

Aus der Sektion Pflanzenproduktion
der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg
Wissenschaftsbereich Standortkunde
(Leiter: Prof. Dr. sc. K. Dörter)

Boden und Umweltschutz sowie Fragen der Rekultivierung¹

Von Georg Müller

Mit 1 Abbildung und 1 Tabelle

(Eingegangen am 7. November 1978)

1. Gesellschaftliche Grundfragen der Themenstellung

In unserer sozialistischen Gesellschaft bilden Mensch, Boden und Umwelt eine dialektische Einheit, die von der Verfassung der Republik geschützt und gefördert wird. So sind im Artikel 15 der Verfassung – und ausführlicher im Landeskulturgesetz der DDR – die rationelle Nutzung und der Schutz des Bodens gesetzlich verankert. Die sich hierbei herausbildenden Wechselbeziehungen werden von dem für unsere Gesellschaftsform charakteristischen dialektischen Zusammenhang zwischen dem Wirken der Produktivkräfte und der Produktionsverhältnisse geprägt.

Bei der Analyse des Arbeitsprozesses betont Karl Marx, daß die Arbeit zunächst ein Prozeß zwischen Mensch und Natur ist und der Mensch, indem er dabei auf die Natur außer ihm einwirkt und sie verändert, zugleich seine eigene Natur verändert. Die historische Entwicklung dieser Beziehungen ist durch eine ständig zunehmende Inanspruchnahme und Veränderung der natürlichen Umwelt gekennzeichnet. Sie wird hervorgerufen durch die wachsenden Bedürfnisquantitäten, die mit der steigenden Bevölkerungszahl auf der Erde einhergehen, und durch die kontinuierliche Herausbildung qualitativ neuer Bedürfnisse, die mit der Entwicklung der Produktivkräfte in das Blickfeld der Menschen rücken.

Beides verlangt Erweiterung der Produktion und Intensivierung des „Stoffwechsels zwischen Mensch und Natur“. Dabei ist ein dialektisches Wechselverhältnis von Zunahme und Abnahme der Abhängigkeit des Menschen von der Natur festzustellen. Seine Abhängigkeit von der natürlichen Umwelt wird mit wachsender Produktivität und Vielfalt der Produktivkräfte geringer, aber der Umfang der in Nutzung zu nehmenden Naturbedingungen vergrößert sich und schafft neue Kriterien der Abhängigkeit.

Es ist bekannt, daß die mit der Herausbildung des Privateigentums an Produktionsmitteln verbundene Entstehung von Klassengesellschaften die produktive Nutzung des Bodens und der Natur durch die Interessen und Ziele der ökonomisch und politisch herrschenden Klasse determiniert wird und nicht mehr primär den Interessen der unmittelbaren Produzenten dient.

¹ Vortrag gehalten an der Jahrestagung 1978 der Bodenkundlichen Gesellschaft der DDR

Aus der Kritik der Klassiker des Marxismus an der Unfähigkeit vorsozialistischer Produktionsweisen, die menschlichen Beziehungen zur Umwelt rationell zu gestalten, erwächst für die sozialistische Gesellschaft die Aufgabe, mit der wachsenden „Aneignung des Natürlichen für die menschlichen Bedürfnisse“ die Umwelt menschenwürdig zu erhalten und zu formen.

Wie wir wissen, ist das Problem der optimalen Gestaltung der Umwelt durch den Menschen im gegenwärtigen Stadium der Menschheitsentwicklung zu einem globalen Problem geworden. Als solches ist es heute eng verbunden mit weiteren sozialpolitischen Aufgaben ebenfalls globalen Ausmaßes; so mit der Durchsetzung des Prinzips der friedlichen Koexistenz zwischen Staaten unterschiedlicher gesellschaftlicher Ordnung, der weltweiten Abrüstung und der Lösung des Welternährungsproblems. Nur unter Beachtung der Beziehungen zu diesen anderen Problemen ist auch die Frage nach der Veränderung und Erhaltung der Umwelt, des Bodens und seiner Fruchtbarkeit wissenschaftlich und praktisch lösbar.

In der DDR geht es bei der Lösung der Aufgaben, die sich aus der Wechselwirkung zwischen Boden und Umweltschutz sowie Fragen der Rekultivierung ergeben, um die Verantwortung des sozialistischen Menschen, die Zukunft der Menschheit in lebenswerter Form zu gewährleisten.

2. Der Boden aus der Sicht des Umweltschutzes

Bei der Herausbildung der Umwelt des Menschen erfüllt der Boden eine zweifache Funktion. Er stellt einmal, gemeinsam mit dem Wasser, der Luft und der Lebewelt ein Grundelement der natürlichen Umwelt und zum anderen das älteste und wichtigste Produktionsmittel der Menschen dar.

Diese zwei Funktionen können gelegentlich in Gegensatz zueinander geraten. Und ebenso wie Reinhaltung des Wassers und der Luft sowie Sicherung der Lebewelt muß auch die Analyse und Klärung des angedeuteten Gegensatzes als eine Aufgabe der Umweltgestaltung und des Umweltschutzes betrachtet werden. In unserer sozialistischen Gesellschaft schließt der Umweltschutz demnach den Bodenschutz ein, und man sollte, wenn man von Bodenschutz spricht, diesen Begriff im Sinne des Umweltschutzes weiter fassen und darunter nicht – wie noch oft – allein den Schutz des Bodens gegen Erosion und Deflation verstehen.

Innerhalb des Umweltschutzes verstehen wir unter Bodenschutz unsere Bemühungen, den Boden in einen solchen Zustand zu versetzen bzw. ihn darin zu erhalten, daß er seine beiden Funktionen, in natürlichen und kulturellen Ökosystemen, weitgehend gerecht werden kann.

2.1. Der biologische Kreislauf der Stoffe landwirtschaftlich genutzter Böden

Will man die Funktion des Bodens im Zusammenhang mit dem biologischen Geschehen auf der Erde einschätzen, so müssen zuerst die Grundgesetzmäßigkeiten des Wechselspiels zwischen den abiotischen und biotischen Faktoren in Systemen der Natur einer exakten Analyse unterzogen werden.

Hierbei besitzen die biologischen Systeme den höchsten Grad der Integration, denn in der natürlichen und in der bereits vom Menschen mitgeprägten Physiosphäre bilden Pedo-, Hydro- und Atmosphäre sowie Biosphäre eine Einheit. Alle chemischen Elemente, die in die Biosphäre, d. h. in den biologischen Kreislauf der Stoffe einbezogen werden, durchlaufen während des Auf-, Um- und Abbaues der vitalen bzw. postmortalen organischen Substanz komplizierte, jedoch aufeinander abgestimmte Reaktionsfolgen, in denen sie aus anorganischen in organische und aus diesen wiederum in anorganische Verbindungen überführt werden.

