

Chemo-Indikatoren als Qualitätskriterien für Komposterden und Kulturböden

von
Dr. Erich Koch
Altshausen

1. Kompostierung - ältestes Recycling-Verfahren

Die Kompostierung von Abfällen ist eine anerkanntermaßen vernünftige Beseitigungs- und Verwertungsmethode. Wie viele technische Prozesse, ist sie der Natur abgeschaut und hat eine lange Tradition. Seit Jahrtausenden ist den Menschen bekannt, dass Stoffe, die dem Boden für die Nahrung über die Pflanzen entzogen werden, diesem wieder zugeführt werden müssen. Dies geschieht u. a. über die Kompostierung. Sie ist somit das älteste Recycling-Verfahren.

Die Abfallkompostierung, wie wir sie heute verstehen, ist ein technisches Verfahren, das zum Ziel hat, dafür geeignete Abfälle aufzubereiten und einem steuerbaren biologischen Prozess zu unterwerfen, damit das fertige Produkt möglichst bald eine düngende und Boden verbessernde Wirkung hat.

2. Die Bedeutung der Kompostierung

Siedlungsabfälle können durch Kompostierung und anschließende Verwendung des Komposts im Siedlungs- und Gartenbau, in Land- und Forstwirtschaft und in anderen Bereichen auf unschädliche Art beseitigt und verwertet werden. Die Abfallkompostierung geeigneter organischer Materialien bringt im Gegensatz zur Ablagerung und Verbrennung volkswirtschaftliche Vorteile von großer Tragweite.

Durch Kompostanwendung kann dem Humusschwund in landwirtschaftlich oder gärtnerisch bewirtschafteten Böden entgegengewirkt und eine Bodenverbesserung erzielt werden. Dadurch wird eine Verbesserung des Wasserhaltevermögens, eine Verminderung der Bodenerosion durch Wasser und Wind, eine Auflockerung von schweren Böden, eine Verbesserung der Wirkung mineralischer Düngung, eine Stärkung der Bodenfauna und -flora sowie eine Stärkung der Abwehrkräfte gegen Schädlingsbefall und eine Verminderung der Gewässer-Eutrophierung durch verstärkte Zurückhaltung eutrophierender Stoffe wie Nitrat und Phosphat bewirkt.

Weil die Kompostierung als Methode der Abfallbeseitigung und Abfallverwertung in nahezu idealer Weise alle Forderungen des Umweltschutzes erfüllt, wird sie auch zukünftig eine vergleichsweise große Bedeutung besitzen. Voraussetzung hierfür ist jedoch eine geprüfte Qualität.

3. Biologische, chemische und physikalische Vorgänge bei der Rotte

Das Ziel der Kompostierung ist die Vererdung bzw. Humifizierung organischer Abfall-Materialien. Der deutlichste Vorgang dabei ist die Rotte, das heißt die Zersetzung und Umwandlung der verschiedenen Abfall-Materialien bis zu einer lockeren, gut streufähigen Beschaffenheit. Sekundär kann hierbei die Bildung von Dauerhumus und Ton-Humus-Komplexen erfolgen.

Die Rotte ist ein biologisch bedingter Prozess. Außer verschiedenen Kleintieren (Würmer, Insekten, Milben u. a.), deren zerkleinernde und mischende Tätigkeit neben ihrer Verdauungsarbeit nicht unterschätzt werden darf, sind vor allem Mikroorganismen (Bakterien, Pilze, Strahlenpilze) an den Ab- und Umbauvorgängen beteiligt.

Herrschen in dem Substrat anaerobe Verhältnisse, d. h. Sauerstoffmangel, so bewirken bestimmte Mikroben, die ohne Luftsauerstoff gedeihen können, eine geringe chemische Zersetzung der organischen Stoffe, wobei organische Säuren, dann Fäulnisgase wie Methan und Wasserstoff sowie andere Spaltprodukte echter Gärungen auftreten. Solche Bedingungen sind im Kompost nicht nur unerwünscht, sondern für das Produkt und die Anwendung schädigend.

