

sie inaktiv. Aus der Lösung wurde darauf die Base in Freiheit gesetzt und in Äther aufgenommen. Nach dem Verdampfen des Äthers sublimierte man den Rückstand im Hochvakuum. Das Sublimat schmolz bei 131,5—133° und gab mit der racem. *Tröger'schen* Base keine Schmelzpunktserniedrigung.

Herstellung der racemischen *Tröger'schen* Base aus den optischen Antipoden.

Je 2,5 mg der beiden optisch reinen Antipoden wurden in 0,1 cm³ Hexan heiss gelöst. Die nach dem Erkalten auskristallisierten charakteristischen dünnen Nadeln wurden abgesaugt, mit 0,12 cm³ Hexan gewaschen und im Hochvakuum getrocknet. Man erhielt so 3,3 mg eines Produktes vom Smp. 135—135,5°, welches mit der racemischen *Tröger'schen* Base keine Schmelzpunktserniedrigung gab. Das Produkt war optisch inaktiv.

Die Analysen wurden in unserer mikroanalytischen Abteilung von den HH. W. *Manser* und W. *Ingold* ausgeführt.

Organisch-chemisches Laboratorium der Eidg. Technischen Hochschule, Zürich.

131. Fettstoffwechsel-Untersuchungen mit Deuterium als Indikator.

IV. Fettbildung aus Eiweiss bei Albino-Ratten

von Karl Bernhard, Heidi Steinhauser und A. Matthey.

(26. VI. 44.)

Die Entstehung von Fett aus Eiweiss im Tierkörper hielten bereits *Pettenkofer* und *Voit*¹⁾ für eine gesicherte Tatsache; eindeutige Beweise erbrachte wohl erst *Longenecker*²⁾ durch Verabreichung einer zu 96 % aus Casein bestehenden Diät an Ratten. Die Tiere, welche durch vorangehendes Hungern ihre Fettdepots weitgehend eingebüßt hatten, erhielten dieses durch Salze, Hefe und Lebertran ergänzte Futter bis zur Erreichung des anfänglichen Körpermengenwichtes. Sie wiesen dann Lipide sehr ähnlicher Fettsäure-Zusammensetzung auf, wie Ratten nach ausschliesslicher Kohlenhydratfütterung. Fettbildung aus Protein bestätigten ferner *Hoagland* und *Snider*³⁾.

Nach *McHenry* und *Gavin*⁴⁾ erfolgt die Fettsynthese aus Eiweiss nur bei reichlicher Versorgung mit den Vitaminen des B-Komplexes, besonders dem Ademin. Diese Forscher fütterten wachsende Ratten unter gleichzeitiger Verabreichung wechselnder Mengen einzelner oder aller B-Vitamine ausschliesslich mit Eiweiss und bestimmten den Kadaver- und Leber-Fettsäuregehalt. *Mitchell*⁵⁾ be-

¹⁾ *E. Voit*, Handb. d. Physiol., Bd. 6, I S. 248 (1881).

²⁾ *H. E. Longenecker*, J. Biol. Chem. 128, 645 (1939).

³⁾ *R. Hoagland* and *G. G. Snider*, J. Nutrit. 18, 435 (1939).

⁴⁾ *E. W. McHenry* and *G. Gavin*, J. Biol. Chem. 138, 471 (1941).

⁵⁾ *H. H. Mitchell*, Annu. Rev. Biochem. 11, 257 (1942).

merkt dazu, dass Fettablagerung eine reguläre und natürliche Erscheinung fortschreitenden Wachstums darstelle und nach *MacKay, Barnes* und *Carne*¹⁾ unabhängig von Futteraufnahme bedingenden Nahrungsbestandteilen eine enge Beziehung zwischen Zuwachs und Depotfettablagerung bestehe. Die Versuche *McHenry's* und *Gavin's* wären daher nach *Mitchell* nicht geeignet, eine unmittelbare Beziehung eines Ergänzungsfaktors der Nahrung, also in diesem Falle der B-Vitamine, zur Synthese der Körperfette zu beweisen.

