VI.

Das Verhalten der Wärmeproduktion bei Diabetes mellitus.

Von

Dr. W. Arnoldi und Dr. E. Kratter.

(Mit 2 Kurven im Text.)

Ueber das Verhalten der Wärmeproduktion bei Diabetes mellitus existieren bereits eine Reihe von Untersuchungen, in neuerer Zeit vor allem die von Falta und Bernstein. Wenn wir diesem Problem erneut nahegetreten sind, so geschah es aus folgenden Gesichtspunkten heraus. Für die Beurteilung jeglicher Stoffwechselvorgänge ist die Berücksichtigung der Ernährungslage von ausserordentlicher Bedeutung. Das hat uns die Hungerblockade in Deutschland mit der unvermeidlichen Unterernährung bewiesen. In der Vorkriegszeit befand sich der grösste Teil der Bevölkerung in einer Ernährungslage, die man z. T. als Ueberernährung, in der Hauptsache aber wohl als mittlere, d. h. ausreichende Ernährungslage bezeichnen kann. Es ist vielleicht angebracht, diese Begriffe schärfer zu definieren: Bei der mittleren Ernährungslage ist Bestand und Leistungsfähigkeit durch eine dem Umsatz entsprechende Zufuhr garantiert. Die Ueberernährungslage bedeutet über den Bedarf erhöhte Zufuhr; Unterernährung heisst grösserer Umsatz als Zufuhr. Bezieht sich die Ernährungslage auf die äusseren Bedingungen der Zufuhr, so müssen wir namentlich bei Stoffwechselkranken auch den inneren Verhältnissen des Organismus Rechnung tragen. Wir bezeichnen diese inneren Bedingungen der Verarbeitung, des Gleichgewichts, des Ab- und Aufbaus als Stoffwechsellage. Aus Ernährungs- und Stoffwechsellage ergibt sich dann der Ernährungszustand.

So kommt es bei Unterernährung hinsichtlich der Stoffwechsellage zur Einschmelzung von Eiweiss und Fett, bezüglich des Ernährungszustandes zur Verarmung des Glykogendepots; das Individuum nimmt ab, so lange bis schliesslich ein neuer, aber „falscher“ Gleichgewichtszustand (der Stoffwechsellage) geschaffen wird¹⁾. Dieser falsche Gleichgewichtszustand kann metastabil genannt werden, insofern es gelingt, durch kalorische Zulagen Restitution von Körpereiwiss bis zur Schaffung eines mittleren Ernährungszustandes und einer normalen „echten“ Gleichgewichtslage zu bewirken. Darüber hinaus ist Eiweissansatz nicht mehr möglich, der Umsatz steigt, höchstens wird (labiles) Eiweiss retiniert

1) Vgl. hierzu Loewy-Strauss, *Ergebn. d. Kriegserfahrungen f. d. Physiol. d. Ernährung u. f. d. Diätetik*. Deutsche med. Wochenschr. 1919. Nr. 14. S. 369.

und Fett wie Glykogen gestapelt. Für den Diabetes spielen diese Dinge eine dominierende Rolle; hat doch die Kriegserfahrung uns gelehrt, dass in der Periode der Unterernährung Diabetesranke, die bei Ueberernährung niemals zuckerfrei waren, aglykosurisch wurden. Durch die Unterernährung wurde also die Stoffwechsellage (jedoch nicht der Ernährungszustand ohne weiteres) günstig beeinflusst.

Bei unseren Kranken mussten wir uns an die heutigen schwierigen Ernährungsverhältnisse anpassen, daher bewegte sich die Eiweisszufuhr, ausser bei Fall II und V, um das Minimum. Eine kohlehydratfreie Kost durchzuführen, war infolgedessen unmöglich, wir hielten uns an die Kh-Kuren, wie sie von v. Noorden, Magnus-Levy, Falta u. a. in die Therapie eingeführt und begründet wurden. Ehe wir uns zu unserem eigentlichen Thema wenden, wollen wir einiges über die bisherigen Grundlagen der Ernährungsphysiologie, soweit sie unser Thema berühren, anführen.

Der mit Hilfe des Zuntz-Geppert-Apparates gemessene Gaswechsel ergibt für den Gesunden in der Ruhe nüchtern pro Minute und Kilogramm einen O_2 -Verbrauch von etwa 3,89 ccm, eine CO_2 -Abgabe von etwa 2,98 ccm $\frac{CO_2}{O_2}$, der RQ, wird durch Kh-Verbrennung dem Werte 1, durch Fettverbrennung dem Werte 0,707 genähert. Nach dem Vorgang von Zuntz können wir von den O_2 - und CO_2 -Zahlen die entsprechenden Werte für die Eiweissverbrennung abziehen — diese wird aus der N-Ausscheidung ermittelt —, dann gibt der aus den restierenden Gasmengen berechnete RQ einen Anhalt, wieviel Prozent Kh und wieviel Fett nahezu verbrannt wurde¹⁾. Der Ruhenüchternwert beim Gesunden schwankt um den Wert 0,8. Nach 12 Stunden sind die zugeführten Kh und Fette verbrannt. Trotzdem wirkt die Ernährung der vorausgegangene Tage nach und beeinflusst auch noch den Ruhenüchternwert. Durch den Umbau von Kh in Fett kann der RQ weit über 1, durch die Bildung von Zucker aus Eiweiss, noch mehr durch eine etwaige Zuckerbildung aus Fett, wie sie v. Noorden beim Diabetes annimmt, weit unter 0,7 gefunden werden. Die ausgeschiedenen Mengen CO_2 , wie auch der aufgenommene O_2 sind nicht ohne weiteres als Massstab der Verbrennung anzusehen, denn wir wissen, dass z. B. 1 Liter O_2 ganz verschiedene Wärmemengen bildet, je nachdem ob mehr Fett oder mehr Kh in den Umsatz gelangen. Wir haben daher unter Berücksichtigung des RQ mittels Ausrechnungstabellen (Zuntz, Falta) stets erst die entsprechenden Kalorienmengen berechnet, und diese unseren vergleichenden Betrachtungen zugrunde gelegt.