Bei der Kompostierung haben wir es meist mit schwer zersetzbaren Stoffen zu tun, deren Rotte beschleunigt werden muss. Dies lässt sich durch Schaffung aerober Verhältnisse, d. h. durch Luftzufuhr, erreichen. Die aeroben Mikroorganismen, zu denen fast alle Pilze und viele Bakterien gehören, zersetzen die organischen Massen sehr viel rascher und vollständiger als die anaeroben Mikroorganismen. Als Spaltprodukte treten Kohlenstoffdioxid (CO_2), Wasser (H_2O) und Ammoniak (NH_3) auf. Dies ist ebenso wie das Ansteigen der Temperatur ein Zeichen dafür, dass es sich um Atmungsvorgänge handelt [1].

Betrachten wir diese aeroben mikrobiellen Zersetzungsprozesse etwas näher, so müssen wir feststellen, dass zu ihrem Zustandekommen zunächst die entsprechenden Mikroorganismen vorhanden sein müssen. Darum brauchen wir uns aber keine Sorge zu machen. Denn praktisch ist alles verwendete Material genügend infiziert und der Zusatz von Impfstoffen zum Kompost ist

als eine flankierende Maßnahme zu sehen. Viel wichtiger ist es, für die Kleinlebewesen günstige Entwicklungsbedingungen zu schaffen. Dazu gehören außer der Luftzufuhr, die wir durch lockere Lagerung, Umstechen und zweckmäßige Mietenformen erreichen, weiterhin eine ausreichende, gleichmäßige Feuchtigkeit (ca. 30 – 50 % Wassergehalt) und eine günstige, nicht zu niedrige Temperatur. Ferner muss durch Zusatz von Kalk dafür gesorgt werden, dass die organischen Zersetzungs- und Umwandlungsprodukte mit Basen weitgehend neutralisiert und gepuffert werden.

Durch die aeroben Verhältnisse werden auch die erwünschten Kleintiere gefördert, die unter Luftabschluss nicht gedeihen können. Das Vorherrschen oxidativer Reaktionen spielt bei der Kompostierung eine entscheidende Rolle [2].

4. Kompost neuer Art

Die alt hergebrachten, mindestens durch dreimaliges Umlagern und drei Jahre Wandlungszeit beanspruchenden Komposthaufen, in denen vielfach zweckwidrige Fäulnisvorgänge vorherrschen, sind überholt. „Misthaufen“, die unregelmäßig, teils zu trocken verschimmeln (Feuchtigkeitsgehalt kleiner 20 %), teils Maden nähren und üble, säuerlich bis teerig riechende Gase und Sickerwässer abscheiden, haben keine Berechtigung mehr. Kipphalden von Unrat und Müll, die Insekten, Ratten, Aasvögel und anderes anlocken, stellen ein Zeugnis der Rückständigkeit und des Unvermögens aus.

Statt als Brutstätten für Krankheitserreger herumzuliegen, haben Siedlungsabfälle der Humusanreicherung zu dienen.

Kompost neuer Art kann bei sorgfältiger Kontrolle von Feuchtigkeit, Temperatur und Luftzufuhr schon innerhalb von mehreren Wochen hergestellt werden. Solch fachmännisch hergestellter Kompost ist scherbenfrei, er duftet fein wie Walderde und ist für Pflanzenwurzeln nicht schädlich, im Gegensatz zu unvollkommen verrotteten Abfällen. Ausgereifter Kompost fördert die Wuchskraft und Resistenz der damit versorgten Pflanzen.

