

Archiv für pathologische Anatomie und Physiologie und für klinische Medicin.

Bd. XXVIII. (Zweite Folge Bd. VIII.) Hft. 3 u. 4.

VII.

Zur Kenntniss der zuckerbildenden Fermente.

Von Dr. J. Cohnheim in Berlin *).

Nachdem Brücke für den Magensaft, Danilewsky für den pankreatischen Saft gezeigt hatte, dass es keinesweges eiweissartige Körper sind, denen jene Flüssigkeiten ihre specifische, fermentirende Wirksamkeit verdanken, lag es nahe, auch die übrigen Organe, von denen wir wissen, dass in ihnen sogenannte Fermente gebildet werden, nach dieser Richtung hin zu prüfen. In der That lässt sich ohne Schwierigkeit nachweisen, dass auch das Ferment des Speichels, sowie die übrigen wichtigeren thierischen und vegetabilischen Fermente, durch die Stärke, Dextrin und Glycogen in Zucker umgewandelt, keinesweges die Reactionen eiweissartiger Körper geben.

Das Brücke'sche Verfahren selbst, durch Niederreissen mittelst kleinster Theilchen (Cholesterin, Collodium) das Ferment zu isoliren, liess freilich, wie dies ganz richtig von Danilewsky

*) Es ist mir ein aufrichtiges Bedürfniss, Herrn Dr. Kühne, unter dessen Anleitung im chemischen Laboratorium des pathologischen Instituts die nachfolgende Arbeit ausgeführt wurde, für die mir dabei bewiesene vielfache und anregende Unterstützung meinen wärmsten Dank auszusprechen.

angegeben ist, beim Speichel zunächst im Stich; indess war doch dieser Umstand zu auffallend, als dass ich nicht hätte darauf geführt werden sollen, den ursprünglichen Brücke'schen Weg, das Ferment an phosphorsauren Kalk zu binden, einzuschlagen. In dem verschiedenen Grade der Verwandtschaft zum basisch phosphorsauren Kalk ergab sich denn auch bald das geeignete Mittel, um das Ferment des Speichels, das Ptyalin, wenn man so will, von den Eiweisskörpern desselben zu trennen. Erwähnen will ich hier sogleich, dass ich bei meinen Versuchen mich immer eines frisch dargestellten, vollkommen zuckerfreien Stärkekleisters bediente, den ich durch Aufkochen des Amylum in destillirtem Wasser mir bereitete, dass ferner zum Nachweis des Zuckers mir in den meisten Fällen die Trommer'sche Probe diente; der gemischte Speichel, den ich leicht in grosser Quantität von mir selbst und anderen gesunden Männern durch Einathmen von Aetherdampf erhielt, war nach dem Filtriren vollkommen klar, reagierte alkalisch, enthielt keine Spur von Zucker, trübe sich mit Salpetersäure, gab intensive Xanthoproteinreaction und wandelte in wenigen Sekunden Stärkekleister in Zucker um.

Versetzte ich eine mässige Quantität Speichel mit 8—10 Tropfen reiner dreibasischer Phosphorsäure und fügte dann unter beständigem Umrühren Kalkmilch bis zur ganz schwach alkalischen Reaction hinzu, so ergab sich nach der Trennung des voluminösen weissen Niederschlages von der überstehenden klaren Flüssigkeit Folgendes. Das Filtrat zeigte keine oder doch nur eine weit geringere Eiweissreaction, während es von der saccharificirenden Kraft des ursprünglichen Speichels nur sehr wenig eingebüsst hatte; andererseits erhielt ich durch Auswaschen des gesammelten Niederschlages in destillirtem Wasser — was sich in sehr geeigneter Weise mit Hülfe eines hindurchgeleiteten Luftstromes bewerkstelligen lässt — eine klare Flüssigkeit, die keine Spur einer Xanthoproteinreaction zeigte, dagegen in sehr kurzer Zeit Stärkekleister in Zucker umwandelte. Dass somit auch hier ein mechanisches Niederreissen des Fermentes durch den Niederschlag von basisch phosphorsaurem Kalk vorlag, während sich gleichzeitig eine engere chemische Verbindung von phosphorsaurem Eiweisskalk bildete,

