

## Siebzehnter Brief.

Der Kohlenstoff aller Theile und Bestandtheile der Vegetabilien, und durch diese der Thiere stammt von der Kohlensäure, aller Wasserstoff der stickstofffreien Materien von dem Wasser, der Stickstoff der stickstoffhaltigen von dem Ammoniak her. Ein Kohlensäureatom besteht aus einer Gruppe von drei Atomen: eines derselben ist ein Kohlenstoffatom, die beiden anderen sind zwei Sauerstoffatome. Kein Bestandtheil einer Pflanze oder eines Thiergebildes enthält auf ein Kohlenstoffatom mehr als zwei Atome eines anderen Elements, die überwiegende Mehrzahl enthält auf ein Kohlenstoffatom weniger als zwei andere Atome.

Alle Bestandtheile der Organismen sind mehr oder weniger veränderte Kohlensäureatome oder Gruppen von Kohlensäureatomen; sie sind entstanden in der lebendigen Pflanze unter Mitwirkung des Sonnenlichtes aus der durch die Wurzeln und Blätter aufgesaugten Kohlensäure, in Folge einer Abscheidung und Ausscheidung ihres Sauerstoffs, an dessen Platz eine gewisse Menge Wasserstoff, oder Stickstoff und Wasserstoff tritt. In der einfachsten Form gedacht ist z. B. der Traubenzucker ein Kohlensäureatom, in welchem an die Stelle von einem Sauerstoffatom ein Wasserstoffatom getreten ist. Der Rohrzucker, das Gummi, das Stärkmehl und die Substanz der Holzzellen (Cellulose) bestehen aus einer Anzahl von Traubenzuckeratomen, von denen sich ein oder mehrere Wasseratome getrennt haben.

Das Chinin, Caffein und die organischen Basen enthalten Kohlenstoff und die Elemente des Wassers und ausser diesen noch eine gewisse Menge Stickstoff. Die höchst zusammengesetzten organischen Materien, wie das in den Pflanzensäften gelöste Pflanzeneiweiss und der in den Samen abgelagerte Pflanzenkäsestoff enthalten die vier Bestandtheile der organischen Basen und ausserdem in dem Schwefel ein fünftes Element.

Die in den Vegetabilien so verbreiteten organischen Säuren, wie die Oxalsäure (in dem Sauerklee), die Aepfelsäure (in den meisten Früchten), die Citronsäure, stehen zu einander und zu der Kohlensäure in einer ähnlichen einfachen Beziehung wie der Traubenzucker. Durch Austreten von einem Sauerstoffatom aus zwei Kohlensäureatomen entsteht die Oxalsäure, und aus zwei Oxalsäureatomen, durch Eintreten von zwei Wasserstoffatomen unter Ausscheidung von zwei Sauerstoffatomen, die Aepfelsäure. Wir haben allen Grund zu glauben, dass aus diesen Säuren der Zucker, das Gummi, die Holzfaser entsteht, dass es die einzelnen Glieder einer Reihe sind, welche den Uebergang des Kohlensäureatoms in Zucker und in die höheren organischen Atome vermitteln; der Traubenzucker enthält die Elemente des Wassers genau in dem Verhältniss wie im Wasser, die genannten Säuren enthalten ausser den Elementen des Wassers eine gewisse Menge überschüssigen Sauerstoff; durch weiteres hinzutreten von

Wasserstoff, mit oder ohne Ausscheidung von Sauerstoff, können alle diese Säuren in Zucker übergehen. In demselben Grade, als die aus der Kohlensäure gebildeten Producte in ihrer Zusammensetzung von dem Kohlensäureatom abweichen, nehmen sie neue Eigenschaften an. Die organischen Säuren besitzen noch den chemischen Charakter der Kohlensäure; in dem Stärkmehl, der Holzfaser ist dieser völlig verschwunden. Die kleinsten Theilchen der Oxalsäure, Weinsäure, Aepfelsäure, Citronsäure, des Zuckers lagern sich, indem sie krystallisiren, in Richtungen, welche durch eine unorganische Kraft bedingt sind, aber in der Bildung des Stärkmehls, des Zellstoffs wirkte eine fremde Ursache mit, welche der Cohäsionskraft entgegentrat und die Richtung ihrer Anziehung änderte; die höheren organischen Atome sind nicht mehr durch gerade Linien und ebene Flächen, sondern durch krumme Linien begrenzt. Ueber die Entstehung und Bildung der höheren organischen Verbindungen haben die neueren Untersuchungen der organischen Chemie Licht verbreitet. Man hat eine ganze Reihe von Körpern entdeckt, welche aus zwei einfachen organischen Verbindungen entstanden, den chemischen Charakter des einen Bestandtheils vollständig beibehalten haben, ganz gegen die Verbindungsgesetze der anorganischen Chemie, aus denen wir zu folgern gewöhnt waren, dass die Eigenschaften der Bestandtheile in den Eigenschaften ihrer Verbindung aufgehen.

