

IV.

Schlußfolgerungen.

43. Wirkungsweise des Mästungsverfahrens.

Unsere an Kaninchen, Gänsen und Schweinen ausgeführten Mästungsversuche führten einheitlich zu dem Ergebnis, daß das Körpergewicht der Versuchstiere infolge der Behandlung mit den verwendeten chemischen Stoffen in wesentlich stärkerem Maße zunahm als bei den ebenso gehaltenen und ernährten aber unbehandelten Kontrolltieren. Wir konnten zeigen, daß die sich infolge der Behandlung einstellende Erhöhung an Gewichtszunahme in überwiegendem Maße der stärkeren Vermehrung des Fettgewebes zuzuschreiben ist, daneben hat sich aber auch das Muskelgewebe (Fleisch) in stärkerem Maße vermehrt als unter normalen Umständen. Man muß sich nun fragen, wie diese Erhöhung an Gewichtszunahme zustande gekommen ist.

Unsere eingehend beschriebenen Versuche ergaben ausnahmslos, daß die Rindensubstanz der Nebenniere, der durch die Behandlung mit den chemischen Stoffen stärker zunehmenden Tiere, stärker arbeite als unter normalen Bedingungen. Andere Forscher (van HERWERDEN, FIESCHI, CAMERON und WHITE, THADDEA, EATON u. s. Mitarb.) fanden, daß das Körpergewicht normaler Tiere nach wiederholten Nebennierenrinden-Extrakt-Injektionen zunehme.

Nach VERZÁR u. s. Mitarb. wird Fett aus dem Darm der nebennierenlosen Tiere sehr mangelhaft resorbiert; nach Rindenextrakt- (Cortin-) Injektionen geht aber die Fettresorption wieder normalerweise vor sich. Daraus folgerten sie, daß die Fettresorption aus dem Darm durch die NNR-Funktion gefördert wird. Da bei der Verwendung unseres Mästungsverfahrens die NNR gesteigerte Funktion aufweist, erscheint die Folgerung berechtigt, daß sich die Resorption der Fette aus dem Darm durch die gesteigerte NNR-Funktion vervollkommnet und daß durch die gründlichere Verwertung des Fettgehaltes der Nahrung eine stärkere Gewichtszunahme der Tiere erreicht wird.

WILBRANDT und LENGYEL, ISSEKUTZ, LASZT und VERZÁR, FITZGERALD u. a. fanden im Tierversuch, daß aus den Därmen der nebennierenlosen Tiere auch Kohlehydrate wesentlich schlechter resorbiert werden als unter normalen Verhältnissen. Nach Injektionen eines NNR-Extraktes wird aber die Resorption der Kohlehydrate wieder normal; durch die Funktion der NNR wird also auch die Kohlehydratresorption aus dem Darm gefördert. Da bei unserem Mästungsverfahren die NNR stärker arbeitet, ist damit zu rechnen, daß die Kohlehydrate in stärkerem Maße resorbiert werden als unter normalen Verhältnissen; die Kohlehydrate der Nahrung werden gründlicher verbraucht, was zu einer stärkeren Gewichtszunahme führt. Bei der Kohlehydratresorption in gesteigertem Maße vermehrt sich der Glykogengehalt des Organismus (Le-

ber, Muskeln usw.), was an sich zu einer Gewichtszunahme führt und bekanntlich wird aus den Kohlehydraten im Organismus leicht Fett gebildet.

Die Forschungsergebnisse der letzteren Jahre zeigten recht deutlich, daß die Funktion der NNR bei der Leber- und Muskelglykogenbildung tatsächlich eine besonders wichtige Rolle spielt. THADDEA, BRITTON und SILVETTE u. a. konnten nach der Nebennierenexstirpation eine starke Senkung des Leber- und Muskelglykogengehaltes der Versuchstiere nachweisen, nach NNR-Extraktinjektionen wird aber Glykogen in der Leber und Muskulatur wieder in nahezu normaler Weise gebildet. Nach BRITTON kann man durch die Injektion besonders großer Dosen NNR-Extraktes auch bei normalen Tieren die Steigerung des Glykogengehaltes der Leber und Muskeln erzielen.

Unsere eigenen Versuche ergaben, daß der Leber- und Muskelglykogengehalt nebennierenloser infantiler Mäuse auf die Injektion eines NNR-Extraktes aus hyperfunktionierenden Nebennieren stärker zunimmt als nach Injektionen eines NNR-Extraktes aus normalen Nebennieren. Das beweist, daß einerseits die hyperfunktionierende NNR zu einer stärkeren Leber- und Muskelglykogenspeicherung führt als die normale NNR, andererseits wird gezeigt, daß die NNR ein besonderes glykogenbildendes, bzw. fixierendes Hormon bildet, das mit dem zur Lebenserhaltung der Tiere notwendigen (vitalen) Hormon nicht identisch ist. Wir konnten ferner noch nachweisen, daß der Leber- und Muskelglykogengehalt der Kaninchen mit hypertrophischer Nebenniere ebenfalls stark vermehrt ist.