Nachdem wir in früheren Versuchen²⁾ die im Tierkörper nach Kohlenhydrat-reicher Kost eintretende Fettbildung mit Hilfe des schweren Wasserstoffs als Indikator untersuchten und kürzlich zeigten, dass Ratten auch bei fortgesetztem Nahrungsentzug wohl aus Körpereiweiss Lipide zu synthetisieren vermögen³⁾, haben wir die Isotopenmethode auch zum Studium der Fettbildung nach Eiweissfütterung angewandt.

Die Fettregeneration erfolgt nach *Bernhard* und *Schoenheimer*⁴⁾ am intensivsten in der Leber, dann aber auch im Darm, worauf wir in einer späteren Arbeit zurückkommen. Die D-Gehalte der Leber- und Darmfettsäuren sind daher sichere Kriterien für stattfindende Fett-Synthese.

Ratten, welche nach vorangegangener Ernährung mit Normaldiät nach *McCollum* getrocknetes, mageres Pferdefleisch und pro Tag und Tier 20 γ Aneurinhydrochlorid, 20 γ Lactoflavin, 40 γ Adrenin, 100 γ Pantothensäure, 100 γ Nicotinsäure-amid und 10 mg Cholin (alles *Roche*-Präparate) in 5 Atom %-D-haltigem Trinkwasser gelöst erhielten, wurden nach 6 Tagen getötet und zur Gewinnung der Fettsäuren aufgearbeitet. Letztere wiesen, wie aus den D-Werten der Tabelle I hervorgeht, nur wenig schweren Wasserstoff auf; eine wesentliche Fett-Neubildung trat nicht ein. Es ist dabei zu berücksichtigen, dass das Fleisch etwa 4% Ätherlösliches enthielt, womit eine merkliche Fettversorgung bereits gewährleistet war.

Tabelle I.

Gesamt-Fettsäuregehalte und D-Werte der Fettsäuren mit Fleisch gefütterter Ratten

| Tier Nr. | % Fettsäuren | D-Werte*) der Fettsäure aus | | |
|----------|--------------|-----------------------------|------|---------|
| | | Leber | Darm | Kadaver |
| 1 | 7,93 | 8,0 | 9,2 | 4,0 |
| 2 | 9,10 | 8,7 | 6,8 | 3,4 |

$$*) \frac{\text{Atom \% D der Fettsäuren}}{\text{Atom \% D im Körperwasser}} \times 100$$

¹⁾ *E. M. MacKay, R. H. Barnes* und *H. O. Carne*, Am. J. Physiol. **135**, 193 (1941).

²⁾ *K. Bernhard* und *R. Schoenheimer*, J. Biol. Chem. **133**, 713 (1940). *K. Bernhard, H. Steinhäuser* und *F. Bullet*, Helv. **25**, 1313 (1942); *K. Bernhard* und *F. Bullet*, Helv. **26**, 1185 (1943). ³⁾ *K. Bernhard* und *H. Steinhäuser*, Helv. **27**, 207 (1944).

⁴⁾ *K. Bernhard* und *R. Schoenheimer*, J. Biol. Chem. **133**, 713 (1940).

Wir haben in der Folge als eiweissreiches, fettreiches Futter ein Gemisch aus 96 Teilen Casein und 4 Teilen Salzen verabreicht¹⁾. Zur Feststellung eines Einflusses der Komponenten des B-Komplexes auf die Fettbildung wurden die Tiere vor den Versuchen 3 Wochen Vitamin B-frei gefüttert. Sie erhielten nach *Gavin* und *McHenry*²⁾ eine durch gelegentliche Lebertrangaben ergänzte Nahrung aus 10 Teilen Casein, 84 Teilen Rohrzucker, 4 Teilen Salzgemisch und 2 Teilen Agar-Agar, welche gegen Ende der Vorperiode indessen nicht mehr leicht gefressen wurde und zu Gewichtsabnahme, in erster Linie zu Verlusten der Fettbestände, führte.

Bei fünf in dieser Weise vorbehandelten Ratten (Nrn. 3—7, Gruppe A, Tabelle II) bedingte eine anschliessende sechstägige Caseinfütterung weiteren Gewichtsrückgang. Erst bei sehr geringen Gesamt-Fettsäuregehalten der Tiere (0,90—0,97 %), Nrn. 3 und 4) trat gesteigerte Fettbildung ein.

