

Die stets fettsäurehaltigen Fette der Nahrungsstoffe, welche in dem sauren Speisebrei des Magens unverändert bleiben, werden durch den Saft der Galle und des Pankreas neutralisiert und dann alkalisch gemacht; die freien Fettsäuren bilden mit dem Alkalikarbonat Seifen, so daß sich überall zwischen den Fettmolekülen in Wasser lösliche Seifenmoleküle befinden. Die ganze Fettmasse erleidet nun, wesentlich gefördert durch die sich entwickelnde Kohlensäure, eine Zerstäubung in feinste Partikelchen (J. Gad¹). Die Fette werden emulgiert. Dieser Vorgang wird wesentlich unterstützt und gefördert durch die Wirkung des fettspaltenden Enzyms des Pankreassaftes, durch das Steapsin, welches Fette in Glycerin und freie Fettsäuren zerlegt.

Die Nukleine werden durch den Pankreassaft und den alkalischen Darmsaft, wie es scheint, ohne Veränderung gelöst und wenigstens teilweise resorbiert (G. Gumlich²).

Die Lecithine werden durch Steapsin in Glycerinphosphorsäure, freie Fettsäuren und Cholin gespalten.

Die Veränderungen, welche schließlich der Darmsaft noch auf die Nahrungsstoffe auszuüben vermag, sind nur sehr geringe. Der Darmsaft verändert weder Eiweißstoffe noch Fette; letztere werden emulgiert, wie von jeder anderen alkalischen Flüssigkeit. Der Darmsaft enthält neben Ptyalin nur noch Invertin, welches die durch das Ptyalin aus der Stärke und dem Glykogen entstandene Maltose in Traubenzucker überführt und die mit der Nahrung direkt eingeführten Doppelzucker, Rohr- und Milchezucker, in die betreffenden Monosaccharide spaltet. Durch seinen Mucinegehalt begünstigt er die Bewegung des Chymus und die Kotbildung.

IV. Veränderungen der Nährstoffe durch die Wirkung von Mikroorganismen.

Von den Umwandlungen, welche die Nahrungsstoffe durch die Verdauungssäfte bzw. deren Enzyme erleiden, sind wohl zu unterscheiden die Gärungs- und Fäulnisvorgänge, welche durch gewisse Darmbakterien (Fermentorganismen) bedingt sind.

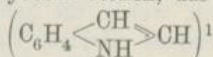
Mit den Nahrungsmitteln werden gleichzeitig eine große Menge von Mikroorganismen verschluckt, welche ihre Tätigkeit bereits im oberen Teile des Dünndarms beginnen, wo die ihnen in ihrer Entwicklung hinderliche Salzsäure neutralisiert wird; ihr eigentliches Wirkungsgebiet ist der untere Teil des Dünndarms, wo die von den Säften noch nicht umgewandelten Reste von Nährstoffen von ihnen verarbeitet und zur Resorption geeignet gemacht werden; im Dickdarm wird ihre Entwicklung durch die hier erfolgende Resorption der fertigen Nährstoffe und des Wassers bereits wieder eingeschränkt. Auch die von den

¹ Arch. f. Anat. u. Physiol. 1878, 187. — ² Ztschr. physiol. Chem. 1893, 18, 508.

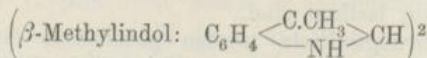
Organismen selbst erzeugten Produkte (Phenole, organische Säuren, welche durch das gleichzeitig entstehende Ammoniak nicht mehr neutralisiert werden) hemmen ihre Tätigkeit. Diese Einschränkung ihres Wirkungskreises kann für den Organismus nur vorteilhaft sein; denn wenngleich die Bakterien anfangs die Wirkung der Säfte unterstützen, indem sie gerade so wie diese die Nährstoffe in einen löslichen, resorptionsfähigen Zustand überführen, so ist doch ihre weitere Arbeit, die Zersetzung der Peptone, nur nachteilig, weil jede Zersetzung resorptionsfähiger Stoffe einen Verlust für den Körper bedeutet.

