

Verbundvorhaben
"Neue Techniken zur Kompostierung"

Teilvorhaben 13
Humifizierungsprozesse von Kompost nach der
Ausbringung auf den Boden

Endbericht

August 1998

Humifizierungsprozesse von Kompost nach der Ausbringung auf den Boden

Verbundvorhaben "Neue Techniken zur Kompostierung", Teilvorhaben 13

Förderkennzeichen 1460638L2

Wissenschaftliche Leitung:	Prof.Dr. Ingrid Kögel-Knabner TU München
Wissenschaftliche Bearbeitung:	Dipl.Geogr. Jens Leifeld Ruhr-Universität Bochum Dipl.Geogr. Stefanie Siebert Ruhr-Universität Bochum

Prof. Dr. I. Kögel-Knabner
Lehrstuhl für Bodenkunde
Technische Universität München
D-85350 Freising-Weihenstephan

Telefon (08161) 71 5174 / 71 3677 - Telefax (08161) 71 4466
E-mail koegel@pollux.edv.agrar.tu-muenchen.de
Homepage <http://pollux.edv.agrar.tu-muenchen.de/bk/index.htm>

Die Arbeiten wurden am Geographischen Institut der Ruhr-Universität Bochum
(Arbeitsgruppe Bodenkunde und Bodenökologie) durchgeführt.

INHALT

1	EINLEITUNG	1
2	MATERIAL UND METHODEN	4
2.1	MATERIAL	4
2.1.1	<i>Mikrokosmenversuch</i>	<i>5</i>
2.1.2	<i>Feldversuche.....</i>	<i>7</i>
2.2	METHODEN	9
2.2.1	<i>Korngrößenverteilung</i>	<i>9</i>
2.2.2	<i>Rottegrad der Komposte.....</i>	<i>9</i>
2.2.3	<i>pH - Wert, KAK, Kohlenstoff und Gesamtstickstoff.....</i>	<i>9</i>
2.2.4	<i>C- und N-Mineralisierung</i>	<i>10</i>
2.2.4.1	<i>C-Mineralisierung</i>	<i>10</i>
2.2.4.2	<i>N-Mineralisierung</i>	<i>11</i>
2.2.5	<i>Mikrobielle Biomasse</i>	<i>12</i>
2.2.5.1	<i>Biomasse-C und metabolischer Quotient.....</i>	<i>12</i>
2.2.5.2	<i>Molarer Absorptionskoeffizient.....</i>	<i>13</i>
2.2.5.3	<i>Biomasse-N</i>	<i>14</i>
2.2.6	<i>Mikrobielle Aktivität</i>	<i>14</i>
2.2.6.1	<i>DMSO - Reduktion</i>	<i>14</i>
2.2.6.2	<i>Arylsulfatase-Aktivität.....</i>	<i>16</i>
2.2.7	<i>Charakterisierung der organischen Substanz.....</i>	<i>16</i>
2.2.7.1	<i>Kern-Resonanz-Spektroskopie (NMR).....</i>	<i>16</i>
2.2.7.2	<i>Organische Stoffgruppen</i>	<i>18</i>
2.2.7.3	<i>HCl - Hydrolyse</i>	<i>20</i>
2.2.8	<i>Abbaudynamik</i>	<i>21</i>
2.2.9	<i>Statistische Auswertung.....</i>	<i>21</i>
3	ERGEBNISSE UND DISKUSSION	22
3.1	KURZFRISTIGE AUSWIRKUNGEN DER ANWENDUNG VON BIOABFALLKOMPOSTEN AUF BÖDEN: MIKROKOSMENVERSUCH	22
3.1.1	<i>C, N und pH</i>	<i>22</i>
3.1.2	<i>Mikrobiologische Charakterisierung.....</i>	<i>24</i>
3.1.2.1	<i>Kohlenstoffmineralisierung.....</i>	<i>24</i>
3.1.2.2	<i>N-Mineralisierung.....</i>	<i>29</i>
3.1.2.3	<i>Mikrobielle Biomasse</i>	<i>42</i>
3.1.2.4	<i>Metabolischer Quotient</i>	<i>46</i>
3.1.2.5	<i>Dimethylsulfoxid - Reduktase.....</i>	<i>51</i>
3.1.3	<i>Humuschemische Charakterisierung.....</i>	<i>54</i>
3.1.3.1	<i>Naßchemische Charakterisierung des organischen C-Pools</i>	<i>54</i>
3.1.3.2	<i>Naßchemische Charakterisierung des organischen N-Pools</i>	<i>68</i>
3.1.3.3	<i>Spektroskopische Charakterisierung.....</i>	<i>78</i>
3.2	MITTELFRISTIGE AUSWIRKUNGEN DER ANWENDUNG VON BIOABFALLKOMPOSTEN AUF BÖDEN: FELDVERSUCHE	91
3.2.1	<i>Bodenchemische Charakterisierung: Feldversuch Neu-Eichenberg.....</i>	<i>91</i>