Im selben Sinne verhielten sich die Ratten Nrn. 8—11 (Gruppe B), welche täglich 20 γ Vitamin B₆ erhielten. Ein Einfluss des Adermins war nicht feststellbar.

Tabelle II.
Gesamt-Fettsäure-Gehalte und D-Werte der Fettsäuren mit Casein
gefütterter Ratten.

| | Tier Nr. | % Fett-säuren | D-Werte der Fettsäuren aus | | |
|--|----------|---------------|----------------------------|------|---------|
| | | | Leber | Darm | Kadaver |
| Gruppe A: ohne B-Vitamine: | 3 | 0,90 | 17,3 | 20,2 | 10,0 |
| | 4 | 0,97 | 26,3 | 26,3 | 10,0 |
| | 5 | 1,76 | 10,0 | 9,3 | 4,5 |
| | 6 | 2,11 | 7,8 | 10,2 | 4,1 |
| | 7 | 2,47 | 9,4 | 11,3 | 5,0 |
| Gruppe B: Adermin-Gaben: | 8 | 0,83 | 26,8 | 19,5 | 12,3 |
| | 9 | 2,51 | 10,1 | 11,4 | 6,3 |
| | 10 | 2,57 | 12,8 | 12,0 | 4,3 |
| | 11 | 3,59 | 12,7 | 8,2 | 3,4 |
| Gruppe C: mit den Vitaminen des B-Komplexes: | 12 | 1,58 | 31,5 | 30,8 | 15,2 |
| | 13 | 1,69 | 33,6 | 35,7 | 17,8 |
| | 14 | 3,27 | 22,7 | 20,0 | 10,3 |
| | 15 | 4,80 | 38,7 | 26,4 | 8,9 |
| | 16 | 5,31 | 17,6 | 25,8 | 6,6 |

Eine wesentliche Änderung trat indessen nach reichlichen Gaben aller B-Vitamine und des Cholins bei den Ratten Nrn. 12—16 ein. Gewichtsverluste waren auch damit bei den sechstägigen Versuchen nicht vermeidbar, hingegen enthielten Leber- und Darmfettsäuren bedeutend mehr schweren Wasserstoff; die Fettbildung war ausgesprochen erhöht.

¹⁾ E. W. McHenry and G. Gavin, J. Biol. Chem. 138, 471 (1941).

²⁾ G. Gavin and E. W. McHenry, J. Biol. Chem. 132, 41 (1940).

Es schien uns von Interesse, unter gleichen Bedingungen die Auswirkung eines Kohlenhydrat-reichen Futters an Stelle der Casein-Nahrung zu prüfen. Die Ratten Nrn. 17 und 18 erhielten extrahiertes Brot und analoge Vitaminzusätze; ihre Leber- und Darmfettsäuren wiesen bei normalen Fettbeständen des Gesamtorganismus hohe D-Werte auf (vgl. Tabelle III).

Tabelle III.

Fettsäure-Gehalte und D-Werte der Fettsäuren mit Brot gefütterter Ratten.

| Tier Nr. | % Fett-säuren | D-Werte der Fettsäuren aus | | |
|----------|---------------|----------------------------|------|---------|
| | | Leber | Darm | Kadaver |
| 17 | 9,74 | 28,2 | 23,5 | 14,7 |
| 18 | 10,13 | 33,2 | 26,0 | 19,5 |

Experimentelles.

Als Versuchstiere dienten ausschliesslich weisse, männliche Ratten von über 200 g Anfangsgewicht. Die Anreicherung der Körperflüssigkeiten an Deuterium erfolgte in der üblichen Weise¹⁾.

