

(Aus dem Zoologischen Institut der Universität München).

# Über den Fetthunger der weißen Maus nach annähernd fettfreier Diät.

Von

**Marianne Laubmann.**

Mit 3 Textabbildungen.

## Einleitung.

Hunger ist die Triebkraft, welche die Nahrungsaufnahme veranlaßt. Er ist eine Empfindung, die durch das Zusammenspiel verschiedener innerer Faktoren, von denen wir einzelne kennen, hervorgerufen wird, es wird angenommen, daß der Sitz des Hungergefühls im Hirn zu finden ist (*v. Bergmann*).

Für das Hungergefühl verantwortlich ist z. B. der Füllungszustand des Magens. Ist jener zu gering, dann empfinden wir Hunger. Er verschwindet, sobald der Magen gefüllt ist und sei es auch nur mit Wismuthbrei (*Fürth*). Aber auch die rhythmischen Kontraktionen des leeren Magens sollen das Hungergefühl verursachen. Dies hat *Cannon* am Menschen- und Hundemagen zeigen können. Nach der Auffassung von *Kestner* verspüren wir so lange keinen Hunger, als die Magendrüsen noch sezernieren; das ist der Fall, solange Speise im Magen vorhanden ist. Je stärker die Magensaftabsonderung angeregt wird und je länger die Nahrung im Magen verweilt, desto weniger sind wir hungrig. Besonders fetthaltige Speisen bleiben lange im Magen und verhindern das Auftreten dieser Empfindung. Es kann der Hunger aber auch vom kalorischen Wert der Nahrung abhängig sein. Die Versuchstiere von *Hausmann*, weiße Ratten, verzehren die Menge Futter, welche notwendig ist, die tägliche Gesamtkalorienmenge zu liefern. Der Hunger ist dann gestillt, wenn eine Absättigung des Kalorienbedarfs vollzogen ist. Nach der neueren Ansicht beruht das

Hunger- und Sattgefühl auf das Zusammenwirken von Adrenalin- und Insulinausschüttung, die mit der Motorik des Magens gekoppelt ist. Dies glaubte *Monauni* nachweisen zu können. Bei Hunger überwiegt die Insulineinwirkung im Blut und durch den sinkenden Blutzuckerspiegel wird die Magensaftsekretion angeregt, die ihrerseits wieder die Hungerkontraktionen auslöst. Die von *Monauni* aufgestellte Behauptung widerspricht zwar der von *Kestner*, stimmt jedoch einigermaßen mit der *Lauterschen* Theorie überein, die ebenfalls die Höhe des Blutzuckerspiegels für das Hungergefühl verantwortlich macht.

*Eine Spezialform des Hungers ist der Appetit, der auf bestimmte Nahrungsmittel gerichtet ist.* Für den Appetit gibt das *Verlangen des Körpers*, diese oder jene Nahrung aufzunehmen, die Auslösung. Der innere Anstoß wird hervorgebracht durch einen Mangel an bestimmten Nährstoffen, welche der Organismus für das Leben benötigt. Nach *Katz* wäre das so vorzustellen, daß bereits jede Zelle empfindet, welcher Stoff ihr fehlt und dies durch Reizleitung dem Gehirn weitergibt. Nun richtet Tier oder Mensch sein Streben und Trachten auf diesen Mangelstoff, m. a. W., das Individuum hat Appetit, der zellchemisch bedingt wird. *Katz* nennt dies die Aviditätstheorie. Auch nach der Meinung von *v. Bergmann* ist der Gewebshunger bei der Nahrungsaufnahme ausschlaggebend. Und er definiert Gewebshunger als einen „Mangel an jenen Nahrungsstoffen, deren die Gewebe bedürfen“.

Bei der Nahrungswahl werden Mensch und Tier von den verschiedensten Sinnen geleitet. In den Versuchen von *Hellwald* pickten Hühnchen am häufigsten nach dem bekömmlichsten Futter. Auch junge Ratten finden das Futter, welches sich am förderlichsten für deren Wachstum erweist. Dies konnten *Osborne* und *Mendel* in Fütterungsversuchen mit Eiweiß nachweisen. Hühner, die zur Zeit der Eierlegperiode nur wenig kalkhaltiges Futter bekommen, beginnen Mauern und Kalkwände anzupicken, um den erhöhten Kalkbedarf zu decken. Bei Hähnen kann man ein derartiges Verhalten nicht beobachten (*Katz*). Kälber, die lange als Saugkälber gehalten werden, fangen nach meiner Beobachtung nach einigen Wochen an, die Kalkwände abzulecken. Sie versuchen auf diese Weise den Kalkmangel auszuschalten. Das Fehlen des Kalkes, eines Nahrungsstoffes, löst Appetit auf diesen Mangelstoff

aus. Alle diese Beispiele sollen zeigen, daß im Futter oft ein bestimmter Stoff gesucht wird.

Man weiß, daß völliges Fehlen von Kohlehydrat (KH), Eiweiß oder Fett in der Nahrung zu krankhaften Zuständen führt, nicht aber, ob der Organismus bei Darbietung der entzogenen Nahrung, also nach Mangeldiät, durch gesteigerte Aufnahme das Bedürfnis ausgleicht. Es schien aussichtsreich, die Versuche mit Fett durchzuführen und zu prüfen, *ob das Fehlen von Fett in der Nahrung Appetit auf diesen Stoff hervorruft.*

Durch die Untersuchungen von Burr ist erwiesen, daß Ratten Fettmangel auf die Dauer nicht zu ertragen vermögen. Bei der Mangeldiät nehmen Männchen und Weibchen bis zu einem bestimmten Gewicht ab. Dieses Untergewicht bleibt bei den Weibchen einige Wochen erhalten, die Männchen verlieren noch mehr Gewicht. Schließlich sterben die Tiere. Im allgemeinen können keine äußeren krankhaften Veränderungen festgestellt werden. Bei männlichen Tieren kann der Penis hervortreten. Linol- und Linolensäure heilt die Krankheit. Nach Schneider stellt sich bei Fettmangel eine Verhornung des Rattenschwanzes ein. Fette und Fettsäuren bringen dieses Symptom zum Verschwinden. Turpeinen heilt Fettmangelkrankheiten mit selbst dargestellten Fettsäuren und erzielt die besten Erfolge mit Linol- und Arachidonsäure.

#### Methodik.

Meine Versuche wurden durchwegs an weißen Mäusen ausgeführt. Der geringe Futtermittelverbrauch dieser kleinen Säugetiere war dafür ausschlaggebend. Ich züchtete die Tiere selbst. Reichte die Nachzucht nicht aus, dann kaufte ich Mäuse beim Händler. Das hatte den Vorteil, daß stets Tiere verschiedener Stämme im Versuch waren. Die Versuchsergebnisse beruhen nicht auf irgendwelchen Stammeseigentümlichkeiten.

Während der anfänglichen Untersuchungen waren die Tiere in der versuchsfreien Zeit nach Geschlechtern getrennt in Holzkäfigen untergebracht. Später wurden drei bis vier Weibchen zusammen mit einem Männchen in einem Käfig gehalten. Vier Wochen nach der Geburt habe ich die Jungtiere abgesammelt und die Jungen aller Zuchten in einem gemeinsamen Käfig untergebracht. Die übrigen Tiere, die gerade nicht im Versuch waren, habe ich in einer Kiste eingesperrt, auch auf die Gefahr hin, daß es durch Beißereien Tote gab. Diese Mäusegruppe war nie ungestört und Junge waren daher nur selten.

Als Futter erhielten alle Tiere, solange sie nicht im Versuch waren, Vogelfutter, das Hirse, Hanf und Sonnenblumenkerne, Abfallgetreide und andere Grassamen enthielt. Dazu wurde altes Brot gereicht, manchmal Pferdefleisch, zwischendurch Buttermilch, Salat und Karotten. Im Laufe des Krieges mußte

die Ernährung umgestellt werden auf Hafer als Hauptfutter und die erwähnten Samen als Beifutter. Einige Male wöchentlich bekamen die Mäuse Milch.

Die Versuchstiere kamen einzeln in Drahtkäfige (nach *Castle*). Die Käfige standen in einem Raum, der stets ziemlich gleiche Temperatur hatte. Sie betrug 16° Celsius und schwankte um + oder - 2°. Sämtliche Käfige standen auf Holzleisten, welche dieselben vorne und hinten unterstützten. Ein Stück Papier, das länger als die Breitseite des Käfigs war und knapp die Hälfte der Längsseite maß, lag unter der vorderen Leiste. Dieses diente zum Auf-fangen verstreuten Futters. Im Käfig befand sich ein Wattebausch, den die Tiere zu einem Nest formten. Je schöner geformt und je feiner die Watte zerzupft ist, desto besser ist der Gesundheitszustand des Bewohners.

Als Futterbehälter dienen Kästchen (s. Abb. 1), ein bis zwei Schälchen und ein Uhrglas. Diese Behälter wurden am Vorderrand der Käfige befestigt, damit die Mäuse die Kästchen nicht durch den Käfig zerren konnten. Wasser und flüssige Fette wurden in den Schälchen gefüttert, die 10 cm<sup>3</sup> faßten und alle gleiche Oberflächengrößen hatten. Weiche Fette wurden auf dem Uherschälchen geboten, dessen Durchmesser 3 cm betrug. Näpfchen und Schälchen standen in der vorderen Hälfte des Käfigs in beliebiger und stets veränderter Reihenfolge.

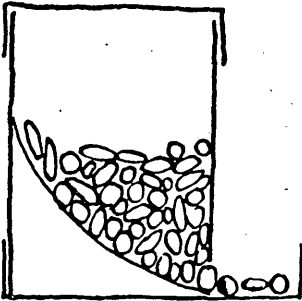


Abb. 1.

Die Mäuse wurden alle 24 Stunden gefüttert. Die Zusammensetzung des Futters war so gewählt, daß die Bestandteile Kohlehydrat, Eiweiß, Fett, Salze und Vitamine möglichst getrennt geboten wurden. Sämtliche

Tiere bekamen als Grundnahrung Weizen und Rollgerste, bzw. Gerstengrütze gemischt im Verhältnis 2 : 1, in der Woche vier- bis fünfmal Salat während des ganzen Jahres zur Deckung des Vitaminbedarfs. Ferner gehörten zur Grundnahrung einige Kubikzentimeter einer Salzlösung, die 5 g *Osborne-Mendel*-Salzgemisch in 500 g Wasser enthielt. Von all diesen Nahrungsstoffen konnten die Tiere fressen, soviel sie wollten. Das vorgesetzte Quantum übertraf stets die verzehrte Menge um ein Vielfaches.

Obgleich die Zusammensetzung des Getreides wegen des Fettgehaltes für meine Versuche nicht ideal war, verzichtete ich auf Futterbrei. Ich wollte möglichst mit natürlichen Versuchsbedingungen arbeiten. Während der Vorversuche gab ich den Mäusen nur Brunnenwasser zu trinken, mit dem Erfolg, daß die Tiere im Laufe der Zeit die Futteraufnahme einstellten und schließlich vor dem Futter verhungerten. Die ohne Salz aufgezogenen Jungen blieben kümmerlinge. Ein Zusatz des von *Osborne* und *Mendel* ausprobierten Salzgemisches zum Futter beseitigte die Wachstumshemmung und hob die Futterverweigerung auf.

Zur Feststellung der in 24 Stunden gefressenen KH-Menge wurden den Mäusen 14 g KH in die Futterkästchen eingewogen, am nächsten Tag der im

Kästchen verbliebene Rest und das verstreute Futter zurückgewogen. Die verbliebene Menge wurde bis zu 14 g nachgefüllt. Fette und Öle wurden mit Gefäß gewogen. Die Wägegenauigkeit war auf 0,01 g genau, was rund 1% der durchschnittlich verzehrten Fettmenge ausmachte. Etliche Versuchstage waren unbrauchbar, weil Watte oder auch Exkremente im Napf gefunden wurden. Zweimal wöchentlich wurde das Gewicht der Mäuse bestimmt. Ich war dabei bemüht, die Mäuse immer 2 Stunden nach der Fütterung zu wiegen, damit der Füllungszustand des Magens und Darmes ein entsprechender war. Die Tiere kamen direkt auf die Waagschale. Ruhig verhalten sich die Mäuse bereits nach der zweiten Gewichtskontrolle und wenn man sie aus der hohlen Hand sofort auf die Schale setzt.

Zur Vermeidung von Verwechslungen waren die Käfige und die Mäuse markiert. Den Mäusen waren verschieden angeordnete Löcher in die Ohren gezwickt.

Die Wirkung des Versuchsfutters auf ältere Tiere war nicht ungünstig, wie aus den Gewichtsänderungen der Vergleichstiere von Tab. 7, S. 15, hervorgeht. Die Mehrzahl der Tiere nimmt in ungefähr einem Monat zu, wenn außer Grundnahrung Fett geboten wird. — Die Entwicklung Neugeborener, deren Eltern Versuchsfutter erhielten, war gleich oder besser als bei den Kontrollen, deren Eltern das gewöhnliche Futter (Getreidekörner, Hanf, Semmel usw.) bekamen. Es beträgt die durchschnittliche tägliche Gewichtszunahme von 6 Tieren eines Wurfes in den ersten drei Wochen bei normaler Kost  $1,4 \pm 0,3$  g und bei Verabreichung von Grundnahrung plus Schweinefett in drei Parallelversuchen mit je 6 Jungen:

1.  $1,4 \pm 0,1$  g,

2.  $2,4 \pm 0,4$  g,

3.  $2,8 \pm 0,3$  g, d. h. in 1. wachsen Versuchs- und Vergleichstiere gleich gut, in 2. und 3. nehmen die Versuchstiere besser zu. Die Unterschiede (aus täglichen durchschnittlichen Gewichtszunahmen der Versuchstiere minus täglicher durchschnittlicher Gewichtszunahme der Vergleichstiere) von 1 g in 2. und von 1,4 g in 3. sind significant. Es beträgt nämlich  $D = \frac{m_1 - m_2}{m_D} = 2,1$  in Fall 2. und 3,2 in 3.

## I. Fettverbrauch der mit Versuchsfutter ernährten Mäuse.

### 1. Fettaufnahme während längerer Zeiträume.

Um die Frage zu beantworten, ob Mäuse nach Fettentzug einen Appetit auf Fett haben, ist es notwendig, die tägliche unter normalen Versuchsbedingungen verzehrte Gesamtfuttermenge zu

kennen. Es muß die pro Tag aufgenommene Fettmenge bekannt sein. Zu diesem Zweck wurde bei 13 Tieren, 6 Weibchen, 5 Männchen und 2 ? die täglich gefressene Menge Schweinefett während 35 Tagen notiert. Tab. 1 enthält die durchschnittlichen Tagesportionen Schweinefett für die obengenannten Tiere. Es wurden die drei ersten Tage nicht in den Versuch einbezogen, weil diese kurze Zeit der Eingewöhnung der Mäuse diente.

