, daß jeder Verlust im Harn, Kot die Nichtberechnung der körperlichen Abnutzung und des Stickstoffverlustes mit Schweiß einen *Ansatz vortäuschen*.

Wie sehr bei einfacher Verrechnung von Nahrungsmitteln sich Fehler einschleichen können, geht aus folgendem hervor. Nach den Versuchen von *Süßkind* habe ich die Liste der von ihm verbrauchten Nahrungsmittel wieder einkaufen lassen, alles gemischt und den mittleren Stickstoffgehalt bestimmt,

$$\begin{array}{l}
 \text{aus dem sich dann} \quad 6,18 \text{ g N ergab pro Tag} \\
 \text{wozu noch} \quad \quad \quad \underline{0,16 \text{ g N aus Butter}} \text{ zukamen} \\
 = 6,30 \text{ g N im ganzen.}
 \end{array}$$

Es geht also bei Bilanzversuchen nicht an, mit den Zahlen von Nahrungsmitteltabellen zu rechnen, die direkten Analysen sind notwendig. Ich nehme an, daß der höhere Befund an Stickstoff in der

Nahrung von Schwankungen des Stickstoffgehaltes der Marktware herrührt.

Was bedeutet nun der bei *Süßkind* festgestellte Stickstoffverbrauch, der ähnlich auch bei seinen früheren Diätversuchen bestanden haben mag.

Mit Abnahme des Eiweißgehaltes der Zellen muß also auch der Gesamtenergieverbrauch sich mindern. Wenn man zwei Personen derselben Konstitution vergleicht, verhält sich der Calorienverbrauch wie die Oberfläche. Nimmt man die Größe 60:65 und 60:70, so nimmt der Stoffwechsel von 100:105 bzw. von 100:110,8 zu. Wenn aber infolge von Eiweißverlusten der Stoffwechsel sich ändert, scheint der Gesamtstoffwechsel wie der Stickstoffverlust oder rascher zu fallen.

Bei steigendem Stickstoffgehalt hätte man 100:108 für 60:65, und 100:116,6 bei 60:70. Kompliziert kann ein Versuch werden durch starke Gewichtszunahme, durch Fettablagerung. Hier steigt die Caloriennorm mit der Oberfläche, während das Körperfett nebenbei stark mindernd auf den Eiweißverbrauch einwirkt.

Während schon öfter darauf hingewiesen worden ist, daß bei Unterernährung der Basalstoffwechsel relativ abnimmt, habe ich bei *Süßkind* nachgewiesen, daß dessen Basalstoffwechsel nicht geringer war, als eben seinem geringen Körpergewicht entsprach.

Eine von mir schon vor längerem aufgeworfene Frage wäre die, ob bei den kleinsten Mengen stickstoffhaltiger Nahrung ein Stickstoffgleichgewicht (für eine bemessene Zeit) eine wirkliche Deckung aller Stickstofffunktionen bedeutet. Ein Stickstoffgleichgewicht bedeutet ja noch kein Vitamingleichgewicht, oder Aschegleichgewicht oder Phosphatidgleichgewicht u. dgl., aber es könnte auch so sein, daß manche Organe von dem eingeführten Stickstoffmaterial relativ mehr in Beschlag nehmen, während ein Äquivalent Stickstoffmangel sich in anderen ausbildet. Zu beweisen ist derartige vorläufig nicht, aber als für unmöglich möchte ich solche Vorkommnisse nicht halten. Am ehesten könnten sich derartige Verhältnisse bei nicht vollwertigen körperfremden Stickstoffsubstanzen ergeben.

Mit *Süßkind* läßt sich vergleichen das Stickstoffminimum, das v. *Hoeßlin* und ich bei einer Gruppe von fünf weitest unterernährten Gefangenen beobachtet haben¹.

Das Gewicht <i>Süßkind</i> war	52—53	Minimum Protein	35,3	Cal.	2395
Das Gewicht der Gefangenen	49,4	„	„	25,6	„ 2637—2230
ältere Reihe <i>Süßkind</i>	52	„	„	32,0	„ 2238

Die (fünf) Gefangenen stellten sich also noch etwas niedriger ein als *Süßkind*, waren auch zweifellos noch unterernährter als letzterer. Die

¹ v. *Hoeßlin*: Z. Biol. 88, 149 und *Rubner*: Arch. f. Physiol. 1919, 49.

Feststellung von *Süßkind* bietet also in dieser Hinsicht nichts Neues, die viel umfangreicheren Versuche von mir und *v. Hoeßlin* sind schon vor 11 Jahren publiziert worden, scheinen aber in der deutschen Literatur bereits vergessen.