konnte nicht wohl zweifelhaft sein. Hiernach standen mir also zwei Wege offen. Entweder ich erzeugte in dem Speichel und den weiteren Filtraten so lange und so oft Niederschläge von phosphorsaurem Kalk, bis das letzte Filtrat keine Spur einer Eiweiss-reaction mehr gab: ein Verfahren, das, abgesehen von dem beträchtlichen Verluste an Ferment, mit dem es nothwendig einhergehen musste, nur mit der grössten Vorsicht gehandhabt werden konnte, weil sonst es leicht geschah, dass mit den letzten Spuren des Eiweisses auch die ganze Menge des noch in Lösung befindlichen Fermentes hinweggerissen wurde; oder — was als sicherer und jedenfalls verlustfreier sich weit mehr empfahl — ich bewirkte sogleich durch Hinzufügen einer grösseren Quantität Phosphorsäure und mithin auch Kalkmilch einen so beträchtlichen Niederschlag, dass mit allem Eiweiss auch alles Ferment in ihn überging, und wusch denselben dann sorgfältig aus; das letzte Verfahren gab stets klare Lösungen, die an Wirksamkeit dem ursprünglichen Speichel in Nichts nachstanden, sofern nur die Vorsicht gebraucht war, die Menge des Waschwassers nicht grösser zu nehmen, als die des angewendeten Speichels gewesen.

Die auf die eine oder die andere Weise gewonnenen, neutralen oder sehr schwach alkalischen Lösungen des Speichelfermentes zeigten nun keine Reaction, die an einen eiweissartigen Körper hätte erinnern können. Salpetersäure erzeugte in ihnen keine Trübung, durch Kochen mit einem Ueberschuss dieser Säure entstand, auch nach Zusatz von Ammoniak, keine Spur einer Färbung; Sublimat und Tannin trübte sie nicht, ebenso wenig Jod, das sie einfach gelb färbte, noch Essigsäure und Ferrocyankalium; endlich auch nicht Platinchlorid, durch das das Brücke'sche Pepsin noch gefällt wurde. In den ganz neutralen Lösungen erzeugten auch essigsaurer und basisch essigsaurer Bleioxyd Anfangs keine Fällung; nach einiger Zeit entstand natürlich auch in ihnen, wie sogleich in den alkalischen eine Trübung, aus der sich ein weisser Niederschlag entwickelte, der das Ferment einschloss, so dass die abfiltrirte Flüssigkeit wirkungslos war; sicher auch hier ein mechanisches Niederreissen! Die alkalische Kupferoxydlösung wurde durch die fermenthaltige Flüssigkeit nicht reducirt, der po-

larisirte Lichtstrahl durch sie nicht abgelenkt, Kohlensäure, atmosphärische Luft, Sauerstoff, Wasserstoff und Kohlenoxyd waren auf sie ohne Einwirkung. Dagegen bewirkte salpetersaures Silberoxyd darin einen weissen Niederschlag, herrührend von Phosphaten und Chloriden; auch Kalk und Natron liessen sich in ihnen nachweisen. Der in Rede stehende Körper war colloider Natur. Mit überschüssigem Spiritus versetzt, bildete sich in der Lösung nach einiger Zeit ein sehr zarter, weisser, flockiger Niederschlag, der unter dem Mikroskop sich als gemischt ergab aus einer amorphen körnigen, mit Jod sich gelb färbenden Substanz und rhombischen Krystallen, hauptsächlich Phosphaten; auf dem Filter gesammelt löste er sich ziemlich langsam in Wasser, nicht leichter in verdünntem Alkali und erwies sich dann gut wirksam auf Stärke; auf einer Glasplatte bei niederer Temperatur getrocknet, entstand ein schneeweisces Pulver, das freilich nur sehr schwer löslich in Wasser, fast unlöslich in sehr verdünntem Natron geworden war, nach der Auflösung aber in kurzer Zeit Stärkekleister in Zucker umwandelt. Dies Pulver, das allerdings anorganische Salze, indess keine Spur eines eiweissartigen Körpers dem Fermente beigemengt enthält, hat seine Wirksamkeit noch nach Monaten nicht verloren. Aus der Lösung durch directes Eindunsten das Ferment zu gewinnen, gelang mir nicht, da die Zeit, die hierzu erforderlich war, auch gerade ausreichte, um die Zersetzung des Fermentes eintreten zu lassen.

