

# Ueber den Stickstoff.

Von

**PROF. DR. JOHANN OSER.**

---

Vortrag, gehalten am 3. December 1879.



Es hat eine gewisse Schwierigkeit den Stickstoff nach seinen chemischen Eigenschaften zu charakterisiren, da er eben keine so klar ausgesprochenen oder scharf hervortretenden Eigenschaften besitzt, wie andere Elemente; man könnte ihn kurz als Phlegmatiker unter den Elementen bezeichnen. Während nämlich beinahe jeder der anderen Grundstoffe verhältnissmässig leicht in Verbindung mit anderen gebracht werden kann, gelingt das beim Stickstoff nur sehr schwierig und nur mittelst sehr energischer Mittel. Auf diesem Wege erhaltene Stickstoffverbindungen würden daher sehr kostspielig zu stehen kommen und ist man deshalb auf die in der Natur schon fertig gebildeten Stickstoffverbindungen angewiesen, die dann freilich auf chemischem Wege in der mannigfaltigsten Weise transformirt werden können. Schon in Folge dieser Indifferenz, durch seine „vis inertiae“, spielt der Stickstoff eine wichtige Rolle.

Er bildet nämlich den Hauptbestandtheil unserer Atmosphäre, deren durchschnittliche Zusammensetzung, abgesehen von den in nur sehr geringer Menge darin vorkommenden Bestandtheilen, die beigefügte Tabelle darstellt.

### Zusammensetzung der Atmosphäre.

	In Volumsprocenten	In Gewichtsprocenten
Sauerstoff . . .	20·96	23·17
Stickstoff . . .	79·04	76·83

Der zweite Hauptbestandtheil der Atmosphäre ist hienach der Sauerstoff, der Ihnen als ein sehr energisches und actives, ich möchte sagen verbindungs-frohes Element bekannt ist — eine Eigenschaft, auf deren Wirksamkeit jene Erscheinungen beruhen, welche von den Chemikern als Oxidationsprocesse, im gewöhnlichen Leben als Verbrennungsprocesse bezeichnet werden.

Diese Wirksamkeit tritt schon bei jenen Oxydationen auf, deren Resultat, wie z. B. bei der Vermoderung des Holzes, bei der Verminderung der Brennkraft der Steinkohlen nach längerem Lagern, erst nach grösseren Zeiträumen augenfällig wird, weil sie dann bei gewöhnlicher Temperatur so langsam verlaufen, dass deren Effect für ein kurzes Zeit-Intervall nicht wahrgenommen wird. Erst wenn das brennbare Material auf die sogenannte Entzündungs-Temperatur erhitzt wird, treten sie dann in so intensiver Weise auf, dass deren Wirkungen in der Wärme- und Licht-Entwicklung deutlich zur Erscheinung kommen. Wie verhält sich nun dabei der Stickstoff?

Die Antwort liegt nach dem Vorangeschickten auf der Hand.

Er verhält sich dabei ganz passiv\*) und da er in der Luft in so überwiegender Masse vorhanden ist, werden durch ihn die Verbrennungs-Erscheinungen sehr bedeutend abgeschwächt.

Stellen wir uns vor, die Atmosphäre bestände nur aus Sauerstoff, so würden derartige Oxydationen mit einer Vehemenz vor sich gehen, von der man sich eine beiläufige Vorstellung machen kann, wenn man überlegt, dass dann in derselben Zeit eine fünfmal grössere Sauerstoffmenge in Action treten würde.

Eine Feuersbrunst in einer solchen stickstofflosen Atmosphäre würde kaum zu bewältigen sein.

Wird der Sauerstoff durch die Thätigkeit unserer Lunge in das Blut und damit in alle Körpertheile übergeführt, so verbindet er sich mit in deren Bestandtheilen enthaltenem Kohlenstoff und Wasserstoff und kehrt auf demselben Wege in Form von Kohlensäure und Wasser wieder in die Luft zurück. Auf dieser Verbrennung innerhalb unseres Organismus, welche man auch als Stoffwechsel bezeichnet, beruht eben dessen Lebensthätigkeit. — Denken wir uns auch hier wieder reinen Sauerstoff eingeathmet, so würde der Stoffwechsel in einer Weise gesteigert werden, welche unseren Organismus nach seiner jetzigen Einrichtung in kurzer Zeit aufreiben würde. Die Einathmung von reinem Sauerstoffgas wurde

---

\*) Auf die geringen Mengen von salpetersaurem Ammoniak, welche sich dabei bilden, wird hier keine Rücksicht genommen.

einer Erzählung von Jules Verne „Eine Idee des Dr. Ox“ zu Grunde gelegt und deren Folgen in ergötzlicher und phantastischer Weise geschildert.

Andererseits würde eine Atmosphäre, die nur Stickstoff enthielte, unseren Lebensprocess aufheben, und deshalb nennen ihn die Franzosen Azote, d. h. das Leben nicht unterhaltend, und nach diesem Namen wurde das deutsche Wort Stickstoff gebildet.

Von den Verbindungen des Stickstoffs wollen wir zunächst dessen Verbindung mit dem Wasserstoff, das Ammoniak, in's Auge fassen.