Will man sich bei diesem Vergleich nicht beruhigen, so kann man die Werte von *Süßkind* auch auf 70 kg umrechnen. *Süßkind* 6,8 g N am Tag = 35,13 g Protein = 1,092 g N pro kg und Tag für 70 kg = 7,71 g N = 48,5 g Protein, dabei über die Hälfte vollwertiges Eiweiß.

Wenn man den Basalstoffwechsel in Betracht ziehen und auf ihn den Proteinverbrauch berechnen will, so hätte man: 48,5 g Protein bei 70 kg Gewicht = 198,8 Calorien aus Eiweiß Basalstoffwechsel 1725 Calorien, also das beobachtete Minimum macht aus = 11,52% an Eiweißcalorien. Bei den Gefangenen war der Wert noch etwas kleiner, schätzungsweise 8% Eiweißcalorien. Nochmals tiefer lag die Abnutzungsquote (also ohne Stickstoffzufuhr) bei sehr reichlicher Kohlenhydratzufuhr bei *O. Thomas* allerdings nicht in einer längeren Versuchsreihe bestimmt, nämlich rund bei 4% Eiweißcalorien des Basalstoffwechsels (= 16 g Protein für 70 kg!).

Wohl wäre zu erwägen, daß ja die Abnutzungsquote primärer Art, auch unterschritten werden kann unter Einbuße einzelner Funktionen (sekundäre Abnutzungsquote). Im übrigen hat es kaum einen Wert weitere Überlegungen anzustellen, weil ja die Bestimmungen der Stickstoffumsätze mehrere Ungenauigkeiten enthalten können. Die Zahlen fallen roh alle wieder in den Rahmen der approximativen Bestimmungen der Abnutzungsquote an Säugetieren und Vögeln vom Jahre 1885 in der Größe von 5—6% des Rohumsatzes.

Der Versuch Süßkinds bietet also wie hinsichtlich des Calorienverbrauches, so hinsichtlich des Eiweißverbrauches nichts Außergewöhnliches.

Hiermit schließt die Bilanzfrage des Diätversuches ab. Es ist ersichtlich, daß *Süßkind* als ein stark Unterernährter jahrelang gelebt hat. Er hat aber nicht auf einem physiologischen Minimum seiner Konstitution gelebt.

Durch Eiweißverlust, wenn die Zellen ihr Eiweiß einbüßen, kann man schließlich beliebig verschiedene Minima herstellen, auch Minima der *Unterernährung*. Auf einer dieser Stufen der Unterernährung ist *Süßkind* stecken geblieben, die Gefangenenversuche von mir und *v. Hoeßlin*, waren noch etwas weiter heruntergekommen.

Der falsche Schluß, der von *Hindhede* und vielen anderen aus solchen Versuchen gezogen wird, liegt in der Propagierung solcher Werte als Maß normaler Ernährung. Zweifellos könnte man das Gewicht eines Menschen von 60 kg auch noch unter 40 kg absinken lassen, wobei man dann noch etwas niedrigeres Gleichgewicht bekäme mit allmählichem

Einschleichen zum sekundären Minimum und Ausschluß wichtiger Funktionen. Solange es Nahrungsmittel frei im Handel gibt, wird niemand so töricht sein, bei pathologischen Erscheinungen eine Diät weiter zu führen, er wird die Nahrung wechseln. Als wir in der Blockade eben keine freie Nahrung hatten, mußten wir über uns hereinbrechen lassen, was wir Deutsche niemals vergessen sollten.

Bei *Süßkind* sind sogar schon ziemlich früh solche Zustände von Seiten des Magen- und Darmkanals eingetreten, welche ihn in der ersten Reihe zu vernünftiger Diät zurückgebracht haben. Der Körper ist eben klüger gewesen als der Geist, der sich eine Theorie zum Ideal wählen wollte.

III.

Auch die Vorstellung von den Schlacken ist durch populäre Schriften weit verbreitet. Solche sollen jahrelang im Körper liegen bleiben und Schaden bringen, auf den Nachweis solcher Schlacken wartet man vergebens. Selbstverständlich müßte sich die Stoffwechsellehre mit den „Schlacken“ beschäftigen, denn wenn es solche langdauernde Verschiebungen und Anhäufungen gäbe, wäre es ja unmöglich gewesen, den Eiweißstoffwechsel im Körper zu verfolgen. Es hat sich unter normalen Verhältnissen nie Erhebliches von solchen Dingen nachweisen lassen.

