

Centralblatt nicht nur über diejenigen Patente, welche zur Charakterisirung von chemischen Verbindungen oder Vorgängen beitragen, inhaltlich referirt werden soll, sondern ausserdem auch alle sonstigen Patente, die zur chemischen Industrie in Beziehung stehen, mit vollen Titeln registrirt werden sollen.

25. Der Vorstand beschliesst, dass wegen der Hundertjahr-Feier zum Gedächtniss Kaiser Wilhelms I. die auf den 22. März angekündigte Sitzung der Deutschen chemischen Gesellschaft ausfallen, jedoch sowohl am 22. März wie am 12. April je ein Heft der »Berichte« zur Ausgabe gelangen soll.

Der Vorsitzende.  
C. Lieberman.

Der Schriftführer.  
A. Pinner.

---

## Mittheilungen.

### 82. M. Maercker: Die Fortschritte der Agriculturchemie in den letzten 25 Jahren.

(Vortrag gehalten vor der Deutschen chemischen Gesellschaft zu Berlin am 8. Februar 1897.)

Es wird unmöglich sein, in der kurz bemessenen Zeit einer Abendstunde, die gesammten Fortschritte der Agriculturchemie in den letzten 25 Jahren darzulegen, und ich muss mich deshalb darauf beschränken nur die wesentlichsten Fortschritte der Agriculturchemie und Landwirtschaft zu kennzeichnen. Ich bemerke dabei vorweg, dass ich mich nicht lediglich auf diejenigen Fortschritte beschränken kann, welche die Chemie in der Anwendung auf die Landwirtschaft gemacht hat, denn der Begriff der Agriculturchemie ist ein weiterer, als ihr Name besagt, und es sind namentlich die physiologischen Wissenschaften oft noch mehr als die Chemie, welche seitens der Agriculturchemiker in Interesse der Landwirtschaft bearbeitet werden. Es kommt noch hinzu, dass auch alle wirtschaftlichen Fragen der Gegenwart, soweit sie die Landwirtschaft angehen, gewisse Forderungen an die Agriculturchemie stellen, welchen sich dieselbe nicht entziehen kann.

Ich berichte zunächst über die Fortschritte der Pflanzenernährungslehre. Die Aufgabe, welche die Agriculturchemie hierbei zu erfüllen hat, ist, festzustellen, welche Nährstoffe, in welchen Formen und Mengen für die höchste Pflanzenproduction erforderlich sind. Diese

Versuche sind allerdings schon seit längerer Zeit in Angriff genommen, haben aber ihre wesentlichste Förderung und Lösung erst in den letzten 25 Jahren gefunden und zwar durch die Anwendung der Wasserculturmethode, nach dem Vorgange von Sachs, Knoop und Nobbe und der Sandculturmethode nach des verstorbenen Hellriegel's Vorgange. Durch diese Versuche, welche man in absolut reinen Medien ausführte, ist festgestellt, welche Nährstoffe von der Pflanze nicht allein gebraucht werden, sondern auch, welche Rolle die Einzelstoffe, deren die Pflanze für ihr Bildungsleben bedarf, in der Zelle spielen. Diese Untersuchungen sind nun in den letzten Jahrzehnten soweit gefördert, dass wir nicht allein ganz genau wissen, welche Stoffe die Pflanze zu ihrer Ernährung gebraucht, sondern auch für die meisten, allerdings nicht für alle Nährstoffe, wozu sie von der Pflanze gebraucht werden. So wissen wir z. B. bestimmt, dass die Phosphorsäure zur Bildung der Stickstoffsubstanz in der Pflanze unentbehrlich ist; die Eiweissstoffe, welche ja die Grundlage des Stoffwechsels bilden, entstehen offenbar aus einer phosphorsäurehaltigen Zwischenverbindung, auf welche z. B. das im Protoplasma regelmässig auftretende Lecithin hinweist. Die Rolle des Eisens und Schwefels ist von selbst klar, weil das Eisen ein Bestandtheil des Chlorophylls, der Schwefel ein solcher der Eiweissstoffe ist. Lange zweifelhaft war man dagegen über die Rolle des Calciums; dieses ist unzweifelhaft ein für die Pflanze unentbehrliches Element, aber die neueren Untersuchungen haben das interessante Resultat zu Tage gefördert, dass diese Unentbehrlichkeit weniger darauf zurückzuführen ist, dass das Calcium ein für die Bildung bestimmter Stoffe in der Pflanze nothwendiges Element ist, als dass es sozusagen eine medizinische Wirkung ausübt, indem es die, auch für die Pflanze giftige Oxalsäure, welche regelmässig als intermediäres Oxydationsproduct der Kohlenhydrate auftritt, als unlösliches Calciumoxalat festlegt. Man glaubte früher, dass das Calcium eine wichtige Rolle bei der Function der Blätter spiele, weil die Blätter der Hauptsitz des Calciums in der Pflanze sind, aber da die Blätter andererseits auch der Hauptsitz der Oxalsäurebildung sind, ist es naturgemäss, dass sich in ihnen auch die grösste Calciummenge findet.

