Der Zuckergehalt des Magen-Darminhaltes bei Ernährung mit stärkemehlhaltigen Nahrungsmitteln.

Von

Ellenberger und Hofmeister

in Dresden.

In einem „Beitrag zur Kenntniss der Umwandlung der Kohlehydrate im Magen und Darmkanale“ überschriebenen Artikel von Seegen (diese Zeitschr. Band XL. S. 38) findet man unter Anderem folgende aus den Ergebnissen der zu anderen Zwecken angestellten Versuche gezogene Schlussfolgerung:

„Ueberraschend ist es, dass selbst bei der reichsten Stärkefütterung und bei verschiedenartigster Form, in welcher sie den Thieren geboten wird, im Magen und Dünndarm doch nur verhältnissmässig kleine Mengen von den Umwandlungsproducten resp. Dextrin oder Zucker vorhanden sind. Etwas ähnliches hat Schmidt-Mühlheim bezüglich der Producte der Eiweissverdauung gefunden. Die Menge der im Magen vorhandenen gelösten und verdauten Eiweissstoffe war zu allen Zeiten der Verdauung annähernd dieselbe. Es scheint, dass in dem Maasse, als die löslichen Verdauungsproducte sich bilden, auch eine Resorption derselben sich vollzieht, so dass eine Anbäufung der Verdauungsproducte im Magen und Darmkanal nie stattfindet.“

Die vorstehend wörtlich citirten Auslassungen des Herrn Verfassers, welche sich auf eine geringe Anzahl von Experimenten stützen, sind nach unserer Ansicht nicht ganz zutreffend, wenigstens nicht für herbi- und omnivore Thiere und demnach jedenfalls auch nicht für den Menschen. Namentlich können die von Schmidt-Mühlheim an Hunden bei Fleischnahrung gemachten Beobachtungen über den sich gleichbleibenden Peptongehalt des Mageninhaltes deshalb nicht auf den Zuckergehalt desselben bei einer, Amylaceen enthaltenden Nahrung bezogen werden, weil sich nach unseren Untersuchungen der Zuckergehalt des Mageninhaltes keineswegs gleich bleibt, vielmehr im Gegentheil nach den Verdauungs-

zeiten bedeutend wechselt. Sehr grosse Anhäufungen von Zucker, der übrigens schwer diffundirt, also nicht sehr leicht resorbiert wird, kommen trotzdem im Magen nicht vor. Dies hindert die Resorption, die Milchsäuregährung und der Uebergang nach dem Darm. Immerhin beweisen unsere Versuche, dass der Zuckergehalt des Mageninhaltes keineswegs unbedeutend ist. In unserem Laboratorium sind 1, 2, 3, $3\frac{1}{2}\%$ resp. 30—150 gr Zucker (ganz abgesehen von der löslichen Stärke und den Kupfer nicht reducirenden Dextrinarten) im Magen des Pferdes und 0,6—0,8% im Magen des Schweines gefunden worden, Mengen, die nicht als unbedeutende zu bezeichnen sind.

In Bezug auf den Wechsel des Zuckergehaltes des Mageninhaltes haben unsere Untersuchungen¹⁾ ergeben, dass derselbe bei Schweinen und Pferden während und unmittelbar nach der Mahlzeit ein geringer ist (0,1—0,2%), dann aber ansteigt und sich je nach der Thierart und Grösse der Mahlzeit bis zur 4., selbst 6. Stunde auf ziemlich bedeutender Höhe erhält, um dann wieder abzusinken (auf 0,1—0,3%). Den höchsten Zuckergehalt constatirt man 1—1 $\frac{1}{2}$ Stunde nach der Mahlzeit, bei Pferden 1— $3\frac{1}{2}\%$ oder 30—150 gr Zucker und beim Schwein 0,8%. Diese Mengen erhöhen sich noch bedeutend, wenn man den Zucker nach Nasse als Ptyalose (mit halb so starkem Reduktionsvermögen als Traubenzucker) auffassen wollte. Dazu kommen noch bedeutende Mengen löslicher Stärke und Dextrinarten, vor allem die aus dem Zucker durch Gährung entstandene Milchsäure, die oft zu 1—1 $\frac{1}{2}\%$ vorhanden ist. Die Zuckermenge, welche man in den ersten Stunden der Verdauung im Magen findet und die Länge der Zeit, während welcher grössere Zuckermengen im Magen anzutreffen sind, resp. auch der Zeitpunkt, zu welchem die grösste Zuckermenge zugegen ist, muss, wie erwähnt, sowohl nach der Thierart, wie nach der Art und der Menge der Amylaceennahrung verschieden sein. In ersterer Beziehung wissen wir z. B., dass der Speichel des Menschen und auch der des Schweines ein viel bedeutenderes amylolytisches resp. saccharificirendes Vermögen be-

