ANNALEN

DER

CHEMIE UND PHARMACIE.

XLI. Bandes drittes Heft.

Die Ernährung, Blut- und Fettbildung im Thierkörper; von *Justus Liebig*.

Wenn wir die Erzeugung von Kraft, die Bewegungserscheinungen mit *Nervenleben*, und den Widerstand, den Zustand des statischen Gleichgewichtes mit *vegetativem Leben* bezeichnen, so ist klar, daß im jugendlichen Alter bei allen Thierklassen, das letztere, nämlich das vegetative Leben, das Nervenleben überwiegt.

Der Uebergang des in Bewegung befindlichen Stoffs in den Zustand der Ruhe, zeigt sich in einer Zunahme an Masse, in einem Ersatz an verbrauchtem Stoffe; die Bewegung selbst, die Krafterzeugung stellt sich dar, als ein Verbrauch an Stoff.

In dem jugendlichen Thiere ist der Verbrauch kleiner, als die Zunahme, und diesen Zustand eines intensiveren vegetativen Lebens behält das weibliche Thier bis zu einem gewissen Lebensalter unverändert bei, es erreicht nicht, wie beim männlichen Thiere, mit der Ausbildung aller Organe eine Grenze.

Das weibliche Thier ist zu gewissen Perioden des Jahrs der Fortpflanzung fähig, durch äußere Bedingungen, Temperatur, Nahrung etc. wird das vegetative Leben in seinem Organismus gesteigert, er produziert mehr, als er verwendet; diese Fähigkeit zeigt sich in der Fortpflanzung. Unabhängig von äußeren Be-

dingungen der Steigerung des vegetativen Lebens ist das Weib des Menschen, mit der Ausbildung aller seiner Organe, zu jeder Zeit der Fortpflanzung fähig, die Empfängnis ist an keine Periode gebunden und eine wunderbare Weisheit hat in seinen Körper die Fähigkeit gelegt, bis zu einem bestimmten Lebensalter, alle Bestandtheile seiner Organe in größerer Menge zu erzeugen, als sie zur Reproduction der ungesetzten Gebilde erforderlich sind. Dieses Erzeugniß enthält nachweisbar alle Elemente eines ihm gleichen Wesens, es vermehrt sich in jedem Lebensmomente, und wird, bis es Verwendung findet, periodenweise aus dem Körper abgeschieden. Mit der Befruchtung des Ei's hört diese Abscheidung auf, jeder Tropfen des mehrerzeugten Blutes formt sich zu einem der Mutter ähnlichen Organismus.

Durch Bewegung und Anstrengung wird die Menge des abgeschiedenen Blutes geringer, und bei krankhafter Unterdrückung der Menstruation, zeigt sich das vegetative Leben in einer gesteigerten Fettbildung. Wird das Gleichgewicht des vegetativen und Nervenlebens bei dem Manne gestört, wird die Intensität des letzteren, wie bei den Castraten, verringert, so zeigt sich das Uebergewicht des ersteren in einer gleichen Form, in einer Steigerung der Fettbildung.

Wenn wir festhalten, daß die Zunahme an Masse in dem thierischen Körper, daß die Ausbildung seiner Organe und ihrer Reproduction aus dem Blute, d. h. aus den Bestandtheilen des Blutes geschieht, so können diejenigen Materien allein Nahrungsmittel genannt werden, welche fähig sind zu Blut zu werden. Die Untersuchung der Stoffe, die sich hierzu eignen, beschränkt sich hiernach auf die Ausmittelung der Zusammensetzung der Nahrungsmittel und ihrer Vergleichung mit der Zusammensetzung der Bestandtheile des Blutes.

Zwei Materien sind als Hauptbestandtheile des Blutes vorzüglich in Betracht zu ziehen. Die eine davon scheidet sich

augenblicklich aus dem Blute ab, sobald es aus der Circulation genommen wird. Jedermann weifs, dafs das Blut in diesem Fall gerinnt, es trennt sich in eine gelbliche Flüssigkeit, in *Blutserum*, und eine gallertartige Masse, die sich in weichen, zähen elastischen Fäden an einen Stab oder eine Ruthe anhängt, mit denen man das frische Blut, während seines Gerinnens, peitscht oder schlägt. Dieser Körper ist das *Fibrin*, Blutfaserstoff, er ist identisch in seinen Eigenschaften mit der, von allen andern Materien befreiten, Muskelfaser.

Der zweite Hauptbestandtheil des Bluts ist im Blutserum enthalten, er ertheilt dieser Flüssigkeit alle Eigenschaften des weissen Theils des Hühnerei's, indem er identisch mit diesem Bestandtheil aller Eier ist. Er gerinnt in der Hitze zu einer weissen elastischen Masse; dieser gerinnende Bestandtheil hat den Namen *Albumin* erhalten.

Fibrin und Albumin, die Hauptbestandtheile des Blutes, enthalten im Ganzen 7 chemische Elemente, unter welche namentlich Stickstoff, Phosphor und Schwefel, so wie die Substanz der Knochen gehört. In dem Serum befinden sich Kochsalz und Salze in Auflösung, welche Kali, Natron als Basen enthalten, sie sind mit Kohlensäure, Phosphorsäure und Schwefelsäure verbunden. Die Blutkörperchen enthalten Fibrin und Albumin, so wie einen rothen Farbstoff, in welchem Eisen einen nie fehlenden Bestandtheil ausmacht. Aufser diesen enthält das Blut noch einige fette Körper in geringer Menge, die sich von den gewöhnlichen Fetten durch verschiedene Eigenschaften unterscheiden.

Die chemische Analyse hat zu dem merkwürdigen Resultate geführt, dafs Fibrin und Albumin einerlei Elemente und zwar in dem nämlichen Gewichtsverhältnifs enthalten, in der Art also. dafs wenn man zwei Analysen, die eine von Fibrin, die andere von Albumin nebeneinander stellt, wir keinen gröfseren Unterschied in der procentischen Zusammensetzung wahrnehmen,

244 *Liebig, die Ernährung, Blut- u. Fettbildung im Thierkörper.*

wie in zwei Analysen von Fibrin, oder in zwei Analysen von Albumin.

In beiden Blutbestandtheilen sind offenbar, dieß zeigt ihr verschiedener Zustand, die Elemente auf verschiedene Weise geordnet, allein ihrer Zusammensetzung nach sind sie identisch.

Dieser Schlufs ist neuerdings aufs schönste dadurch bestätigt worden, dafs es einem ausgezeichneten Physiologen gelang, Fibrin in den Zustand von Albumin künstlich überzuführen, ihm also die Löslichkeit und Gerinnbarkeit zu geben, die das Eiweifs characterisirt.

Neben der gleichen Zusammensetzung haben sie noch die chemische Eigenschaft miteinander gemein, dafs sie sich beide in starker Salzsäure zu einer intensiv indigblauen Flüssigkeit lösen, welche gegen alle Materien, die man damit zusammenbringt, ein ganz gleiches Verhalten zeigt.

Albumin und Fibrin können beide in dem Ernährungsproceß zu Muskelfaser werden, und Muskelfaser kann rückwärts wieder in Blut übergehen. Dieser Uebergang ist von den Physiologen längst außer allen Zweifel gestellt und die Chemie hat also nur nachgewiesen, dafs die Metamorphose rückwärts und vorwärts erfolgen kann, kraft einer einwirkenden Thätigkeit, ohne Zuhülfenahme eines dritten Körpers oder seiner Bestandtheile, ohne dafs also ein fremdes Element aufgenommen zu werden oder ein in Verbindung vorhandenes auszutreten braucht.

Wenn wir nun die Zusammensetzung aller Gebilde mit der des Fibrins und Albumins im Blute vergleichen, so ergeben sich folgende Beziehungen.

Alle Theile des Thierkörpers, die eine bestimmte Form besitzen, welche Bestandtheile von Organen sind, enthalten Stickstoff. Kein Theil oder Bestandtheil eines Organs, welches Bewegung und Leben besitzt, ist frei von Stickstoff, alle enthalten Kohlenstoff und die Elemente des Wassers, wiewohl diese letzteren *nie* in dem Verhältnifs, wie im Wasser.

Die Hauptbestandtheile des Blutes enthalten nahe an 17 pCt. Stickstoff, kein Theil eines Organs enthält weniger, wie siebzehn Procent Stickstoff.

Die entscheidendsten Versuche und Beobachtungen haben bewiesen, dafs der thierische Organismus durchaus unfähig ist, ein chemisches Element, Kohlenstoff oder Stickstoff, aus andern Materien, in denen diese Körper fehlen, hervorzubringen und es ist hiernach einleuchtend, dafs alle Nahrungsmittel, die zur Blutbildung oder zur Bildung von Zellen, Membranen, Haut, Haaren, Muskelfaser dienen sollen, eine gewisse Portion Stickstoff enthalten müssen, eben weil dieser einen Bestandtheil der genannten Organe ausmacht, diese aus andern Elementen, die man ihnen darbietet, keinen Stickstoff erzeugen können und weil kein Stickstoff aus der Atmosphäre in dem Lebensprocefs verwendet wird.

Der thierische Körper enthält in der Nerven- und Gehirns-Substanz eine grofse Menge Albumin und aufser diesem zwei eigenthümliche fette Säuren, die sich von allen andern Fetten durch einen Gehalt von Phosphor (-säure?) unterscheiden. Eins dieser Fette enthält Stickstoff.

Wasser und Fett machen zuletzt die stickstofffreien Bestandtheile des Thierkörpers aus, beide sind formlos und nehmen nur insofern Antheil an dem Lebensprocefs, als durch sie die Lebensfunktionen vermittelt werden. Die nichtorganischen Bestandtheile des Thierkörpers sind Eisen, Kalk, Bittererde, Kochsalz, so wie die Alkalien.

Die Ernährung der Fleischfresser nimmt unter allen Thierklassen die einfachste Form an; sie leben vom Blut und Fleisch der gras- und körnerfressenden Thiere, allein dieses Blut und Fleisch ist identisch in allen seinen Eigenschaften mit ihrem eigenen Blut und Fleisch, weder chemisch, noch physiologisch ist ein Unterschied wahrnehmbar.

Die Nahrung der fleischfressenden Thiere ist aus Blut ent-

standen, sie wird in ihrem Magen flüssig und überführbar in andere Körpertheile, sie wird in ihrem Leibe wieder zu Blut, und aus diesem Blut erzeugen sich alle Theile ihres Körpers wieder, die eine Veränderung oder Umsetzung erlitten haben.

Bis auf Klauen, Haare, Federn und Knochenerde ist kein Bestandtheil der Nahrung der Carnivoren unassimilirbar.

In chemischem Sinne kann man also sagen, dafs das fleisch-fressende Thier zur Erhaltung seiner Lebensprocesse, sich selbst verzehrt.

Dasjenige, was zu seiner Ernährung dient, ist identisch mit den Bestandtheilen seiner Organe, welche erneuert werden sollen.

Ganz anders stellt sich dem Anschein nach der Ernährungs-procefs der pflanzenfressenden Thiere dar; ihre Verdauungs-organe sind minder einfach und ihre Nahrung besteht aus Vegetabilien, die ihrer Hauptmasse nach nur sehr wenig Stickstoff enthalten.

Aus welchen Stoffen, kann man fragen, entsteht bei ihnen das Blut, aus dem sich ihre Organe entwickeln?

Diese Frage läfst sich mit genügender Sicherheit beantworten.

Die chemischen Untersuchungen haben dargethan, dafs alle Theile von Pflanzen, welche Thieren zur Nahrung dienen, gewisse Bestandtheile enthalten, welche reich sind an Stickstoff, und die gewöhnlichsten Erfahrungen beweisen, dafs die Thiere zu ihrer Erhaltung und Ernährung der Quantität nach um so weniger von diesen Pflanzentheilen bedürfen, je reicher sie an diesen stickstoffhaltigen Stoffen sind; sie können nicht mit Materien ernährt werden, worin sie fehlen.

In vorzüglicher Menge sind diese Erzeugnisse der Pflanzen in den Samen der Getreidearten, der Erbsen, Linsen, Bohnen, in Wurzeln und in den Säften der sogenannten Gemüspflanzen enthalten, sie fehlen übrigens in keiner einzigen Pflanze, in keinem ihrer Theile.