Am Anfang dieser Reaktionsfolge stehen die chlorophyllführenden Pflanzen, die allein in der Lage sind, die aus dem Sonnenlicht gewonnene Energie zum Aufbau von organischen Verbindungen aus anorganischen Bauelementen zu verwenden. Schaltet sich der tierische Organismus in diese Reaktionsfolge ein, so wirkt er vorwiegend umformend. Eine analoge Funktion, jedoch mit einer wesentlich größeren Abbauleistung üben die sich in den Kreislauf einschaltenden chlorophyllfreien Mikroorganismen aus. Während des überwiegend oxydativen Abbaues mineralisieren sie das von der grünen Pflanze synthetisierte Material. Sie schaffen dadurch wiederum pflanzenverwertbare anorganische Verbindungen und setzen dabei die in den organischen Substanzen gebundene Energie wieder frei.

Synthese und Mineralisation werden von der Quantität und Qualität der am Standort vorhandenen pflanzenaufnehmbaren Nährstoffe bzw. mikrobiell verwertbaren Humussubstanzen wesentlich beeinflusst. Ihrem Ursprung nach entstammen die pflanzenverfügbaren Nährelemente aus der Verwitterung der Gesteins- bzw. Mineralisierung der Humusbestandteile des Bodens und zum Teil der mikrobiellen Luftstickstoffbindung, aber auch – und das in um so größerem Umfang, je intensiver der Boden bewirtschaftet wird – der mineralischen und organischen Düngung.

Auch die witterungsbedingten sowie die physikalischen und morphologischen Gegebenheiten des Standortes üben einen Einfluß auf die angedeuteten Prozesse aus.

Die Auswirkungen dieses komplizierten Wechselspiels zeigen sich in der Dynamik der im biologischen Kreislauf vonstatten gehenden Prozesse sowie in der Menge und Güte der in diesen einbezogenen bzw. der anfallenden Substanzen.

Je mehr Menschen und Tiere von den Substanzen des biologischen Kreislaufes ernährt werden müssen, – und heute sind es im Weltmaßstab bereits nahezu 4,5 Milliarden – um so mehr sind wir verpflichtet, uns mit den Gesetzmäßigkeiten dieses Kreislaufes zu befassen und zweckentsprechende, d. h. die Ernährung und die Umwelt sichernde, Bewirtschaftungsmaßnahmen in der landwirtschaftlichen Praxis anzuwenden.

Übt auch die Gesamtheit aller land- und forstwirtschaftlichen Kulturmaßnahmen direkt oder indirekt auf den biologischen Kreislauf der Stoffe einen Einfluß aus, so sind es doch insbesondere die des Acker- und des Pflanzenbaues, der Düngung und der Viehhaltung, der Lagerung und Ernährung sowie die Maßnahmen der Betriebswirtschaft, welche die Auf-, Um- und Abbauprozesse gestalten bzw. mitgestalten. Der dominierende Faktor in diesem Umlaufgeschehen ist die pflanzliche Ertragsbildung. Die für sie wichtigen physikalischen, chemischen und biologischen Faktoren des Bodens sowie ernährungs- und vermehrungsphysiologischen Eigenschaften der Getreide-, Hackfrucht- und Futterpflanzenarten und -sorten müssen in ihrem Wesen und komplexen Wechselbeziehungen weiter erforscht und bezüglich ihrer Effektivität und Umweltbeeinflussung eingeschätzt werden.

Zur Zeit kann auf unseren besten Kulturböden in einem hackfruchtintensiven Betrieb im Durchschnitt aller Fruchtfolgeglieder die gesamte organische Stoffproduktion, d. h. einschließlich der Stoppel- und Wurzelrückstände, je Hektar Ackerfläche und Jahr mit etwa 8 bis 10 t Trockensubstanz veranschlagt werden (Rübesam, Rauhe 1964). Unserer Berechnung nach liegen die entsprechenden Werte für den DDR-Durchschnitt bei 7,50 bis 8 t, wenn man die Erträge der letzten fünf Jahre zugrunde legt.

In Abb. 1 lassen sich Substanzproduktion, Substanzabgang und Substanzerersatz sowie die Möglichkeit einer Substanzerweiterung im Rahmen des biologischen Kreislaufes der Stoffe landwirtschaftlich genutzter Böden verfolgen (Müller 1965). Mit der schraffierten Fläche sind die in den biologischen Kreislauf der Stoffe bereits einbezogenen vitalen und postmortalen organischen Substanzen auf und im Boden bzw. die diesem durch Erntegut oder Auswaschung zeitweilig oder für immer entführten und die als

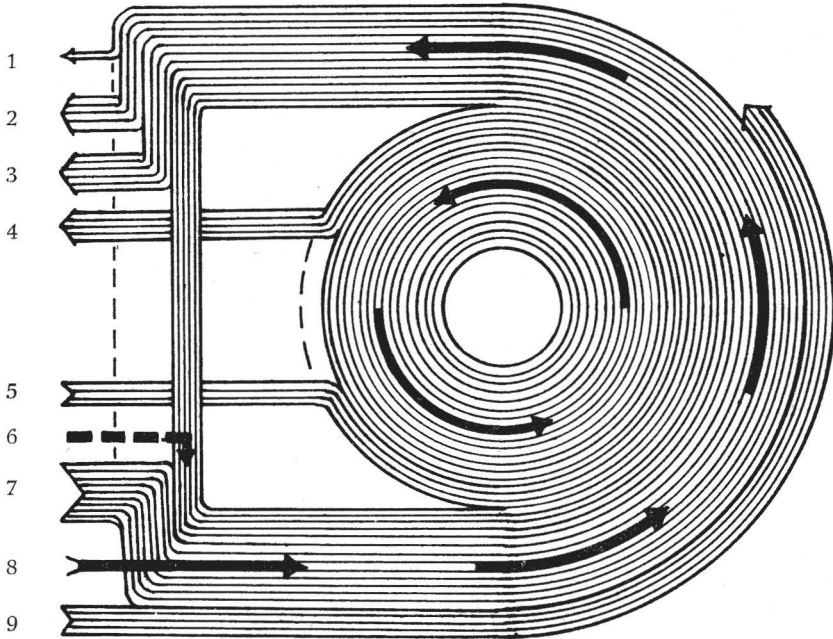


Abb. 1. Der biologische Kreislauf der Stoffe landwirtschaftlich genutzter Böden
Substanzabgang durch:

- 1 Lagerung des Erntegutes
- 2 Ernährung von Mensch und Tier
- 3 Stallmistrotte
- 4 Auswaschung und Denitrifikation

Substanzerersatz und -erweiterung durch:

- 5 Verwitterung der Minerale und Luftstickstoffbindung
- 6 Organische Düngung
- 7 Mineralische Düngung und Luftstickstoffbindung
- 8 Umlaufbeschleunigung
- 9 Zusätzliche mineralische Düngung

Ersatz oder Erweiterung wieder oder neu einzuführenden Substanzen angedeutet. Die gestrichelten Linien deuten die weggeführten, im Interesse der Geschlossenheit des Systems zur Erhaltung der Bodenfruchtbarkeit jedoch zu ersetzenden Substanzmengen an. Die mögliche Umlaufbeschleunigung ist durch Pfeillinienführung angedeutet.