Daß sich kleinste Mengen stickstoffhaltiger Bestandteile durch Trinken auswaschen lassen, habe ich selbst vor Dezennien gezeigt, trinkt man weniger, so bleibt wieder etwas von solchen Stoffwechselprodukten zurück. Positive Angaben über die Zurückhaltung einzelner Bestandteile des Fleischextraktes¹ habe ich selbst mitgeteilt, wir kennen aber nicht alle Stoffe, welche zurückbleiben. Der Annahme, daß diese Zurückhaltung für ein paar Tage sogar etwas Förderliches sei, kann nicht widersprochen werden. Jahrelange Versuche, die ich an mir selbst durch Genuß sehr reichlicher Mengen von Fleischextrakt unternommen habe, haben nicht das geringste Nachteilige erweisen lassen. Später haben *Falta*² und auch *Stähelin* Angaben gemacht, daß der Stickstoff mancher Eiweißstoffe allerdings bei sehr reichlicher Fütterung die teilweise eine volle Eiweißernährung bedeutete, nicht in 24 Stunden voll ausgeschieden würden. Das besagt aber nichts für eine wirkliche längere Retention, was man so Schlacken nennt, bekommt man auch in sehr reichem Maße durch Vegetabilien in dem Körper. Von ihnen dürfen wir aber auch annehmen, daß sie, wenn unnötig, bald wieder ausgeschieden werden.

Von der niedrigen Stickstoffzufuhr wird von den meisten Autoren a priori angenommen, daß die Menge der „Schlacken“ geringer sei als

¹ *Rubner*: Das Verhalten der Extraktivstoffe des Fleisches im Tierkörper. Arch. Hyg. 51, 19 (1903).

² *Falta*: Dtsch. Arch. klin. Med. 81, 522 (1906).

bei irgendeiner anderen Form der Ernährung. Dies trifft nicht zu, ich werde an anderer Stelle auf diese Frage noch eingehen. Nur eines mag bemerkt sein, je mehr wir uns einem Minimum nähern, um so unvollkommener wird die Eiweißspaltung bei der Zersetzung. Auf die Veränderung des Quotienten $\frac{\text{Cal}}{\text{N}}$ im Harn mit dem Umsatz habe ich schon 1885 als erster aufmerksam gemacht und den höchsten normalen Quotienten habe ich beim normalen Säugling beobachtet, nämlich über 11, während man sonst mit 7 bis 8 rechnen kann und bei Eiweißfütterung herunter bis zum Werte des Harnstoffs kommt. *Bickel* scheinen diese Tatsachen nicht bekannt zu sein, da er nicht für notwendig hielt, meiner früheren Beobachtungen zu gedenken.

Von den Eiweißschlacken fürchten die Proteinphobisten besonders die *Harnsäure*. Gerade diese aber war in den Ausscheidungen von *Süßkind* reichlich vorhanden. Sie betrug 0,112 g N pro Tag und *Süßkind* hätte eine an Stickstoff viel reichere Kost genießen können, ohne eine größere Harnsäureanreicherung aufzuweisen.

	13,5 g N in Milch hätten nur	0,013 g N als Harnsäure geliefert
	21,9 g N aus Eiweiß	0,087 g N „ „ „
und selbst	9,4 g N in Fleisch nur	0,112 g N „ „ „

Wenn man aber bedenkt, daß *Süßkind* bereits über die Hälfte seines Stickstoffs aus Milch und Eiern deckte, so muß die große Harnsäuremenge die aus dem vegetabilischen Anteil seiner Kost stammte, besonders überraschen. Ich habe schon vor längerer Zeit auf den Irrtum hingewiesen, bei Pflanzenkost (Brot) stets geringe Harnsäurewerte zu erwarten.

Die sonstige Zusammensetzung des Harnes ergibt sich aus folgender Tabelle.

Am 11.—14. Tag inkl. wurde bei kleinster N-Ausscheidung der Harn näher untersucht und gefunden.

Im Harn pro Tag war enthalten:

Versuchstag	Gesamt-N im Harn	Harnsäure- N	Kreatinin- N	Ammoniak- N	Harnstoff- N	Rest-N
11.	3,91	0,083	0,193	0,171	2,692	—
12.	4,12	0,124	0,247	0,205	2,647	—
13.	3,70	0,103	0,217	0,180	2,220	—
14.	3,95	0,120	0,253	0,187	2,613	—
Mittel	3,92 = 100%	0,107 2,73	0,227 5,78	0,183 4,66	2,549 65,03	— 21,8

Der Reststickstoff der unbekanntten Verbindungen ist sehr erheblich.

IV.

Ein Interesse beansprucht noch die Wasserbilanz.

Die Gesamtnahrungsaufnahme betrug wasserhaltig . . .	1193 g pro Tag
Trockensubstanz	<u>313 g pro Tag</u>
also Wassermenge.	880 g.

Hierzu kommt aus dem Stoffwechsel noch das Oxydationswasser aus der Verbrennung der Nahrung.

Nach der Berechnung von *Nothwang*¹ kann man annehmen:

für 1 g N	22,13 Wasserbildung im Gramm
1 g Fett	1,03 g Wasserbildung
1 g Stärke . . .	0,55 g.

Für die Nahrung der Versuchsperson (bei kleiner Eiweißzufuhr).