Aus jener eiweissfreien Lösung liess sich denn nun auch durch Cholesterin das Ferment niederreissen, ganz in der Brücke'schen Weise, mit der alleinigen, durch das Verhalten des Speichelfermentes gegen Alkohol gebotenen Vorsicht, der ätherischen Lösung des Cholesterin nur soviel Alkohol zuzusetzen, als eben zur leichteren Mischung mit der wässerigen Lösung nothwendig war, d. h. etwa gleiche Theile. Indess zeigte sich bald, dass auch nach Entfernung des hindernden Eiweisses dem Speichelfermente in weit geringerem Grade die Eigenschaft innenwohnte, sich kleinen Theilchen anzuheften, als dem Pepsin; denn einmal gelang es nie, alles Ferment aus der Lösung hinwegzureissen — vielmehr blieb das Filtrat von dem Niederschlage noch immer in hohem Grade

wirksam; sodann genügte schon einfaches Auswaschen mit Wasser, um das Ferment von dem Cholesterin zu trennen, und endlich gelang der Versuch nicht in allen Fällen, ohne dass sich Ursachen des Misslingens auffinden liessen. Wo ich aber ein erwünschtes Resultat erhielt, da zeigte die Lösung durchaus dasselbe Verhalten, wie die ursprüngliche, nur dass hier auch noch die Beimengung anorganischer Salze wegfiel.

Zu ganz demselben Resultate kann man aber noch auf einem ganz anderen Wege gelangen, entsprechend dem, den Danilewsky behufs Gewinnung des auf das Amylum wirkenden specifischen Körpers im pankreatischen Saft einschlug. Es beruht derselbe darauf, dass, während durch längeren Aufenthalt unter Alkohol die eiweissartigen Substanzen in Wasser unlöslich werden, das Ferment seine Löslichkeit behält; eine Erfahrung, die übrigens schon Claude Bernard für das Pankreasferment gemacht hat*). Versetzt man zu diesem Ende Speichel mit der drei- bis vierfachen Menge 80prozentigen Spiritus und wartet nun einige Tage, während welcher sich ganz allmälig der entstandene Niederschlag vollkommen absetzt, so bedarf es hier nicht erst der von Danilewsky angegebenen Mischung von Alkohol und Wasser, sondern es gelingt vollkommen, besonders wenn man den Niederschlag gut mit starkem Alkohol und Aether ausgewaschen hat, durch einfache Aufnahme in destillirtes Wasser das Ferment von den Eiweisssubstanzen zu trennen. Freilich nicht ohne Beeinträchtigung jenes; wenigstens stand die so gewonnene Lösung dem ursprünglichen Speichel in Geschwindigkeit der Wirkung stets um mehrere Minuten nach. Abgesehen hievon aber war das Verhalten derselben gegen chemische Reagentien durchaus dasselbe, wie wir es oben bei der mit Hülfe des phosphorsauren Kalkniederschlages gewonnenen gesehen haben; eine Beimengung anorganischer Salze fehlte hier, der durch erneuerte Fällung in Spiritus gewonnene Niederschlag, dem nun auch die schützende Hülle dieser Salze genommen war, hatte, gesammelt, seine Löslichkeit in Wasser fast völlig eingebüßt.

*) Leçons de physiolog. expér. II. p. 228.