Die Ameisensäure und das Bittermandelöl sind Jedermann bekannt; beide verbinden sich mit einander zu der Mandelsäure, welche in ihrem Verhalten als Säure ganz vollkommen der Ameisensäure gleicht, ohne irgend eine Eigenschaft des Bittermandelöls zu besitzen. Die Ameisensäure behielt, das Bittermandelöl verlor in der Mandelsäure seinen chemischen Charakter. Diese so wie die ganze Classe der ihr ähnlichen Verbindungen spielen, obwohl aus zwei zusammengesetzten Körpern entstanden ganz die Rolle von einfachen organischen Verbindungen, d. h. von solchen, die wir nicht in einfachere zerlegen und wieder zusammensetzen können. Um sie von anderen zu unterscheiden, hat man ihnen den Namen gepaarte Verbindungen und dem Bestandtheil, dessen Eigenschaften verschwinden, den Namen Paarling gegeben. In diesem Sinne ist Bittermandelöl der Paarling der Mandelsäure. Aehnlich wie diese, denkt man sich alle oder die meisten höheren organischen Verbindungen entstanden, und man rechnet das Albumin, den Käsestoff, die organischen Basen zu den gepaarten Verbindungen, was sie gewiss sind, obwohl man mit einiger Sicherheit die Paarlinge nicht kennt oder zu bezeichnen weiss.

Wir können durch Paarung von Stickstoffverbindungen, von Blausäure oder Ammoniak mit stickstofffreien und stickstoffhaltigen Körpern Verbindungen erzeugen, welche alle Eigenschaften der in der Natur vorkommenden stickstoffhaltigen Säuren und Farbstoffe besitzen. Das in den Spargeln und Keimen der Leguminosen und vieler anderer Pflanzen vorkommende Asparagin stellt äpfelsaures Ammoniak dar, von dem sich die Elemente des Wassers getrennt

haben; wir sind im Stande, aus Aepfelsäure und Ammoniak die aus dem Asparagin entspringende Asparaginsäure darzustellen. Durch Aufnahme von Ammoniak in die Elemente des farblosen krystallisirten Orcins entsteht bei Gegenwart von Sauerstoff das prachtvoll rothe Orcein. Die bewundernswürdigen Untersuchungen von Wurtz und Hofmann haben gezeigt, dass jedes einzelne von den in dem Ammoniak enthaltenen Wasserstoffatomen ausscheidbar und vertretbar ist durch zusammengesetzte organische Atome, dass in dieser Weise Verbindungen gebildet werden, in welchen das Ammoniak seinen chemischen Charakter vollkommen behält. Das Ammoniak neutralisirt die Säuren und bildet damit Salze; die durch Vertretung seines Wasserstoffs entstehenden Körper sind organische Basen, ganz ähnlich in ihrem chemischen Verhalten dem Chinin und Morphin.

Die allgemeinsten Erfahrungen geben zu erkennen, dass alle organischen Wesen nach ihrem Tode die Veränderung erleiden, in deren Folge ihre Leiber von der Oberfläche der Erde allmählich verschwinden; von dem stärksten Baum ist nach seiner Fällung, in Folge der Einwirkung der Atmosphäre in 36 bis 40 Jahren nur die Rinde übrig; Blätter, junge Zweige, das Stroh, welches den Feldern als Dünger zugeführt wird, saftreiche Früchte verschwinden weit schneller; in noch kürzerer Zeit verlieren Theile von Thieren ihren Zusammenhang, sie verflüchtigen sich in der Luft, ohne etwas anderes als die unorganischen Elemente zu hinterlassen, welche von der Erde stammen

Dieser grosse Naturprocess der Auflösung aller in den Organismen entstandenen Verbindungen tritt sogleich nach dem Tode ein, wenn die mannichfaltigen Ursachen nicht mehr thätig sind, unter deren Herrschaft sie gebildet wurden; die in dem Leibe der Pflanzen und Thiere erzeugten Stoffe erleiden in der Atmosphäre und unter dem Einfluss des Wassers eine Reihe von Veränderungen, deren letzte die Ueberführung ihres Kohlenstoffs in Kohlensäure, ihres Wasserstoffs in Wasser, ihres Stickstoffs in Ammoniak, des Schwefels in Schwefelsäure ist. Durch die nach dem Tode eintretenden Prozesse nehmen ihre Elemente ihre ursprüngliche Form wieder an, in der sie einer neuen Generation als Nahrungsmittel dienen können; die aus der Luft stammen, kehren in die Atmosphäre, die, welche die Erde lieferte, kehren zur Erde zurück. Der Tod, die Auflösung einer untergegangenen Generation ist die Quelle des Lebens für eine neue. Dasselbe Kohlenstoffatom, welches als Bestandtheil der Muskelfaser in dem Herzen eines Menschen das Blut durch dessen Adern treibt, es war vielleicht ein Bestandtheil des Herzens einer seiner Vorfahren, das Stickstoffatom in unserem Gehirn, es war vielleicht ein Bestandtheil des Gehirns eines Aegypters, eines Negers. So wie der Geist der Menschen der gegenwärtigen Generation aus den Erzeugnissen der geistigen Thätigkeit der Vorwelt die zu seiner Entwicklung und Ausbildung dienende Nahrung schöpft, so können die Elemente der Leiber einer vorangegangenen Generation übergehen und zu Bestandtheilen unseres eigenen lebendigen Leibes werden.