Die Rolle des Kaliums, eines der wichtigsten Nährstoffe der Pflanze, ohne welches es dieselbe niemals zu einer nennenswerthen Entwicklung bringt, ist auch in der jüngsten Zeit durch Hellriegel aufgeklärt. Man wusste zwar früher, dass alle kohlehydratführenden Pflanzen zu ihrer Entwicklung reichliche Kalimengen gebrauchen und vermuthete daraus, dass das Kali in einer bestimmten Beziehung zur Bildung dieser Stoffgruppe stehe, aber der Nachweis, dass dem so sei, ist erst vor 3 Jahren von Hellriegel erbracht, der bei seinen exacten Vegetationsversuchen mit Zuckerrüben nachwies, dass wenn

man schrittweise der Rübenpflanze das Kali in der Düngung entzieht, bei einem gewissen Punkte neben der Production von Trockensubstanz einseitig die Production von Zucker sinkt, sodass also die Beziehung des Kalis zur Kohlehydratbildung hierdurch bestimmt erwiesen ist. Damit soll allerdings nicht gesagt sein, dass dieses die einzige Function des Kaliums in der Pflanze sei, denn in jedem Protoplasma finden sich ansehnliche Kalimengen, und eine Protoplasmathätigkeit ohne die Anwesenheit von Kali ist überhaupt undenkbar.

Die Magnesia scheint eine gewisse Rolle bei der Bildung der Stickstoffverbindungen der Körner zu spielen, da sich in den Körnern regelmässig grosse Mengen von Magnesiumphosphat vorfinden, aber sie scheint auch noch zu anderen Functionen in der Pflanze benutzt zu werden, deren Natur noch nicht aufgeklärt ist.

Dass der Stickstoff ein absolut unentbehrlicher Nährstoff ist, ergibt sich ganz von selbst daraus, dass die Eiweissstoffe Stickstoffverbindungen sind. Ohne genügende Stickstoffmengen ist eine Bildung von Protoplasma mit seinen mannigfachen, zart organisirten Stickstoffverbindungen unmöglich, und von diesen geht ja überhaupt der ganze Stoffwechsel der Pflanze aus.

Unerklärt ist noch die Rolle des Chlors in der Pflanze. Wenn man von demselben behauptet hat, dass es zur Bildung und zum Transport des Stärkemehls in der Pflanze nothwendig sei, haben neuere Untersuchungen diese Rolle doch einigermaassen zweifelhaft gemacht.

Ziemlich unwesentlich scheint auch die Rolle des Natriums und der Kieselsäure in der Pflanze zu sein, denen man ganz bestimmte Functionen nicht beizumessen hat, die aber unter Umständen doch auch ihren Nutzen ausüben können. So hat P. Wagner für das Kalium nachgewiesen, dass ein Theil desselben durch Natrium ersetzt werden könne, sodass eine Pflanze die höchste Production mit geringeren Kaliummengen erreicht, wenn daneben gewisse Mengen Natrium vorhanden sind. Vor allem aber wirken obige Stoffe dadurch nützlich, dass die Pflanze mineralische Nährstoffe für zweierlei Zwecke zu gebrauchen scheint. Einerseits stehen, wie wir oben gesehen haben, gewisse Mineralstoffe in bestimmter Beziehung zur Bildung bestimmter Stoffe in der Pflanze, andererseits aber scheint die Pflanze ein allgemeines Mineralstoffbedürfniss zu haben, welches man den »Mineralstoffhunger« nennen könnte. Dieser braucht nicht durch bestimmte Stoffe, sondern überhaupt durch die Allgemeinheit der Mineralstoffe gestillt zu werden. Man wird dieses am besten an einem Beispiel aus Emil Wolff's Versuchen ersehen. Emil Wolff fand bei seinen Vegetationsversuchen, dass zur Production von 100 Theilen Trockensubstanz der Haferpflanze 0.5 g Phosphorsäure erforderlich

waren, wenn er die übrigen Mineralstoffe, nämlich das Kalium, Calcium, Magnesium und die Schwefelsäure im Ueberschusse gab, und für diese Nährstoffe stellte er folgende Mengen als zur Production von 100 Th. Hafer-Trockensubstanz (jedes Mal beim Ueberschuss der übrigen Nährstoffe) erforderlich fest:

|                       |               |
|-----------------------|---------------|
| Phosphorsäure . . . . | 0.50 g        |
| Kali . . . . .        | 0.80 »        |
| Kalk . . . . .        | : . 0.25 »    |
| Magnesia . . . . .    | 0.20 »        |
| Schwefelsäure . . . . | 0.20 »        |
| Summa                 | <u>1.95 g</u> |

Danach wären also zusammen 1.95 g Mineralstoffe erforderlich, um 100 Th. Hafer-Trockensubstanz zu erzeugen; eine Haferpflanze mit nur 1.95 pCt. Mineralstoffen in der Trockensubstanz giebt es aber überhaupt in der Natur nicht, und das Mindeste, das eine normale Haferpflanze enthält, sind 3 pCt. Mineralstoffe; dem entspricht es auch, dass man mit obigen 1.95 pCt. Mineralstoffen nur etwa 65 Th. Hafer-Trockensubstanz erzeugen kann. Wenn man nun aber daneben 1.05 g an und für sich indifferente Mineralstoffe, nämlich Natronsalze oder Kieselsäure, den Pflanzen darreicht, dann erzielt man damit die volle Production von 100 Hafer-Trockensubstanz. Jene 1.05 g haben somit keine bestimmte Function in der Pflanze auszuüben, sondern dienen dazu, den allgemeinen Mineralstoffhunger, welchen die Pflanze besitzt, zu sättigen, und beweisen, dass die Rolle der Mineralstoffe in der Pflanze eine doppelte ist. Diese Beobachtung hat eine gewisse Tragweite für die Praxis der Landwirthschaft, denn sie lehrt, dass wenn man das Nährstoffbedürfniss der Pflanze durch ganz reine Nährstoffe decken will, man dabei verschwenderisch arbeitet, denn man muss von diesem kostbaren Stoffe mehr geben, als für die besonderen Zwecke, welche diese Stoffe in der Pflanze auszuüben haben, erforderlich sind und durch dieselben auch den Mineralstoffhunger sättigen. Solches kann natürlich sehr viel billiger durch indifferente Stoffe — Natronverbindungen und Kieselsäure — geschehen, und es ergiebt sich z. B. daraus, dass es unwirtschaftlich wäre, zur Düngung reine Kalisalze zu verwenden; denn die Rohsalze enthalten ja die Stoffe, welche den Mineralstoffhunger sättigen, in reichlichen Mengen, und man kommt demnach mit denselben billiger zum Ziel.