Die sich bei unserem Mästungsverfahren einstellende stärkere Gewichtszunahme ist demnach u. E. der infolge der Behandlung entstandenen NNR-Hyperfunktion zuzuschreiben; die neben der Zunahme des Fettgewebes zu beobachtende Zunahme des Muskelgewebes ist die Folge der Glykogenvermehrung des Letzteren.

Die glykogenbildende Wirkung der Ammoniumsalze wurde durch andere Verfasser schon früher erwähnt. RÖHMANN konnte bei Kaninchen, NEBELTHAU bei Hühnern nach der Fütterung mit organischen Ammoniumsalzen und Ammoniumcarbonat in der Leber eine ausgeprägte Glykogenbereicherung beobachten. Nach FRÖHLICH und POLLÁCK wird die glykolytische Wirkung der Adrenalinlösung an der Froschleber durch Ammoniumchlorid verhindert; sie nahmen an, daß die physiologische Sympathicuserregung durch Ammoniumsalze an der Leber verhindert wird und daß dadurch Glykogen vor dem Abbau geschützt wird. Die Versuchsergebnisse von RÖHMANN und NEBELTHAU lassen sich auf Grund unserer Untersuchungen durch die NNR-Hyperfunktion hinlänglich erklären. Die Beobachtung von FRÖHLICH und POLLÁCK läßt darauf schließen, daß die Ammoniumsalze auf irgendeine Weise auch eine unmittelbare Wirkung auf die Glykogenfixation ausüben. Ammoniak kann also entweder unmittelbar oder durch die gesteigerte Funktion der Nebennieren die Glykogenspeicherung im Organismus fördern.

Auf Grund anderer Angaben des Schrifttums darf man auch darauf schließen, daß anlässlich unseres Mästungsverfahrens bei der stärkeren Zunahme des Muskelgewebes neben der Vermehrung des Glykogens, auch die Steigerung des Eiweißgehaltes der Muskelzellen

eine Rolle spiele. LASZT fand, daß bei nebennierenlosen Ratten unter den Aminosäuren besonders die Resorption des Glykokolls aus dem Darm bedeutend langsamer vor sich geht, während die Resorption der anderen untersuchten Aminosäuren (Serin, Alanin, Iso-leucin, Valin) verhältnismäßig wenig verlangsamt ist. Aus diesen Erscheinungen folgerte er, daß die NNR-Funktion bei der Resorption der Aminosäuren (Eiweiß) aus dem Darm eine Rolle spielt. Man darf daher annehmen, daß die Aminosäuren bei der Steigerung der Funktion der NNR, also auch bei unserem Mästungsverfahren, in erhöhter Menge aus dem Darm resorbiert werden, daß dadurch der Eiweißgehalt der Nahrung gründlicher ausgenützt wird und daß es dadurch zur Steigerung des Eiweißgehaltes des Organismus (in erster Linie der Muskeln) kommt.

Für diese Möglichkeit sprechen ferner die Ergebnisse der Stoffwechseluntersuchungen, die durch andere Verfasser bei der Fütterung mit Ammoniumsalzen gefunden wurden. VÖLTZ, PESCHECK, GRAFE, ABDERHALDEN u. s. Mitarb., UNDERHILL und GOLDSCHMIDT fütterten Hunde und Schweine mit verschiedenen Ammoniumsalzen und fanden die Verschiebung des Nitrogen-gleichgewichtes in positiver Richtung. Eine besonders starke Nitrogenretention beobachtete GRAFE, wenn er neben dem Ammoniumsalz auch noch kohlehydratreiche Nahrung verabreichte. Auf Grund dieser Versuche dachte man daran, daß die Ammoniumsalze an der Synthese der Eiweißstoffe beteiligt sind. ABDERHALDEN hält für wahrscheinlich, daß der Eiweißstoffwechsel der Zellen durch die Ammoniumsalze beschränkt wird. Nach TAYLOR und RINGER führt die Ammoniakzufuhr zur Bildung von Aminosäure, woraus Eiweißstoffe synthetisiert werden können. Die hier erwähnten Versuchsergebnisse erfahren durch die Erkenntnis der Hyperfunktion der NNR eine neue Beleuchtung und gestatten die Schlußfolgerung, daß die NNR-Funktion nicht nur bei der Resorption der Aminosäuren, sondern auch bei der Speicherung der Eiweißstoffe eine Rolle spielt.