3.2.1.1	Veränderung des pH-Wertes, des Kohlenstoff- und Stickstoffgehaltes nach 10jähriger Düngung.....	91
3.2.1.2	Organischer Kohlenstoff, Stickstoff, pH-Wert und Kationenaustauschkapazität der Düngungsvarianten 1996	95
3.2.2	<i>Fazit: Einfluß der Düngungsform auf bodenchemische Eigenschaften</i>	97
3.2.3	<i>Mikrobiologische Charakterisierung</i>	100
3.2.3.1	Mikrobielle Aktivität	103
3.2.3.2	Extrahierbarer DOC und molarer Absorptionskoeffizient	113
3.2.4	<i>Fazit: Einfluß der Düngungsform auf bodenmikrobiologische Eigenschaften</i>	117
3.2.5	<i>Humuschemische Charakterisierung: Feldversuche Neu-Eichenberg und Negenborn</i> ..	124
3.2.5.1	Organische N-Fractionen.....	124
3.2.5.2	Organische C-Fractionen.....	128
3.2.5.3	¹³ C CPMAS NMR Spektroskopie	130
3.2.5.4	¹⁵ N CPMAS NMR Spektroskopie	135
4	SCHLUßFOLGERUNGEN	137
4.1	KOMPOSTANWENDUNG UND BODENCHEMISCHE GRUNDPARAMETER.....	137
4.2	KOMPOSTANWENDUNG UND STICKSTOFFMINERALISIERUNG	137
4.3	KOMPOSTANWENDUNG UND KOHLENSTOFFUMSATZ.....	138
4.4	KOMPOSTANWENDUNG UND DER ORGANISCHE N-POOL IN BÖDEN	141
4.5	KOMPOSTANWENDUNG UND MIKROBIOLOGISCHE KENNGRÖßEN	142
5	ZUSAMMENFASSUNG	143
6	LITERATURVERZEICHNIS	147
7	ANHANG	157

Abbildungsverzeichnis

Abb. 2-1: Schematischer Aufbau der Mikrokosmen	6
Abb. 3-1: Kohlenstoffmineralisierung der Böden und Boden-Kompostvarianten bei 5 und 14 °C	25
Abb. 3-2: Jährliche C-Mineralisierung der Böden und Boden-Kompostvarianten bei 5 und 14 °C	27
Abb. 3-3: N-Mineralisierung der Parabraunerde, der Parabraunerde mit Frischkompost und der Parabraunerde mit Fertigkompost bei 5 und 14 °C	33
Abb. 3-4: N-Mineralisierung der Braunerde, der Braunerde mit Frischkompost und der Braunerde mit Fertigkompost bei 5 und 14 °C	35
Abb. 3-5: N-Mineralisierung des Kippbodens mit Frisch- und Fertigkompost bei 5 und 14 °C	36
Abb. 3-6: N-Mineralisierung der Böden und Boden-Kompostvarianten bei 14 °C	38
Abb. 3-7: N-Mineralisierung der Böden und Boden-Kompostvarianten bei 5 °C	39
Abb. 3-8: Mikrobielle Biomasse	43
Abb. 3-9: Metabolischer Quotient	48
Abb. 3-10: Temperaturquotienten (14 °C / 5 °C) des q_{CO_2} der Varianten mit Kompost ...	49
Abb. 3-11: Temperaturquotienten (14 °C / 5 °C) des q_{CO_2} der Kontrollen	50
Abb. 3-12: DMSO-Reduktase der Böden und Boden-Kompostvarianten nach 168 Tagen Versuchsdauer bei 14 °C	52
Abb. 3-13: Verlauf des extrahierbaren Kohlenstoffs	55
Abb. 3-14: Extrahierbare Lipide	60
Abb. 3-15: Cellulose Polysaccharide	63
Abb. 3-16: Nichtcellulose Polysaccharide	65
Abb. 3-17: N-Fractionen des Kippbodens nach Kompostanwendung	73
Abb. 3-18: N-Fractionen der Braunerde und nach Kompostanwendung	75
Abb. 3-19: N-Fractionen der Parabraunerde und nach Kompostanwendung	77
Abb. 3-20: ^{13}C NMR Spektren der Komposte und des Kippbodens mit Kompost und ihrer Hydrolysereste	80
Abb. 3-21: ^{13}C NMR Spektren der Parabraunerde, der Parabraunerde mit Kompost und ihrer Hydrolysereste	82
Abb. 3-22: ^{15}N NMR Spektren der Komposte, des Kippbodens mit Kompost und ihrer Hydrolysereste	86
Abb. 3-23: ^{15}N NMR Spektren der Parabraunerde, der Parabraunerde mit Kompost und ihrer Hydrolysereste	89
Abb. 3-24: Effektive Kationenaustauschkapazität der unterschiedlichen Düngungsvarianten	97
Abb. 3-25: C_{mik} -Gehalte der unterschiedlichen Düngesvarianten	100
Abb. 3-26: Abhängigkeit zwischen C_{mik} - und C_{org} -Gehalt der verschiedenen Düngesvarianten	102
Abb. 3-27: Basalatmung der unterschiedlichen Düngesvarianten	104