Setzen wir die zwei Haupttriebkkräfte des biologischen Kreislaufes, die synthetisierende grüne Pflanze und die mineralisierenden Mikroorganismen sowie den diese Lebewesen beherbergenden Boden als gegeben voraus, so kann der Kreislauf in drei Komplexe, in den des Substanzabganges, den des Substanzerersatzes und den der Substanzerweiterung unterteilt werden.

Erfahrungen besagen, daß unter unseren Boden- und Klimaverhältnissen bei standortgerechter intensiver Bodenbewirtschaftung durchschnittlich 60 dt Trs/ha/Jahr Erntegut erzeugt werden (s. dazu Abb. 1 und Tab. 1). Geht man bei der Kreislaufbetrachtung von dieser mittleren Richtzahl aus, so beläuft sich der heute übliche 10%ige Lagerungsverlust des Erntegutes auf 6 dt Trs. Nach Abzug dieser Verluste von 60 dt verbleiben für die Ernährung von Mensch und Tier 54 dt Trs.

Tabelle 1. Kalkulation der Substanzmengen und -verluste im biologischen Kreislauf der Stoffe landwirtschaftlich genutzter Böden

| | Erntegut | Lager- | Ernährungs- | Stallmist- | Rottemist- |
|----------------------------------|----------|--------|-------------|------------|------------|
| | | | verluste | verluste | |
| Trockensubstanz in dt/ha/Jahr | 60,0 | 6,0 | 27,0 | 9,5 | 17,5 |
| Verluste in % des Erntegutes | | 10,0 | 45,0 | 16,0 | 29,0 |
| Verluste in % zur Bezugsbasis | | 10,0 | 50,0 | 35,0 | |

Erntegut abzüglich der bereits abgesetzten Verluste

Die Abgänge durch Ernährung betragen etwa 45 %, entsprechend 27 dt Trs., die von den 54 dt Trs. abzuziehen sind. Auf diese Weise erhält man den Ausgangswert des Stallungs oder der Gülle, der nur noch 45 % des Erntegutes, d. h. 27 dt Trs. beträgt.

Werden, wie Versuchsergebnisse bei Stapelmist zeigen, 35 % Rotteverluste angenommen, so verbleibt ein Rest von nur noch 17,5 dt, das sind 29 % des ursprünglichen Erntegutes, die bei der heute üblichen Bewirtschaftung in Form von organischer Düngung dem Boden zurückgegeben werden können.

Aus dem Boden selbst, ohne an der Synthese des Erntegutes beteiligt gewesen zu sein, werden zum Nachteil des biologischen Kreislaufes und des Umweltschutzes durch Auswaschung und Denitrifikation etwa so hohe Nährstoffverluste registriert, wie durch Verwitterung der gesteinsbildenden Minerale des Bodens und Luftstickstoffbindung durch Bodenmikroorganismen ersetzt werden.

Wird dieser Rücklauf und der durch organische Düngung in Betracht gezogen, so erkennt man, daß das bei dieser Bewirtschaftung des Bodens entstandene Nährstoffdefizit im biologischen Kreislaufgeschehen durch Mineraldüngung ersetzt werden muß, wenn die Substanzproduktion nicht zurückgehen soll.

Die angedeuteten Substanzverluste im Kreislaufgeschehen sind noch zu hoch, wir müssen alles unternehmen, um sie zu verringern. Eine bessere Lagerung des Erntegutes, eine verlustarme Stallungslagerung und Gülleverwertung, eine bessere Nutzung der Ernährungsabfälle in Ballungszentren, die Stroh- und Gründüngung u. a. Maßnahmen sind u. a. gangbare Wege einer besseren Humuswirtschaft.

Gewisse Möglichkeiten der Erhöhung der Substanzproduktion und Verbesserung der Humuswirtschaft ergeben sich auch durch die angedeutete Umlaufbeschleunigung im Kreislaufgeschehen. Man versteht darunter die mehrmalige, d. h. bessere Nutzung des Ertragsleistungspotentials des Bodens in einer Vegetationsperiode, z. B. durch Erhöhung des Anteils ertragreicher kurzlebiger Früchte, Ausdehnung der Zweitfruchterzeugung, Erhöhung der Schnitzzahl unter Berücksichtigung der höchsten Zuwachsrate und andere Intensivierungsmaßnahmen. Selbst bei bester Ackerkultur und Humusersatzwirtschaft müssen wir bereits heute – und noch mehr in der Zukunft – die Agrochemie, besonders in Form des Einsatzes mineralischer Dünge- sowie Pflanzenschutzmittel, bei der Aufrechterhaltung und Erweiterung des biologischen Kreislaufes der Stoffe landwirtschaftlich genutzter Böden in Anspruch nehmen. Dieser Tatbestand besagt aber nicht – wie manchmal ungerechtfertigt behauptet wird – daß wir durch die weitere Intensivierung der Bodenbewirtschaftung immer mehr in Konflikt mit Erfordernissen des Umweltschutzes kommen müssen. Unsere perspektivische Aufgabe muß es vielmehr sein, in landwirtschaftlich genutzten Territorien eine noch schönere

Umwelt zu schaffen, die natürliche und kulturelle Elemente und Gesichtspunkte zum Wohlbefinden aller Menschen in sich vereinigt.

Die nachfolgende Analyse der physikalischen, chemischen und biologischen Merkmale des Bodens aus der Sicht seiner Produktions- und Umweltschutzfunktion soll diese Bemühungen verdeutlichen helfen.

2.2. Physikalische Merkmale des Bodens und Umweltschutz

Textur, Struktur, Wasser-, Luft- und Wärmehaushalt sind physikalische Merkmale des Bodens, die seine Stellung und Leistungsfähigkeit unter natürlichen und kulturellen Gegebenheiten weitgehend mitbestimmen. Aufgabe des Umwelt- bzw. des Bodenschutzes muß es daher sein, auf der Grundlage der physikalischen Parameter des Standortes Vorhaben zur Verbesserung der gegebenen Situation einzuleiten.

Die Korngrößenzusammensetzung der organischen Bodensubstanz, die Bodenstruktur, kann – wie bekannt ist – nur in sehr engen Grenzen eine Veränderung erfahren.

Die Anordnung der unterschiedlich großen Teilchen im Bodenraum, die Struktur oder das Gefüge des Bodens, erfordert im Hinblick des Bodenschutzes besondere Aufmerksamkeit, da Gefügebildung und -stabilität und in Wechselwirkung damit auch der Wasser-, Luft- und Wärmehaushalt des Bodens zielbewußt verändert werden können. Obwohl die Anwendung von Bodenverbesserungsmitteln (BVM) gute Erfolge brachte, sind bei Ackerböden nach wie vor sachkundige Bodenbearbeitung, Düngung und Pflanzenbau die wirksamsten Maßnahmen der Strukturverbesserung.