6,0 N × 22,13 =	132,8
176,4 × 1,03 =	181,3
146,7 × 0,55 =	<u>80,8</u>
	394,9 g pro Tag

Dem Körper standen also nicht nur 880 g, sondern $880 + 395$ g = 1275 g Wasser zur Verfügung.

Da nach meinen Erfahrungen im Stickstoffminimum bei gemischter Kost etwa 20 g fester Bestandteile im Harn pro Tag ausgeschieden werden, wird das Wasser im Harn der ersten Woche rund $347 - 20 = 327$ g betragen haben und auf den Kot kommen rund etwa 80 g, also in runder Summe etwa 407 g Wasser im Harn und Kot, somit bleiben für Verdunstung $1275 - 407 = 868$ g, was durchaus zureichend ist, um die Bedürfnisse einer nicht arbeitenden Persönlichkeit zu decken.

Die 868 g Wasser, welche verdunstet sein können, entsprechen an Wärmebindung 521 kg Calorien, im Verhältnis zu den 2395 Reincalorien sind dies 21,6% der gesamten Wärmebildung, was gerade auf den Durchschnitt der Wärmeverluste durch Verdunstung bei mittlerer Stubenwärme hinausläuft.

Vielleicht ist es klinisch nicht ohne Bedeutung, daß hier eine Diät vorliegt, welche mit einer ungeheuer kleinen *Harnmenge* durchführbar war, wenn schon die hohe Konzentration des Harnes bis 1032 immerhin nicht jedem Menschen ertragbar ist.

V.

Eine Eigenart der Unterernährten liegt, wie ich schon vor längerem am Hund und am Menschen gezeigt habe, in der ungeheuer erhöhten Anziehung des Nahrungseiweißes, d. h. dessen Ablagerung. Deswegen wollte ich die 5. Reihe mit stufenweise erhöhter Eiweißzufuhr anfügen, wie *Hoefflin* und ich dies bei den unterernährten Gefangenen getan

¹ *Nothwang*: Arch. Hyg. 14, 300.

hatten. Aber *Süßkind* war zu einem solchen Versuche nicht zu gebrauchen. Ich erreichte schließlich nur eine Mehrung auf 60 g Eiweiß im Tag durch Erhöhung seines Milchkonsums. Das ist wieder ein Beispiel für die mir seit Jahrzehnten bekannte Tatsache, die jeder bestätigen wird, der das Ernährungsgebiet bearbeitet, daß der Mensch nur in seltenen Fällen als Versuchsperson sich eignet, weil er reich an Vorurteilen ist und jede Änderung seiner Kost mit größtem Mißtrauen betrachtet. Die Mehrzahl der Autoren haben deshalb Versuche am eigenen Körper ausgeführt. In geringerem Grade begegnet man ähnlichen Vorkommnissen bei Versuchstieren. Sie haben eben keine vorgefaßten Ernährungstheorien.

Den Stickstoffaufbau kennen zu lernen ist eben so wichtig wie die Feststellung der Gesetze des Abbaues, die man viel häufiger studiert hat. Durch meine Versuche ist festgestellt worden, daß sich die zweckmäßige Beschleunigung des Eiweißaufbaues von der Minimumgrenze bis 60% Eiweißgehalt der Kost hinzieht, und als praktisch bestens verwendbaren Gehalt 30% Eiweiß erkennen läßt. Zu kleine Eiweißüberschüsse sind unrationell in jeder Hinsicht.

Weiter habe ich festgestellt, daß zwischen Eiweißzufuhren und Eiweißbestand des Körpers eine wichtige nähere Beziehung besteht. *Je reicher die Zelle an Eiweiß wird, desto weniger groß ist die Tendenz der Eiweißablagerung.* Je abgemagerter die Zelle ist, mit desto größerer Gier rafft sie das im Nahrungsstrom gebotene Eiweiß an sich.

Über den Stoffwechsel von unterernährten Personen sind wir durch die Versuche *v. Hoeßlin*¹ gut unterrichtet, wenigstens über die Grenzen der Abmagerung, welche während der *Blockade* häufig waren. Die Versuche sind nicht an einer einzelnen Person, sondern an einer Gruppe von 5 Leuten mit einer Körpergröße von 164 cm, welche auf 48—52 kg abgemagert, jedoch weder Ödeme hatten noch bettlägerig waren, gemacht worden. Nahrungsmittel, Harn und Kot wurden in meinem Laboratorium analysiert.

Voraussetzung aller Beobachtungen, die sich auf den niedrigen Eiweißverbrauch beziehen ist ein bestimmter Anteil von Kohlenhydraten. Darauf gehe ich nicht näher ein, die Frage der Wirkung eines größeren Calorienüberschusses kann auch nur gestreift werden.