Die Bakterien, welche die Zersetzungen der Proteinsubstanzen bewirken, führen diese Stoffe in Lösung über und spalten sie dann, ebenso wie die Fermente der Verdauungssäfte, in Albumosen und Peptone; nur geht dieser Vorgang unter dem Einfluß der Bakterien viel langsamer vor sich als unter der Wirkung der Enzyme. Diese Umwandlung der Eiweißstoffe durch Bakterien scheint nicht eine direkte Lebensäußerung der Organismen selber zu sein, sondern das Produkt von durch sie abgesonderter Fermente. Sind bereits peptonisierte Lösungen vorhanden, so werden diese von den Bakterien angegriffen. Wie bei der Einwirkung des Pankreassaftes entstehen auch bei der Zersetzung der Eiweißpeptone durch Bakterien die Amidosäuren: Tyrosin, Leucin, Asparaginsäure, Tryptophan. Außer diesen Substanzen entstehen aber noch eine Reihe anderer, welche zum Teil aus einer weiteren bakteriellen Zersetzung der Amidosäuren entstammen, teils auch direkt aus Peptonen gebildet werden. Das Tyrosin kann durch Fäulnis infolge von Spaltungs-, Reduktions- oder Oxydationsvorgängen in andere Benzolderivate übergehen, in aromatische Oxy Säuren und weiter in Phenole.

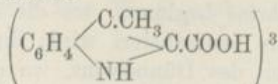
Neben der Bildung von Tyrosin und seinen Abkömmlingen beobachtet man bei der Einwirkung von Fermentorganismen auf Eiweißstoffe stets das Auftreten von Verbindungen der aromatischen Reihe, die nicht in direkter Beziehung zum Tyrosin stehen, das Indol



das Skatol



und die Skatolkarbonsäure



¹ Kühne, Berl. Ber. 1875. 8, 206; Nenki, das. 336; Nenki, über die Zersetzung der Gelatine u. d. Eiweißes bei der Fäulnis mit Pankreas, Bern 1876, 37. — ² L. Brieger, Journ. f. prakt. Chem. N. F. 17, 124—138. — ³ E. u. H. Salkowsky, Berl. Ber. 1880. 13, 191 u. 2217; Ztschr. physiol. Chem. 1885. 9, 8 u. 23; G. Ciamician u. G. Magnanini, Berl. Ber. 1888. 21, 1927. Salkowsky (Ztschr. f. physiol. Chem. 1899. 27, 302) fand bei der Eiweißfäulnis Skatolessigsäure, wo er früher Skatolkarbonsäure fand.

E. und H. Salkowsky¹ haben ferner als konstante Produkte der Eiweiß-Fäulnis nachgewiesen die Phenylpropionsäure (Hydrozimtsäure: $C_6H_5-CH_2-CH_2-COOH$) und die Phenyllessigsäure ($C_6H_5-CH_2-COOH$).

Ein Teil dieser durch die Eiweißfäulnis im Darm entstandenen aromatischen Stoffe gelangt zur Aufsaugung. Das resorbierte Tyrosin wird in den Geweben vollkommen zersetzt, ebenso auch andere aromatische Amidosäuren. Die N-freien Umwandlungsprodukte des Tyrosins dagegen, sowie die übrigen aromatischen Zersetzungsprodukte des Eiweißes werden nicht oxydiert, sondern treten als solche oder nur wenig verändert im Harn wieder zu Tage.

Die giftigen Phenole durchwandern nicht als solche die Säftemasse, sondern werden vorher — vielleicht in der Leber — entgiftet, indem sie hier mit Sulfaten zu ätherschwefelsauren Salzen zusammentreten.

Auch das Indol und das Skatol werden an Schwefelsäure gebunden, nachdem sie zu Indoxyl und Skatoxyl oxydiert waren; das indoxylschwefelsaure Kali bildet im Harn das Indikan.

Die Skatolkarbonsäure passiert unverändert den Organismus. Die aromatischen Oxyssäuren werden z. T. ebenfalls mit Schwefelsäure gepaart im Harn vorgefunden. Der größte Teil geht aber in Form von Salzen in den Harn.

Die Fäulnisprodukte der Fettreihe aus Eiweiß sind neben Leucin die Ammonsalze flüchtiger Fettsäuren (Kapron-, Valerian-, Buttersäure), Methan und Wasserstoff, während der Schwefel des Eiweißes als Schwefelwasserstoff, zum Teil auch als Methylmerkaptan abgespalten wird. Die gebildeten Fettsäuren werden als Seifen resorbiert und im Organismus vollständig oxydiert.

Bei der Darmfäulnis des Bindegewebes und des Leims hat man neben Leucin stets reichliche Glykokollbildung beobachtet.