Für die Höhe der so feststellbaren Kalorienproduktion kann nicht allein die Masse des Protoplasmas, das respirierende Parenchym, quantitativ massgeblich sein. Viel mehr regulieren noch bestimmte Faktoren die Grösse des Gaswechsels. Diese sind nach den bisher geltenden Anschauungen: die inneren Drüsen, insbesondere das Adrenalin, das Sekret der Schilddrüse und wohl auch das der Hypophyse. Erhöht ist ferner

1) Wir haben diese Rechnung hier nicht durchgeführt.

die Wärmeproduktion in der Jugend, sodann bei starkem Eiweissumsatz; erniedrigt ist die Wärmeproduktion im höheren Alter und bei Ausfall der Schilddrüsentätigkeit, weiter in der Unterernährungslage mit der Einschränkung, dass nicht etwa plötzlich starker Eiweisszerfall eintritt, der wieder den Umsatz steigert. Auch in den letztgenannten Fällen sind es wohl die Sekrete der inneren Drüsen, die den Unterschied bewirken.

Die Frage der chronischen Unterernährung, der Unterernährungslage, ist eng geknüpft an die des Eiweissminimums, und diese wieder kann ebensowenig wie eine andere aus der Stoffwechselphysiologie insbesondere ohne Berücksichtigung der Kh- bzw. Fettzufuhr besprochen werden. Denn es wird nicht nur bei genügender Kh-Zufuhr Eiweiss „gespart“, sondern es besteht auch ein Kh-Minimum, oder wie Landergreen es ausdrückte, ein absoluter Kh-Bedarf, der nach ihm 40—50 g beträgt. Dieses Kh-Minimum kann z. T. durch eine entsprechende Menge Eiweiss (weniger durch Fett) ersetzt werden. Für die Kriegskost geht dieses indirekt namentlich aus den Untersuchungen von Jansen überzeugend hervor. J. sah bei einer Gesamtkalorienzufuhr von ca. 28 Kalorien pro Kilogramm und einer Eiweisszufuhr von ca. 60 g pro die eine negative N-Bilanz von $-1,88$ g N im Durchschnitt auftreten. Wurden die Kh weggelassen, wodurch die Kalorienzufuhr auf 13 Kalorien pro Kilogramm sank, dann stieg die negative N-Bilanz auf -3 bis -4 g rapide an, ohne dass immer ein Gewichtsverlust eintrat. Dagegen wurde durch eine Kh-Zulage von 150 g Eiweiss gespart. Wenn wir demnach von einem Eiweissminimum sens. strict. sprechen, so ist damit die Menge an Eiweiss gemeint, die für den Ersatz an verbrauchtem Körpereiwiss ausreicht, also für den Fall einer genügenden Fett- und namentlich Kh-Zufuhr, wodurch eine Kh-Bildung aus Eiweiss insbesondere sich erübrigt. Ueber ein etwaiges Fettminimum sind wir weniger unterrichtet¹⁾, das Salzminimum und ebenso das Wasserminimum bleiben unberücksichtigt. Hinsichtlich des Unterschiedes unter den einzelnen Grundstoffen der Ernährung in ihrem Werte verweise ich hier auf die neueren Arbeiten von Brugsch, insbesondere über das vollständige und unvollständige Eiweiss. Wenn wir also bei fast durchgehend vegetabilischer Ernährung 55 g Eiweiss als Minimum bezeichnen, so gilt das nur bedingt.

Eigene Untersuchungen.

Um die folgenden Betrachtungen bei Diabetischen anschaulicher zu machen, gehen wir am besten aus vom nichtdiabetischen, relativ gesunden Menschen.

Fall I. 59jährige Frau. 151 cm gross und 55 kg schwer. Litt früher an Gallensteinkoliken, klagt seit 14 Tagen über Magenbeschwerden. Es wird eine verminderte Salzsäureproduktion bei leichtem Magenkatarrh festgestellt. An der Gallenblase, der Leber sowie den inneren Organen besteht zur Zeit kein krankhafter Befund.

1) Im Tierversuch nach Aron, Biochem. Zeitschr., Bd. 92 (1918) ist die Zufuhr einer gewissen Menge Fett und besonders von Lipoiden für die Erhaltung des Lebens notwendig. Vgl. auch Loewy-Strauss, l. c.

Datum 1920	Körper- gewicht kg	Zusammensetzung der Kost in den einzelnen Perioden	Gehalt der Kost an			Kalorien zu- geführt	Kalorien pro kg zugeführt u. ver- wertet	red. Atemvol.	CO ₂ i. d. Min.	O ₂ i. d. Min.	CO ₂ pro kg u. Minute	O ₂ pro kg u. Minute	RQ	kleine Kalorien pro kg u. Min.	Harnzucker	N-Bilanz	Azeton
			Eiweiss	Fett	Kh												
24. bis 26. 2.	53	Hafer 180, Fett 60, 1 Ei	29	72	117	1247	24	5,51	185	258	3,49	4,87	720	23	0	+1,7	—
27. 2. bis 1. 3.	50,5	Kraut 500, Kohl 300, Butter 50	16	63	43	828	16	6,07	180	273	3,56	5,38	657	25	0	0	—
2.—3. 3.	—	Fleisch 200, Brot 200	78	32	126	866	16	—	—	—	—	—	—	—	0	+1	—
4.—5. 3.	—	Sauerkohl 900, Semmel 200	32	54	163	802	16	6,54	272	415	5,38	8,21	656	38	0	+1	—

Ergebnisse der Untersuchungen: Die Eiweiss- und Fettzufuhr ist gering, die Kh-Zufuhr wechselt stark, die gesamte Energiezufuhr entspricht der bei einer starken Unterernährungslage. Wir finden in den Perioden II und III niedrige Werte für den RQ — bis zu 0,641 —. Dies zeigt, abgesehen von anderen intermediären Umsetzungen, eine stärkere prozentige Beteiligung der Fette an der Wärmebildung an. Die Kh-Zufuhr in Periode II ist niedrig, in Periode IV aber viermal so hoch, trotzdem bleibt der niedrige RQ noch bestehen. Die Fettzufuhr ist in beiden Perioden, namentlich in III, sehr gering. Die Gesamtenergiezufuhr, berechnet pro Kilogramm und Minute in kleinen Kalorien beträgt im Durchschnitt 13 Kalorien, dieser steht eine Wärmebildung von 27 Kalorien gegenüber. Es konnten daher die fehlenden Kalorien nur durch den Umsatz von Körpermaterial geliefert werden, die N-Bilanz ist positiv und so bleibt für diesen Zweck nur die Einschmelzung von Körperfett übrig. An dem Gewichtsverlust von 3 kg ist daher neben einer erhöhten Wasserausscheidung die Einschmelzung von Körperfett beteiligt. Dieser Fettabbau geht mit einer erhöhten O₂-Aufnahme — bis zu 8,21 gegen normal 3,89 ccm — einher. Auch die CO₂-Abgabe ist vermehrt, aber nicht in gleichem Verhältnis.