Diese stickstoffhaltigen Nahrungsstoffe lassen sich im Gan-

zen auf drei *Materien* zurückführen, die ihrer äußeren Beschaffenheit nach leicht von einander zu unterscheiden sind. Zwei davon sind im Wasser löslich, der dritte wird davon nicht aufgenommen.

Wenn man frisch ausgepresste Pflanzensäfte sich selbst überläßt, so tritt nach wenigen Minuten eine Scheidung ein, es sondert sich ein gelatinöser Niederschlag ab, gewöhnlich von grüner Farbe, welcher, mit Flüssigkeiten behandelt, die den Farbstoff lösen, eine grauweiße Materie hinterläßt. Diese Substanz ist unter dem Namen *grünes Satzmehl* der Pflanzensäfte den Pharmazeuten wohl bekannt. Diefes ist der eine von den stickstoffhaltigen Nahrungsmitteln der Thiere, er hat den Namen *Pflanzenfibrin* erhalten. Der Saft der Gräser ist vorzüglich reich an diesem Bestandtheil, er ist in reichlichster Menge in dem Weizensamen, so wie überhaupt in den Samen der Cerealien enthalten und kann aus dem Weizenmehl durch eine mechanische Operation ziemlich rein erhalten werden. In diesem Zustande heißt er *Kleber*, allein die klebenden Eigenschaften gehören ihm nicht an, sondern einer geringen Menge eines beigemischten fremden Körpers, der in den Samen der übrigen Getreidearten fehlt.

Wie sich aus der Art seiner Darstellung ergibt ist das Pflanzenfibrin im Wasser nicht löslich, obwohl man nicht zweifeln kann, daß es in der lebenden Pflanze im Saft gelöst vorhanden war, aus dem es sich, ähnlich wie das Fibrin aus Blut, erst später abschied.

Der zweite stickstoffhaltige Nahrungsstoff ist in dem Saft der Pflanzen gelöst, er scheidet sich daraus bei gewöhnlicher Temperatur nicht ab, wohl aber, wenn der Pflanzensaft zum Sieden erhitzt wird.

Bringt man den ausgepressten klaren Saft, am besten von Gemüspflanzen, von Blumenkohl, Spargel, Kohlraben, weißen Rüben u. s. w. zum Sieden, so entsteht darin ein Coagulum,

welches in seiner äußeren Beschaffenheit und seinen Eigenschaften schlechterdings nicht zu unterscheiden ist von dem Körper, der sich als Gerinnsel abscheidet, wenn man mit Wasser verdünntes Blutserum oder Eiweiß der Siedhitze aussetzt. Diefes ist das *Pflanzenalbumin*; in vorzüglicher Menge findet sich dieser Körper in gewissen Samen, in Nüssen, Mandeln und andern, in denen das Amylon der Getreidesamen sich vertreten findet durch Oel und Fett.

Der dritte stickstoffhaltige Nahrungsstoff, den die Pflanzen produziren, das *Pflanzencasein*, findet sich hauptsächlich in den Samenhüllen der Erbsen, Linsen und Bohnen, er ist wie das Pflanzenalbumin im Wasser löslich, unterscheidet sich aber von ihm dadurch, daß seine Auflösung durch Hitze nicht coagulirt wird; beim Abdampfen und Erhitzen zieht sie an der Oberfläche eine Haut und mit Säuren versetzt, entsteht darin ein Gerinnsel wie in der Thiermilch.

Diese drei Stoffe, Pflanzen-Fibrin, -Albumin und -Casein, sind die eigentlichen stickstoffhaltigen Nahrungsstoffe der pflanzenfressenden Thiere, alle anderen in Pflanzen vorkommenden stickstoffhaltigen Materien werden entweder, wie die Stoffe in den Giftpflanzen und Medizinalpflanzen, von den Thieren nicht genossen, oder sie sind ihrer Nahrung in so außerordentlich kleinen Mengen beigemischt, daß sie zur Vermehrung der Masse ihres Körpers nicht beizutragen vermögen.

Die chemische Untersuchung der drei genannten Substanzen hat zu dem interessanten Resultate geführt, daß sie einerlei organische Elemente in dem nämlichen Gewichts-Verhältnisse enthalten, und was noch weit merkwürdiger ist, es hat sich ergeben, daß sie identisch sind in ihrer Zusammensetzung mit den Hauptbestandtheilen des Blutes, mit Fibrin und Albumin. Sie lösen sich alle drei in concentrirter Salzsäure mit der nämlichen indigblauen Farbe auf und auch in ihren physikalischen Eigenschaften sind Thierfibrin und Thieralbumin von Pflanzen-

fibrin und Pflanzenalbumin in keiner Weise verschieden. Es verdient ganz besonders hervorgehoben zu werden, daß hier unter einer gleichen Zusammensetzung nicht bloß eine ähnliche gemeint ist, sondern es ist auch in Beziehung auf ihren Gehalt an Phosphor, Schwefel, Knochenerde und Alkalien kein Unterschied wahrnehmbar.

In welcher bewundernswürdigen Einfachheit erscheint nach diesen Entdeckungen der Bildungsproceß im Thiere, die Entstehung seiner Organe, der Hauptträger der Lebensthätigkeit. Die Pflanzenstoffe, welche in den Thieren zur Blutbildung verwendet werden, enthalten die Hauptbestandtheile des Blutes, Fibrin und Albumin, fertig gebildet allen ihren Elementen nach, alle Pflanzen enthalten noch überdies eine gewisse Menge Eisen, was wir im Blutfarbestoff wiederfinden. Pflanzenfibrin und Thierfibrin, Pflanzenalbumin und Thieralbumin sind kaum der Form nach verschieden; wenn diese Stoffe in der Nahrung der Thiere fehlen, so hört die Ernährung auf und wenn sie darin gegeben werden, so empfängt das pflanzenfressende Thier die nämlichen Materien, auf welche die fleischfressenden zu ihrer Erhaltung beschränkt sind.

Die Pflanzen erzeugen in ihrem Organismus das Blut aller Thiere, denn in dem Blut und Fleisch der pflanzenfressenden, verzehren die fleischfressenden im eigentlichen Sinne nur die Pflanzenstoffe, von denen die ersteren sich ernährt haben; Pflanzenfibrin und -Albumin nehmen in dem Magen des pflanzenfressenden Thiers genau die nämliche Form an, wie Thierfibrin und Thieralbumin in dem Magen der Carnivoren.

Aus dem Vorhergehenden ergibt sich, daß die Entwicklung der Organe eines Thiers, ihre Vergrößerung und Zunahme an Masse, an die Aufnahme gewisser Stoffe geknüpft ist, die identisch sind mit den Hauptbestandtheilen ihres Blutes.

In diesem Sinne kann man sagen, daß der Thierorganismus sein Blut nur der Form nach schafft, daß ihm die Fähigkeit

mangelt, es aus andern Stoffen zu erzeugen, die nicht identisch sind mit seinen Hauptbestandtheilen. Damit kann freilich nicht behauptet werden, daß ihm die Fähigkeit, andre Verbindungen zu erzeugen, abgeht, wir wissen im Gegentheil, daß sein Organismus, eine große Reihe anderer, von seinen Blutbestandtheilen in ihrer Zusammensetzung abweichender Verbindungen hervorbringt, aber den Anfangspunkt der Reihe, diesen kann er sich nicht bilden.

Der Thierorganismus ist eine höhere Pflanze, deren Entwicklung mit denjenigen Materien beginnt, mit deren Erzeugung das Leben der gewöhnlichen Pflanze aufhört; sobald diese Samen getragen hat, stirbt sie ab, oder es hört damit eine Periode ihres Lebens auf.

In der unendlichen Reihe von Verbindungen, welche mit den Nahrungsstoffen der Pflanzen, mit Kohlensäure und Ammoniak und Wasser anfängt, bis zu den zusammengesetztesten Bestandtheilen des Gehirns im Thierkörper finden wir keine Lücke, keine Unterbrechung. Der erste Nahrungsstoff des Thiers ist das letzte Produkt der schaffenden Thätigkeit der Pflanze.

Die Substanz der Zellen und Membranen, der Nerven und des Gehirns erzeugt die Pflanze nicht.

Das Wunderbare in der schaffenden Thätigkeit der Pflanze verliert sich, wenn man erwägt, daß die Erzeugung der Blutbestandtheile nicht auffallender erscheinen kann, als wenn wir Ochsentalg und Hammeltalg (in den Kakaobohnen) oder Menschenschmalz (im Olivenöl), die Hauptbestandtheile der Kuhbutter (Palmutter) auf Bäumen wachsend finden, daß wir das Pferdefett und den Fischthran in den ölreichen Samen entstehen sehen.

So wenig man nun auch, wie sich aus dem Vorhergehenden ergibt, über die Art und Weise in Ungewissheit seyn kann, wie die Zunahme in der Masse der Organe eines Thiers vor sich geht, so bleibt immer noch eine überaus wichtige Frage zu lösen, die Rolle nämlich auszumitteln, welche die stickstoff-

freien Substanzen, Zucker, Amylon, Gummi, Pectin u. s. w. in dem thierischen Körper spielen.

Die größte aller Thierklassen kann ohne diese Materien nicht leben, ihre Nahrung muß eine gewisse Menge davon enthalten und wir sehen ihrem Leben ein rasches Ziel gesetzt, wenn sie in ihr fehlen.

Diese wichtige Frage erstreckt sich gleichfalls auf die Bestandtheile der Nahrung des fleischfressenden Thieres in der frühesten Periode seines Lebens, denn auch diese Nahrung enthält gewisse Bestandtheile, welche sein Körper zu seiner Erhaltung im erwachsenen Zustande nicht bedarf.

In dem jugendlichen Körper der Fleischfresser geschieht offenbar die Ernährung in einer ähnlichen Weise, wie in dem Körper der pflanzenfressenden Thiere; seine Entwicklung ist an die Aufnahme einer Flüssigkeit gebunden, welche der Leib der Mutter in der Form der Milch absondert.

Die Milch enthält nur einen stickstoffhaltigen Bestandtheil, den sogenannten Käsestoff, Casein; außer diesem sind ihre Hauptbestandtheile Butter (Fett) und Milchzucker.

Aus dem stickstoffhaltigen Bestandtheil der Milch, muß das Blut des jungen Thieres, seine Muskelfaser, Zellen und Nerven-Substanz und Knochen, erzeugt worden seyn, denn Butter und Milchzucker enthalten keinen Stickstoff.

Die Untersuchung des Caseins hat nun zu dem Resultate geführt, was nach dem Vorhergehenden kaum mehr überraschen kann, daß auch dieser Stoff identisch ist in seiner Zusammensetzung mit den Hauptbestandtheilen des Blutes, mit Fibrin und Albumin, ja was noch mehr ist, die Vergleichung seiner Eigenschaften mit denen des Pflanzencaseins hat gezeigt, daß er mit diesem auch identisch ist in allen seinen Eigenschaften, in der Art also, daß gewisse Pflanzen, wie die Erbsen, Bohnen, Linsen, den nämlichen Körper zu erzeugen vermögen, welcher aus dem

Blute der Mutter entsteht und zur Blutbildung in dem Körper des jungen Thieres verwendet wird.

In dem Casein, das sich durch seine außerordentliche Löslichkeit und Nichtgerinnbarkeit in der Wärme, von dem Fibrin und Albumin unterscheidet, empfängt demnach das junge Thier, seinem Hauptbestandtheil nach, das Blut seiner Mutter; zu seinem Uebergang in Blut gehört kein dritter Stoff, und keiner der Bestandtheile des Blutes seiner Mutter trennt sich davon bei ihrem Uebergang in Casein. In chemischer Verbindung enthält das Casein der Milch eine weit größere Quantität von Knochenerde, als wie das Blut, und zwar in höchst löslichem Zustande, überführbar also in alle Körpertheile. Auch in der frühesten Periode ihres Lebens ist die Entwicklung und Ausbildung der Träger der Lebensthätigkeit im jungen Thier an die Aufnahme einer Materie gebunden, welche in Beziehung auf seine organischen Bestandtheile identisch ist in ihrer Zusammensetzung mit den Hauptbestandtheilen seines Blutes.