Das Ausbleiben aller jener Reactionen aber, die im Speichel selbst mit so grosser Evidenz eintreten, musste mir den Zweifel erregen, ob nicht doch allein die zu geringe Menge der wirksamen Substanz hierzu die Veranlassung gäbe; es war nöthig, eine Abschätzung des quantitativen Gehaltes einer Flüssigkeit an Ferment zu ermöglichen, und wenn nicht des absoluten, so des relativen. Nach einigen beiläufigen Wahrnehmungen schien mir hiezu die Zeit geeignet, in welcher durch das Ferment die Umwandlung von Stärke in Zucker bewerkstelligt wurde. Ich bediente mich nun folgenden Verfahrens und zwar sowohl mit dem Speichel selbst, als insbesondere mit sehr wirksamen, eiweissfreien, in der oben angegebenen Weise gewonnenen Lösungen. Ich titirte mir durch Verdünnen mit destillirtem Wasser Lösungen, deren Gehalt an der ursprünglichen Flüssigkeit stand in dem Verhältniss von

$$1 : \frac{1}{2} : \frac{1}{4} : \frac{1}{8} : \frac{1}{16} : \frac{1}{32} : \frac{1}{64}$$

und prüfte nun, in wie kurzer Zeit eine gleiche gegebene Quantität der resp. Lösungen Stärkekleister in Zucker verwandelte. Zu dem Ende stellte ich diese Zeitdauer für jede einzelne annähernd fest, indem ich in sechs Probirgläschen, deren jedes 4 Ccm. eines ganz gleichmässigen (durch Linnen durchgeseihten), sehr verdünnten Stärkekleisters enthielt, je 1 Ccm. der zu prüfenden Lösung that, dieselben in ein Wasserbad setzte, dessen Temperatur gleichmässig — ein zum Gelingen durchaus nöthiges Erforderniss — auf 35° gehalten wurde, und nun, bei den concentrirteren in sehr kurzen, bei den verdünnteren in längeren Zwischenräumen durch Hinzufügen einiger Tropfen Natron die Fermentwirkung unterbrach; die Trommer'sche Probe zeigte alsdann an, in welchen Gläschen bereits die Umwandlung vor sich gegangen war. In der That erhielt ich hierbei vollkommen genügende Ergebnisse, bei denen es sich evident herausstellte, dass je geringer der Fermentgehalt einer Lösung, desto längere Zeit unter übrigens gleichen Umständen erforderlich ist, um Amylum in Zucker umzusetzen. Selbstverständlich bin ich nicht im Stande, etwa eine Scala der Umwandlungszeit aufzustellen; indess als ein gewöhnliches, wenn man will, Durchschnittsverhältniss stellte sich

aus einer grossen Zahl von Versuchen für die obige Reihe etwa die Zeit von

10'', 15'', 25'', 1' 10'', 2' 40'', 4', 6' 30''

heraus; war aber die ursprüngliche Flüssigkeit an sich schon weniger rasch wirksam, so traten bald Unterschiede von mehreren Stunden in der Geschwindigkeit der Wirkung ein. Allerdings weiss ich wohl, dass diese Versuche der Gegenprobe entbehren; indess fehlte mir eben, wie bereits oben erwähnt, das Mittel, um die Lösungen so rasch, als es doch hier nötig war, einzuengen. Trotz dieses Mangels aber glaube ich mich nach den obigen Versuchen zu der Annahme berechtigt, dass bei dem Speichel ferment zwei Lösungen, die unter übrigens gleichen Umständen, in gleich rascher Zeit Stärke in Zucker umwandeln, auch nahezu denselben Gehalt an Ferment haben. Hieraus aber folgt mit Nothwendigkeit, dass in den nach dem ersten Verfahren gewonnenen Lösungen, die ja dem ursprünglichen Speichel an Geschwindigkeit der Wirkung um Nichts nachstehen, es nicht die geringe Menge des Fermentes sein kann, welche die Schuld davon trägt, dass keine jener Reactionen eintritt, die im Speichel selbst nie versagen.