Das Ammoniak ist ein farbloses Gas, welches vom Wasser in hohem Grade absorbirt wird. Ein Volum Wasser absorbirt bei gewöhnlicher Temperatur 727 Volum Ammoniakgas, und man erhält dann eine Ammoniaklösung, welche 37·4 Gewichtsprocente Ammoniak enthält. Im gewöhnlichen Leben bezeichnet man derartige Lösungen als Salmiakgeist. Der Geruch desselben rührt davon her, dass schon unter gewöhnlichen Temperaturverhältnissen fortwährend Ammoniak entweicht, beim Erhitzen der Flüssigkeit bis zum Kochen aber rasch vollständig ausgetrieben wird. Fängt man das entwickelte Gas in einem mit Quecksilber gefüllten Cylinder auf, so kann man durch Aufsteigenlassen eines Stückes Eis dessen Löslichkeit im Wasser zeigen.

Seiner chemischen Natur nach hat das Ammoniak den Charakter einer Basis, d. h. es bläut rothes Lackmuspapier gerade so, wie z. B. Laugenessenz

und wirkt auch wie diese ätzend, wenn auch in viel schwächerem Grade. Sowie andere Basen, verbindet sich ferner das Ammoniak begierig mit Säuren und bildet mit denselben salzartige Verbindungen. Lässt man z. B. Ammoniak und Salzsäure in Gasform in einer Glasglocke zusammentreten, so bildet sich an den Wänden derselben ein weisser fester Körper, ein Ammoniaksalz, welches man als Salmiak bezeichnet. Behandelt man den Salmiak mit Kalkbrei, so wird demselben durch die stärkere Basis, den Kalk, die Säure entzogen und Ammoniakgas frei gemacht. Da letzteres bei diesem Prozesse als der flüchtige Theil des Salmiaks auftritt, erklärt sich auch, warum man wässerige Lösungen von Ammoniak mit dem Namen Salmiakgeist belegt.

Der Salmiak ist die am längsten bekannte Ammoniakverbindung, welche um das Jahr 1410 zuerst als Handelsartikel aus Asien nach Europa kam. Er wurde dort aus dem Russ erhalten, welcher sich beim Verbrennen des Kameelmistes bildet.

Mit Kohlensäure und Wasser bildet das Ammoniak ein Salz, welches man kohlen-saures Ammoniak nennt. Diese Verbindung entsteht ebensowohl bei der Fäulniss stickstoffhaltiger organischer Substanzen als auch bei der trockenen Destillation derselben, d. h. bei dem Erhitzen auf hohe Temperaturen bei Luftabschluss. Auf letztere Weise wurde es früher aus Horn, Klauen etc. hergestellt und wird daher auch heute noch manchmal Hirschhornsalz genannt.

Es verdampft schon bei gewöhnlicher Temperatur und riecht ähnlich wie Salmiakgeist. Diesen Eigenschaften verdankt es seine Anwendung als Füllmasse der Riechfläschen, deren Hauptbestandtheil es bildet. — Jetzt gewinnt man Ammoniak oder Ammoniakverbindungen beinahe ausschliesslich aus dem Gaswasser, welches bei der Leuchtgas-Fabrication in Folge der trockenen Destillation der Steinkohlen, die einen nicht unbedeutenden Stickstoffgehalt besitzen, als Condensationsproduct gewonnen wird.

Was die Entstehung von kohlen saurem Ammoniak und anderen Ammoniakverbindungen bei der Fäulniss von stickstoffhaltigen organischen Substanzen betrifft, kann man dieselbe im gewöhnlichen Leben oft wahrnehmen, so z. B. auf Aborten, in schlecht ventilirten Ställen etc. Auch im Guano, der der Hauptsache nach aus Vogel-Excrementen entsteht, findet man Ammoniaksalze und besonders kohlen saures Ammoniak in beträchtlicher Menge. — Während wir nur eine einzige Verbindung des Stickstoffs mit dem Wasserstoff kennen, sind fünf Verbindungen des Stickstoffs mit dem Sauerstoff bekannt, von denen wir aber nur die sauertoffreichste, die Salpetersäure, besprechen wollen.

Lässt man elektrische Funken durch feuchte Luft hindurchschlagen, so bilden sich rothbraune Dämpfe von Untersalpetersäure, welche mit dem vorhandenen Wasser Salpetersäure geben. Dieser Process hat jedoch für die Gewinnung von Salpetersäure seiner Kostspieligkeit wegen kein praktisches Interesse.



Die Reaction dieser Verbindung auf Lackmus-Farbstoff, ihre grosse Affinität zu den Basen, mit denen sie sich zu salzartigen Verbindungen, den salpetersauren Salzen, vereinigt, lassen über ihre Säurenatur keinen Zweifel. Sie verbindet sich mit Ammoniak zu salpetersaurem Ammoniak, mit den kohlen-sauren Salzen des Kalis und des Natrons, welche wir Pottasche, resp. Soda nennen, unter Austreibung der schwächeren Kohlensäure zu Kalisalpeter, resp. Natronsalpeter. Da die Salpetersäure durch Schwefelsäure (Vitriolöl) aus ihren Verbindungen mit den Basen (den salpetersauren Salzen) ausgetrieben wird, da sie ferner einen verhältnissmässig niederen Siedepunkt besitzt, so kann man sie in der Weise leicht gewinnen, dass man in einer Retorte Salpeter mit Schwefelsäure übergiesst und erhitzt und die entweichenden Dämpfe in Vorlagen durch Abkühlung condensirt.

