

den Arbeitsunfällen hinzugezählt. Die Wagnisdauer eines Unfalles bleibt in den meisten Statistiken unberücksichtigt. Es wird außerdem darauf hingewiesen, daß viele kleinere Unfälle nicht in der Statistik erscheinen. Formeln für einen Häufigkeitsindex, für Unfallschwere sowie mathematische Berechnungen für Zusammenhangsfragen wurden angegeben und sind in der jeweiligen Veröffentlichung nachzulesen.

Auslegungsfehler in der Statistik ergeben sich aus mangelnder Einheitlichkeit des Wagnisses, aus unterschiedlicher Länge des Definitionszeitraumes in der Unfallpraxis und aus Zufallseffekten, die dem statistischen Material, aus dem die Indizes erarbeitet werden, qualitativ oder quantitativ anhaften. Statistiken entsprechen gegenwärtig nicht genügend den Erfordernissen moderner Unternehmen, und in ihnen wird der menschliche Aspekt nicht berücksichtigt. Es wird die Registrierung in Form eines einheitlichen Lochkartensystems vorgeschlagen.

Abschließend kann gesagt werden, daß eine Unfallverhütung nicht nur der technischen Fragen, sondern auch der menschlichen und sozialen Seite Rechnung zu tragen hat. Das «Wie» wurde in ausgiebiger Weise auf dem zweiten Weltkongreß über die Verhütung von Arbeitsunfällen erörtert.

Die Düngung, ein hygienisches Problem

Von *L. Gisiger*, Liebefeld¹

Unter diesem Titel brachten wir in Heft 3 1958 dieser Zeitschrift einen Aufsatz von S. Hoffmann, der in Kreisen der Wissenschaft Kritik hervorgerufen hat. Um auch diese Seite zu Worte kommen zu lassen, erscheint im folgenden die Stellungnahme des Vertreters einer landwirtschaftlichen Versuchsanstalt. (Red.).

Unter Düngung versteht man die Zufuhr jener Stoffe zum Boden, die den Pflanzen für gesundes Wachstum und als Nahrung für Mensch und Tier in zu geringer Menge zur Verfügung stehen; ferner soll die Fruchtbarkeit des Bodens erhalten und gehoben werden. Die Stoffe heißen Pflanzennährstoffe, verabreicht werden sie in den Düngern. Diese Definition scheint weitgespannt zu sein, doch ergeben sich daraus Vereinfachungen für die Praxis; sie basieren auf einwandfrei begründeten Tatsachen. Vorweg ist der Boden als der ideale Treuhänder der Düngerwirtschaft zu nennen. Er legt die ihm im Moment der Düngung und gemessen am gleichzeitigen Bedarf der Pflanzen im Überschuß anvertrauten Nährstoffe (dies trifft für die landesübliche sowohl als auch für die sog. biologische Düngung zu) absorbtiv fest und bewahrt sie damit weitgehend vor

¹ Autor: Dr. L. Gisiger, Eidg. Agrikulturchemische Versuchsanstalt, Liebefeld, Bern

Auswaschung. Wo er über ausreichende Versauerung verfügt, vermag er Natur- (Roh-) phosphate, wenn diese genügend fein gemahlen sind, wie dies für Hyperphosphat zutrifft, aufzuschließen. Die erwähnte Festlegung ist aber keine absolute, sondern nur eine lockere Bindung und erlaubt dem Nährstoff zum Beispiel eine langsame Verlagerung nach der Tiefe. Bei angemessener Düngung ist diese Tiefenverlagerung bei Phosphorsäure und auch Kali so langsam, daß sie durch die Nährstoffaufnahme der Pflanzen wettgemacht wird und keine größeren Auswaschverluste bewirkt. Etwas anders liegen die Verhältnisse beim Stickstoff. Wird dieser in Ammoniakform in den Boden gebracht, dann verhält er sich ähnlich wie der Nährstoff Kali und kann festgelegt werden. Er wird dann von den Pflanzen von den Bodenteilchen weg, ähnlich wie Phosphorsäure und Kali, aber als Ammoniumion aufgenommen. In sauren Böden bleibt der Ammoniakstickstoff während längerer Zeit – Wochen – in dieser Form erhalten. In alkalischen Böden dagegen erfolgt eine Umwandlung durch nitratbildende Bakterien in Salpeter.