Wozu dient nun aber das Fett der Butter, der Milchzucker? Was ist der Grund, warum sie zu ihrem Leben unentbehrlich sind?

Butter und Milchzucker enthalten keine fixen Basen, keinen Kalk, kein Natron, kein Kali; der Milchzucker besitzt eine den gewöhnlichen Zuckerarten, dem Amylon, dem Gummi, dem Pectin ähnliche Zusammensetzung, sie bestehen aus Kohlenstoff und den Elementen des Wassers und zwar genau in dem nämlichen Verhältnisse, wie im Wasser.

Durch diese stickstofffreien Stoffe ist also ihren stickstoffhaltigen eine gewisse Menge Kohlenstoff, oder, wie in der Butter, von Kohlenstoff und Wasserstoff zugesetzt, ein Ueberschuß von Elementen also, der zur Blutbildung schlechterdings nicht verwendet werden kann, eben weil ihre stickstoffhaltigen Nahrungsmittel genau die Kohlenstoffmengen schon enthalten, welche zur Bildung von Fibrin und Albumin nöthig sind.

Man kann, wie aus den folgenden Betrachtungen sich ergeben wird, kaum einen Zweifel hegen, daß dieser Ueberschuß an Kohlenstoff allein, oder an Kohlen- und Wasserstoff zur Hervorbringung der animalischen Wärme, daß er zum Widerstand gegen die äußere Einwirkung des Sauerstoffs verwendet wird.

Betrachten wir zuvörderst, um zu einer klareren Einsicht in das Wesen des Ernährungsprocesses in den beiden Thierklassen zu gelangen, die Veränderungen, welche die Nahrung des fleischfressenden Thieres in seinem Organismus erfährt.

Wir geben einer erwachsenen Schlange eine Ziege, ein Kaninchen oder einen Vogel zu verzehren und finden, daß die Haare, Klauen, Federn, Knochen dieser Thiere scheinbar unverändert ausgeworfen werden, denn sie haben ihre Form und natürliche Beschaffenheit behalten, sie sind zerbrechlich, weil sie von allen nur den der Auflösung fähigen Bestandtheil (Leimsubstanz) verloren haben. Eigentliche Faeces gehen von der Schlange so wenig, wie von den fleischfressenden Vögeln ab.

Das Fleisch, das Fett, das Blut, die Gehirn- und Nervensubstanz des verzehrten Thieres, alles übrige ist, wenn die Schlange ihr ursprüngliches Gewicht wieder erhalten hat, verschwunden.

Als das einzige Excrement finden wir eine Materie, welche durch die Harnwege ausgeleert wird; im trocknen Zustande ist sie blendend weiß wie Kreide, sie ist sehr reich an Stickstoff, und enthält nur kohlensaurer und phosphorsauren Kalk beigemischt.

Dieses Excrement ist harnsaurer Ammoniak, eine chemische Verbindung, in welcher sich der Stickstoff zum Kohlenstoff in dem nämlichen Verhältniß befindet, wie im sauren kohlensauren Ammoniak, sie enthält auf 1 Aeq. Stickstoff, 2 Aeq. Kohlenstoff.

Die Muskelfaser, das Blut, die Membranen und Häute enthielten aber, auf die nämliche Quantität Stickstoff, viermal so

viel Kohlenstoff, nämlich 8 Aequivalente, und wenn man hierzu den Kohlenstoff des genossenen Fettes, der Nerven- und Gehirns- substanz hinzurechnet, so ist klar, daß die Schlange auf 1 Aeq. Stickstoff weit mehr als 8 Aeq. Kohlenstoff verzehrt hat.

Wenn wir nun annehmen, daß das harnsaure Ammoniak allen Stickstoff des verzehrten Thieres enthält, so sind offenbar in geringsten Falle 6 Aeq. Kohlenstoff, die mit diesem Stickstoff verbunden waren, in einer andern Form ausgetreten, wie die übrigen zwei Atome, die wir im harnsauren Ammoniak wiederfinden.

Wir wissen nun mit zweifelloser Gewissheit, daß dieser Kohlenstoff aus Haut und Lunge ausgetreten ist und zwar konnte dies nur geschehen in der Form einer Sauerstoffverbindung.

Die Excremente eines Bussards, der mit Rindfleisch gefüttert worden, aus der Kloake genommen, bestanden der Untersuchung nach (L. Gmelin u. Tiedemann) aus harnsaurem Ammoniak. Ebenso sind die Faeces bei Löwen und Tigern sparsam und trocken, sie enthalten der Hauptsache nach Knochen- erde und nur Spuren von kohlenstoffhaltigen Materien, aber ihr Harn enthält kein harnsaures Ammoniak, sondern Harnstoff, eine Verbindung, welche Stickstoff und Kohlenstoff im Verhältniß wie im neutralen kohlen- sauren Ammoniak enthält.

Angenommen, daß ihre Nahrung (Fleisch etc.) Stickstoff und Kohlenstoff in dem Verhältniß wie 1 : 8 enthielt, so finden wir in dem Harn beide nur in dem Verhältniß wie 1 : 1 wieder, ein kleineres Verhältniß von Kohlenstoff also, wie bei den Schlangen, in denen der Respirationsact bei weitem weniger thätig ist.

Aller Kohlenstoff und Wasserstoff, den die Nahrung dieser Thiere mehr enthielt, als wir in ihren Excrementen wieder finden, sie sind, als Kohlensäure und Wasser, durch den Respirationsproceß verschwunden.

Hätten wir das verzehrte Thier in einem Ofen verbrannt, so würde die vorangegangene Veränderung nur der Form der Stickstoffverbindungen nach eine andere gewesen seyn.

Den Stickstoff würden wir als kohlensaures Ammoniak, den übrigen Kohlenstoff als Kohlensäure, den übrigen Wasserstoff als Wasser wiederbekommen haben. Es würden die unverbrennlichen Theile als Asche, die unverbrannten als Ruß übrig geblieben seyn. Die festen Excremente sind aber nichts anders als die im Thierkörper unverbrennlichen, oder unvollkommen verbrannten Theile der Nahrung.

In dem Vorhergehenden ist angenommen worden, daß die Bestandtheile der von dem Thiere genossenen Nahrungsmittel, in seinem Organismus, in Folge des durch Lunge und Haut aufgenommenen Sauerstoffs, ihr Kohlenstoff in Kohlensäure, ihr Wasserstoff und ihr Stickstoff in eine chemische Verbindung, welche die Elemente des kohlen sauren Ammoniaks enthält, übergehen.

Diese Voraussetzung ist nur der äußeren Erscheinung nach wahr, in der That erlangt nach einer gewissen Zeit der Thierkörper sein ursprüngliches Gewicht wieder, sein Gehalt an Kohlenstoff und den andern Elementen, hat in seinem Körper nicht zugenommen, es ist genau so viel Kohlenstoff, Stickstoff, Wasserstoff etc. wieder ausgetreten, als ihm davon in der Speise zugeführt wurde. Aber nichts kann gewisser seyn, als daß der ausgetretene Kohlenstoff, Stickstoff und Wasserstoff nicht von der Speise herrührt, wenn sie auch der Quantität nach, den zugeführten gleich waren.

Es ist aller Vernunft entgegen, wenn man annehmen wollte, die Stillung des Hungers, das Bedürfnis nach Speise habe keinen andern Zweck, als die Erzeugung von Harnstoff, Harnsäure, Kohlensäure und den andern Excrementen, von Materien, die der Körper ausstößt, in seiner Haushaltung also zu nichts verwendet.

Die Speisen dienen in dem erwachsenen Thiere zum Ersatz an verbrauchtem Stoff, gewisse Theile der Organe haben ihren Zustand des Lebens verloren, sie sind aus der Substanz der Organe ausgetreten, sie haben sich zu neuen und zwar formlosen Verbindungen umgesetzt.

Die Speise des Fleischfressers wurde zur Blutbildung verwendet und aus dem neuerzeugten Blute haben sich die umgesetzten Organe wieder neu gebildet. Der Kohlenstoff und Stickstoff der Nahrung, sie sind zu Bestandtheilen des Organismus geworden.

Eben so viel Kohlenstoff und Stickstoff, als die Organe abgegeben haben, genau so viel ist ihnen durch das Blut und in letzter Form durch die Speise wieder ersetzt worden.

Wo sind denn aber, kann man fragen, die neuen Verbindungen hingekommen, welche durch die Umsetzung der Bestandtheile der Organe, der Muskelfaser, der Substanz der Membranen und Zellen, der Nerven- und Gehirnsubstanz, entstanden sind?

Diese neuen Verbindungen, sie konnten keinen Moment, insofern sie löslich waren, an dem Platze beharren, wo sie entstanden sind, denn eine sehr wohlbekannte Thätigkeit, die Blutcirculation nämlich, widersetzt sich diesem Beharren.

Durch die Erweiterung des Herzens, in dem sich zwei Systeme von Kanälen vereinigen, welche sich in ein unendlich feines Netzwerk von Röhren durch alle Theile des Thierkörpers hin verzweigen, entsteht abwechselnd ein luftleerer Raum, in dessen unmittelbarer Folge, durch den äußeren atmosphärischen Druck, alle Flüssigkeiten, die in dieses Röhrensystem gelangen können, nach der einen Seite des Herzens hin mit großer Gewalt getrieben werden. Diese Bewegung wird bei der Zusammenziehung des Herzens durch einen von dem Gewichte der Atmosphäre unabhängigen Druck aufs kräftigste unterstützt.

Wir haben mit einem Worte in dem Herzen eine Druckpumpe, durch welche artielles Blut in alle Theile des Körpers getrieben wird und eine Saugpumpe, durch welche alle Flüssigkeiten, von welcher Beschaffenheit sie auch seyn mögen, sobald sie in das Röhrensystem der Saugadern, die sich mit den Venen vereinigen, gelangen können, nach dem Herzen hin geführt werden. Diese Aufsaugung in Folge des im Herzen entstandenen luftleeren Raums, ist ein rein mechanischer Akt, der sich, wie bemerkt, auf flüssige Stoffe jeder Art, Salzauflösungen, Gifte etc. erstreckt. Es ist nun einleuchtend, dafs durch das Einströmen des arteriellen Blutes in die Capillargefäße, alle dort vorhandenen Flüssigkeiten, sagen wir die löslichen Verbindungen, die durch die Umsetzung der Gebilde entstanden sind, eine Bewegung nach dem Herzen hin empfangen müssen.

Diese Materien können zur Neubildung der nämlichen Organe, aus denen sie entstanden sind, nicht verwendet werden, sie gelangen durch das Saug- und Lymphgefäßsystem in die Venen, wo ihre Anhäufung dem Ernährungsproceß eine sehr rasche Grenze setzen würde, wenn sich dieser Ansammlung nicht zwei ganz besonders zu diesem Zwecke eingerichtete Filtrirapparate widersetzen würden.

Das venöse Blut nimmt, ehe es zum Herzen gelangt, seinen Weg durch die Leber und die Nieren, welche alle für den Ernährungsproceß untauglichen Stoffe davon scheiden.

Die neuentstandenen Verbindungen, welche den Stickstoff der umgesetzten Organe enthalten, sie sammeln sich in der Harnblase an und treten, indem sie einer weiteren Verwendung durchaus unfähig sind, aus dem Körper aus.

Alle andern, welche den Kohlenstoff der umgesetzten Gebilde enthalten, sammeln sich in Gestalt einer löslichen, mit Wasser in allen Verhältnissen mischbaren Natronverbindung in der Gallenblase an, aus der sie sich im Duodenum mit dem Speisebrei wieder mischen. Alle Theile der Galle, die ihre Lös-

lichkeit in dem Verdauungsproceß nicht verlieren, kehren während der Verdauung frisch genossener Nahrung, im unendlich fein zertheilten Zustande wieder in den Körper zurück. Das Natron der Galle, so wie alle durch schwache Säuren nicht fällbaren kohlenstoffreichen Bestandtheile (diese betragen $\frac{99}{100}$ aller übrigen), behalten ihre Fähigkeit durch die Sanguinalen des Dünndarms und Dickdarms wieder resorbirt zu werden, unverändert bei. Ja diese Fähigkeit ist direct beweisbar durch Gallehaltige Klystiere, deren Gallegehalt mit der Flüssigkeit im Mastdarm verschwindet.