Die nächste Ursache der nach dem Tode der Organismen eintretenden Veränderungen ist die Wirkung, welche der Sauerstoff der Luft auf manche ihrer Bestandtheile ausübt. Diese Wirkung ist bedingt durch eine gewisse Temperatur und findet nur bei Gegenwart von Wasser statt. Die Frostkälte und die Siedhitze heben diese Prozesse auf.

Sehr deutlich sieht man den Einfluss des Sauerstoffs der Luft an Früchten und weichen Pflanzentheilen, wenn durch Verletzung ihrer Oberfläche der Saft mit Luft in Berührung kommt. An einem Apfel, der durch einen Stoss gequetscht wird, beginnt von der verletzten Stelle aus ein Zersetzungsprocess, es entsteht ein brauner Fleck, der in einem regelmässig concentrischen Kreise zunimmt, bis zuletzt der ganze Apfel morsch wird und in eine braune, weiche, schmierige Masse sich verwandelt hat. Der Saft einer Weintraube, durch die äussere Schale vor der Berührung mit der Luft geschützt, erleidet kaum eine merkliche Veränderung, die Traube trocknet allmählich zur Rosine aus; die kleinste Verletzung der Hülle aber reicht hin, um in kurzer Zeit die Beschaffenheit des Saftes zu ändern. Zerschneiden wir eine Kartoffel, eine Runkelrübe, so färbt sich in wenigen Minuten die weisse Schnittfläche braun.

Ganz ähnlich wie die Pflanzensäfte verhalten sich die thierischen Flüssigkeiten; die Milch in dem Euter der Kuh, der Harn in der Harnblase erleiden im gesunden Zustande keinen Wechsel in ihren Eigenschaften, aber mit der Luft in Berührung gerinnt die Milch und wird sauer, es scheidet sich der Käsestoff ohne alle Gasentwicklung in Gestalt einer gallertartigen Masse ab; der saure Harn wird alkalisch und entwickelt, nach einiger Zeit mit einer Säure versetzt, unter Aufbrausen kohlen-saures Gas.

In gleicher Weise stellt sich in den Leibern der Menschen und Thiere, nach ihrem Tode, ein Zersetzungsprocess ein, welcher in dem Innern des Körpers an den Stellen zuerst und vorzugsweise beginnt, die wie die Lunge z. B. sich unmittelbar in Berührung mit der Luft befanden; bei Verwundungen verbreitet er sich von der Wunde, in Krankheiten von dem kranken Orte aus, so zwar, dass der Tod in vielen Fällen nichts anderes als die Folge eines an einem inneren Theile vor sich gehenden Zersetzungsprocesses ist; mit der Krankheit, deren nächste Ursache derselbe ist, beginnt dieser Process und dauert nach dem Tode fort.

Das Bemerkenswertheste in diesen Erscheinungen ist ohnstreitig, dass in vielen Fällen die in den organischen Stoffen eingetretene Veränderung fortdauert, wenn nach vorübergehender Berührung mit der Luft der Sauerstoff völlig abgeschlossen wird. Der Most fährt auch in verschlossenen Gefässen fort zu gähren, der gährende Wein zersprengt häufig in der Champagnerfabrication die stärksten Flaschen; die Milch gerinnt auch in zugeschmolzenen Gefässen und wird sauer.

Es ist offenbar, dass durch die Berührung dieser organischen Stoffe mit dem Sauerstoff der Luft ein Process beginnt, in dessen Verlauf ihre Bestandtheile eine gänzliche Umänderung ihrer Eigenschaften erfahren. Dieser Wechsel der

Eigenschaften ist eine Folge einer Aenderung in ihrer Zusammensetzung. Vor der Berührung mit dem Sauerstoff befinden sich ihre Bestandtheile neben einander gelagert, ohne eine Wirkung auf einander auszuüben; durch den Sauerstoff wurde in einem kleinen Theilchen derselben der Zustand der Ruhe oder des Gleichgewichts der Anziehung - welche ihre Elemente zusammenhält, gestört, und in Folge dieser Störung trat eine Spaltung, eine neue Ordnung zwischen diesen Elementen ein.

