

## Neuzeitliche Düngung, Erntequalität und Volksgesundheit.

Von Dozent Dr. L. SCHMITT, Darmstadt<sup>1)</sup>.

Landesbauernschaft Hessen-Nassau.

(Eingeg. 12. Juni 1936.)

Der deutsche Bauer besitzt heute in den gut gepflegten wirtschaftseigenen Düngern, wie Stallmist, Kompost und Jauche, und in den hochwertigen, Boden und Pflanze insbesondere mit Kalk, Kali, Phosphorsäure und Stickstoff versorgenden Handelsdüngern ein ausgezeichnetes Mittel zur Erhaltung und Förderung der Fruchtbarkeit seines kostbarsten Gutes, des Bodens. Wenn wir unsere Ernten so weitgehend erhöhen konnten, daß wir heute 80–85% des Nahrungsbedarfs unseres Volkes aus eigener Kraft zu decken vermögen, so ist zweifellos ein großer Teil dieses Erfolges der Verwendung der künstlichen Düngemittel, oder besser gesagt der Handelsdünger, zu verdanken. Als vor 60–70 Jahren kaum Handelsdünger verwendet wurden, ernteten wir durchschnittlich je Hektar nur rund 9 dz Roggen und 80 dz Kartoffeln. Heute ernten wir dagegen auf der gleichen Fläche mit 18–20 dz Roggen und 150–160 dz Kartoffeln die doppelten Mengen. Nichtsdestoweniger glauben gewisse Kreise, Bedenken und Einwände gegen die heutige Düngungsweise erheben zu müssen, so daß auch von seiten des Verbrauchers häufiger die Frage nach dem Einfluß der neuzeitlichen Düngung auf die Güte und Bekömmlichkeit der landwirtschaftlichen und gärtnerischen Erzeugnisse gestellt wird.

Welches sind die Haupteinwände der Gegner der heutigen Düngungsweise?

Nach den kürzlichen Ausführungen einer Monatschrift für deutsche Lebensgestaltung erheischt das Volkwohl die Überführung aller im Korn enthaltenen Nährstoffe möglichst ungeschmälert, unverdorben und reinlich in das gebackene Brot. Gegen diese Elementarforderung wird angeblich dadurch bedrohlich gesündigt, daß die Frucht schon im Schoße der Erde durch biologische Veränderungen unter dem Einfluß chemisch-synthetischer Düngemittel eine Schwächung erfährt. Es wird daher die Forderung erhoben, daß die weitere Auslaugung unseres Bodens durch chemische Düngung beseitigt wird. Vor der Einschränkung des synthetischen Düngers und Steigerung des Ertragsreichtums durch natürliche Mittel dürfe nicht zurückgeschreckt werden.

Nach einer anderen Darstellung verkrustet und versäuert der Boden durch die künstliche Düngung. Es sei nicht zu verwundern, wenn der Organismus Ackerboden bei jahrzehntelanger Kunstdüngeranwendung krank und müde wird und die Pflanzen immer mehr an Kraft verlieren, so daß der Kulturmensch sich immer weniger von den Erzeugnissen einer so erkrankten Landwirtschaft ernähren und gesund erhalten kann. Es drohe der Kulturmenschheit eine Ernährungskatastrophe, die ihre Schatten bereits vorauswerfe.

Die landläufige Kunst- und Fäkaldüngung, so wird weiterhin behauptet, bewirke wohl üppiges, geiles Wachstum und meist höhere Erträge, auf der anderen Seite aber auch geringere Haltbarkeit, Neigung zur Fäulnis, Mangel an feinem Geschmack, überhaupt geringere Qualität. Hierin soll sodann ein wichtiger Grund liegen zu den in einem erschreckenden Umfange zunehmenden Stoffwechselerkrankungen der Menschheit. So werden z. B. mit der Zunahme

der Thrombose die Kalisalze, diese und die Stickstoffdüngemittel mit der Zunahme des Krebses in Zusammenhang gebracht.