Azeton wurde nicht ausgeschieden. Die Kurve der Kalorienproduktion folgt zunächst den Aenderungen der Kh-Zufuhr, steigt aber bereits am vierten Tag der Unterernährung steil an. Zu dieser Zeit wird Körperfett eingeschmolzen, wie wir oben sahen. Sehr hoch ist endlich die Wärmebildung nach 8tägiger Unterernährung, geringer Fett- und relativ stärkerer Kh-Zufuhr (vgl. die Tabellen am Schluss).

Bei der Untersuchung der Zuckerkranken¹⁾ haben wir uns der früheren Erörterungen zu erinnern. Wir fügen deshalb am Schluss eine Uebersichtstabelle mit Einreihung der Fälle hinsichtlich der Ernährungs- und Stoffwechsellage, sowie des Ernährungszustandes. Besonders wichtig ist die Feststellung der Stoffwechsellage, ob Gleichgewicht, Auf- oder Abbau besteht. Bei Zuckerkranken im Aufbau findet man eine positive N-Bilanz, die Tendenz zur Vermehrung von Körperfett und -eiweiss, geringe oder keine Ketonurie, die Wärmeproduktion liegt erheblich niedriger als bei Zuckerkranken im Abbau. Hier N-Defizit, starke Ketonurie, oft Fetteinschmelzung und progressiver Gewichtsverlust.

1) Alle Angaben betreffen Durchschnittswerte mehrerer Bestimmungen.

Fall II. 30jähriger Mann, 172 cm gross, 66 kg schwer. Keine hereditäre Belastung, früher nie krank gewesen. Seit einem halben Jahre bemerkte der Kranke allgemeine Mattigkeit, Abnahme seines Körpergewichts und Durstgefühl. Der Pannic. adip. ist gering, die Muskulatur mittelkräftig, Herz und Lungen, sowie die inneren Organe, soweit sie der Untersuchung zugänglich sind, o. B. Nach Probekost scheidet der Pat. 30 g Sacch. aus ohne Azeton; Urinmenge pro Kilogramm etwa 23 ccm. Die Glykosurie geht rasch von 38 auf 10 g pro die. Es handelt sich um einen leichten Diabetes mellitus ohne Polyurie.

Bei einer Zufuhr von 130 g Eiweiss, 200 g Fett und 173 g Kh werden pro Kilogramm und Minute 3,10 ccm CO₂; 3,94 ccm O₂; 0,781 RQ; 19 kleine Kalorien; bei einem reduzierten Atemvolumen von 5,82, einer Zuckerausscheidung von 18 g, einer N-Bilanz von +2,6 und fehlender Azetonurie als Durchschnittswerte registriert.

Ergebnisse der Untersuchungen: Die Ernährung ist während der Untersuchung gleichmässig; Kh-, Eiweiss- und Gesamtenergiezufuhr sind so hoch wie sonst nur im Fall V.

Der RQ geht im Anfang bis auf 0,634 herab. Dieser geringe Wert kann hier nicht durch eine Zuckerbildung aus Eiweiss erklärt werden, sondern rührt von einer höheren Beteiligung des Fettes bei der Verbrennung her. Für eine Verbrennung von Körperfett haben wir keinen Anhaltspunkt, es handelt sich vielmehr um zugeführtes Fett. Der Umsatz geht ohne eine gleich starke Vermehrung des O₂-Verbrauchs und der Wärmebildung, wie bei der Einschmelzung von Körperfett, einher.

Fall III. 57jährige Frau, 152 cm gross, 52 kg schwer. Puls 70, Blutdruck 112. Seit dem 45. Jahr in der Menopause. Seit 2 Jahren fühlt sich Pat. krank und klagte über rapide Abmagerung, Trockenheit der Haut, Durst, Nervosität, Kopfschmerzen und Schwäche in den Beinen. Herz und Lungen o. B. Urinmenge 40 ccm im Durchschnitt pro Kilogramm und Tag. Bei der Probekost mit 100 g Brot scheidet sie 65 g Sacch. ohne Azeton usw. aus.

Mittelschwerer Diabetes mellitus mit mässiger Polyurie (hypophysäre Komponente).

Fall III.

Datum	Körpergewicht kg	Zusammensetzung der Kost in den einzelnen Perioden	Gehalt der Kost an			Kalorien zu- geführt	Kalorien pro kg zugeführt u. ver- wertet	red. Atemvol.	CO ₂ i. d. Min.	O ₂ i. d. Min.	CO ₂ pro kg u. Minute	O ₂ pro kg u. Minute	RQ	kleine Kalorien pro kg u. Min.	Harnzucker	N-Bilanz	Azeton
			Eiweiss	Fett	Kh												
1920	kg																
20. bis 25. 1.	52	Fleisch 100, Brot 50, Speck 100, Milch 500, Butter 50, Hafer 200, Gemüse 200	90	158	198	2646	45	4,44	131	179	2,52	3,37	755	16	76	+ 7	—
26. bis 28. 1.	sinkt auf 51,6	Kartoffel 1000, Fett 200	33	192	207	2796	47	4,36	139	186	2,67	3,58	780	17	84	-0,2	+
29. bis 30. 1.	51,6	Steinpilze 250, Kohl 300, Butter 50	78	77	87	1392	21	4,29	116	164	2,22	3,14	733	15	70	+1,7	+
31. 1. bis 2. 2.	steigt a. 53	Hafer 400, Butter 50, Kartoffel 500, Kohl 200	68	79	373	2542	42	4,92	160	201	2,51	3,78	806	18	81	+4,5	+
3.—5. 2.	53	Gemüse 500, Kohl 300, Butter 50	20	63	43	835	15	5,47	198	272	3,15	5,18	635	23	10	+3,2	+
6.—7. 2.	52,5	Hafer 400, Butter 50	55	67	240	1833	35	4,81	136	143	2,60	2,62	989	13	6	+1,8	±
8. 2.	52,7	Brot 250, Fleisch 100, Hafer 200	67	11	259	1438	26	5,35	165	192	3,09	3,39	861	17	12	+2,4	—
9. bis 11. 2.	53,4	Brot 250, Speck 100, Hafer 200	52	106	251	2257	41	5,20	144	218	3,25	4,08	797	20	14	+4,5	—