Aus den Zahlen der Tab. 1 gewinnt man den Eindruck, als ob jedes Einzeltier bestrebt sei, stets ein annähernd gleiches Quan-

Tab. 1. Täglt. durchschnittl. Mengen Schweinefett, die pro Tag gefressen werden.

| Tier Nr. | Arith. Mittel | 4.—11. Tag  | 12.—19. Tag | 20.—27. Tag | 28.—35. Tag |
|----------|---------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| 138 ♀    | 0,59 ± 0,04   | 0,54 ± 0,06 | 0,58 ± 0,07 | 0,42 ± 0,05 | 0,72 ± 0,06 |
| 141 ♀    |               | 0,62 ± 0,03 | 0,71 ± 0,05 | 0,66 ± 0,09 | 0,56 ± 0,05 |
| 142 ♀    |               | 0,66 ± 0,05 | 0,65 ± 0,06 | 0,60 ± 0,04 | 0,65 ± 0,08 |
| 14 ♀     |               | 0,72 ± 0,05 | 0,90 ± 0,04 | 1,10 ± 0,03 |             |
| 158 ♀    | 0,59 ± 0,04   | 0,27 ± 0,06 | 0,33 ± 0,08 | 0,43 ± 0,04 | 0,26 ± 0,04 |
| 156 ♀    |               | 0,48 ± 0,11 | 0,57 ± 0,04 | 0,55 ± 0,04 | 0,56 ± 0,05 |
| 143 ♂    | 0,58 ± 0,04   | 0,69 ± 0,04 | 0,61 ± 0,10 | 0,53 ± 0,06 | 0,39 ± 0,08 |
| 139 ♂    |               | 0,20 ± 0,05 | 0,44 ± 0,05 | 0,66 ± 0,07 | 0,83 ± 0,07 |
| 140 ♂    |               | 0,46 ± 0,06 | 0,72 ± 0,04 | 0,51 ± 0,12 | 0,58 ± 0,07 |
| 33 ♂     |               | 0,06 ± 0,04 | 0,32 ± 0,02 | 0,61 ± 0,05 | 0,70 ± 0,06 |
| 17 ♂     |               | 0,61 ± 0,07 | 0,80 ± 0,07 | 0,82 ± 0,05 |             |
| 16 ?     | 0,62 ± 0,02   | 0,67 ± 0,06 | 0,61 ± 0,01 | 0,59 ± 0,06 | 0,33 ± 0,03 |
| 6 ?      | 0,38 ± 0,08   | 0,15 ± 0,03 | 0,27 ± 0,01 | 0,40 ± 0,04 |             |

tum Fett zu fressen. Eine Rechnung sollte Aufschluß geben, ob die Streuung um die wöchentlichen Durchschnittswerte eines Versuchstiers größer ist als die Differenz der arithmetischen Mittel. Es wurde für jede der 13 Mäuse die Streuung der Einzelmessungen für je sieben Tage berechnet und diese mit den verschiedenen arithmetischen Mitteln vom 12. bis 19., 20. bis 27. und 28. bis 35. Tag verglichen. Dabei stellte sich heraus, daß die Mäuse im allgemeinen vom 12. bis 35. Tag annähernd dasselbe Quantum fressen. Die Unterschiede der Mittel waren nicht signifikant.

Es war wichtig zu wissen, ob die Mäuse in der Regel vom 4. bis 11. Tag die gleiche Fettmenge aufnehmen wie vom 12. bis 35. Tag. Es wäre möglich, daß der veränderte Fettverzehr nach Fettentzug nicht die Folge des Fettmangels, sondern einer, auch

bei normaler Ernährung auftretenden Schwankung wäre. Es zeigte sich, daß 2 Mäuse von 13 Tieren (Nr. 14 und Nr. 33) nicht den Tagesdurchschnitt der ersten 8 Versuchstage beibehielten. Bei der Mehrzahl der Tiere ist eine Steigerung oder Senkung des Tagesdurchschnittes nicht signifikant. *Der Fettverzehr vom 4. bis 11. Tag kann demnach als Norm für die einzelne Maus gelten.*

Es wurde außerdem Schweinefett gefüttert, das mit Sudan III rot gefärbt war. Die Rechnung ergab, daß die täglichen Schwankungen des Fettverbrauches größer waren als die Differenz des durchschnittlichen Fettverzehrs aus rotem Fett minus ungefärbtem Fett ausmachte. Die rote Farbe übte keinen Reiz auf die Mäuse aus.

Tab. 2. *Durchschnittlicher Verbrauch von Soöl vom 4.—11., 12.—19. Tag usw.*

| Tier Nr. | 4.—11. Tag  | 12.—19. Tag | 20.—27. Tag | 28.—35. Tag | 36.—43. Tag | Arith. Mittel |
|----------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|---------------|
| 8 ♂      | 0,08 ± 0,03 | 0,25 ± 0,14 | 0,25 ± 0,03 | 0,13 ± 0,02 | 0,45 ± 0,08 | 0,22 ± 0,03   |
| 9 ♂      | 0,09 ± 0,02 | 0,14 ± 0,04 | 0,22 ± 0,06 | 0,29 ± 0,05 | 0,45 ± 0,05 |               |
| 2 ♂      | 0,22 ± 0,04 | 0,16 ± 0,06 | 0,34 ± 0,04 | 0,72 ± 0,25 | 0,36 ± 0,09 |               |
| 16 ♀     | 0,55 ± 0,10 | 0,32 ± 0,04 | 0,27 ± 0,05 | 0,45 ± 0,05 | 0,41 ± 0,07 | 0,28 ± 0,04   |
| 17 ♀     | 0,23 ± 0,05 | 0,13 ± 0,04 | 0,19 ± 0,04 | 0,19 ± 0,03 | 0,19 ± 0,03 |               |
| 19 ♀     | 0,27 ± 0,05 | 0,26 ± 0,07 | 0,31 ± 0,03 | 0,53 ± 0,25 | 0,66 ± 0,08 |               |

Gibt man Sonnenblumenöl (Soöl) als Beifutter zur Grundkost, dann mißt man Tagesportionen, die von den mit Schweinefett festgestellten Mengen abweichen. Während bei Verabreichung von Schweinefett das arithmetische Mittel aller Versuche der Tab. 1 bei den Weibchen einen Wert von  $0,59 \pm 0,04$  g erreicht und jenes für die Männchen  $0,58 \pm 0,04$  g betrug, ist bei Verabreichung von Sonnenblumenöl das Mittel bei den Weibchen auf  $0,28 \pm 0,04$  g und bei den Männchen auf  $0,22 \pm 0,03$  g pro Tag und Tier gesunken. Siehe Tab. 2.

Prüft man, ob die Mäuse gleichmäßige Mengen Sonnenblumenöl während eines längeren Zeitraumes fressen oder ob etwa der Fettverbrauch im Laufe der Zeit steigt oder fällt, dann findet man, daß von sechs Tieren der Tab. 2 nur ein Männchen im Laufe der Zeit den Ölkonsum wesentlich ändert. Bei drei Tieren, die schwarz gefärbtes Sonnenblumenöl als Beifutter bekamen, blieb die tägliche Fettaufnahme während der gesamten Versuchsdauer annähernd konstant. Eine Bevorzugung von schwarzem Soöl gegenüber natür-

lichem war nicht zu beobachten. Die Färbung des Schweinefettes und Sonnenblumenöls hatte auf den täglichen Fettverzehr keinen Einfluß.

Da Lebertran ein flüssiges Öl ist, sollte man erwarten, daß die Mäuse von diesem Fett ebensoviel fressen wie vom Sonnenblumenöl. Diese Vermutung ist falsch. Die Tiere verzehren Lebertran nur in kleinsten Mengen, die zwischen 0,1 bis 0,2 g pro Tag und Tier liegen. Vielleicht stößt der Geruch die Mäuse von einer größeren Futteraufnahme ab.

Für Ölsäure, die ebenfalls in gleichlaufende Versuche einbezogen wurde, liegen die Tagesquanten im Durchschnitt zwischen 0,08 bis 0,12 g — also noch niedriger.

## 2. Zusammenhang von Körpergewicht und Fettverbrauch.

Es interessiert die Frage: Besteht ein Zusammenhang zwischen Körpergewicht und Fettaufnahme? Zur Klärung dieser Frage habe ich versucht, eine etwa bestehende Abhängigkeit zahlenmäßig auszudrücken. Es wurden Korrelationstabellen angelegt. Das Körpergewicht der Mäuse bildet die Grundlage dieser Aufstellungen und die täglichen Fettquantitäten sind die zugeordneten Größen. Für jede Fettart und für die beiden Geschlechter wurden Tabellen angefertigt. Die Größe der Korrelationskoeffizienten ist in Tab. 3 abzulesen.

Tab. 3. Korrelationskoeffizienten.

|                | Weibchen    | Männchen    |
|----------------|-------------|-------------|
| Schweinefett   | 0,43 ± 0,06 | 0,40 ± 0,08 |
| Sonnenblumenöl | 0,28 ± 0,07 | 0,16 ± 0,08 |
| Lebertran      | 0,06 ± 0,09 | 0,09 ± 0,11 |
| Ölsäure        | 0,72 ± 0,07 | 0,59 ± 0,09 |

Falls also eine Abhängigkeit des Fettverbrauchs vom Körpergewicht vorhanden ist, was für Schweinefett, Sonnenblumenöl und Ölsäure zutrifft, so ist diese im allgemeinen positiv, d. h. zu einem größeren Körpergewicht gehört auch ein größerer Fettverbrauch. Aus Körpergewicht und täglichem durchschnittlichen Fettverzehr kann man die Menge Fett berechnen, welche die Mäuse durchschnittlich pro Gramm Körpergewicht aufnehmen. Ich habe das Mittel aus acht Versuchstagen genommen und dieses dann durch das in diesem Zeitraum herrschende Gewicht dividiert. Dieser Quotient



Tabelle 4.

| Weibchen |      |      |       | Männchen |      |      |       |                   |                |
|----------|------|------|-------|----------|------|------|-------|-------------------|----------------|
| Tier Nr. | MW   | KG   | FQ    | Tier Nr. | MW   | KG   | FQ    |                   |                |
| 130      | 0,41 | 16,5 | 0,025 | 159      | 0,09 | 13,8 | 0,006 |                   |                |
| 129      | 0,96 | 21,5 | 0,045 | 115      | 0,46 | 19,6 | 0,024 |                   |                |
| 131      | 0,46 | 15,7 | 0,029 | 140      | 0,46 | 17,3 | 0,026 |                   |                |
| 138      | 0,53 | 15,0 | 0,035 | 140      | 0,72 | 16,2 | 0,027 |                   |                |
| 138      | 0,58 | 15,0 | 0,038 | 140      | 0,44 | 16,7 | 0,026 |                   |                |
| 138      | 0,41 | 16,0 | 0,025 | 140      | 0,79 | 16,5 | 0,047 |                   |                |
| 138      | 0,72 | 16,6 | 0,028 | 133      | 0,40 | 16,7 | 0,024 |                   |                |
| 94       | 0,81 | 25,2 | 0,032 | 127      | 0,43 | 16,5 | 0,026 |                   |                |
| 117      | 0,78 | 18,3 | 0,043 | 139      | 0,20 | 17,0 | 0,011 |                   |                |
| 117      | 0,72 | 18,2 | 0,039 | 139      | 0,58 | 18,8 | 0,031 |                   |                |
| 114      | 0,77 | 22,3 | 0,034 | 139      | 0,66 | 19,4 | 0,034 |                   |                |
| 118      | 0,76 | 21,9 | 0,035 | 139      | 0,83 | 20,3 | 0,040 |                   |                |
| 125      | 0,79 | 22,4 | 0,035 | 111      | 0,58 | 21,0 | 0,028 |                   |                |
| 126      | 0,00 | 16,1 | 0,000 | 112      | 0,64 | 10,1 | 0,033 |                   |                |
| 141      | 0,55 | 18,5 | 0,030 | 116      | 0,70 | 19,0 | 0,037 | Schweine-<br>fett |                |
| 141      | 0,72 | 18,2 | 0,039 | 119      | 0,62 | 21,3 | 0,029 |                   |                |
| 141      | 0,65 | 17,5 | 0,037 | 128      | 0,00 | 19,2 | 0,000 |                   |                |
| 141      | 0,56 | 17,6 | 0,032 | 132      | 0,57 | 17,1 | 0,033 |                   |                |
| 142      | 0,66 | 20,4 | 0,032 | 143      | 0,69 | 19,6 | 0,038 |                   |                |
| 142      | 0,51 | 20,0 | 0,025 | 143      | 0,58 | 20,3 | 0,028 |                   |                |
| 142      | 0,65 | 21,7 | 0,030 | 143      | 0,47 | 21,6 | 0,022 |                   |                |
| 142      | 0,61 | 21,0 | 0,029 | 143      | 0,53 | 21,5 | 0,025 |                   |                |
| 171      | 0,20 | 20,4 | 0,009 | 33       | 0,03 | 18,0 | 0,001 |                   |                |
| 172      | 0,46 | 17,0 | 0,025 | 33       | 0,32 | 19,0 | 0,017 |                   |                |
| 14       | 0,71 | 24,6 | 0,029 | 33       | 0,51 | 18,9 | 0,027 |                   |                |
| 114      | 0,80 | 24,1 | 0,032 | 33       | 0,70 | 16,5 | 0,042 |                   |                |
| 14       | 1,10 | 23,0 | 0,040 | 63       | 0,52 | 24,4 | 0,020 |                   |                |
| 29       | 0,66 | 21,8 | 0,035 | 17       | 0,80 | 23,2 | 0,034 |                   |                |
|          |      |      |       | 17       | 0,74 | 22,3 | 0,033 |                   |                |
|          |      |      |       | 17       | 0,83 | 22,7 | 0,036 |                   |                |
| Summe:   |      |      | 0,866 |          |      |      | 0,805 |                   |                |
| 32       | 0,30 | 25,0 | 0,010 | 45       | 0,10 | 22,6 | 0,004 |                   | Leber-<br>tran |
| 73       | 0,36 | 19,2 | 0,025 | 163      | 0,17 | 19,0 | 0,008 |                   |                |
| 81       | 0,58 | 20,2 | 0,029 | 167      | 0,03 | 24,5 | 0,001 |                   |                |
| 86       | 0,14 | 21,2 | 0,007 | 176      | 0,21 | 22,4 | 0,009 |                   |                |
| 99       | 0,26 | 23,0 | 0,011 | 170      | 0,04 | 19,8 | 0,002 |                   |                |
| 129      | 0,40 | 21,8 | 0,019 | 184      | 0,11 | 24,8 | 0,004 |                   |                |
| 161      | 0,04 | 17,3 | 0,002 | 197      | 0,08 | 20,5 | 0,004 |                   |                |
| 162      | 0,11 | 18,0 | 0,006 | 198      | 0,94 | 20,0 | 0,006 |                   |                |
| 165      | 0,04 | 18,9 | 0,002 | 146      | 0,06 | 19,8 | 0,003 |                   |                |
| 169      | 0,09 | 22,5 | 0,004 | 160      | 0,03 | 20,3 | 0,001 |                   |                |
| 175      | 0,14 | 17,1 | 0,008 | 236      | 0,25 | 22,0 | 0,011 |                   |                |
| 174      | 0,02 | 14,5 | 0,001 |          |      |      |       |                   |                |
| 235      | 0,05 | 22,0 | 0,002 |          |      |      |       |                   |                |
| 274      | 0,17 | 22,3 | 0,011 |          |      |      |       |                   |                |
| 251      | 0,30 | 18,0 | 0,016 |          |      |      |       |                   |                |
| Summe:   |      |      | 0,161 |          |      |      | 0,053 |                   |                |