Die Salpetersäure hat neben ihrem Säurecharakter noch eine andere Eigenschaft, welche sie von den meisten anderen Säuren wesentlich unterscheidet; als eine sehr hoch oxydirte Verbindung, die zudem den Sauerstoff in verhältnissmässig loser Bindung enthält, gibt sie denselben leicht an oxydirbare Substanzen ab. Schon das Sonnenlicht wirkt auf dieselbe langsam zersetzend in der Weise ein, dass sie dabei in Untersalpetersäure, Wasser und Sauerstoff zerfällt. — Sie verwandelt daher auch die Mehrzahl der Metalle in Sauerstoffverbindungen und wenn letztere mit den Säure lösliche Salze geben, so werden die Metalle

von ihr zu salpetersauren Salzen aufgelöst, — eine Wirkung, von der ausserordentlich häufig Gebrauch gemacht wird, z. B. von den Kupferstechern zum Aetzen der Kupferplatten. Gold wird von derselben nicht angegriffen, Silber hingegen leicht aufgelöst und wird sie daher häufig zur Scheidung dieser beiden Metalle in Gold-Silberlegirungen angewendet, weshalb sie auch den Namen Scheidewasser führt. — Da die Salpetersäure, wie oben bemerkt, aus salpetersauren Salzen gewonnen wird, dürfte es am Platze sein, zunächst über die Bildung der letzteren das Wichtigste hervorzuheben.

Salpetersaure Salze bilden sich in der Natur, wenn Ammoniak und Sauerstoff der Luft bei Gegenwart poröser basischer Substanzen auf einander einwirken. Lässt man z. B. Ammoniak auf Kreide (kohlensauren Kalk) an der Luft einwirken, so wird das Ammoniak durch den Sauerstoff der Luft zu Salpetersäure oxydirt, welche sich mit dem Kalk der Kreide zu salpetersaurem Kalk verbindet. Weitere Bedingungen sind noch genügende Feuchtigkeit und eine gewisse Höhe der Temperatur, weshalb auch die Salpeterbildungsprocesse besonders in tropischen oder wenigstens warmen Ländern, so z. B. in Indien, Ungarn etc. in viel grösserem Umfange auftreten. Da sich, wie wir früher gesehen haben, bei der Fäulniss stickstoffhaltiger organischer Substanzen Ammoniak entwickelt, ist leicht einzusehen, dass wir dem Salpeterbildungsprocess in der Natur

häufig begegnen müssen, so z. B. in Ställen; wo das sich entwickelnde Ammoniak, in Wasser gelöst, von den porösen kalkhaltenden Mauerwänden aufgesaugt und dort salpetersaurer Kalk gebildet wird, der aus den Mauern auswittert, eine Erscheinung, welche man als Mauerfrass bezeichnet und die sich auch an Aborten häufig einstellt. Früher; wo man mehr Mangel an salpetersauren Salzen hatte, wurde auch häufig die Erde in Viehställen, die manchmal sehr viel davon enthält, gesammelt und zur Salpeter-Erzeugung benützt, oder es wurden auch in den sogenannten Salpeterplantagen die Bedingungen für die Salpeterbildung in der Weise künstlich herbeigeführt, dass man Erde mit Mauerschutt und stickstoffhaltigen Abfallsproducten, wie z. B. Horn, Klauen, Leder, Blut etc., mischte und mit Wasser oder Jauche häufig begoss.

Die an den so gebildeten Haufen gesammelten Auswitterungen wurden gesammelt und auf Salpeter verarbeitet. Jetzt hat man diese Erzeugung von Salpeter aufgegeben, obwohl der Salpeterbedarf ein viel höherer geworden ist als dies je früher der Fall war. Der Grund ist der, dass sich in Südamerika in den Grenzdistricten von Peru und Chili ungeheure Lager von Natronsalpeter, den man deshalb auch Chilisalpeter nennt, vorfinden und von dem 1820 die erste Ladung nach Europa gebracht wurde. Erst vom Jahre 1850 aber gestaltete sich der Handel damit schwunghaft und jetzt werden jährlich bei vier Millionen Centner von diesem Material nach Europa

verschifft. Die Ausbeutung dieser südamerikanischen Salpeterlager und die daran sich knüpfenden Handels-Interessen sind gegenwärtig die Ursache des Krieges, der zwischen Peru und Bolivia einerseits und Chili andererseits entbrannt ist und dessen längere Dauer auch die Interessen von Europa schwer schädigen würde, da man nicht blos bei der Erzeugung von Salpetersäure, englischer Schwefelsäure, Kalisalpeter etc. den Natronsalpeter verwendet, sondern derselbe als Stickstoffdüngemittel auch für die Landwirthschaft von grosser Wichtigkeit ist. Eine ausgedehnte Verwendung erleidet der Kalisalpeter in der Schiesspulver-Fabrication. Chilisalpeter, d. i. Natronsalpeter, kann dazu nicht angewendet werden, da er aus der Luft Wasser anzieht und damit hergestelltes Schiesspulver feucht werden würde; aber auch deshalb nicht, weil er sich viel schwieriger reinigen lässt als Kalisalpeter.