Bei Eiweißarmut der Zelle stellt sich diese rascher mit der Nahrung ins Gleichgewicht unter relativ größerem Aufbau der Zelle. *Bei dem Aufbau beobachtet man stets nebenbei eine Mehrzersetzung von Eiweiß.* Charakteristisch für einen heruntergekommenen Körper ist ferner der längere Zeit hindurch fast *gleichbleibende Stickstoffansatz*. An dieser Stelle muß ich zur Erläuterung die Zusammenstellungen anführen, die sich aus dem Material der Versuche *v. Hoeßlin* machen lassen.

¹ *v. Hoeßlin*: Z. Biol. 88, 149 (1919).

Stoffwechsel pro Person und Tag.
(Je 5 Personen, Größe 164 cm und Durchschnittsgewicht 45 kg.)

N-Mittel	N-Aufnahme	Aus-scheidung	Bilanz	Gewicht kg	Calorien Mittel	Von 100 Calorien			Um-satz Mittel g N
						Protein	Fett	Kohlenhydrate	
15,5	13,8	7,0	+ 6,8	48,2	2524	15,7	34,7	60,0	7,9
	17,1	7,3	+ 9,8	—					
	14,8	8,6	+ 6,2	48,7					
	16,2	8,4	+ 7,8	49,7					
	16,1	8,2	+ 7,9	48,5					
20,2	20,2	8,1	+12,1	48,8	2495	20,8	26,1	53,0	10,0
	20,2	9,3	+10,9	49,4					
	20,8	11,1	+ 9,7	49,4					
	19,6	10,6	+ 9,0	50,4					
	20,2	10,9	+ 9,3	49,7					
20,0	19,9	10,6	+ 9,3	49,0	3596	14,2	22,5	63,3	11,2
	20,7	10,9	+ 9,8	50,5					
	20,0	11,9	+ 8,1	50,9					
	19,6	10,2	+ 9,4	51,1					
	20,0	12,3	+ 7,7	51,6					
29,3	30,0	11,5	+18,5	52,1	3920	19,1	27,9	53,0	12,1
	30,0	12,2	+17,8	52,2					
	26,3	12,4	+13,9	51,8					
	30,0	12,8	+17,2	53,0					
	30,0	11,7	+18,3	52,8					
15,1	14,8	9,7	+ 5,1	51,5	2082	18,5	30,2	51,3	9,7
	13,8	10,1	+ 3,7	50,8					
	17,6	10,6	+ 6,5	50,7					
	16,2	10,9	+ 5,3	—					
	13,8	7,4	+ 6,4	51,6					
14,5	14,5	8,1	+ 6,4	51,5	3925	9,5	12,1	78,4	9,4
	14,5	9,6	+ 4,9	52,2					
	14,5	9,0	+ 5,5	52,0					
	14,5	8,6	+ 5,9	52,9					
	14,5	11,5	+ 3,0	52,2					

N-Aufnahme	Aus-scheidung	Bilanz	Gewicht kg	Calorien Mittel	Von 100 Calorien			Umsatz Mittel
					Protein	Fett	Kohlenhydrate	
10,8	7,28	+ 3,76	50,2	2295	12,2	16,9	70,9	6,53
10,8	6,25		49,7					
10,8	6,81		49,8					
10,8	7,84		50,5					
5,05	—	+ 0,10	—	2231	5,8	25,2	69,0	5,02
5,05	6,06		50,3					
5,05	5,14		50,3					
5,05	3,92		49,5					
4,15	4,14	+ 0	49,0	2637	4,0	50,2	45,8	4,15
4,15	4,42		49,2					
4,15	4,07		49,2					
4,15	3,98		49,4					

Zur leichteren Übersicht stelle ich die Versuche zusammen nach dem Gehalt der Nahrung an Protein geordnet.

Daraus folgt noch die Tabelle:

Von 100 Calorien			Gesamt-Calorien	N-Menge im ganzen	N-Umsatz	N-Ausscheidung
Protein	Fett	Kohlenhydrate				
4,0	50,2	45,8	2637	4,15	4,15	0
5,8	25,2	69,0	2231	5,05	5,04	+ 0,10
9,5	12,1	78,4	3925	14,5	9,4	+ 5,10
12,2	16,9	70,9	2295	10,8	7,0	+ 3,76
14,2	22,5	63,3	3596	20,0	11,2	+ 8,80
15,7	34,3	60,0	2524	15,5	7,9	+ 7,60
18,5	30,2	51,3	2682	15,10	9,7	+ 5,4
19,1	27,9	53,0	3920	29,3	12,1	+ 17,2
20,8	26,1	53,0	2495	20,2	10,0	+ 10,2

Tagelang bleibt der Stickstoffansatz auf der gleichen Höhe (5 Tage) zum Teil werden enorme Stickstoffmengen pro Tag angelagert.