Der Stickstoff als Salpeter ist im Boden unvergleichlich stärker mobil, er verhält sich als ein Säureion, ähnlich wie Chlor und Schwefelsäure und wird durch den Regen relativ leicht in die Tiefe gewaschen.

Was hier über das Verhalten der Hauptnährstoffe kurz angedeutet wurde, hat in qualitativer Hinsicht für alle übrigen Nährstoffe Gültigkeit. So weist die Bodenkunde nach, daß die große Mehrzahl der Mikronährstoffe im Verlaufe der Jahrhunderte dauernden Verwitterung und Bodenbildung im Boden gegenüber dem Muttergestein angereichert wird. Mengenmäßig zeigen sich für den Stickstoff gewisse Unterschiede. Darauf wurde schon für Ammoniak und Salpeter hingewiesen. Stickstoff in organischer Form verhält sich wiederum anders. Er ist schon in Eiweiß und seinen höhern Abbauprodukten festgelegt und als solcher für die Pflanzen nicht aufnehmbar und damit noch gar nicht Pflanzennährstoff. Je nach der Zersetzlichkeit der vorhandenen organischen stickstoffhaltigen Verbindungen wird der Stickstoff in einfache Verbindungen übergeführt. Dieser als Pflanzennährstoff freigelegte, *mineralisierte* Stickstoff, zuerst als Ammoniak und später nitrifiziert als Salpeter, verhält sich genau gleich wie der Stickstoff, der in Form von Handelsdüngern in den Boden gebracht wird. Das gleiche trifft sinngemäß auch für alle andern Makro- und Mikronährstoffe zu. Mit Recht wurde vor Jahrzehnten von Pallmann, heute Präsident des Schweizerischen Schulrates, die Wirkung der Bodenkolloide mit jener eines offenen sinnvoll bedienten Küchenschranks verglichen, in den Nahrungsmittel zur Aufbewahrung gelegt und je nach Bedarf herausgenommen werden.

Darüber hinaus kommt dem Boden, abgesehen als Standort der Pflanzen, eine weitere unschätzbare Funktion zu. Er gibt aus seiner Mineralienreserve nach Maßgabe der Verwitterung und des biologischen Aufschlusses durch Mikroben und Wurzeln Nährstoffe frei für die Aufnahme durch die Pflanzen. Bekanntlich sind heute an die anderthalb Dutzend Grundstoffe bekannt, die

den Pflanzen für gesundes Wachstum zur Verfügung stehen müssen. Die Makronährstoffe werden in größeren, die Mikronährstoffe in kleineren Mengen aufgenommen. Wohl ist die *erdlose Kultur*, die sogenannte Hydroponik, heute so weit entwickelt, daß sie unter gewissen Bedingungen im Zierpflanzen- und Erwerbsgemüsebau angewendet werden kann. Doch erfordert hier die Einhaltung der den Pflanzen zusagenden Bedingungen und Nährstoffverhältnisse – der viel genannten Nährstoffharmonie, die niemand genau kennt – unvergleichlich mehr Kenntnisse und Aufwand, als wenn der von weiser Hand geschaffene Regulator Boden eingeschaltet werden kann. In dieser Hinsicht muß der unserem Pflanzenbau zur Verfügung stehende Boden als besonders leistungsfähig beurteilt werden. Diese Eigenschaft hängt sowohl mit der Herkunft als auch mit dem geringen Alter unserer Böden zusammen; dieses ermöglichte wohl eine weitgehende Verwitterung der vorhandenen Steine und Feinerdebildung, andererseits aber nicht eine zu starke Auslaugung. So verfügt die große Mehrzahl unserer Böden noch über ausreichende Mengen aufnehmbaren Kalkes und Magnesia sowie der Mikronährstoffe. Dabei wird die Notwendigkeit der zusätzlichen Bordüngung namentlich für den Rüben- und Gemüsebau auf gut mit Kalk gesättigten und alkalischen Böden nicht übersehen. Die folgende Zusammenstellung mag eine Orientierung über den mittleren Gehalt an Kleinnährstoffen geben:

| Element | Gehalt im Boden % mg | Menge in kg/ha (30 cm Tiefe) | Entzug mit einer Ernte g/ha | Dauer bis zur Erschöpfung (ohne Zufuhr) in 1000 Jahren |
|----------|-------------------------|---------------------------------|--------------------------------|---|
| Bor | etwa 1 | 40 | bis 500 | etwa 0,1 |
| Mangan | 50–100 | 2000–4000 | 500–1500 | 3–6 |
| Kupfer | 0,3–1,0 | 120– 400 | 100 | 1,2–4 |
| Molybdän | 0,05–0,35 | 2– 14 | etwa 1 | 2–14 |
| Kobalt | 0,1–1 | 4– 40 | 1– 2 | bis 25 |
| Jod | 0,2–0,4 | 8– 16 | 0,5– 5 | 2–16 |
| Fluor | 20 | 800 | 50 | 16 |

Die hier wiedergegebenen Überlegungen könnten nun leicht zur Auffassung führen, unsere Böden wären für gewisse Nährstoffe unerschöpflich und würden in dieser Beziehung einen Raubbau erlauben. Dies ist in vielen Fällen für bestimmte Nährstoffe zutreffend; intensiver Pflanzenbau ist aber nur möglich, weil in der üblichen Düngung nebst den Hauptnährstoffen Stickstoff, Phosphorsäure und Kali, große Mengen der übrigen Makro- und der Mikronährstoffe in die Böden gelangen. Auf Grund der vorliegenden Untersuchungen über Anfall und Gehalt der Stalldünger gelangen jährlich in der Größenordnung der folgenden Angaben Düngstoffe in den Boden zurück.

Schätzungsweise Anfall an Nährstoffen (Groß- und Klein-) in den Stalldüngern der Schweiz

| (Angaben in 1000 t) | | | | |
|---------------------|------|------|----------|------------|
| Organ. Substanz | | 2500 | | |
| Stickstoff | über | 100 | Chlor | 25 |
| wirksam 40% | über | 40 | Fluor | 0,02 |
| Phosphorsäure | | 50 | Molybdän | 0,005–0,01 |
| Kali | über | 170 | Kobalt | über 0,004 |
| Kalk | | 70 | Jod | 0,001 |
| Magnesia | | 25 | Bor | 0,2 |
| Natrium | | 5–7 | Eisen | 4 |
| Kieselsäure | | 100 | Mangan | 0,7–1 |
| Schwefelsäure | | 25 | Kupfer | 0,07 |
| | | | Zink | 0,2–0,4 |

Diese Angaben zeigen die eminente Bedeutung der Stalldünger für den Nährstoffhaushalt des Kulturbodens. In diesem Zusammenhang muß auch der Nährstoffzufuhr durch Handelsdünger gedacht werden, die für Stickstoff und Kali rund 10% der Stalldünger ausmacht und verhältnismäßig viel größer ist bei Phosphorsäure. Die Auswaschung an Kalk und Magnesia wird, außer durch die Stalldünger, vor allem durch Thomasmehl ersetzt, werden doch damit rund fünfzehntausend Wagen kohlen-sauren Kalkes, entsprechend Kalk und 4–500 Wagen Magnesia nebst ebensoviel Mangan (Spurenelement) ausgebracht. Diese zwangsläufig sich ergebende Nährstoffzufuhr wird beim Aufstellen der Richtlinien für die Düngung berücksichtigt, sie braucht aber nicht erwähnt zu werden. An dieser Stelle mag sie aber als Beweis dafür gelten, daß die Düngung in der schweizerischen Landwirtschaft nicht einseitig ist, wie dies vielfach behauptet wird.

Lange Zeit blieb für uns die ständig günstige Versorgung der Pflanzen mit Schwefel, Natrium und auch Chlor ein Rätsel, von Stoffen also, deren leichte Auswaschbarkeit bekannt ist. Die Erklärung ergibt sich aus ihrer Zufuhr durch die Luft. Durch den Holz-, Kohlen- und Ölbrand gelangen allein in der Schweiz jährlich über 30 000 t Schwefel in die Luft und durch die Niederschläge zum größten Teil in den Boden. Diese enthalten weiter, vom Meere hergetragen, rund 2 mg Natrium und Chlor im Liter, was für die gesamte Regenmenge der Schweiz einer Luftfracht von über 8000 Wagenladungen entspricht.