5. Qualitätsprüfung

In Kompostwerken wird ein Kompostgut erzeugt, das schon vor der Rotte ganz oder zum größten Teil die üblichen Kompostsiebe passiert. Solcher **Rohkompost** ist noch nicht wurzelverträglich für die Pflanzen. Ebenso nicht wurzelverträglich ist **Frischkompost**. Von Frischkompost spricht man, wenn

Rohkompost schon etwas angerottet ist. Diese beiden Kompostarten, auch **Mulch** genannt, können zur **Flächenkompostierung** im Sinne einer „biologischen Einschmelzung“ verwendet werden. Mulchen ist zwar recht einfach und wird deshalb gern angewandt, aber Flächenrotte führt zu einer beschleunigten Mineralisierung, denn die Bedingungen zur Dauerhumusbildung sind nicht so günstig wie bei einer gelenkten Rotte. Das Mulchverfahren ist auch nicht überall anwendbar. Für die meisten Anwendungsgebiete ist man jedoch auf **Reifkompost** angewiesen, auch als Fertigkompost oder Substratkompost im Handel bezeichnet.

Die Prüfungsergebnisse der verschiedenen Komposte fallen verschieden aus und man hatte bislang kein überall anwendbares Testverfahren. Man konnte die „Güte“ eines Reifkompostes nur gefühlsmäßig „schätzen“ aufgrund der Zeit, die er liegt und der Zahl der Umsetzungen.

Da die Siebanalyse von Kompost überhaupt kein Kriterium für Reife, das heißt Wurzelverträglichkeit, darstellt, mussten geeignete Prüfverfahren entwickelt werden, welche dazu beitragen, ausgereiften Qualitätskompost zu produzieren [3].

Durch Wachstumsversuche im Vergleich mit chemischen Analysen stellten PFEIFER, SPOHN und KOCH fest, dass die Pflanzenverträglichkeit, also der Reifegrad, schnell und einfach auch mit chemischen Methoden feststellbar ist [4–6]. Beim Abbau abgestorbener pflanzlicher und tierischer Produkte entstehen unter anderem zunächst Ammonium/Ammoniak, Nitrit und Sulfid, die bei der aeroben Kompostierung in zeitlicher Abhängigkeit durch mikrobielle Oxidation zu Nitrat und Sulfat umgewandelt werden. Ist dieser Oxidationsprozess abgeschlossen, so ist die Pflanzenverträglichkeit beim Wachstumsversuch erreicht: Der Kompost ist reif. Man muss lediglich verhindern, dass er durch Luftabschluss wieder in anaerobe Zustände (Fäulnis) zurückfällt. Diese Gefahr besteht beim Untergraben oder bei Vernässung, allgemein übrigens bei jedem Boden durch Verdichtung. Es treten dann sofort wieder Sulfid- und erhöhte Ammonium-Konzentrationen auf. Wurzeln weichen solchen unterirdischen Fäulnisherden aus oder die Pflanzen kränkeln. Ebenso ist eine Absenkung des pH-Wertes (Versauerung) im Kompost oder Boden zu beobachten.

Die folgende Schemazeichnung „Reifkompost“ skizziert den grundlegenden Vorgang der mikrobiologischen Transformation (Konvertierung) von der unreifen (reduktiven) zur reifen (oxidativen) Phase. Das Vorherrschen oxidativer Reaktionen, besonders unter Luftzufuhr (Sauerstoff), spielt bei der Kompostierung eine entscheidende Rolle [2].

Reifkompost

mikrobiologische Konvertierung

toxischer Bereich (reduktive Phase)	essentieller Bereich (oxidative Phase)
CH₄ (Methan)	CO₂ (Kohlendioxid)
NH₃ (Ammoniak)	NO₃⁻ (Nitrat)
PH₃ (Phosphorwasserstoff)	PO₄³⁻ (Phosphat)
SH₂ (Schwefelwasserstoff)	SO₄²⁻ (Sulfat)
BH₃ (Borwasserstoff)	BO₃³⁻ (Borat)

Ausgereifter Qualitätskompost muss unbedingt Charge für Charge auf Reife, also auf Wurzelverträglichkeit, geprüft sein. Maßgebend ist der Wachstumstest mit Kresse. Er dauert jedoch einige Tage.