1) Ellenberger und Hofmeister, Die Magenverdauung des Pferdes, Archiv für wiss. u. pr. Thierheilk. VIII. S. 395. Dieselben: Die Magenverdauung der Schweine, ibid. Bd. XII, S. 126.

2) Goldschmidt, Die Magenverdauung des Pferdes, Zeitschrift für physiol. Chemie X, S. 361.

sitzt als der Speichel des Pferdes, und dass die genannten Thierarten verschieden grosse Mägen mit verschieden grossen Fundusdrüsenregionen besitzen. Es ist aber selbstverständlich, dass die Grösse des Magens und namentlich die Grösse der Fundusdrüsenregion, als der Salzsäurequelle, über die Dauer der Zuckerbildung entscheidet. Ist die Säurequelle gross, wird also rasch viel Salzsäure producirt, dann ist das amylolytische Stadium kurz, die producirte und angehäuften Zuckermenge gering. In Bezug auf die Art der Nahrung ist bekannt, dass die Stärkearten, wenn sie roh verabreicht werden, in sehr verschiedenem Grade der Speichelwirkung zugänglich sind, dass z. B. die Gerstenstärke sehr viel schneller verdaut wird, als die Kartoffelstärke. Weiterhin haben wir nachgewiesen, dass bei der Verabreichung roher Körner (z. B. von Hafer, also wahrscheinlich auch von Reis) die Amylaceenverdauung nicht nur unter Wirkung des Speichel-, sondern auch unter Wirkung eines in den Nahrungsmitteln enthaltenen diastatischen Fermentes erfolgt, während andererseits wieder bei Nahrungsmitteln, die gekocht verabreicht werden, die durch das Kochen vollzogene Vorbereitung der Verdauung in Betracht zu ziehen ist (Arch. f. wiss. und pr. Thierheilk. XIII. 188). Kleister wird viel rascher in Dextrin und Zucker übergeführt als rohe Stärke. — Bezüglich des Einflusses der Menge der Nahrung auf die Dauer des amylolytischen Verdauungsstadiums und die Menge des entstehenden Zuckers, Dextrins und der Milchsäure wissen wir, dass bei sehr grossen Mahlzeiten 6 Stunden (einmal sogar 8) nach denselben von uns noch viel Zucker im Magen gefunden wurde; bei kleinen Mahlzeiten begann schon nach drei Stunden, resp. schon in der 3. Verdauungsstunde der Rückgang des Zuckergehaltes.

Die Erklärung für die angeführte Thatsache des Wechsels in dem Zuckergehalte des Magens während der Verdauung einer Mahlzeit ergibt sich aus folgenden von uns bei Schweinen und Pferden constatirten und nachträglich von Ewald und Boas auch beim Menschen theilweise festgestellten Verhältnissen des Mageninhaltes resp. der Magenverdauung¹⁾: Der Säuregrad des Mageninhaltes ist bei Amylaceen- resp. gemischter Nahrung zu Beginn der Verdauung, also während und in der ersten Zeit nach der Mahlzeit, ein geringer; in der Nähe der Cardia besteht sogar eine neutrale