Ergebnisse der Untersuchungen: In diesem Falle kommt am besten von allen die Wirkung der Kh-Zufuhr auf die Wärmebildung zum Ausdruck (vgl. die Kurven am Schluss). Im ganzen entspricht die Grösse des Gaswechsels der unteren Grenze der Norm, namentlich in den ersten beiden Wochen der täglich ausgeführten Untersuchungen. Die Eiweisszufuhr schwankt um das Minimum, die Gesamtkalorienzufuhr ist nur vorübergehend stark erniedrigt. Anfänglich verbrennt die Kranke relativ etwas mehr Fett. Der RQ ist in Periode III bis auf 0,733 gesunken. Auch in Periode V ist die Fettverbrennung angefacht. Die Wärmeproduktion erreicht in dieser Zeit den Wert von 30 Kalorien. Auf Grund der früheren Erörterungen ist hier eine Verbrennung von Körperfett anzunehmen: niedrige Fettzufuhr, hoher O_2 -Verbrauch von 5,18 cem, erhöhte Wärmebildung und Gewichtsverlust. In den Perioden II—V ist die Fettverbrennung unvollständig, die der Kh ungenügend, daher kommt es zur Ketonurie. Im weiteren Verlauf bessern sich die Verhältnisse rasch. Der RQ steigt in Periode VI bis auf 1,08; hier wird bereits Körperfett aus Kh wieder aufgebaut. Die Zuckerausscheidung verschwindet an einzelnen Tagen vollständig und ist auch später wesentlich vermindert. Günstig ist ferner die dauernd positive N-Bilanz, welche auf die Tendenz zum Eiweissansatz hinweist. Die Patientin ist leistungsfähiger und frischer geworden. Trotzdem erlag sie schnell einige Zeit später einer Grippe, infolge plötzlichen Herztodes.

Betrachten wir die Kurven am Schluss, so liegt es auf der Hand, dass sich hier die Wärmeproduktion in anderer Weise als in Fall I den Aenderungen der Kh-Zufuhr anpasst und zwar folgen die Aenderungen der Kalorienproduktion mit stärkerer Verzögerung, mitunter um mehrere Tage, so dass wir anfangs glaubten, Kh-Zufuhr und Wärmeproduktion verhielten sich umgekehrt proportional. Aus den Gaswechseluntersuchungen dieses Falles (ebenso auch des Falles IV) geht daher hervor, dass beim Diabetes mellitus die Kh-Verbrennung und damit stets auch die auf das Engste mit ihr verbundene Fettverbrennung, ferner als Ergebnis beider Momente: die Kalorienproduktion verzögert sein kann. Das Gleiche sieht man auch bei Nichtdiabetischen. Dabei spielt die Fülle bzw. Leere der Glykogendepots eine bedeutsame Rolle.

Fall IV. 24jährige Frau, 146 cm gross, 41 kg schwer. Die Patientin erlitt vor einem halben Jahre einen grossen Schrecken, als sie nachts plötzlich Einbrecher in eine benachbarte Wohnung eindringen hörte. Seitdem magerte sie ab, wurde sehr nervös, bekam unstillbaren Durst, Kopfschmerzen und Schwächegefühl. In der letzten Zeit hatte sie Schmerzen unter dem linken Rippenbogen. Die Menses sind unregelmässig. An den inneren Organen kein besonderer Befund. Puls 80, Blutdruck 120/80. Urin im Durchschnitt 44 cem pro Kilogramm und Tag. Bis 9 pCt. Sacch.

Akuter, ziemlich schwerer Diabetes mellitus.

Die Ergebnisse der Untersuchungen: Die Kh- und Eiweisszufuhr in den verschiedenen Perioden schwankte im Gegensatz zu Fall III viel weniger. Das Bemerkenswerte dieses Falles ist, dass wir eine Epoche des Abbaues ganz verfolgen konnten. In Periode I verzeichnen wir einen RQ von 0,553! Hier findet starke Zuckerbildung aus Eiweiss

Fall IV.

Datum 1920	Körper- gewicht kg	Zusammensetzung der Kost in den einzelnen Perioden	Gehalt der Kost an			Kalorien zu- geführt	Kalorien pro kg zugeführt und verwertet	Red. Atemvol.	CO ₂ i. d. Min.	O ₂ i. d. Min.	CO ₂ pro kg und Minute	O ₂ pro kg und Minute	RQ	Kleine Kal. pro kg u. Min.	Harnzucker	N-Bilanz	Azeton
			Eiweiss	Fett	Kh												
9. bis 10. 3.	42	Fleisch 200, Fett 50, Käse 30, Brot 200	79	53	128	1342	17	3,65	128	233	3,07	5,60	553	25	156	-2,5	+
11. bis 15. 3.	42	Gemüse 1000, Butter 100, Brot 50	64	155	143	2289	46	4,02	146	238	3,59	5,62	617	26	85	+1,8	+
16. bis 19. 3.	39,2	Haferflocken 250, Speck 200, Brot 50	47	109	193	1998	38	5,09	182	231	4,91	5,20	793	27	117	-0,9	(+)
20. bis 22. 3.	38,5	Hafer 125, Rot- kohl 500, Butter 100, Brot 50	70	125	141	2031	40	5,02	143	225	4,85	5,40	806	27	125	-1,5	-
23. bis 24. 3.	39,2	Gemüse 600, Butt. 100, Milch 500, Brot 225	40	205	138	2640	53	5,59	174	205	4,44	5,24	848	25	141	-2	+
25. bis 26. 3.	38,7	Kartoffel 600, Ge- müse 600, Butter 100	32	150	186	2285	46	5,72	205	247	4,89	6,38	801	30	134	-4,5	+
27. bis 29. 3.	39	Haf. 150, Gemüse 600, Butter 100	32	149	163	2185	42	5,14	173	197	4,47	5,09	887	25	134	-1,4	+
30. 3.	38,6	Fleisch 50, Eier 100, Hafer 2, Gemüse 600	42	150	121	2563	55	5,25	169	168,7	4,33	4,32	1002	22	101	-1,5	+
31. 3. bis 3. 4.	39,5	Hafer 250, 2 Eier, Ge- müse 600, Butter 100	65	160	222	2664	52	5,19	184	191	4,50	4,89	897	24	136	-0,8	+
20. bis 23. 4.	38,8	Hafer 250, 2 Eier, Ge- müse 300, Fett 100	54	106	222	2117	45	5,04	164	191	4,30	4,88	855	24	81	+0,8	+
23. bis 28. 4.	40,7	Hafer 200, 2 Eier, Ge- müse 300, Fett 100	48	106	191	1966	42	5,06	169	219	4,20	5,24	790	25	68	+1,3	+

