

# Über den Fettstoffwechsel beim Fehlen des Pankreassekrets im Darmrohr.

Von  
**B. C. P. Jansen.**

(Aus dem physiologischen Institut der Universität Amsterdam.)

Direktor Prof. Dr. G. van Rynberk.)

(Der Redaktion zugegangen am 7. April 1911.)

Nachdem Abelmann,<sup>1)</sup> Schüler Minkowskis, nachgewiesen hatte, daß durch vollständige Exstirpation des Pankreas die Fettresorption tiefgehend gestört und in den Faeces eine der Menge des in der Nahrung enthaltenen Fettes ungefähre gleiche Menge gefunden wird, nahm man an, daß diese Störung ausschließlich durch das Fehlen der Pankreassekretion im Darmrohr bedingt sei. Freilich wurde sowohl von Abelmann als von allen den zahlreichen Autoren, die seine Untersuchungen wiederholten und bestätigten und seine Erklärungsannahmen, beobachtet, daß auch nach Exstirpation des Pankreas ein großer Teil des Fäkalfetts aus Fettsäuren besteht, die eben das Produkt der Wirkung der Enzyme des Pankreassaftes auf das neutrale Fett darstellen. Es wurde aber eingewendet, daß in diesen Fällen die Fettzersetzung im letzten Trakt des Darmrohrs eingetreten sei, wo sich keine Galle mehr befand, deren Gegenwart erforderlich war, um die Fettsäuren löslich und mithin resorbierbar zu machen (Moore und Rockwood).<sup>2)</sup>

Ferner beobachteten Abelmann, Sandmeyr, Rosenberg u. a., daß, wenn ein Pankreassegment der Exstirpation

---

<sup>1)</sup> Abelmann, Über die Ausnutzung der Nährstoffe nach Pankreasexstirpation. Dissertatio inaug., Dorpat 1890.

<sup>2)</sup> Moore and Rockwood, On the mode of adsorption of fat. Journal of Physiology, Bd. LVIII, 1897.

entgeht und im Abdomen zurückbleibt, ohne jedoch mit dem Duodenum in Verbindung zu stehen, die Fettresorption größer ist, als durch vollständige Entfernung des Pankreas erreicht werden würde. Auch für diese Erscheinung versuchte man eine Erklärung zu geben, die mit der über die Bedeutung des Pankreassaftes für die Fettresorption aufgestellten Lehre nicht im Widerspruch stände. Man nahm nämlich an, daß der Einfluß des Pankreassegmentes in Beziehung zu seiner Sekretion nach außen stehe, insofern als das Sekret noch bereitet und vom Blut resorbiert würde; durch dessen Vermittlung gelange es dann zu den anderen Verdauungsdrüsen, die es endlich ins Darmlumen entleerten.

Diese bestechende Hypothese, wie auch die auf Grund der oben erwähnten Resultate formulierten Lehren wurden aber durch eine Reihe von Untersuchungen widerlegt, die zuerst Lombroso über diese Frage veröffentlichte, und die lebhaften Erörterungen zur Folge hatten. Nach Lombroso ist die tiefgehende Störung des Fettumsatzes nach Exstirpation des Pankreas nicht nur durch das Fehlen des Pankreassaftes im Darmrohr bedingt, sondern auch durch das Fehlen einer anderen, einer innern Funktion des Pankreas. Er begründete diese seine Behauptung durch eine Reihe von Experimenten, aus denen sich ergab, daß noch eine beträchtliche Fettresorption stattfindet, wenn man die Pankreasgänge unterbindet und durchschneidet oder Fisteln anlegt, die das Sekret nach außen ablenken, oder endlich, um alle gegen diese Experimente erhobenen Einwände zu entkräften, wenn man im Organismus nur ein Pankreassegment zurückläßt, das nicht nur vom Duodenum, sondern auch von der Bauchhöhle abgesondert ist und sein Sekret frei nach außen abfließen läßt; exstirpiert man dagegen in einem zweiten Zeitabschnitt das Pankreas, das sein Sekret unter diesen Umständen nicht mehr ins Darmrohr entleert, so sieht man, daß die in den Faeces erscheinende Fettmenge bedeutend zunimmt. Dieses Fett darf dann nach Lombroso nicht einfach als nicht resorbiertes Fett der Nahrung betrachtet werden, sondern es soll in mehr oder minder erheblichem Maße mittels des Verdauungsapparates ausgeschie-