Fortsetzung s. S. 10

Fortsetzung der Tab. 4.

| Weibchen |      |      |       | Männchen |      |      |       |                |
|----------|------|------|-------|----------|------|------|-------|----------------|
| Tier Nr. | MW   | KG   | FQ    | Tier Nr. | MW   | KG   | FQ    |                |
| 17       | 0,09 | 18,2 | 0,010 | 201      | 0,16 | 20,2 | 0,008 | Sonnenblumenöl |
| 10       | 0,29 | 19,6 | 0,014 | 2        | 0,22 | 18,0 | 0,012 |                |
| 10       | 0,31 | 20,1 | 0,015 | 2        | 0,11 | 18,0 | 0,006 |                |
| 10       | 0,57 | 20,8 | 0,027 | 2        | 0,34 | 19,0 | 0,018 |                |
| 10       | 0,62 | 21,2 | 0,029 | 2        | 0,65 | 21,5 | 0,030 |                |
| 17       | 0,20 | 16,5 | 0,012 | 2        | 0,48 | 22,9 | 0,021 |                |
| 17       | 0,13 | 17,0 | 0,009 | 9        | 0,08 | 13,8 | 0,006 |                |
| 142      | 0,32 | 17,4 | 0,018 | 9        | 0,13 | 15,0 | 0,009 |                |
| 142      | 0,43 | 17,1 | 0,025 | 9        | 0,22 | 14,8 | 0,015 |                |
| 143      | 0,17 | 13,7 | 0,012 | 9        | 0,25 | 16,5 | 0,013 |                |
| 143      | 0,28 | 15,9 | 0,018 | 9        | 0,51 | 18,4 | 0,027 |                |
| 143      | 0,13 | 17,2 | 0,007 | 144      | 0,42 | 15,7 | 0,027 |                |
| 155      | 0,39 | 20,1 | 0,019 | 144      | 0,42 | 17,3 | 0,024 |                |
| 217      | 0,47 | 17,3 | 0,027 | 144      | 0,45 | 18,8 | 0,024 |                |
| 222      | 0,32 | 19,3 | 0,016 | 164      | 0,24 | 21,6 | 0,011 |                |
| 229      | 0,25 | 12,6 | 0,019 | 191      | 0,22 | 19,7 | 0,011 |                |
| 230      | 0,15 | 13,0 | 0,011 | 191      | 0,16 | 21,3 | 0,007 |                |
| 231      | 0,67 | 22,6 | 0,029 | 191      | 0,36 | 20,6 | 0,017 |                |
| 232      | 0,14 | 14,6 | 0,009 | 214      | 0,52 | 27,1 | 0,019 |                |
| 246      | 0,42 | 22,1 | 0,019 | 215      | 0,26 | 28,3 | 0,009 |                |
| 247      | 0,45 | 20,0 | 0,021 | 216      | 0,05 | 21,3 | 0,002 |                |
| 251E     | 0,30 | 18,0 | 0,016 | 218      | 0,59 | 26,8 | 0,022 |                |
| 281E     | 0,38 | 14,0 | 0,027 | 219      | 0,30 | 26,3 | 0,011 |                |
| 282E     | 0,22 | 12,0 | 0,018 | 220      | 0,03 | 24,0 | 0,001 |                |
| 288E     | 0,48 | 14,8 | 0,032 | 248      | 0,59 | 20,5 | 0,020 |                |
| 292E     | 0,27 | 14,5 | 0,019 | 249      | 0,47 | 19,8 | 0,024 |                |
| 216      | 0,55 | 16,8 | 0,033 | 280E     | 0,29 | 14,3 | 0,020 |                |
| 216      | 0,32 | 17,0 | 0,019 | 286E     | 0,06 | 18,6 | 0,004 |                |
| 216      | 0,27 | 18,0 | 0,015 | 287E     | 0,29 | 13,0 | 0,022 |                |
| 216      | 0,48 | 18,0 | 0,026 | 289E     | 0,28 | 21,5 | 0,013 |                |
| 216      | 0,32 | 19,0 | 0,016 | 253E     | 0,32 | 16,4 | 0,019 |                |
| Summe:   |      |      | 0,581 |          |      |      | 0,482 |                |
| 149      | 0,12 | 17,3 | 0,007 | 101      | 0,03 | 19,2 | 0,002 | Ölsäure        |
| 151      | 0,04 | 18,4 | 0,002 | 105      | 0,04 | 18,3 | 0,002 |                |
| 157      | 0,14 | 19,5 | 0,007 | 107      | 0,16 | 20,4 | 0,008 |                |
| 175      | 0,03 | 16,0 | 0,002 | 166      | 0,07 | 21,5 | 0,003 |                |
| 181      | 0,10 | 20,5 | 0,005 | 168      | 0,14 | 22,0 | 0,006 |                |
| 150      | 0,05 | 19,6 | 0,003 | 216      | 0,06 | 18,4 | 0,003 |                |
| 228      | 0,18 | 20,7 | 0,009 | 227      | 0,03 | 17,3 | 0,002 |                |
| Summe:   |      |      | 0,035 |          |      |      | 0,033 |                |

KG = Körpergewicht

MW = mittlere gefressene Fettmenge.

$$FQ = \frac{MW}{KG}$$

„Fettquotient“ wurde in den Versuchen mit Schweinefett für 17 Weibchen und 16 Männchen gebildet und dabei insgesamt das Zahlenmaterial von 420 Einzelmessungen verwertet (s. Tab. 4, S. 9 u. 10). Aus 28 Versuchen zu je acht Tagen an Weibchen ergibt sich ein Durchschnittswert von  $0,030 \pm 0,002$  g Schweinefett pro Gramm Körpergewicht und ein solcher von  $0,026 \pm 0,002$  g für die Männchen. Die Wahrscheinlichkeitsrechnung gibt an, daß die Differenz von  $0,004$  g nicht signifikant ist.

Mit den flüssigen Fetten kamen dieselben Berechnungen zur Durchführung. Wie aus den folgenden Aufstellungen der Tab. 5 hervorgeht, läßt sich die Beobachtung machen, daß die Männchen von allen Fettsorten weniger fressen als die Weibchen. — Die Grundlage zur Auswertung der Versuche mit Sonnenblumenöl waren 210 Einzelmessungen an 19 Männchen und 220 solche an 19 Weibchen. Der Fettquotient beträgt bei den Männchen  $0,015 \pm 0,001$  g und  $0,019 \pm 0,001$  g bei den Weibchen. Die Differenz von  $0,004$  g ist mit 95% nicht vom Zufall abhängig (nach Tabelle aus Burn). Ebenso sind für Lebertran und Ölsäure Differenzen zugunsten der Weibchen vorhanden, die jedoch für Ölsäure schlecht gesichert sind.

Tabelle 5.

Pro Gramm Körpergewicht wird verzehrt:

|                | Männchen             | Weibchen             |
|----------------|----------------------|----------------------|
| Schweinefett   | $0,026 \pm 0,002$ gr | $0,030 \pm 0,002$ gr |
| Sonnenblumenöl | $0,015 \pm 0,001$ gr | $0,019 \pm 0,001$ gr |
| Ölsäure        | $0,004 \pm 0,001$ gr | $0,005 \pm 0,001$ gr |
| Lebertran      | $0,005 \pm 0,001$ gr | $0,010 \pm 0,002$ gr |

Für Lebertran wurde zwar keine Korrelation von Körpergewicht und Fett festgestellt, aber trotzdem habe ich für dieses Öl den Fettquotienten als ungefähre Vergleichszahl bestimmt.

Es würde also ein 20 g schweres Weibchen pro Tag verzehren: 0,60 g Schweinefett oder 0,38 g Sonnenblumenöl oder 0,10 g Ölsäure und ein Männchen gleichen Gewichtes 0,52 g Schweinefett oder 0,08 g Ölsäure oder 0,30 g Sonnenblumenöl. *Drückt man den Fettverbrauch der Männchen in Prozenten des Fettverbrauches der Weibchen aus, dann fressen die Männchen 13% weniger Schweinefett, 21% weniger Sonnenblumenöl, 20%*

weniger Ölsäure und 50% weniger Lebertran als die Weibchen gleichen Gewichts.

Warum verzehren die Weibchen mehr Fett als die Männchen? Vielleicht ist es die größere Fähigkeit der Weibchen, Fett für Zeiten der Not zu speichern, was sie zur verstärkten Fettaufnahme veranlaßt. Vielleicht aber nützen die Weibchen das Fett schlechter aus als die Männchen. Am plausibelsten dünkt die Erklärung, daß der größere Fettverbrauch mit der Aufgabe der Weibchen, Nachzucht aufzuziehen, in Zusammenhang steht. Der Mensch z. B. braucht während der Laktationszeit mehr Fett als sonst. Offensichtlich stellt sich gesteigerter Fettverbrauch bei den Mäusen einige Tage nach dem Werfen ein. Diese Beobachtung konnte ich

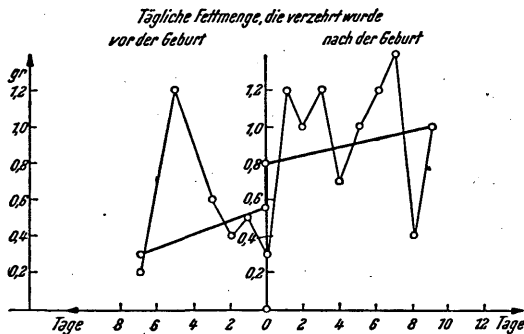


Abb. 2.

an drei trächtigen bzw. säugenden Weibchen machen, die Schweinefett zur Grundkost erhielten. Graphisch dargestellt ist ein Versuch dieser Art auf Abb. 2.

Die in die Abb. eingezeichneten Geraden sind Trendlinien, die nach der Methode der kleinsten Quadrate berechnet sind. Es ist aus der Zeichnung ersichtlich, daß der Fettverbrauch während der Tragzeit tiefer liegt als nach der Geburt, wo Junge ernährt werden.

Bei den Fütterungen fiel auf, daß die Mäuse ihren Hunger nicht an einem einzigen Nahrungsmittel, z. B. Gerste, Weizen oder Fett oder Salat stillen, sondern daß sie konstant von allen einen Bruchteil ihrer täglichen Ration fressen. Es liegt nahe, dies mit ihrem Bedarf an verschiedenen Nährstoffen, die sich gegenseitig nicht ersetzen können, zu erklären. Es ist bekannt, daß bestimmte

Nahrungsbestandteile (Aminosäuren, Fettsäuren) unentbehrlich sind. Daß die Mäuse bei freier Nahrungswahl alle diese Stoffe suchen, läßt zwangsläufig die Vermutung aufkommen, daß die Tiere das Bedürfnis nach bestimmten Stoffen empfinden und befriedigen.

Ich habe versucht, mit Hilfe des Verzehrs bei normaler Ernährung und Fettentzug diese Frage für Fett zu entscheiden. Da die Mäuse von den gebotenen Fetten so ungleiche Mengen fraßen, war zu prüfen, ob es vielleicht deren verschiedener Gehalt z. B. an ungesättigten höheren Fettsäuren war, der für die Menge des aufgenommenen Fettes den Ausschlag gab. In den Arbeiten von *Burr*, *Turpeinen*, *Smedley-McLean* wurde wiederholt darauf hingewiesen, daß Säuger zu ihrem Wohlergehen speziell der höheren, ungesättigten Fettsäuren bedürfen. Die Zusammensetzung der verfütterten Fette ist verschieden. Am Aufbau sind beteiligt (Handbuch der Lebensmittelchemie):

|                    | Ölsäure      | höhere ungesättigte<br>Fettsäuren |
|--------------------|--------------|-----------------------------------|
| bei Schweinefett   | 54,4 — 60,5% | 0,8 — 7%                          |
| bei Sonnenblumenöl | 9,89 — 28%   | 65 — 74,7%                        |
| bei Lebertran      | 31 — 34%     | 20 — 40%                          |

Würden die Mäuse die Ölsäure bei der Futteraufnahme suchen, dann müßten die Tiere soviel Schweinefett oder Sonnenblumenöl fressen, daß gerade der Bedarf von 0,004 g bei Männchen und von 0,005 g bei Weibchen pro Tag und Körpergewicht erreicht würde, s. Tab. 5. Da Schweinefett 54,5—60% Ölsäure enthält, frißt ein Weibchen von 20 g 0,016—0,018 g Ölsäure pro Gramm Körpergewicht aus Schweinefett. Für die übrigen Fette ist das Ergebnis dieser Rechnung in Tab. 6 aufgeschrieben.

Aus vorstehender Tab. 6 ist ersichtlich, daß größenordnungsmäßig bei Sonnenblumenöl und Lebertran die berechneten Werte mit den für Ölsäure gemessenen Zahlen übereinstimmen. Bei Aufnahme von Schweinefett verzehren Männchen die dreifache Menge Ölsäure. Aber vielleicht enthält Schweinefett einen anderen Bestandteil, den die Mäuse vorsorglich sammeln. Oder: die Mäuse decken außerdem einen Teil ihres Kalorienbedarfs mit Schweinefett. —

Für die höheren ungesättigten Fettsäuren stehen zum Vergleich nur zwei Versuche mit Linolsäure an zwei Weibchen zur Verfügung. Infolge des Fehlens der Linolsäure (1944) konnten keine weiteren Versuche ausgeführt werden. Immerhin verzehren die Mäuse von sämtlichen Fettsorten so viel an höheren ungesättigten Fettsäuren, daß ein Zusammenstimmen dieser Werte mit direkt verfütterter Linolsäure zu verzeichnen ist. So wie die Zahlen liegen, würden die Mäuse also das Fett wegen bestimmter höherer ungesättigter Fettsäuren fressen.

Die folgenden Versuche sollten Klarheit bringen, ob die Mäuse bei annähernd fettfreier Diät das Fett in der Nahrung ver-

Tabelle 6.