In der Wirksamkeit jener, vom Eiweiss befreiten Lösungen vermögen nun äussere Umstände gewisse Modificationen zu erzeugen, wie man sie auch im Speichel selbst kennt und hier der beförderten, resp. gehemmten Umsetzung der Eiweisssubstanzen zugeschrieben hat. Während zuvörderst eine niedere Temperatur ohne allen Einfluss ist, so dass auch gefrorene Lösungen nach dem Aufthauen sogleich wieder vortrefflich wirken, zerstört die Siedhitze unwiederbringlich das Ferment; eine einmal aufgekochte Lösung erlangt auch nach noch so langem Warten ihre Kraft nicht wieder. — Von Alkohol bedarf es schon eines sehr bedeutenden, ohne Zweifel schon die Löslichkeit des Fermentes beeinträchtigenden Ueberschusses, um die Wirkung zu verhindern. — Am wichtigsten aber scheint mir das Verhalten des Fermentes gegenüber Alkalien und Säuren. Es ist eine längst constatirte Thatsache, dass die Umwandlung des Amylum durch das Speichel ferment am leichtesten in neutralen und schwach alkalischen Lösungen vor sich geht; indess beeinträchtigt einerseits Zusatz von Ammoniak, Kalk-

wasser und kohlensaurem Natron bis zur stark alkalischen Reaction die Wirksamkeit der eiweissfreien Lösungen nur sehr wenig, und andererseits ist die Gegenwart geringer Mengen freier Säuren gleichfalls kein Hinderniss. Sobald aber die Säuremenge hinreicht, um eine ziegelrothe Reaction hervorzurufen, wirkt das Ferment nicht; die Wirkungsfähigkeit kann aber unter allen Umständen noch nach vielen Stunden sofort durch Neutralisation des Säureüberschusses wiederhergestellt werden, wie ich mich davon für Essigsäure, Phosphorsäure, Salzsäure, Salpetersäure, Schwefelsäure überzeugt habe; erst eine sehr beträchtliche Menge freier Säure wirkt auf die Constitution des Fermentes deletär. — Von der Menge der freien Säure ist auch allein der etwaige hindernde Einfluss des Magensaftes, künstlichen wie natürlichen, abhängig; denn nicht blos beeinträchtigt ein schwach saurer Magensaft die Wirksamkeit der Fermentlösung nicht, während zugleich der schädliche Einfluss eines stark sauren sofort durch Neutralisation der freien Säure beseitigt werden kann, sondern man kann auch die Fermentlösung mit einer grossen Menge sehr kräftigen Magensaftes durch acht Stunden und länger bei Blutwärme in Mischung lassen, ohne dass die Kraft der Lösung im Geringsten vermindert wird; nach der Neutralisation wandelt die Flüssigkeit Stärke so rasch um, als zuvor: eine That-sache, die um so interessanter scheint, als in ihr die beste Bestätigung dafür liegt, dass es kein Eiweisskörper ist, dem der Speichel seine saccharificirende Kraft verdankt.

Eine Reihe anderer Versuche, die ich anstellte, um zu ermitteln, von welchem Einfluss der relative Gehalt einer Lösung an Ferment auf den zuckerbildenden Vorgang sei, führte mich, abgesehen von der oben erwähnten Erfahrung, zu keinem bestimmten Resultate, aus dem ich ein Gesetz hätte herleiten können. Es stellte sich sehr bald zur Evidenz heraus, dass, gleichviel ob ich die ursprüngliche concentrirte oder 2, 4, 8 und mehrfach verdünnte Lösungen anwandte, immer die Umwandlung aufhörte oder doch sehr an Intensität nachliess, sobald die Mischung einen bestimmten, nicht immer gleichen, indess meist zwischen 1,5 und 2,5 pCt. schwankenden Gehalt an gelöstem Dextrin und Zucker gewonnen hatte, obschon sich einestheils durch Jod noch reichlich Stärke