Die Fortdauer dieser Prozesse, auch wenn der Sauerstoff, die ursprüngliche Bedingung zu ihrer Entstehung, nicht mehr mitwirkt, zeigt auf's Klarste, dass der Zustand der Umsetzung, welcher in den Elementen eines kleinen Theilchens eingetreten ist, einen Einfluss ausübt auf die übrigen Theilchen, welche mit dem Sauerstoff der Luft nicht in Berührung gekommen waren; denn nicht bloss die ersten, sondern auch alle anderen erleiden allmählich dieselbe Zersetzung.

Ein jeder Zersetzungsprocess, der in einem Theil eines organischen Körpers durch eine äussere Ursache beginnt, und der sich mit oder ohne deren weitere Mitwirkung durch seine ganze Masse verbreitet, hat den Namen Fäulnissprocess erhalten. Eine der Fäulniss fähige Materie unterscheidet sich demnach von einer der Fäulniss unfähigen in so fern, als die erstere, ohne andere Bedingungen als eine angemessene Temperatur und die Gegenwart von Wasser, in eine Reihe von neuen Producten zerfällt, während die andere für sich unter denselben Umständen keine Veränderung erfährt.

Die Anzahl der in der Natur vorkommenden, nach dieser Begriffsbestimmung fäulnissfähigen Substanzen ist ausserordentlich klein, aber sie sind überall verbreitet, sie machen Bestandtheile aller organischen Wesen aus. Vor allen anderen gehören hierzu die höchst zusammengesetzten Stoffe des Thier- und Pflanzenreichs, welche Stickstoff und Schwefel enthalten.

Der Harnstoff, Zucker, Milchzucker, das Asparagin, Amygdalin, die verschiedenen organischen Säuren erleiden unter denselben Verhältnissen, im reinen Zustande, keine wahrnehmbare Veränderung; Zuckerwasser oder eine Milchzuckerlösung der Luft bei gelinder Wärme ausgesetzt trocknen aus, die gelösten Stoffe scheiden sich in Krystallen ab, ohne irgend eine ihrer Eigenschaften verloren zu haben.

Die Untersuchung der Pflanzensäfte und der thierischen Flüssigkeiten, z. B. der Milch und Galle, des Traubensaftes, des Harn etc. zeigt, dass sich darin zweierlei Stoffe von ganz verschiedener Natur und Zusammensetzung befinden, ein Stoff, welcher der Fäulniss fähig ist, und neben diesem ein anderer, oder andere, welche für sich einer ähnlichen Selbstzersetzung vollkommen unfähig sind; wenn diese Flüssigkeiten, sich selbst überlassen, in Zersetzung übergehen, so tritt die merkwürdige Erscheinung ein, dass beide, der fäulnissfähige sowohl wie der für sich der Fäulniss unfähige Stoff, gleichzeitig verschwinden, indem sie in neue

Producte zerfallen; der letztere würde sich ohne den ersteren unverändert erhalten haben.

Lässt man einen der Fäulniss fähigen Stoff in Fäulniss übergehen, Kässtoff z. B. oder Fibrin, Blut oder thierischen Schleim, und setzt man demselben in diesem Zustande Zuckerwasser, Milchzucker, Harnstoff etc. zu, so gehen diese in Gährung, d. h. in Zersetzung über.

Es ist aus diesen Erscheinungen offenbar, dass fäulnissfähige Substanzen im Zustande der Fäulniss, in Berührung gebracht mit einer grossen Anzahl stickstofffreier und stickstoffhaltiger Stoffe, die für sich der Fäulniss unfähig sind, eine Aenderung in der Zusammensetzung dieser letzteren bewirken. Man wird jetzt den Unterschied von Fäulniss und Gährung leicht verständlich finden.

Alle der Fäulniss unfähigen Materien heissen gährungsfähig, wenn sie die Eigenschaft besitzen, in Berührung mit faulenden Stoffen eine Zersetzung zu erleiden; der Process ihrer Zersetzung heisst jetzt Gährung; der faulende Körper, durch welchen derselbe bedingt ist, empfängt jetzt den Namen Ferment.

Alle der Fäulniss fähigen Materien werden im Zustand der Fäulniss zu Fermenten, d. h. sie erlangen in diesem Zustande das Vermögen, irgend einen der Gährung fähigen Körper in Gährung überzuführen, und diese Wirkung behält das Ferment, bis dessen Fäulniss vollendet ist.