(und Körperfett?) statt. An drei Tagen fanden wir diesen niedrigen Wert. Der Gaswechsel und besonders die O₂-Aufnahme liegen hoch, ähnlich wie bei Fall I. Die Fettverbrennung ist unvollständig, die Kh-Verbrennung ungenügend, daher Ketonurie. Trotzdem sind die Verbrennungsprozesse lebhaft, denn das Niveau der Wärmebildung liegt wie in Fall V hoch. Der Aenderung der Zufuhr folgt die Kalorienbildung verzögert. Daraus erklären sich z. T. die gleichen Werte der Wärmeproduktion bei einer Zufuhr von 17 und von 53 Kalorien pro Kilogramm. Die Stoffwechsellage bessert sich langsam. Die O₂-Aufnahme bleibt zwar stark erhöht, aber die CO₂-Ausscheidung nimmt von Periode III an bereits zu, bei noch wenig verringerter Glykosurie. Immerhin beteiligen sich die Kh jetzt lebhafter an der Verbrennung. Die N-Bilanz wird gegen Ende der Untersuchung positiv, der RQ erreicht den Wert 1,002, die Zuckerausscheidung sinkt auf die Hälfte, an einzelnen Tagen auf $\frac{1}{4}$ herab. Jedoch bleibt die Ketonurie dauernd bestehen und mahnt zur Vorsicht hinsichtlich der Prognose.

Der Gesamteffekt der im Sinne Falta's durchgeführten, gemischten Kh-Kur befriedigt hier nicht so wie in Fall III und in anderen Fällen. Es wäre festzustellen, ob für solche Kranke eine strenge, Kh-arme Ernährung bessere Ergebnisse gezeitigt hätte.

Die Schwankungen der Wärmeproduktion in der Kurve sind z. T. aus der verzögerten Verbrennung und z. T. aus der verschiedenen schnellen Verwertung der einzelnen Kh zu erklären. Nach 3 Hafertagen wird mit 33 Kalorien der höchste Wert erreicht, jetzt verschwindet vorübergehend das Azeton.

Es ist wichtig, dass auch nach der Besserung der Glykosurie das Niveau der Wärmebildung, trotz positiver N-Bilanz hoch bleibt. Es prägt sich auch hier deutlich aus, dass trotz Besserung der Glykosurie die Grösse der Wärmeproduktion sich nicht oder nicht sehr bald zu ändern braucht. Für sie sind die Regulatoren (inneren Drüsen) massgeblich.

Fall V. 38jähriger Mann, 165 cm gross, 55 kg schwer, hat als Soldat den ganzen Feldzug mitgemacht und nur hin und wieder über Schwäche geklagt. In letzter Zeit magerte er stark ab, schlief schlecht, hatte sehr starken Appetit und klagte über schlechtes Sehen. Vor etwa vier Wochen wurde zum ersten Male Zucker im Urin festgestellt. Starke Abmagerung, Lungen und Herz o. B. Puls 80, Blutdruck 105/70. Urinmenge 100 ccm pro Kilogramm und Tag. Während der zweimonatigen Beobachtung im Krankenhaus schwankt das Körpergewicht nur wenig. Zuckerausscheidung bis 7 pCt. bzw. 350 g; starke Azetonurie und negative N-Bilanz.

Schwerer Diabetes mellitus.

Bei einer Zufuhr von 101 g Eiweiss, 215 g Fett, 188 g Kh; 2,91 ccm CO₂, 3,66 ccm O₂, 0,652 RQ, 26 Kal.; reduz. Atemvolumen 4,3 Liter; N-Bilanz = -5,4 g; starke Azetonurie.

Ergebnisse der Untersuchungen: Die Energiezufuhr ist noch erheblicher als in Fall II und entsprechend auch die Ueberernährungslage. Dabei besteht ein N-Defizit von 4,5 g im Durchschnitt von 6 Untersuchungen. Die Abmagerung ist ganz enorm. Neben dem Verlust an Körpereiwiss ist das Körperfett fast völlig eingeschmolzen. Die CO₂-Abgabe und die O-Aufnahme liegen ein wenig unter dem normalen Durchschnitt. Es werden grosse Mengen von Zucker aus Eiweiss (und Fett?) gebildet. Die Kh-Verbrennung liegt also schwer darnieder und die Fettverbrennung ist unvollständig, was eine starke Ketonurie zur Folge hat. Der niedrige Durchschnittswert des RQ von 0,652 kommt daher vor allem durch Zuckerbildung aus Eiweiss zustande. Aus der hohen Kalorienproduktion bis zu etwa 29 Kalorien ist weiter zu schliessen, dass auch das relative Ueberwiegen der Fett- über die Kh-Verbrennung an der Bildung des geringen RQ-Wertes teilhat. Der Patient ist auf das stärkste abgemagert, denn die Erkrankung besteht schon lange. Die Fettdepots sind eingeschmolzen, und es kann sich deshalb weniger um Körper- als um Nahrungsfett handeln, das sich an der Verbrennung so stark beteiligt. Die hohe Fettzufuhr gibt dafür genügend Material. Wäre noch viel Körperfett eingeschmolzen, so hätten wir einen viel grösseren O₂-Verbrauch und eine noch höhere Wärmebildung feststellen müssen, etwa wie in Fall I, Periode III, wo der O₂-Verbrauch auf 8,21 ccm, die Wärmebildung auf 38 Kalorien ansteigt. Wir sehen diese Beziehungen des Gaswechsels, im speziellen des O₂-Verbrauchs und der Verbrennung von Körper- bzw. Nahrungsfett stets wiederkehren.

Fall V schliesst sich eng an den vorausgehenden an. Die Eiweiss-einschmelzung ist noch weit stärker. Hätten wir die Untersuchungen

länger ausgedehnt, so wäre vielleicht ein noch höheres Niveau der Kalorienproduktion gefunden worden.

Zum Schluss sollen noch in aller Kürze zwei Fälle mit Kachexie durch Ca erwähnt werden.

Fall VI. 69jähriger Mann, 163 cm gross, 49 kg schwer. Ist seit einem Jahr stark abgemagert, fühlt sich seitdem krank und klagt über Kreuzschmerzen. Es besteht ein taubengrosser, z. T. zerfallener Tumor an der dorsalen Seite des Rektums. Carcinoma recti.

Bei einer Zufuhr von 68 g Eiweiss, 167 g Fett, 248 g Kh wird im Durchschnitt 2,95 ccm CO₂ abgegeben, 3,76 ccm O₂ verbraucht; bei einem RQ = 0,791 ist die Wärmebildung = 18 Kalorien; reduziertes Atemvolumen = 3,8 Liter.