Die Zusammensetzung der verfütterten Diäten nach den Angaben von *McHenry* wurde bereits mitgeteilt. Das verwendete Casein *Roche* war Vitamin A- und D-frei. Wir haben es zu weitgehender Entfettung während 24 Stunden mit Äther extrahiert. Als Kohlenhydrat-reiche Nahrung diente wie bei den früheren Versuchen extrahiertes Schwarzbrot. Futter und Trinkwasser standen den Tieren ad libitum zur Verfügung. Die Gewichtseinbussen nach 3-wöchiger Vitamin B-freier Diät und nach 6-tägiger Eiweissfütterung sind umstehend mitgeteilt:

Tabelle IV.

Prozentuale Gewichtsverluste der Ratten nach B-freier Ernährung (Diät I) und 6-tägiger Eiweissfütterung (Diät II).

| Tier Nr. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
|----------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Diät I | — | — | 9,1 | 19,8 | 13,7 | 7,6 | 15,7 | 9,8 | 18,4 |
| Diät II | 8,6 | 9,9 | 8,7 | 15,3 | 10,1 | 8,9 | 23,1 | 12,6 | 13,9 |
| Tier Nr. | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 |
| Diät I | 10,3 | 17,5 | 19,2 | 17,7 | 12,3 | 10,4 | 15,4 | 9,4 | 11,2 |
| Diät II | 9,3 | 4,2 | 14,1 | 14,4 | 9,4 | 9,6 | 10,0 | 4,2 | 6,4 |

*) Gewichtszunahmen.

Nach Beendigung der Versuche wurden die Ratten mit Äther getötet und wie früher angegeben¹⁾ zur Isolierung der Fettsäuren aus Leber, Magen-Darmtractus und Kadaver (= Carcass, Tierkörper exklusive Leber und Magen-Darmtractus) aufgearbeitet. Die erhaltenen Gesamt-Fettsäremengen in Prozenten bezogen auf das Totalgewicht ausgedrückt, wurden bereits mitgeteilt; die mengenmässige Fettsäureverteilung auf Leber, Darm und Kadaver ist aus der Tabelle V ersichtlich. Letztere enthält auch die gemessenen D-Gehalte und zwar sowohl für die Körperflüssigkeiten als die Fettsäuren.

¹⁾ K. Bernhard, H. Steinhauser und F. Bullet, Helv. 25, 1313 (1942).

Tabelle V.

Gewichte und D-Gehalte der Fettsäuren aus Leber, Darm und Kadaver.

| Tier Nr. | mg Fettsäuren aus | | | im Körper- wasser | Atom % -D | | | | | |
|-------------|-------------------|------|--------------|-------------------------|-----------------------|------|-------------|----------------|------------------|--|
| | Leber | Darm | Ka- daver | | in den Fettsäuren aus | | | Kadaver | | |
| | | | | | Leber | Darm | ge- samt | ge- sättigt | unge- sättigt | |
| 1 | 331 | 570 | 15509 | 1,75 | 0,14 | 0,16 | 0,07 | 0,09 | 0,05 | |
| 2 | 283 | 861 | 18275 | 1,62 | 0,14 | 0,11 | 0,05 | 0,06 | 0,04 | |
| 3 | 88 | 172 | 1719 | 2,82 | 0,49 | 0,57 | 0,28 | 0,41 | 0,21 | |
| 4 | 254 | 177 | 1212 | 2,67 | 0,70 | 0,63 | 0,27 | 0,41 | 0,18 | |
| 5 | 217 | 261 | 2369 | 2,48 | 0,25 | 0,23 | 0,11 | 0,16 | 0,09 | |
| 6 | 123 | 225 | 4610 | 2,45 | 0,19 | 0,25 | 0,10 | 0,16 | 0,07 | |
| 7 | 156 | 139 | 3992 | 1,59 | 0,15 | 0,18 | 0,08 | 0,10 | 0,06 | |
| 8 | 146 | 338 | 1577 | 2,35 | 0,63 | 0,46 | 0,29 | 0,39 | 0,18 | |
| 9 | 205 | 227 | 3418 | 2,53 | 0,27 | 0,29 | 0,16 | 0,20 | 0,13 | |
| 10 | 217 | 189 | 6150 | 2,33 | 0,30 | 0,28 | 0,10 | 0,18 | 0,06 | |
| 11 | 191 | 475 | 4977 | 2,92 | 0,37 | 0,24 | 0,10 | 0,16 | 0,08 | |
| 12 | 117 | 199 | 1842 | 3,28 | 1,03 | 1,01 | 0,50 | 0,68 | 0,34 | |
| 13 | 160 | 214 | 1833 | 2,98 | 1,00 | 1,06 | 0,53 | 0,83 | 0,36 | |
| 14 | 190 | 255 | 7085 | 1,94 | 0,44 | 0,39 | 0,20 | 0,28 | 0,12 | |
| 15 | 271 | 385 | 7700 | 2,92 | 0,99 | 0,77 | 0,26 | 0,40 | 0,20 | |
| 16 | 262 | 530 | 9482 | 1,98 | 0,35 | 0,51 | 0,13 | 0,16 | 0,07 | |
| 17 | 224 | 665 | 20167 | 1,70 | 0,48 | 0,40 | 0,25 | 0,38 | 0,20 | |
| 18 | 254 | 477 | 19175 | 1,69 | 0,56 | 0,44 | 0,33 | 0,42 | 0,27 | |