Die stickstoffhaltigen Verbindungen, welche in Folge der Umsetzung der Gebilde entstanden, wir wissen genau, daß sie, durch die Nieren von dem venösen Blute geschieden, als einer weiteren Veränderung durchaus unfähig, aus dem Körper treten, aber die kohlenstoffreichen Produkte, sie kehren in den Körper des fleischfressenden Thieres zurück.

Die Nahrung des fleischfressenden Thieres ist identisch mit den Hauptbestandtheilen seines Körpers; die Metamorphosen, welche seine Gebilde erfahren, sie müssen identisch seyn mit den Veränderungen, welche in ihren Lebensakten, ihre Nahrungsmittel erleiden.

Das verzehrte Fleisch und Blut giebt seinen Kohlenstoff zur Unterhaltung des Respirationsprocesses her, seinen Stickstoff erhalten wir als Harnstoff oder Harnsäure wieder. Ehe aber diese letzte Veränderung erfolgt, wird das todtte Fleisch und Blut zu lebendigem Fleisch und Blut, und es ist im eigentlichen Sinne der Kohlenstoff der durch Umsetzung der lebenden Gebilde entstandenen Verbindungen, welcher zur Hervorbringung der thierischen Wärme dient.

Die Speise des Fleischfressers verwandelt sich in Blut, das Blut ist bestimmt zur Reproduktion der Organe, durch die Blutcirculation wird ein Strom von Sauerstoff allen Theilen des Körpers zugeführt. Die Träger dieses Sauerstoffs, die Blutkörper-

chen, welche nachweisbar keinen Antheil an dem Nutritionsprocesse nehmen, geben ihn beim Durchgang durch die Capillargefäße wieder ab. Dieser Sauerstoffstrom begegnet auf diesem Wege den durch die Umsetzung der Gebilde entstandenen Verbindungen, er verbindet sich mit ihrem Kohlenstoff zu Kohlensäure, mit ihrem Wasserstoff zu Wasser und alles was diesen Oxydationsproceß nicht erlitten hat, kehrt in der Form von Galle wieder in den Körper zurück, welche nach und nach völlig verschwindet.

Bei den Fleischfressern enthält die Galle den Kohlenstoff der umgesetzten Gebilde, dieser Kohlenstoff verschwindet in dem thierischen Körper, die Galle verschwindet in dem Lebensproceß, ihr Kohlenstoff tritt als Kohlensäure, ihr Wasserstoff als Wasser durch Haut und Lunge aus; es ist klar, die Bestandtheile der Galle dienen zur Respiration und zur Hervorbringung der animalischen Wärme. Alle Theile der Nahrung der Fleischfresser sind fähig in Blut überzugehen, ihre Excremente enthalten nur anorganische Substanz (Knochenerde etc.) und was wir an organischen Stoffen diesen beigemischt finden, sind lediglich Excretionen, welche den Durchgang durch die Eingeweide vermitteln. Bei den fleischfressenden Thieren enthalten die Excremente keine Galle, kein Natron; keine Spur einer der Galle ähnlichen Substanz wird von Wasser daraus aufgenommen, die Galle ist aber in allen Verhältnissen darin löslich und damit mischbar.

Ein Mensch secernirt nach den Beobachtungen der Physiologen täglich 17—24 Unzen Galle, ein großer Hund 36 Unzen, ein Pferd 37 ℔ (Burdach's Physiologie 5r Band S. 260). Wo ist, kann man fragen, diese Galle hingekommen, da sie durch den Mastdarm und die Harnblase nicht austritt?

Ohne die Frage über den Antheil, den die Galle an den Lebensprocessen nimmt, hier einer erschöpfenden Erörterung zu unterwerfen, geht, wie bemerkt, aus der einfachen Vergleichung der Nahrung eines fleischfressenden Thieres mit den letzten Producten, in die sie verwandelt wird, hervor, daß

aller Kohlenstoff, der sich nicht im Harn befindet, in der Form von Kohlensäure ausgetreten ist.

Dieser Kohlenstoff stammte aber von der Substanz der umgesetzten Gebilde und dieses festgesetzt löst sich die Frage über die Nothwendigkeit des Vorhandenseyns von kohlenstoffreichen und stickstofflosen Materien in der Nahrung der jugendlichen Carnivoren und der pflanzenfressenden Thiere, auf eine höchst einfache Weise.

Es ist eine unbestreitbare Thatsache, dafs in einem *erwachsenen* fleischfressenden Thiere, was an Gewicht von Tag zu Tag weder merklich zunimmt, noch abnimmt, Nahrung, Umsetzung der Gebilde und Sauerstoffverbrauch in einem ganz bestimmten Verhältnisse zu einander stehen.

Der Kohlenstoff der entwichenen Kohlensäure, der des Harns, der Stickstoff des Harns und der Wasserstoff, welcher als Ammoniak und Wasser austritt, diese Elemente zusammen genommen müssen dem Gewicht nach vollkommen gleich seyn, dem Kohlenstoff, Wasserstoff und Stickstoff der umgesetzten Gebilde, und, insofern diese durch die Nahrung genau ersetzt worden sind, dem Kohlenstoff, Stickstoff und Wasserstoff der Nahrung. Wäre dieß nicht der Fall, so würde das Gewicht des Thieres sich nicht gleich bleiben können.

Das Gewicht des sich entwickelnden jungen fleischfressenden Thieres bleibt sich aber nicht gleich, es nimmt im Gegentheile von Tag zu Tag um eine bestimmbare Gröfse zu.

Diese Thatsache setzt voraus, dafs der Assimilationsprocefs in dem jugendlichen Thiere stärker, intensiver ist, als der Procefs der Umsetzung der vorhandenen Gebilde. Wären beide Thätigkeiten gleich, so könnte ihr Gewicht nicht zunehmen, wäre der Verbrauch gröfser, so müfste sich ihr Gewicht vermindern.

Der Blutumlauf ist in dem jungen Thiere aber nicht schwächer, er ist im Gegentheil beschleunigter, die Athembewegungen sind rascher und bei gleichem Volum mufs der Sauerstoffver-

brauch eher gröfser als kleiner seyn, wie bei erwachsenen Thieren. Aber da die Umsetzung der Gebilde langsamer vor sich geht, so würde es an denjenigen Materien fehlen, deren Kohlenstoff und Wasserstoff sich zur Verbindung mit dem Sauerstoff eignet, denn es sind ja bei den fleischfressenden Thieren die neuen Verbindungen, welche aus der Umsetzung der Organe entstanden, welche die Natur zum Widerstande gegen den einwirkenden Sauerstoff und zur Hervorbringung der animalischen Wärme bestimmt hat. Was also an diesem Widerstande fehlt, setzt eine bewunderungswürdige Weisheit dem jungen Thiere in seiner Nahrung zu.

Der Kohlenstoff und Wasserstoff der Butter, der Kohlenstoff des Milchzuckers, aus welchen kein Bestandtheil zu Blut, zu Fibrin und Albumin werden kann, sie sind zur Unterhaltung des Respirationsprocesses in einem Lebensalter bestimmt, wo ein stärkerer Widerstand sich der Metamorphose der vorhandenen Gebilde entgegensetzt, der Erzeugung von Stoffen also, welche im erwachsenen Zustande in völlig ausreichender Menge produziert werden.

Das junge Thier empfängt seine Blutbestandtheile in dem Casein der Milch, eine Umsetzung der vorhandenen Gebilde geht vor sich, denn Gallen- und Harnsekretion finden statt, die Substanz der umgesetzten Gebilde tritt in der Form von Harn und von Kohlensäure und Wasser aus ihrem Körper, allein die Butter und der Milchzucker der Milch sind ebenfalls verschwunden, sie lassen sich in den Faeces nicht nachweisen.

Butter und Milchzucker sind in der Form von Wasser und Kohlensäure ausgetreten und ihre Verwandlung in Sauerstoffverbindungen beweist aufs klarste, dafs weit mehr Sauerstoff aufgenommen wurde, als nöthig war, um mit dem Kohlenstoff und Wasserstoff der umgesetzten Gebilde, Kohlensäure und Wasser zu bilden.

Die in dem Lebensprocefs des jungen Thieres vor sich ge-

hende Veränderung und Umsetzung der Gebilde liefert demgemäß in einer gegebenen Zeit weit weniger Kohlenstoff und Wasserstoff in der zur Respiration geeigneten Form, als dem aufgenommenen Sauerstoff entspricht, die Substanz der Organe selbst würde einen rascheren Stoffwechsel erfahren, sie würde der Einwirkung des Sauerstoffs unterliegen müssen, wenn der fehlende Kohlenstoff und Wasserstoff von einer anderen Quelle nicht geliefert werden würde.

Die fortschreitende Zunahme an Masse, die freie und ungehinderte Entwicklung der Organe des jungen Thieres, sie wird also durch die Gegenwart fremder Materien bedingt, die in dem Ernährungsproceß keine andere Rolle spielen, als daß sie die neu sich bildenden Organe vor der Einwirkung des Sauerstoffs schützen, ihre Bestandtheile sind es, die sich mit dem Sauerstoff verbinden; ohne zu unterliegen, würden die Organe selbst diesen Widerstand nicht übernehmen können, d. h. eine Zunahme an Masse, bei gleichem Sauerstoffverbrauch, würde schlechterdings unmöglich seyn.

Ueber den Zweck, zu welchem die Natur der Nahrung der jungen Säugthiere stickstofffreie Materien zugesetzt hat, die sein Organismus zur eigentlichen Ernährung, zur Blutbildung nicht verwenden kann, Materien, die zur Unterhaltung seiner Lebensfunktion im erwachsenen Zustande völlig entbehrlich sind, kann man nach dem Vorhergehenden nicht zweifelhaft seyn. Bei den fleischfressenden Vögeln ist der Mangel aller Bewegung offenbar ein Grund eines verminderten Stoffwechsels.

Der Ernährungsproceß der fleischfressenden Thiere stellt sich mithin in zwei Formen dar, von denen wir die eine Form in den gras- und körnerfressenden Thieren wiederkehren sehen.

Bei dieser Thierklasse beobachten wir, daß während ihrer ganzen Lebensdauer ihre Existenz an die Aufnahme von Stoffen geknüpft ist, welche eine dem Milchzucker gleiche oder ähnliche Zusammensetzung besitzen. Allem was sie genießen, ist jeder-

zeit eine gewisse Quantität von Amylon (Stärke), oder Gummi, oder Zucker, oder Pektin beigemischt.

Die am meisten verbreitete Substanz dieser Klasse ist das Amylon; es findet sich in Wurzeln, Samen, in den Stengeln, in dem Holzkörper, abgelagert in der Form von rundlichen oder ovalen Körnchen, welche nur in der Gröfse, aber keineswegs in der chemischen Zusammensetzung von einander abweichen. Wir finden in einer und derselben Pflanze, in den Erbsen z. B. Stärkemehl von ungleicher Gröfse, in dem ausgepressten Saft von Erbsenstengeln haben die sich absetzenden Stärkekörnchen einen Durchmesser von $\frac{1}{200}$ bis $\frac{1}{150}$ Millimeter, während die Stärkekörnchen der Samenlappen drei bis viermal gröfser sind. Vor allen andern sind die Stärkekörnchen der Pfeilwurzel und der Kartoffel ausgezeichnet durch ihre Gröfse, die des Reises und des Weizens durch ihre Kleinheit.

Es ist wohlbekannt, dafs durch sehr verschiedene Einwirkungen das Stärkemehl übergeführt werden kann in Zucker; diefs geschieht in dem Keimungsprocefs (in dem Malzprocefs), und namentlich durch die Einwirkung von Säuren. Die Ueberführung des Stärkemehls in Zucker wird, wie sich durch die Analyse darthun läfst, durch eine einfache Aufnahme der Bestandtheile des Wassers bewirkt.

Allen Kohlenstoff der Stärke, wir bekommen ihn in dem Zucker wieder, es ist keiner ihrer Bestandtheile ausgetreten, und aufser den Elementen von Wasser, ist kein fremdes Element hinzugetreten.