Gramm Ölsäure pro Körpergewicht aus:

|                          | Weibchen      | Männchen      |
|--------------------------|---------------|---------------|
| Schweinefett             | 0,016 — 0,018 | 0,014 — 0,016 |
| Sonnenblumenöl           | 0,003 — 0,005 | 0,001 — 0,004 |
| Lebertran                | 0,003 — 0,004 | 0,002 — 0,002 |
| Vergleich: reine Ölsäure | 0,005         | 0,004         |

Höhere ungesättigte Fettsäuren aus:

|                             |               |               |
|-----------------------------|---------------|---------------|
| Schweinefett                | 0,000 — 0,002 | 0,000 — 0,002 |
| Sonnenblumenöl              | 0,000 — 0,001 | 0,001 — 0,001 |
| Lebertran                   | 0,002 — 0,004 | 0,001 — 0,002 |
| Vergleich: reine Linolsäure | 0,002         | —             |

missen, ob sie eine Empfindung dafür haben, welche Stoffe ihrem Körper fehlen und ob sie den Bedarf des Mangelstoffes durch ihren Appetit regulieren. Nach längerem Fettentzug müßten die Mäuse bestrebt sein, den erzeugten Fettmangel auszugleichen, etwa durch vermehrtes Fressen von Fett, sobald ihnen dieses wieder zur Verfügung gestellt wird. Voraussetzung für einen erfolgreichen Ausgang dieser Versuche ist, daß die fettlose Zeit so lange währt, bis eine Verarmung des Körpers an den wichtigen Bestandteilen auftritt und so kurz bemessen ist, daß eine allgemeine Stoffwechselschädigung vermieden wird. Die Zeit, in der die Mäuse ohne Fett ernährt werden, heißt Hungerperiode (HP).

## II. Fütterung der Mäuse mit fettärmer Diät.

### 1. Verhalten der Tiere bei Fettentzug.

In der Hungerperiode verhielten sich die Mäuse normal. In das Fell mischten sich bei langdauernder HP (30—45 Tage) lange, weiße Haare, die dem Tier ein verändertes Aussehen gaben. Von

Tab. 7. Zu- und Abnahmen in Gramm am Ende von Hungerperioden. Acht Tage vor der Hungerperiode bekam die eine Gruppe Sonnenblumenöl und die andere Schweinefett. Die Vergleichstiere erhielten während der ganzen Versuchsdauer Fett.

| Versuch mit<br>30—45 Tg. HP |           | Vergleich ohne HP |           |              |
|-----------------------------|-----------|-------------------|-----------|--------------|
| Tier<br>Nr.                 | Gew. Änd. | Tier<br>Nr.       | Gew. Änd. |              |
| 118 ♂                       | + 0,7     | 141 ♀             | + 0,5     | Schweinefett |
| 114 ♂                       | + 2,6     | 14 ♀              | - 0,2     |              |
| 117 ♂                       | - 0,6     | 156 ♀             | - 2,3     |              |
| 125 ♂                       | - 3,3     | 158 ♀             | - 0,8     |              |
| 94 ♀                        | + 2,6     | 138 ♀             | + 1,8     |              |
|                             |           | 142 ♀             | + 1,6     |              |
| 119 ♂                       | + 4,4     | 140 ♀             | + 1,6     |              |
| 116 ♂                       | - 0,6     | 17 ♀              | + 1,5     |              |
| 111 ♂                       | - 0,1     | 33 ♀              | - 1,9     |              |
| 112 ♂                       | + 2,1     | 143 ♀             | + 2,0     |              |
|                             |           | 139 ♀             | + 3,0     |              |
| 217 ♀                       | + 2,0     | 10 ♀              | + 1,3     |              |
| 155 ♀                       | - 1,0     | 27 ♀              | + 5,2     |              |
| 295 ♀                       | + 1,9     | 16 ♀              | + 5,7     |              |
| 294 ♀                       | - 2,9     |                   |           |              |
| 292 ♀                       | + 1,8     |                   |           |              |
| 214 ♀                       | - 0,8     |                   |           |              |
|                             |           | 9 ♂               | + 5,9     |              |
| 215 ♂                       | - 0,8     | 8 ♂               | + 5,4     |              |
| 216 ♂                       | - 0,1     | 2 ♂               | + 6,0     |              |
| 225 ♂                       | + 4,0     |                   |           |              |
| 226 ♂                       | - 0,5     |                   |           |              |
| 164 ♂                       | + 1,7     |                   |           |              |

einer Verhornung des Schwanzes, wie sie *Schneider* in Versuchen mit Ratten erhalten hat, konnte ich nichts bemerken. Wundschorf trat manchmal auf und erstreckte sich auf Nackengegend und Schwanzregion. Tiere, die wegen der HP starben, ließen im allgemeinen makroskopisch keine pathologischen Veränderungen erkennen. Bei den Männchen sah man bereits einige Tage vor dem Tode das Geschlechtsorgan und dieses noch nach dem Tode aus-

gestreckt. — Ein gutes Mittel, um über den Gesundheitszustand Aufschluß zu erhalten, ist außer der Beobachtung des Nestbaues die Kontrolle des Körpergewichtes. Mangelhafte Ernährung und schlechtes Allgemeinbefinden führen erfahrungsgemäß im Laufe der Zeit bei wachsenden Tieren zu konstantem oder sogar abnehmendem Körpergewicht.

Während kurzer HP von 7 Tagen ist eine Änderung des Gewichtes der Tiere nicht zu bemerken, wenn Schweinefett-, Sonnenblumenöl- oder Lebertranfütterung vorausging, da die geringfügigen Zu- oder Abnahmen außerhalb der Wägegenauigkeit liegen. Am Ende nach 30 bis 45 Tagen HP wurden im einzelnen folgende Zu- oder Abnahmen verzeichnet:

Es wurde statistisch ermittelt, daß die individuellen Gewichtsänderungen der Mäuse einer Gruppe (z. B. ♀♀ Vergleichstiere) belanglos sind und daß außerdem eine beinahe fettfreie Diät für ♂♂ und ♀♀ keinen Einfluß auf die Änderung des Körpergewichtes dieser Tiere hat im Vergleich zur Nahrung mit Fett.

Es ist nicht ausgeschlossen, daß das Wachstum der Tiere ermöglicht wird durch das Fett, welches in Weizen und Rollgerste enthalten ist, und daß deshalb die von *Burr* beschriebene Krankheit nicht zum Ausbruch kam. Wird das Fett aus den Körnern extrahiert, so halten nur einzelne Tiere die HP von 30 Tagen aus. Die Mehrzahl der Tiere stirbt vorzeitig. Die übrigen Mäuse, welche die HP mit entfetteter Grundnahrung überstehen, nehmen ab, gleichgültig, ob sie vor der HP außer den extrahierten Körnern Sonnenblumenöl oder Ölsäure erhalten haben, was aus nachstehender Tabelle zu entnehmen ist.

Tab. 8. Zu- und Abnahme der Tiere. Versuchstiere bekamen völlig fettfreies Futter, die Vergleichstiere Rollgerste und Weizen.

|                | Vergleich               | Versuch        |
|----------------|-------------------------|----------------|
| Sonnenblumenöl | Weibchen — 0,6 ± 0,8 gr | 0,0 ± 0,3 gr   |
|                | Männchen — 0,2 ± 0,6 gr | 0,0 ± 0,3 gr   |
| Ölsäure        | Weibchen — 1,3 ± 0,2 gr | — 0,1 ± 0,5 gr |
|                | Männchen — 1,9 ± 0,8 gr | 0,2 ± 0,2 gr   |

Die Tiere, welche die Mangeldiät bekamen, behielten das Ausgangsgewicht bei, während die Versuchstiere, die überhaupt kein Fett erhielten, alle abnahmen. Nur in wenigen Gruppen ist der mittlere Fehler kleiner als die durchschnittliche Gewichtsänderung.



Über den Fettthunger der weißen Maus nach annähernd fettfreier Diät. 17

Das Fehlen der ätherlöslichen Substanz der Körner verursacht eine Gewichtsabnahme und muß wahrscheinlich für den vorzeitigen Tod mancher Versuchstiere verantwortlich gemacht werden, *indessen die geringe Menge Fett des Weizens und der Rollgerste ausreichend ist, um das Gewicht der Tiere bei Mangeldiät nicht wesentlich zu verändern.*

Tab. 9. KH-Verbrauch bei fettfreier und fetthaltiger Kost.

|      |  | Fier<br>Nr.  | 4.—11.<br>Tag | 12.—19.<br>Tag | 20.—27.<br>Tag | Zunahme v.<br>12.—19.<br>Tag |           |
|------|--|--|---------------|----------------|----------------|------------------------------|-----------|
| A    | KH-Verbrauch, wenn stets Fett gefüttert wird.  | Schweinefett   | 138           | 1,3 ± 0,2      | 1,4 ± 0,2      | 1,4 ± 0,1                    | + 0,1 ng  |
|      |  |  | 141           | 1,1 ± 0,1      | 1,2 ± 0,0      | 1,4 ± 0,3                    | + 0,1 ng  |
|      |  |  | 142           | 1,7 ± 0,1      | 1,5 ± 0,3      | 1,7 ± 0,1                    | — 0,2 ng  |
|      |  |  | 140           | 2,9 ± 0,2      | 2,8 ± 0,1      | 2,4 ± 0,3                    | — 0,1 ng  |
|      |  |  | 139           | 2,4 ± 0,1      | 2,3 ± 0,2      | 2,1 ± 0,2                    | — 0,1 ng  |
|      |  |  | 143           | 1,8 ± 0,1      | 1,5 ± 0,2      | 1,5 ± 0,0                    | — 0,3 ng  |
|      | Sonnenblumenöl   | 22   | 3,0 ± 0,3     | 3,2 ± 0,4      | 3,4 ± 0,5      | + 0,2 ng                     |           |
|      |  | 24   | 2,8 ± 0,2     | 2,9 ± 0,3      | 2,7 ± 0,3      | + 0,1 ng                     |           |
|      |  | 16   | 3,0 ± 0,3     | 3,5 ± 0,1      | 4,2 ± 0,1      | + 0,5 ng                     |           |
|      | B  | KH-Verbrauch, wenn vom 12.—19. Tag kein Fett verabreicht wird. | Schweinefett  | 130            | 2,2 ± 0,1      | 2,9 ± 0,2                    | 3,1 ± 0,1 |
| 129  |  |  |               | 1,4 ± 0,1      | 3,6 ± 0,1      | 2,2 ± 0,2                    | + 2,2 g   |
| 131  |  |  |               | 1,9 ± 0,1      | 2,5 ± 0,2      | 1,7 ± 0,1                    | + 10, g   |
| 126  |  |  |               | 2,2 ± 0,1      | 2,6 ± 0,3      | 2,1 ± 0,2                    | + 0,4 ng  |
| 127  |  |  |               | 2,0 ± 0,1      | 3,1 ± 0,1      | 2,2 ± 0,2                    | + 1,1 g   |
| 128  |  |  |               | 2,5 ± 0,2      | 2,6 ± 0,3      | 1,9 ± 0,2                    | + 0,1 ng  |
| 132  |  |  |               | 1,7 ± 0,2      | 2,6 ± 0,2      | 2,2 ± 0,3                    | + 0,9 g   |
| 133  |  |  |               | 2,1 ± 0,0      | 2,6 ± 0,2      | 1,7 ± 0,2                    | + 0,5 g   |
| Soöl |  | 246  | 2,1 ± 0,3     | 3,9 ± 0,3      | 3,4 ± 0,3      | + 1,7 g                      |           |
|      |  | 247  | 3,4 ± 0,2     | 3,8 ± 0,3      | 3,3 ± 0,1      | + 0,3 ng                     |           |
|      | 248  | 3,4 ± 0,4  | 4,1 ± 0,3     | 3,3 ± 0,3      | + 0,7 ng       |                              |           |
|      | 249  | 3,3 ± 0,1  | 4,5 ± 0,1     | 3,2 ± 0,2      | + 1,2 g        |                              |           |
| C    | KH-Verbrauch, wenn vom 12.—19. Tag kein Soöl u. nur extrahiertes Korn verfüttert wird. | Soöl   | 242           | 3,4 ± 0,7      | 5,2 ± 0,4      | 3,9 ± 0,4                    | + 1,8 g   |
|      |  |  | 243           | 3,1 ± 0,6      | 3,5 ± 0,4      | 3,3 ± 0,6                    | + 0,4 ng  |
|      |  |  | 245           | 3,4 ± 0,5      | 3,4 ± 0,4      | 2,6 ± 0,3                    | —         |

Es war naheliegend anzunehmen, daß die Mäuse, die kein Fett als Beifutter erhielten, das fehlende Fett durch andere Nährstoffe, z. B. KH, zu ersetzen suchen. Hierüber geben zwei Versuchsreihen Aufschluß.

In der Versuchsreihe A erhielten die Tiere während 26 Tagen neben der Grundkost Schweinefett, bzw. Soöl und in der Serie B, die sich über denselben Zeitraum erstreckte, bekamen die Mäuse vom 12. bis 19. Tag kein Schweinefett. Täglich wurde das ver-

zehrte Quantum von Weizen und Rollgerste gemessen und für acht Tage das Mittel berechnet. Die Resultate sind in Tab. 9 aufgeschrieben. Es ist einwandfrei zu erkennen, daß die Tiere, denen Fett entzogen wurde (B-Serie) oder die extrahiertes Korn erhielten (C-Serie), an Stelle des Fettes KH in größeren Mengen fressen. Die Rechnung ergibt, daß in der Gruppe B die Differenz aus dem durchschnittlichen KH-Verbrauch vom 12. bis 19. Tag minus KH-Verbrauch vom 4. bis 11. Tag positiv und in den meisten Fällen signifikant ist, im Gegensatz zur Vergleichsgruppe A, in der die KH-Änderungen nicht von Bedeutung sind. *Der gesteigerte KH-Verbrauch in der Hungerperiode wird also nicht allein durch ein Suchen von Fett bedingt, sondern ist eine Folge von Hunger.*

## 2. Fettverbrauch nach Fettentzug.

Auf S. 7 f. war mittels Rechnung bewiesen worden, daß die Mäuse während eines Monats täglich annähernd die gleichen Portionen Fett fressen. Bleiben diese täglichen Fettmengen auch dann erhalten, wenn man die Mäuse eine Zeitlang, z. B. 6, 12 oder 30 bis 45 Tage nur mit Grundfutter ernährt und sie darauf wieder mit Fett und Grundnahrung füttert? Vom 1. bis 11. Tag bekamen die Tiere die übliche Grundnahrung und das zu prüfende Fett. Ab 12. Tag, dem Beginn der HP, wird nur mehr Grundfutter geboten. Im Anschluß an die HP wird noch während mindestens acht Tagen dasselbe Fett verabreicht, wie vor der HP.

Bei kurzen HP ergab sich in den Versuchen mit Schweinefett keine deutliche Zunahme des Fettverzehr nach Abschluß der HP. Obgleich in der Mehrzahl der Fälle eine geringfügige Steigerung des Fettverbrauches vorhanden ist, kann ein statistisch gesichertes Ergebnis nur in wenigen Fällen beobachtet werden und der Wert dieser wird vermindert durch Versuche, in denen statistisch gesicherte Abnahmen stattfinden. Erst nach längerer HP ist die gesteigerte Fettaufnahme stärker ausgeprägt. S. Tab. 10 a, S. 19 und 10 b. Von neun Versuchen über 45 Tage HP mit Schweinefett ist nur eine Differenz negativ.