denes Fett des Organismus sich an seiner Zusammensetzung beteiligen. Lombroso will nämlich in einigen Fällen bei Hunden nach Exstirpation des Pankreas in den Faeces das Erscheinen einer viel größeren Fettmenge beobachtet haben, als der mit der Nahrung eingeführten Menge entsprach; in anderen Fällen, in denen das Fett dem der Nahrung an Gewicht ungefähr gleich war, zeigte es einen verschiedenen Schmelzpunkt usw.

Hinsichtlich der Frage nach dem Einfluß des Pankreassaftes auf die Fettresorption und der Lehre Lombrosos hat sich eine zahlreiche Literatur angehäuft (Zunz und Mayer,<sup>1)</sup> Rosenberg,<sup>2)</sup> Pflüger,<sup>3)</sup> Hess,<sup>4)</sup> Sinn,<sup>5)</sup> Visentini,<sup>6)</sup> Burkhardt,<sup>7)</sup> Fleckseder<sup>8)</sup> und viele andere, die zum Teil vollständig zustimmen, zum Teil die Resultate bestätigen, aber die Erklärung verwerfen, andere endlich die Resultate selbst leugnen und mithin auch die Erklärung zurückweisen (wer sich genau über die verschiedenen Experimente und die betreffenden Kritiken orientieren will, möge die letzte Mitteilung Lombrosos über diese Frage<sup>9)</sup> nachlesen). Hinsichtlich der Frage jedoch

---

<sup>1)</sup> Zunz et Mayer, Sur les effets de la ligature des canaux pancréatiques chez le chien. Bull. de l'Acad. Royale de Médecine à Bruxelles. S. 509, 1905.

<sup>2)</sup> Rosenberg, Über den Einfluß des Pankreas auf die Resorption der Nahrung. Pflügers Archiv, Bd. LXX, 1898.

<sup>3)</sup> Pflüger, Das Glykogen. Bonn.

<sup>4)</sup> Hess, Beiträge zur Anatomie und Pathologie des Pankreas. Medizin.-Naturw. Archiv, Bd. I, 1907.

<sup>5)</sup> Sinn, Der Einfluß experimenteller Pankreasgangunterbindungen auf die Nahrungsresorption. Inaug.-Dissert., Marburg 1907.

<sup>6)</sup> Visentini, Sulla funzione del pancreas. Gazzetta medica italiana. Nr. 44, 1907.

<sup>7)</sup> Burkhardt, Über die Leistungen verlagertes Pankreasstücke für die Ausnutzung der Nahrung im Darne. Inaug.-Diss., Greifswald 1908.

<sup>8)</sup> Fleckseder, Archiv f. exp. Path. u. Pharm., Bd. LIX.

<sup>9)</sup> U. Lombroso, Kann das nicht in den Darm sezernierende Pankreas auf die Nährstoffresorption einwirken? Archiv f. exp. Path. u. Pharm., Bd. LX, 1908. — Derselbe, Sulla funzione del pancreas non segregante nell' intestino, sull' assorbimento alimentare. Archivio d. Fisiologia, Bd. VIII, 1910.

nach der Beteiligung des nicht mit der Nahrung eingeführten Fettes am Fett der Faeces von Tieren nach Exstirpation des Pankreas ist die Literatur viel spärlicher. Es finden sich nur einige Bemerkungen in einer Mitteilung Harleys, der bei Untersuchung des Fettgehaltes verschiedener Trakte des Verdauungsapparates einen leichten Überschuß an Fett beobachtete.