Immer aktueller werden Bemühungen, den häufig noch unverantwortlich großen Raddruck bei den Maschinensystemen der Bodenbearbeitung, Pflege und Ernte zu verringern. Zur Zeit werden etwa 50 bis 80 % der Ackerfläche durch Radspuren derart verdichtet, daß mit etwa 10 bis 15 % Ernteauffällen gerechnet werden muß. Die Zweckmäßigkeit der Anlage von Spurbahnen bzw. die Markierung durch Leitspuren bei bestimmten Bodenqualitäten und Kulturpflanzen bedarf in diesem Zusammenhang einer dringenden Klärung. Auch die exakte Bearbeitung und Bestellung des Vorgewendes, welches oft Ausgangspunkt z. B. der Verunkrautung ist, dient der Ertragssteigerung wie auch dem Umweltschutz.

Nicht nur die sich jährlich wiederholenden Bearbeitungs-, sondern auch die meist einmaligen Meliorationsmaßnahmen verbessern bei richtiger Durchführung in erster Linie die physikalischen Merkmale des Bodens. Alle einschlägigen Meliorationsverfahren, seien es Boden-, Hydro- oder Flurmeliorationen, Abwasserverwertung, Ödland- oder Moorkultivierung, Rekultivierung der Kippböden in Bergbaufolgelandschaften oder der landwirtschaftliche Wegebau, sollten hierbei direkt oder indirekt auch der Ertragssteigerung, der Erhaltung der Bodenfruchtbarkeit, der Landeskultur und dem Umweltschutz dienen. Nur bei einer exakten und möglichst umfassenden meliorativen Standortaufnahme und Standortbeurteilung, wo topographische, klimatische und hydrologische Gegebenheiten sowie die natürlichen Standorteinheiten und die geplanten Bodennutzungstypen Berücksichtigung finden, kann diese komplexe, sowohl der Landwirtschaft wie dem gesamtgesellschaftlichen Interesse dienende hohe Ziel erreicht werden.

Ein gutes Beispiel für einen solchen komplexen Einsatz von Meliorations- einschließlich der Folgemaßnahmen des Acker- und Pflanzenbaues sowie der Tierhaltung, d. h., wo die sozialistische Landwirtschaft auch im Sinne des Umweltschutzes das Gesicht der Landschaft vollständig veränderte, ist die altmärkische Wische mit ihren schweren Aueböden mit extremen Vernässungen und Trockenperioden, die von ihren einseitigen Bewirtschaftungsverhältnissen befreit und zum Futterbau-Rinder-Produktionsgebiet umgewandelt werden konnte.

Auch die komplexen Meliorationsverfahren im Gebiet der Friedländer Großen Wiese, auf dem Darß, in der LPG Pflanzenproduktion Cobbelsdorf-Fläming, im Kanalgebiet Riesa, im Helmeried bei Sangerhausen und andere Projekte sind erfolgreiche Beispiele für die Erhöhung des Produktions- und des Erholungswertes der Landschaft.

So wurden in den Jahren 1965 bis 1970 3,3 und in den Jahren von 1971 bis 1975 4,0 Milliarden Mark, das sind etwa 20 % der Gesamtinvestition der Landwirtschaft für Meliorationen, zur Verfügung gestellt. Damit konnten unter anderem Mehrerträge von durchschnittlich 16 bis 20 GE/ha LN durch Bewässerung und 8 bis 12 GE/ha LN durch Entwässerung erreicht werden. Im Fünfjahrplanzeitraum 1976 bis 1980 sollen allein für die Bewässerung weitere 520 000 Hektar, davon 320 000 Hektar für die Beregnung, erschlossen werden, wodurch die gesamte Beregnungsfläche in der DDR weit über 1 Million Hektar betragen wird. Hiermit werden sich weitere bedeutende Auswirkungen auf eine erfolgreiche Reproduktion der Bodenfruchtbarkeit und die weitere Gestaltung der Landwirtschaft ergeben.

Spezifisch betrachtet gibt es innerhalb des Meliorationswesens, so bei der Bodenmelioration, bei der Hydromelioration, bei der Flurmelioration und nicht zuletzt bei der Rekultivierung Einzelprobleme und Einzelaufgaben, die lokal im Sinne der Bodenverbesserung und des Bodenschutzes zu lösen sind.

So trägt die meliorative Düngung mit großen Kalkmengen zur lokalen Verbesserung der Bodenreaktion, der Bodenstruktur und zur Bildung von Kalzium-Humaten sowie Ton-Humus-Komplexen bei.

Sanddeck- und Sandmischkultur bei Moorböden, Bodengefügemeliorationen, Beseitigung von Bodenverdichtungen im Pflugsohlen- und Untergrundbereich sowie das Tiefpflügen und der Einsatz von Bodenverbesserungsmitteln stellen weitere meliorative Maßnahmen dar, mit denen man die Strukturbildung, die Wasser- und Luftbewegung und die Erwärmung des Bodens zu verbessern vermag.

Auch lokale standortspezifische Hydromelioration, die unter Berücksichtigung der natürlichen Niederschläge und des Wasserspeicher- und Wassernachlieferungsvermögens die Pflanzenbestände optimal, ohne Auftreten von schädlicher Bodennässe oder einer zu starken Austrocknung in der Vegetationsperiode, versorgen, beugen Ernteauffällen, Struktur- und Erosionsschäden vor.

Die Maßnahmen der Flurmelioration und Flurneugestaltung, so die Vorfluterbegradigung, die Grabenverrohrung, die Reliefmelioration, die Beseitigung von Flurelementen, von Söllen und Hohlformen und die Entsteinung, helfen einerseits der Landwirtschaft bei der besseren Nutzung des Bodens, andererseits tragen sie aber auch zur Gestaltung der gesamten Landschaft bei. Sie haben ökonomischen und ökologischen Gesichtspunkten Rechnung zu tragen.

2.3. Chemische Merkmale des Bodens und Umweltschutz

Reaktion (pH -Wert), Redoxpotential (rH -Wert), Sorption (UK -Wert) und Pufferung sind chemische Merkmale des Bodens, die in Wechselbeziehung mit den übrigen edaphischen Gegebenheiten, besonders aber über das von ihnen bewirkte Nährstoffumwandlungs-, Nährstoffspeicherungs- und Nährstoffnachlieferungsvermögen sowie über die Stabilisierung des Reaktionszustandes, die Ernährung der Pflanzen und damit die Ertragsbildung sowie die Bodenfruchtbarkeit einschließlich der pedosanitären Eigenschaften, d. h. die Umweltschutzfunktion des Bodens gegenüber Schadstoffen und Krankheitserregern, zu verbessern vermögen. Die meisten dieser Merkmale können direkt oder indirekt durch Maßnahmen der Bodenbewirtschaftung, darunter insbesondere durch richtige organische und mineralische Düngung, günstig beeinflusst werden. Eine große Wertschätzung bei der Steigerung und Stabilisierung der Pflanzenerträge

gebührt der Chemisierung. In den Dokumenten des VIII. und IX. Parteitages der SED steht dieser Intensivierungsfaktor an erster Stelle. Den weitaus größeren Teil der Agrochemikalien machen die mineralischen Düngemittel aus.