Die Umwandlung des ersteren in letzteren kann aber leicht durch Einwirkung von Kaliverbindungen, wie z. B. kohlensaurem Kali, Chlorkalium, auf Lösungen von Natronsalpeter bewirkt werden, und nennt man auf diesem Wege erhaltenen Kalisalpeter Conversionssalpeter.

Das Schiesspulver ist ein Gemenge von Kalisalpeter, Kohle und Schwefel, in Verhältnissen, die je nach der Verwendung desselben variiren; für Gewehrpulver kann man annehmen, dass im Durchschnitt in 100 Gewichtstheilen enthalten sind: 75

Theile Salpeter, 12 Theile Schwefel und 13 Theile Kohle. Wie wirkt nun das Schiesspulver?

Der Kalisalpeter ist wie die Salpetersäure eine sehr hoch oxydirte, also sauerstoffreiche Verbindung, und wie in der letzteren ist auch im Kalisalpeter der Sauerstoff in verhältnissmässig loser Bindung, so dass beim Erhitzen desselben mit brennbaren Körpern, wie es in diesem Falle Kohle und Schwefel sind, eine sehr lebhaftere Verbrennung der letzteren eintritt. Bei dieser Oxydation werden plötzlich so grosse Mengen von Gas (hauptsächlich aus Kohlensäure, Kohlenoxyd und Stickstoff bestehend) entwickelt und die Spannkraft derselben wird durch die gleichzeitig entwickelte Wärme so bedeutend gesteigert, dass durch dieselben ausserordentlich grosse mechanische Wirkungen ausgeübt werden können. Der Salpeter ist also hier der Träger einer grossen Menge von für die Verbrennung verfügbarem Sauerstoff, der bei der Entzündung in seiner Gesamtmasse zur Wirkung gelangt. Rechnet man die in 1 Kilogramm Kalisalpeter enthaltene Sauerstoffmenge, so findet man, dass sie ebenso gross ist, wie jene, welche in 1667 Litern atmosphärischer Luft enthalten ist. — Das Schiesspulver wird bekanntlich nicht blos zum Schleudern von Geschossen, sondern auch in ausgedehnter Masse als Sprengmaterial benützt. In der neuereu Zeit ist es jedoch für diese Verwendung durch ein anderes explodirendes Material, das Nitroglycerin, zum grossen Theil verdrängt worden. — Man er-

hält diese Substanz durch Einwirkung eines Gemisches von höchst concentrirter Salpetersäure und Schwefelsäure auf das Ihnen wohlbekannte Glycerin, eine Verbindung, die aus Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff zusammengesetzt ist und die bei der Verseifung der Fette gewonnen wird. Die Wirkung der Salpetersäure besteht darin, dass je 1 Atom Wasserstoff des Glycerins durch je eine aus 1 Atom Stickstoff und 2 Atomen Sauerstoff bestehende Atomgruppe der Salpetersäure ersetzt wird. Im Ganzen werden dabei 3 Wasserstoff-Atome des Glycerins auf diese Weise vertreten, während die ausgetretenen Wasserstoff-Atome mit dem Rest der Salpetersäure Wasser bilden.

Die Schwefelsäure spielt dabei nur die Rolle, dieses gebildete Wasser aufzunehmen und dadurch der Verdünnung der Salpetersäure vorzubeugen. Das entstandene Nitroglycerin ist in Wasser unlöslich und kann daher von dem Ueberschuss der darin löslichen Säuren durch Waschen leicht getrennt werden. Es ist gerade so wie das Glycerin eine farblose ölige Flüssigkeit. Da mit einer solchen schwer zu manipuliren ist, so lässt man es von einem feinen unwirksamen Pulver, z. B. Infusorienerde, Kieselguhr, aufsaugen und in dieser Form führt es den Namen Dynamit. Man bringt es am besten zur Explosion mittelst einer mit Knallquecksilber gefüllten Zündkapsel, die mit einer Zündschnur verbunden ist. Die Wirkungen dieses Sprengmittels sind viel energischere als die des Schiesspulvers. Eine Blechkapsel, welche

ein Pfund Dynamit enthält, auf einen Felsen im Gewichte von 20 Centnern frei aufgelegt und zur Explosion gebracht, zerschmettert denselben in tausend Stücke. Bei seiner Anwendung in Bohrlöchern ist es daher auch nicht nothwendig, diese wie beim Schiesspulver mit einem sogenannten Besatz zu verschliessen, ja man kann in diese sogar flüssiges Nitroglycerin einführen, und es bildet in diesem Falle nur ein wenig Wasser, das darüber gegossen wird, den Verschluss. — Warum das Nitroglycerin eine explodirende Substanz überhaupt ist, dürfte nach dem beim Schiesspulver Gesagten wohl schon klar sein. Man hat eben auch hier eine grosse Menge von Sauerstoff mit brennbarem Kohlenstoff und Wasserstoff in einen kleinen Raum zusammengedrängt. Dass aber die Wirkungen des Nitroglycerins noch viel energischere sind, hat mehrere Ursachen:

1. Der Sauerstoffgehalt im Nitroglycerin beträgt 63·4, im Schiesspulver bei dem oben angegebenen Mischungsverhältnisse 35·6 Gewichtsprocente.