Jede Steigerung der Zufuhr hat *sofort* wieder eine Steigerung des Eiweißansatzes zur Folge. Bei genauer Durchrechnung die ich hier weglassen muß¹ habe ich gefunden, daß von dem Überschuß der Eiweißzufuhr ein ungefähr gleichbleibender Prozentsatz zur Anlagerung kommt (rund 60%), der Rest aber dynamisch verbraucht wird.

Bei den vorstehenden Versuchen hatten die Einzelperioden nur 5 Tage Dauer, nährt man länger, so findet unter Anwuchs von Eiweiß eine Steigerung der Stickstoffzersetzung und schließlich Gleichgewicht statt. Bei Rückkehr von einer höheren Eiweißgabe der 5tägigen Periode zu einer niedrigeren sinkt einfach der Stickstoffumsatz *ohne* Abgabe von Eiweiß aus der früheren Periode.

Betreffs der *Calorienzufuhr* sagen die Gefangenenversuche aus: Abundante Calorienmehrung drückt den Umsatz tatsächlich noch herunter und steigert den Ansatz (s. Zeile 3, 5, 8) der vorstehenden Tabelle.

Die Versuche *Süßkinds* mit erhöhter Stickstoffzufuhr sind in nachstehender Tabelle zusammengestellt.

Reihe mit erhöhten N-Zufuhren.

Tag	Zufuhr an N	Harn-N	Kot-N	Gesamt-N Ausfuhr	Bilanz
20.	8,41	4,44	1,43	5,87	+ 2,64
21.	8,30	4,67	1,43	6,10	+ 2,20
22.	8,32	4,94	1,07	5,01	+ 3,31
23.	8,56	4,78	1,07	5,85	+ 2,71

¹ *Rubner: Arch. f. Physiol. S. 54.*

Tag	Zufuhr an N	Harn-N	Kot-N	Gesamt-N Ausfuhr	Bilanz
4 Tage mit gewöhnlicher Kost wie die Tage 1—19.					
1.	8,75	4,20	1,62	5,82	+ 2,93
2.	8,91	4,84	1,62	6,46	+ 2,45
3.	8,65	5,86	1,43	7,31	+ 1,34
4.	8,14	7,37	1,43	8,80	— 0,66
5.	8,78	5,69	1,43	7,12	+ 1,66
6.	8,26	6,07	1,35	7,42	+ 0,84
7.	8,31	5,98	1,35	7,33	+ 0,98
8.	8,41	5,91	1,35	7,26	+ 1,15
9.	8,25	6,70	1,38	8,08	+ 0,21
10.	8,41	6,53	1,38	7,91	+ 0,51
11.	8,63	6,36	1,38	7,34	+ 1,19
12.	8,38	6,79	1,38	8,17	+ 0,21

Wie man sieht, fand zu Anfang der Reihe keine Änderung in der Harnstickstoffausscheidung, vielmehr ein starker Stickstoffansatz statt. Erst nach einer Woche läßt der Stickstoffansatz nach unter Zunahme der Stickstoffausscheidung im Harn, selbst noch am 16. Tage der Reihe ist kein Stickstoffgleichgewicht gegeben, sondern noch am letzten Tage (was allerdings in die Fehlerquelle dieser Versuche fällt) 0,2 g Stickstoff angesetzt worden. In den 16 Versuchstagen ist rund 25,6 g Stickstoff zum Ansatz gelangt. Dies, und die Art des Ansatzes, d. h. die Aufspeicherung des Stickstoffs ohne Steigerung der Eiweißzersetzung in den ersten Tagen beweist den starken vorherigen Eiweißverlust der Versuchsperson, der noch in die Zeit vor Eintritt in den im Laboratorium ausgeführten Versuch zurückreicht.

Es ist nun erwünscht eine nähere Berechnung über den Nutzeffekt und Ansatz in der ersten Periode zum Zwecke des Vergleiches mit den Versuchen an den Gefangenen anzustellen.

Erhöhung der N-Zufuhr.

Tag	N in der Kost	Fett in g	Kohlen- hydrate	N im Harn	N im Kot
19.	6,76	204,2	145,0	4,38	—
20.	8,40	252,1	159,1	4,44	1,43
21.	8,30	248,5	159,1	4,67	1,42
22.	8,32	245,0	159,3	4,94	1,07
23.	8,56	256,1	159,4	4,78	1,07
Mittel 20.—23. Tag	8,40 =52,5 Prot.	250,4	159,2	4,71	1,25

Zufuhr

Protein in Cal.	215,2 d. i.	6,7%
Fett	2328,7	72,8%
Kohlenhydrat	652,7	20,5%

3196,8

N-Bilanz: Zufuhr	8,40
Ausfuhr.	5,96
Ansatz	2,44 g N pro Tag =
N-Ausscheidung	5,96
vorher 15--18 Tag einschließlich	5,39
Steigerung der Zersetzung	0,57 g N
Steigerung der Zufuhr.	8,40 (absolut)
vorher 15--18 Tag	5,70
	2,70
Die in Aktion getretene N-Masse war der N-Ansatz	2,44 g N
wozu die Erhöhung des N-Umsatzes der Vorperiode zur Vermehrung des Eiweißes kommt	+0,57 g N
Gegen die Vorperiode Umsatz und Ansatz	3,01
und da 2,44 im Ansatz: treffen auf letzteren.	71%
und auf Steigerung des Umsatzes	29%

Der Nutzeffekt ist annähernd 70%, bei den Gefangenen 60%, was einigermaßen stimmt.

