

Der Ernährungsprocess der Pflanzen und Thiere.

Die Pflanzen sind, in Hinsicht auf die Quelle, aus welcher ihre Bestandtheile entspringen, ausschließlich auf die anorganische Natur angewiesen, und zwar ist es die Kohlensäure und das Ammoniak der Atmosphäre, durch welche sie mit *Kohlenstoff* und *Stickstoff*, und das Wasser, durch welches sie mit *Wasserstoff*, so wie Schwefelsäure, durch welche sie mit *Schwefel* versehen werden. Kohlensäure, Ammoniak und Wasser sind aber nicht die einzigen Bedingungen des Wachstums und der Ernährung der Vegetabilien, sie bedürfen zur Bildung der Blätter, Stengel, der Wurzeln und Früchte noch einer gewissen Menge mineralischer Stoffe, die wir als nie fehlende Bestandtheile darin finden; diese sind namentlich phosphorsaure Alkalien und Erden, so wie Eisenoxid, die Hauptbestandtheile der Saamen, so wie Alkalien und alkalische Erden, die in der Form von Salzen mit organischen Säuren verbunden in den Pflanzen vorkommen. Diese Bestandtheile bleiben nach dem Verbrennen der Pflanze als Asche zurück, in welcher sich stets noch eine gewisse Menge schwefelsaurer Alkalien finden, deren Schwefelsäure durch die Oxidation des Schwefels der Schwefel- und Stickstoff-haltigen Pflanzenbestandtheile beim Einäschern gebildet wurde. In einem Boden, worin Alkalien, alkalische Erden, phosphorsaure und schwefelsaure Salze fehlen, gedeihen die Pflanzen nicht, fehlen die phosphorsauren Salze, so bilden sich die Saamen nicht aus.

In dem Keimungsprocess wird Sauerstoff absorbirt und eine gewisse Menge Kohlensäure gebildet, keimende Saamen auf blaues Lackmuspapier gelegt, färben es roth, eine Wirkung, welche nach *Bequerel* von Essigsäure herrührt. Das Amylon wird während dem Keimungsprocess in Zucker und Gummi verwandelt, die schwefel- und stickstoffhaltigen Bestandtheile der Saamen, in sofern sie unlöslich waren, werden löslich; beide werden zur Ausbildung der Wurzelfasern und ersten Blätter verbraucht, die weitere Entwicklung der Pflanze hängt ab von der Aufnahme von Nahrung durch die auf Kosten der Bestandtheile des Saamens gebildeten Organe der Ernährung.

Die Blätter und Wurzeln nehmen Kohlensäure aus der Luft und dem Boden auf, welche unter Mitwirkung des Sonnenlichtes eine Zerlegung erfährt. Der Kohlenstoff der Kohlensäure bleibt in der Pflanze zurück, während ihr Sauerstoff gasförmig abgeschieden wird.

Außer dem Ammoniak, einem Bestandtheil der Atmosphäre, kennt man keine andere Quelle, welche den Pflanzen Stickstoff liefert, es wird mit der Kohlensäure aufgesaugt und geht mit ihrem Kohlenstoff, so wie mit Schwefel aus zerlegter Schwefelsäure zu einem Bestandtheil des vegetabilischen Albumins, Fibrins, Caseins, des schwefelhaltigen Bestandtheils der Cruciferen etc. oder ohne die Mitwirkung des Schwefels in Caffein, Asparagin etc. über.

An allen diesen Bildungen nimmt das Wasser entweder durch seine Bestandtheile, Wasserstoff und Sauerstoff, oder in sofern Antheil, als es die nothwendigen Bewegungen in der Pflanze (Safteirculation) vermittelt, oder dadurch, dafs es Alkalien, alkalische Erden, phosphorsaure Salze und Kieselerde aus dem Boden zuführt.

Der Uebergang der Kohlensäure in einen Bestandtheil der Pflanze scheint nicht sprungweise zu geschehen, es ist im Gegentheile wahrscheinlich, dafs die Alkalien und alkalischen Erden nothwendig sind, um diesen Uebergang zu vermitteln, dafs die organischen Säuren, die wir damit vereinigt finden, die Zwischenglieder dieses Uebergangs sind, in der Art, dafs sich aus der Kohlensäure beim Hinzutreten der Bestandtheile des Wassers Oxalsäure, Weinsäure, Aepfelsäure etc., zuletzt Zucker, Amylon und Holzfaser bildet.