In sehr vielen, namentlich fleischigen Früchten, die im unreifen Zustande sauer und herbe, im reifen hingegen süfs sind, wie in den Aepfeln und Birnen, entsteht der Zucker aus dem Amylon, was diese Früchte enthalten.

Wenn man unreife Aepfel oder Birnen auf einem Reibeisen in einen Brei verwandelt und diesen auf einem feinen Sieb mit Wasser auswascht, so setzt sich aus der trüben ablaufenden

Flüssigkeit ein höchst feines Stärkmehl ab, von dem man in den sogenannten reifen Früchten keine Spur mehr wahrnimmt. Manche von diesen Obstsorten werden auf dem Baume süß (Sommer-Birnen, -Äpfel), andere hingegen erst einige Zeit nachher, wenn sie, vom Baume genommen, aufbewahrt werden. Dieses sogenannte Nachreifen, wie man dieses Süßwerden nennt, ist ein rein chemischer Proceß, der mit dem Pflanzenleben nichts zu thun hat. Mit dem Aufhören der Vegetation ist die Frucht zur Fortpflanzung geeignet, d. h. der Kern ist völlig reif, allein die fleischige Hülle unterliegt von diesem Zeitpunkte an, der Einwirkung der Atmosphäre, sie nimmt wie alle verwesenden Substanzen Sauerstoff auf und es trennt sich von ihrer Substanz eine gewisse Menge kohlenstoffsaures Gas.

Ähnlich nun wie die Stärke in faulendem Kleister, oder durch verwesenden Kleber in Zucker übergeführt wird, verwandelt sich das Amylon der genannten verwesenden Früchte in Traubenzucker, sie werden in dem Verhältniß süßer, als sie mehr Stärke enthalten.

Zwischen Amylon und Zucker findet nach dem Vorervähnten ein ganz bestimmter Zusammenhang statt; durch eine Menge chemischer Actionen, welche auf die Elemente des Amylons keine andere Wirkung äußern, als daß sie die Richtung ihrer gegenseitigen Anziehung ändern, sind wir im Stande, das Amylon in Zucker und zwar in Traubenzucker überzuführen.

Der Milchzucker verhält sich in vielen Beziehungen ähnlich wie das Amylon, er ist für sich der weingeistigen Gährung nicht fähig, er erlangt die Eigenschaft in Alkohol und Kohlensäure zu zerfallen, wenn er mit einer gährenden Materie (dem faulenden Käse in der Milch) bei Gegenwart von Wasser einer höheren Temperatur ausgesetzt wird. In diesem Fall verwandelt er sich zuerst in Traubenzucker; die nämliche Verwandlung erfährt der Milchzucker, wenn er mit Säuren, mit Schwef-

felsäure z. B., bei gewöhnlicher Temperatur in Berührung gelassen wird.

Das Gummi hat eine dem Rohrzucker gleiche procentische Zusammensetzung, es unterscheidet sich von den Zuckerarten und dem Amylon, insofern ihm die Fähigkeit abgeht, durch den Proceß der Fäulniß in Weingeist und Kohlensäure zu zerfallen; gährenden Substanzen zugesetzt, erleidet es keine merkliche Veränderung, woraus man mit einiger Wahrscheinlichkeit schließen kann, daß seine Elemente in der Ordnung, in welcher sie vereinigt sind, mit einer stärkeren Kraft zusammengehalten sind, wie die Elemente der verschiedenen Zuckerarten.

Einen gewissen Zusammenhang zeigt das Gummi übrigens mit dem Milchzucker, beide geben nämlich bei Behandlung mit Salpetersäure einerlei Oxydationsproducte, nämlich Schleimsäure, die sich unter denselben Bedingungen aus den Zuckerarten nicht darstellen läßt.

Wenn wir, um die Aehnlichkeit in der Zusammensetzung dieser verschiedenen Materien, welche in dem Ernährungsproceß der pflanzenfressenden Thiere eine so wichtige Rolle übernehmen, noch mehr hervortreten zu machen, 1 Aequivalent Kohlenstoff mit C (= 75,8 Kohlenstoff) und 1 Aequivalent Wasser mit Aqua (= 112,4) bezeichnen, so erhalten wir für die Zusammensetzung der genannten Substanzen folgende Ausdrücke:

$$\text{Amylon} = 12 \text{ C} + 10 \text{ aq.} (= 12 \times 75,8 + 10 \times 112,4).$$

$$\text{Rohrzucker} = 12 \text{ C} + 10 \text{ aq.} + \text{aq.}$$

$$\text{Gummi} = 12 \text{ C} + 10 \text{ aq.} + \text{aq.}$$

$$\text{Milchzucker} = 12 \text{ C} + 10 \text{ aq.} + 2 \text{ aq.}$$

$$\text{Traubenzucker} = 12 \text{ C} + 10 \text{ aq.} + 4 \text{ aq.}$$

Auf die nämliche Anzahl von Aequivalenten Kohlenstoff enthält also das Amylon 10 Aeq. Wasser, der Rohrzucker und das Gummi 11 Aequivalente, der Milchzucker 12 und der kry-

stallisirte Traubenzucker 14 Aequivalente Wasser, oder der Bestandtheile des Wassers.

In diesen verschiedenen Substanzen, welche in der Nahrung der pflanzenfressenden Thiere niemals fehlen, ist also den stickstoffhaltigen Bestandtheilen derselben, dem Pflanzen-Albumin, -Fibrin, -Casein, woraus sich ihr Blut bildet, im strengsten Sinne nur eine gewisse Quantität von Kohlenstoff im Ueberschusse zugesetzt, der in ihrem Organismus zur Erzeugung von Fibrin und Albumin schlechterdings nicht verwendet werden kann, weil ihre stickstoffhaltigen Nahrungsstoffe den zur Blutbildung erforderlichen Kohlenstoff schon enthalten und das Blut in dem Leibe der fleischfressenden Thiere erzeugt wird, ohne Mitwirkung dieses Ueberschusses von Kohlenstoff.

Auf eine klare und überzeugende Weise stellt sich der Antheil heraus, den diese stickstofffreien Materien an dem Nutritionproceß der pflanzenfressenden Thiere nehmen, wenn wir die verhältnißmäßig so geringe Menge Kohlenstoff in Betrachtung ziehen, die sie in ihren stickstoffhaltigen Nahrungsmitteln genießen; sie steht durchaus in keinem Verhältniß zu dem durch Lunge und Haut aufgenommenen und verbrauchten Sauerstoff.

Ein Pferd kann z. B. in vollkommen gutem Zustande erhalten werden, wenn ihm täglich 15 $\mathfrak{H}$ Heu und 4 $\frac{1}{2}$ $\mathfrak{H}$ Hafer zur Nahrung gegeben werden. Wenn wir uns nun den ganzen Gehalt dieser Nahrungsstoffe an Stickstoff, so wie ihn die Elementaranalyse festgesetzt hat (Heu 1,5 pCt., Hafer 2,2 pCt.) rückwärts in Blut, nämlich in Fibrin und Albumin, mit dem ganzen Wassergehalt des Blutes (80 pCt.) verwandelt denken, so empfängt das Pferd täglich nur 8 $\frac{8}{10}$ Loth Stickstoff, welche etwas über 8 $\mathfrak{H}$ Blut entsprechen. Mit diesem Stickstoff hat aber das Thier, in den andern Bestandtheilen, welche damit verbunden waren, nur 28 $\frac{8}{10}$ Loth Kohlenstoff empfangen.

Ohne weitere Rechnung anzustellen, wird Jedermann zugeben, daß das Luftvolum, was ein Pferd ein- und ausathmet, daßs

die Menge des von ihm verzehrten Sauerstoffgases und in dessen Folge die Menge des ausgetretenen Kohlenstoffs, weit größer ist, wie beim Respirationsproceß des Menschen. Nun verbraucht aber ein erwachsener Mensch täglich nahe an 28 Loth Kohlenstoff und die Bestimmung von Boussingault, wonach ein Pferd täglich 158 Loth ausathmet, kann von der Wahrheit nicht sehr entfernt seyn.

In den stickstoffhaltigen Bestandtheilen seiner Nahrung erhält das Pferd mithin nur etwas mehr, wie den fünften Theil des Kohlenstoffs, den sein Organismus zur Unterhaltung des Respirationsprocesses bedarf, und wir sehen, daß die Weisheit des Schöpfers allen seinen Nahrungsmitteln ohne Ausnahme die übrigen $\frac{4}{5}$ Kohlenstoff, welche in den stickstoffhaltigen Bestandtheilen fehlen, in mannigfaltigen Formen, als Amylon, Zucker u. s. w. zugesetzt hat, welche das Thier, ohne der Einwirkung des Sauerstoffs zu unterliegen, nicht entbehren kann.

Es ist offenbar, daß in dem Organismus des pflanzenfressenden Thieres, dessen Nahrung eine verhältnißmäßig so kleine Menge seiner Blutbestandtheile enthält, der Akt der Umsetzung der vorhandenen Gebilde, daß demzufolge ihre Erneuerung, die Reproduktion derselben, bei weitem minder rasch vor sich geht, wie bei den fleischfressenden Thieren, denn wäre dieß der Fall, so würde eine tausendmal reichere Vegetation zu ihrer Ernährung nicht hinreichen: Zucker, Gummi, Amylon, würden keine Bedingungen zur Erhaltung ihres Lebens seyn, eben weil die kohlenstoffhaltigen Produkte der Umsetzung ihrer Organe für den Respirationsproceß hinreichen würden.

Der fleischessende Mensch bedarf zu seiner Erhaltung und Ernährung eines ungeheuren Gebietes, weiter und ausgedehnter noch, wie der Löwe und Tiger, weil er, wenn die Gelegenheit sich darbietet, tödtet, ohne zu genießen.

Ein Nation von Jägern auf einem begrenzten Flächenraum

ist der Vermehrung durchaus unfähig, der zum Athmen unentbehrliche Kohlenstoff muß von den Thieren genommen werden, von denen auf der gegebenen Fläche nur eine beschränkte Anzahl leben kann. Diese Thiere sammeln von den Pflanzen die Bestandtheile ihrer Organe und ihres Blutes, und liefern sie den von der Jagd lebenden Indianern, die sie unbegleitet von den stickstofffreien Substanzen genießen, welche während der Lebensdauer des Thieres seinen Respirationprocess unterhielten; es ist bei dem fleischessenden Menschen der Kohlenstoff des Fleisches, welcher das Amylon, den Zucker ersetzen muß.

In fünfzehn Pfund Fleisch ist aber nicht mehr Kohlenstoff enthalten, wie in 4 Pfund Amylon, und während der Indianer mit einem einzigen Thier und einem ihm gleichen Gewichte Amylon, eine gewisse Anzahl von Tagen hindurch sein Leben und seine Gesundheit würde erhalten können, muß er, um den für diese Zeit, für seine Respiration unentbehrlichen Kohlenstoff zu erhalten, 5 Thiere verzehren.

Man sieht leicht, in welchem engen Verbande die Vermehrung des Menschengeschlechtes mit dem Ackerbau steht. Der Anbau der Culturpflanzen hat zuletzt keinen andern Zweck, als die Hervorbringung eines Maximums der zur Assimilation und Respiration dienenden Stoffe, auf dem möglichst kleinsten Raume. Die Getreide- und Gemüsepflanzen liefern uns in dem Amylon, dem Zucker, Gummi, nicht nur den Kohlenstoff, der unsere Organe vor der Einwirkung des Sauerstoffs schützt, und in dem Organismus die zum Leben unentbehrliche Wärme erzeugt, sondern in dem Pflanzenfibrin, -Albumin und -Casein noch überdies unser Blut, aus dem sich die übrigen Bestandtheile des Körpers entwickeln.

Der fleischessende Mensch athmet, wie das fleischfressende Thier auf Kosten der Materien, die durch die Umsetzung seiner Organe entstanden sind, und ähnlich wie der Löwe, der Tiger,

die Hyäne in den Kästen unserer Menagerien, durch unaufhörliche Bewegung den Umsatz ihrer Gebilde beschleunigen müssen, um den zur Respiration nöthigen Stoff zu erzeugen, muß sich der Indianer, des nämlichen Zweckes wegen, den größten Anstrengungen und mühevollsten Beschwerden unterziehen; er muß Kraft verbrauchen, lediglich um Stoff zum Athmen zu schaffen.