1) Ewald und Boas, Beiträge zur Physiologie und Pathologie der Verdauung, Virchow's Archiv X. Folge I. Bd. S. 325.

bis alkalische Reaction. Die saure Reaction, deren Grad allmählich ansteigt, ist anfangs durch Milchsäure bedingt, an deren Stelle ganz allmählich die Salzsäure tritt, welch' letztere zunächst in den der Fundusdrüsen Schleimhaut anliegenden Inhaltsmassen auftritt und sich von dort aus weiter im Inhalte verbreitet. Mit der Zunahme der Salzsäure nimmt die Milchsäuregärung und damit die Milchsäuremenge ab, bis die letztere allmählich bis auf Spuren verschwindet. Bei Thieren mit grossen Cardiadrüsen- und grossen Pylorusdrüsenregionen (Schwein) und bei solchen mit Oesophagealabschnitten am Magen (Pferd, Nager) erreicht die Salzsäure in den genannten Regionen bei Amylaceennahrung und nicht zu kleinen Mahlzeiten niemals denjenigen Concentrationsgrad, bei welcher die Milchsäuregärung sistirt und demnach die Milchsäuremenge bis zum vollständigen Verschwinden abnimmt.

Es erscheint uns von Wichtigkeit hier zu betonen, dass diese Verhältnisse der Magenverdauung bei drei Thierarten, nämlich, beim Schwein und Pferd (von uns) und beim Menschen (nachträglich von Boas und Ewald) constatirt worden sind. Wir haben unsere Untersuchungen auf 13 Schweine und mindestens 25 Pferde erstreckt. In Bezug auf letztere Thierart hat auch Goldschmidt alle unsere Versuchsergebnisse, namentlich diejenigen über den sich nach den Verdauungszeiten richtenden Wechsel des Säuregrades und der Säurenatur des Mageninhaltes bestätigt¹⁾. Sonach handelt es sich nicht um zufällige Befunde, sondern um feststehende Thatfachen.

Dass unter den in Bezug auf die Säurenatur und den Säuregrad des Mageninhaltes wie geschildert bestehenden Verhältnissen die Verdauungsvorgänge zu den verschiedenen Zeiten der Verdauung einer Mahlzeit verschieden sein müssen und dass anfangs wesentlich eine Amylaceenverdauung bestehen muss, die allmählich von der Eiweissverdauung abgelöst wird, ist selbstverständlich. Wie aus den obigen Angaben ersichtlich, ist die Richtigkeit dieser Schlussfolgerung von uns thatsächlich constatirt worden. Wir haben gefunden, dass beim Pferd und Schwein zunächst nach der Mahlzeit wesentlich eine Amylaceenverdauung im Magen herrscht, die allmählich in die Eiweissverdauung übergeht. Eine Zeitlang bestehen beide neben einander. Dieser eigenthümliche Ablauf der

1) a. a. O.

Verdauung ist späterhin auch beim Menschen von Ewald und Boas constatirt worden.

Aus den geschilderten Befunden über die Beschaffenheit des Mageninhaltes folgt aber weiterhin auch noch, dass bei den Thieren mit grossen Cardiadrüsen- und Oesophagusabschnitten am Magen regionale Verschiedenheiten in Bezug auf die Verdauungsvorgänge herrschen müssen. Es ist dann auch thatsächlich von uns experimentell festgestellt worden¹⁾, dass der Zucker- und Peptongehalt des Mageninhaltes nach den anatomischen, resp. histologischen Regionen des Magens beim Pferd und Schwein ganz verschieden ist. Am lebhaftesten und ausgiebigsten findet die Stärkeverdauung in den der Cardia nahe liegenden Cardiadrüsen- oder Oesophagealabschnitten des Magens statt. Hier findet man deshalb zu allen Verdauungszeiten mehr, oft bedeutend mehr Zucker, Dextrin etc. als in der Fundusdrüsenregion. In den ersteren Abschnitten hält die Zuckerbildung, resp. die Amylolyse viel länger an, als in der letztgenannten Region, weil die Salzsäure langsam vom Fundus, woselbst sie erzeugt wird, nach hier vordringt.