Die Untersuchungen über das Bildungsleben der Pflanzen sind in den letzten Jahren in wesentlicher Weise durch schöne Untersuchungen über den Zerfall der Stickstoff-Substanz im Stoffwechsel der Pflanze ergänzt worden, an denen sich hauptsächlich Ernst Schulze in Zürich betheiligt hat. Diese Untersuchungen haben uns namentlich ein grosses Material über die Spaltungsproducte der Eiweissstoffe der

pflanzlichen Zellen geliefert und bilden wichtige Bausteine, um der-einst die Constitution der Eiweissstoffe zu erforschen. Als bemerkens-werthes Resultat der Untersuchungen von Ernst Schulze ist zu verzeichnen, dass als Stoffwechselproducte der nicht grünen pflanz-lichen Zelle im wesentlichen dieselben Stoffe auftreten, wie in der thierischen Zelle, welche von Baumann und anderen nachgewiesen sind; es scheint also der Stoffwechsel der pflanzlichen Zelle ganz ähnlich und nach denselben Gesetzmässigkeiten zu verlaufen, als der-jenige der thierischen Zelle.

Ich gehe nunmehr zu den hauptsächlichsten Fortschritten auf dem Gebiet der Bodenkunde und Düngerlehre über, deren Auf-gabe sein musste, durch die Analyse das Düngerbedürfniss des Bodens zu erforschen, um damit dem practischen Landwirth die Grundlage zu geben, nach welcher er die Ernährung der Culturpflanzen in einem bestimmten Bodenmedium vorzunehmen hat. Leider haben diese Untersuchungen, welche übrigens auch ausserordentlich schwierig sind, in allen Punkten noch nicht zu einem so befriedigenden Ab-schluss geführt, wie diejenigen des zuerst besprochenen Theils. Bei der Bodenuntersuchung lernte man zunächst kennen, dass die chemische Analyse allein machtlos ist, wenn sie nicht durch die gleichzeitige Erforschung der mechanischen und physikalischen Verhältnisse unter-stützt wird. Infolgedessen ist die mechanische Bodenanalyse nament-lich durch Orth und Andere auf das Feinste ausgebildet worden und giebt uns im Grunde ein besser zutreffendes Bild über den Frucht-barkeitszustand der Ackererde, als die chemische Analyse.

Der Hauptfactor der Fruchtbarkeit ist und bleibt das Wasser, dessen Anwesenheit und Verhalten im Boden lediglich von dem physikalischen Zustand der Ackererde abhängt, den man, wo es nöthig ist, nach Möglichkeit zu verbessern bestrebt sein muss. Eine chemische Gesamtanalyse einer Ackererde giebt dagegen einen nur sehr geringen Aufschluss über den Fruchtbarkeitszustand, da man in der Ackererde als wirksame Nährstoffe nur solche ansehen kann, welche sich auch in einem entsprechend feinen Zustande der Ver-theilung befinden, hierdurch eine entsprechend grosse Oberfläche be-sitzen und damit verhältnissmässig leicht durch die kohlenensäurehaltige Bodenflüssigkeit aufgelöst werden können. Die feinerdigen Bestand-theile sind es ferner, welche in inniger Beziehung zu dem chemischen Zustande der Ackererde, dem Wasserfassungsvermögen und der Co-häsion u. s. w. stehen, so dass die wichtigste Grundlage der Boden-analyse die Bestimmung des Gehalts an Feinerde, d. h. abschlamm-baren Bestandtheilen ist. Hierfür kann natürlich nur die mechanische Bodenuntersuchung benutzt werden. Die chemische Untersuchung auf die in der Feinerde vorkommenden Nährstoffe hat allerdings auch einen gewissen, aber immerhin nur bedingten Nutzen. In einem

Punkt ist die chemische Analyse allerdings souverain, wenn nämlich durch dieselbe in einem Boden das Vorkommen eines wichtigen Nährstoffs nur spurenweise nachgewiesen wird, so versteht es sich von selbst, dass der Boden ein Düngerbedürfniss darnach hat, und dieser Fall kommt sehr häufig vor. Wenn dagegen von einem Nährstoff in einem Boden grössere Mengen durch die chemische Analyse nachgewiesen werden, dann folgt daraus noch lange nicht, dass von demselben für ein reiches Pflanzenwachsthum genug vorhanden ist, denn der betreffende Stoff kann in diesem Fall im Boden sehr wohl in schwer löslichen oder solchen Formen vorhanden sein, welche den Pflanzen nicht zusagen. Dies ist z. B. häufig der Fall beim Stickstoff. Derselbe ist in der Ackererde zum grössten Theil in Form von Humusstoffen vorhanden, aber diese chemisch kaum charakterisirebaren Verbindungen verhalten sich im Boden ganz ausserordentlich verschieden. Sie sind zwar sämmtlich stickstoffhaltig, aber bald geben sie, offenbar unter der Mitwirkung von Mikroorganismen, grössere Mengen ihres Stickstoffgehalts in wirksamen Formen ab, bald erweisen sie sich als schwer zersetzbar, und man kann infolge dessen durch die chemische Analyse in keiner Weise feststellen, ob in einem Boden ein Stickstoffbedürfniss herrscht. Diese Unsicherheit ist sogar so gross, dass man in gewissen Moorbodenarten, die doch rein aus stickstoffreichen Humusstoffen bestehen, unter Umständen ein Stickstoffbedürfniss antreffen kann.