*Aus der Zusammenstellung der Tab. 10 a u. 10 b geht hervor, daß die Mäuse nach HP im allgemeinen mehr Fett fressen als vor der HP. Es kommt die gesteigerte Fettaufnahme nach langer HP besser zum Ausdruck als nach kurzer HP. Es ist gleichgültig,*

mit welchem Fett der Versuch gemacht wurde, ja es kann sogar an Stelle von Fett synthetische Ölsäure verfüttert werden und man beobachtet fast in jedem Fall nach der Hungerperiode eine Ver-

Tabelle 10 a.

|            | Schweinefett |             |             |           | Sonnenblumenöl |             |             |           |
|------------|--------------|-------------|-------------|-----------|----------------|-------------|-------------|-----------|
|            | Tier Nr.     | v. HP g/Tag | n. HP g/Tag | Diff. R   | Tier Nr.       | v. HP g/Tag | n. HP g/Tag | Diff. RS  |
| 7. Tag HP  | 13           | 0,23        | 0,50        | + 0,27 g  |                |             |             |           |
|            | 18           | 0,30        | 0,41        | + 0,11 ng |                |             |             |           |
|            | 15           | 0,15        | 0,36        | + 0,21 ng |                |             |             |           |
|            | 17           | 0,40        | 0,52        | + 0,12 ng |                |             |             |           |
|            | 12           | 0,10        | 0,61        | + 0,51 g  |                |             |             |           |
|            | 133          | 0,40        | 0,44        | + 0,04 ng |                |             |             |           |
|            | 132          | 0,57        | 0,46        | - 0,11 ng |                |             |             |           |
|            | 127          | 0,43        | 0,55        | + 0,12 ng |                |             |             |           |
|            | 128          | 0,00        | 0,53        | + 0,53 g  |                |             |             |           |
|            | K9           | 0,66        | 0,71        | + 0,05 ng |                |             |             |           |
|            | 126          | 0,00        | 0,27        | + 0,27 g  |                |             |             |           |
|            | 129          | 0,96        | 0,78        | - 0,18 g  |                |             |             |           |
|            | 130          | 0,41        | 0,20        | - 0,21 g  |                |             |             |           |
| 131        | 0,41         | 0,53        | + 0,12 g    |           |                |             |             |           |
| 12. Tag HP | 32           | 0,72        | 1,24        | + 0,52 g  | 248 ♂          | 0,10        | 0,65        | + 0,55 g  |
|            | 45           | 0,38        | 0,64        | + 0,26 ng | 249 ♂          | 0,41        | 0,43        | + 0,02 ng |
|            | 87           | 0,63        | 0,85        | + 0,22 ng |                |             |             |           |
|            | 63           | 0,53        | 0,86        | + 0,33 ng |                |             |             |           |
|            | 159          | 0,09        | 0,13        | + 0,04 ng |                |             |             |           |
|            | 171          | 0,19        | 0,57        | + 0,38 g  | 246 ♀          | 0,42        | 0,62        | + 0,20 g  |
|            | 172          | 0,46        | 0,66        | + 0,20 ng | 247 ♀          | 0,45        | 0,75        | + 0,30 g  |
| 46. Tag HP | 111          | 0,58        | 0,79        | + 0,21 ng | 164 ♂          | 0,24        | 0,57        | + 0,33 g  |
|            | 112          | 0,64        | 0,87        | + 0,23 g  | 214            | 0,52        | 1,16        | + 0,64 g  |
|            | 116          | 0,70        | 1,02        | + 0,32 g  | 215            | 0,26        | 0,55        | + 0,29 ng |
|            | 119          | 6,62        | 1,06        | + 0,34 g  | 216            | 0,05        | 0,49        | + 0,44 g  |
|            |              |             |             |           | 225            | 0,05        | 0,24        | + 0,19    |
|            |              |             |             |           | 224            | 0,05        | 0,25        | + 0,20    |
|            |              |             |             |           | 226            | 0,05        | 0,34        | + 0,29    |
|            | 125          | 0,79        | 1,08        | + 0,29 ng | 135 ♀          | 0,39        | 0,59        | + 0,20 ng |
|            | 94           | 0,81        | 1,04        | + 0,23 ng | 217 ♀          | 0,47        | 0,49        | + 0,02 ng |
|            | 118          | 0,76        | 0,98        | + 0,22 g  |                |             |             |           |
|            | 117          | 0,78        | 1,16        | + 0,38 g  |                |             |             |           |
| 114        | 0,77         | 0,74        | - 0,03 ng   |           |                |             |             |           |

brauchserhöhung. Diese Steigerung des Fettverbrauches nach HP ist eine Folge der Bevorzugung von Fett gegenüber KH.

Die Tiere wurden im Verlauf des Versuches allmählich schwerer. Um den Einwand zu widerlegen, daß der vermeintliche Fett-

1) Bei diesen Tieren sind die Durchschnittswerte aus früheren Versuchen angenommen für die Tage vor der HP.

hunger zur Ursache das größere Körpergewicht habe, wurde die vor und nach der HP pro Gramm Körpergewicht aufgenommene Fettmenge berechnet. Die erhaltenen Fettquotienten (FQ) sind in Tab. 11, S. 21 aufgeschrieben. Es wurden die FQ vor und nach der HP miteinander verglichen. In Tab. 12 ist der Prozentsatz jener Tiere angegeben, die nach Fettentzug pro Gramm Körpergewicht mehr Fett fressen.

Tabelle 10 b.

|            | Lebertran |             |             |           | Ölsäure  |             |             |           |
|------------|-----------|-------------|-------------|-----------|----------|-------------|-------------|-----------|
|            | Tier Nr.  | v. HP g/Tag | n. HP g/Tag | Diff. R   | Tier Nr. | v. HP g/Tag | n. HP g/Tag | Diff. R   |
| 7. Tag HP  | 45 ♂      | 0,11        | 0,08        | - 0,03 ng | 149 ♀    | 0,12        | 0,00        | - 0,12 ng |
|            |           |             |             |           | 151 ♀    | 0,04        | 0,14        | + 0,10 ng |
|            |           |             |             |           | 157 ♀    | 0,14        | 0,18        | + 0,04 ng |
|            | 86 ♀      | 0,14        | 0,44        | + 0,30 g  | 101 ♀    | 0,03        | 0,31        | + 0,28 g  |
|            | 29 ♀      | 0,26        | 0,40        | + 0,14 g  | 105 ♀    | 0,04        | 0,16        | + 0,12 ng |
|            | 32 ♀      | 0,33        | 0,22        | - 0,11 ng | 107 ♂    | 0,16        | 0,03        | - 0,13 ng |
|            | 134 ♀     | 0,00        | 0,14        | + 0,14 g  |          |             |             |           |
| 12. Tag HP | 176 ♂     | 0,21        | 0,24        | + 0,03 ng |          |             |             |           |
|            | 184 ♀     | 0,11        | 0,17        | + 0,06 ng |          |             |             |           |
|            | 198 ♀     | 0,13        | 0,45        | + 0,38 g  |          |             |             |           |
|            | 81 ♀      | 0,58        | 0,35        | - 0,23 g  |          |             |             |           |
|            | 73 ♀      | 0,36        | 0,24        | - 0,12 ng |          |             |             |           |
|            | 129 ♀     | 0,40        | 0,25        | - 0,15 g  |          |             |             |           |
| 46. Tag HP | 163 ♂     | 0,17        | 0,05        | - 0,12 g  | 166 ♂    | 0,06        | 0,09        | + 0,03 ng |
|            | 167 ♀     | 0,03        | 0,10        | + 0,07 g  | 168 ♀    | 0,12        | 0,84        | + 0,72 g  |
|            | 170 ♀     | 0,04        | 0,36        | + 0,32 g  | 254 ♂    | 0,17        | 0,54        | + 0,37 g  |
|            | 236 ♂     | 0,24        | 0,30        | + 0,06 ng | 191 ♂    | 0,09        | 0,02        | - 0,07 ng |
|            | 161 ♀     | 0,04        | 0,27        | + 0,23 g  | 150 ♀    | 0,03        | 0,03        | 0,00      |
|            | 162 ♀     | 0,11        | 0,53        | - 0,08 ng | 175 ♀    | 0,03        | 0,09        | + 0,06 g  |
|            | 165 ♀     | 0,04        | 0,12        | + 0,08 ng | 181 ♀    | 0,10        | 0,05        | - 0,05 ng |
|            | 275 ♀     | 0,27        | 0,29        | + 0,02 ng | 271 ♀    | 0,02        | 0,04        | + 0,02 ng |

Auf Grund der in der vorigen Tab. 12 gefundenen Werte, die eine Steigerung des pro Gramm Körpergewicht gefressenen Fettes aufzeigen und in Verbindung mit den in Tab. 10 a berechneten Zahlen, die eine Erhöhung der Fettaufnahme nach HP angeben, kann behauptet werden, daß die Mäuse Hunger auf Fett haben.

Dieser Fetthunger ist nur dann ein Appetit, wenn die Maus den Mangel an Fett wirklich verspürt. (s. Einleitung).

Ist nun der Fetthunger gegen jede Fettart gleichmäßig stark ausgeprägt? Zur Klärung dieser Frage wurde für sämtliche Tiere aller Versuchsgruppen aus Tab. 11 die prozentuale Änderung der



Tab. 12. *Prozentsatz der Mäuse, die nach der HP einen höheren FQ haben. In Klammern ist die Anzahl der Versuchstiere angegeben.*

| Fett         | HP.<br>in Tg. | Weibchen | Männchen |
|--------------|---------------|----------|----------|
| Schweinefett | 7             | 60 (5)   | 65 (6)   |
|              | 12            | 100 (2)  | 80 (5)   |
|              | 45            | 80 (5)   | 100 (4)  |
| Soöl         | 7             | —        | —        |
|              | 12            | 100 (2)  | 100 (2)  |
|              | 45            | 50 (2)   | 100 (4)  |
| Lebertran    | 7             | 75 (4)   | 0 (1)    |
|              | 12            | 0 (3)    | 66 (3)   |
|              | 45            | 50 (4)   | 75 (4)   |
| Ölsäure      | 7             | 66 (3)   | 66 (3)   |
|              | 12            | —        | —        |
|              | 45            | 50 (4)   | 75 (4)   |

FQ nach der HP berechnet. Im Anschluß daran habe ich für kurze, mittlere und lange Perioden des Fettentzugs nach Geschlechtern und Fettart getrennt die Mittelwerte der FQ-Änderungen bestimmt.

Ordnet man nun die berechneten mittleren, prozentualen Änderungen der FQ der Größe nach, so erhält man folgende Aufstellung:

|        |          |              |   |              |   |                             |
|--------|----------|--------------|---|--------------|---|-----------------------------|
| HP     | Weibchen | Ölsäure      | > | Lebertran    | > | Schweinefett                |
| 7 Tg.  | Männchen | Ölsäure      | > | Schweinefett | > | Lebertran                   |
| 12 Tg. | Weibchen | Schweinefett | > | Soöl         | > | Lebertran                   |
|        | Männchen |              |   | Soöl         | > | Lebertran ><br>Schweinefett |
| 45 Tg. | Weibchen | Schweinefett | > | Soöl         | > | Lebertran >                 |
|        | Männchen | Soöl         | > | Lebertran    | > | Ölsäure ><br>Schweinefett   |

Nach 12 und 45 Tagen Fettentzug erfolgt die Bevorzugung der Fette, in einer für Männchen und Weibchen charakteristischen Rangordnung. Nach HP von nur 7 Tagen stimmt jene Reihenfolge weder für Weibchen noch für Männchen. Für dieses abweichende Verhalten wird die Kürze des Fettentzugs verantwortlich gemacht.

### III. Wird das Fett in der Nahrung vermißt?

#### 1. Indirekte Methode.

Daraus, daß die Mäuse nach einer HP mehr Fett fressen als sonst, kann man nicht entnehmen, daß die Tiere den Fettmangel, der in ihrem Körper herrscht, empfinden. Es könnte der Fetthunger durch das nur wenig Abwechslung bietende Futter hervorgerufen sein, wobei auch der Geruch oder die Konsistenz die Mäuse zu einer Bevorzugung der Fettstoffe nach HP veranlassen mag. Die folgenden Versuche sollen, allerdings auf indirektem Wege, beweisen, ob der Fettmangel vom Körper empfunden wird.

Den Mäusen stellte ich nach der HP außer dem Grundfutter zwei Futtersorten zur Wahl, von denen die eine Fett enthielt und die andere keines. Es wurden aus Rollgerste und Weizen Kuchen hergestellt, die eine Sorte mit, die andere ohne Fett. Im übrigen hatten sie dieselbe chemische Zusammensetzung. Die Kuchen hatten die gleiche Form. Die Mäuse hatten also von beiden denselben Augenschein. Der Geruch von Fett war für den Menschen nicht wahrnehmbar, was etliche Versuchspersonen bezeugten, doch sagten sie aus, daß beide Kuchen verschiedene Düfte aussandten.

4 Tiere — 2 Männchen und 2 Weibchen —, denen nach einer 11 Tage dauernden Fütterung mit Schweinefett zur Grundkost einen Monat lang das Fett entzogen wurde, bekamen daraufhin ein abgewogenes Quantum von beiden Probekuchen. Die Anordnung der Futterstücke im Käfig wurde täglich oder jeden zweiten Tag vertauscht, um den Einfluß der Seitenstetigkeit auszuschalten (*Roth*). Bei allen Versuchen ergab sich eine eindeutige Bevorzugung des fetthaltigen Futters.

Gibt man Mäusen, die gar nicht fetthungrig sein können, weil sie stets gemischtes Körnerfutter (Abfallgetreide, Hanf, Gräsern) erhielten, die beiden Kuchen, so ist aber tags darauf auch nur mehr der fettlose Kuchen vorhanden. Die Wahlversuche haben nicht bewiesen, daß die Mäuse Appetit auf Fett haben. Wahrscheinlich veranlaßt eben doch der Duft die Tiere zum Fressen des Futters, welches Fett enthält.

Verschmähtes Futter kann durch Beigabe eines Geruches so verändert werden, daß die Tiere das ursprünglich abgelehnte Futter doch fressen. Das ergab folgender Versuch: Von weichem Paraffin — gemischt aus hartem Paraffin und Paraffinöl —, das ungefähr

die Konsistenz von Schweinefett hat, werden nur kleine Mengen genommen. Wird jedoch diesem Kohlenwasserstoff der Geruch von Käse beigemischt, dann ziehen die Mäuse dieses Paraffin dem duftlosen vor.

Da die Wahlversuche die Frage nach dem Appetit auf Fett nicht zu lösen vermochten, sollten dies folgende Experimente tun. Die Tiere erhalten an Stelle von Fett Paraffin, einen Stoff, der weder einen besonderen Geruchsreiz ausübt noch auf Grund seiner chemischen Konstitution anlockend wirken kann. Vor der Hungerperiode fressen die Versuchstiere von weichem Paraffin, welches die Zähigkeit von Schweinefett besitzt, nur kleine Mengen. Nach vier Wochen HP, wenn die Mäuse nur mit Grundkost gefüttert wurden, sind die Tiere zu keiner größeren Paraffinaufnahme zu bewegen, d. h. daß die Versuchsmäuse nach der HP nicht alles Erdenkliche fressen, sondern eine Wahl treffen.