Die Cultur ist die Oekonomie der Kraft, die Wissenschaft lehrt uns die einfachsten Mittel erkennen, um mit dem geringsten Aufwand von Kraft, den größten Effect zu erzielen, und mit gegebenen Mitteln ein Maximum von Kraft hervorzubringen. Eine jede unnütze Kraftäußerung, eine jede Kraftverschwendung in der Agricultur, in der Industrie und der Wissenschaft, so wie im Staate, characterisirt die Rohheit oder den Mangel an Cultur.

Die Vergleichung der Zusammensetzung des Urins der fleisch- und pflanzenfressenden Thiere, zeigt auf eine evidente Weise, daß der Act der Umsetzung der Gebilde in beiden in der Zeit und Form verschieden ist.

Der Harn der fleischfressenden Thiere ist sauer, wir haben darin alkalische Basen mit Harnsäure, mit Phosphorsäure und Schwefelsäure vereinigt. Wir wissen genau, aus welcher Quelle diese beiden Säuren stammen. Alle Gebilde, bis auf Zellen und Membranen, enthalten Phosphorsäure und Schwefel, der durch den Sauerstoff des arteriellen Blutes in Schwefelsäure verwandelt wird. In den verschiedenen Flüssigkeiten des Thierkörpers finden wir nur Spuren von phosphorsauren oder schwefelsauren Salzen, aber in dem Harn finden wir beide in reichlicher Menge. Es ist klar, sie stammen beide von dem Phosphor und Schwefel der Gebilde, die sich umgesetzt haben; sie gelangen als lösliche Salze in das venöse Blut und werden bei ihrem Durchgang durch die Nieren davon geschieden.

Der Harn der grasfressenden Thiere ist alkalisch; er enthält kohlenensaures Alkali in überwiegender Menge und eine so

geringe Menge von phosphorsaurem Alkali, daß sie von den meisten Beobachtern übersehen worden ist.

Der Mangel, oder wenn man will die Abwesenheit der phosphorsauren Alkalien in dem Harn der grasfressenden Thiere, zeigt offenbar, wie langsam die Gebilde in dieser Thierklasse sich umsetzen, denn wenn wir annehmen, ein Pferd verzehre eine dem Gehalte des Stickstoffs ($8\frac{1}{10}\%$ Loth) in seinen Nahrungsmitteln entsprechende Menge Pflanzenfibrin oder -Albumin und wenn wir den umgesetzten Theil der Gebilde gleichsetzen dem neugebildeten, so ist die Quantität der Phosphorsäure, die wir in dem Urin (in 3 Pfund, dem täglichen Abgang) finden müßten, nicht so klein, daß sie nicht mit Leichtigkeit durch die Analyse nachweisbar wäre (sie betrüge nach dieser Voraussetzung nahe an $0,8$ pCt.), allein wie bemerkt, die meisten Beobachter haben keine Phosphorsäure darin auffinden können.

Die Phosphorsäure, welche in Folge der Umsetzung der Gebilde in der Form von löslichem phosphorsauren Alkali erzeugt wird, sie kehrt offenbar bei diesen Thieren in den Organismus zurück, der sie zur Bildung der Gehirn- und Nervensubstanz nicht entbehren kann.

Bei den pflanzenfressenden Thieren, die eine verhältnißmäßig so kleine Quantität von Phosphor oder phosphorsauren Salzen genießen, sammelt der Organismus offenbar alle durch die Umsetzung der Gebilde erzeugten löslichen phosphorsauren Salze, und verwendet sie zur Ausbildung der Knochen und der phosphorhaltigen Bestandtheile des Gehirns; die Secretionsorgane scheiden sie von dem Blute nicht ab. Ihre Excremente enthalten nur unlösliche phosphorsaure Erden.

Vergleichen wir die Fettbildung im Thierkörper, die Fähigkeit der Zunahme an Masse, die Kraft der Assimilation in den gras- und fleischfressenden Thieren, so führen die gewöhnlichsten Beobachtungen auf einen großen Unterschied.

Eine Spinne, welche mit dem größten Heißhunger das Blut der ersten Fliege aussaugt, wird durch die zweite und dritte Fliege in ihrer Ruhe nicht gestört; eine Katze frisst die erste, vielleicht die zweite Maus, und wenn sie auch die dritte tödtet, sie wird von ihr nicht verzehrt. Ganz ähnliche Beobachtungen hat man an Löwen und Tigern gemacht; sie verzehren ihre Beute erst dann, wenn sich in ihnen das Bedürfnis des Hungers regt. Zur bloßen Erhaltung bedürfen die fleischfressenden Thiere an sich einer geringeren Menge von Nahrung schon deshalb, weil ihre Haut keine Schweissporen hat, weil sie also bei gleichem Volum weit weniger Wärme verlieren, als die Grasfresser, welche die verlorne Wärme durch die Nahrung ersetzen müssen.

Wie ganz anders zeigt sich die Stärke und Intensität des vegetativen Lebens bei den pflanzenfressenden Thieren! Ein Schaf, eine Kuh auf der Weide, sie fressen mit geringer Unterbrechung so lange die Sonne am Himmel steht. Ihr Organismus besitzt die Fähigkeit, alle Nahrung, die sie mehr genießen, in Bestandtheile ihres Körpers zu verwandeln.

Alles Blut, was mehr erzeugt wird, als zum Ersatz an verbrauchtem Stoff erforderlich ist, es wird zur Zelle und Muskelfaser; das pflanzenfressende Thier wird bei gesteigerter Nahrung fleischig oder feist, während das Fleisch des fleischfressenden ungenießbar, zähe und sehnartig bleibt.

Denken wir uns nur einen Hirsch, ein Reh oder einen Hasen, welche ähnliche Nahrungsmittel genießen, wie das Rindvieh oder Schaf, so ist es evident, daß bei Ueberfluß an Nahrung, ihre Zunahme an Masse (ihr Feistwerden) abhängig ist, von der Menge des genossenen Pflanzenalbumins, -Fibrins oder -Caseins. Bei einer freien ungehinderten Bewegung nehmen sie Sauerstoff genug auf, um den Kohlenstoff des genossenen Gummi's, des Amylons, des Zuckers und überhaupt aller löslichen stickstoffreichen Nahrungsmittel, verschwinden zu machen.

Ganz anders stellt sich dieses Verhältniß bei unsern Hausthieren, wenn wir bei reichlicher Nahrung die Abkühlung und Exhalationsprocesse hindern, wenn wir sie in unsern Ställen füttern, wo die freie Bewegung unterdrückt ist.

Das Thier, welches den Stall nicht verläßt, frist und ruht bloß, um zu verdauen, es nimmt in der Form von stickstoffhaltigen Stoffen weit mehr Nahrung auf, als es zur Reproduktion bedarf, und in gleicher Zeit mit diesen, genießt es weit mehr stickstofffreie Substanzen, als zur Unterhaltung des Respirationsprocesses und zum Ersatz an verlornen Wärme nöthig sind. Mangel an Bewegung und Abkühlung ist aber gleichbedeutend einem Mangel an Zufuhr von Sauerstoff; es nimmt, da diese vermindert sind, bei weitem weniger Sauerstoff auf, als zur Verwandlung des in der stickstofffreien Nahrung genossenen Kohlenstoffs in Kohlensäure erforderlich ist. Nur ein kleiner Theil dieses Ueberschusses von Kohlenstoff tritt aus dem Körper bei Pferden und dem Rindvieh in der Form von Hippursäure aus, alles übrige wird zur Erzeugung einer Materie verwendet, die sich nur in kleinen Quantitäten als Bestandtheil der Nerven und des Gehirns vorfindet.

Im normalen Zustand der Bewegung und Arbeit enthält der Urin des Rindviehs und Pferdes Benzoësäure (mit 14 At. Kohlenstoff), sobald es ruhig im Stalle steht, hingegen Hippursäure (mit 18 At. Kohlenstoff).

Das Fleisch der wilden Thiere ist fettlos, die Hausthiere dagegen bedecken sich bei der Mästung mit Fett.

Lassen wir das fette Thier in freier Luft sich bewegen oder schwere Lasten ziehen, so verschwindet wieder das Fett.

Es ist offenbar, die Fettbildung im Thierkörper wird bedingt durch ein Mißverhältniß in der Menge der genossenen Nahrungsmittel und des durch Lunge und Haut aufgenommenen Sauerstoffs.

Ein Schwein wird bei Mästung mit stickstoffreichen Nahrungsmitteln feist; bei Kartoffel- (Amylon-) Fütterung erhält es wenig Fleisch, aber eine Decke von Speck. Die Milch einer Kuh, welche bei Stall-Fütterung eine reichliche Menge Butter enthält, wird auf freier Weide an Käsestoff reicher und an Fett und Milchzucker in dem nämlichen Verhältniß ärmer. Durch Bier und amylohaltige Nahrung wächst der Buttergehalt der Frauenmilch; Fleischnahrung giebt weniger, aber an Käsestoff reichere Milch.

Wenn man erwägt, daß in der ganzen Thierklasse der Carnivoren, die außer dem verzehrten Fett, kein stickstoffreies Nahrungsmittel genießen, die Fettbildung im Körper höchst unbedeutend ist, daß sie auch bei diesen zunimmt (wie bei Katzen und Hunden), wenn sie gemischte Nahrung genießen, daß wir bei den andern Hausthieren die Fettbildung steigern können und zwar nur durch stickstofffreie Nahrungsmittel, so kann man kaum einen Zweifel hegen, daß die letzteren in einer ganz bestimmten Beziehung stehen müssen zur Fettbildung.

Dem natürlichen Gange der Naturforschung gemäß erschließen wir rückwärts aus den genossenen Nahrungsmitteln die entstandenen Gebilde, aus den stickstoffhaltigen Pflanzenstoffen die stickstoffhaltigen Bestandtheile des Blutes, und es ist diesem Gange völlig angemessen, die Beziehungen der stickstofffreien Nahrungsmittel zu den stickstofffreien Bestandtheilen des Thierkörpers festzustellen; ein enger Zusammenhang zwischen beiden kann nicht verkannt werden.

Vergleichen wir die Zusammensetzung des Milchzuckers, des Amylons und der andern Zuckerarten mit denen des Hammeltalg, Ochsentalg, Menschenfettes, so finden wir, daß sie einerlei Verhältniß Kohlenstoff und Wasserstoff enthalten und lediglich in dem Gehalte von Sauerstoff von einander abweichen.

Hammeltalg, Menschenfett, Schweineschmalz enthalten nach

den Analysen Chevreul's 79 pCt. Kohlenstoff auf 11,1 pCt., 11,4 pCt., 11,7 pCt. Wasserstoff.

Das Amylon enthält auf 44,91 Kohlenstoff 6,11 Wasserstoff;
Der Zucker und das Gummi 42,58 „ 6,37 „

Nun ist aber aus dem Folgenden einleuchtend, daß diese Zahlen, welche das relative Gewichtsverhältniß des Kohlenstoffs und Wasserstoffs im Amylon, im Zucker und im Gummi ausdrücken, zu einander in dem nämlichen Verhältniß stehen, wie der Kohlenstoff und Wasserstoff in den verschiedenen Fetten.

$$44,91 : 6,11 = 79 : 10,99$$

$$42,58 : 6,37 = 79 : 11,8$$

Es ist hieraus klar, daß durch ein einfaches Austreten von Sauerstoff, Amylon, Zucker und Gummi übergehen können in Fett, oder wenn man will in einen Körper, welcher genau die Zusammensetzung des Fettes besitzt. Nehmen wir in der That von der Formel des Amylon 9 Atome Sauerstoff hinweg, so haben wir in 100 Theilen:

$$C_{71} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 79,4$$

$$H_{20} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 10,8$$

$$O \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 9,8$$

Die nächste empirische Formel des Fettes ist $C_{11} H_{20} O$; sie giebt in 100 Theilen:

$$C_{11} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 78,9$$

$$H_{20} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 11,6$$

$$O \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 9,5$$

Nach dieser Formel würden sich von dem Amylon, die Elemente von 1 At. Kohlensäure und 7 Atome Sauerstoff getrennt haben.