Ergebnisse der Untersuchungen: Der Gaswechsel ist bezüglich der CO₂-Abgabe, der O₂-Aufnahme und des RQ nahezu normal. Nur am ersten Tage treffen wir Verhältnisse an, die auf Einschmelzung von Körperfett hindeuten. Der Kranke baut Eiweiss auf. Die Wärmeproduktion entspricht der des Zuckerkranken im Aufbau.

Fall VII. 55jähriger Mann, etwa 162 cm gross, 52 kg schwer. Vater an Magenkarzinom gestorben. Pat. bemerkte zuerst vor $\frac{3}{4}$ Jahren Schluckbeschwerden, die sich immer mehr verschlimmerten. Vor zwei Monaten wurde deshalb eine Magenfistel angelegt, später behandelte man ihn mit Röntgenstrahlen. Starb bald nach der Untersuchung im Anschluss an eine neuerliche Operation.

Carcinoma oesophagi.

Bei einer Zufuhr von 106 g Eiweiss, 20 g Fett, 127 g Kh wird im Durchschnitt 2,60 ccm CO₂ abgegeben, 3,90 ccm O₂ verbraucht; bei einem RQ = 0,672 ist die Wärmebildung = 18 Kalorien; reduziertes Atemvolumen = 4,95 Liter.

Ergebnisse der Untersuchungen: Die CO₂-Abgabe, der RQ und besonders die Wärmebildung sind verringert. Der Kranke lebt eine vita minima. Die Nahrungszufuhr geschieht durch eine Fistelöffnung, und dies beeinträchtigt zweifellos die Verwertung der Nahrungsstoffe. Der Kranke muss zur Erhaltung seines Lebens auf Körpereiwiss als Brennmaterial zurückgreifen. So erklärt sich der niedrige RQ und die geringe Wärmeproduktion.

Wenn wir nun daran gehen, die Untersuchungsergebnisse in der zusammengedrängten Form einer Uebersichtstabelle aufzuzeichnen, so lassen wir uns für die Beurteilung der Angaben in den einzelnen Rubriken von folgenden Gesichtspunkten leiten.

Ueber die Ernährungslage gibt uns bereits die Anzahl der pro Kilogramm und Tag verwerteten Kalorien — d. h. zugeführte Kalorien abzüglich der durch Zuckerausscheidung entwerteten Kalorien — Bescheid. Noch besseren Aufschluss verschafft uns die Aufstellung der Energiebilanz, d. i. Differenz zwischen Energiezufuhr und Energiebildung, ausgedrückt in kleinen Kalorien pro Kilogramm und Minute. Mittels dieses Wertes übersehen wir sofort, ob wir den Fall unter Ueber-, mittlere oder Unterernährungslage einzureihen haben. Allerdings ist selbst das nicht immer ein Ausdruck der wirklichen Ernährungslage. Es kann nämlich der Fall eintreten, wie z. B. bei Patient V, dass die Differenz hoch ist und dem Organismus scheinbar ein Ueberschuss an Energie bleibt,

Nummer	Krank- heit	Grosse Kal. zugeführt u. verwert. p. kg u. Tag	Kleine Kal. zugef. u. verwert. pro kg u. Min.	Energiebilanz i. klein. Kalorien p. kg u. Min.	Ernährungslage	N - Umsatz	N - Bilanz	Eiweiss- stoff- wechsel	Kh - Zufuhr in g	Kh - Bilanz	Kh - Verwertung in pCt. der Zufuhr	Kh - Stoffwechsellaage	Fettzufuhr in g	Ketonurie	Fettstoffwechsel	Wärmebildung in kleinen Kalorien pro kg und Min.	Grösse in cm	Gewicht in kg	Ernährungszustand
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
I.	Leichter Magen- katarrh	19	13	- 14	Unter- ernäh- rungs- lage	7	+ 1	N- Gleich- gewicht	100	100	100	Die Kh-Zufuhr ist unzuläng- lich, daher ist die prozen- tuale Beteiligung der Kh an der Verbrennung geringer. Verbrennungsvermög. norm.	53	—	Es wird Körperfett eingeschmolzen	27	151	55	Normal
II.	Diabet. mellitus	47	32,6 + 13,6		Mittlere Ernäh- rungs- lage	9,7 + 2,3	+ 2,3	N- Retent. Eiweiss- aufbau	223	204	86	Bei reichlicher Zufuhr an- fangs geringe, dann starke Beteiligung der Kh an der Verbrennung	86	—	Anfangs stärkere, dann geringere Fettverbrennung	19	172	66	Mässig grosse Ab- mager.
III.	do.	34	23,5 + 6,5		do., untere Grenze	7	+ 2,3	do.	197	147	25	Zufuhr mässig reichlich, An- fang geringe, später starke Beteilig. der Kh an der Ver- brennung. Starker Kh-Verl.	114	wech- selnd	Anfangs Fettein- schmelz., später Aufbau v. Fett a. Kh. Mitunter un- vollst. Fettverbr.	17	155	52	Normal
IV.	do.	46,5	31,3 + 6,3		do.	7,8	- 1,5	Ein- schmel- zung	152	31	0,8	Mässig reichl. Zufuhr. An- fangs schlechte, später bessere Ausnutzung	129	+	Anf. Einschmelz. v. Körperf., spät. wieder Aufbau, dauernd unvoll- ständ. Verbrenn.	26	146	46	do.
V.	do.	78	53 + 27		Ueber- ernäh- rungs- lage	13	- 5	do.	173	- 128	0	Die zugeführten Kh gehen zu Verlust, ferner wird reichlich Kh aus fremdem Material gebildet	215	++	Fettverbrennung unvollständig	26	165	46	Sehr starke Ab- mager.
VI.	Carcin. recti	40	27,1 + 10,9		Mittlere Ernäh- rungs- lage	8	+ 2,4	Eiweiss- aufbau	248	248	100	Normale Verhältnisse	167	—	Normale Verhält- nisse	18	163	49	do.
VII.	Carcin. oesoph.	18	12,5 —	0,5	Unter- ernäh- rungs- lage	10,4	- 4,4	Ein- schmel- zung	127	127	100	Geringe Zufuhr, Verbren- nung normal.	20	—	Geringe Zufuhr, Normale Verbr.	13	165	52	do.

Die Diabetesfälle sind nach absteigender N - Bilanz geordnet.

während in Wirklichkeit eine sehr starke Einschmelzung von Körpermaterial nachzuweisen ist. Es gehen dabei grosse Mengen von Energie der Verwertung verloren.