Es könnte daher die gesteigerte Fettaufnahme nach der HP wohl als Folge eines bestehenden Fetthungers gewertet werden, wenn es nicht Anhaltspunkte dafür gebe, daß die Mäuse wertvolles, wertloses, ja sogar schädliches Futter aufnehmen, z. B. vergifteten Weizen oder Paraffinöl. Letzteres wurde den Tieren neben der Grundkost geboten. Trotz der Nutzlosigkeit von Paraffinöl würde sich manche Maus daran zu Tode fressen.

In der nächsten Versuchsreihe werden die Mäuse mit KH und Fett abgesättigt. Es wird zu dem KH A (Weizen und Roggen) ein weiteres KH B (Zuckerwasser, konz. 1 : 1) geboten. Dieses KH B wird nach einiger Zeit wieder entzogen, so daß für KH B eine HP entsteht. Nach Beendigung der HP, die 30 Tage währte, dürften die Tiere keinen Hunger auf KH B haben, da sie ja weiterhin KH A erhalten. Es war dabei gleichgültig, ob die Mäuse einen zellchemisch bedingten KH-Hunger zeigten oder nicht. Die Hauptsache war, die Frage zu entscheiden: Fressen die Mäuse mehr Zuckerwasser nach Entzug desselben, obgleich sie stets genügend KH zur Verfügung haben?

Die Durchschnittsmenge Zuckerwasser, die vor der HP von einem Tier getrunken wird, ist Bezugszahl für die Durchschnittsmenge, welche das gleiche Tier nach der HP zu sich nahm. Speziell bei diesen Versuchen mußte die Raumtemperatur vor und nach der HP gleich groß sein. Andernfalls müßte man annehmen, daß eine etwaige Steigerung des Zuckerwasser-Verbrauches durch eine



Verstärkung des Durstes ausgelöst wäre. Die jeweilige Verdunstung wurde durch Wägung eines Schälchens mit gleichgroßer Oberfläche gemessen. Die Differenz aus Tagesportion Zuckerwasser minus Verdunstung gibt „wahren Wert“.

In Tab. 13 sind die durchschnittlichen Tagesmengen für Zuckerwasser notiert, welche innerhalb 8 Tagen vor und nach der HP genommen wurden. Diese Mittelwerte wurden durch das Körpergewicht dividiert und die Quotienten ebenfalls in Tab. 13 eingetragen.

Tab. 13. *V. u. n. HP: vor und nach der Hungerperiode, Diff.: Differenz, R: Rechnung ergab signifikante (g) Differenz, ng: nicht significant.*

| Tier Nr. | g Zuckerwasser pro Tag |             |         | g Zuckerwasser pro Körp.-Gew. |        |       |
|----------|------------------------|-------------|---------|-------------------------------|--------|-------|
|          | v. HP.                 | n. HP.      | Diff.R. | v. HP.                        | n. HP. | Diff. |
| 2 ♂      | 1,73 ± 0,44            | 1,87 ± 0,39 | 0,14 ng | 0,096                         | 0,078  | 0,018 |
| 8 ♂      | 1,62 ± 0,31            | 2,92 ± 0,75 | 1,30 ng | 0,093                         | 0,122  | 0,029 |
| 9 ♂      | 2,15 ± 0,28            | 4,50 ± 0,53 | 2,35 g  | 0,152                         | 0,238  | 0,086 |
| 16 ♀     | 0,22 ± 0,04            | 1,32 ± 0,31 | 1,10 g  | 0,013                         | 0,060  | 0,047 |
| 17 ♀     | 0,35 ± 0,42            | 1,56 ± 0,31 | 1,21 ng | 0,021                         | 0,073  | 0,052 |
| 29 ♀     | 1,95 ± 0,49            | 2,51 ± 0,50 | 0,56 ng | 0,094                         | 0,119  | 0,025 |

Alle Tiere steigern den Verbrauch von Zuckerwasser, wenn ihnen dieses vier Wochen lang vorenthalten wird. Auch auf die Einheit des Körpergewichtes bezogen, wird nach der HP mehr Zuckerwasser genommen. Nur ein Tier macht eine Ausnahme. Die Folgerung, welche auf Grund der Verbrauchserhöhung gezogen wird, lautet: Die Mäuse sind hungrig auf Zuckerwasser, obgleich sie keinen Bedarf an KH haben.

So lange die Versuche mit Zuckerwasser liefen, wurden die Fettaufnahme und das Körpergewicht kontrolliert. Es konnten daher die FQ berechnet werden für die Zeitabschnitte, in denen Zuckerwasser bzw. keines verabreicht wurde. S. Tab. 14.

Aus dieser Aufstellung ist abzulesen, daß der Fettquotient bei den meisten Mäusen steigt, sobald kein Zuckerwasser gegeben wird, und sinkt bei Darbietung von Zuckerwasser. Die Unterschiede der FQ für jede Maus aus den Durchschnittswerten — gebildet für die Zeiten, in denen Zuckerwasser bzw. keines verabreicht wurde — sind in der Mehrzahl der Fälle signifikant; d. h. die Mäuse zeigen die Neigung, den Hunger an mehrererlei Nahrungs-

*mitteln zu stillen.* Wenn daher die Mäuse mit Hunger auf Zuckerwasser reagieren, obgleich sie mit KH gesättigt sind, so beruht das auf der einseitigen Ernährung der Mäuse im Experiment, oder auf der spezifischen Wirksamkeit einzelner Nahrungsmittel, z. B. Zucker.

Tab. 14. *FQ, wenn Zuckerwasser gefüttert wird und wenn keines gegeben wird.*

| Tier<br>Nr. | mit Zw.<br>4.—11. | ohne Zuckerwasser |         |         | mit Zw.<br>36.—43. Tag |
|-------------|-------------------|-------------------|---------|---------|------------------------|
|             |                   | 12.—19.           | 20.—27. | 28.—35. |                        |
| 2 ♂         | 0,010             | 0,036             | —       | 0,020   | 0,007                  |
| 8           | 0,005             | 0,012             | 0,015   | 0,017   | 0,010                  |
| 9 ♂         | 0,010             | 0,014             | 0,015   | 0,017   | 0,002                  |
| 16 ♀        | 0,022             | 0,015             | 0,026   | 0,018   | 0,016                  |
| 17 ♀        | 0,007             | 0,010             | 0,009   | 0,009   | 0,002                  |
| 29 ♀        | 0,014             | —                 | 0,016   | 0,025   | 0,028                  |

## 2. Direkte Methode.

Die am Schluß beschriebenen Versuche — Wahl zwischen fetthaltigem und fettlosem Futter, Hungerversuche mit Zuckerwasser — haben das Problem des Fetthungers nicht geklärt, weil, wie sich herausstellte, bei der Anordnung der Versuche unter anderem Geruch und Zusammenstellung des Futters genauestens berücksichtigt werden müssen. Diese beiden Fehler lassen sich bei einer direkten Prüfung des Fetthungers vermeiden. Das unmittelbare Verfahren bestand darin, entweder die Maus zwangsweise mit Fett zu sättigen oder völlig fettfreie Grundnahrung zu füttern und festzustellen, wieviel Fett infolge des jeweiligen Eingriffes genommen wird. Beide Wege wurden beschritten.

Die gebotene Grundnahrung war nicht fettfrei, sondern fettarm. Entbehren die Tiere wirklich das Fett, dann müßten sie, wenn *völlig* fettlose Grundnahrung geboten wird, nebenbei mehr Schweinefett, Soöl etc. fressen. M. a. W. die Mäuse, aus deren Grundnahrung das Fett extrahiert wird, müssen gesteigerten Fettbedarf haben, gegenüber den Vergleichstieren, welche nicht entfettete Grundnahrung und Fett erhalten. Ferner ist zu vermuten, daß bei den Tieren, die auch in der HP nur fettloses Futter erhalten, der Fetthunger vergrößert ist.

Methode der Extraktion: Weizenkörner und Rollgerste wurden in der Quetschmaschine zerkleinert. Es geschah dies, damit der Äther leichter in das Korn eindringen kann und das Fett besser

herauslöst, außerdem wurde durch das Brechen die Angriffsfläche für den Äther vergrößert. Äther ist nur dann wirksam, wenn die Extraktionssubstanz trocken ist. Absoluter Alkohol schien für den Wasserentzug am geeignetsten.

Ungefähr 8 Tage lagen Weizen und Rollgerste in Alkohol. Dieser wurde wiederholt umgeschüttelt und dreimal gewechselt. Kleine Portionen gelangten in die Schüttelmaschine zur eigentlichen Extraktion mittels Äther. Diese währte 24 Stunden. In dieser Zeit wurde der Äther einmal gewechselt. Der Äther wurde abgossen und das extrahierte Korn mindestens eineinhalb Tage der Einwirkung frischer Luft ausgesetzt. Das Vergleichsfutter wurde ebenfalls mit Äther übergossen, darauf abgedunstet und das Korn ebensolange nicht verfüttert.

Durch die Behandlung mit Alkohol und Äther entfernte ich Neutralfette und Lipide und beeinträchtigte unter Umständen die Vorliebe der Tiere zum Weizen und zur Gerste. Es war aber bei Ausführung der Versuche Voraussetzung, daß durch die Extraktion das Futter nicht vergällt wurde. Zur Prüfung erhielten die Versuchstiere extrahierte Körner und Fett und die Vergleichstiere die übliche Grundkost und Fett. An acht aufeinanderfolgenden Tagen wurden die Durchschnittswerte berechnet für Versuchs- und Vergleichstiere und die Mittel durch die in dieser Zeit bestehenden durchschnittlichen Körpergewichte dividiert. Gemäß Rechnung werden trotz des Eingriffes die extrahierten Körner ebenso gerne angenommen wie die nicht entfetteten. Damit ist die Voraussetzung erfüllt.

In zwei Versuchsreihen, von denen die eine mit Schweinefett und die andere mit Soöl angesetzt worden ist, erhielten Versuchstiere extrahierte, gebrochene Grundkost und Fett an mindestens acht Versuchstagen. Täglich wurde bestimmt, welche Menge Fett die Mäuse in 24 Stunden gefressen haben. In Tab. 15 ist der FQ von Versuchs- und Vergleichstieren einander gegenübergestellt.

In Tab. 15 beträgt der Mittelwert von 11 Versuchen mit fünf Weibchen, die außer extrahiertem Futter Soöl bekamen,  $0,029 \pm 0,003$  g pro Gewichtseinheit und  $0,021 \pm 0,001$  g für die Vergleichstiere und in den Versuchen mit Männchen beträgt der mittlere FQ  $0,026 \pm 0,008$  g und  $0,021 \pm 0,001$  bei den Kontrolltieren. Auch die Versuche mit Schweinefett bringen dasselbe Resultat, daß sie

bei entfettetem KH-Futter mehr Fett fressen als die Vergleichstiere, welche nicht extrahiertes Futter bekamen.

Sowohl in den Versuchen mit Soöl als auch in jenen mit Schweinefett ist die Differenz der mittleren FQ bei den Weibchen signifikant, nicht aber bei den Männchen. Für Ölsäure kam ein

Tab. 15. *Versuchstiere bekamen extrahierte Grundkost und Fett, die Kontrollen dagegen die übliche Nahrung und Fett.*

| Fett  | Versuch  |       |                | Vergleich |               |                        |
|-------|----------|-------|----------------|-----------|---------------|------------------------|
|       | Tier Nr. | FQ    | arithm. Mittel | Tier Nr.  | FQ            | arithm. Mittel         |
| Schw. | 24 ♀     | 0,031 | 0,033 ± 0,011  | 22 ♀      | 0,016         | 0,024 ± 0,004          |
|       | 24 ♀     | 0,032 |                | 32 ♀      | 0,030         |                        |
|       | 24 ♀     | 0,036 |                | 32 ♀      | 0,027         |                        |
|       | 3 ♂      | 0,064 | 25 ♂           | 0,030     |               |                        |
|       | 3 ♂      | 0,054 |                |           | 0,059 ± 0,005 |                        |
| Soöl  | 247 ♀    | 0,025 | 0,029 ± 0,003  | 243 ♀     | 0,024         | 0,021 ± 0,001          |
|       | 247 ♀    | 0,019 |                | 243 ♀     | 0,021         |                        |
|       | 269 ♀    | 0,033 |                | 266 ♀     | 0,022         |                        |
|       | 269 ♀    | 0,033 |                | 266 ♀     | 0,016         |                        |
|       | 262 ♀    | 0,026 |                | 266 ♀     | 0,007         |                        |
|       | 262 ♀    | 0,020 |                | 266 ♀     | 0,017         |                        |
|       | 263 ♀    | 0,018 |                | 267 ♀     | 0,029         |                        |
|       | 263 ♀    | 0,031 |                | 255 ♀     | 0,024         |                        |
|       | 263 ♀    | 0,057 |                | 255 ♀     | 0,018         |                        |
|       | 262 ♀    | 0,026 |                | 256 ♀     | 0,028         |                        |
|       | 243 ♀    | 0,028 | 256 ♀          | 0,033     |               |                        |
|       |          |       |                | 247 ♀     | 0,021         |                        |
|       |          |       |                | 246 ♀     | 0,019         |                        |
|       |          |       |                | 249 ♀     | 0,021         |                        |
|       |          |       |                | 234 ♂     | 0,018         |                        |
|       |          |       | 24 ♂           | 0,020     |               |                        |
|       |          |       | 25 ♂           | 0,025     |               |                        |
|       | 245 ♂    | 0,007 | 0,026 ± 0,008  |           |               |                        |
|       | 233 ♂    | 0,023 |                |           |               |                        |
|       | 15 ♂     | 0,043 |                |           |               |                        |
|       | 23 ♂     | 0,020 |                |           |               |                        |
| Öls.  | 201 ♀    | 0,001 | 0,008 ± 0,007  | 150 ♂     | 0,003         | 0,009 ± 0,006<br>0,004 |
|       | 200 ♀    | 0,015 |                | 181 ♂     | 0,015         |                        |
|       | 177 ♀    | 0,007 | 0,005 ± 0,002  | 154 ♂     | 0,004         |                        |
|       | 152 ♀    | 0,002 |                |           |               |                        |

Parallelversuch zur Durchführung. Diese Versuche brachten kein klares Ergebnis. Weder bei den Weibchen noch bei den Männchen sind die Differenzen statistisch gesichert.

Hungerversuche, die mit entfettetem Weizen und Rollgerste angestellt wurden, brachten keine befriedigenden Resultate. Z. B. wurden vier Mäuse zu einem Versuch mit Ölsäure angesetzt. Aber nur 2 Tiere überstanden die HP von 30 Tagen. Weder diese noch die Kontrolltiere hatten Fetthunger. Wegen der Todesfälle dehnte

ich die HP in den Versuchen mit Soöl nur über 12 Tage aus. Die wenigen Ergebnisse gaben keinen Anhaltspunkt für die Vermutung, daß völlig entfettete Nahrung auch einen gesteigerten Fetthunger hervorrufen würde. Vielleicht sind eben die Tiere durch den Fettmangel zu stark geschädigt.