Die Vertreter dieser Behauptungen legen besonders gern den Ton auf „künstliche“ oder „chemisch-synthetische“ Düngemittel, wodurch allzu leicht bei ängstlichen Gemütern der Anschein erweckt wird, daß das, was wir heute tun, gekünstelt und naturwidrig ist. Seit der Überwindung des wissenschaftlichen Mystizismus durch J. v. Liebig wissen wir, daß die Pflanze zu ihrem Aufbau neben Kohlenstoff, Wasser- und Sauerstoff noch Stickstoff, Kali, Phosphorsäure und Kalk und in manchen Böden noch sog. Spurenelemente wie Bor und Kupfer benötigt. Außerdem müssen noch andere, hier nicht näher zu erörternde Wachstumsbedingungen erfüllt sein. Alle diese Stoffe werden in mineralischer Form, als Ionen in der wäßrigen Bodenlösung von der Pflanze aufgenommen. Aus diesem Grunde vermag sie z. B. den Eiweiß-Stickstoff des Stallmistes nicht direkt zu verwerten, sondern eine Unmenge von Kleinlebewesen und chemische Prozesse müssen erst im Boden für eine Mineralisierung, für eine Umwandlung in Ammoniak und Salpeterstickstoff sorgen.

Wenn heute der Mensch nach der Erforschung dieser Naturvorgänge den Stickstoff in schon mineralisierter Form der Pflanze zur Verfügung stellt, dann beschleunigt er bewußt einen Vorgang, der in der Natur mitunter einige Jahre benötigt. Es werden auf diese Weise im Verlauf von nur einem Jahr auf gleicher Fläche dieselben Ernten gewonnen, wie in früheren Zeiten bei alleiniger Stallmistdüngung erst im Verlauf von 2–3 Jahren. Und stellt der Mensch heute ebenfalls bewußt Stickstoffdüngemittel her, die, wie dies beim Harnstoff und Kalkstickstoff der Fall ist, den Motor des Pflanzenwachstums, den Stickstoff in organischer Form enthalten, so muß auch hier bis zur Pflanzenaufnahme eine Mineralisierung erfolgen. Die Form, in der sich diese äußerst wichtige Pflanzennahrung am Ende der Vorgänge befindet, ist dennoch in jedem Fall die gleiche.

Es ist deshalb auch unverständlich, wenn, wie A. Jacob<sup>2)</sup> berichtet, unlängst in einer angesehenen medizinischen Zeitschrift den Landwirten geraten wurde, wenn sie schon von der Stickstoffdüngung nicht absehen könnten, dann sollten sie wenigstens den natürlichen Stickstoff des Chilesalpeters verwenden. Ich brauche wohl in diesem Kreis nicht besonders darauf hinzuweisen, daß der Chilesalpeter in seiner „natürlichen“ Form durch seinen Gehalt an Perchloraten sogar pflanzenschädlich ist und erst die Kunst des Chemikers einsetzen muß, um ihn hiervon zu befreien. Nach dieser „künstlichen“ Reinigung stellt dieser Salpeter schließlich das gleiche Produkt dar, wie es als Natronsalpeter in reiner Form in unseren weltbekannten deutschen chemischen Werken erzeugt wird. Auch die Kalisalze könnte man nicht in der natürlichen Form der Staßfurter Salze ohne Gefahr für Boden und Pflanze als Dünger verwenden. Hier muß ebenfalls wieder die Kunst des Menschen einsetzen, um sog. Ballaststoffe durch Kristallisation auszuschalten.

<sup>2)</sup> A. Jacob, „Untersuchungen über den Einfluß der Düngung auf Qualität und Bekömmlichkeit der Nahrungs- und Futtermittel“, diese Ztschr. 48, 246 [1935].

<sup>1)</sup> Vorgetragen auf der Tagung der Südwestdeutschen Chemie-Dozenten am 26. April 1936 in Darmstadt.