Der Ernährungszustand ist natürlich aufs engste von der wirklichen Ernährungslage abhängig.

Die Stoffwechsellage muss hinsichtlich des Eiweisses, der Kh und der Fette gesondert beurteilt werden.

Die Grösse des Eiweissumsatzes hat einen grossen Einfluss auf die Wärmebildung (Falta). Wir schätzen den Umsatz aus der N-Zufuhr und zählen bei negativer Bilanz einen entsprechenden Wert hinzu, weil hier ausser dem Nahrungseiweiss, das doch sicher umgesetzt wird, noch der Umsatz von Körpereiwass durch Einschmelzung hinzukommt; bei positiver Bilanz ziehen wir einen entsprechenden Wert ab, da Eiweiss bei Ansatz keinen Einfluss auf die Wärmebildung hat.

Die Grösse des RQ zeigt prozentualiter, wie viel Kh sich an der Verbrennung beteiligen. Extreme Abweichungen nach oben oder unten lassen auf Fettbildung aus Kh bzw. Zuckerbildung aus Eiweiss (und Fett?) schliessen. Für die Beurteilung der Kh-Stoffwechsellage berücksichtigen wir ausserdem noch die Bilanz und den Umsatz der Kh im Verhältnis zur Zufuhr.

In der Ketonkörperausscheidung berühren sich Kh und Fettstoffwechsel, insofern ungenügende Kh-Verbrennung zur unvollkommenen Fettverbrennung führt. Eine Fettbilanz haben wir nicht aufgestellt, und wir nehmen an, dass der grössere Teil der zugeführten Menge resorbiert und verwertet wird. Ueaaer den Anteil der Verbrennung orientiert der RQ. Endlich gibt die Höhe der Kalorienproduktion einen Gradmesser für den gesamten Energieumsatz, wobei alle Einzelfaktoren des Stoffwechsels, sowie die Wirkung der Regulatoren (innere Drüsen) zu einem gemeinsamen Ausdruck gelangen.

Den Schluss unserer Betrachtungen bildet der Ernährungszustand. Bereits bei der Feststellung der Stoffwechsellage gewannen wir Anhaltspunkte über Füllung oder Entleerung der Depots (labiles s. zirkulierendes Eiweiss, Glykogen, Fett). Weiteren Aufschluss gibt das Körpergewicht im Vergleich zur Grösse. Allerdings kann das Körpergewicht durch abweichenden Wassergehalt der Organe wesentlich beeinflusst werden.

Alle Angaben beziehen sich auf den Durchschnittswert sämtlicher Bestimmungen.

In einer kleinen Tabelle sollen noch die Verhältnisse der Diurese (im Vergleich zur Zuckerausscheidung) des Quotienten D : N und der Wärmebildung zur Uebersicht gelangen. Die Fälle sind progressiv nach der Schwere der Erkrankung geordnet.

Fall	Wärme- bildung in Kalorien	Urinaus- scheidung pro kg und Tag	Zucker- ausschei- dung in g	D : N	Blutzucker
II.	19	23	19	0,25	—
III.	17	40	50	0,86	—
IV.	26	44	121	3,0	0,5
V.	26	100	301	6,0	—

Zusammenfassung.

Es wird in einer besonderen Art Ernährungslage, Stoffwechsellage und Ernährungszustand beurteilt und unterschieden. Wir beginnen mit den Untersuchungen an den Nichtdiabetischen, das sind die Fälle I, VI und VII.

Die mit gleicher Methodik und Berechnungsart erhaltenen Normalwerte der Kalorienproduktion betragen bei Zuntz und Loewy 14—18, Falta 16—21 (meist 18) Kalorien. In der Unterernährungslage sahen Zuntz und Loewy zuerst eine Verringerung, dann eine Steigerung der Wärmebildung auftreten. Wir haben daher bei unseren Nichtzuckerkranken zu berücksichtigen, ob sie sich in dem Zustand des Abbaues von Körpermaterial oder in dem des Aufbaues bzw. Gleichgewichts befinden.

Im Aufbau ist Fall VI begriffen. Es besteht kein Mangel an Brennstoff, und es werden daher normale Wärmemengen (18 Kalorien) produziert.

Die Fälle I und VII stehen im Abbau, aber in ganz verschiedenen Stadien. Bei Fall I dauerte die Unterernährung in stärkerem Grade erst kurz. Das Gewicht ist noch einigermaßen normal, und es sind noch Reserven vorhanden, aber es wird bereits Körperfett eingeschmolzen. Der Eiweissbestand wird noch geschont¹⁾, die Wärmebildung ist auf 26 Kalorien im Durchschnitt angewachsen. Nach den Beobachtungen von A. Loewy sind bei chronischer Inanition mehrere Stadien zu unterscheiden. Im ersten stellt sich der Gaswechsel niedriger ein, später steigt der Gaswechsel dann stark an, offenbar zu der Zeit, in der die Glykogendepots entleert sind, das Körperfett angegriffen, die N-Bilanz negativ wird. Möglicherweise sinkt er nach Entleerung aller Depots trotz stark negativer N-Bilanz prä mortal wieder ab²⁾. Letzteres dürfte für Fall VII zutreffen. Bei ihm sind die Depots weitgehendst eingeschmolzen, und der Verlust an Körpereiwiss ist beträchtlich. Ihm stehen nicht genügend Brennstoffe zur Verfügung und er bildet deshalb nur 13 Kalorien. Es lässt sich zur Zeit nicht abschätzen, ob eine Einbusse an respirierendem Parenchym bei der geringen Wärmebildung mitspielt. Die modernen Autoren lehnen eine solche Annahme ab (v. Noorden, Falta).

Die Verbrennung von Körperfett ist von einer starken Erhöhung des Gaswechsels begleitet. Fettzufuhr in der Unterernährungslage kann dagegen (Zuntz und Löwy) ein Sinken des O₂-Verbrauchs und der Wärmebildung, sowie eine Besserung der N-Bilanz hervorrufen. Wir können daher unter Berücksichtigung aller Faktoren angeben, ob in einer Zeit mehr Körper- oder mehr Nahrungsfett in den Umsatz gelangen.

Von diesen Erwägungen ausgehend, nahmen wir bei Fall I, vorübergehend bei Fall III und am ersten Tage bei VI die Einschmelzung von Körperfett an, bei dem Zuckerkranken Fall V dagegen die Verbrennung von Nahrungsfett. Natürlich liegt die höhere Wärmebildung

1) Es ist wichtig, dass wir hier feststellten, dass das Körperfett bereits abgeschmolzen wurde, bevor die N-Bilanz negativ war. Allerdings könnte der Eiweissabbau in den ersten Tagen noch verdeckt gewesen sein.