*Als Zusammenfassung dieser Versuchsserie kann angegeben werden, daß Männchen und Weibchen das aus der Grundkost extrahierte Fett ergänzen wollen durch das als Beifutter gebotene reine Fett bzw. die Fettsäure. Die Tiere empfinden den Fettmangel.*

Um zu beweisen, daß die Mäuse tatsächlich Appetit auf Fett haben, wurde ihnen das Fett unter Umgehung des „Mundes“ und der dort gelagerten Sinnesorgane unter die Haut gespritzt. Nach einigen Vorversuchen erwies sich eine Einspritzung in den Rücken längs der Wirbelsäule als am geeignetsten. Injektionen lateral zeitigten nicht den gewünschten Erfolg einer raschen Resorption.

Bei Anwendung der subkutanen Injektion gelangten ausschließlich Hungerversuche mit Lebertran und Soöl zur Ausführung. Die Vergleichstiere mußten die Hungerperiode überstehen und die Versuchstiere erhielten während dieser Zeit Fett eingespritzt. In dem Experiment mit Lebertran betrug die Hungerperiode 30 Tage und in jenem mit Soöl 12 Tage. Die Menge Lebertran, bzw. Soöl, welche subkutan verabfolgt wurde, errechnet sich von den auf S. 11 notierten durchschnittlichen Tagesportionen pro Gramm Körpergewicht und dem spez. Gewicht. Im Laufe des Versuchs mit Lebertran wurde den Mäusemännchen durch Injektion ebensoviel Fett zugeführt, als sie per os aufgenommen hätten.

Aus der Tab. 16 kann entnommen werden, daß die Tiere, trotzdem sie mit Lebertran gesättigt sind, mehr Lebertran fressen als die Kontrollen. Ja, die Versuchstiere sind sogar fetthungeriger als die Vergleichstiere. Man gewinnt den Eindruck, daß die Injektion von Lebertran besonders fördernd auf den Fetthunger wirkt, auch weil der FQ nach der HP weit über dem Durchschnitt früher angestellter Versuche liegt. — Auf Grund dieses Ergebnisses entschloß ich mich zu einer Wiederholung des Injektionsversuches mit denselben Tieren. Es wurden die ehemaligen Vergleichstiere zur Injektion benutzt und die früheren Versuchstiere waren Kontrolltiere. Drei Wochen nach Beendigung der ersten Serie wurde diese zweite angesetzt mit drei Resttieren, Nr. 158, 179, 189. Alle anderen Mäuse waren tot.

Das Männchen Nr. 189 hatte nun bei gleich langer HP ohne Injektion einen geringeren Hunger auf Lebertran. Die beiden Weibchen erhöhen bei Injektion den Fettverbrauch noch über denjenigen bei einfacher HP. Es löst also subkutane Injektion von Lebertran besonders starken Fetthunger aus.

Im Versuch mit Soöl wurde durch Injektion keine vollständige Absättigung erzielt. Nur 60 bis 70% des im gleichen Zeitraum gefressenen Soöl wurde durch Injektion ersetzt. Es sind alle Männchen trotz dieser Fetteinspritzung ebenso fetthungrig wie die Kon-

Tab. 16. Der FQ ist angegeben für 8 Tage vor und 8 Tage nach der HP. Die Versuchstiere erhielten Lebertran bzw. Soöl subcutan injiziert. Für Lebertran sind vor der HP Durchschnittszahlen aus früheren Versuchen aufgeschrieben.

| Fett  | Versuch mit Fettinjektion |          |          | Vergleich ohne Fettinjektion |          |          |
|-------|---------------------------|----------|----------|------------------------------|----------|----------|
|       | Tier Nr.                  | FQ v. HP | FQ n. HP | Tier Nr.                     | FQ v. HP | FQ n. HP |
| Lebt. | 156 ♂                     | 0,005    | 0,026    | 180 ♂                        | 0,005    | 0,005    |
|       | 167 ♂                     | 0,005    | 0,019    | 178 ♂                        | 0,005    | 0,009    |
|       | 168 ♂                     | 0,005    | 0,006    |                              |          |          |
|       | 189 ♂                     | 0,005    | 0,025    |                              |          |          |
|       | 190 ♀                     | 0,010    | 0,018    | 158 ♀                        | 0,010    | 0,015    |
|       |                           |          |          | 179 ♀                        | 0,010    | 0,019    |
|       |                           |          |          | 189 ♂                        | 0,005    | 0,009    |
| Soöl  | 218 ♂                     | 0,022    | 0,023    | 214 ♂                        | 0,019    | 0,045    |
|       | 219 ♂                     | 0,011    | 0,024    | 215 ♂                        | 0,009    | 0,019    |
|       | 220 ♂                     | 0,011    | 0,031    | 216 ♂                        | 0,002    | 0,024    |

trollen. (S. Tab. 18). Eine auffällige Steigerung des Fettverbrauchs, wie dies bei Männchen, die mit Lebertran gesättigt wurden, der Fall war, tritt hier nicht auf. Vielleicht veranlassen die durch den Lebertran erhöhten Vitamingaben ein größeres Bedürfnis nach Fett.

Die Fettaufnahme der Mäuse nach Injektion von Fett widerspricht dem Verhalten der Tiere während der Fütterung von entfettetem Weizen und Rollgerste. Dort schienen die Mäuse den Fettmangel zu spüren, bei den Injektionsversuchen dagegen konnte nicht auf das Vorhandensein eines zellchemisch bedingten Fett Hungers geschlossen werden. Was ist nun die Ursache dieser zweierlei Reaktionen? In der einen Versuchsreihe wird fettloses Futter verzehrt und durch den Darm verdaut und in der anderen muß das durch die Haut aufgenommene Fett umgewandelt werden.

Geschieht dies wirklich? Nach mündlichen Angaben von Herrn Dr. Forst<sup>1)</sup> wird sowohl per os, als auch subkutan verabreichtes Fett in der gleichen Weise verdaut, sodaß ein Fetthunger der Zellen nicht auftreten dürfte. Es besteht aber außerdem die Frage, warum bei Injektion von Lebertran das Verlangen nach Fett größer ist als nach einfacher Hungerperiode. Der Lebertran nahm aber auch in den Fütterungsversuchen eine Sonderstellung ein.

Fehler, die sich möglicherweise bei Injektion einstellen, werden ausgeschaltet, sobald den Mäusen das Fett direkt in den Verdauungstraktus eingegeben wird. Eine Applikation von Fett durch eine Magenfistel, wie es in der nächsten Versuchsreihe geschah, entspricht weitgehendst den natürlichen Verdauungsbedingungen.

Die Mäuse wurden durch ein Röhrchen, dessen eine Öffnung in den Magen hineinreicht, mit der anderen ins Freie ragt, gefüttert (s. Abb. 3).

Die Platte diente zum Einknöpfen in den Magen. Über den Hals wurde ein kürzeres verchromtes Rohr gezogen und mit Kitt befestigt. Durch das Chromrohr war ein Weggleiten der Fistel in den Magen verhindert. Etwa auftretender Magensaft griff Chrom nicht an. Zum Verschließen des Halses wurde Kollodium benützt.

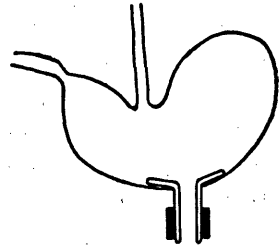


Abb. 3.

Meist wurden jüngere Tiere operiert. Bei diesen heilt die Wunde rasch, auch gewöhnen sie sich leichter an den Fremdkörper. Vier bis fünf Stunden nach der letzten Nahrungsaufnahme wurde operiert. Mageninhalt ist zwar noch vorhanden, aber er quillt beim Einschnitt nicht aus der Öffnung aus. Narkosemittel war Äther. Waren die Mäuse betäubt, so wurden sie an einem Brettchen mit den vier Beinen angebunden. In der Region des Magens wurden die Haare weggeschnitten, die Haut mit Jodalkohol desinfiziert und mit einem lateralen Schnitt von rund 5 mm Länge unterhalb der letzten Rippe durchtrennt. Darauf wurde die Haut von dem darunter liegenden Bindegewebe gelöst. Liegt der Hautschnitt günstig, so ist der Fundus durch das Peritoneum sichtbar. Die Inzision des Peritoneums erfolgte seitlich verschoben gegen den

1) Die einschlägige Literatur war im Krieg nicht zu erhalten.

ersten Schnitt. Die Peritonealöffnung wurde mittels Haltepinzetten erweitert. Nun konnte der Magen herausgenommen werden. Im Fundus wurde die Magenöhle eröffnet, diese darauf austampontiert, zur teilweisen Entleerung das Glas eingeknüpft und der Magen sofort in die Bauchhöhle zurückgeschoben. Mit feinstem Katgut habe ich das Peritoneum ober- und unterhalb des Halses zugenäht und die Haut mit Seide. Durch geeignete Anlage der Nähte war ein gewisser Halt des Knopfes für zwei Tage gewährleistet. Schließlich wurden Wunde und Halsöffnung mit Kollodium bestrichen.

Wenn der Knopf gut sitzt, tritt Nahrungsbrei in den Hals ein. War das Anbringen der Fistel geglückt, dann sind die Mäuse bereits drei Stunden nach dem Eingriff munter. Nach weiteren drei Stunden bekommen die Mäuse Weizenkörner, später Kartoffel, Semmel, Hafer. Zu trinken gab ich erst nach 18 bis 25 Stunden. — Viele Operationen verliefen erfolglos. Die Tiere starben in der Narkose, andere 1 bis 2 Tage später. Ursache war meist schlechter Einbau der Fistel, der zu einer Peritonitis führte, hin und wieder innere Blutungen. Der Heilungsprozeß machte sich drei Tage nach der Operation bemerkbar. Die Wunde beginnt zu vernarben. Die Seidenfäden werden von den Tieren beim Putzen entfernt. Katgut wurde meist resorbiert. Bei einigen Tieren näßte die Wunde, da Verdauungsaft zwischen Glas und Haut hindurchsickerte. Überstreichen mit Zinksalbe leistete Abhilfe.

Zwei Wochen nach der Operation kommen die Tiere in den Versuch. Die Fortbewegung der Mäuse im Gitterkäfig war durch das herausragende Röhrchen nicht gehemmt. Die Versuchsbedingungen waren also dieselben geblieben, mit der Einschränkung, daß die Mäuse eine Stunde vor der Injektion nichts fressen durften. Meist geht die Fütterung gut, aber manchmal pressen die Tiere das Öl aus dem Magen heraus, vor allem dann, wenn die Maus zu früh aus der Hand befreit wird. Sorgfältiges Halten, bis das Öl vom Magen angenommen ist, und rasches Anbringen des Kollodiumverschlusses helfen dagegen.

Die Injektionsmenge richtet sich nach dem Körpergewicht. Wenn es die Größe der Maus erfordert, wurde morgens und nachmittags injiziert, da auf einmal höchstens  $0,4 \text{ cm}^3$  eingeflößt werden können, andernfalls tritt Öl zwischen Glas und Haut heraus.



Ich habe bei Versuchs- und Vergleichsmäusen, die ebenfalls eine Fistel besaßen und an Stelle von Öl Wasser eingespritzt bekamen, die tägliche Fettaufnahme per os kontrolliert. Aus je sieben Versuchstagen wurden folgende Durchschnittswerte ermittelt (siehe Tab. 17).

Tabelle 17.

| Injektion von Öl |                    |       | Wasser   |                    |       |
|------------------|--------------------|-------|----------|--------------------|-------|
| Tier Nr.         | Durchschnittsmenge | FQ    | Tier Nr. | Durchschnittsmenge | FQ    |
| 3 ♀              | 0,17 ± 0,05        | 0,015 | 19 ♀     | 0,51 ± 0,20        | 0,025 |
| 3 ♀              | 0,24 ± 0,10        | 0,014 | 19 ♀     | 0,60 ± 0,20        | 0,031 |
| 19 ♀             | 0,5 ± 0,11         | 0,014 | 3 ♀      | 0,38 ± 0,05        | 0,024 |
| 19 ♀             | 0,31 ± 0,13        | 0,019 |          |                    |       |
| 6 ♂              | 0,26 ± 0,07        | 0,013 | 17 ♂     | 0,48 ± 0,31        | 0,027 |
| 16 ♂             | 0,37 ± 0,10        | 0,027 | 17 ♂     | 0,46 ± 0,20        | 0,024 |
| 17 ♂             | 0,45 ± 0,10        | 0,025 | 9 ♂      | 0,42 ± 0,09        | 0,023 |
| 17 ♂             | 0,43 ± 0,08        | 0,022 |          |                    |       |

Das arithmetische Mittel für die täglich gefressenen Fettmengen beträgt bei Injektion von

|        | bei Weibchen  | bei Männchen  |
|--------|---------------|---------------|
| Öl     | 0,24 ± 0,03 g | 0,37 ± 0,04 g |
| Wasser | 0,48 ± 0,02 g | 0,41 ± 0,03 g |

Die Differenz des Fettverbrauches ist nur bei den Weibchen signifikant. Bei den Männchen ist die Streuung der Einzelwerte um die beiden Mittel größer, als die Streuung zwischen den Durchschnittswerten von  $0,37 \pm 0,04$  bei Ölinjektion, bzw.  $0,41$  bei Wasserinjektion. *Mäuse, welche Fett durch die Fistel bekommen, fressen also weniger Fett als die Tiere, welchen dieselbe Menge Wasser in den Magen injiziert wird.* — Bezieht man die bei Öl- bzw. Wasserinjektion gefressenen Fettmengen auf die Einheit des Körpergewichtes, wie das in Tab. 17 geschah, und berechnet die durchschnittlichen FQ, dann ergibt sich, daß höherer FQ der männlichen und weiblichen Kontrolltiere nur bei den Weibchen signifikant ist.

*Als Ergebnis dieser Versuche kann festgestellt werden, daß die Mäuse die Fettaufnahme entsprechend der chemischen Zusam-*

*mensetzung des Futters an Fettbestandteilen zu regulieren vermögen. Sie empfinden das Vorhandensein, bzw. die Abwesenheit von Fett in der Nahrung, auch wenn Geruchs- und Geschmackssinn ausgeschaltet sind.* Der Geruchs- und Geschmackssinn dienen ihnen dazu, fetthaltige Nahrung aufzufinden und dem Fettbedürfnis ihres Körpers abzuhelpen, wie ja auch die trächtigen und säugenden Mäuse den entsprechend größeren Bedarf ihres Körpers an Fettstoffen zu sichern wußten. Es ist nicht allein das neue Futter in einer vielleicht doch etwas eintönigen Kost, auch nicht der Geschmack oder der Geruch, welcher die Mäuse zu einem gesteigerten Fettverbrauch nach einer HP veranlaßt, sondern das Verlangen nach Fett, das durch die veränderte Zusammensetzung des Körpers hervorgerufen wird, gibt den Ausschlag. Die Mäuse regulieren die Fettaufnahme im Sinne des v. Bergmannschen Gewebhungers bzw. nach der Aviditätstheorie von *Katz*. Das Fett muß aber den Verdauungstrakt passiert haben, um das Fettbedürfnis des Körpers zu decken bzw. den Appetit zu stillen. In der Freiheit werden die Tiere angetrieben durch den Hunger und Appetit und von den Sinnesorganen geleitet, das Fett zu finden.