Nicht anders liegt es bei der Phosphorsäure, welche in dem Boden in Verbindungen von leicht oder schwer löslicher Art vorkommen kann. Die in dem Dünger enthaltene lösliche Phosphorsäure wird bekanntlich von dem Boden absorbiert, indem zunächst Dicalciumphosphat entsteht, welches sich in der kohlen säurehaltigen Flüssigkeit verhältnissmässig leicht auflöst; beim längern Lagern geht dasselbe aber in das schwerer lösliche Tricalciumphosphat und endlich in Eisen- und Aluminium-Phosphate über, welche wahrscheinlich noch viel schwerer löslich sind. Es folgt hieraus nicht allein, dass die Phosphorsäure beim längeren Lagern im Boden an Wirksamkeit verliert, sondern auch, dass die chemische Analyse, welche die in den verschiedenen Formen vorkommenden Phosphorsäuremengen kaum von einander trennen kann, ziemlich machtlos ist.

Dagegen können wir bei anderen wichtigen Nährstoffen die chemische Analyse mit Sicherheit benutzen, nämlich zur Ermittlung des Kalk- und Kali-Bedürfnisses des Bodens. Der Kalk hat hauptsächlich nur einen Werth als Calciumcarbonat oder Calciumhumat, und diese beiden Formen kann die chemische Analyse mit Leichtigkeit bestimmen. Das Kali geht bei der Absorption in der Ackererde in eine zeolithartige Form über, welche durch Salzsäure in Lösung übergeht, während feldspathartige Mineralien, welche das Kali in einer

zu fest gebundenen Form enthalten, nicht gelöst werden. Die Kalimengen, welche man dem Boden durch eine Salzsäure von bestimmter Verdünnung entziehen kann, drücken daher den wirksamen Antheil des Kalis aus, und bezüglich der Kalibedürftigkeit des Bodens giebt uns die chemische Analyse sehr gute und sichere Aufschlüsse.

Da nun die chemische Analyse bei manchen Nährstoffen so wenig leisten kann, sollte man meinen, dass man in der Beurtheilung des Düngerbedürfnisses der Ackererde noch sehr weit zurück sei. Dies ist indessen nicht der Fall, denn man hat es verstanden, eine andere Methode der Untersuchung auszubilden, indem man den Boden nicht im Laboratorium, sondern bei Vegetationsversuchen durch die Pflanze analysiren lässt. Man verfährt dabei derart, dass man z. B. in dem Boden, dessen Phosphorsäurebedürfniss man feststellen will, Pflanzen, denen man alle übrigen Nährstoffe mit Ausnahme der Phosphorsäure in ausgiebigen Mengen darreicht, cultivirt und nun ermittelt, wie sich einerseits die Production der Pflanze in diesem Boden gegenüber einem an Phosphorsäure angereicherten gestaltet und andererseits feststellt, wie viel Phosphorsäure die Pflanzen aus dem Boden aufnehmen. Durch solche Versuche ist die Kenntniss schon sehr weit gefördert worden und ich kann Ihnen als Ergebniss derselben Folgendes mittheilen: Man hat erkennen gelernt, dass verschiedene Pflanzen unter ganz gleichen Verhältnissen aus einem Ackerboden sehr verschiedene Nährstoffmengen aufnehmen und damit eine sehr verschiedene Production zeigen. Es giebt also sehr anspruchsvolle Pflanzen, wie z. B. den Weizen, die Gerste, den Roggen, die Zuckerrüben, und andererseits auch genügsame, die Erbsen, Lupinen und die meisten Leguminosen, Kartoffeln u. s. w. Für die Praxis der Landwirthschaft folgt natürlich daraus, dass man die Fruchtfolge dem Nährstoffbedürfniss anzupassen hat, und es würde durchaus falsch sein, zwei anspruchsvolle Pflanzen auf einander folgen zu lassen. Die richtige Fruchtfolge ist vielmehr, dass man eine anspruchsvolle Pflanze in einer starken Düngung anbaut und auf dieselbe eine genügsame folgen lässt, der es gelingt, die im Boden verbleibenden Reste der Düngung sich zu eignen zu machen, während anspruchsvolle Pflanzen dazu nicht im stande sein würden.