Düngemittel werden absichtlich zur Veränderung chemischer Bodeneigenschaften, Phytopharmaka hingegen mit anderer Absicht, aber oft nicht unwirksam auf die chemischen und biologischen Faktoren des Bodens, auf oder in den Boden eingebracht.

Bevor in diesem Abschnitt auf die durch Düngung veränderten chemischen und im nächsten auf die durch Phytopharmaka veränderten biologischen Merkmale des Bodens eingegangen wird, sollen einige Kennziffern der Chemisierung der Pflanzenproduktion in der DDR angeführt werden.

Berechnungen ergaben, daß in den Jahren 1971 bis 1975 die pflanzliche Ertragssteigerung in der DDR durch den Einsatz von Düngemitteln zu etwa 35 bis 45 % und zu 15 % durch den von Pflanzenschutzmitteln realisiert wurde. Die große Wertschätzung dieses Intensivierungsfaktors geht aus der Tatsache hervor, daß jährlich etwa 10 Millionen Tonnen Agrochemikalien für die Land- und Forstwirtschaft der DDR bereitgestellt werden. Diese Mengen machen etwa 13 % der Bruttoproduktion der chemischen Industrie der Republik aus.

Diese pflanzenphysiologisch hochwirksamen Mittel stellen aber auch einen Hebel zur Regulierung des biologischen Kreislaufes der Stoffe dar. Es werden durch sie in vielfältigster Weise die physikalischen, chemischen und biologischen Prozesse des Bodens und der Ertragsbildung beeinflusst, wobei aber auch verschiedenste nicht beabsichtigte Nebenwirkungen auftreten können, die wir als Sachwalter der Bodenfruchtbarkeit und des Umweltschutzes zu überwachen und – falls negative Auswirkungen beobachtet werden – zu verhindern haben.

Die entwickelten Düngungsmodelle, durch die für die landwirtschaftliche Nutzfläche der DDR optimierte Düngungsempfehlungen möglich sind, berücksichtigen u. a. die Witterungseinflüsse, die Bodenverhältnisse sowie die Fruchtfolge mit Vorfrucht, zu düngender Frucht und Nachfrucht. Sie liefern wissenschaftlich begründete Richtwerte über Menge und Einsatztermin für die Versorgung mit Haupt- und Mikronährstoffen sowie Empfehlungen für Düngerformen, die den Bodenverhältnissen und den Pflanzen am besten entsprechen. Durch diese wissenschaftlich untermauerten Düngungsempfehlungen soll nicht nur ein fehlerhafter Einsatz der mineralischen und organischen Düngung, sondern auch für Boden und Umwelt vermieden werden.

Die mit der Düngung erzielten guten Ergebnisse dürfen nicht darüber hinwegtäuschen, daß die Empfehlungen in der Praxis oft nicht sachgemäß gehandhabt werden und daß es auch noch ungelöste Probleme im Rahmen der Düngungsempfehlungen und des Umweltschutzes gibt, die dringend einer befriedigenden Lösung harren. Unverantwortlich wäre es zu behaupten, daß man mit falsch gehandhabter Düngung Quantität und Qualität der Erzeugnisse nicht verschlechtere. So können u. a. oft falsche Nährstoffauswahl oder disharmonische Nährstoffkombinationen, Unter- oder Überdosierungen, Nichtbeachtung von Bodeneigenschaften in Bezug auf die Mobilität der Nährstoffe und zeitliche Fehldispositionen als Ursachen für Mißerfolge bei der Düngung nachgewiesen werden.

Was die meist unerwünschten Nebenwirkungen der Düngung anbelangt, stellt unter unseren Witterungsbedingungen die nach Düngung oft nicht gänzlich vermeidbare Nährstoffauswaschung, d. h. die Gewässereutrophierung eine solche Erscheinung dar. In- und ausländische Untersuchungsbefunde (Mayr 1972, Amberger 1972, Müller 1972, Wegner 1972) beweisen aber, daß die mit der Düngung in Verbindung stehende Nährstoffauswaschung im Vergleich zu der durch Abwässer und Abfallstoffe der Industrieanlagen und der Wohnsiedlungen viel weniger für die Eutrophierung der Trink- und Brauchwasserreserven verantwortlich zu machen sind.

Es muß aber erkannt werden, daß unsachgerechte Düngung, bei der weder der physiologische Bedarf der Pflanzen noch die Qualität des Bodens und die klimatischen Bedingungen des Standortes beachtet werden, die Eutrophierung begünstigt. Hiervon sind in erster Linie Sandböden betroffen, weshalb bei ihnen besonders darauf geachtet werden muß, daß zumindest die N-Düngung zeitlich gestaffelt wird. Bei Standorten mit konzentrierter Viehhaltung darf kein Sickerabfluß von silierten Futtermitteln und bei ACZ kein Abwasserabfluß die Eutrophierung begünstigen. Dies trifft verstärkt auch für nicht richtig gehandhabte Lagerung und Ausbringung der Gülle zu, was aber ebenfalls vermieden werden kann und muß.

Die schnelle Entwicklung der Konzentration der Viehbestände brachte es mit sich, daß bei einigen industriemäßig produzierenden Großanlagen die Gülleverwertung weder aus der Sicht einer optimalen Nährstoffnutzung noch hinsichtlich der Vermeidung von unerwünschten, der Umweltverschmutzung zuzuzählenden Nebenwirkungen, wie z. B. Geruchsbelästigung, Auftreten von Krankheitserregern durch Überbelastung umliegender Flächen, richtig gelöst werden konnte. Die in der Zwischenzeit gesammelten Erfahrungen bei der Anlagenprojektierung, bei Gülleanfall und -verwertung sowie mit neuen Verfahren der Fest- und Flüssigphasentrennung sowie bei der biologischen Aufbereitung der Gülle als auch der Technologie ihrer Ausbringung und nicht zuletzt die verstärkt in diesen Richtungen in jüngster Zeit erarbeiteten umfangreichen Forschungsleistungen bieten bereits die Gewähr dafür, daß noch bestehende Unzulänglichkeiten alsbald behoben werden können (Koriath 1977).