2. Alle Verbrennungsproducte haben im ersteren Falle Gasform, während beim Schiesspulver eine nicht unbeträchtliche Menge als fester Rückstand zurückbleibt. — Dieser beiden Punkte wegen ist daher beim Nitroglycerin die entwickelte Gasmenge ungefähr dreimal so gross wie beim Schiesspulver.

3. Beim Nitroglycerin sind die kleinsten Theilchen des Sauerstoffes, die Atome, mit jenen des brennbaren Kohlenstoffes und Wasserstoffes in unmittel-

barer Nähe, während beim Schiesspulver, wenn die Materialien auch noch so fein gepulvert und innig gemischt sind, die aufeinander reagirenden Stoffe im Vergleich zum Nitroglycerin jede einzelne Substanz in grossem Klumpen gedacht werden muss. Die Folge davon ist, dass die Explosion beim Schiesspulver, wenn auch in sehr kurzer Zeit, doch viel langsamer durch die ganze Masse hindurch stattfindet, als beim Nitroglycerin, bei dem man die Explosionsdauer als wenigstens hundertmal kleiner annimmt. Eine beiläufige Vorstellung des Einflusses der Aneinanderrückung der Sauerstofftheilchen zu den brennbaren Substanzen auf die Verbrennungsdauer kann man sich machen, wenn man sich dieselben Gewichtsmengen Holz, das einemal in der Form eines Scheites, das anderemal in Gestalt von Hobelspänen, verbrannt denkt. — Fasst man die angeführten Ursachen zusammen, so kann man sich wohl von der höheren Wirksamkeit des Nitroglycerins Rechenschaft geben. — Ein dem Nitroglycerin ähnliches Präparat, die sogenannte Schiessbaumwolle, welche im Jahre 1846 zuerst von Schönhein dargestellt wurde, erhält man durch Einwirkung eines Gemisches von Schwefelsäure und Salpetersäure auf Baumwolle. Die Reaction ist hiebei eine ganz analoge, wie bei der Erzeugung des Nitroglycerins und sind deren explosive Wirkungen, wenn auch schwächer als bei diesen, doch viel bedeutender als jene des Schiesspulvers. — Sowie man endlich die erwähnte aus Stickstoff und Sauerstoff



bestehende Atomgruppe der Salpetersäure in Glycerin und Baumwolle einführen kann, gelingt dies auch bei vielen anderen organischen Substanzen und bezeichnet man derartige Producte allgemein mit dem Namen Nitroverbindungen. Viele davon verpuffen heftig beim Erhitzen oder energischer mechanischer Einwirkung und werden manche derselben auch als explodirende Substanzen benützt.

Eine Nitroverbindung kann man z. B. darstellen durch Einwirkung von concentrirter Salpetersäure auf das Benzol — eine Substanz, welche in dem Steinkohlentheer enthalten ist und daraus durch Destillation gewonnen wird. Das Reactionsproduct nennt man Nitrobenzol — eine Flüssigkeit, welche einen dem Bittermandelöl sehr ähnlichen Geruch besitzt und statt desselben in der Parfumerie, bei Seifen etc. vielfach verwendet wird. Sowie man Salpetersäure durch Wasserstoff im status nascens in Ammoniak verwandeln kann, so kann man auch das Nitrobenzol dadurch in eine ammoniakähnliche Verbindung umwandeln, die sich nur darin von Ammoniak unterscheidet, dass an die Stelle von 1 Atom Wasserstoff des letzteren eine Gruppe, bestehend aus 6 Atomen Kohlenstoff und 1 Atom Wasserstoff, getreten ist. Man nennt diese ammoniakähnliche Verbindung Anilin; sie bildet das Material, aus welchem die prachtvollen Anilinfarbstoffe hergestellt werden.

Von den unzähligen anderen Stickstoffverbindungen, welche die Chemie kennt, wollen wir nur

noch die wichtigen Eiweiss-Substanzen einer kurzen Besprechung unterziehen und will ich von den anderen nur erwähnen, dass hieher auch die Cyanverbindungen, sowie die in ihrem chemischen Charakter sich an das Ammoniak anschliessenden Verbindungen, wie z. B. das Coniin, Nicotin, Morphin, Chinin etc., welche man ihrer basischen Natur wegen als Alkaloide bezeichnete, gehören.

Die Eiweiss-Substanzen bestehen alle aus Kohlenstoff, Wasserstoff, Sauerstoff, Stickstoff und Schwefel, und zwar sind in Allen diese Elemente in ziemlich übereinstimmenden Verhältnissen enthalten.