Vergleicht man, um die Endperiode zu berechnen, also die Näherung an das Stickstoffgleichgewicht 4 Tage vor Steigerung der Eiweißzufuhr und die letzten 4 Tage der Eiweißreihe, so hat man

	N-Zufuhr	N im Harn	N im Kot	Summe der N-Ausscheidung	Bilanz
Vorher	5,61	4,46	1,06	5,52	+ 0,09
Nachher	8,25	6,59	1,88	7,97	+ 0,55
	+2,91			+2,45	+ 0,54

Während also zu Beginn der Reihe fast der Gesamtüberschuß der Zufuhr an Eiweiß angesetzt wurde, haben wir nach etwa 16 Tagen nahezu alles Eiweiß dynamisch verbraucht. Die Versuchsperson hat 800—900 g Muskelmasse angesetzt.

Vergleicht man die Reihe von *Süßkind* mit den Gefangenen (der Tabelle S. 138), so finden wir bei einem Versuch mit 10,8 g Stickstoffzufuhr einen Ansatz von 3,76 g Stickstoff und bei *Süßkind* bei 8,3 g Stickstoffzufuhr einen solchen von 2,7 g Stickstoff, was annähernd übereinstimmt.

Was die Calorien anlangt, so hat *Süßkind* in dieser Endperiode in seiner Nahrung das Fett auf 72,3% gebracht und nicht weniger als 3100 Calorien eingeführt (früher 2587) für den kleinen Körper ohne Arbeit eine erhebliche Menge, die zu *Fettansatz* führen mußte. Das animale Eiweiß war durch den Milchzusatz einseitig noch mehr gesteigert worden. *Die Calorienmenge war erhöht um 19,8% gegenüber der ersten Reihe.* Gewichtsbestimmungen liegen nicht vor, sie hätten ja auch keinen Entscheid über den *Fettansatz* bringen können.

VI.

Es erübrigt noch ein paar Worte über die *Ascheverhältnisse* der Kost zu sagen, und zwar deshalb, weil ein so großer Teil der Calorien durch Fett gedeckt war und Fett kein Ascheträger ist. Allerdings haben wir reichlich Animalien und nebenbei Vegetabilien in dieser Kost von *Süßkind*. Wir haben analytisch die Aschefragen nicht weiter behandeln können, weil die Ausscheidungen zu gering an Menge waren, um weitere analytische Arbeiten auszuführen. Ich will daher das Wesentliche nach Ascheanalysen, die sich in der Nahrungsmittelliteratur finden, besprechen. Für das Gesamtresultat reicht diese Betrachtung aus. Ich berechne als Beispiel je einen Tag der ersten Periode und der letzten Periode der Untersuchungsreihen.

Ascheverhältnisse als Beispiel. 1. Versuchstag.

Weißbrot	2,15 g Asche
Graubrot	1,92 „ „
Orangen	6,88 „ „
Hühnerei	2,19 „ „
Kuhmilch	2,88 „ „
Butter	2,36 „ „
Feigen	4,8 „ „
Summe	<u>22,76 „ „</u>

	Bestandteile der Asche g pro Tag					
	Kali	Natron	CaO	MgO	P ₂ O ₅	Cl
Weißbrot	0,150	0,423	—	0,041	0,360	0,653
Graubrot	0,160	0,418	0,021	0,017	0,383	0,482
Orange	2,500	0,928	1,687	0,591	0,763	—
Ei	0,420	0,387	0,184	0,052	0,832	—
Kuhmilch	0,708	0,233	0,645	0,072	0,747	—
Butter	0,416	0,181	0,547	0,078	1,048	—
Feigen	2,448	0,105	0,477	0,241	0,561	—
Summe	6,796	2,695	3,561	1,096	4,694	—

Gesamtasche 22,76
 ab für Kochsalz im Brot 1,86
 = 20,90

5,55 N : 20,90 = 1 N : 3,77 Asche.

Von der Asche sind 35,5% tierischer Herkunft.

Ascheverhältnisse der Periode mit erhöhter N-Zufuhr = 20. Tag.