Die dem Schrifttum entnommenen Angaben und die Ergebnisse unserer Untersuchungen zeigen, daß die Zunahme des Muskelgewebes bei unserem Mästungsverfahren einerseits auf die Vermehrung des Glykogens, andererseits wahrscheinlich auf die Vermehrung des Eiweißgehaltes zurückzuführen ist. Das bedeutet, daß der Nährwert des Fleisches der mit unserem Verfahren gemästeten Tiere, bedeutend größer ist als jener, der ohne Behandlung gefütterten Tiere.

Im Zusammenhang mit der Hyperfunktion der NNR stellen sich auch auf dem Gebiete der Funktion anderer endokriner Drüsen gewisse Änderungen ein. An diese Möglichkeit ist auch auf Grund jener Untersuchungen zu denken, die gezeigt haben, daß bei dem Fettstoffwechsel des Organismus, d. h. bei dem Zustandekommen der Gewichtszunahme, die Funktion der Hypophyse, des Pankreas, der Thyreoidea und der Geschlechtsdrüsen eine Rolle spielt. Zu unseren Versuchen verwendeten wir stets kastrierte weibliche (Kontroll- u. behandelte) Schweine, daher darf bei diesen der etwaige Einfluß der Geschlechtsdrüsen ausgeschlossen werden; allerdings muß man mit dem möglichen Einfluß der Kastration auf die Fettzunahme rechnen. Bei unserem Mästungsverfahren ist noch mit der Umstim-

mung der Funktion des endokrinen Drüsen-systems zu rechnen, was mit der Korrelation der endokrinen Drüsenfunktion im Einklang stehen kann. Für die Annahme, daß eine Umstimmung des Drüsen-systems mit innerer Sekretion erfolgt sprechen die Veränderungen verschiedener innersekretorischer Drüsen unserer Versuchstiere. Über diese Veränderungen werden wir in einer anderen Mitteilung berichten. Hier möchten wir nur kurz soviel bemerken daß diese Veränderungen in Einklang stehen mit den Erscheinungen wie sie SELYE in seinen Tierversuchen beschreibt. (Alarm Reaktion.)

Nach LEHMANN, HENDERSON u. a. zeigen die Speicheldrüsen infolge Ammoniakwirkung, gesteigerte Funktion. Zu klären ist noch die Frage, inwieweit die Funktion der Leber und Bauchspeicheldrüse durch Ammoniak beeinflusst wird. Durch die Steigerung der Funktion dieser Organe könnte die Verdauung und Resorption der Fettstoffe im Darm vervollkommenet und dadurch die Fettzunahme gefördert werden. Aus unseren Versuchen ging hervor, daß das Gewicht der Leber bei Kaninchen mit hypertrophischer Nebenniere gesteigert ist.

Bekanntlich wird Ammoniak in Fett leicht gelöst, aus dem Darm sehr schnell resorbiert und schnell in den Blutkreislauf gebracht (HÖBNER u. a.). Man kann sich vorstellen, daß das Ammoniak welches im Fett der im Darm befindlichen Nahrung schnell gelöst wird, die Resorption der Fettstoffe aus dem Darm auch unmittelbar beschleunigt.

Nach RUMPF u. a. soll die Körpertemperatur bei Ammoniakvergiftung 2—3° abnehmen können. Über die nähere Ursache dieser Erscheinung finden sich im Schrifttum keine Angaben. Man darf daran denken, daß durch Ammoniak die Oxydation im Organismus und damit auch die Verbrennung der Fette abnehme, wodurch es zur gesteigerten Speicherung des in den Organismus gelangten Fettes kommen könnte.

Wie zu sehen, gibt es auf dem Gebiete, der bei der Ammoniakbehandlung zustande kommenden stärkeren Gewichtszunahme, noch mehrere Fragen über den feineren Mechanismus zu klären. Aus den bisherigen Untersuchungen ergibt sich aber zweifellos, daß man nicht nur durch die Ammoniakverbindungen, sondern auch durch die längere Verabreichung anderer Verbindungen eine stärkere Gewichtszunahme erreichen kann. Diese anderen Verbindungen bewirken jedoch durchwegs die Hypertrophie der Nebennieren, bzw. die Steigerung der NNR-Funktion. Die bei unserem Mästungsverfahren erzielbare stärkere Gewichtszunahme ist daher in erster Linie der infolge der Behandlung sich einstellenden NNR-Hyperfunktion zuzuschreiben, die die vollkommener Resorption der mit der Nahrung zugeführten Fett-, Kohlehydrat- und Eiweißbestandteile, d. h. die bessere Verwertung der Nahrungsmittel ermöglicht. Durch die gesteigerte Funktion der NNR wird auch die erhöhte Speicherung der erwähnten Nahrungsmittel ermöglicht und dadurch das Mehr an Gewichtszunahme gesichert.