Will man also diese „künstlichen“ Maßnahmen als „Sünde wider die Natur“ bezeichnen, dann sind, wie E. Mangold<sup>3)</sup> mit Recht sagte, „auch die Herstellung unseres Brotes und Weines und die industriell-technische, sowie die küchen-technische Vorbereitung unserer Nahrung künstliche Maßnahmen. Und wenn man die heute übliche Düngung für etwas ganz besonders Künstliches hält, so gebe es, um alles Künstliche auszuschalten und zur vollkommenen Natur zurückzukehren, nur das eine Mittel, alle Pflanzen unter Verzicht auf jede landwirtschaftliche und gärtnerische Maßnahme wachsen zu lassen, wie es ihnen gefällt und für Mensch und Tier als Nahrung nur solche Pflanzen zu gestatten, die auf diese Weise von selbst gewachsen sind.“

Was hat nun die Agrikulturchemie zu den erwähnten Einwänden zu sagen?

Befassen wir uns zunächst mit dem Boden, der als erster Organismus die angeblich schädlichen Handelsdünger zu spüren bekommt, indem wir die Frage behandeln: „Wird durch die Anwendung der Handelsdünger der Boden versauert?“

Nach den bodenkundlichen Forschungen der letzten 15 Jahre versteht man unter der Versauerung des Bodens eine Verarmung seiner zeolithischen Silicate und seiner Humate an Basen, insbesondere an Kalk. Diese Entkalkung wird zum weitaus größten Teil durch ganz natürliche Vorgänge, wie durch die Niederschläge, verursacht. Nach den Ergebnissen unserer Darmstädter Lysimeterversuche haben wir bei etwa 600 mm Jahresniederschlag mit einer Kalkauswaschung von 5–700 kg CaO/ha je nach Bodenschwere zu rechnen. Diese recht beträchtlichen Auswaschungsverluste werden aber um ein Vielfaches vergrößert, wenn auf dem gleichen Boden Wald stockt. So stellten wir in den letzten Monaten auf Waldböden, die im Rahmen des hessischen Meliorationsarbeits- und Siedlungsplanes landwirtschaftlichen Zwecken zugeführt wurden,  $p_H$ -Werte von 3,5–3,7 fest. Hier hatte noch nicht des Menschen Hand durch Handelsdünger „künstlich“ für die außerordentlich starke Bodenversauerung gesorgt, sondern durch die Verwesung der großen Laubmassen erfolgte eine Lösung der Basen und sodann eine Auswaschung durch die Niederschläge. Erst nachdem der Mensch mit der Kalkdüngung einsetzte, wurden durch die hiermit bewirkte Neutralisierung diese Waldbetriebsflächen in einen kulturfähigen Zustand versetzt.

Auch der Mensch trägt zu einer Basen- und Kalkverarmung des Bodens bei, wenn er jahraus, jahrein Ernten entnimmt, ohne für einen entsprechenden Ersatz der dabei entzogenen Basen zu sorgen. Die heutige Düngerlehre will jedoch diesen vor etwa 100 Jahren noch sehr häufigen Raubbau vermeiden dadurch, daß sie den Praktiker immer wieder darauf aufmerksam macht, daß die Versorgung des Bodens mit Kalk die Grundlage aller Düngungsmaßnahmen zu bilden hat. Wird jeder bäuerliche und landwirtschaftliche Betrieb nach diesem Grundsatz geleitet, dann kann auch die Anwendung der sog. physiologisch-sauren Düngemittel keinen Schaden stiften.

Wenn, wie weiter behauptet wird, der Organismus Ackerboden bei jahrzehntelanger intensiver Düngeranwendung krank wird, dann müßte diese Maßnahme auch einen schädlichen Einfluß auf die Kleinlebewelt des Bodens ausüben, denn dieser ist als Kulturboden ohne Tätigkeit der Mikroben nicht gut denkbar. Zahlreiche bakteriologische und bodenbiologische Untersuchungen haben jedoch den Beweis erbracht, daß die Versorgung des Bodens mit un-

seren Handelsdüngern nicht vernichtend, sondern bei richtiger Anwendung erhöhend auf die Zahl der Mikroorganismen einwirkt. Auf dieser Tatsache aufbauend, hat man sogar in den letzten Jahren mikrobiologische Methoden ausgearbeitet, mit deren Hilfe man den Gehalt eines Bodens an Nährstoffen festzustellen versucht.