In dieser Mitteilung möchte ich über die Resultate einiger Experimente berichten, die ich an einem Hunde machte, dem ein Teil des Pankreas exstirpiert worden war, während der übrige Teil (*Processus uncinatus*) unter die Haut des Abdomens überpflanzt wurde; in einem zweiten Zeitabschnitt nach der Exstirpation wurde dann dieses im Organismus gebliebene Pankreassegment entfernt. Diese Experimente lieferten einen neuen Beitrag zugunsten der Behauptung, daß die Fettresorption in erheblichem Maße auch dann stattfinden kann, wenn das Pankreas nicht nach dem Darmrohr hin absondern und sein Sekret auch nicht auf indirektem Wege dorthin gelangen lassen kann. Wenn auch jetzt die meisten Forscher den Einfluß des Pankreas auf die Fettresorption auch außerhalb der Stelle seiner Absonderung annehmen, so könnte doch ein weiterer Beitrag von Nutzen sein, weil dieser Einfluß noch nicht von allen zugegeben wird und die nach der Methode der Überpflanzung eines Pankreassegmentes, das frei nach innen absondern kann (wogegen niemand Zweifel äußert), noch spärlich an Zahl sind. Und außerdem haben wir zur Bestimmung des Fettgehaltes eine neuere Methode verwendet, nämlich die Methode von Kumagawa und Suto.

Hündin, 13,8 kg schwer. 12. VIII. 1910. Exstirpation des Pankreas, mit Ausnahme des *Processus uncinatus*, der nach der Minkowskischen Methode unter die Haut des Abdomens überpflanzt wird. Heilung des Tieres per primam intentionem. Nur um die Fistel herum zeigt sich in den ersten Tagen eine leichte Eiterung, die dann verschwindet. In den vier ersten Tagen beobachte ich im Harn Zucker in kleiner Menge, nachher nur Spuren.

Vom 18. VIII. bis zum 24. erhält das Tier 300 g Schweinefett (täglich 50 g) und 1800 g Pferdefleisch (täglich 300 g),

insgesamt ca. 345 g Fett. Es scheidet 270 g (trockene) Faeces aus, die 81,6 g Fettsäure = 84,9 g Fett = 24,7% enthielten.

Vom 24. bis 28. VIII. erhält das Tier 200 g Schweinefett und 1200 g Pferdefleisch (50 g Fett und 300 g Fleisch täglich). Es scheidet ca. 230 g Faeces aus. Gewicht der trockenen Faeces 145 g, die 55,5 g Fettsäure = 57,7 g Fett = 25,1% enthalten.

Vom 28. VIII. bis zum 3. IX. erhält das Tier 300 g Schweinefett und 1800 g Pferdefleisch (50 g Fett und 300 g Pferdefleisch pro Tag), insgesamt ca. 345 g Fett. Es scheidet 261 g getrocknete Faeces aus, die 78,2 g Fettsäure = 81,3 g Fett = 23,6% enthalten.

5. IX. 1910. 10 Uhr vorm. — Das überpflanzte Pankreassegment wird exstirpiert; es wiegt 8 g und ist wohl erhalten. Der um 6 Uhr abends gelassene Harn zeigt 8,9% Zucker (der Harn wird nur teilweise aufgefangen).

6. IX. Das Tier frißt nur wenige Stückchen Fleisch. In dem abends gelassenen Harn 6,4% Zucker (der Harn wird nur teilweise aufgefangen).

Vom 7. bis zum 12. erhält das Tier 50 g Schweinefett, 200 g Fleisch und 200 g Brot täglich, im ganzen 275 g Fett. Gewicht der getrockneten Faeces 282 g. In den Faeces enthaltene Fettsäuren 115,2 g = 119,8 g Fett = 47,6%.

Vom 12. IX. bis zum 16. IX. werden täglich 50 g Schweinefett, 200 g Pferdefleisch und 200 g Brot dargereicht. Fett total 221 g. Die getrockneten Faeces wiegen 274 g. Mit den Faeces ausgeschiedene Fettsäuren 152,3 g = 158,4 g Fett = 71,7%.

Vom 16. bis zum 17. abends werden 50 g süßes Mandelöl, 100 g Kartoffeln und 50 g zerriebenes Fleisch dargereicht, insgesamt 52 g Fett. Gewicht der getrockneten Faeces 61 g. In den Faeces enthaltene Fettsäuren 28,8 g = 29,9 g Fett = 57,6%.