Abb. 3-28: Beziehung zwischen dem C_{org} -Gehalt und der CO_2 -Freisetzung der unterschiedlichen Düngevarianten	105
Abb. 3-29: Beziehung zwischen der CO_2 -Freisetzung und dem C_{mik} -Gehalt der unterschiedlichen Düngungsvarianten.....	106
Abb. 3-30: Metabolischer Quotient berechnet aus der Basalatmung und der mikrobiellen Biomasse für die unterschiedlichen Düngungsvarianten	107
Abb. 3-31: Metabolischer Quotient berechnet aus der Basalatmung und dem C_{mik}/C_{org} -Verhältnis der unterschiedlichen Düngungsvarianten.....	107
Abb. 3-32: DMSO-Reduktionsrate bezogen auf das C_{mik}/C_{org} -Verhältnis (in Prozent) der unterschiedlichen Düngevarianten	109
Abb. 3-33: Arylsulfatase-Aktivität der unterschiedlichen Düngevarianten.....	111
Abb. 3-34: Beziehung zwischen der Arylsulfatase-Aktivität und dem C_{org} -Gehalt der unterschiedlichen Düngevarianten	112
Abb. 3-35: Molare Absorptionskoeffizienten im K_2SO_4 -Extrakt der begasten und unbegasten Proben der unterschiedlichen Düngevarianten.....	113
Abb. 3-36: Beziehung zwischen dem molaren Absorptionskoeffizient (nichtfumigierte Probe) und dem C_{mik}/C_{org} -Verhältnis	115
Abb. 3-37: Beziehung zwischen der DMSO-Reduktion und dem molaren Absorptionskoeffizienten (nichtfumigierte Probe)	116
Abb. 3-38: Beziehung zwischen dem molaren Absorptionskoeffizienten und der Arylsulfatase-Aktivität	116
Abb. 3-39: N-Fractionen nach Anwendung von Bioabfallkomposten auf der Braunerde im Feldversuch Negenborn.....	126
Abb. 3-40: N-Fractionen nach der Anwendung unterschiedlicher Dünger auf der Parabraunerde im Feldversuch Neu-Eichenberg.....	127
Abb. 3-41: ^{13}C NMR Spektren der Braunerde und ihrer Hydrolyserückstände nach saurer Hydrolyse im Feldversuch Negenborn.....	130
Abb. 3-42: ^{13}C NMR Spektren der Parabraunerde im Feldversuch Neu-Eichenberg nach unterschiedlicher Düngung.....	133
Abb. 3-43: ^{13}C NMR Spektren der Hydrolysereste der Parabraunerde und der Parabraunerde mit Bioabfallkompost im Feldversuch Neu-Eichenberg.....	134
Abb. 3-44: ^{15}N NMR Festkörper Spektren der Braunerde, der Braunerde mit Frisch- und Fertig-kompostanwendung und ihrer Hydrolyserückstände im vierjährigen Feldversuch Negenborn.....	135
Abb. 3-45: ^{15}N NMR Festkörper Spektren der Parabraunerde und der Parabraunerde mit Bioabfallkompostanwendung im 10-jährigen Feldversuch Neu-Eichenberg ...	136