Wie verhält es sich nun mit der weiteren Behauptung von dem nachteiligen Einfluß der Handelsdünger auf die Güte der landwirtschaftlichen und gärtnerischen Erzeugnisse?

In unserem Schrifttum findet sich eine Unmenge von Versuchsergebnissen, die gerade das Gegenteil der erwähnten Behauptung beweisen. Aus diesen Versuchen ist als Wichtigstes zu entnehmen, daß die wertbestimmenden Eigenschaften bei dem Getreidekorn, wie z. B. das Tausendkorngewicht und das Hektolitergewicht, durch eine harmonische Düngung, d. h. durch die Verabreichung der einzelnen Nährstoffe im richtigen Verhältnis zueinander, im günstigen Sinne beeinflußt werden. Wenn auch die Werteeigenschaften des Weizenkorns überwiegend durch Erbanlagen bedingt sind und erst in zweiter Linie durch Umweltfaktoren, wie Klima und Boden, beeinflußt werden, so haben Versuche am Institut für Müllereiwesen in Berlin einwandfrei gezeigt, daß die neuzeitliche, sachgemäße Düngung auch bei Weizen trotz wesentlicher Erhöhung des Ertrags keine ungünstige Wirkung auf die Mehlausbeute und Backfähigkeit ausübt.

In der Hand des sachverständigen Bauern und Landwirts vermögen unsere heutigen Düngemittel ebenfalls die Güte unserer Hackfrüchte zu verbessern. So liegen zahlreiche Versuche vor, bei denen auf dem vollgedüngten Boden der Stärkeertrag der Kartoffel erheblich höher lag als auf dem ungedüngten oder nur mit Stallmist gedüngten Boden. Schlecht gedüngte, insbesondere bei ungenügender Kalidüngung gewachsene Kartoffeln zeigen eine geringere Haltbarkeit, werden beim Kochen leicht blauschwarz und haben außerdem einen weniger guten Geschmack. Nach A. Jacob<sup>2)</sup> führen holländische Forscher die Dunkelfärbung der Kartoffel darauf zurück, daß bei ungenügender Versorgung mit Kali die Eiweißbildung in der Knolle gestört wird, so daß sich stickstoffreiche Bausteine des Eiweißes, wie das Melanin, anhäufen, die ein dunkles Anlaufen der Kartoffeln beim Stehen an der Luft bewirken.

Es ist weiterhin eine Tatsache, daß man bei normalem Kalk- und Humuszustand durch genügende Verabreichung von Phosphorsäure, Kali und Stickstoff den Zuckergehalt der Zuckerrübe erheblich zu steigern und damit die Saftreinheit zu verbessern vermag. Von großer Bedeutung ist ebenfalls die günstige Wirkung der Handelsdünger auf Menge und Güte des Futters von Wiesen und Weiden.

Selbst bei dem „eingefangenen Sonnenschein“, dem sonst so empfindlichen Wein, sind durch die Anwendung der Handelsdünger neben Stallmist sowohl in quantitativer als auch in qualitativer Hinsicht die besten Ergebnisse erzielt worden. Dies wurde durch sachverständige Geschmacksprüfungen einwandfrei festgestellt. So fielen die auf den Weinbaukongressen in Bingen und Offenburg durch die ersten Sachverständigen des Weinbaues und Weinhandels durchgeführten Proben durchweg zugunsten der mit Handelsdüngern gedüngten Weine aus. Auch der Tabakbauer weiß heute den Vorteil zu schätzen, der in der richtigen Anwendung ganz bestimmter Handelsdünger liegt, um so die Güte des Tabaks wie Brennbarkeit und Geschmack zu erhöhen.

Zahlreiche Versuche haben sich seither auch mit der Prüfung des Einflusses der Düngung auf den Ertrag, die Güte und Eignung von gärtnerischen Kulturen für Konservierungszwecke beschäftigt. Danach wird die Güte und Eignung dieser Kulturen für Konservierungszwecke durch

<sup>3)</sup> E. Mangold, „Kann künstliche Düngung die Nahrung für Mensch und Tier schädlich beeinflussen?“, Ernähr. d. Pflanze 31, 281 [1935].

eine harmonische Düngung nicht ungünstig beeinflusst. Die gleichen Feststellungen machten wir in den letzten 2 Jahren bei ausgedehnten Konservierungsversuchen mit verschieden gedüngten Tomaten.