Mittels des Vegetationsversuches hat man nun auch mit Sicherheit die Wirkung der verschiedenen Nährstoffformen in verschiedenen Bodenarten festgestellt und hierdurch z. B. sehr schnell ermittelt, dass folgendes Verhältniss des Wirkungswerthes der verschiedenen Stickstoffformen besteht:

|                            |   |       |
|----------------------------|---|-------|
| Salpeterstickstoff . . . . | = | 100   |
| Ammoniakstickstoff . . . . | = | 85—90 |
| Eiweisstickstoff . . . .   | = | 60    |

Dieser Beobachtungen hat sich die Praxis der Landwirthschaft natürlich längst bemächtigt, und die Folge davon ist die grossartige Ausdehnung der Anwendung des Salpeters als Düngemittel geworden. Die gewonnenen Grundlagen gestatten aber auch eine genaue Beurtheilung der Preiswürdigkeit der anzuwendenden Düngemittel. Wenn z. B. gleiche Mengen Ammoniakstickstoff zum Salpeterstickstoff nicht im Preisverhältniss von 85—90 zu 100 stehen, so ist selbstverständlich die Anwendung des Ammoniakstickstoffs zu theuer u. s. w. Die Vegetationsversuche, welche allerdings immer durch den Feldversuch ergänzt werden müssen, haben aber auch gezeigt, dass der Wirkungswerth verschiedener Stickstoffformen nicht nur von dem Nährstoffbedürfniss der Pflanze, sondern auch von dem Verhalten der Nährstoffe im Boden beeinflusst wird. Man weiss z. B. durch dieselben, dass der Eiweissstickstoff in dem leichten Sandboden aus physikalischen Gründen eine zweckmässigere Form für die Pflanze ist, als der Salpeterstickstoff, und der für den besseren Boden zu einer gewaltigen Ausdehnung gekommene Salpeter hat deshalb in dem leichten Boden nur mit einer gewissen Beschränkung eingeführt werden können.

Der Vegetationsversuch entscheidet aber auch sogleich über die Wirksamkeit aller anderen Düngemittel und speciell der mineralischen. Sie werden wissen, dass als Abfallproduct der Eisenindustrie nach dem Verfahren von Thomas-Gilchrist die sogenannte Thomasschlacke resultirt. Wenige Versuche von Wagner in Darmstadt genügten, um darzuthun, dass man in der Thomasschlacke ein phosphorsäurehaltiges Düngemittel von ausserordentlicher Wirksamkeit besitze, und die Folge davon ist gewesen, dass in wenigen Jahren die in Deutschland etwa 14 Millionen Centner betragende Production von Thomasschlacke von der Landwirthschaft glatt aufgenommen und zum Nutzen der Production verwendet wurde. Wir wüssten gar nicht, wie sich heute die landwirthschaftliche Production ohne die Anwendung des Thomasphosphatmehls überhaupt gestalten sollte. Beiläufig bemerkt, ist hierdurch die Eisenindustrie in eine ganz andere Lage als früher gekommen; während früher die phosphorsäurearmen Eisenerze die gesuchtesten waren, sind es jetzt die phosphorsäurereichsten, denn diese geben die grösste Menge der phosphorsäurereichen Thomasschlacken, welche augenblicklich einen hochwichtigen Zweig der Rentabilität der Roheisenproduction bilden.

Ebenso ist es bei den Kalisalzen gewesen, welche niemals so schnell eine so grosse Ausdehnung ihrer Anwendung hätten finden können, wenn nicht eine zielbewusste Forschung, freilich grundlegend unterstützt durch die scharfe Beobachtungsgabe hervorragender Praktiker, wie Dr. Schultz-Lupitz und anderer, mit geholfen hätte.

Auf Grund aller dieser Versuche können wir aber sagen, dass wir die Production, soweit sie von dem Düngerbedürfniss des Bodens

abhängig ist, zur Zeit vollkommen beherrschen. Wir können mit Sicherheit feststellen, wie grosse Nährstoffmengen wir einem jeden Boden zuzuführen haben, um damit die Maximalerträge des betreffenden Bodens zu erzielen. Als Erfolg dieser Forschungen kann ich Ihnen mittheilen, dass sich dadurch unsere Ansichten über den Bodenwerth vollständig verschoben haben. Während man früher dem mageren sterilen Sandboden nur ganz geringe Erträge abringen konnte und man von demselben immer mit einer gewissen Geringschätzung sprach, kann man jetzt von dem Sandboden durch zielbewusste Düngung Erträge gewinnen, die staunenswerth sind und hinter denjenigen des besten Bodens kaum zurückbleiben. Ich will ferner hinzufügen, dass infolge dessen sich eine wichtige Industrie, welche früher als die Domäne nur der besseren Bodenarten galt, nämlich die Zuckerindustrie, auch auf den Sandboden erstreckt hat und diesen an den Segnungen derselben theilnehmen lässt.

Allerdings ist auch dafür gesorgt, dass die Bäume nicht in den Himmel wachsen, denn um die Nährstoffe zur Wirkung zu bringen, ist es erforderlich, dass der Himmel zur rechten Zeit seine Schleusen öffnet, und die Sonne genügend Licht und Wärme spendet. Ist das nicht der Fall, dann ist natürlich alles menschliche Mühen nach wie vor umsonst.

Man könnte darnach meinen, dass die Forschung an einer gewissen Grenze angekommen wäre, indem man jeder Pflanze das dazureichen gelernt hat, was sie zur höchsten Production gebraucht und damit die höchsten Ernten, welche nicht mehr steigerungsfähig sind, erzielen könnte, aber dem ist doch nicht so. Es ist natürlich einer jeden Pflanze durch ihre eigene Individualität und Reproductionsfähigkeit eine Grenze ihres Wachstums gesteckt, und darüber hinaus hilft auch die beste Ernährung nichts, im Gegentheil, wenn man solche Pflanzen zu stark ernährt, dann macht man sie leicht wenig widerstandsfähig und erzeugt durch eine Ueberdüngung kranke Pflanzen. Aber der Mensch ist doch in der Lage, die Grenze der Productionsfähigkeit der Pflanze nach seinem Ermessen weit über das hinaus zu rücken, was die Natur vorgeschrieben zu haben scheint. Dies ist möglich durch die Maassregeln der Züchtung, welche zum Nutzen der Landwirthschaft in feinsten wissenschaftlicher Weise ausgebildet worden sind. Die deutsche Landwirthschaft, welche ohnehin schwer unter der Lage der Zeit zu leiden hat, wäre längst nicht mehr concurrenzfähig, wenn sie es nicht verstanden hätte, sich durch ihre vollkommene Technik das beste Pflanzenmaterial zu schaffen. Ich will ein ganz bestimmtes Beispiel anführen: Die Zuckerrübe, welche aus der weissen schlesischen Futterrübe hervorgegangen ist, hat ursprünglich einen nur mässigen Zuckergehalt besessen, so dass sie den Wettbewerb des Zuckerrohrs nur bei sehr hohen Zuckerpreisen aus-