Ueber diese Frage der Partialverdauungen (resp. der regionalen Verschiedenheiten in Bezug auf die im Magen ablaufenden Vorgänge) sind beim Menschen keine Versuche angestellt worden. Dieselben dürften auch kaum ausführbar sein. Nach vorstehenden Darlegungen konnten bei den Untersuchungen Seegens deshalb stets nur geringe Mengen Zucker im Magen gefunden werden, weil die Versuchsthiere $3\frac{1}{2}$, 4, $7\frac{1}{2}$, 12 und 13 Stunden nach der Mahlzeit getödtet wurden. Kein einziges Thier wurde in den ersten 3 Stunden der Verdauung beobachtet; aber gerade $1-1\frac{1}{2}$ Stunden nach der Verdauung fanden wir den Zuckergehalt des Mageninhaltes am höchsten ($1\frac{1}{2}$ Stunden $3-3\frac{1}{2}\%$, später $1-2\%$, nach 8 Stunden $0,2\%$, Goldschmidt). Die Seegen'schen Beobachtungen stimmen mit den unseren durchaus überein, denn auch wir fanden in den späteren Stunden der Verdauung $0,1-0,25\%$ Zucker im Magen und nur ausnahmsweise mehr. Da bei Hunden die

1) Ellenberger u. Hofmeister, Die Magenverdauung des Schweins, Archiv f. wiss. u. pr. Thierheilk. XII, S. 126. Dieselben: Die Verdauungssäfte und die Verdauung des Pferdes, Schlussartikel ibid. XII, S. 347. Dieselben: Zur Magenverdauung, Fortschritte der Medicin, Bd. 3 Nr. 18 u. Bd. 4 Nr. 11 und Goldschmidt's citirter Artikel.

Verdauung lebhafter abläuft als bei den Herbivoren, so muss $3\frac{1}{2}$ Stunden nach der Mahlzeit die Amylaceenverdauung längst beendet und die Proteolyse in vollem Gange und der Zuckergehalt des Mageninhaltes ein geringer sein, wie Seegen richtig beobachtet hat.

Im Darmkanal der Hausthiere konnten wir keinen regelmässigen Wechsel in Bezug auf den Zuckergehalt constatiren. Man findet aber oft 1% und darüber. Auch Herr Seegen hat 0,4—1% gefunden. Ob man derartige Zuckermengen als sehr geringe bezeichnen will, hängt von der Ansicht des betreffenden Autors ab.

Die zeitlichen Verhältnisse des Gehens.

Von

Prof. **H. Vierordt** in Tübingen.

Heutzutage noch ist die Kenntniss der Physiologie, geschweige gar Pathologie, des menschlichen Ganges in manchen Stücken eine unzulängliche. An vereinzelt Bemühungen, die vorhandenen Lücken auszufüllen, hat es in den letzten Jahren, auch in betreff der pathologischen Seite, nicht gefehlt, und nachfolgende Zeilen verfolgen u. a. namentlich auch den Zweck, die Resultate dieser neueren Untersuchungen zu prüfen.

In dieser Abhandlung beschränke ich mich auf diejenigen Arbeiten, welche die zeitlichen Verhältnisse der Gehbewegung berücksichtigen. Gerade diese verdienten immer noch eingehende Untersuchung vermittelt exakter und einwurfsfreier Methoden, da das bisher gesammelte, von nur wenig Beobachtern gelieferte Material durchaus noch nicht die wünschenswerthe Uebereinstimmung zeigt. Sie könnte freilich zunächst bei den notorischen individuellen Abweichungen der einzelnen, auch ganz „normalen“ Versuchspersonen nicht erwartet werden, unmöglich aber nahezu wird sie, wenn auch augenscheinlich rationelle Untersuchungsmethoden bezüglich ihrer Resultate von allzu peinlicher, aber, wie ich glaube,