Wir haben uns schließlich noch mit der für den Menschen besonders wichtigen Frage zu beschäftigen: „Ist die Zunahme mancher Krankheiten wirklich auf die heute geübte Düngung unserer Kulturpflanzen zurückzuführen?“

Die erste Antwort auf diese Frage soll nicht der Agrikulturchemiker geben, sondern der bekannte Dresdener Ernährungsreformer *Ragnar Berg*<sup>4)</sup>. Nach ihm liegt bisher in keiner Weise ein Beweis dafür vor, daß „durch die Anwendung von Kunstdünger die Beschaffenheit der landwirtschaftlichen Erzeugnisse verschlechtert, und daß dadurch die Volksgesundheit geschädigt werde.“ Ähnlich lautende Urteile aus dem Munde bekannter Ärzte könnten noch in großer Zahl angeführt werden.

Was nun die Zunahme der Krebserkrankungen angeht, so sei auf das sachverständige Urteil des Generalsekretärs des Reichsausschusses für Krebsbekämpfung, *F. Grüneisen*<sup>5)</sup>, verwiesen, der in einem der letzten Jahrbücher des Ausschusses für Krebsbekämpfung zu folgender Feststellung kam: „In der Tagespresse spielt die Zunahme der Krebssterblichkeit eine große Rolle. Das tatsächliche Anwachsen der absoluten Zahlen der Todesfälle an Krebs hat eine gewisse Beunruhigung hervorgerufen, die wahrscheinlich noch wachsen wird, wenn in den kommenden Jahren die vorauszusiehende weitere Zunahme eintritt. Der ursächliche Zusammenhang dieses Anwachsens der ab-

soluten Zahlen mit der fortschreitenden Veränderung im Altersaufbau der Bevölkerung, dem Anwachsen der Altersgruppen in den höheren Lebensjahrzehnten und der Abnahme der Gruppen im ersten und zweiten Lebensjahrzehnt steht außer Zweifel und wird um so deutlicher, je sorgfältiger die statistischen Erhebungen durchgeprüft sind.“

Verfolgen wir die Statistik etwas näher, so werden wir finden, daß das Leben der zivilisierten Menschheit — trotz Anwendung der sog. künstlichen Düngemittel — in den letzten 50 Jahren nicht kürzer, sondern wesentlich länger geworden ist. Die mittlere Lebenserwartung eines neugeborenen Kindes betrug in der Zeit von 1871—1880 nur 36 Jahre, in der Zeit von 1924—1926 aber 56 Jahre. Aber auch bei den älteren Menschen ist in dieser Zeit eine beträchtliche Zunahme der Lebenserwartung eingetreten, beim Dreißigjährigen von 7, beim Fünfzigjährigen von 4 und beim Siebzigjährigen von 1,5 Jahren.

Unsere bisherigen Ausführungen haben somit gezeigt, daß die Güte landwirtschaftlicher und gärtnerischer Erzeugnisse bei sachgemäßer Anwendung der heutigen Düngemittel nicht ungünstig beeinflusst wird. Auch läßt das Verhalten der Kleinversuchstiere in den erwähnten Ernährungsversuchen darauf schließen, daß keine störenden Einflüsse auf die Gesundheit von Mensch und Tier zu erwarten sind<sup>6)</sup>. Da jedoch diese Frage für die Volksgesundheit von der größten Wichtigkeit ist, wurden nunmehr vom Forschungsdienst des Reichsnährstandes in Zusammenarbeit mit den Gesundheitsbehörden ausgedehnte Versuche eingeleitet, bei denen der Mensch selbst die abschließende Antwort auf diese Fragen geben soll. [A. 64.]

<sup>4)</sup> *R. Berg*, „Ernährungskrankheiten und biologisch dynamische Düngung“, Mitt. d. D. L. G. **46**, 1058 [1931].

<sup>5)</sup> *F. Grüneisen*: Krebsbekämpfung. Leipzig 1931.