2.4. Biologische Merkmale des Bodens und Umweltschutz

Die drei grundlegenden Funktionen des Bodens für die Landwirtschaft, seine Versorgungs- und seine sanitäre Regulationsfunktion gegenüber Kulturpflanzen sowie seine technologische Eignung werden in hohem Maße von seinen biologischen Komponenten mitgetragen. Die im Boden in Vielzahl und Vielfalt vorhandenen Bakterien, Pilze und Kleintiere stehen über ihre Lebenstätigkeit, d. h. die Ab-, Um- und Aufbauprozesse im Boden und damit verbunden den Abbau von Bodenfremdstoffen sowie durch strukturgestaltende Lebendverbauung in enger Wechselbeziehung mit den ertragsgestaltenden und den umweltschützenden Leistungen des Bodens.

Besondere Aufmerksamkeit bei der sozialistischen Intensivierung erfordern die Transformations- und die Sanierungsleistungen des Bodens, die als globale Merkmale der Bodenorganismen mit die Voraussetzungen für seine Fruchtbarkeit schaffen. Unter bodenbiologischer Transformation verstehen wir in erster Linie die aus dem Mineralisierungsprozeß resultierende Nährstoffnachlieferung für das Pflanzenwachstum und unter bodenbiologischer Sanierung die phyto- und pedosanitäre, d. h. die pflanzenkrankheitsverhindernde und die bodenfremd- und die bodenschadstoffabbauende Funktion der Bodenorganismen.

Vordringliche Aufgabe der Bodenbiologen bei der industriemäßigen Gestaltung der Pflanzenproduktion ist es, die Bewirtschaftungsmaßnahmen bei den wichtigsten Bodennutzungstypen auf ihre bodenbiologischen ertrags- und umweltgestaltenden Einflüsse hin zu analysieren und Vorschläge für deren Vervollkommnung zu unterbreiten. So wissen wir bereits heute, daß der Boden eines hochspezialisierten Getreideproduktionsbetriebes wesentlich mehr phytosanitäre und ein solcher eines Obstproduktionsbetriebes wesentlich mehr pedosanitäre Abwehrmaßnahmen erfordert, weil im ersten Fall z. B. die Schaderreger der Getreidefußkrankheiten bekämpft und im zweiten Fall durch die Pestizide bei der wiederholten Obstbaumspritzung geschädigte saprophytische Bodenmikroflora und -fauna regeneriert werden muß.

Auch das Formenspektrum der autochthonen Bodenorganismen gestaltet sich bei den unterschiedlichen Bodennutzungstypen in Abhängigkeit von der Hauptfruchtart

spezifisch. So verschiebt sich bei konzentrierter Getreideproduktion das Formenspektrum der Bodenmikroorganismen in Richtung der zellulolytischen Bakterien und Pilze und das der Bodenfauna in Richtung der Milbenbesiedlung hin, während bei der Ackerfutterproduktion proteolytische Bakterien- und Pilzformen sowie Collembolen das Artenspektrum der Bodenorganismen maßgeblich bestimmen.

Obwohl die Verschiebung im Formenspektrum und in der Besiedlungsdichte die biologischen, chemischen und auch die physikalischen Qualitätsmerkmale des Bodens verändert, muß damit nicht zwangsläufig das bodenbiologisch bedingte Ertragsleistungspotential für die betreffende Hauptfrucht oder das Sanierungspotential des betreffenden Standortes verringert werden. Unsere vordringliche Aufgabe muß es sein, die bodenbiologischen Parameter für diese mit der Spezialisierung der Pflanzenproduktion in Verbindung stehenden Änderungen zu erfassen und im Sinne der Ertragsbildung und des Umweltschutzes zu gestalten.

Einen gravierenden Umwelteinfluß haben im Rahmen der sozialistischen Intensivierung neben den bisher angesprochenen pflanzenbaulichen Maßnahmen auch die mit der Fruchtartenspezialisierung in Verbindung stehenden Maßnahmen der Düngung und des Phytopharmakaeinsatzes.

In Zusammenhang mit der Konzentration und Spezialisierung des Pflanzenbaues und den daraus resultierenden Düngungsmaßnahmen taucht oft die Frage nach der Sicherung der Reproduktion der Bodenfruchtbarkeit auf, indem Zweifel darüber gehegt werden, ob die Ernährungsgrundlage der Bodenorganismen, die organische Bodensubstanz, über die veränderten Düngungsmaßnahmen auf der notwendigen Höhe gehalten werden kann oder nicht gar vermindert und dadurch die Ertrags-, Transformations- und Sanitärleistung des Bodens gefährdet wird.

Versuchsergebnisse (Schmalfuss u. Kolbe 1963; Müller 1976; Ansorge 1966) haben gezeigt, daß unter bestimmten Bedingungen selbst bei alleiniger mineralischer Düngung Humusgehalt und Humusqualität und damit auch die biologische Aktivität des Bodens aufrechterhalten werden können. Hierbei muß man sich darüber im klaren sein – und deshalb sollten auch alle Möglichkeiten der organischen Düngung ökonomisch sinnvoll genutzt werden, daß die nur schwer erreichbare Erhöhung des Humusgehaltes vieler Böden über die organisch + mineralische Düngung schneller erzielt werden kann.

Unsere Untersuchungen bezüglich des mikrobiologischen Status der Gülle haben erkennen lassen, daß das saprophytische Formenspektrum der Gülle die autochthone Organismengemeinschaft des Bodens in Abhängigkeit von der Aufwandmenge nur relativ kurzfristig verändert. Unerwünscht beeinträchtigt wird oft der mikrobiologische Status der Gülle und der der Bodenmikroorganismen, wenn die Gülle mit Desinfektionsmittel behandelt wird.

Problematischer als beim Einsatz der Düngemittel sind die zu lösenden Fragen des Umweltschutzes bei der Anwendung von Phytopharmaka. Obwohl bei sachkundiger Anwendung der gesetzlich zugelassenen Phytopharmaka keine nachweisbaren, die menschliche Gesundheit schädigenden Auswirkungen zu befürchten sind, ist zu beachten, daß diese Mittel, soweit sie in den Boden gelangen, und das kann bei der Applikation von Herbiziden, mikrobiziden und insektiziden Substanzen, Wachstumsregulatoren und ähnlichen Stoffen nicht vermieden werden, meist Bodenfremd-, ja oft Bodenschadstoffe sind, die schon bei einmaliger, mehr noch aber bei mehrmaliger Anwendung, die mikrobiologische Aktivität, d. h. die Transformations- und Sanierungsleistung des Bodens und damit seine Ertragsfähigkeit und seine Umweltschutzfunktion, nachhaltig beeinflussen können. In Experimenten mit Phytopharmaka wurden und werden meist Aufwandmenge, Konzentration, Zeitpunkt des Einsatzes, Wirkungsdauer, Abbau, Karenzzeit und ökologische Abhängigkeiten, wie solche von Bodenart, Boden-

reaktion, Temperatur, Feuchtigkeit, Sorption, mikrobielle Aktivität des Standortes und andere Faktoren mehr geprüft und der Beweis dafür geführt, daß diesen Merkmalen spezifische Einflüsse zuzuschreiben sind, die bei Anwendung der Mittel berücksichtigt werden müssen. Man sollte aber wissen, daß Aussagen aus solchen Untersuchungen wegen der noch zu großen Fehlerzahl der angewandten und leider noch zu wenig standardisierten Untersuchungsmethoden oft noch unzureichend, ja manchmal sogar widersprüchlich sind und auf einige Fragen, wie Akkumulierung bei kontinuierlicher Anwendung, Pestizidtoleranzen, Grenzkonzentrationen bei Rückständen, Persistenz und andere heute noch keine definitive Antwort gegeben werden kann.