Aus der Kenntniß der Nahrung, welche die Pflanzen bedürfen, entspringen einige für die Agricultur wichtige Regeln.

1) Durch Zufuhr von verwesenden Vegetabilien wird das Wachstum der Pflanzen beschleunigt, ihr Kohlenstofftrag gesteigert, insofern durch sie in dem Boden eine Quelle von Kohlensäure gegeben wird. Um eine den Pflanzen nützliche Wirkung auszuüben, dürfen diese verwesenden Stoffe nur in einem gewissen Verhältnisse im Boden vorhanden seyn. Ist ihre Quantität zu groß, so wird die Luft im Boden ihres Sauerstoffs vollständig beraubt, die Wurzeln faulen und die Pflanze stirbt ab.

2) Durch Zufuhr von verwesenden Schwefel- und Stickstoff-haltigen (animalischen) Körpern schafft man im Boden eine Quelle von Ammoniak, welche nebst der gleichzeitig sich bildenden Kohlensäure zur Beschleunigung der Entwicklung der Pflanze und Vergrößerung ihrer Masse an Schwefel- und Stickstoff-haltigen Bestandtheilen beiträgt.

3) Da der Uebergang des Kohlenstoffs der Kohlensäure zu einem Bestandtheile der Pflanze vermittelt wird durch die Alkalien oder alkalischen Erden, da ferner ohne Hinzufuhr von phosphorsauren Salzen sich keine Saamen und damit keine ihrer Stickstoff- und Schwefel-haltigen Bestandtheile bilden, so ist klar, dass mit aller Zufuhr von Kohlensäure und Ammoniak das Gedeihen der Pflanzen nur dann beschleunigt und gefördert wird, wenn die hierzu nöthigen Mineralbestandtheile gleichzeitig gegeben sind.

Ein fruchtbarer Boden enthält alle zur Entwicklung und zum Gedeihen der Culturpflanzen nöthigen Mineralbestandtheile; fehlen in dem Boden kiesel-saure Alkalien, so ist er unfruchtbar für die Gramineen, welche kiesel-saures Alkali zur Bildung des Halms bedürfen; ist er arm an Alkalien, so gedeihen Rüben, Kartoffeln u. s. w. nicht. Die Leguminosen, Erbsen, Klee bedürfen des Kalkes u. s. w. Für die Gewinnung von Saamen (Getreide, Erbsen, Bohnen) muss der Boden eine reichliche Menge phosphorsaurer Salze enthalten; die krautartigen Pflanzen und Wurzelgewächse, überhaupt alle die, welche man in der Agricultur nicht zum Saamentragen kommen lässt, haben die geringste Menge phosphorsaurer Salze nöthig.

Da der Kohlenstoff und Stickstoff der Pflanzen aus der Kohlensäure und dem Ammoniak der Atmosphäre stammt, welche alle Pflanzen umgibt und allgegenwärtig ist, da ferner die Atmosphäre in beständiger Bewegung und überall und an allen Orten gleich reich an diesen Nahrungstoffen ist, so ist klar, dass die Fruchtbarkeit des Bodens in geradem Verhältnisse steht, nicht zu seinem Gehalte an Kohlenstoff- oder Stickstoff-reicher Nahrung, die den Pflanzen niemals fehlen kann, sondern zu den im Boden vorhandenen, mineralischen Nahrungstoffen.

Hieraus erklärt sich der Nutzen der Asche der Holzpflanzen, so wie die Wirkung, welche die Excremente der Thiere und Menschen auf die Fruchtbarkeit der Felder ausüben.

Die Pflanzenaschen enthalten die mineralischen Nahrungsmittel der wildwachsenden Pflanzen, und da diese in ihrer Qualität gleich und nur in ihrem relativen Verhältnisse verschieden sind von den mineralischen Nahrungsmitteln, welche die Culturpflanzen aus dem Boden bedürfen, so ist klar, dass wir mit der Zufuhr von Asche einem unfruchtbaren Boden die Bedingungen geben, von denen das Gedeihen der Culturpflanzen abhängig ist. Der Boden empfängt hierdurch das Vermögen, Kohlenstoff und Stickstoff aus der Luft auf seine Oberfläche in der Form von Pflanzen zu condensiren, ein Vermögen, was er nicht besitzt, wenn die den Pflanzen nöthigen Bodenbestandtheile fehlen.