nachweisen liess, anderentheils die noch immer erhaltene, neutrale oder schwach alkalische Reaction jeden Verdacht einer weiteren Umsetzung des gebildeten Zuckers in Säuren, denen man dann die Hemmung der weiteren Umsetzung hätte Schuld geben können, vollständig zurückwies. Dass vielmehr die Anwesenheit des erwähnten Zuckers allein ausreichte, jene Stockung in der Umwandlung zu erklären, davon kann man sich durch den einfachsten Versuch überzeugen: ein verdünnter Stärkekleister von gleichzeitig 3 pCt. Zuckergehalt, dem Speichel ferment zugesetzt ist, gibt nach noch sehr beträchtlich längerer Zeit mit Jod tiefblaue Reaction, als unter denselben Verhältnissen der zuckerfreie; andererseits aber kann in der Concentration der Mischung allein das Hinderniss auch nicht liegen, da ein ähnlicher Gehalt der Flüssigkeit an Chlornatrium oder sonst einem indifferenten Salze keineswegs so hemmend einwirkt. Einer Veränderung des Fermentes selbst aber jene Stockung zuschreiben zu wollen, das verbietet die Erfahrung, dass immer die Umwandlung von Neuem wieder beginnt, sobald die Mischung ausreichend verdünnt wird, wenngleich auch dann weit-aus nicht mit der Intensität, mit der anfangs der Prozess einbergung.

Es hängen diese Versuche aufs Engste mit der Frage zusammen, ob bei der Umwandlung des Amylum in Zucker Ferment verbraucht wird oder nicht. Mir selbst scheint die zuletzt angeführte Erfahrung entschieden für die zweite Annahme zu sprechen; denn dass mit der längeren Dauer des Vorganges auch die Menge des in der gleichen Zeit umgewandelten Amylum eine geringere wird, schèint mir kaum dagegen zu sprechen, vielmehr das Gegen-theil, bei den mannigfachen, hier in Betracht kommenden und nicht wohl zu beseitigenden Hindernissen, wie sie in der Anwesenheit des gebildeten Zuckers u. A. m. gegeben sind, ein unmögliches Postulat. Wird aber, wie ich meine, das Ferment bei der Umsetzung nicht verbraucht, so musste derselbe Gedankengang, der Brücke zur Aufsuchung des Pepsins im Harn führte, mich um so mehr veranlassen, den Harn auf die Gegenwart eines saccharificirenden Fermentes zu prüfen, als ich ja die ausgezeichnete Widerstandskraft des Speichel fermentes gegen den Magensaft kennen gelernt hatte. Nun ist es in der That sehr leicht, sich von der

Gegenwart eines saccharificirenden Fermentes im Harn zu überzeugen: sowohl durch Fällen mit überschüssigem Alkohol und Aufnahme des Niederschlages in Wasser, als insbesondere durch die angegebene Behandlung mit phosphorsaurem Kalk gelingt es sehr leicht, sich Lösungen herzustellen, die in relativ kurzer Zeit, 20 bis 30 Minuten, Stärkekleister in Zucker umwandeln, sich übrigens gegen chemische Reagentien genau so verhalten, wie die oben bereiteten Lösungen des Speichel fermentes. Wenn aber diese wohlbekannte Thatsache dahin interpretirt wird, dass dem Harn- und Blasenschleime, resp. deren Zersetzung der Harn sein Saccharificationsvermögen verdankt, so lassen sich Zweifel gegen diese Deutung kaum unterdrücken; wenigstens gelingt es einerseits ebenso gut, aus dem Harn nach Zusatz von Essigsäure und Filtriren das Ferment darzustellen, als andererseits der Schleim, sowohl frisch, als nach Anröhren mit Wasser und mehrtägigem Stehenlassen bei Blutwärme niemals zuckerbildende Eigenschaften erlangt. Ob aber doch die Saccharificationskraft des Harnes herrührt, wie mir es wahrscheinlich ist, von einer Resorption des Speichel fermentes, sowie der übrigen im Organismus gebildeten, auf das Stärkemehl wirksamen Fermente, oder aber von einer Beimengung in den Harnwegen, darüber könnten endgültig nur Experimente entscheiden, deren grosse Schwierigkeit auf der Hand liegt, und die ich wenigstens nicht angestellt habe.