Sie finden sich sowohl in den Pflanzen, als auch in den Thieren und kommen meist in zwei Modificationen vor, in der einen sind sie im Wasser löslich, in der anderen im Wasser unlöslich.

Man unterscheidet bei ihnen folgende drei Haupttypen:

1. Das Albumin. 2. Das Casein. 3. Das Fibrin.

Albumin. Es ist in dem Weissen des Eies in der löslichen Modification enthalten, ebenso im Blutserum, in allen Pflanzensäften und zwar besonders im Saft der als Gemüse benützten krautartigen Gewächse. Es geht beim Erhitzen seiner Lösungen auf 72—73° C. in die unlösliche Modification über, was man als Coaguliren oder Gerinnen bezeichnet.

Casein. Es befindet sich in der Milch der Säugethiere in der löslichen Modification und wird daraus

durch die Schleimhaut des Labmagens der Wiederkäuer, sowie auch durch verdünnte Säuren gefällt, d. h. in die unlösliche Modification übergeführt.

In den Pflanzen findet es sich vorzüglich in den Hülsenfrüchten, z. B. den Bohnen, Linsen, Erbsen, und kann aus deren Pulver mit schwach alkalischem Wasser extrahirt und aus dem Extract mit verdünnter Säure gefällt werden. Seines Vorkommens wegen führt es auch den Namen Legumin.

Fibrin. Im Thierkörper findet es sich im Blute gelöst und scheidet sich, sobald dasselbe den Körper verlassen hat, aus demselben aus, wobei es den sogenannten Blutkuchen bildet, der aus Fibrin mit eingeschlossenen Blutkörperchen besteht. — Lässt man Pferdeblut in einen dünnwandigen Glaszylinder fließen und hält denselben auf einer Temperatur etwas unter 0 Grad, so tritt kein Gerinnen des Blutes ein, sondern es scheidet sich in drei Schichten: Die unterste, dunkelroth und undurchsichtig, enthält die rothen Blutkörperchen mit etwas Plasma, die mittlere graue, Plasma mit farblosen Blutkörperchen, die oberste durchsichtige und bernsteingelbe Flüssigkeit, Plasma, welches aus Blutserum und Fibrin besteht. Nimmt man diese oberste Schicht ab und schlägt sie mit einem Fischbeinstäbchen, so scheidet sich das Fibrin als eine faserige, elastische Masse daran aus, die, mit Wasser gewaschen, schneeweiss wird.

Das Pflanzenfibrin kann auf die Weise gewonnen werden, dass man Mehl, am besten Weizenmehl, mit

Wasser zu einem Teige anmacht, diesen in ein Leinwandsäckchen einbindet und nun unter Wasser so lange knetet, bis die Stärke und andere Stoffe vollständig entfernt sind. Die zurückbleibende Substanz nennt man Kleber; er besteht aus Pflanzenfibrin und Pflanzencasein, auf deren Scheidung wir aber hier nicht näher eingehen wollen.

Die künstliche Darstellung von Eiweiss-Substanzen ist bis jetzt noch nicht gelungen und erfolgt deren Bildung nur durch die Thätigkeit der Pflanzen; wenn wir daher Eiweiss-Substanzen in reichlichster Menge im thierischen Organismus vorfinden, so setzt dies die vorausgegangene Aufnahme derselben durch die Nahrung voraus. Es frägt sich nun zunächst, aus welchem Materiale die Pflanze Eiweissverbindungen oder, wie man sie auch nennt, Proteinsubstanzen zu bilden vermag? Den freien Stickstoff der Atmosphäre kann sie, wie dies besonders genaue Versuche von Boussingault klar bewiesen haben, nicht assimiliren, er muss ihr in Form von Ammoniaksalzen oder ammoniakähnlichen Verbindungen oder von salpetersauren Salzen zugeführt werden; diese werden von der Pflanze aufgenommen und auf einem uns bis jetzt unbekanntem Wege zu Proteinsubstanzen verarbeitet. Von derartigen Verbindungen sind in der Atmosphäre kohlen-saures, salpetrig-saures und salpeter-saures Ammoniak vorhanden und werden durch die atmosphärischen Niederschläge dem Boden und damit der Pflanze zugeführt.

Der Gehalt der Atmosphäre und der atmosphärischen Niederschläge an solchen Verbindungen wechselt sehr bedeutend je nach Witterung und localen Verhältnissen. Man kann annehmen, dass in 1 Million Gewichtstheilen Luft ungefähr 1 Gewichtstheil Ammoniak, in 1 Million Gewichtstheilen atmosphärischer Niederschläge 3·5 Theile Ammoniak und 3 Theile Salpetersäure enthalten sind. Obwohl diese Mengen sehr gering erscheinen, so ist doch bei dem grossen Umfange der Atmosphäre und bei der bedeutenden Quantität der atmosphärischen Niederschläge die Gesamtmasse, welche den Pflanzen zugeführt wird, so gross, dass sie für das Bedürfniss derjenigen, welche eine grosse Blatentwicklung und eine verhältnissmässig lange Vegetationsdauer haben, hinreicht. Für jene Pflanzen hingegen, welche, wie unsere Cerealien, in kurzer Vegetationszeit eine grosse Menge von Eiweiss-Substanzen erzeugen sollen, reichen diese Quantitäten nicht aus, und es ist daher für eine intensive Cultur derselben die Zufuhr eines stickstoffhaltigen Düngers, sei es in Form von Stallmist oder Guano oder Salpeter, nothwendig.