Da nun zuletzt die Excremente der Thiere und Menschen, der Harn und die Faeces zusammengenommen, betrachtet werden können als die mehr oder weniger vollkommen verbrannte Asche der genossenen Speise, da ferner diese Speise aus Pflanzen besteht, oder aus Theilen von Thieren, die ebenfalls von Pflanzen stammen, so ist klar, dass wir in dem Urin und den festen Excrementen dem Felde zurückgeben, was wir ihm

in den geernteten Früchten genommen haben. Das gestörte Gleichgewicht in der Zusammensetzung des Feldes wird durch den Dünger wieder hergestellt. Ist der Ersatz unvollkommen, so nimmt die Fruchtbarkeit des Feldes ab; führen wir mehr hinzu, so verbessern wir den Boden.

Die Stickstoff- und Schwefel-haltigen Bestandtheile der Pflanzen sind identisch mit den Blutbestandtheilen, sie sind in dem Saamen und dem Saft stets begleitet von Alkalien und phosphorsauren Salzen, welche zur Erzeugung des Blutes unentbehrlich sind. Durch die vitale Thätigkeit im Thiere verwandeln sich diese Bestandtheile der Pflanzen in Blut, aus dem die übrigen Gebilde des Thieres sich entwickeln.

Das Thierleben unterscheidet sich in chemischer Hinsicht von dem Pflanzenleben, in sofern es abhängig ist von einer unaufhörlichen Einsaugung von Sauerstoff, welcher in der Form von Wasser und Kohlensäure wieder aus dem Körper tritt, während in der Pflanze Wasser und Kohlensäure absorhirt und Sauerstoff ausgeschieden werden.

In den Thieren gehen unausgesetzt zwei Processe vor sich, der Respirations- oder Zerstörungsproceß und der Ernährungs- oder Bildungsproceß; von dem Gleichgewicht zwischen beiden hängt die Gesundheit ab.

Durch die Verbindung des Sauerstoffs mit den Bestandtheilen der Speisen oder den Bestandtheilen des Körpers wird die thierische Wärme erzeugt. In dem Nutritionsproceß wird der tägliche Abgang, den der Körper erlitten hat, wieder ersetzt.

Die Nahrung der fleischfressenden Thiere besteht aus Proteinverbindungen (Fleisch und Blut) und Fett, ihre Nahrung verwandelt sich in Blut, aus dem sie stammt, und es sind bei dieser Thierklasse die Produkte der Organe, welche eine Umsetzung oder Veränderung erlitten haben, welche zur Verbindung mit dem Sauerstoff, zur Erzeugung der thierischen Wärme, zum Widerstande gegen die Einwirkung der Luft dienen.

Außer den Produkten der Umsetzung der Organe dienen bei den pflanzenfressenden Thieren Zucker, Gummi, Amylon, die zur Blutbildung nicht dienen können, da sie keinen Stickstoff und Schwefel enthalten, ebenfalls als Respirationsmittel.

Die von den Thieren genossene Nahrung nimmt im Körper des Thieres oder nach seinem Tode die Form von Sauerstoffverbindungen an, aller Kohlenstoff und Wasserstoff und Stickstoff kehrt in den Processen der Respiration, der Fäulniß und Verwesung in die Form von Kohlensäure, Wasser und Ammoniak zurück. Nach dem Tode des Thieres nehmen seine Elemente die ursprüngliche Form wieder an, in der sie einer neuen Generation von Pflanzen, und durch diese, von Thieren, zur Nahrung dienen.

Die Speise, welche das Thier genießt, erleidet in seinem Leibe die nämlichen Veränderungen, wie wenn sie in einem Ofen verbrannt worden wäre. Durch die Lunge und Haut treten Kohlensäure und Wasser, die letzten Produkte der Verbrennung, durch den Harn und die Faeces tritt der Rauch, Rufs und die Asche aus.