Weißbrot	1,29 g Asche pro Tag
Graubrot	1,36 „ „ „ „
Orangen	5,85 „ „ „ „
Ei	4,83 „ „ „ „
Milch	3,68 „ „ „ „
Butter	1,59 „ „ „ „
Feigen	5,14 „ „ „ „
Kartoffel	3,79 „ „ „ „
Salat	9,01 „ „ „ „
	<u>36,54 „ „ „ „</u>

	Kali	Natron	CaO	MgO	P ₂ O ₅	Cl
Weißbrot	0,094	0,256	—	0,029	0,218	—
Graubrot	0,117	0,308	0,016	0,013	0,283	—
Orange	2,129	0,789	1,433	0,503	0,649	—
Ei	0,927	0,845	0,403	0,117	1,831	—
Milch	0,954	0,318	0,869	0,100	1,020	—
Butter	0,208	0,123	0,368	0,052	0,700	—
Feigen	2,367	0,123	0,559	0,287	0,657	—
Kartoffel	2,283	0,112	0,094	0,186	0,640	—
Salat	3,387	0,272	0,132	0,558	0,827	—
	12,466	3,557	3,874	1,845	6,839	—

Gesamtasche 36,54

ab für Kochsalz im Brot 1,19

bleibt 35,35

5,74 N : 35,35 Asche = 1 N : 6,1 Asche, wovon 28,32 tierischer Herkunft.

In beiden Fällen ist die Aschezufuhr überraschend groß gewesen. In der 1.—2. Periode bei geringer Stickstoffzufuhr war der Verlust an Asche im Tag nur 3,8 g im Kot, die Zufuhr war aber 22,79 g—3,8 g = 19,0 g Aschebestandteile, die im Harn ausgeschieden wurden. Noch größer war der Ascheanteil bei der Reihe mit erhöhter Stickstoffzufuhr, wobei aber der Ansatz von Eiweiß, da er auch Salze erfordert, in Rechnung gestellt werden müßte. Jedenfalls ist die zugeführte Asche weit hinausgehend über die Bedürfnisse des Körpers.

Die Notwendigkeit einer solchen Ascheüberflutung des Körpers mit nutzlosen Bestandteilen, kann man ohne Zweifel bestreiten, ob sie aber auf die Dauer gesundheitsfördernd oder schädlich wirkt, bleibt offen. Der Salzreichtum der Kostform von *Süßkind* ist meiner Meinung nach Zufallsergebnis bedingt durch die Notwendigkeit einer leidlich schmeckenden Kost.

Man spricht wohl von den „Eiweißschlacken“, die freilich nur in den Köpfen der Sektierer in gefährlicher Form existieren, denkt aber nicht daran, daß man auch dem Organismus durch überreichliche Aschezufuhr auch unbrauchbare zur Aufspeicherung kommende Substanzen zuführt — anorganische Schlacken. Meines Erachtens sind alle solche Bedenken weit übertrieben, da der Organismus das wirklich Schädliche, den Grenzwert des Wohlbefindens überschreitende Dinge normalerweise ausscheidet. Viel wichtiger erscheinen mir die Unregelmäßigkeiten durch Wasseransatz, welche vielfach noch zu wenig experimentell festgelegt worden sind, obschon jede empirische Beobachtung die Häufigkeit des Vorkommens gesichert erscheinen läßt.

Meiner Meinung nach lassen sich aus den Versuchen von *Süßkind* folgende Ergebnisse ableiten:

Die nachteilige Wirkung einer in der Stickstoffsubstanz offenbar minderwertigen Diät haben sich erst in den letzten Monaten einer 25monatlichen Versuchsdauer gezeigt, nachdem schon zu Beginn des Versuches eine Unterernährung vorhanden war.

In einer kürzeren Reihe (18 Tage) mit vollwertigem Eiweiß hat sich ein sicherer Stickstoffverlust nicht nachweisen lassen. Ein Stickstoffgleichgewicht wurde bei zweifellos geringer Leistungsfähigkeit des Körpers mit rund 35 g verdauter Stickstoffsubstanz erreicht, was etwa auf ein Gewicht von 70 kg umgerechnet 48,5 g verdauter Stickstoffsubstanz ausmachen würde. Dem tiefsten Stickstoffminimum entsprach diese Ernährung nicht, obschon eine Gefahr des Calorienverlustes durch mehr als zureichende Zufuhr vermieden war.

Die Unterernährung hatte den Basalstoffwechsel nicht erniedrigt. Sie prägte sich aber in dem starken Stickstoffansatz nach bescheidener Erhöhung der Eiweißzufuhr aus. Auch bei der niedrigeren Eiweißzufuhr weicht die Zusammensetzung des Harnes von der bei mittlerer Kost sonst beobachteten erheblich ab. Die Harnsäurebildung ist relativ hoch und der Harn wird übermäßig reich an Aschebestandteilen.