Für die Benützung der von den Pflanzen producirten Substanz als Nahrungsmittel für die Thiere ist zunächst deren Gehalt an Eiweiss-Substanzen, Fetten, Holzfaser und sogenannten stickstofffreien Extractstoffen von Wichtigkeit. Die beigefügte Tabelle soll aus der grossen Menge von hier in Frage kommenden Materialien nur einige Proben geben.

## Durchschnittliche Zusammensetzung von Futterstoffen in Gewichtsprocenten.

Nach Dr. Dietrich und Dr. König.

Bezeichnung	Wasser	Stickstoff-Substanz	Fett	Stickstoff-freie Extractstoffe	Holzfaser	Asche
Weidegras . . . . .	78·5	5·2	1·0	9·6	3·7	2·0
Rothklee in d. Blüthe	83·0	3·6	0·7	7·4	4·0	1·5
Wiesenheu . . . . .	14·6	10·1	2·3	40·9	25·5	6·6
Rothkleeheu . . . . .	18·4	13·0	2·2	36·1	24·0	5·9
Roggenstroh . . . . .	13·0	3·6	1·4	33·4	44·6	4·0
Bohnenstroh . . . . .	17·8	12·0	1·3	31·8	30·7	6·4
Kartoffeln . . . . .	74·6	2·2	0·2	21·2	0·7	1·1
Roggen . . . . .	14·9	13·3	2·0	65·2	2·7	1·9
Hafer . . . . .	12·5	12·7	6·1	54·3	11·0	3·4
Erbsen . . . . .	13·9	22·7	2·0	54·3	4·5	2·6
Rapssamen . . . . .	11·0	19·4	40·0	15·4	10·3	3·9
Roggenkleie . . . . .	11·6	14·7	3·4	60·0	5·7	4·6
Malzkeime . . . . .	10·1	24·2	2·1	42·1	14·3	7·2
Zuckerrüben - Pressrückstände . . . . .	71·8	1·9	0·4	17·2	5·6	3·1
Kuhmilch . . . . .	88·0	3·2	4·0	4·0	—	0·8

Man kann diese Bestandtheile der Futterstoffe nach der Bedeutung, welche sie für die Ernährung des Thierkörpers haben, in zwei Hauptgruppen bringen, stickstofffreie und stickstoffhaltige Nährstoffe.

Was nun die erste Gruppe betrifft, so dienen dieselben, insoferne sie verdaut und in den Blutkreislauf übergeführt werden, dazu, die Temperatur des Körpers unabhängig von der Aussentemperatur auf einem constanten Niveau zu erhalten. Wie schon früher erwähnt, werden sie durch den durch die Lungenthätigkeit aufgenommenen Sauerstoff zu Kohlensäure und Wasser verbrannt und diese durch die Lunge wieder an die Atmosphäre abgegeben. Bei dieser Oxydation wird ebensoviel Wärme entwickelt, als wenn sie ausserhalb des Organismus vor sich gegangen wäre. Liebig hat für diesen Bestandtheil der Nahrungsmittel die Bezeichnung Respirationsmittel eingeführt.

Die verdauten und resorbirten stickstoffhaltigen Verbindungen hingegen dienen zum Ersatz der verbrauchten Muskel- und Gewebesubstanzen und wurden daher von Liebig plastische Nährstoffe benannt. Bei jeder Arbeitsleistung, bei jeder Muskelcontraction wird ein Theil dieser Substanzen oxydirt, die dabei entwickelten Mengen Kohlensäure durch die Lunge abgeführt, der hochoxydirte stickstoffhaltige Rest, der Hauptsache nach aus Harnstoff und Harnsäure bestehend, durch die Thätigkeit der Nieren aus dem

Blute abgeschieden und in den flüssigen Excrementen aus dem Körper entfernt.

Die Functionen dieser beiden Classen von Nährstoffen können nun freilich nicht so streng gesondert werden, wie es die ursprüngliche Auffassung von Liebig verlangt, indem z. B. auch Fette und Kohlenhydrate eine Ersparniss an Eiweiss herbeiführen, insoferne sie als leichter oxydirbare Substanzen das schwerer oxydirbare Eiweiss bis zu einem gewissen Grade vor der Zerstörung schützen. Es geht aber doch so viel daraus hervor, dass, je nach den Anforderungen, welche man an die Thiere stellt, je nachdem man von ihnen Milch-Erzeugung oder, wie in der Mast, Fleisch- und Fettansatz verlangt, oder ob sie mit oder ohne Arbeitsleistung blos auf ihrem Körpergewicht erhalten werden sollen, auch das Verhältniss der stickstoffhaltigen zu den stickstofffreien Nährstoffen im Gesamtfutter ein wechselndes sein muss, wenn man eine ökonomische Ausnutzung desselben erzielen will. Dabei ist noch zu berücksichtigen, dass die Proteïnsubstanzen, Holzfaser etc. in den verschiedenen Futtermitteln einen ungleichen Grad von Verdaubarkeit und also auch Resorbirbarkeit besitzen und dass die Mischung verschiedener Futtersorten auf dieselbe einen nicht unwesentlichen Einfluss ausübt.