Am wenigsten erforscht sind z. Z. noch die Nebenwirkungen des ständig zunehmenden Herbizideinsatzes, obwohl die diesbezügliche Flächenbelastung bei einigen Kulturen sehr hoch ist. So haben Untersuchungen gezeigt (Müller und Hickisch 1974; König und Scholz 1975), daß es in der DDR nur ganz wenige zugelassene Herbizide gibt, die in ihrer Nebenwirkung die mikrobielle Aktivität des Bodens, so seine bakteriologische und mykologische Besiedlungsdichte, seine Fermentaktivität und seine Atmungsintensivität unbeeinflusst lassen. Geht aus diesen Untersuchungen auch hervor, daß es sich bevorzugt um Stimulierungs- und weniger um Hemmeffekte handelt, so ist bekannt, daß diese eine Veränderung des biologischen Gleichgewichtes des Bodens hervorrufen, deren Auswirkung auf die Reproduktion der Bodenfruchtbarkeit bei kontinuierlicher Kontamination nicht unbeachtet gelassen werden darf, zumal sich, langfristig gesehen, Veränderungen einstellen können, die sich auf das Ertragsleistungspotential des Bodens nachteilig auswirken. Deshalb reicht es in einer Zeit der kontinuierlichen Kontamination landwirtschaftlich genutzter Böden mit verschiedenartigen Pflanzenschutzmitteln nicht mehr aus, die Überprüfung dieser Substanzen nur im Rahmen eines – wie es heute gehandhabt wird – humantoxikologischen Zulassungsverfahrens vorzunehmen. Diese Überprüfung bietet keine Anhaltspunkte für Nebenwirkungen, welche die Merkmale der Bodenfruchtbarkeit betreffen. Deswegen häufen sich auch immer mehr die Forderungen, bei kontinuierlicher Anwendung von Phytopharmaka eine sogenannte „biologische Bodenüberwachung“ einzuführen.

3. Fragen der Rekultivierung

Eine volkswirtschaftlich und landeskulturell außerordentlich wichtige Aufgabe der Land- und Forstwirtschaft ist die Rekultivierung von Kippen und Halden des Bergbaues.

Da die spezifischen und oft sehr diffizilen Probleme der Rekultivierung in zahlreichen Beiträgen der Jahrestagung behandelt werden, wird hier nur auf allgemeine Gesichtspunkte der Fragestellung eingegangen.

Mit der Erweiterung der Energiewirtschaft und der Grundstoffindustrie wurden auch der Kohlen- und Erzbergbau wesentlich erweitert. So nehmen die Abbauflächen des Bergbaues in der DDR mehr als 80 000 ha ein. Allein in den Jahren 1971 bis 1975 wurden bei einer jährlichen Förderleistung von rund 255 Millionen Tonnen Rohbraunkohle etwa 12 000 ha Bodenfläche devastiert und bis zum Jahre 2000 wird die Gesamtfläche der Abbauflächen etwa 80 000 ha betragen, wenn jährlich weiterhin zwischen 2 000 bis 3 000 ha hinzukommen.

Wie bekannt ist, müssen nach dem Bergbaugesetz von 1969 und dem Landeskulturgesetz von 1970 alle vom Bergbau geschaffenen Kippen und Halden unverzüglich rekultiviert und vorrangig von der Land- oder der Forstwirtschaft weiter genutzt werden. Hierbei umfaßt die Wiedernutzbarmachung von Kippen und Halden alle Maßnahmen des Bergbaues zur Wiederurbarmachung des freigegebenen Geländes durch Planierung, Böschungsgestaltung, Vorflurregulierung, Hauptwegeaufschluß und Grundmelioration sowie die daran anschließenden Kultivierungsmaßnahmen der Land-

und Forstwirtschaft. In Erzbergbaugebieten ist die Rekultivierung der Halden fast ausschließlich eine Aufgabe der Forstwirtschaft. In Braunkohlentagebaugebieten, besonders im Raum Halle – Leipzig – Bitterfeld und im Bezirk Cottbus rekultiviert auch die Landwirtschaft beträchtliche Kippenflächen.

Bergbaufolgelandschaften bieten auch für die Gestaltung von Erholungsgebieten günstige Voraussetzungen.

Da die Rekultivierung eine außerordentlich vielseitige und oft nur mit hohem finanziellen und technischen Aufwand zu bewerkstellende Aufgabe darstellt, bedarf sie der besonderen Sachkenntnis aller daran beteiligten Partner, um die dabei auftretenden Probleme zügig zu bewältigen. Hierbei kann nur eine korrekt zusammenwirkende Arbeitsgemeinschaft erfolgversprechend wirken, indem konsequent auch für die Wiederherstellung des ökologischen Gleichgewichts der land- und forstwirtschaftlich zu nutzenden Flächen optimal Sorge getragen wird.

Das ökologische Gleichgewicht eines Standortes kann aber nur durch zielbewußte Gestaltung der oben bereits behandelten physikalischen, chemischen und biologischen Merkmale des Bodensubstrates erfolgversprechend positiv gestaltet werden. Die Tatsache, daß es sich hierbei, selbst beim sogenannten Mutterbodenauftrag, um ein infolge Vermischung qualitativ oft sehr unterschiedliches wenig belebtes Substrat handelt, verlangt spezielle Kenntnisse und Maßnahmen bei der Gestaltung des komplexen Wechselspiels der edaphischen Merkmale zwecks Wiedergewinnung einer hohen Bodenfruchtbarkeit.

Im Rahmen der speziellen Aufgaben der Rekultivierung gewinnen bei den physikalischen Merkmalen des Bodens die Vermeidung von Erosionserscheinungen die Strukturbildung und Auswaschung, bei den chemischen Merkmalen der Sicherung der erwünschten Bodenreaktion, die Erhöhung der Sorption und Pufferung sowie die Sicherstellung der Nährstoffversorgung durch organische und mineralische Düngung und bei den biologischen Merkmalen die Wiederbelebung des Substrates durch Besiedlung mit Bakterien, Pilzen und Kleintieren, die Lebendverbauung des Gefüges und die Fruchtfolgegestaltung mit Pionierpflanzen größte Bedeutung.