In vielen Fällen wurde bei der Aufarbeitung der Kadaver auch das Unverseifbare isoliert und bei Schmelzpunkten über 110° gleichfalls auf D geprüft. Tabelle VI enthält die diesbezüglichen Ergebnisse. Die Isolierung des Cholesterins war bei den geringen Mengen nicht angezeigt, indem erhältliche Reinfaktionen wohl nicht mehr zu einwandfreier D-Analyse ausgereicht hätten.

Tabelle VI.
Gewichte und D-Gehalte des Unverseifbaren aus den Kadavern.

| Tier Nr. | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 |
|-------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| erhalten mg | 64 | 102 | 124 | 140 | 155 | 164 | 151 | 110 | 128 | 159 | 112 |
| Atom % D | 0,43 | 0,43 | 0,33 | 0,57 | 0,27 | 0,32 | 0,45 | 0,59 | 0,66 | 0,61 | 0,45 |

Diskussion der Ergebnisse.

McHenry und *Gavin*¹⁾ beobachteten nach ausschliesslicher Eiweissfütterung unabhängig von der Zufuhr der übrigen B-Vitamine beim Fehlen des Adermins in der Nahrung fortschreitenden Gewichtsverlust. Gewichtszunahmen traten nur bei gleichzeitigen Vitamin B₆-Gaben ein. Unsere Tiere verloren bei den kurzfristigen Versuchen

¹⁾ *E. W. McHenry and G. Gavin, J. Biol. Chem.* **138**, 471 (1941).

trotz Aneurin, Lactoflavin, Adermin, Nicotinsäure-amid, Pantothen-säure und Cholinhydrochlorid bei einseitiger Eiweissfütterung beträchtlich an Gewicht. Im Gegensatz dazu führt die Kohlenhydrat-Nahrung (Brot) zu Gewichtszunahmen. Diese Beobachtungen bestätigen die Befunde von *MacKay, Barnes* und *Carne*¹⁾ über den Einfluss einer eiweissreichen Nahrung auf Appetit und Fettablagerung bei Ratten. Das Kohlenhydrat-Futter wird bevorzugt gefressen und damit in grösseren Mengen aufgenommen als das Casein. Solche Tiere bilden dadurch auch mehr Depotfett.

Die Ratten 3—11, welche ohne Vitaminzugaben oder nur mit solchen an B₆ ausschliesslich eiweissreich gefüttert wurden, verhielten sich hinsichtlich Fett-Neubildung sehr ähnlich wie die früher untersuchten Hungertiere²⁾. Bei bereits stark reduzierten Fettsäure-Beständen von weniger als 1% weisen Leber- und Darm-Fettsäuren hohe, bei genügenden Fettvorräten des Gesamt-Körpers aber nur mässige D-Werte auf. In Übereinstimmung mit *McHenry* und *Gavin* kommt dem Adermin allein, d. h. ohne die übrigen B-Komponenten, keine Wirkung auf die Fettsynthese zu.