Die Ermittlung aller dieser Verhältnisse ist die Aufgabe der landwirthschaftlichen Versuchsanstalten und hat die wissenschaftliche Grundlage einer ratio-



nellen Fütterung der Nutzthiere zu bilden — ein Gebiet, auf dem schon bedeutende Fortschritte zu verzeichnen sind, wenn auch noch sehr viel zu thun übrig bleibt.

Von den durch die Thiere in den pflanzlichen Nahrungsmitteln aufgenommenen Nährstoffen werden nur Fett und Eiweiss-Substanzen zur Vermehrung der Körpermasse verwendet und demgemäss finden wir daher in dem Fleisch derselben, abgesehen von dem Wassergehalt und den geringen Mengen an Aschenbestandtheilen, nur diese beiden Substanzen, wie auch aus nachfolgender Tabelle hervorgeht.

	100 Theile Ochsenfleisch enthalten:			
	Wasser	Stickstoff- substanz	Fett	Asche
Sehr fetter Ochs .	54·76	16·93	27·23	1·08
Mittelfetter Ochs .	72·25	21·39	5·19	1·17
Magerer Ochs . .	76·71	20·61	1·50	1·18

Man sieht hieraus, dass die Pflanzenfresser die Eiweissstoffe in ihrem Organismus concentriren und uns in ihrem Fleische die proteïnreichsten Nahrungsmittel zuliefern. Denn wenn auch einzelne Cerealien und Leguminosen noch proteïnreicher erscheinen, so hängt dies damit zusammen, dass deren Eiweissgehalt wegen der vorhandenen geringen Menge Wasser höher erscheint, und andererseits ist dann noch zu berücksichtigen, dass wir die Früchte der Cerealien nur als Brod oder in ähnlicher Form geniessen und dass der Proteïngehalt des Brodes nur ungefähr 6·5 Procent beträgt, sowie dass auch die Hülsenfrüchte nur gekocht

verwendet werden, wobei dann des hohen Wassergehaltes wegen ihr Eiweissgehalt beträchtlich herabgedrückt wird. Dazu kommt dann noch der Umstand, dass die Eiweiss-Substanz dieser vegetabilischen Nahrungsmittel vom menschlichen Organismus in einem viel geringeren Grade verdaut, also für denselben weniger nutzbar gemacht wird.

Im Uebrigen haben die stickstoffhaltigen und stickstofffreien Nährstoffe für den menschlichen Organismus dieselben Dienste zu leisten, wie in jenem des Pflanzenfressers, und gibt es daher auch für unsere Nahrung ein günstigstes Verhältniss, in welchem diese Hauptgruppen der Nährstoffe vorhanden sein sollten.

Bestimmte Normen hiefür aufzustellen ist aber sehr schwierig, weil zu viele Factoren, wie Alter, Berufsart, Individualität etc. Einfluss nehmen. Glücklicherweise haben wir für die Zusammenstellung unserer Nahrung, in engeren oder weiteren Grenzen, freie Wahl und in unserem Instinct einen besseren Führer als uns eine wissenschaftliche Berechnung bis jetzt bieten könnte.

Nach der Organisation unseres Verdauungs-Apparates stehen wir jedoch den fleischfressenden Thieren weit näher als den pflanzenfressenden, und es ist sicher, dass das Ideal unserer Nahrung nicht auf dem Gebiete des Vegetarianismus zu suchen ist, und dass wir uns nicht blos von Früchten zu ernähren haben (*fruges consumere nati*).

Wenn wir uns zum Schlusse noch den Weg betrachten, den der Stickstoff in der Natur nimmt, so finden wir, dass auch er sowie der Kohlenstoff einen Kreislauf macht, sei es nun, dass er als Bestandtheil verwesender Pflanzentheile unmittelbar wieder in die unorganische Natur zurückgelangt, oder aus den Pflanzen noch seinen Weg durch den Thierleib nimmt, um dann bei der Fäulniss der thierischen Excremente wieder zu seinem Ausgangspunkt zurückzukehren. Im ersteren Falle wird die in den Eiweiss-Substanzen vorhandene Spannkraft nur in Form von Wärme entbunden. Im letzteren Falle leistet die in jenen Eiweissstoffen, die im thierischen Organismus zum Aufbau verwendet wurden, enthaltene Spannkraft mechanische Arbeit. Es sind also die Eiweiss-Substanzen das Mittel, um die beseelten Maschinen im Gang zu erhalten, die Kräfte aber, die sie zu entfesseln vermögen und die in der Pflanze an dieselben gebunden wurden, verdanken sie dem Sonnenlicht.

---

# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Schriften des Vereins zur Verbreitung naturwissenschaftlicher Kenntnisse Wien](#)

Jahr/Year: 1880

Band/Volume: [20](#)

Autor(en)/Author(s): Oser Johann

Artikel/Article: [Ueber den Stickstoff. 123-149](#)