Vom 17. bis zum 18. abends erhält das Tier 55 g süßes Mandelöl, 300 g Kartoffeln und 100 g zerriebenes Pferdefleisch; insgesamt 58 g Fett. Gewicht der trockenen Faeces 123 g. In den Faeces ausgeschiedene Fettsäuren 43,7 g = 45,6 g Fett = 78,5%. Schmelzpunkt 33—36°.

Vom 18. abends bis zum 21. abends werden täglich 100 g

Pferdefleisch, 100 g Stockfisch und 100 g Kartoffeln verabreicht. Fett insgesamt 18 g. Gewicht der getrockneten Faeces 167 g. Darin enthaltene Fettsäuren 27 g = 28,1 g Fett = 156 0/0.

Am 22. lasse ich das Tier hungern.

Vom 23. bis zum 26. erhält es 400 g Stockfisch; darin enthaltenes Fett ca. 8 g. Gewicht der nassen Faeces 520 g. — Ausgeschiedene Fettsäuren 10 g = 10,4 g Fett = 130 0/0. Aufgefangener Harn insgesamt 650 ccm mit 5,7 0/0 Zucker.

27.—28. Das Tier erhält 400 g Stockfisch und 200 g süßes Mandelöl. Gesamtfett 216 g. Gewicht der nassen Faeces 1260 g. Ausgeschiedene Fettsäuren 31 g = 32,2 g Fett = 15 0/0.

29. Das Tier erhält 400 g Stockfisch und 200 g süßes Mandelöl. Gewicht der bis 30. morgens gesammelten Faeces 650 g. Darin enthaltene Fettsäuren 62 g = 64,5 g Fett = 31 0/0. Schmelzpunkt dieser Fettsäuren 35°—40°. Schmelzpunkt der Fettsäuren des Mandelöls: 20°—30°. Jodzahl des Mandelöls = 94,5. Jodzahl der Fettsäuren aus den Faeces = 95,7; des Triglycerids deshalb =  $\pm$  91,7.

Am 30. IX. wird das Tier, das sich in einem Zustand von schwerem Marasmus befindet, durch Verbluten getötet.

Der Fettgehalt des Venenblutes wird gefunden: 0,45 0/0 Fettsäure.

Aus den von uns ausgeführten Beobachtungen ergeben sich die nachstehenden Schlußfolgerungen:

1. Eine mäßige Fettresorption ist möglich, auch wenn der Pankreassaft vollständig im Verdauungsrohr fehlt, wenn nur das Pankreas oder ein Teil desselben im Organismus vorhanden ist. Bei unseren Beobachtungen, die mit Hilfe einer vollkommeneren Methode als die früher angestellten gemacht wurden, haben wir eine Resorption erhalten, die fast 80 0/0 erreichte.

2. Auf die Exstirpation eines Pankreassegmentes, das sein Sekret nicht mehr ins Darmrohr abführt, sondern an die Außenseite des Organismus, folgt eine allmähliche Zunahme des Fettverlustes. Eine kleine Ausnahme von dieser Schlußfolgerung läßt sich, wie es scheint, auf Grund unserer letzten Untersuchungen machen, die wir nach einer langen Periode der Ausschließung des Fettes von der Nahrung ausführten und mit

Datum	Fütterung	Faeces <sup>1)</sup>			Harn <sup>1)</sup>			Bemerkungen
		Gewicht g	% Fett <sup>2)</sup>	Total- gewicht g Fett	ccm	Spez. Gew.	% Glu- kose	
18.—24. VIII.	300 g Schweinefett + 1800 g Pferdefleisch	270 (trocken)	24,7	84,9	—	—	Spuren	12. VIII. Teilweise Exstirpation des Pankreas.
24.—28.	200 g Schweinefett + 1200 g Pferdefleisch	145	25,1	57,7	—	—	,,	
28. VIII.—3. IX.	300 g Schweinefett + 1800 g Pferdefleisch	261	23,6	81,3	—	—	,,	5. IX. Exstirpation des über- pflanzten Pankreas- menes.
6. IX.	—	—	—	—	—	—	6,4	
7.—12.	250 g Schweinefett + 1000 g Fleisch + 1000 g Brot	282	43,6	119,8	—	—	—	
12.—16.	200 g Schweinefett + 800 g Fleisch + 800 g Brot	274	71,7	158,4	—	—	—	
16.—17.	50 g süßes Mandelöl + 50 g Fleisch + 100 g Kartoffeln	61	57,6	29,9	—	—	—	
17.—18.	55 g süßes Mandelöl + 100 g Fleisch + 300 g Kartoffeln	123	78,5	45,6	—	—	—	
18.—21.	300 g Fleisch + 300 g Kartoffeln (= 18 g Fett)	167	156	28,1	—	—	—	
22.	—	—	—	—	—	—	—	
23.—26.	400 g Stockfisch (= 8 g Fett)	520 (nass)	130	10,4	± 650 pro die	± 1,045	5,7	
27.—28.	400 g Stockfisch + 200 g süßes Mandelöl	1260	15	32,2	± 700	± 1,06	6,3	
29.	400 g Stockfisch + 200 g süßes Mandelöl	560	31	64,5	300	1,068	8,3	30. IX. Tod durch Verbluten.