halten konnte. Mit dem Sinken der Zuckerpreise erwies sich die Nothwendigkeit, die Zuckerrübe, ohne ihren Ertrag zu schädigen, zuckerreicher zu machen und dies that man, indem man zielbewusste Maassregeln der Züchtung auf dieselbe zur Anwendung brachte. Man lernte erkennen, dass der Zuckerreichthum eine erbliche Eigenschaft der Zuckerrübe ist und wenn man nun die zuckerreichsten Rüben aussuchte, von denselben Samen zog, diesen wiederum aussäte, unter dem Nachwuchs wieder die zuckerreichsten Rüben auswählte, dann gelang es den Zuckergehalt zu erhöhen und ihn zu einer constanten Eigenschaft der neu constituirten Rasse zu machen. Die Folge dieser Erkenntniss ist gewesen, dass jetzt alle Rübensamenproducenten grosse Laboratorien eingerichtet haben, in welchen die Rüben, die man als Samenträger benutzen will, auf ihren Zuckergehalt untersucht werden, indem man durch zweckmässige Maschinen Kerne aus den Rüben ausbohrt und diese auf ihren Zuckergehalt untersucht. Wenn dann noch eine Auswahl nach Form, Blattgrösse, Saftreichthum und Reinheit des Saftes getroffen wird, gelingt es, die Rüben von Jahr zu Jahr zu verbessern, so dass heute die Rübenzucker-Industrie den Wettbewerb der Rohrzucker-Industrie wohl aushalten kann. Während früher der normale Zuckergehalt der Rüben 10 pCt. wenig überstieg, sind heute Rüben von 15—20 pCt. Zuckergehalt und darüber in guten Jahren keine Seltenheit. Während früher ein Ertrag von 30—35 D.-C. Zucker pro Morgen für ein hoher gehalten wurde, ist jetzt der normale Ertrag 50 D.-C., und derselbe kann unter Umständen bis auf 70 D.-C. und darüber steigen, daher ist es denn gekommen, dass der Zucker jetzt so billig ist, billiger als Mehl, denn 1 Pfd. Roh-Zucker kostet zur Zeit steuerfrei noch nicht einmal 10 Pfg.

In gleicher Weise hat die Züchtung bei dem Getreide gearbeitet und z. B. Weizensorten von einer Ertragsfähigkeit geschaffen, wie man sie früher niemals geahnt hat. Dasselbe ist bei allen anderen Getreidearten ebenfalls zu verzeichnen. Vor allen Dingen ist aber auch noch hervorzuheben, dass die Züchtung in der Erzielung der besten Braugerste grossartige Erfolge zu verzeichnen hat.

Die Eigenschaften, welche man den Pflanzen durch die Züchtung ertheilt hat, werden nun aber sehr leicht wiederum verloren, und die neuen Sorten sind der Entartung sehr leicht ausgesetzt, sobald sie in Kultur- und Düngungs-Verhältnisse kommen, welche den hochgezüchteten Pflanzen nicht zusagen. Darum musste nun genau ermittelt werden, welche Einflüsse bei dem Anbau dieser neugeschaffenen Pflanzen sich auf ihre Zusammensetzung und ihren Ertrag geltend machen, um der Industrie das beste Material zu erhalten, und in dieser Beziehung hat die Agriculturchemie in den letzten Jahren gewaltige Fortschritte gemacht, welche, wie wir in Deutschland mit Stolz

sagen können, fast ausschliesslich durch die deutsche Wissenschaft geliefert sind.

Wohl die interessantesten Untersuchungen bewegen sich in der neueren Zeit um den Kreislauf des Stickstoffs in der Natur und den Wechsel des Stickstoffs aus elementaren und gebundenem Zustand und wieder zurück in elementaren, d. h. über den Wechsel des Stickstoffs zwischen anorganischer und organischer Natur.

Der Kreislauf des Kohlenstoffs ist in der Natur längst bekannt: die Kohlensäure der Luft wird von den grünen Pflanzen aufgenommen, in Stärke und andere organische Substanzen verwandelt, diese von den Thieren, sei es von den höheren oder von den Mikroorganismen, verzehrt, oxydirt und als Kohlensäure der Atmosphäre zurückgegeben. Einen ähnlichen Kreislauf hat man nun neuerdings für den Stickstoff festgestellt, und wir wissen darüber Folgendes:

Die meisten Pflanzen können nur Stickstoffverbindungen, nicht elementaren Stickstoff, als Nahrungsmittel gebrauchen, und die Neubildung solcher Stickstoffverbindungen ist in der Natur eine sehr geringfügige, sodass, wenn die Vegetation allein darauf angewiesen wäre, dieselbe sehr schwach sein würde. Die jährlich erzeugten Mengen von Stickstoffverbindungen der Atmosphäre würden lange nicht hinreichen, um ausreichende Mengen von Nahrungsmitteln für Mensch und Thier zu schaffen. Dagegen giebt es eine Gruppe von Pflanzen, die Leguminosen, welche in der Lage sind, elementaren Stickstoff zu assimiliren und welche sich ohne Stickstoffverbindungen ernähren können. Diese nennt man deshalb Stickstoffsammler, denn sie hinterlassen den Boden in einem besseren Zustande, als sie ihn vorfanden. Das Wesen der Ernährung der Stickstoffsammler ist hauptsächlich durch die epochemachenden Hellriegel'schen Beobachtungen, welche sich kurz in Folgendem zusammenfassen lassen, aufgeklärt: An den Wurzeln der Leguminosen finden sich Knöllchen oder grössere Knollen. Die mikroskopische Untersuchung derselben ergibt, dass der Inhalt derselben aus Mikroorganismen besteht, welche man inzwischen längst rein gezüchtet hat und mit denen man mit Leichtigkeit Impfersuche zur Erzeugung neuer Knollen an den Wurzeln der Leguminosen ausführen kann. Diese Mikroorganismen stehen zweifellos in einer ganz bestimmten Beziehung zur Fähigkeit der Leguminosen ohne Stickstoffnahrung zu wachsen. Wenngleich es noch nicht bestimmt nachgewiesen ist, müssen sie es sein, welche den elementaren Stickstoff aufnehmen und in Stickstoffverbindungen verwandeln können, welche die Pflanze zu ihrer weiteren Ernährung gebrauchen kann — wenigstens hat niemals eine Leguminosenpflanze die Fähigkeit der Stickstoffsammlung gezeigt, wenn sie nicht mit solchen Wurzelknöllchen besetzt war. Die Entwicklung einer Leguminosenpflanze schildert Hellriegel anschaulich folgendermassen:

Wenn man den Samen aussät, so beginnt zunächst eine freudige und gute Entwicklung dadurch, dass jeder Samen eine gewisse Menge von stickstoffhaltigen Reservestoffen in sich trägt; sind diese aufgezehrt, dann tritt in einem stickstoffarmem Boden ein Stillstand ein; die Pflanzen wachsen nicht weiter, ihre Farbe wird eine hellere und es zeigen sich die charakteristischen Kennzeichen des Stickstoffhungers. Nach einigen Tagen verschwinden diese aber wieder, die Pflanzen ergrünen wieder lebhaft, und nunmehr findet ein üppiges Wachstum bis zu Ende der Vegetation statt. Untersucht man die Pflanzen zu jenem Zeitpunkt, dann findet man an ihren Wurzeln zahlreiche Knöllchen und in den Knöllchen die Mikroorganismen der Stickstoffsammlung und von der Zeit an, wo sich die Knöllchen entwickeln, ist es mit dem Stickstoffhunger zu Ende. Diese Hellriegel'sche Beobachtung ist von einer ungeheuer wichtigen Tragweite, denn wir beherrschen durch sie den Stickstoffvorrath des Bodens vollständig. Wir können denselben beliebig vermehren und vermindern — vermehren, indem wir nach unserer Wahl Stickstoffsammler in der Fruchtfolge anbauen und nach denselben das von ihnen angesammelte Stickstoffcapital durch stickstoffzehrende Pflanzen ausnutzen. Die richtige Fruchtfolge, welche man nach Möglichkeit schon jetzt ausübt, beruht darauf, dass in stetem Wechsel stickstoffsammelnde und stickstoffzehrende Pflanzen angebaut werden und man gewinnt hierdurch unter Umständen ein so grosses Stickstoffcapital, dass man eine Stickstoffdüngung vollständig entbehren kann. Die weitere Consequenz war, dass man die Mikroorganismen der Stickstoffsammlung rein züchtete, um damit eine Impfung der Pflanzen in solchen Bodenarten vorzunehmen, in welchen diese Mikroorganismen fehlen und infolgedessen die Stickstoffsammlung, ihre eigenthümliche Ernährungsweise, nicht ausüben können. Es versteht sich von selbst, dass hierzu die Anwesenheit von massenhaften Mikroorganismen erforderlich ist, und diese kommen, wie die Erfahrung lehrt, nicht überall in dem Boden vor. Versieht man nun aber die Pflanze mit diesen Mikroorganismen, dann kann man das Wachstum jeder beliebigen Leguminose in jedem beliebigen Boden erzwingen. Welche practische Tragweite diese Bodenimpfung besitzt, ist freilich noch nicht zu übersehen, aber es ist möglich, dass die von Nobbe-Tharand eingeführte Impfung eine wichtige Maassregel der Landwirthschaft zur Sicherung der Leguminosenerträge sein wird.

Die Stickstoffsammler werden nun entweder verfüttert, von den Thieren verdaut, oder ihre Stickstoffverbindungen fallen der Fäulniss, unter der Mitwirkung von Mikroorganismen, anheim. In beiden Fällen wird dabei das Eiweiss zunächst in Amide verwandelt, welche aber schnell unter dem Einfluss des Ferments der Ammoniakgährung in Ammoncarbonat verwandelt werden. Damit ist aber das Ende der Um-