Mit Hülfe des oben geschilderten Verfahrens gelingt es nun leicht, auch für die übrigen wichtigeren thierischen und vegetabilischen Fermente, die Stärke in Zucker umwandeln, den Beweis zu führen, dass sie keineswegs den Eiweisskörpern zugerechnet werden dürfen. — Zuvörderst kann man aus den bekanntlich sehr wirksamen kalten Infusen der menschlichen Parotis, sowie Submaxillaris durch Auswaschen des in ihnen erzeugten phosphorsauren Kalkniederschlages äusserst energische Lösungen darstellen, die sich in Nichts von den aus dem gemischten Speichel bereiteten unterscheiden: der beste Beweis, wie mir scheint, für die Präexistenz des Speichel fermentes in den Drüsen selbst, den auch der Umstand nicht im Geringsten entkräften kann, dass es nicht

gelingt, aus den Speicheldrüsen des Schweines oder Rindes ein kräftiges Infus zu bereiten.

Aus dem Infus des Pancreas (Schwein, Hund), für das ja auch Danilewsky die Nichtübereinstimmung des saccharificirenden Fermentes mit den Eiweissubstanzen dargethan hat, lässt sich durch das obige Verfahren (phosphorsaurer Kalk) mit grosser Sicherheit eine Lösung gewinnen, die vollständig eiweissfrei nicht im Geringsten auf Fett, nicht auf die Fibrinflocke, sehr energisch auf Stärkekleister einwirkt: auch hier sieht man, wie viel weniger innig sich das Stärke umsetzende Ferment an kleine Theilchen heftet, als das Fibrin lösende, welches, wie die vollständige Unwirksamkeit des Filtrates vom Kalkniederschlage beweist, gleichfalls vollständig niedergerissen war. Einen Unterschied im chemischen Verhalten der saccharificirenden Fermentlösung aus dem Pancreas von der aus dem Speichel gewonnenen vermochte ich nicht aufzufinden.

Ferner kann man in der obigen Weise aus der Leber (Kaninchen, Hund) eine eiweissfreie Lösung darstellen, die sowohl Amylum, als auch Glycogen in Zucker umwandelt. Extrahirt man zu dem Ende eine in eiskalter Umgebung zerhackte und wohl mit Sand zerriebene Leber mit Wasser von 0°, das bekanntlich kein Glycogen aufnimmt, versetzt den colirten und filtrirten Extract, der einen sehr bedeutenden Eiweiss- und starken Zuckergehalt hat, mit überschüssigem Spiritus und nimmt den gesammelten Niederschlag bald mit destillirtem Wasser auf, das schon jetzt den grössten Theil des Eiweisses ungelöst lässt, so erhält man eine zucker- und glycogenfreie, schwach eiweisshaltige, wirksame Flüssigkeit, aus der sich durch das bekannte Verfahren mit dem phosphorsauren Kalkniederschlage eine Lösung gewinnen lässt, die sowohl Stärke als auch Glycogen in Zucker umwandelt, freilich erstere erst nach Verlauf von zwei Stunden, letzteres in kürzerer, doch immerhin mehr als der halben Zeit, im Uebrigen sich völlig der Speichel fermentlösung analog verhält. Die Annahme liegt nach den oben gewonnenen Erfahrungen nahe genug, auch hier dem geringen Gehalte an Ferment die langsame Umwandlung zuzuschreiben; indess soviel Anhaltspunkte die Darstellungsweise auch

gewährt, um einen beträchtlichen Verlust an Ferment zu erklären, so reichen doch die Reactionen nicht hin, um hieraus die Identität der wirksamen Körper des Speichels und der Leber zu folgern, und es erscheint daher gewagt, ohne Weiteres eine Analogie daherauszuleiten.