<sup>1)</sup> Die Faeces und der Harn wurden gesammelt am Morgen folgend auf den in erster Linie genannten Tag.  
<sup>2)</sup> Der Prozentgehalt bezieht sich auf die eingeführte Fettmenge.

einem Fett, das einen niederen Schmelzpunkt hatte und deshalb leichter assimilierbar als das vorher verwendete war. Dennoch kann diesen letzten Resultaten keine große Bedeutung zuerkannt werden, weil die Beobachtungszeit zu kurz war im Verhältnis zu der, die erforderlich wäre, um sicher zu sein, daß alles Fett der Nahrung nach außen hin abgeführt worden ist, und weil schon am dritten Tage eine starke Zunahme bei Ausscheidung des Fettes beobachtet wurde (wobei jedoch die ganze Fettmenge nicht inbegriffen war, die im Augenblick der Tötung des Tieres im Darmrohr enthalten war).

Die Erscheinung der allmählichen Zunahme des Fettes in den Faeces von Tieren statt sofortiger, vollständiger Abnahme nach Exstirpation des Pankreas wurde schon von Lombroso beobachtet, als er, statt das normale Pankreas zu exstirpieren, das Pankreas mit permanenter Fistel à la Barlow und Unterbindung des sekundären Ganges exstirpierte, welche Bedingungen größere Ähnlichkeit mit denen zeigen, unter welchen wir unsere Experimente gemacht haben.

3. Weniger klar sind unsere Resultate, was die Möglichkeit einer Abgabe von Fett aus dem Organismus von seiten des Darmrohrs betrifft.

In dieser Hinsicht können wir dem Experiment vom 18. bis 21. keinen übermäßigen Wert beimessen, bei dem wir allerdings eine gewisse Fettmenge erhielten, die größer als das Fett der Nahrung war und erheblich ist, wenn wir dies Verhältnis zum Fett der Nahrung in Erwägung ziehen, aber nicht sehr groß, wenn wir sie als absolute Menge betrachten, hinsichtlich deren sich der Zweifel nicht ausschließen läßt, daß es sich um einen Rückstand des Nahrungsfettes handelt, das so viele Tage lang und in so großer Menge vor dieser Beobachtung immer dargereicht wurde. Die Tatsache der Erhöhung des Schmelzpunktes, die beim Experiment vom 29. IX. beobachtet wurde, wäre vielleicht dadurch zu erklären, daß die niedrigst schmelzenden Anteile zuerst resorbiert werden.

Während nach diesen Experimenten die Annahme vollkommen bestätigt erscheinen könnte, daß am Fäkal Fett von Tieren mit exstirpiertem Pankreas mittels des Intestinums aus-

geschiedenes Fett des Organismus in hervorragendem Maße beteiligt sei, entspricht ihr Resultat dem der ersten Experimente nicht. Wenn man nun einerseits dem ersten Versuch gegenüber den Zweifel aussprechen kann, ob nicht von den vorhergehenden Fütterungen stammendes Fett das Resultat beeinträchtigt hat, so kann man auch gegen den zweiten einwenden, daß das Tier in einen Zustand von schwerem Marasmus verfallen war, daß die Fettreserven seines Körpers gründlich erschöpft waren und daß es folglich kein Fett mehr ausscheiden konnte.

---