Tabellenverzeichnis

Tab. 2-1: Übersicht über die Böden des Mikrokosmenversuchs und der Feldversuche.....	4
Tab. 2-2: Übersicht über die Versuchsvarianten der Mikrokosmenanlage.....	5
Tab. 2-3: Übersicht über die Versuchsvarianten im Feldversuch Neu-Eichenberg (1986-1996) (Richter et al., 1997 u. Pfozter, 1996)	7
Tab. 2-4: Fruchtfolge während des Feldversuchs Neu-Eichenberg (1986-1996) (nach Richter et al., 1997)	8
Tab. 2-5: Übersicht über die Versuchsvarianten des Feldversuchs Negenborn (1992-1996) (nach Stöppler-Zimmer & Petersen, 1996)	8
Tab. 2-6: Chemische Verschiebungsbereiche der ¹³ C NMR Spektren mit zugeordneten Stoffgruppen (modifiziert nach Knicker, 1993)	17
Tab. 3-1: pH, C _{org} , N _t und C/N der Ausgangssubstrate.....	22
Tab. 3-2: Kennzahlen der Kohlenstoffmineralisierung	26
Tab. 3-3: NH ₄ -N- und NO ₃ -N - Gehalte in mg kg ⁻¹ der Ausgangssubstrate zu Versuchsbeginn und deren prozentuale Anteile am anorganischen Stickstoff	30
Tab. 3-4: NH ₄ -N - Umsatz 59 Tage nach Kompostapplikation.....	31
Tab. 3-5: Mineralisierungsraten der einzelnen Inkubationszeiträume	40
Tab. 3-6: Korrelationskoeffizienten (nach Spearman r _s) zwischen dem N _{min} -Gehalt und dem C/N, Biomasse-C, N _t , α-Amino-N und der kumulierten CO ₂ -Freisetzung	41
Tab. 3-7: Prozentuale Veränderung der mikrobiellen Biomasse im Versuchsverlauf und theoretischer Anteil der Biomasse an der gesamten CO ₂ - Freisetzung nach achtzehn Monaten.....	42
Tab. 3-8: Korrelationskoeffizienten (nach Spearman r _s) zwischen der DMSO-Reduktion und dem pH-Wert, C _{org} - und N _t -Gehalt	53
Tab. 3-9: Prozentuale Veränderungen des K ₂ SO ₄ - extrahierbaren Kohlenstoffs im Versuchsverlauf.....	54
Tab. 3-10: Korrelationskoeffizienten zwischen K ₂ SO ₄ - extrahierbarem C und organischen Stoffgruppen zu Beginn (A) und Ende (B) des Versuchs	57
Tab. 3-11: Prozentuale Veränderungen der Lipidgehalte im Versuchsverlauf und Quotienten der Abnahme aus Kompostvarianten/Kontrollen.....	59
Tab. 3-12: Prozentuale Abnahmen der cellulosischen Polysaccharide im Versuchsverlauf und Quotienten der Abnahme aus Kompostvarianten / Kontrollen.....	62
Tab. 3-13: Prozentuale Veränderungen der Gehalte an nichtcellulosischen Polysacchariden im Versuchsverlauf	64
Tab. 3-14: Prozentuale Veränderungen der Summe der Ligninoxidationsprodukte im Versuchsverlauf.....	67
Tab. 3-15: α-Amino-N-Gehalte des Mikrokosmenversuchs in Abhängigkeit von der Temperatur, der Inkubationszeit und der Kompostanwendung	69
Tab. 3-16: Korrelationskoeffizienten (nach Spearman r _s) des α-Amino-N mit dem N _{min} , N _t C _{org} und der DMSO - Reduktase	70
Tab. 3-17: N-Fractionen des Frisch- und Fertigkompostes.....	71