4. Zusammenfassung

Einleitend wird auf gesellschaftliche Grundfragen der Themenstellung eingegangen.

In unserer sozialistischen Gesellschaft bilden Mensch, Boden und Umwelt eine dialektische Einheit, die von der Verfassung der DDR geschützt und gefördert wird. Die sich hierbei herausbildenden Wechselbeziehungen werden vom Wirken der Produktivkräfte und der Produktionsverhältnisse geprägt. Die steigende Bevölkerungszahl, die wachsenden Bedürfnisse sowie die Herausbildung neuer Bedürfnisse verlangen eine Erweiterung der Produktion und eine Intensivierung des „Stoffwechsels zwischen Mensch und Natur“. Die Abhängigkeit von der natürlichen Umwelt wird mit wachsender Produktivität und Vielfalt der Produktivkräfte geringer, jedoch der Umfang der in Nutzung zu nehmenden Naturbedingungen größer. Er schafft neue Kriterien der Abhängigkeit. Für die sozialistische Gesellschaft ergibt sich hierbei die Aufgabe, mit der wachsenden „Aneignung des Natürlichen für die menschlichen Bedürfnisse“ die Umwelt des Menschen würdig zu erhalten und zu gestalten.

Der Boden aus der Sicht des Umweltschutzes bildet den Inhalt des zweiten Abschnittes. Der Umweltschutz muß mit dazu beitragen, daß die zweifache Funktion des Bodens – sowohl Grundelemente der natürlichen Umwelt als auch Produktionsmittel der Menschheit zu sein – erfüllt werden. Bodenschutz ist integrierte Aufgabe des Umweltschutzes.

Anhand des biologischen Kreislaufes der Stoffe landwirtschaftlich genutzter Böden werden die Grundprobleme der Pflanzenproduktion und des Umweltschutzes bei Erhaltung und Mehrung der Bodenfruchtbarkeit erörtert. Hohe Ackerkultur, Senkung der Ernteverluste, organische und mineralische Düngung sichern, beschleunigen und erweitern am wirkungsvollsten das biologische Kreislaufgeschehen.

Solide Kenntnisse über die physikalischen Merkmale des Bodens und die optimale Hand-

habung der mit diesen in Verbindung stehenden Kultivierungsmaßnahmen stellen wichtige Kriterien der erfolgreichen Bodenbewirtschaftung und des Umweltschutzes dar. So können Textur, Struktur, Wasser-, Luft und Wärmehaushalt sowie Bodenerosionen durch Maßnahmen der Bodenbearbeitung, Boden-, Hydro- und Flurmelioration, Beregnung, Abwasserwertung, Ödland- oder Moorkultivierung sowie Rekultivierung von Kippböden im Sinne der Mehrung der Bodenfruchtbarkeit und der Landschafts- und Umweltpflege beeinflusst werden.

Auch die chemischen Merkmale des Bodens, so die Reaktion, das Redoxpotential, die Sorption und die Gewässereutrophierung können, besonders über Maßnahmen der Düngung und des Phytopharmakaeinsatzes, beeinflusst und der phyto- und pedosanitären Funktion des Bodens gerecht werdend gestaltet werden.

Im Sinne des Umweltschutzes besonders wirksam sind die biologischen Merkmale des Bodens. Die unzähligen im Boden lebenden Bakterien, Pilze und Kleintiere stehen über ihre Lebenstätigkeit, d. h. insbesondere über den Ab- und Umbau der postmortalen organischen Bodensubstanz sowie der Bodenfremd- und Bodenschadstoffe, in engster Beziehung zu den sanitären Regulationsfunktionen des Bodens.

Unerwünschte bodenbiologische Nebenwirkungen von Phytopharmaka müssen durch Bodenüberwachung frühzeitig erkannt und verhindert werden.

Sehr groß ist auch der Einfluß der Fruchtfolgegestaltung auf die mikrobiologischen Merkmale des Bodens. In diesem Zusammenhang bedarf die phytosanitäre, aber auch die damit untrennbar in Verbindung stehende pedosanitäre Funktion der eingeführten Bodennutzungstypen dringend einer klärenden Bearbeitung. Die im dritten Abschnitt des Referates nur sehr kurz zur Behandlung kommenden Fragen der Rekultivierung von Kippen und Halden des Braunkohlen- und Erzbergbaues stellen eine landeskulturell sehr wichtige Aufgabe der Industrie sowie der Land- und der Forstwirtschaft dar. Es wird diesbezüglich hier nur auf allgemeine Gesichtspunkte der Fragestellung eingegangen.

Schrifttum

- Amberger, A.: Wanderung der Pflanzennährstoffe im Boden. Im Symposium 1972 der Österreichischen Düngerberatungsstelle in Wien, S. 1–26.
- Ansorge, H.: Untersuchungen über die Wirkung des Stallmistes im statischen Düngungsversuch Lauchstädt. 2. Mitt.: Veränderung des Humusgehaltes im Boden. A.-Thaer-Arch. 10 (1966) 15–25.
- Koriath, H.: Probleme der organischen Düngung. Tag.-Ber., Akad. Landwirtsch.-wiss. DDR, Berlin No. 154 (1977) 131–137.
- Mayr, H.: Pflanzenbau und Umweltsicherung. Im Symposium 1972 der Österreichischen Düngerberatungsstelle in Wien, S. 1–16.
- Müller, G.: Der Einfluß der Mineraldüngung auf den biologischen Kreislauf der Stoffe landwirtschaftlich genutzter Böden. Sitzungsbereich der AdL Berlin 15 (1966) H. 15, 3–29.
- Müller, G.: Düngerberatung von der Sicht der biologischen Aktivität des Bodens. Im Symposium 1972 der Österreichischen Düngerberatungsstelle in Wien, S. 1–29.
- Müller, G.: Bodenbiologische Aspekte der organischen Düngung. Wiss. Z. d. Humboldt-Univ., Math.-nat. R. XXV 4 (1976) 465–470.
- Müller, G., und B. Hickisch: Herbizidek hatása a talajmikroorganizmusok dinamikájára. Agr. tud. Köz. 33, Kötet 1 (1974) 17–24.
- Rübensam, E., und K. Rauhe: Ackerbau. Berlin 1964.
- Schmalfluss, K., und G. Kolbe: Der Dünger Stallmist. A.-Thaer-Arch. 3 (1963) 13–18.
- Scholz, S., und H. König: Der Einfluß von Herbiziden auf die Leistungen der Bodenmikroorganismen. Diss. Halle 1975.
- Wegner, U.: Der Nährstoffabtrag von landwirtschaftlichen Nutzflächen und seine Verminderung bei der Verhinderung der Talsperreneutrophierung. Diss. Halle 1972.

Prof. Dr. Georg Müller
Wissenschaftsbereich Standortkunde
DDR - 402 Halle (Saale)
Weidenplan 14