Die Veränderungen, welche gährende Materien erleiden, beruhen auf einem Auseinanderfallen eines sehr zusammengesetzten Atoms in zwei oder mehrere einfacher zusammengesetzte Atome; die in dem Zuckeratom enthaltenen sechsunddreissig einfachen Atome spalten sich in vier Kohlensäureatome, welche zwölf, und in zwei Alkoholatome, welche vierundzwanzig einfache Atome enthalten. Der in der süssen Milch enthaltene Milchzucker verwandelt sich beim Sauerwerden derselben in zwei Milchsäureatome, worin die nämliche Anzahl von Elementen, wie in einen Milchzuckeratom, sich befindet.

Da den Milchzuckeratomen, welche in Milchsäureatome übergegangen sind, kein fremdes Element hinzugekommen und keines ihrer Elemente ausgetreten ist, so ist ganz gewiss, dass die eingetretene Umwandlung in den Eigenschaften des Milchzuckeratoms auf einem Wechsel in der Lage oder des Ortes seiner Atome beruht; in dem Milchsäureatom sind sie auf eine andere Weise geordnet enthalten. Durch die Ursache, welche die Verwandlung bewirkte, wurden offenbar die Atome des Milchzuckers in Bewegung gesetzt; denn um sich in anderen Richtungen zu lagern, mussten sie sich in Bewegung befinden.

Die faulenden Substanzen üben eine Wirkung auf zusammengesetzte organische Atome aus, welche für sich der Fäulniss nicht fähig sind; es ist gewiss, dass ihre Wirkung abhängig ist von einem gewissen Zustande, in welchem sich ihre Elemente befinden; es ist ferner gewiss, dass dieser Zustand ein Ortswechsel oder eine Spaltung der Elementartheilchen des faulenden Körpers ist, und eben so

unleugbar, dass durch ihre Berührung mit gährungsfähigen Materien auch deren Elemente sich in neuen Richtungen lagern, und es folgt hieraus von selbst, dass die Atome gährungsfähiger Substanzen sich bei Berührung mit faulenden verhalten, wie wenn ihre Elementartheile Theile und Bestandtheile der faulenden wären. An der in den Atomen des Ferments eingetretenen Bewegung nehmen die Atome des gährungsfähigen Körpers Antheil, der eingetretene Ortswechsel des ersteren verursacht, dass auch die Kohlenstoff-, Wasserstoff- und Sauerstoffatome des nicht fäulnissfähigen ihren Ort und ihre Lage wechseln.

Es erklärt sich hieraus von selbst, warum diese Prozesse einen Anfang, eine gewisse Dauer und ein Ende haben, worin sie sich von den gewöhnlichen chemischen Processen so sehr unterscheiden. Wenn wir Schwefelsäure zu einem Barytsalz bringen, so tritt sogleich an allen Stellen, wo die Schwefelsäure mit dem Baryt zusammentritt, die Zersetzung ein; der Anfang ist zugleich das Ende der Zersetzung, in dem schwefelsauren Baryt verlieren dessen Bestandtheile alle weitere Wirkung.

Der in Fäulniss übergehende Körper durchläuft aber eine ganze Reihe von Veränderungen; in einem jeden Stadium derselben übt er eine gewisse Wirkung aus. Wenn in den Zuckertheilchen des Traubensaftes oder der Bierwürze eine Umlagerung und Spaltung seiner Elemente vor sich gegangen ist, so hört deren weitere Veränderung auf, aber in dem veränderten schwefel- und stickstoffhaltigen Bestandtheil, welcher sich in der Form von Hefe abgeschieden hat, dauert sie noch fort; wird die Hefe aus der gegohrenen Flüssigkeit herausgenommen und mit frischem Zuckerwasser in Berührung gebracht, so erleidet eine Anzahl von Zuckertheilchen eine gleiche Umsetzung, wie die in dem Traubensaft oder der Bierwürze vorhandenen, und diese Wirkung behält die Hefe, bis in ihren Elementen die Spaltung vollendet und ein Ruhezustand eingetreten ist. Wenn über diesen Zeitpunkt hinaus noch Zuckertheile übrig sind, so bleiben sie unzersetzt. Nach der Menge des vorhandenen Ferments richtet sich die Zeit der Zersetzung; durch eine doppelte oder dreifache Menge Ferment wird die Zeit verkürzt, oder es wird eine grössere Menge des gährungsfähigen Stoffes zersetzt.

Wenn man ein Gefäss mit Zuckerwasser durch eine Scheidewand von Filtrierpapier, welche leicht durchdringlich für die gelösten Zuckertheilchen ist, aber die Hefenkügelchen nicht durchlässt, in zwei Theile trennt, und den einen Theil mit Bierhefe versetzt, so findet nur in diesem die Gährung statt; nur da, wo sich Zuckertheilchen und Hefentheilchen berühren, tritt die Spaltung der ersteren in Alkohol und Kohlensäure ein.