Für die laufenden Routineprüfungen auf Qualitätskompost ist deshalb ein analytisches Schnellverfahren entwickelt worden, welches eine semiquantitative Konzentrationsbestimmung der Parameter Sulfid, Ammonium/Ammoniak und Nitrit sowie Nitrat und pH-Wert ermöglicht. Diese Parameter eignen sich als chemische Indikatoren für die Beschreibung des Rotteverlaufs. Sie geben einen indirekten Hinweis auf das erreichte Redox-Potenzial und damit auf den biologischen und physikalischen Zustand einer Kompostcharge. Die Qualitätskontrolle kann ohne Labor und Chemiker direkt vor Ort in wenigen Minuten selbst durchgeführt werden. Der biologische Zustand ist zunächst viel wichtiger als eine Gesamtnährstoff-Analyse, die ohnehin zu lange dauert und nur an gelegentlich gezogenen Stichproben in einem Speziallabor durchgeführt werden kann.

Die analytische Qualitätskontrolle für Reifkompost erfordert die **Abwesenheit**

von Sulfid, Ammonium/Ammoniak und Nitrit sowie die **Anwesenheit** von Nitrat und Sulfat.

Nicht, dass Sulfid, Ammonium/Ammoniak und Nitrit absolut und alleinig wurzelschädlich wären. Ihre Anwesenheit ist jedoch ein Zeichen dafür, dass das Redox-Potenzial noch nicht weit genug nach der oxidativen Seite hin fortgeschritten ist. In diesem Zustand sind es eine Reihe anderer Substanzen, wie beispielsweise organische Säuren und Fäulnisgase, die ebenfalls eine Schädwirkung ausüben.

Ammonium/Ammoniak, Nitrit und Sulfid sowie Nitrat und der pH-Wert lassen sich auf einfache Weise an Ort und Stelle mit dem *AgroQuant*-Bodenlabor feststellen. Mit diesem Bodenlabor besitzt der Kompostmeister, Landwirt und Gärtner nunmehr ein einfaches und sicheres Instrument zur Überwachung und Lenkung des Rotteverlaufs und ein Prüfverfahren auf Kompostreife (Inprozess-Kontrolle).

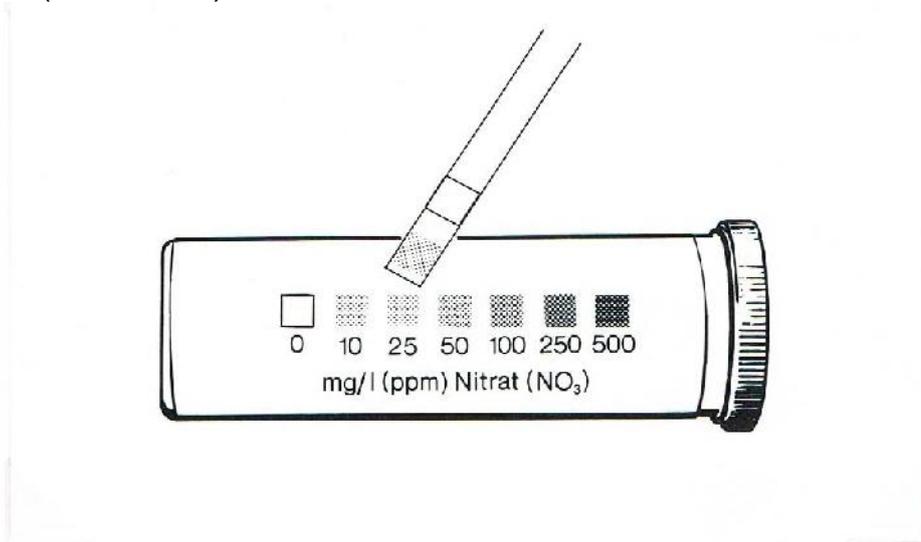
6. Experimentelle Durchführung und Messprogramm

Kompost muss also, wie wir gelernt haben, unbedingt auf seine Reife, das bedeutet Wurzelverträglichkeit, geprüft werden. Für die laufende Routineüberwachung leistet das *AgroQuant*-Bodenlabor (siehe Abbildung) hervorragende Kontrollmöglichkeiten.