Bei den mit allen B-Vitaminen versorgten Ratten 12—16 erreichten indessen die D-Gehalte der Leber- und Darm-Fettsäuren bereits Werte, wie wir sie bei ausschliesslicher Brotfütterung und damit bedingter reichlicher Fettablagerung antreffen. Obwohl die Tiere noch immer starke Gewichtseinbussen zeigten, liegen die Gesamt-Fettsäuregehalte merklich höher. Zweifellos besteht ein deutlicher Einfluss von Seiten der B-Vitamine auf die Fettbildung. Ob diese Wirkung nur eine allgemein stimulierende ist, also z. B. den Appetit der Tiere anregt und damit eine gesteigerte Futteraufnahme bewirkt, oder ob es sich um eine eigentliche Beteiligung der B-Vitamine an den Stoffwechselvorgängen, die zur Fettbildung aus Eiweiss führen, handelt, kann nicht sicher entschieden werden, letztere Annahme scheint indessen eher richtig zu sein.

Bezüglich der D-Werte der Leber- und Darm-Fettsäuren verhalten sich die mit extrahiertem Brot gefütterten Ratten 17 und 18 sehr ähnlich wie diejenigen der Gruppe C. Ihre Gesamtfettsäure-Gehalte sind mit rund 10% aber viel grösser. Die Fettregeneration in Leber und Darm vollzieht sich daher, sowohl bei ausschliesslicher Kohlenhydrat- als bei reiner Eiweissfütterung und genügendem Angebot an B-Vitaminen, mit annähernd gleicher Halbwertzeit. Die Fettsynthese nimmt offenbar in beiden Fällen von kleinen Bruchstücken ausgehend einen analogen Verlauf.

Auf Grund des Körpergewichtes und der Fettsäurebestände wird aber mengenmässig bei der Kohlehydratnahrung mehr Fett gebildet als bei Eiweissfutter.

¹⁾ *E. M. MacKay, R. H. Barnes and H. O. Carne, Am. J. Physiol.* **135**, 193 (1941).

²⁾ *K. Bernhard und H. Steinhäuser, Helv.* **27**, 207 (1944).

Die Fettsäuren aus den Kadavern (0,64—9,76 % bezogen auf das Total-Gewicht der Ratten) haben wir über die Bleisalze in feste und flüssige bzw. gesättigte und ungesättigte Fraktionen zerlegt, welche auf schweren Wasserstoff geprüft wurden. Die diesbezüglichen Ergebnisse sind aus der Tabelle VII ersichtlich.

Tabelle VII.

Kadaver-Fettsäuren in % des Total-Gewichtes der Tiere, Jodzahlen der Gesamtfettsäuren aus den Kadavern und D-Werte der gesättigten und ungesättigten Säure-Fraktionen.

| Tier Nr. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
|--|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| % Kadaver-Fettsäuren | — | — | 0,78 | 0,71 | 1,47 | 1,95 | 2,30 | 0,64 | 2,19 |
| Jodzahl der Kadaver-Fettsäuren | — | 89,8 | 85,4 | 98,9 | 91,0 | 95,9 | 98,8 | 92,0 | 72,3 |
| D-Werte der gesättigten Säuren . | 5,1 | 3,7 | 14,5 | 15,3 | 6,5 | 6,5 | 6,3 | 16,5 | 7,9 |
| ungesättigten Säuren . | 2,9 | 2,5 | 7,5 | 6,7 | 3,6 | 2,9 | 3,8 | 7,7 | 5,2 |
| Tier Nr. | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 |
| % Kadaver-Fettsäuren | 2,40 | 3,17 | 1,34 | 1,40 | 3,08 | 4,43 | 4,91 | 8,05 | 9,76 |
| Jodzahl der Kadaver-Fettsäuren | 90,7 | 70,3 | 86,6 | 88,5 | 93,1 | 72,1 | 88,7 | 73,3 | 72,0 |
| D-Werte der gesättigten Säuren . | 7,7 | 5,5 | 20,6 | 27,8 | 14,4 | 13,7 | 8,1 | 22,4 | 24,8 |
| ungesättigten Säuren . | 2,6 | 2,7 | 10,3 | 12,1 | 6,2 | 6,8 | 3,5 | 11,7 | 16,0 |