2) Es könnte dazu auch eine herabgesetzte Funktion der endokrinen Drüsen führen.

bei der Einschmelzung von Körperfett nicht in der Verbrennung des Fettes an sich, sondern in Begleitumständen, und zwar nach A. Loewy in dem gleichzeitigen Abbauen von Körpereiwiss begründet.

Für das verschiedene Verhalten der Wärmeproduktion bei Zuckerkranken finden wir fast die gleichen Gründe, wie bei den Nichtdiabetischen¹⁾. Fall II entspricht in Bezug auf die Ernährungslage am Besten dem Nichtdiabetiker Fall VI. Auch die Stoffwechsellage muss ähnlich sein, weshalb nahezu die gleichen Wärmemengen gebildet werden. Fall III ist etwas ungünstiger gestellt bezüglich der Kh- und Fettverwertung, jedoch ist die N-Bilanz in allen drei Fällen etwa gleich stark positiv. Die Kalorienbildung stimmt ebenfalls fast überein, wir können bei diesen Kranken ein Stadium des Aufbaus annehmen.

Im Stadium des Abbaus ändert sich das Bild vollkommen. Die Kh-Verwertung fällt mehr und mehr aus, es treten die gleichen Verhältnisse wie bei Unterernährung Nichtdiabetischer ein, und deshalb greift schliesslich der Kranke nach Entleerung der Depots seine Protoplasma-masse an, es kommt zum N-Defizit. Aus gleichen Gründen wie beim Nichtzuckerkranken wird jetzt auch hier die Wärmebildung angefacht, der O₂-Verbrauch ist besonders hoch bei der Einschmelzung von Körperfett, etwas weniger bei der Verbrennung von Nahrungsfett. Je länger die Erkrankung dauert, desto grösser wird die Abmagerung. Fall IV und V sind hierfür gute Beispiele.

Wir brauchen deshalb die Verbrennungsprozesse bei Diabetischen und Nichtdiabetischen nicht prinzipiell zu trennen. Ganz dieselben Gründe führen zu normaler, erhöhter und verringerter Wärmebildung. Im Aufbau und wohl auch in der Gleichgewichtslage ist sie normal, im Abbau um 53pCt. und mehr gesteigert. Sind alle Reserven aufgebraucht — das Beispiel eines Zuckerkranken dieser Art fehlt allerdings in unseren Untersuchungen — dann sinkt aus Mangel an Stoff endlich die Wärmebildung, und es erlischt allmählich auch das Leben.

Die Höhe der Wärmebildung ist in weitem Umfange unabhängig von der Energiezufuhr und der Energiebilanz. Trotz erheblicher Schwankungen an einzelnen Tagen (siehe die Kurvenbeispiele am Schluss) lässt sich ein Niveau der Wärmebildung abschätzen, welches relativ unbeeinflusst bleibt von der Ernährungslage und dem Ernährungszustand und offenbar einer bestimmten Einstellung der Stoffwechsellage seine Konstanz verdankt. Deshalb werden auch rücksichtslos alle Vorräte aufgebraucht, die Depots entleert und selbst die wertvollen Eiweissstoffe angegriffen. Bei den Zuckerkranken liegt der Schlüssel zum Verständnis in dem Kh-Verbrauch²⁾. In unseren Fällen III und IV z. B. sind Eiweisszufuhr und der nach dem angegebenen Verfahren berechnete Eiweissumsatz fast gleich, dagegen unterscheiden sich wesentlich Kh-Bilanz, dann indirekt abhängig N-Bilanz und Wärmebildung.

Wir wollen noch die Kh-Bilanz mit der Wärmeproduktion vergleichen (vgl. die Kurven der Fälle I, III und IV).

1) Das erhöhte Niveau der Wärmebildung bei vermehrter Sekretion der Schilddrüse soll hier nicht diskutiert werden.

2) Ist der Kh-Umsatz ungenügend, so wird Eiweiss angegriffen.

Kurve 1. Kh-Zufuhr und Kalorienproduktion.

Fall IV

Fall III

Fall I

Der Aenderung der Kh-Bilanz folgt die Aenderung der Kalorienbildung. Zwischen Zufuhr und Beeinflussung des Stoffwechsels liegen meist ein

Kurve 2. Kh-Bilanz und Kalorienproduktion.

Es wurde immer der Kalorienwert des nächsten Morgens in der Ruhe, nüchtern zu der Zufuhr des Tages vorher gezeichnet.

oder mehrere Tage, wobei die Fülle oder Leere der Glykogenspeicher in erster Linie von Einfluss ist. Aus Bilanz und Wärmekurven des Fall IV erkennen wir zu der Zeit der verringerten Bilanz eine Tendenz zur Er-

höhung, zu der Zeit der gebesserten Bilanz eine Tendenz zur Verminderung der Kalorienproduktion.

Wir wissen, dass die Stadien mit Verschlechterung der Bilanz mit einer Erhöhung des Zuckerspiegels einhergehen. Es gehen demnach Hand in Hand Verschlechterung der Bilanz, Erhöhung des Blutzuckerspiegels und erhöhte Wärmebildung unter vermehrter Beteiligung der Fette, negativer N-Bilanz und Körpergewichtsverlust. Die Reihenfolge ist ungenügende Kh-Verwertung, Einschmelzen des Körperfettes und damit gleichzeitig zunächst geringer, später stärkerer Eiweissabbau. Jetzt tritt erst eine negative N-Bilanz hervor und die Wärmeproduktion ist erhöht, bis endlich sub finem vitae der Vorrat an Kraftspendern aufgebraucht ist und Gaswechsel Wärmeproduktion sinken. Zu einer erhöhten Wärmebildung im Stadium des Abbaus sind also genügende Mengen von Kh und Fetten notwendig.

Es ist besonders hervorzuheben, dass für einen normalen Stoffwechsel ein Minimum an Kh im Umsatz unerlässlich ist, dieses Kh-Minimum steht dem Eiweissminimum an Bedeutung kaum nach.

Zum Schluss sei noch erwähnt, dass uns die gemischten Kohlenhydratkuren in vielen Fällen gute Dienste geleistet haben, zumal sie unter den heutigen Verhältnissen am ehesten durchführbar waren. Wir glauben allerdings, dass auch sie ein bestimmtes Indikationsgebiet haben, das in Zukunft noch schärfer herauszuarbeiten sein wird.