Wohl ist seit Jahrzehnten bekannt, daß die Pflanzenwurzeln aus dem Boden auch organische Substanz aufnehmen können. Diese spielt aber für den Stoffaufbau eine untergeordnete Rolle, werden doch alle die ungezählten organischen Wirkstoffe und Regulatoren, die die Pflanze benötigt, in eigener Synthese aufgebaut. Dies trifft namentlich auch für die für unsere Ernährung wichtigen Vitamine zu.

Die Bedeutung der organischen Substanz und des Humus im Boden ergibt sich in erster Linie aus ihrer Eigenschaft als Nährstoffträger und weiter als Nahrung und Wohnung für die Kleinlebewesen. Im großen und ganzen genügen allein die anfallenden Ernte- und Wurzelrückstände für ausreichende biologische Tätigkeit des Bodens. Sie wird im landwirtschaftlichen Betrieb weiter wesentlich und bedeutungsvoll durch die Zufuhr des mäßig verrotteten Stallmistes und die kothaltige Gülle gefördert. Im Gegensatz dazu ist der am Haufen durch lange Lagerung und Umarbeiten weitgehend verrottete Kompost aus begreiflichen Gründen und ganz im Gegensatz zur Auffassung der « biologischen » von sehr geringer Wirkung. Möchte da und dort ein höherer Humusgehalt erwünscht und von Vorteil sein, so darf doch der Humusgehalt unserer Böden im allgemeinen als günstig beurteilt werden.

In unvergleichlicher Schönheit und Fülle, so nach Aussehen und Qualität der Feldfrüchte, ließ der Sommer 1958 den Boden selbst für seine Leistungsfähigkeit zeugen. Trotzdem dürfen die Wissenschaftler der Versuchsanstalten ihre Hände nicht in den Schoß legen; noch bleiben ungezählte Teilprobleme über die zweckmäßige Verwendung der Stalldünger und ihre sinnvolle Ergänzung durch Handelsdünger zu lösen.

Als unverantwortlich und leichtfertig muß es beurteilt werden, wenn aus dem Bestehen dieser Aufgabe und dem weiteren Bestreben, sie zu lösen, geschlossen wird, die bisherigen Grundlagen der Düngerlehre und damit der Düngung seien revisionsbedürftig; noch viel weniger läßt sich der gleiche Schluß mit den Tatsachen begründen, wonach die allermeisten Laienproduzenten das Düngerbedürfnis des Bodens und die ernährungsphysiologische Bedeutung der Pflanzennährstoffe nicht genau kennen und weiter Mißbräuche in der Düngung – wie einseitige oder übermäßige Düngung – vom Boden nicht mehr ausgeglichen werden können und deshalb nicht zu durchaus vollkommenen Ergebnissen führen.

Referate

2. Jahresbericht der Schweiz. Gesellschaft für Präventivmedizin 1957

Die 2. Jahresversammlung unserer Gesellschaft wurde am 25./26. Mai 1957 in Basel, gemeinsam mit der Gesellschaft Schweizer Schulärzte, durchgeführt.

An der wissenschaftlichen Tagung sprachen zum Thema « Chemikalien in Luft, Wasser und Nahrung » Prof. Dr. Ph. Drinker, Harvard School of Public Health, Boston (USA), über « Problems of Air Pollution in Big Cities », Prof. Dr. med. F. Eichholtz, Pharmakologisches Institut, Heidelberg, über « Toxische Zusätze in den Nahrungsmitteln » (vgl. Zeitschrift für Präventivmedizin, Vol. 2, Fasc. 10, Oktober 1957) und Dr. E. Märki (EAWAG Zürich) über « Chemische Verunreinigungen des Wassers ».

Entsprechend dem an der Hauptversammlung bekanntgegebenen Beschluß des Vorstandes, in Zukunft die Tätigkeit der Gesellschaft durch die Organisation von Symposien und Diskussionstagungen auszudehnen, fanden in diesem Jahr zwei Symposien