Diese D-Werte, welche bei kurzfristigen Versuchen von der Menge der Depotfette und dem Ausmass stattfindender Fettsynthesen abhängig sind, zeigen deutlich die gegenüber der Casein-Nahrung bei Brotfütterung gesteigerte Fettproduktion. Sie betragen bei den Ratten 12 und 13 für die gesättigten Säuren 20,6 und 27,8 bei 1,34 und 1,40 % Depotfettsäuren, bei den Tieren 17 und 18 22,4 und 24,8 bei Fettsäuregehalten von 8,05 und 9,76 %.

Die Fettgehalte der Lebern hielten sich, wie aus der Tabelle VIII hervorgeht, innerhalb der Norm; Leberverfettungen traten auch bei den ohne Cholinhydrochlorid gefütterten Tieren nicht ein.

Tabelle VIII.
Fettsäure-Gehalte der Lebern.

| Tier Nr. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
|--------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| % Fettsäuren | 3,0 | 3,5 | 2,8 | 2,3 | 2,6 | 2,8 | 3,0 | 2,4 | 3,3 |
| Tier Nr. | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 |
| % Fettsäuren | 2,0 | 3,1 | 3,4 | 3,2 | 2,3 | 4,0 | 3,9 | 2,8 | 2,8 |

Die D-Werte der Sterine bzw. des Unverseifbaren (Tabelle IX) lassen keine direkte Beziehungen zum Vitamin B-Gehalt des Futters erkennen. Sie sind im allgemeinen bei niedrigem Gesamtfettsäure-Gehalt tiefer als bei hohem. Indessen konnten Abtrennungen und Bestimmungen nicht in allen Fällen durchgeführt werden.

Tabelle IX.
D-Werte des Unverseifbaren.

| Tier Nr. | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 |
|----------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| D-Wert | 15,2 | 16,1 | 13,3 | 23,3 | 16,9 | 13,6 | 19,3 | 20,2 | 20,0 | 20,5 | 23,2 |

Zusammenfassung.

Unter Benützung des schweren Wasserstoff-Isotopen als Indikator wurde bei ausgewachsenen Ratten unter verschiedenen Bedingungen die Fettbildung aus Eiweiss untersucht, indem der Deuterium-Gehalt der aus Leber, Darm und restlichem Kadaver isolierten Fettsäuren die sichere Feststellung und Beurteilung eintretender Fett-Neubildungen erlaubt. Diese waren nach Fleischnahrung als Eiweissquelle nur von geringen Umfang, es scheint, dass der Lipoidgehalt dieses Futters eine hinreichende Fettversorgung gewährleistet und der Organismus auf eigene Fettbildungen verzichtet.

Nach einer dreiwöchigen Karenzzeit zum Zwecke der Erschöpfung der Vitamin B-Vorräte und der Fettbestände, wurden Ratten ausschliesslich mit Salzen und extrahiertem Casein gefüttert. Dabei trat nur mässige Fettsynthese ein. Lediglich, wenn die Gesamtfettsäure-Gehalte unter 1% gesunken waren, konnte analog wie bei den Hungertieren gesteigerte Fett-Neubildung beobachtet werden. Adermin als alleinige Komponente des B-Komplexes verabreicht, war ohne Einfluss.

Die eingetretene Fettbildung erwies sich in Übereinstimmung mit Befunden *McHenry's* und *Gavin's* stark abhängig von der Versorgung der Tiere mit allen Vitaminen des B-Komplexes. Nach gleichzeitiger Aneurin-, Lactoflavin-, Adermin-, Nicotinsäure-amid-, Pantothenäsäure- und Cholingabe erfolgte die Fettgeneration in Leber und Darm mit derselben Halbwertzeit, wie nach Kohlenhydratfütterung. Die Gesamt-Fettproduktion war indessen auch unter solchen Konditionen geringer, als bei Kohlenhydratnahrung.

Der Stiftung „Jubiläumsspende für die Universität Zürich“ verdanken wir bestens erhaltenene Subventionen.

Zürich, Physiologisch-chemisches Institut der Universität.