Endlich kann man nach dem obigen Verfahren auch das wirksame Ferment des Malzes, die sogenannte Diastase, von den Eiweisssubstanzen desselben trennen. Behandelt man einen wässerigen Extract von zerriebenem gedörrten oder gequetschten, frisch gekeimten Malze (wobei man sich leicht überzeugen kann, dass gerade nicht oder zum Wenigsten den jungen Keimen, vielmehr den ganzen Körnern die wirksame Substanz innenwohnt) in der angegebenen Weise (Filtriren, Versetzen mit überschüssigem Spiritus, Aufnahme des Niederschlages in Wasser, Versetzen mit Phosphorsäure und Kalkmilch, Auswaschen des Niederschlages), so erhält man eine äusserst kräftig auf Stärke wirkende Lösung, die in Nichts von den angegebenen Reactionen der Speichel fermentlösung abweicht. Hieraus die Identität beider erschliessen zu wollen, fällt mir, wie gesagt, nicht ein; vor der Hand allerdings wüsste ich andererseits Nichts, was mit Sicherheit dagegen spräche; denn die Behauptung Staedeler's, dass der Speichel bei einer Temperatur von 38—40° sehr energisch Salicin in Saligenin und Zucker spalte, was die Malzdiastase nicht vermag, bin ich wenigstens für den Speichel zu bestätigen nicht im Stande gewesen. Nie gelang es mir, so wenig mit meinem eigenen Speichel als mit dem anderer gesunder Männer, wenn ich davon eine ausreichende Menge einer Salicinlösung zusetzte und nun sie in eine Temperatur von der angegebenen Höhe brachte, weder nach kurzer noch nach längerer Zeit in der Mischung, auch nicht durch das von Staedeler selbst angegebene Verfahren *), eine Spur von Zucker oder Saligenin aufzufinden; vielmehr konnte ich immer noch das Salicin selbst nachweisen und dann sehr leicht durch Emulsion zerspalten.

Dass ich für die Theorie der Fermentwirkung, die sich selbst-

*) Allerdings kenne ich dasselbe nur nach der Wiedergabe im Chemischen Centralblatt (1858. S. 109), da das Original Staedeler's mir nicht zugängig gewesen ist.

verständlich erst wird entwickeln lassen, wenn es gelungen ist, die in Rede stehenden Fermente als chemische Körper darzustellen, nichts Neues beibringen kann, brauche ich kaum hervorzuheben; es sei mir nur noch gestattet zu erwähnen, dass auch ich nicht im Stande gewesen bin, die geringste Einwirkung aller jener Fermente auf Cellulose und Gummi zu constatiren, sowie dass Kreatinin durch sie nicht in Kreatin, das sich von jenem bekanntlich nur durch Mehrgehalt von 2 HO unterscheidet, übergeführt wird.

VIII.

Anatomische Studien an den Extremitätengelenken Neugeborener und Erwachsener.

Von Dr. C. Hueter,

Assistenzarzt an der chirurgischen Klinik zu Marburg.

(Hierzu Taf. III.)

(Fortsetzung von Bd. XXV. S. 599 und von Bd. XXVI. S. 518.)

In den vorigen Abschnitten, welche sich auf die Gelenke der unteren Extremität beziehen, war es vorzugsweise meine Aufgabe, den Effect der bei dem Gehen in grosser Regelmässigkeit ausgeführten Bewegungen der Gelenke an der Umbildung der Form ihrer Flächen nachzuweisen. Die Bewegungen der oberen Extremität sind so mannigfaltig, so wenig regelmässig, dass man eine analoge Umbildung ihrer Gelenkflächen nicht voraussetzen darf. Ich halte es zwar nicht für unwahrscheinlich, dass gewisse Beschäftigungen, welche constante Bewegungen der Armgelenke in bestimmter Richtung erfordern, den Formen der Gelenkflächen gewisse Nuancen aufzuprägen vermögen, welche ein minutiöses anatomisches Studium vielleicht würde nachweisen können; doch wird man vergeblich nach einer solchen Gleichartigkeit der Bewegungen suchen, wie dieselbe für die Mechanik des Gehens erforderlich ist, und