Die Wirkung der Fermente auf gährungsfähige Stoffe ist der Wirkung der Wärme auf organische Substanzen ähnlich; die Zersetzung derselben in höheren Temperaturen ist stets die Folge eines Wechsels in der Lage ihrer Elementartheilchen; die Wärme verursacht eine Ausdehnung, eine Raumvermehrung; im Anfang wirkt sie auf den Zusammenhang der Atome in den

Gruppen ein; beim Erhitzen eines Zuckerkrystals entfernen sich die Zuckeratome, in höherer Temperatur die Elemente der Zuckeratome von einander. Durch die Wärme wird das vorhandene Gleichgewicht in der Anziehung der Atome gestört, der flüssige und Gaszustand sind neue Gleichgewichtszustände zwischen der Wärme und Cohäsionskraft. In höheren Hitzgraden zersetzen sich die organischen Materien; die in einer gegebenen Temperatur entstehenden Producte sind unveränderlich bei dieser Temperatur, aber veränderlich in einer höheren. Einem bestimmtem Temperaturgrad entspricht ein besonderer Gleichgewichtszustand zwischen der Wärme und der chemischen Kraft, welche die Elemente der organischen Atome zusammenhält.

Wir können ein Stück Zucker, auch wenn wir es noch so fein reiben, nicht flüssig machen, noch viel weniger können wir durch eine mechanische Gewalt ein Zuckeratom zersetzen, ein Kohlenstoff oder Wasserstoffatom davon losreißen. Wir können in einer Zuckerlösung durch Schütteln Zuckeratome und Wasseratome neben einander hin und her bewegen, aber die Elemente derselben wechseln damit ihren Platz nicht.

In der Fäulniss und Gährung wechseln nicht die Atomgruppen, sondern die Atome in den Gruppen ihren Ort, und es ist diese innere Bewegung in faulenden Körpern, welche einen Ortswechsel der Atome in gährungsfähigen Körpern hervorruft, wenn die Kraft, welche ihre Elemente zusammenhält kleiner ist, als die auf sie einwirkende Thätigkeit, die sie zu ändern strebt.

Der Einfluss der Temperatur auf die in der Gährung entstehenden Producte ist höchst merkwürdig. Der an Zucker reiche Saft der gelben Rüben, Runkelrüben, Zwiebeln, in gewöhnlicher Temperatur der Gährung überlassen, liefert dieselben Producte, wie der Traubensaft; in einer höheren Temperatur ändert sich der ganze Umsetzungsprocess. Man nimmt eine weit schwächere Gasentwicklung wahr, es entsteht kein Alkohol. Untersucht man zu Ende der Gährung die Flüssigkeit, so findet sich kein Zucker mehr vor; aus seinen Elementen ist eine reichliche Menge Milchsäure, neben derselben ein dem arabischen Gummi ganz gleicher Körper, und überdies als das merkwürdigste Product eine leicht krystallisirbare Substanz gebildet worden, welche in Eigenschaften und Zusammensetzung identisch mit dem Hauptbestandtheil der Manna ist.

Alkohol und Kohlensäure sind die Producte der Umsetzung der Zuckeratome in gewöhnlicher, Kohlensäure, Wasserstoff, Mannit, Milchsäure, Gummi sind Producte seiner Gährung in höherer Temperatur. Die Gährungsweise des Milchzuckers in der Milch, bei seinem Uebergang in Milchsäure findet vorzugsweise in gewöhnlicher Temperatur statt; bei 24 bis 36 Grad nimmt der Käse in der Milch die Eigenschaften der gewöhnlichen Hefe an und es stellen sich in dieser höheren Temperatur in dem Milchzucker zwei auf einander folgende Umsetzungsprocesse ein; er verwandelt sich zuerst in Traubenzucker, und



nachdem dies vor sich gegangen ist, zerfällt dieser in Berührung mit dem Käse in Alkohol und Kohlensäure.

In gewöhnlicher Temperatur gährt die Milch ohne Gasentwicklung und es bildet sich Milchsäure, in höherer Temperatur erhält man daraus in Folge des geänderten Gährungsprocesses eine alkoholhaltige Flüssigkeit, welche bei der Destillation einen wahren Branntwein liefert.