<sup>6)</sup> *A. Scheunert*, „Über die Wirkung fortgesetzter Verfütterung von Nahrungsmitteln, die mit und ohne künstlichen Dünger gezogen sind“, Biochem. Z. **274**, 516 [1934]; diese Ztschr. **48**, 42 [1935].

## Das verschiedenartige Verhalten zweier nicht mischbarer Flüssigkeiten, dargestellt durch zwei Drahtmodelle.

Von Prof. Dr. Dr.-Ing. e. h. ERNST JÄNECKE, Heidelberg.

(Eingeg. 31. März 1936.)

Bei zwei Flüssigkeiten, die sich nicht mischen, ist es keineswegs ohne weiteres klar, wie ihr Verhalten bei Änderung von Druck und Temperatur ist. Meistens wird wohl angenommen, daß die beiden Flüssigkeiten, wenn sie erwärmt werden, schließlich einmal zu einer Flüssigkeit zusammenfließen, und doch verhält sich gerade eines der bekanntesten Gemische, Äther-Wasser, anders. Das Verhalten sich beschränkt mischender Stoffe ist weitgehend bekannt, und etwas grundsätzlich wirklich Neues kann kaum noch hinzugefügt werden. Eine ausgezeichnete Zusammenstellung hat z. B. *Büchner* 1918 in dem von *Roozeboom* begonnenen Werk über Phasenlehre gegeben. Im folgenden sollen die beiden wichtigsten Fälle an Hand zweier räumlicher Modelle kurz erörtert werden. Es lassen sich dann auch andere Systeme, die in dieser oder jener Beziehung von den erörterten abweichen, leicht verstehen.

Das Verständnis der Gleichgewichte bei Veränderung mit Druck und Temperatur läßt sich am leichtesten mit Hilfe räumlicher Modelle gewinnen. Bei der Bedeutung, welche die Erscheinung der Entmischung für die verschiedensten Zweige der Chemie hat, besonders für den Metallurgen und Organiker, sollten jedem Chemiker ihre Eigentümlichkeiten geläufig sein. Das Verhalten ist in den beiden in den Abbildungen wiedergegebenen Modellen, die auch die Erstarrungserscheinungen berücksichtigen, dargestellt. Werden zwei reine flüssige Stoffe, die sich beschränkt mischen, zusammengeschüttelt oder auf andere

Weise in ein Gleichgewicht miteinander gebracht, so bilden sich zwei Flüssigkeiten, deren jede beide reinen Stoffe in bestimmtem Verhältnis enthält. Im Gleichgewicht mit ihnen entsteht außerdem ein Dampf, der ebenfalls ein Gemisch ist. Die Modelle geben nun zwei Fälle wieder, die sich aus der Verschiedenheit der Zusammensetzung des Dampfes in Beziehung zu den Flüssigkeiten ergeben. In einem Falle hat der Dampf eine Zusammensetzung, die zwischen, im anderen eine, die außerhalb der der beiden Flüssigkeiten liegt. Auch bei Metallmischungen, die Entmischung zeigen, entsteht bei entsprechend hoher Temperatur ein Dampf, wenn er auch für gewöhnlich ohne praktische Bedeutung ist.

In den meisten Fällen wird der Dampf, der über der Flüssigkeit liegt und mit beiden im Gleichgewicht ist, mehr von der leichter verdampfenden Komponente enthalten als die Flüssigkeiten. Es ergibt sich für die verschiedenen Temperaturen und Drucke alsdann ein Verhalten, wie es das erste Modell und die beiden zugehörigen Abbildungen (Abb. 1—3) wiedergeben. In ihnen ist der Druck nach oben dargestellt und die Temperatur nach rechts. Das Mischungsverhältnis eines Gemisches aus den Stoffen A und B wird durch den Abstand des entsprechenden Punktes von der vorderen und hinteren Fläche angegeben. Die hintere Fläche bezieht sich auf den reinen Stoff A, die vordere auf B. In Abb. 2 sind die wesentlichsten durch das Modell gegebenen Gleichgewichte hervorgehoben, Abb. 3