Die Umwandlung der Kohlehydrate wird ebenfalls durch die Lebenstätigkeit von Mikroorganismen unterstützt, von denen einige auch diastatische Fermente absondern. Nach Wortmann² sondert Bakterium *Termo* ein durch Alkohol fällbares Ferment ab, welches Stärke in derselben Weise verändert wie die Diastase. Der Traubenzucker wird dann wiederum durch Bakterienwirkung in Milchsäure, die Milchsäure in Buttersäure, Kohlensäure und Wasserstoff zerlegt.

Selbst die Cellulose, welche der zersetzenden Wirkung aller Verdauungssäfte widersteht, wird durch Darmbakterien unter Bildung von Methan und Kohlensäure verändert (H. Tappeiner³, F. Hoppe-Seyler⁴).

Auch an der Fettspaltung beteiligen sich Bakterien, welche die freigewordenen Fettsäuren sogleich in Verbindungen mit niederem Kohlenstoffgehalt zerlegen.

¹ Ztschr. f. physiol. Chem. 1885. 9, 491. — ² Ztschr. f. physiol. Chem. 1882. 6, 287. — ³ Ztschr. f. Biolog. 1884. 20, 52; 1888. 24, 105. — ⁴ Ztschr. f. physiol. Chem. 1886. 10, 401.

Die Lecithine werden durch Fäulnisbakterien ebenso zerlegt wie durch das Steapsin, nämlich in Glycerinphosphorsäure, freie Fettsäuren und Cholin; bei weiterer Einwirkung der Bakterien (ohne Luftzutritt) zerfällt das Cholin unter Bildung von Kohlensäure, Methan und Ammoniak.

V. Übergang der Nahrungsstoffe in das Blut; weitere Schicksale derselben.

Die Aufsaugung (Resorption) der durch die Verdauungssäfte veränderten, in eine lösliche, resorbierbare Form übergeführten Nahrungsstoffe geschieht durch die Blut- und Lymphgefäße. Im Magen und Darm sind es die in der Schleimhaut verteilten äußerst feinen Ästchen der Blutgefäße, welche die aufgelösten Nahrungsstoffe in sich aufsaugen; der Dünndarm dagegen enthält noch besondere Aufsaugungsorgane, die sog. Zotten, zahlreiche kleine, kegelförmig gestaltete Ausstülpungen der Schleimhaut, die der inneren Fläche des Darmes ein samtartiges Aussehen geben.

Die Zotten sind von dem Zylinderepithel der Darmschleimhaut überzogen und besitzen Längslagen glatter Muskeln. In ihrem Innern enthält jede Zotte ein fein verzweigtes Blutgefäßnetz und in ihrer Achse das schlauchförmige Ende eines Lymphgefäßes, hier noch Chylusgefäß genannt. Diese Gefäße, auch Saugadern genannt, vereinigen sich zu mehr oder weniger starken Zweigen, die zwischen den Blättern des Gekröses verlaufen. Während dieses Verlaufes gehen sie noch durch die sog. Lymphdrüsen und vereinigen sich endlich in dem Milchbrustgang (ductus thoracicus), der in die Unterschlüsselbeinvene (vena subclavia) mündet.

Die in dem Darmtraktus gelösten flüssigen Nährstoffe, die Protein- stoffe oder deren Verdauungsprodukte, die Salze und Zucker, treten durch die Blutkapillaren der Darmwand direkt in das Blut über; die emulgierten Fette dagegen treten in die Chylusgefäße und erfahren vor ihrem Eintritt in das Blut noch eine besondere Vorbereitung durch besondere Drüsenorgane, die Lymphdrüsen. In diesen werden die absorbierten Stoffe dem Blute immer ähnlicher. Der Nahrungsstoff (Chylus) nimmt hier zahlreiche farblose Kerne und kernhaltige Zellen auf, die sog. Lymph- (Chylus-)körperchen, welche den farblosen Blutkörperchen völlig gleichen. Je mehr der Nahrungssaft (Chylus, Lymphe) in das Innere des Saugadersystems gelangt, desto größer wird sein Gehalt an Faserstoff; er erhält gleich dem Blute die Eigenschaft, nach Entfernung aus dem Körper von selbst zu gerinnen; er erhält zugleich eine leicht rötliche Färbung, die sich bei Luftzutritt erhöht; er tritt endlich in das Blut über und durchströmt mit diesem den ganzen Körper.

Die **Lymphe** ist eine farblose oder gelblichweiße Flüssigkeit, aus