Es ist einleuchtend, dass nur solche Substanzen gährungsfähig sind, in welchen die Elemente leicht beweglich und nur von einer schwachen Kraft zusammengehalten sind, und wenn in der That durch den Ortswechsel der Elementartheilchen des Fermentes ein Ortswechsel der sie berührenden Atome eines zweiten Körpers verursacht war, so ist es sicher, dass die Atome des letzteren der auf sie einwirkenden Bewegung einen Widerstand entgegensetzen, welcher überwunden werden muss, wenn sie sich bewegen sollen. Dieser Widerstand, auch noch so klein gedacht, wirkt wie eine Kraft, welche rückwärts einen Einfluss auf die Atome des Ferments äussern muss, wodurch der in ihnen vor sich gehende Ortswechsel geändert werden muss. Ein faulender Körper muss demnach in Berührung mit einem gährungsfähigen, den er in Gährung versetzt, andere Producte liefern, als wenn er für sich allein fault. Man bemerkt in der That, dass wenn zu faulendem thierischen Käse, oder Blut, Zuckerwasser zugesetzt wird, mit dem Beginne der Gährung die Bildung derjenigen Producte, denen der stinkende Geruch angehört, abnimmt, so dass diese im Verlauf der Gährung völlig verschwinden. Es ist ferner verständlich, dass ein gährungsfähiger Körper aufhören muss gährungsfähig zu sein, wenn der Widerstand, den seine kleinsten Theilchen der Wirkung des Ferments entgegensetzen erhöht, oder wenn die Kraft, welche die Elemente des Ferments zu einer Gruppe zusammenhält, verstärkt wird. Es giebt in der That eine Menge Körper, welche der Fäulniss und Gährung entgegenwirken, und den Verlauf des Processes hindern und hemmen, und ihre merkwürdige Wirkung ist sehr häufig dadurch bedingt, dass sie mit dem Ferment eine chemische Verbindung eingehen. Durch das Hinzutreten eines Körpers, welcher Verwandtschaft zu dem Ferment besitzt, wird offenbar das Beharren seiner Elementartheile in ihrer ursprünglichen Lagerung verstärkt, denn zu der Kraft, welche sie in der Gruppe zusammenhält, kommt in dem zweiten Körper, mit dem sich das Ferment verbindet, eine neue Anziehung hinzu, welche überwunden werden muss, wenn dessen Elemente ihre Lage ändern oder wechseln sollen.

Zu diesen die Fäulniss und Gährung aufhebenden oder fäulnisswidrigen Materien gehören alle Substanzen, welche auf das Ferment eine chemische Wirkung ausüben, Alkalien, Mineralsäuren, Pflanzensäuren im concentrirten Zustande, flüchtige Oele, Alkohol, Kochsalz; vor allen wirksam sind schweflige Säure, Metall-, namentlich Quecksilbersalze, welche mit den Fermenten oder faulenden Stoffen eine chemische Verbindung eingehen. Arsenige Säure hindert

die Fäulniss des Blutes und die gewöhnliche Zuckergährung nicht, aber die Fäulniss der Haut und leimgebenden Gewebe wird durch ihre Gegenwart vollständig unterdrückt.

Viele organische Säuren werden in der Form von Kalksalzen gährungsfähig, welche es für sich nicht sind. Der gewöhnliche äpfelsaure Kalk gährt, mit Bierhefe versetzt, eben so leicht wie Zuckerwasser; es entwickelt sich in niedriger Temperatur reine Kohlensäure, und das äpfelsaure Kalksalz zerfällt in bernsteinsäuren, essigsäuren und kohlen-säuren Kalk; in höherer Temperatur entwickelt sich Wasserstoffgas und es bildet sich aus der Aepfelsäure eine grosse Menge Buttersäure.

Der milchsaure Kalk liefert, mit faulem Käse in Berührung, Kohlensäure, Wasserstoffgas, Buttersäure und Mannit.

Der weinsaure Kalk liefert Kohlensäure, Metacetonsäure und Essigsäure.

Durch die Neutralisation dieser Säuren mit Kalk wird ihre chemische Action auf das Ferment beseitigt, und es behält die Flüssigkeit während des Zersetzungsprocesses ihre Neutralität bei, weil der durch die Bildung einer organischen Säure einer höheren Ordnung oder von geringerem Sättigungsvermögen freiwerdende Kalk in Verbindung mit der gebildeten Kohlensäure als kohlen-saurer Kalk unauflöslich niederfällt.

Die in dem Traubensaft und in den Pflanzensäften vorhandenen Gährungsvermittler sind ohne Ausnahme solche Materien, die eine mit dem Blute oder dem Kässtoff der Milch gleiche Zusammensetzung besitzen. Die Erzeugung dieser Blutbestandtheile in den Pflanzen, in der Weinrebe z. B., kann erhöht und gesteigert werden durch thierischen Dünger. Der Kuhmist (Kuhharn) ist reich an kohlen-säuren Alkalien, welche auf die Vermehrung der Zuckergehalte Einfluss haben. Die Menschenexcremente enthalten dagegen nur phosphorsaure Alkalien, sie wirken besonders günstig auf die Erzeugung der Blutbestandtheile, oder, wenn man will, der Gährungserreger in den Pflanzen ein.