AgroQuant-Bodenlabor zur Messung des Stickstoffkreislaufs (Ammonium/Ammoniak, Nitrit und Nitrat) und zur Bestimmung des pH-Wertes

Wesentlicher Bestandteil des Bodenlabors sind Teststäbchen für Nitrat, Nitrit, pH-Wert und Reagenzien für die Ammonium-Bestimmung. Die Funktionsweise der Teststäbchen ist ähnlich wie bei den bekannten pH-Papieren. Je nach Gehalt, z. B. an Nitrat, wird eine spezifische Farbveränderung auf einer Testzone des Stäbchens hervorgerufen. Der Grad der Verfärbung wird anhand einer mitgelieferten Farbskala verglichen und der zugehörige Messwert abgelesen (siehe Bild).



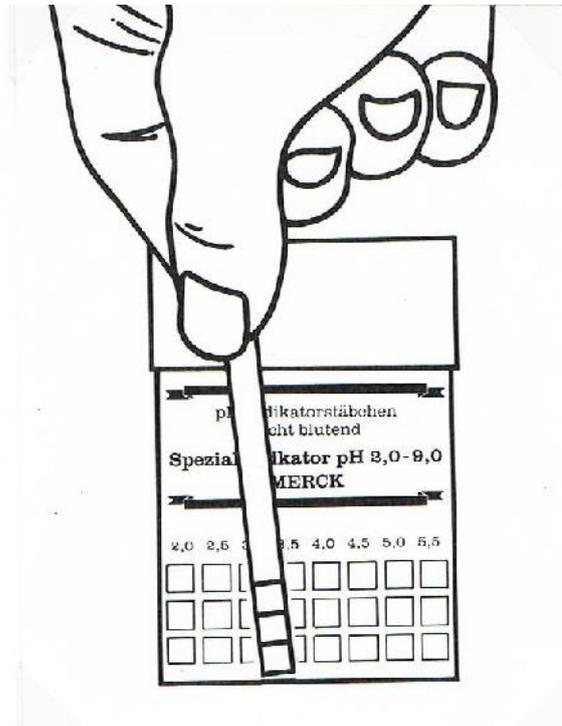
Die Messungen sind außerordentlich rasch und einfach durchzuführen.

Es können jeweils 100 Bestimmungen auf Nitrat, Nitrit, Ammonium/Ammoniak und pH-Wert durchgeführt werden. Sind die Teststäbchen oder Reagenzien aufgebraucht, so können die entsprechenden Austauschpackungen nachbestellt werden. Dadurch wird die Anwendung des *AgroQuant*-Bodenlabors besonders wirtschaftlich.

Das Messprogramm für die Qualitätskontrolle von Kompost umfasst die folgenden Parameter:

- **Nitrat**
- **Nitrit**
- **Ammonium / Ammoniak**
- **Sulfid**
- **pH-Wert**
- **Kressetest**

Die Nitrat- und Nitrit-Bestimmung erfolgt mit dem *Merckoquant*-Nitrattest; die Ammonium/Ammoniak-Bestimmung in Komposterden wird mit einem Farbkartentest durchgeführt. Mit dem Bleiacetat-Papier wird der Parameter Sulfid bestimmt, die pH-Messung erfolgt mit den nicht-blutenden Spezial-Indikatorstäbchen pH 2 – 9 (siehe Bild).



Um eine repräsentative Kompostprobe zu bekommen, benötigt man je Kompostcharge mindestens 20 Einstiche mit einem geeigneten Bohrstock, notfalls auch mit Spaten oder Gartenkelle. Die Kompostproben sind statistisch verteilt in der Quer- und Längsrichtung aus der gesamten Kompostmiete zu entnehmen. Die Einzelproben werden in ein Sammelgefäß, z. B. Eimer, gegeben und gründlich vermischt. Steine und andere sperrige Materialien sind von Hand auszulesen.