Die Quantität der zu genießenden Speise hängt von der Menge des in einer gegebenen Zeit aufgenommenen und ausgeathmeten Sauerstoffs ab, und hiernach richtet sich die Menge der freigewordenen Wärme. In dem Harnstoff haben wir Stickstoff und Kohlenstoff in dem Verhältniß, wie im doppelt kohlen-sauren Ammoniak, in dem harn-sauren Ammoniak ist Stickstoff und Kohlenstoff in dem Verhältniß, wie im neutralen kohlen-sauren Ammoniak zugegen. Das Allantoin, der stickstoffhaltige Bestandtheil des Urins des Foetus der Kuh enthält die Elemente der Harnsäure und des Harnstoffs.

Galle und harn-saures Ammoniak enthalten die Elemente des Blutes und der Muskelfaser. Addirt man die Hälfte der Elemente der Galle $C_{76}N_4H_{152}O_{22}$ zu der Formel des harn-sauren Ammoniaks $C_{10}N_{10}H_{14}O_6$, so hat man $C_{43}N_{12}H_{78}O_{17}$, eine Formel, welche sehr nahe die Zusammensetzung des getrockneten Blutes ausdrückt. Daher denn die Meinung,

dafs der Stickstoff der Bestandtheile des Harns (Harnstoff kann durch Hinzuführung von Sauerstoff aus Harnsäure entstehen) ursprünglich Bestandtheil der thierischen Gebilde war, und dafs die Galle die andern Elemente der umgesetzten Gebilde enthält; da nun die Galle in den Faeces der fleischfressenden Thiere nicht nachweisbar ist, sondern in Gasform aus dem Körper tritt, so will diefs nichts anderes sagen, als dafs sie oder ihr Kohlenstoff und Wasserstoff zur Respiration dient, ganz ähnlich, wie diefs mit Bestimmtheit von dem Fett behauptet werden kann, was, wenn die Zufuhr von Respirationsmitteln fehlt, nun ebenfalls ausgeathmet wird. (Ueber diese Verhältnisse siehe das Nähere: Organische Chemie in ihrer Anwendung auf Agricultur, Physiologie und Pathologie von J. Liebig. Braunschweig, bei Vieweg).

Tabelle

über den Gehalt des wässerigen Weingeistes an reinem Weingeist, von Meissner.

Spec. Gewicht des wässerigen Weingeistes, wenn er in 100 enthält:

| an Weingeist: | dem Gewicht nach: | | dem Maafs nach: | |
|---------------|-------------------|------------|-----------------|------------|
| | bei 20°. | bei 17,5°. | bei 20°. | bei 17,5°. |
| 100 | 0,791 | 0,793 | 0,791 | 0,793 |
| 95 | 0,805 | 0,801 | 0,809 | 0,811 |
| 90 | 0,818 | 0,822 | 0,824 | 0,828 |
| 85 | 0,831 | 0,835 | 0,839 | 0,843 |
| 80 | 0,843 | 0,847 | 0,854 | 0,857 |
| 75 | 0,856 | 0,859 | 0,867 | 0,869 |
| 70 | 0,868 | 0,870 | 0,880 | 0,883 |
| 65 | 0,880 | 0,883 | 0,893 | 0,896 |
| 60 | 0,892 | 0,895 | 0,906 | 0,907 |
| 55 | 0,904 | 0,906 | 0,917 | 0,919 |
| 50 | 0,915 | 0,917 | 0,928 | 0,930 |
| 45 | 0,926 | 0,928 | 0,938 | 0,940 |
| 40 | 0,937 | 0,939 | 0,947 | 0,949 |
| 35 | 0,947 | 0,948 | 0,955 | 0,958 |
| 30 | 0,955 | 0,958 | 0,963 | 0,964 |
| 25 | 0,963 | 0,965 | 0,969 | 0,970 |
| 20 | 0,970 | 0,971 | 0,975 | 0,976 |
| 15 | 0,977 | 0,977 | 0,981 | 0,980 |
| 10 | 0,984 | 0,983 | 0,987 | 0,986 |
| 5 | 0,992 | 0,991 | 0,993 | 0,993 |
| 0 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 |