Mit diesen beiden Formeln stimmt aber sehr nahe die von allen verseifbaren fetten Körpern überein.

Nehmen wir von drei Atomen Milchzucker $C_{36} H_{72} O_{36}$ die Elemente hinweg von 8 Atomen Wasser und lassen wir 27 Atome Sauerstoff austreten, so haben wir $C_{36} H_{64} O$, eine Formel, welche ein genauer Ausdruck ist, für die Zusammensetzung des Cholesterins.

Gleichgültig, welche Ansicht man auch über die Entstehung der fetten Bestandtheile des Thierkörpers haben mag, soviel ist unläugbar gewiss, daß die Wurzeln und Kräuter, welche die Kuh verzehrt, keine Butter enthalten, daß in dem Heu und der Nahrung des Rindviehs kein Ochsentalg, in der Kartoffelschlempe, welche die Schweine bekommen kein Schweineschmalz und in dem Futter der Gänse und des Geflügels kein Gänsefett oder Kapauenfett enthalten ist. Die großen Massen von Fett in dem Körper dieser Thiere erzeugt ihr Organismus und diese Thatsache ihrem wahren Werthe nach anerkannt, muß von den Bestandtheilen der genossenen Nahrung, eine gewisse Quantität Sauerstoff in irgend einer Form austreten, denn ohne eine solche Ausscheidung von Sauerstoff kann kein Fett aus keinem einzigen Bestandtheil der Nahrung gebildet werden.

Die chemische Analyse giebt auf die bestimmteste Weise zu erkennen, daß in den Nahrungsmitteln, die ein Thier verzehrt, sich eine gewisse Menge Kohlenstoff und Sauerstoff befinden, die in Aequivalenten ausgedrückt, folgende Reihe bilden.

Im Pflanzenfibrin. - Albumin, - Casein				sind enthalten auf 120 Aeq. Kohlenstoff 36 Aeq. Sauerstoff			
Im Amylon	"	"	" 120	"	"	100	" "
Im Rohrzucker	"	"	" 120	"	"	110	" "
Im Traubenzucker	"	"	" 120	"	"	140	" "
Im Gummi	"	"	" 120	"	"	110	" "
Im Milchzucker	"	"	" 120	"	"	120	" "

Nun sind aber in allen fetten Substanzen im Mittel
auf 120 Aeq. Kohlenstoff nur 10 Aeq. Sauerstoff enthalten.

Da nun der Kohlenstoff der fetten Bestandtheile des Thierkörpers von den Nahrungsmitteln stammt, indem es keine andere Quelle giebt, die ihn liefern könnte, so ist klar, in der Voraussetzung, das Fett entstehe aus Albumin, Fibrin oder Casein, daß für je 120 Aeq. Kohlenstoff, die sich als Fett abgelagert haben, 26 Aeq. Sauerstoff von den Bestandtheilen dieser Nahrungsmit-

tel austreten müssen, es ist ferner klar, daß wenn wir annehmen das Fett entstehe aus Amylon, so müssen 90 Aeq., aus Zucker 100, und aus Milchzucker 110 Aeq. Sauerstoff abgeschieden werden.

Es giebt also nur einen einzigen Weg, auf welchem die Fettbildung im Thierkörper möglich ist und dieser ist absolut der nämliche, auf welchem die Fettbildung in den Pflanzen vor sich geht, es ist eine Scheidung und Trennung des Sauerstoffs von den Bestandtheilen der Nahrungsmittel.

Der Kohlenstoff, den wir in den Samen und Früchten der Pflanzen in der Form von Oel und Fett abgelagert finden, er war früher ein Bestandtheil der Atmosphäre, er wurde als Kohlensäure von der Pflanze aufgenommen. Sein Uebergang in Fett wurde unter Mitwirkung des Lichtes durch die vegetative Lebensthätigkeit bewirkt, der größte Theil des Sauerstoffs dieser Kohlensäure kehrte als Sauerstoffgas in die Luft zurück.

Im Gegensatz zu dieser Lebensäußerung in der Pflanze wissen wir, daß der Thierorganismus Sauerstoff aus der Luft aufsaugt und daß dieser Sauerstoff in der Form einer Kohlenstoff- oder Wasserstoffverbindung wieder austritt, wir wissen, daß durch den Akt der Bildung von Kohlensäure und Wasser, die constante Temperatur des Körpers hervorgebracht wird, daß ein Oxydationsproceß die einzige und Hauptquelle der animalischen Wärme ist.

Mag das Fett in Folge einer Zersetzung des Fibrins oder Albumins, der Hauptbestandtheile des Blutes gebildet werden, mag es aus Amylon, aus Zucker, aus Gummi oder Milchzucker entstehen, das Resultat der Zersetzung muß begleitet seyn, von einer Ausscheidung des Sauerstoffs von den Bestandtheilen dieser Nahrungsmittel, aber dieser Sauerstoff tritt nicht als Sauerstoffgas aus dem Thierkörper aus, eben weil er in dem Organismus selbst Stoffe vorfindet, welche die Fähigkeit haben, eine Verbindung mit ihm einzugehen; er tritt in der nämlichen Form aus, wie der durch Lunge und Haut aus der Luft aufgenommene Sauerstoff.

Man beobachtet leicht, in welchem merkwürdigen Zusammenhange die Fettbildung mit dem Respirationsproceß steht.

Der abnorme Zustand, durch den Ablagerung von Fett in dem Thierkörper bewirkt wird, beruht, wie früher erwähnt worden, auf einem Mißverhältniß in der Menge des genossenen Kohlenstoffs und dem durch Haut und Lunge aufgenommenen Sauerstoff. Im normalen Zustande wird eben so viel Kohlenstoff ausgeführt, wie eingeführt, der Körper erhält kein Uebergewicht an kohlenstoffreichen und stickstofflosen Bestandtheilen.

Steigern wir die Zufuhr der kohlenstoffreichen Nahrungsmittel, so bleibt nur in dem Fall das normale Verhältniß, wenn durch Bewegung und Anstrengung der Umsatz befördert, wenn in gleichem Grade die Zufuhr an Sauerstoff vermehrt wird.

Jede Art von Fettbildung ist stets die Folge eines Mangels an Sauerstoff, der zur Vergasung des im Ueberschusse zugeführten Kohlenstoffs unbedingt erforderlich ist. Dieser als Fett sich ablagernde Kohlenstoff, er zeigt sich bei dem Beduinen, bei dem Araber der Wüste nicht, der mit Stolz seine muskelstarken, mageren, fettfreien, sehnartigen Glieder dem Reisenden zeigt und in Liedern besingt, er zeigt sich aber bei der kärglichen Nahrung in den Kerkern und Gefängnissen als Aufgedunsenheit, er zeigt sich in dem Weibe des Orients und in den wohlbekannten Bedingungen des Mästens bei unsern Hausthieren.

Die Erzeugung von Fett beruht auf einem Mangel an Sauerstoff, allein in ihr, in der Fettbildung selbst, öffnet sich dem Organismus eine Quelle von Sauerstoff, eine neue Ursache der Wärmeerzeugung.

Der in Folge der Fettbildung freiwerdende Sauerstoff, er tritt aus dem Körper als eine Kohlenstoff- oder Wasserstoffverbindung aus, mag nun dieser Kohlenstoff oder Wasserstoff von der Substanz selbst, die auch den Sauerstoff zuführte, oder mag er von einer andern Verbindung genommen worden seyn, es muß

durch diese Kohlensäure- oder Wasserbildung ebensoviel Wärme entwickelt werden, wie wenn wir eine gleiche Menge Kohlenstoff oder Wasserstoff in der Luft oder im Sauerstoffgas verbrannt hätten.

Wenn wir uns denken, daß sich von 2 Aeq. Amylon 18 Aeq. Sauerstoff trennen, daß sich diese 18 Aeq. Sauerstoff mit 9 Aeq. Kohlenstoff aus der Galle, z. B. zu Kohlensäure, verbunden hätten, so ist niemand zweifelhaft darüber, daß in diesem Fall gerade so viel Wärme entwickelt werden muß, wie wenn wir diese 9 Atome Kohlenstoff direct verbrannt hätten. In dieser Form wäre also diese Wärmeentwicklung in Folge der Fettbildung nicht bestreitbar; sie kann also nur für den Fall hypothetisch seyn, wo sich von einer und derselben Substanz Kohlenstoff und Sauerstoff in den Verhältnissen, wie in der Kohlensäure trennen.

Wenn wir z. B. voraussetzen, daß sich von 2 At. Amylon, $C_{24} H_{40} O_{20}$, die Elemente von 9 At. Kohlensäure abscheiden, so würden wir eine Verbindung übrig behalten, welche auf 15 At. Kohlenstoff, 40 At. Wasserstoff und 2 At. Sauerstoff enthält:

Oder wenn wir annehmen, daß Sauerstoff aus Amylon in der Form von Kohlensäure und Wasser austritt, so würden wir bei Abscheidung der Bestandtheile von 6 At. Wasser und 6 At. Kohlensäure, die Verbindung $C_{18} H_{28} O_2$ übrig behalten.

Diese Form der Ausscheidung des Sauerstoffs festgestellt, bleibt zu entscheiden übrig, ob die austretende Kohlensäure und das Wasser in dem Amylon als solche enthalten waren, oder nicht.

War die Kohlensäure und das Wasser fertig gebildet in dem Amylon, so konnte die Trennung vor sich gehen, ohne von einer Wärmeentwicklung begleitet zu seyn, war hingegen der Kohlenstoff und Wasserstoff in einer andern Form in dem Amylon (oder der Verbindung, aus der sich das Fett gebildet haben mag) zugegen, so ist klar, daß eine Aenderung in der Anordnung der Atome vor sich gegangen ist, in deren Folge

sich die Atome des Kohlenstoffs mit den Atomen des Sauerstoffs zu Kohlensäure und die des Wasserstoffs zu Wasser vereinigt haben.

Wir kennen nun eine große Anzahl von Umsetzungsprozesse ähnlicher Art, wo sich die Elemente der Kohlensäure und des Wassers von gewissen vorhandenen Verbindungen trennen, und wir wissen mit Bestimmtheit, daß alle diese Zersetzungsweisen begleitet sind von einer Wärmeentwicklung, gerade so, wie wenn sich Kohlenstoff und Wasserstoff direct mit Sauerstoff verbinden.

Ein solches Austreten von Kohlensäure haben wir in allen Gährungs- und Fäulnißprocessen, sie sind ohne Ausnahme begleitet von einer Entwicklung von Wärme.

In der Gährung einer zuckerhaltigen Flüssigkeit tritt in Folge einer Umsetzung der Elemente des Zuckers, eine gewisse Menge seines Kohlenstoffs und Sauerstoffs zu Kohlensäure zusammen, welche sich gasförmig abscheidet und als Resultat dieser Zersetzung haben wir eine sauerstoffarme, flüchtige brennbare Flüssigkeit, nämlich Alkohol.

Wenn wir zu zwei Atomen Zucker die Elemente treten lassen von 12 At. Wasser und von der erhaltenen Summe der Atome, 24 Atome Sauerstoff hinwegnehmen, so haben wir 6 At. Alkohol ($C_{24} H_{48} O_{24} + O_{12} H_{24}) - O_{24} = C_{24} H_{72} O_{12} = 6 \text{ At. Alkohol}$.

Diese 24 At. Sauerstoff reichen hin, um ein drittes Atom Zucker vollkommen zu verbrennen, seinen Kohlenstoff in Kohlensäure zu verwandeln, und wir erhalten durch diese Verbrennung die 12 At. Wasser wieder, die wir hinzutreten ließen, gerade so, als ob sie keine Rolle hierbei gespielt hätten.

Nach der gewöhnlichen Ansicht trennen sich von 3 At. Zucker, 12 Atome Kohlenstoff in der Form von Kohlensäure; wir bekommen 6 At. Alkohol.

Man beobachtet leicht, daß die Spaltung eines Körpers in

Kohlensäure und eine an Sauerstoff arme Verbindung völlig gleichbedeutend ist in ihrem Resultate einer Ausscheidung von Sauerstoff und einer Verbrennung von einem Theile des Substanz auf Kosten dieses Sauerstoffs.