7. Auswertung der Messergebnisse

a) Nitrat-Messung

Guter Reifkompost zeigt reichlich Nitrat, teilweise mehr als 500 mg/kg.

b) Nitrit-Messung

Ein qualitativ einwandfreier Reifkompost beinhaltet kein Nitrit. Zeigen sich Spuren an Nitrit (1 mg/kg und größer), so liegt ein unreifer Kompost vor, welcher umgehend belüftet werden muss.

c) Ammonium- /Ammoniak-Messung

Guter Reifkompost weist einen Ammonium-Gehalt auf von 0,2 bis 2 mg/kg. Kompost mit 3 mg/kg ist als kritisch einzustufen, und Komposte mit einem Ammonium-Gehalt von 5 mg/kg und höher sind unreif und müssen umgehend belüftet werden.

Reifkompost beinhaltet praktisch kein Ammoniak (NH_3) oder höchstens in Spuren (kleiner als 0,05 mg/kg NH_3).

d) Intermediäre Kompost-Stadien

- Ist in einer Kompostcharge sowohl reichlich Ammonium/Ammoniak als auch Nitrat vorhanden, kann ein Gemisch aus reifen und unreifen Anteilen vorliegen oder ein Gemisch mit Handelsdünger.
- Liegen geringe Konzentrationen an Ammonium und Nitrat vor, so kann es sich um einen Zwischenzustand handeln, in welchem mineralischer Stickstoff in lebendem Eiweiß festgelegt ist (sog. Stickstoff-Fixierung).

e) pH-Wert

Der pH-Wert soll bei einem Qualitätskompost im neutralen bis schwach alkalischen Bereich liegen (pH 6,5 bis 8,0). Dies gilt ebenso für den Rotteverlauf. Liegen die Werte unter pH 6, so muss gekalkt werden (gemahlener Naturkalk, kohlenaurer Kalk, Löschkalk oder Mergel). Liegen die Werte über pH 8, so können sauer wirkende Mineraldünger zudosiert werden, wie beispielsweise Ammoniumsulfat. Eine ähnlich neutralisierende Wirkung zeigt der Zusatz von Torf oder Torfsubstraten.

f) Sulfid-Messung

Der Parameter Sulfid darf in Reifkompost höchstens nur in Spuren vorhanden sein. Die weiße Farbe des Teststreifens darf sich nicht ändern.

Ergebnis: Ein einwandfreier Qualitätskompost muss alle vorgenannten Prüfungen voll bestehen.

g) Kressetest

Ein Qualitätskompost liegt dann vor, wenn Samen und Wurzeln nicht mehr geschädigt werden. Hierzu kann man das Wachstumsergebnis von Kresse als Einheitsmaßstab zugrunde legen:

Eine flache Schale aus Kunststoff oder Keramik mit den Längenmaßen 40 cm x 25 cm x 6 cm wird mit dem zu prüfenden Kompost gefüllt und mit 10 g Kressesamen besät. Am zweiten und vierten Tag wird das verbrauchte Wasser ersetzt. Am sechsten Tag wird die Kresse mit der Schere geschnitten und gewogen (siehe SPOHN 1980).

Auswertung: Eine Ausbeute von 60 bis 100 g ist gut, ein Ergebnis von mindestens 30 g noch ausreichend.

Die Prüfung mit reinem Kompost ist recht scharf, denn in der Praxis soll er mit mindestens 2 Teilen Erde oder Torf vermischt werden. Mit solchen Mischungen sind dann auch die Erträge bei dem Kressetest höher, bis über 100 g. Statt Kresse kann man natürlich auch andere Pflanzen nehmen, doch ergibt Kresse am schnellsten ein Resultat.