wandlung in der Ackererde noch nicht erreicht, denn die in dem Boden stets vorhandenen salpeterbildenden Bacillen bemächtigen sich der Ammonverbindungen und wahrscheinlich auch der Amide und führen dieselben schliesslich in Salpeter und damit in das beste stickstoffhaltige Nahrungsmittel der Pflanze über, welches zur Production neuer Erntesubstanz ausgezeichnet geeignet ist. Niemals kommt aber die ganze Menge des im Boden entweder durch eine directe Düngung gegebenen oder durch die Bacillen erzeugten Salpeters zur Wirkung, denn auf den Salpeter wirken wiederum Bacillen ein, welche man Salpeterfresser benennen kann. Diese zerstören sehr energisch die Nitate unter der Entwicklung von elementarem Stickstoff, der nunmehr in seiner ursprünglichen Form der Atmosphäre zurückkehrt und damit den Kreislauf beendet. Zur Ausübung dieser Thätigkeit ist freilich, wenn auch nicht vollständiger Luftabschluss, so doch immerhin ein nur mässiger Luftzutritt erforderlich, aber diese Bedingung findet sich ja gerade in dem Boden, wo ja die Luft nicht vollkommen ungehindert circuliren kann, vor. Die salpeterfressenden Bacillen haften nun dem Stroh und den Blättern der Pflanzen an und gehen damit in den Dünger über. Versetzt man z. B. eine Salpeterlösung bei Luftabschluss mit zerkleinertem Stroh oder mit den festen Excrementen der Thiere — am besten eignen sich hierzu die Excremente der Pferde —, so tritt bald eine sehr lebhafte Gährung unter der Entwicklung von Stickstoff ein. Hierdurch entsteht ein höchst bedauerlicher Verlust werthvollen Stickstoffes für die Landwirthschaft. Im Stalldünger der Thiere, welcher aus den festen und flüssigen Excrementen nebst der Einstreu besteht, finden sich sowohl die salpeterbildenden, wie salpeterfressenden Bacillen, und je nach der Circulation der Luft in dem Stalldünger findet bald eine Salpeterbildung, bald eine Zerstörung des gebildeten Salpeters statt, welche zu grossen Stickstoffverlusten führt. Nach den angestellten Untersuchungen kann man annehmen, dass die Stickstoffverluste, welche der Stalldünger durch diese Vorgänge erleidet, für das Haupt-Grossvieh auf etwa 4—5 Ctr. Salpeter zu schätzen sind. Da in Deutschland etwa 20 Millionen düngerproducirende Stück Grossvieh gehalten werden, mögen Sie daraus ersehen, dass diese Stickstoffverluste den Betrag von mehreren 100 Millionen Mark ausmachen. Von Rechtswegen müsste in dem Stalldünger soviel Stickstoff enthalten sein, dass unter Hinzunahme der stickstoffsammelnden Wirkung der Leguminosen die Landwirthschaft eher an einem Ueberfluss, als an einem Mangel an Stickstoff zu leiden hätte. Leider ist nur letzteres der Fall, und die Landwirthschaft ist daher zu dem Zukauf von Millionen Centnern Chilisalpeter gezwungen. Würde man es verstehen, den Stickstoff des Stalldüngers in wirksamen Formen, wenn auch nicht vollständig, so doch zum grössten Theil zu erhalten, so würde damit für das Nationalvermögen jährlich ein grosser Schatz gewonnen

werden. Sie werden sich denken können, dass bei diesem grossen Ziel die Agriculturchemie nicht allein, sondern auch die Bacteriologie in Verbindung mit der ersteren, seitdem diese Thatsache bekannt ist, in einer fieberhaften Thätigkeit befindlich ist, einerseits um die Ursachen der Stickstoffverluste zu ergründen und andererseits die Mittel zur Vermeidung derselben zu erforschen. Infolge dessen ist die Frage zwar noch nicht endgültig gelöst, aber man kann mit Bestimmtheit sagen, dass man sich auf dem richtigen Wege hierin befindet und erwarten darf, in nicht zu langer Zeit das Ziel zu erreichen. Die Lösung der Frage wird der Natur der Sache nach mehr auf bacteriologischem Gebiet, als auf chemischem erfolgen müssen, und deshalb sind auch schon jetzt mehrere Versuchsstationen mit bacteriologischen Abteilungen ausgerüstet.

Was die Agriculturchemie in der Ernährungslehre der landwirtschaftlichen Nutzthiere, den landwirtschaftlich-technischen Nebengewerben, der Bewirthschaftung besonderer Bodenarten, z. B. des Moorbodens u. s. w. geleistet hat, darzulegen, würde den Rahmen meines heutigen Vortrages überschreiten, und ich habe deshalb geglaubt, mich mit obigen kurzen Darlegungen begnügen zu müssen.

---

### 83. O. Hodurek: Ueber die Constitution eines Brom-Phenacetins.

[Aus dem chemischen Institut der Universität Breslau.]

(Eingang. am 26. Februar; mitgetheilt in der Sitzung von Hrn. A. Reissert.)

In der chemischen Fabrik vorm. Hofmann & Schoetensack in Gernsheim a. Rhein ist durch Bromiren von Phenacetin ein Brom-Phenacetin nach folgendem Verfahren gewonnen worden: Zu einer Lösung von 100 g Phenacetin in 1000 ccm Eisessig werden 250 ccm conc. Salzsäure und dann langsam Bromlauge zugesetzt, die durch Eintragen von Brom in heisse Natronlauge erhalten wird. Das Zufügen der Bromlauge geschieht solange, bis eine bleibende Bromreaction sich zeigt. Man verdünnt dann mit dem gleichen Volumen Wasser, worauf sich der grösste Teil des Brom-Phenacetins ausscheidet.

Die so erhaltene Substanz ist mir von der genannten Fabrik behufs Untersuchung ihrer Constitution in freundlichster Weise zur Verfügung gestellt worden; ich fühle mich verpflichtet, an dieser Stelle meinen verbindlichsten Dank dafür auszusprechen.