Man sieht leicht, dass wir durch die Cultur selbst, durch eine zweckmässige Wahl des Düngers den entschiedensten Einfluss auf die Qualität des Saftes ausüben können. Wir verbessern rationell den an Blutbestandtheilen reichen Most durch Zusatz von Zucker, der, was hier ganz gleichgültig ist, in dem Organismus einer anderen Pflanze erzeugt worden ist, oder wir setzen dem ausgepressten Saft unserer unreifen Weintrauben die getrockneten reifen Weintrauben südlicher Klimate zu. In wissenschaftlichem Sinne sind dies wahre Verbesserungen, die in keiner Weise etwas Verfängliches an sich tragen.

Aenderungen in der Natur der Producte finden in jeder Gährung statt, theils veranlasst durch einen Wechsel der Temperatur, theils durch Gegenwart anderer Materien, die in den Process der Umsetzung mit hereingezogen werden. So erhält man aus dem nämlichen Traubensaft, wenn er in verschiedenen Temperaturen gährt, Weine von ungleicher Güte und Beschaffenheit, je nachdem die

Lufttemperatur im Herbste hoch oder niedrig ist; je nach der Tiefe des Kellers und seiner Temperatur während der Gährung, wechselt die Qualität, der Geruch und Geschmack des Weines. Eine ganz constante Temperatur des Gährungslocals und eine nicht stürmisch, sondern allmählich verlaufende Gährung sind die vorzüglichsten, von den Menschen abhängigen Bedingungen zur Erzielung eines edlen Weines. Nicht lange wird es dauern, und man wird bei der Weingährung den für die Fabrikation edlerer Biersorten so geeigneten tiefen Felsenkellern vor allen anderen den Vorzug geben; ihr Nutzen beruht hauptsächlich auf ihrer constanten Temperatur.

Der Einfluss, den fremde Substanzen auf die Producte der Weingährung ausüben, ist ganz besonders in die Augen fallend in der Gährung der Kartoffelmaische. Bekanntlich erhält man daraus durch Destillation neben dem Alkohol (Branntwein) eine ölige Flüssigkeit von giftigen Eigenschaften und höchst ekelhaftem Geruch und Geschmack.

Dieses sogenannte Fuselöl ist nicht fertig gebildet in den Kartoffeln, es ist ein Product der Umsetzung des Zuckers; denn man erhält es nicht allein aus der gegohrenen Kartoffel- und Getreidemaische, sondern auch in der Gährung der letzten Syrupe von der Darstellung des Runkelrübenzuckers.

Das Fuselöl, welches seinen chemischen Eigenschaften nach mit dem Alkohol in eine Classe gehört, ist Alkohol, von welchem sich die Elemente von Wasser getrennt haben. Zwei Fuselatome entstehen durch Zusammentreten von fünf Alkoholatomen unter Abscheidung von sechs Wasseratomen.

Die Bildung des Fuselöls, von dem man jetzt in den Spiritusfabriken so grosse Mengen als Nebenproduct gewinnt, dass man es zum Beleuchten der Locale benutzt, findet in gährenden Flüssigkeiten niemals statt, wenn diese Weinsäure oder Weinstein, Citronensäure oder gewisse bittere Substanzen (Hopfenbitter) enthalten; es erzeugt sich vorzüglich nur in alkalischen und neutralen Flüssigkeiten, oder in solchen, welche Essig- oder Milchsäure enthalten, und kann durch Zusatz von Weinstein zum grossen Theil verhütet werden.

Der Geruch und Geschmack der Weine rührt stets von besonderen Verbindungen her, die sich in der Gährung erzeugen; die alten Rheinweine enthalten Essigäther, manche davon in kleinen Quantitäten Buttersäure-Aether, der ihnen einen, dem alten Jamaika-Rum ähnlichen angenehmen Geruch und Geschmack ertheilt. Alle enthalten Oenanthsäure-Aether, von dessen Vorhandensein der Weingeruch herrührt. Diese Verbindungen entstehen theils in der Gährung selbst, theils beim Lagern des Weines, durch die Einwirkung der vorhandenen Säuren auf den Alkohol des Weines. Die Oenanthsäure scheint in der Gährung gebildet zu werden, sie ist bis jetzt wenigstens in den Weintrauben nicht aufgefunden worden. Die in dem gährenden Saft vorhandenen freien Säuren nehmen den entschiedensten Antheil an der Entstehung dieser aromatischen Materien; die Weine südlicher Gegenden, welche aus ganz reifen

Trauben gewonnen werden, enthalten Weinstein, aber keine freien organischen Säuren sie haben kaum den eigenthümlichen Weingeruch und halten, in Hinsicht auf Bouquet oder Blume, mit den edlen französischen Weinen oder mit den Rheinweinen keinen Vergleich aus.