Für viele Zwecke ist der Kresstest dennoch nicht schnell genug. Wer Kompost verkauft oder kauft, braucht eine zuverlässige Schnellprüfung, wie sie vorstehend beschrieben ist. Liegen Zweifelsfälle bei der chemischen Schnellprüfung vor, so kann dann der Kresstest als Schiedsmethode herangezogen werden.

8. Land- und Gartenbau

Die vorgestellte analytische Qualitätsprüfung ist nicht nur für Kompost geeignet, sondern dient auch zum Nachweis von Fäulniszuständen im Boden, wie sie durch Untergraben oder Unterpflügen von Mist, Gründüngung, Frisch- und Rohkompost sowie Bodenverdichtung im Land- und Gartenbau entstehen können.

Das bedeutet, dass das hier beschriebene Messprogramm auch den aeroben und anaeroben Zustand von Böden erfasst.

Der Pflanzenbau muss sich zukünftig an erster Stelle um die optimale Förderung des Wurzelwachstums bemühen. Drei Bedingungen müssen dabei erfüllt werden:

1. Organische Massen wie Frisch- und Rohkompost, Gründüngung, Stallmist, Gülle und Jauche müssen erst **extern** verschiedene wurzeltoxische Rottephasen durchlaufen haben, bevor sie in den Boden bzw. Wurzelraum (Rhizosphäre) gelangen.
2. Die Bodenbearbeitung darf keine organischen Materialien vergraben und keine Sperrschichten und Reduktionszonen im Boden hinterlassen.
3. Eine ausreichende Kalkversorgung des Bodens muss sichergestellt sein, um die Krümelstabilität zu gewährleisten, sowie die bei der Humifizierung und Mineralisierung entstehenden aciden Verbindungen weitgehend zu neutralisieren oder zu puffern, damit die Säuretoxizität für die Pflanzenwurzeln eliminiert wird.

In der Praxis wird dadurch über ein verstärktes Wurzelwachstum das Nährstoff-Aneignungsvermögen der Pflanzenbestände derart verbessert, dass langfristig hohe Erträge möglich sind. Die einfach durchzuführende Inprozess-Kontrolle mit Hilfe des Koffer-Labors wird es ermöglichen, Umweltprobleme, wie beispielsweise Nitrat im Grundwasser, zu lösen, und dies nicht mit Kosten und Verlusten, sondern mit zusätzlichen Gewinnen für die betroffenen Bauern und Gärtner.

9. Ökologische Aspekte

Im Zeichen des Umweltschutzes wird langsam auch in der breiten Öffentlichkeit klar, dass **die Gesundheit von Mensch, Tier und Pflanze von der Gesundheit und Harmonie des Bodenlebens abhängt**. Man erkennt, dass diese Harmonie gestört wird durch ungeeignete Methoden der Bodenbehandlung und durch pflanzentoxische Stoffe, die sich nicht abbauen, sondern akkumulieren, addieren und potenzieren. Kerngedanke der Kompostierung ist es, aus geeigneten organischen Abfällen durch eine gelenkte Konvertierung ein hochwertiges Produkt zu erzeugen, das sich durch seine Qualität auszeichnet: also ohne zusätzliche Umweltverschmutzung und ohne Geruchsbelästigung. Damit ist Abfall nicht mehr Abfall, sondern Rohstoff. Und Kompostierung ist organisches Langzeit-Recycling.