Es ist wohlbekannt, dafs sich die Temperatur einer gährenden Flüssigkeit erhöht, und wenn wir annehmen, dafs ein Stückfafs Most = 600 Darmstädter Maas = 1200 Litres = 2400 ℔, 16 pCt. Zucker, im Ganzen 384 ℔ Zucker enthalten, so mufs während der Gährung dieses Zuckers eine Wärmemenge frei werden, welche derjenigen gleich ist, die sich bei der Verbrennung von 51 ℔ Kohlenstoff entwickelt.

Diefs ist ausdrückbar durch eine Wärmequantität, wodurch jedes Pfund der Flüssigkeit auf $165\frac{1}{2}$ Grad erhoben werden kann, vorausgesetzt, dafs die Zersetzung des Zuckers in einem unmeßbaren Zeittheilchen vor sich ginge. Diefs ist bekanntlich nicht der Fall, die Gährung dauert 5—6 Tage und die $165\frac{1}{2}$ Wärmegrade empfängt jedes Pfund Flüssigkeit, während eines Zeitraums von 120 Stunden. In der Stunde wird also eine Wärmemenge entwickelt, durch welche jedes Pfund Flüssigkeit um $1\frac{1}{10}$ Grad an Temperatur zunimmt, eine Erhöhung, welche durch äufsere Abkühlung im Keller, durch Verdunstung von Wasser und Alkohol beträchtlich herabgestimmt wird.

Die Fettbildung, mit bekannten analogen Erscheinungen der Trennung von Sauerstoff verglichen, ist demnach von einer Wärmeentwicklung begleitet; sie ersetzt dem thierischen Körper eine gewisse Menge des zu den vitalen Processen unentbehrlichen atmosphärischen Sauerstoffs und zwar in allen denjenigen Fällen, wo der durch Haut und Lunge eingeathmete Sauerstoff nicht hinreicht, um den vorhandenen und dazu geeigneten Kohlenstoff in Kohlensäure zu verwandeln.

Dieser Ueberschufs von Kohlenstoff, welcher in dem Körper zu einem Bestandtheil der Organe nicht verwendet werden kann,

er lagert sich in der Form von Talg oder Oel in Zellen ab und die Bildung dieses Fettes erklärt, woher es kommt, daß in manchen Fällen der in der Form von Kohlensäure oder Wasserdampf ausgeathmete Sauerstoff mehr beträgt, wie das Sauerstoffgas, was in dem Athmungsproceß aufgenommen wurde.

In jedem Momente des Lebens eines Thieres tritt Fettbildung ein, wo ein Mißverhältniß zwischen dem durch die Nahrung zugeführten Kohlenstoff und dem eingeathmeten Sauerstoff statt hat, es trennt sich Sauerstoff in Folge einer Umsetzung von vorhandenen Verbindungen, und dieser Sauerstoff tritt als Kohlensäure oder Wasser aus dem Körper aus. Die hierbei entwickelte Wärme trägt dazu bei, um die constante Temperatur des Körpers zu erhalten. Ein jedes Pfund Kohlenstoff, welches seinen Sauerstoff, mit dem es Kohlensäure bildet, von Materien erhielt, die in Fett übergingen, muß so viel Wärme entwickeln, daß man damit 200 Pfunde Wasser auf 39 Grade erheben kann.

In der Fettbildung schafft die Lebenskraft sich selbst ein Mittel, um dem Mangel an Sauerstoff und der zu den vitalen Processen nöthigen Wärme zu begegnen.

Die Erfahrung zeigt, daß das Anbinden der Füße bei dem Geflügel und eine mittlere Temperatur ein Maximum von Fettbildung nach sich zieht. Diese Thiere sind in diesem Zustande einer Pflanze vergleichbar, die im eminenten Grade die Fähigkeit besitzt, alle Nahrungsstoffe in Theile ihrer selbst zu verwandeln. Die im Ueberschuß zugeführten Blutbestandtheile werden zu Fleisch, zu Bestandtheilen der Gebilde, Amylon und die stickstofffreien Materien verwandeln sich in Fett. Bei dem Fettwerden auf Kosten stickstofffreier Nahrungsstoffe nehmen nur gewisse Theile des Organismus an Volumen zu; so ist die Leber einer gemästeten Gans 4—5mal größer, wie die einer ungemästeten, ohne daß man damit sagen kann, daß die Substanz der Leber selbst eine Zunahme erfahren hat. Während die Leber der ungemästeten Gans fest und elastisch ist, zeigt die der

gemästeten eine weiche schwammige Beschaffenheit; der Unterschied liegt lediglich in einer mehr oder minderen Erweiterung der Zellen, ausgefüllt durch Fett.

Nach dem Vorgehenden lassen sich die Nahrungsmittel der Menschen eintheilen in zwei Klassen: in *stickstoffhaltige* und in *stickstofffreie*. Die ersteren besitzen die Fähigkeit, in Blut überzugehen, den andern geht diese Eigenschaft ab.

Aus den Nahrungsmitteln, welche sich zur Blutbildung eignen, entstehen die Bestandtheile der Organe, die andern dienen im normalen Zustande der Gesundheit zur Unterhaltung des Respirationsprocesses. Die stickstoffhaltigen bezeichnen wir als *plastische Nahrungsmittel*, die stickstofffreien nennen wir *Respirationsmittel*.

Plastische Nahrungsmittel sind: Respirationsmittel sind:

Pflanzenfibrin	Fett
Pflanzenalbumin	Amylon
Pflanzen-casein	Gummi
Fleisch und Blut der Thiere.	die Zuckerarten
	Pectin
	Bassorin etc.
	Wein
	Bier
	Branntwein.

Als eine ganz allgemeine Thatsache, welcher bis jetzt keine einzige Erfahrung entgegensteht, haben die Untersuchungen ergeben, daß alle stickstoffhaltigen Bestandtheile der Pflanzen eine mit den Hauptbestandtheilen des Blutes gleiche Zusammensetzung besitzen.

Kein stickstoffhaltiger Körper, dessen Zusammensetzung abweicht von der des Fibrins, Albumins und Caseins, ist vermögend, den Lebensproceß im Thier zu unterhalten.

Der Thierorganismus besitzt ohnstreitig die Kraft, aus den Bestandtheilen seines Blutes, die Substanz seiner Membranen und Zellen, der Nerven und des Gehirns, die organischen Bestandtheile der Rippen, Knorpel und Knochen zu erzeugen, allein sein Blut selbst muß ihm, bis auf die Form, fertig gebildet dargeboten werden und wenn dieß nicht geschieht, so ist damit der Blutbildung und dem Leben eine Grenze gesetzt.

Von diesem Gesichtspunkte aufgefaßt, ist es leicht erklärlich, woher es kommt, daß die leimgebenden Gebilde, die Gallerte der Knochen und Häute, zur Ernährung und zur Unterhaltung des Lebensprocesses sich nicht eignen, denn ihre Zusammensetzung ist ungleich der des Fibrins und Albumins im Blute. Dieß will natürlich nichts anders sagen, als daß die Organe in dem Thierkörper, welche die Blutbildung vermitteln, die Kraft nicht besitzen um eine Metamorphose in der Anordnung der Elemente der Gallerte (Leim- und Chondrin-gebenden Gebilde) zu bewirken. Die Fähigkeit, die Gallerte zu zerlegen und gewisse Bestandtheile derselben austreten zu machen, in der Weise, daß sie wieder zu Albumin und Fibrin werden könnte, besitzt in der That der Organismus nicht, denn besäße er sie, so ließe sich nicht begreifen, woher es kommt, daß in dem Körper der Verhungernden, während alle der Auflösung fähigen Theile schwinden, keine Zelle, keine Sehne oder Membrane ihre Form und Beschaffenheit verliert. Alle Glieder des Körpers behalten ihren Zusammenhang, welchen sie den leimgebenden Gebilden verdanken.

Auf der andern Seite sehen wir, daß von einem Knochen, den ein Hund verschluckt hat, nur die Knochenerde wieder abgeht, daß die Gallerte in seinem Körper völlig verschwunden ist, die nämliche Beobachtung machen wir an Menschen, die als Nahrungsmittel verhältnißmäßig mehr Gallerte (in Fleischbrühe) als wie andere Stoffe genießen, daß sie weder in dem Urin, noch

in den Faeces austritt, sie hat also offenbar eine Veränderung erlitten und in dem Körper zu gewissen Zwecken gedient.

Ohne selbst die Versuche zu sehen, ist es schwer, sich eine Vorstellung zu machen, mit welcher Kraft die Gallerte der Zersetzung durch Einwirkung der mächtigsten Agentien widersteht; nichts kann demohngeachtet gewisser seyn, als dafs sie in einer andern Form aus dem Körper wieder austritt, als die ist, in welcher sie genossen worden ist.

Für den Uebergang des Albumins in Blut, zu einem Bestandtheil eines fibrinhaltigen Organs läfst sich in der gleichen Zusammensetzung beider kein Widerspruch entnehmen. Wir finden im Gegentheile die Verwandlung eines löslichen und gelösten Stoffes in einen nichtlöslichen Träger der Lebensthätigkeit begreiflich und in chemischer Beziehung erklärt, eben weil sie in ihrer Zusammensetzung identisch sind. So ist denn die Meinung einer näheren Begründung nicht unwürdig, dafs die in Auflösung genossene Gallerte in dem Organismus wieder zur Zelle und zu Membranen, zu einem Bestandtheil der Knochen wird; dafs sie dazu dienen kann, um die leimgebenden Gebilde, welche eine Veränderung erlitten haben, zu erneuern und ihre Masse zu vermehren.

Und wenn die Kraft der Reproduktion im ganzen Körper sich mit dem Zustand der Gesundheit ändert, so mufs, wenn auch die Fähigkeit der Blutbildung die nämliche bliebe, die organische Kraft, durch welche die Bestandtheile des Bluts zu Membranen und Zellen werden, im Zustand der Krankheit nothwendig abgenommen haben; die Intensität der Lebenskraft, ihre Fähigkeit, Metamorphosen überhaupt zu bewirken, sie nimmt im Kranken in seinem Magen sowohl, wie in allen Theilen seines Körpers ab. In diesem Zustande zeigt die Pathologie, dafs die löslich gemachten leimgebenden Gebilde einen ganz entschiedenen Einflufs auf das Befinden des Körpers äufsern; in einer Form dargeboten, in der sie sich zur Assimilation eignen, dienen sie zur Ersparung

von Kraft, ähnlich so wie es für den Magen durch zweckmäßig zubereitete Speise geschieht. Die Knochenbrüchigkeit bei den grasfressenden Thieren ist offenbar die Folge einer Schwäche in denjenigen Theilen des Organismus, welche bestimmt sind, die Metamorphosen der Blutbestandtheile in Zellensubstanz zu bewirken, und wenn die Angaben von Aerzten, die sich im Oriente aufgehalten haben, Vertrauen verdienen, so haben die türkischen Weiber in der Reismahrung und in den häufigen Klystieren von Fleischbrühe die Bedingungen vereinigt zur Zellen- und Fettbildung.

Aus der bekannten Zusammensetzung der Bestandtheile des Blutes läßt sich analytisch ihr Uebergang in Zellen und Membrane, in Haut- und Horngebilde, so wie rückwärts in Choleinsäure, in Harnstoff und Harnsäure, Allantoin, Hippursäure entwickeln; diese Untersuchungen, so wie die Belege zu dem Inhalt der vorhergehenden Vorträge, machen den Gegenstand einer „Organischen Chemie, angewandt auf Thierphysiologie“ aus, welche in einigen Monaten erscheinen wird.

Ueber Darstellung und Anwendung des Cyankaliums; von *Demselben*.

Eine der besten Methoden der Darstellung des Cyankaliums beruht bekanntlich auf der Zersetzung des Blutlaugensalzes in der Rothglühhitze, sie führt aber mehrere Unbequemlichkeiten mit sich und man muß den dritten Theil des Cyans, was sich im Blutlaugensalz befindet, verloren geben. Als eine Verbindung von 2 At. Cyankalium mit 1 At. Eisencyanür betrachtet, erleidet