#### **IV. Kalorienaufnahme durch Fett und Kohlehydrate.**

Es konnte gezeigt werden, daß weiße Mäuse für jedes Gramm Körpergewicht eine bestimmte Menge Fett fressen, welche bei den Weibchen im allgemeinen höher liegt als bei den Männchen. Wird kein Fett verabreicht, dann gleichen die Tiere diesen Mangel aus, indem sie mehr KH-haltiges Futter verzehren. Ersetzen die Mäuse durch vermehrte KH-Aufnahme das kalorische Defizit? Zunächst jedoch interessiert die Frage: Wieviel Kalorien erhalten die Mäuse täglich durch Fressen von KH und Fett?

Bevor diese Fragen erörtert werden, sei beschrieben, wie sich die Kalorienmenge berechnet. Brennwert für 100 g Weizen — 348 Kalorien und für Gerste 379 Kal. (*Schall*). — Eine Mischung aus zwei Teilen Weizen und einem Teil Gerste hat also bei Verwendung von 100 g Weizen und 50 g Gerste einen Heizwert von 537 Kal. Der Brennwert von 100 g KH-Futter beträgt 358 Kal., für 100 g Schweinefett 925 Kal.

Die tägliche Kalorienaufnahme aus KH und Fett wurde von drei Weibchen und drei Männchen für vier Wochen bestimmt. Das

arithmetische Mittel aus je sieben Versuchstagen ist in Tab. 18 eingetragen.

Bei zwei Tieren, Nr. 139 und Nr. 141, steigt im Laufe der Zeit die Kalorienaufnahme und bei einem Tier, Nr. 142, fällt sie. Dieses Ergebnis ist jedoch nicht statistisch gesichert, weil die Streuung der einzelnen arithmetischen Mittel groß ist. Bei den drei übrigen Tieren ist die Kalorienaufnahme schwankend. Die Differenzen sind in den seltensten Fällen signifikant. *Die sechs Mäuse fressen also soviel Weizen, Gerste und Fett, daß der Kaloriengehalt des verzehrten Futters jeden Tag annähernd derselbe ist.*

Zur einheitlichen Bearbeitung der Kalorienaufnahme wählte ich nicht Durchschnittswerte von einer Woche, sondern ich dividierte das Mittel durch das durchschnittliche Körpergewicht. In

Tab. 18. *Durchschnittliche Kalorienaufnahme aus Fett + KH.*

| Tier Nr. | 4.—11.       | 12.—19.      | 20.—25.      | 26.—31. Tag  |
|----------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| 138 ♀    | 9,98 ± 0,67  | 10,95 ± 1,20 | 9,14 ± 0,49  | 11,01 ± 0,35 |
| 141 ♀    | 9,19 ± 0,67  | 10,58 ± 0,78 | 10,76 ± 0,82 | 12,96 ± 0,62 |
| 142 ♀    | 12,04 ± 0,65 | 12,52 ± 0,65 | 11,79 ± 0,52 | 11,52 ± 1,06 |
| 139 ♂    | 10,31 ± 0,65 | 12,00 ± 0,91 | 14,02 ± 1,19 | 15,55 ± 1,24 |
| 140 ♂    | 14,55 ± 0,78 | 16,77 ± 0,63 | 13,57 ± 1,34 | 15,00 ± 1,15 |
| 143 ♂    | 13,06 ± 0,92 | 11,78 ± 0,62 | 10,06 ± 0,46 | 11,07 ± 0,58 |

Tab. 21 sind für beide Geschlechter getrennt, die pro Gramm Körpergewicht verzehrten Mengen aufgeschrieben.

Aus Tab. 19 ist ersichtlich, daß die Weibchen 0,5—0,7 Kalorien pro Gramm Körpergewicht fressen und die Kalorienaufnahme der Männchen innerhalb der Grenzen von 0,5—1,0 liegt. Die Variationsbreite ist also bei den Männchen größer. Der Mittelwert aller Versuche beträgt für die Männchen  $0,68 \pm 0,04$  und für die Weibchen  $0,61 \pm 0,02$  Kalorien. Mit 90% Wahrscheinlichkeit ist diese Differenz von 0,07 Kal. kein Zufallsergebnis. Es frißt ein Weibchen von 20 g 1,22 Kal. und ein gleichschweres Männchen 1,36 Kalorien aus Fett + KH.

Aus welchen der beiden Nahrungsmittel, Fett oder Weizen + Rollgerste, beziehen die Männchen den höheren Kalorienanteil? Um diese Frage zu entscheiden, wurde für jedes Männchen die durchschnittliche Kalorienaufnahme aus Fett bzw. KH berechnet

Tabelle 19.

| Männchen |                    |             |               | Weibchen |                    |             |               |
|----------|--------------------|-------------|---------------|----------|--------------------|-------------|---------------|
| Tier Nr. | Cal. aus KH + Fett | Cal. aus KH | Cal. aus Fett | Tier Nr. | Cal. aus KH + Fett | Cal. aus KH | Cal. aus Fett |
| 132      | 0,67               | 0,36        | 0,31          | 126      | 0,52               | 0,52        | 0,00          |
| 127      | 0,69               | 0,43        | 0,26          | 131      | 0,68               | 0,43        | 0,25          |
| 128      | 0,46               | 0,46        | 0,00          | 130      | 0,71               | 0,49        | 0,22          |
| 133      | 0,68               | 0,45        | 0,22          | 129      | 0,66               | 0,24        | 0,42          |
| 139      | 0,61               | 0,51        | 0,10          | 142      | 0,59               | 0,29        | 0,29          |
| 139      | 0,63               | 0,44        | 0,20          | 142      | 0,67               | 0,38        | 0,29          |
| 139      | 0,69               | 0,39        | 0,31          | 142      | 0,56               | 0,28        | 0,27          |
| 139      | 0,75               | 0,39        | 0,35          | 142      | 0,53               | 0,26        | 0,28          |
| 140      | 0,83               | 0,59        | 0,24          | 141      | 0,49               | 0,18        | 0,30          |
| 140      | 1,02               | 0,62        | 0,40          | 141      | 0,59               | 0,24        | 0,36          |
| 140      | 0,81               | 0,52        | 0,29          | 141      | 0,62               | 0,27        | 0,34          |
| 140      | 0,91               | 0,47        | 0,44          | 141      | 0,64               | 0,26        | 0,38          |
| 143      | 0,66               | 0,32        | 0,33          | 138      | 0,66               | 0,34        | 0,33          |
| 143      | 0,58               | 0,33        | 0,25          | 138      | 0,72               | 0,34        | 0,37          |
| 143      | 0,48               | 0,26        | 0,22          | 138      | 0,56               | 0,30        | 0,25          |
| 143      | 0,51               | 0,30        | 0,20          | 138      | 0,66               | 0,26        | 0,38          |
| arithm.  | 0,68               | 0,39        | 0,26          |          | 0,61               | 0,32        | 0,29          |
| Mittel   | ±0,04              | ±0,03       | ±0,03         |          | ±0,02              | ±0,02       | ±0,02         |

(S. Tab. 19). Die Weibchen verzehren, wie früher gezeigt, mehr Fett als die Männchen und beziehen dementsprechend mehr Kalorien aus Fett. Der Unterschied der arithmetischen Mittel aller Versuche zugunsten der Weibchen ist nicht signifikant. Die Männchen dagegen erhalten aus den KH durchschnittlich um 0,07 Kalorien pro Gramm Körpergewicht mehr als die Weibchen. Diese Differenz ist signifikant.

Tab. 20. Kalorienaufnahme aus KH + Fett, bei den Versuchstieren unter Einschaltung einer HP. Es ist für Versuchs- und Kontrolltiere vermerkt, ob der KH-Verbrauch sich in der zweiten Futterperiode ändert, steigt, oder fällt.

| Versuch  |           |       |           |        |       | Vergleich |           |           |           |        |       |
|----------|-----------|-------|-----------|--------|-------|-----------|-----------|-----------|-----------|--------|-------|
| Tier Nr. | F KH + 1. | KH 2. | F KH + 3. | steigt | fällt | Tier Nr.  | F KH + 1. | F KH + 2. | F KH + 3. | steigt | fällt |
| 132      | 0,67      | 0,51  | 0,68      |        |       | 140       | 0,83      | 1,02      | 0,81      |        |       |
| 127      | 0,69      | 0,61  | 0,72      |        | ×     | 143       | 0,67      | 0,58      | 0,48      | ×      | ×     |
| 133      | 0,68      | 0,53  | 0,55      |        | ×     | 139       | 0,61      | 0,63      | 0,69      | ×      |       |
| 128      | 0,46      | 0,51  | 0,57      |        | ×     |           |           |           |           |        |       |
| 126      | 0,52      | 0,60  | 0,61      | ×      |       | 142       | 0,60      | 0,60      | 0,56      | =      | #     |
| 131      | 0,68      | 0,56  | 0,66      |        | ×     | 138       | 0,66      | 0,72      | 0,58      | ×      |       |
| 129      | 0,66      | 0,60  | 0,66      |        | ×     | 141       | 0,49      | 0,58      | 0,62      | ×      |       |
| 130      | 0,71      | 0,59  | 0,73      |        | ×     |           |           |           |           |        |       |

*Es beruht demnach der höhere Kalorienverbrauch der Männchen aus Fett und KH insgesamt auf der größeren Kalorienaufnahme aus den KH.*

Um zu sehen, wie die Mäuse in der HP den Kalorienbedarf regulieren, habe ich den Quotienten aus Kalorien durch Körpergewicht von acht Versuchstieren, die eine HP durchmachen mußten, verglichen mit sechs Kontrolltieren, die außer Grundfutter stets Fett erhielten. Die berechneten Quotienten sind in Tab. 20 notiert.

Der Tab. 20 kann entnommen werden, daß bei sechs von acht Versuchstieren der Quotient (Kal. : Körper.Gew.) in der HP etwas kleiner wird und bei den Vergleichsmäusen nur einmal. Nach Beendigung der HP erreicht der Quotient meistens die alte Höhe des vor der HP vorhandenen Wertes. Die geringere Anzahl Kalorien, welche die Mäuse in der HP mit den KH aufnahmen, genügt zur Aufrechterhaltung ihres Stoffwechsels.

### **Zusammenfassung.**

1. Es wurde die Fettmenge ermittelt, welche eine Maus durchschnittlich von Schweinefett, Sonnenblumenöl, Ölsäure und Lebertran verzehrt. Dabei stellte sich heraus, daß die Weibchen zwar stets mehr Fett fraßen als die Männchen, aber diese Zahlen sind nicht immer statistisch gesichert. Veränderungen in der Farbe des Fettes sind ohne Einfluß auf die Menge des verzehrten Fettes.

2. Wird aus dem Futter, das aus Gerste, Weizen, Fett, Salat und Wasser besteht, das Fett weggelassen, so nehmen die Mäuse nach dieser Zeit (HP) mehr Fett, als wenn immer Fett geboten wird. Auch auf die Einheit des Körpergewichtes bezogen, läßt sich eine Steigerung des Fettverbrauches nachweisen.

3. Es konnte gezeigt werden, daß die Zusammenstellung des Futters und der Geruch desselben Einfluß auf die Nahrungsaufnahme ausüben. Außer diesen beiden Faktoren ist die chemische Zusammensetzung von Bedeutung. Die Menge des verzehrten Fettes richtet sich wahrscheinlich auch nach dessen Gehalt an höheren ungesättigten Fettsäuren.

4. Werden den Mäusen entfettete Körner und Fett geboten und erhalten die Vergleichstiere nicht extrahierte Körner und Fett,

so fressen die Versuchstiere eine größere Menge Fett als die Vergleichstiere. Eine Senkung des Fettverbrauches konnte durch Injektion von Fett in den Magen erzielt werden. Aus diesem Verhalten der Mäuse wird geschlossen, daß die Tiere das fehlende oder vorhandene Fett in der Nahrung empfinden und nach annähernd fettreicher Diät Appetit auf Fett haben. Eine Injektion von Fett unter Umgehung des Verdauungstraktes verminderte nicht den Fettverbrauch per os.

5. Die Kalorienaufnahme aus Fett und KH wurde berechnet. Die Männchen nehmen aus KH und Fett zusammen mehr Kalorien auf als die Weibchen. Berechnet man die Kalorienmenge, welche die Mäuse aus den beiden Komponenten Fett und KH beziehen, so ergibt sich, daß die Männchen mehr Kalorien durch die KH erhalten, aber dafür weniger aus Fett.

## Literatur.

- Behrens, U.*: Mathematische Methoden für Versuchsansteller, Stuttgart 1933. — *Bergmann, G. v.*: Bethes Handbuch der normalen und pathologischen Physiologie 16/1, S. 1060. — *Buddenbrock, W. v.*: Grundriß der Vergleichenden Physiologie, 2. Aufl., Berlin 1937, Borntraeger. — *Burn, H. J.*: Biologische Auswertungsmethoden, Berlin, 1937. — *Burr, G. O.*: J. biol. Chem. 1929, 82, 1932, 97/1. — *Cannon, W. B.*: Americ. J. Phys. 29, 441. — *Castle* aus *Just*: Prakt. Übungen zur Vererbungslehre, Berlin 1935. — *Engelmann, K. H.*: Zeitschrift f. vergl. Phys., 1940, 27, 525. — *Fürth, O.*: Lehrbuch der phys. u. path. Chemie, Leipzig 1927. — *Großfeld, J. u. A. Böhrer*: Handbuch der Lebensmittelchemie, Bd. 4, 1939. — *Hausmann, M.*: J. comp. Psychol., 1933, 15, 419. — *Hellwald, H.*: Z. Psychol. u. Sinnesorgane, 1931, 13. — *Katz, D.*: Naturwissenschaften, 1931, 19, 838. — *Kestner, O.*: Bethes Handbuch d. norm. und path. Phys., 16/1, 1917. — *Lauter, S.*: Hunger, Appetit und Ernährung, Leipzig 1937, Gg. Thieme. — *Maslow, A. H.*: J. comp. Psychol., 1935, 20. — *Monauini*: aus Ber. über d. ges. Phys. u. experm. Pharm., 1939, 110, 222. — *Osborne, T. B. und Mendel*: J. biol. Chem., 1918, 34, 131 und 35, 91. — *Rein, H.*: Einführung in die Physiologie des Menschen, Berlin 1941, Springer. — *Roth*: Z. f. Psychol., 1925, 97, 62. — *Schali, W.*: Nahrungsmitteltabellen, 12. Aufl., 1939, Leipzig. — *Schneider, E.*: Klin. Wochenschrift, 1941, 1, 437. — *Smedley Maclean*: Biochem. J., 1940, 34, 884. — *Stepp, W.*: Ernährungslehre, Berlin 1939, Springer. — *Turpeinen, O.*: Ber. über d. ges. Phys. u. experm. Pharm., 1939, 109, 561.

# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Österreichische Zoologische Zeitschrift](#)

Jahr/Year: 1950

Band/Volume: [02](#)

Autor(en)/Author(s): Laubmann Marianne

Artikel/Article: [Über den Fetthunger der weißen Maus nach annähernd fettfreier Diät. 1-38](#)