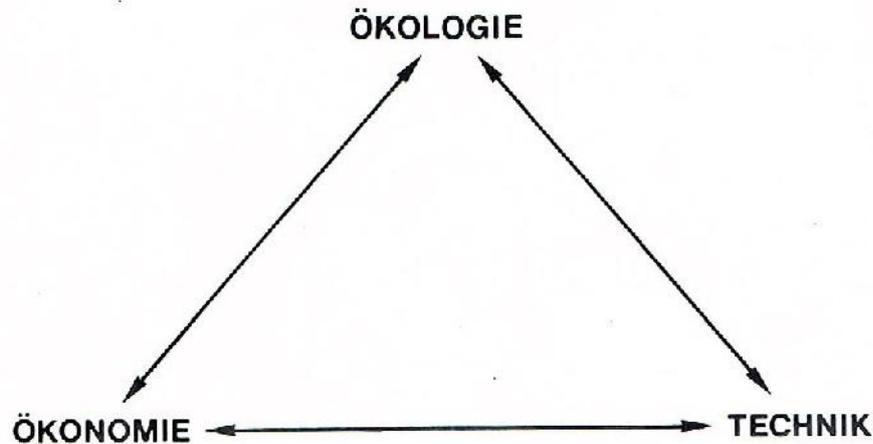
Weder ungeordnete, noch geordnete Deponien, noch die Verbrennung von Müll bilden eine Dauerlösung des Abfallproblems. Wir müssen uns auf Methoden besinnen, die uns die Natur überall vormacht. Sie bedient sich der Stoffkreisläufe in ihrem ewig dauernden Haushalt. Wir müssen den Kreislauf des Lebendigen, den wir unterbrochen haben, wieder schließen.

10. Verständnis von Naturwissenschaft und Technik in der Welt von heute

Das naturwissenschaftlich-industriell geprägte Mensch-Natur-Verhältnis ist eine zunehmende Bedrohung der natürlichen Umwelt und der Lebensgrundlagen des Menschen. Es wird erkannt, dass die Natur mehr ist, als sich in Messgrößen und Formeln fassen lässt. Es wird erkannt, dass der Mensch ein Teil der Natur ist und nicht die Natur ein Teil des Menschen. Deshalb gehört der Schutz der natürlichen Umwelt zu den großen Herausforderungen unserer Zeit. Die Natur ist uns nur anvertraut, wir können nicht beliebig über sie verfügen. Unser Ziel muss sein, nachfolgenden Generationen eine menschengerechte Umwelt zu hinterlassen. Luft, Wasser, Boden, Pflanzen und Landschaft sind nicht vermehrbar. Ihre Zerstörung ist nur schwer rückgängig zu machen. Allein eine kluge Nutzung von Naturwissenschaft und Technik kann die Zukunft der Menschheit sichern.

Es ist notwendig, den Stellenwert der Umweltprobleme in und für unsere Gesellschaft zu verdeutlichen. Die Qualität unseres Lebens und unserer Umwelt hängt maßgeblich davon ab, wie wir uns in dem dargestellten Dreieck verhalten: Ökologie – Ökonomie – Technik.

Verständnis von Naturwissenschaft und Technik in der Welt von heute



Resignieren würde Einverständnis mit dem Niedergang des menschlichen Lebens auf

diesem Planeten bedeuten. Deshalb bleibt allein die Aufgabe, das Verhalten des Einzelnen und der Gesellschaft zu ändern, unsere Hoffnung.

Literaturverzeichnis

- [1] REUTER, G.: Kompostierung wirtschaftseigener Abfälle. Deutsche Akademie der Landwirtschaftswissenschaften zu Berlin, Heft 45 (1954)
- [2] KOCH, E.: Qualitätsprüfung für Kompost. UMWELT 3/1987, S. 75 – 76
- [3] KOCH, E.: Schnelltests für die Umweltanalytik. CLB Chemie für Labor und Betrieb, 37. Jg. / Heft 12 (1986), S. 8 – 10
- [4] KOCH, E.: Bodenuntersuchung, 2. Auflage 1986, 156 Seiten. VDSF- Verlags- und Vertriebs-GmbH, Offenbach/Main
- [5] PEIFFER, E.: Anleitung für die Kompostfabrikation aus städtischen und industriellen Abfällen. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart 1957
- [6] SPOHN, E.: Selber kompostieren für Garten und Feld. Schnitzer-Verlag, St. Georgen/Schwarzwald 1980