Tab. 3-18: Relative Intensitäten der ^{13}C NMR Spektren der Komposte, des Kippbodens mit Kompost und ihrer Hydrolysereste	81
Tab. 3-19: Relative Intensitäten der ^{13}C NMR Spektren der Parabraunerde, der Parabraunerde mit Kompost zu Versuchsbeginn, 529 Tage nach Inkubation und nach Hydrolyse mit 6N HCl	83
Tab. 3-20: Relative Intensitäten der ^{13}C NMR Spektren der Braunerde, der Braunerde mit Kompost zu Versuchsbeginn und 529 Tage nach Inkubation	84
Tab. 3-21: pH-Werte (CaCl_2) der Düngevarianten über den Zeitraum des Feldversuchs .	92
Tab. 3-22: Gehalte an organischem Kohlenstoff der Düngevarianten über den Zeitraum des Feldversuchs	93
Tab. 3-23: Gehalte an Gesamtstickstoff der Düngevarianten über den Zeitraum des Feldversuchs.....	94
Tab. 3-24: C/N-Verhältnisse der Düngevarianten über den Zeitraum des Feldversuchs..	94
Tab. 3-25: Mittelwerte von pH-Wert, C_{org} , N_{ges} , C/N-Verhältnis und signifikante Unterschiede (Tukey B-Test)	95
Tab. 3-26: Korrelationskoeffizienten zwischen dem pH-Wert, C_{org} , N_{ges} und der KAK_{eff}	96
Tab. 3-27: Korrelationskoeffizienten zwischen dem C_{mik} -Gehalt und bodenchemischen Parametern	101
Tab. 3-28: Prozentualer Anteil des C_{mik} - am C_{org} -Gehalt und signifikante Unterschiede (Tukey B-Test)	103
Tab. 3-29: Korrelationskoeffizienten zwischen dem $\text{C}_{\text{mik}}/\text{C}_{\text{org}}$ -Verhältnis und bodenchemischen Parametern, sowie dem C_{mik} (bezogen auf die Trockensubstanz)	103
Tab. 3-30: Korrelationskoeffizienten zwischen der Basalatmung und bodenchemischen und bodenmikrobiologischen Parametern	104
Tab. 3-31: Korrelationskoeffizienten zwischen dem metabolischen Quotienten und bodenchemischen und bodenmikrobiologischen Parametern.....	107
Tab. 3-32: Korrelationskoeffizienten zwischen der DMSO-Reduktionsrate und bodenchemischen und bodenmikrobiologischen Parametern.....	110
Tab. 3-33: Korrelationskoeffizienten zwischen der Arylsulfatase-Aktivität und bodenchemischen und bodenmikrobiologischen Parametern.....	111
Tab. 3-34: Korrelationskoeffizienten zwischen der Arylsulfatase-Aktivität (bezogen auf C_{org}) und bodenchemischen und bodenmikrobiologischen Parametern.....	113
Tab. 3-35: Korrelationskoeffizienten zwischen den molaren Absorptionskoeffizienten der nichtfumigierten (ϵ_{nf}) und fumigierten Proben (ϵ_{f}) und bodenchemischen und bodenmikrobiologischen Parametern	115
Tab. 3-36: α -Amino-N, pH, C_{org} , N_{t} und C/N-Verhältnisse der Feldversuche Neu-Eichenberg und Negenborn	124
Tab. 3-37: Gehalte an Lipiden, cellulosischen (CPS)- und nichtcellulosischen (NCPS) Polysacchariden.....	128
Tab. 3-38: Summe der CuO-Oxidationsprodukte VSC, Säure / Aldehyd - Verhältnisse (ac/al) $_{\text{v,s}}$ und prozentualer Anteil der Vanillyl-, Syringyl- und Cinnamyleinheit an VSC	129

Tab. 3-39: Relative Intensitäten der ^{13}C NMR Spektren einer Braunerde, 4 Jahre nach Kompostanwendung und nach Hydrolyse mit 6N HCl (Feldversuch Negenborn)	130
Tab. 3-40: Relative Intensitäten der ^{13}C NMR Spektren einer Parabraunerde, nach Anwendung von Mineraldünger, Stallmistkomposten, Bioabfallkompost und nach Hydrolyse mit 6N HCl (10-jähriger Feldversuch Neu Eichenberg)	132

1 Einleitung

Im Rahmen der gesetzlichen Vorgaben des Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetzes und der TA Siedlungsabfall gewinnt die getrennte Erfassung und Kompostierung von Bio- und Grünabfällen zunehmend an Bedeutung. Heute werden in der BRD in über 380 Anlagen bereits jährlich über 2 Millionen Tonnen Bioabfallkompost erzeugt (Kehres, 1996; Grünekle, 1997). Ziel der Kompostierung ist die Wiederverwertung der organischen Materialien durch das Schließen der natürlichen Stoffkreisläufe. Im Vordergrund steht eine umweltverträgliche und bodenverbessernde Wiederverwertung der Bioabfallkomposte und nicht die Entsorgung des organischen Abfalls (Bannick et al., 1997). Die Wiederverwertung der Komposte geschieht vor allem in der Landwirtschaft (40 %), im Garten- und Landschaftsbau (40 %) und in den sonstigen Bereichen (20 %) wie z.B. der Rekultivierung (Poletschny, 1996; Wiemer & Kern, 1996).

Bioabfallkompost zählt aufgrund seiner Herkunft und Eigenschaften zu den Sekundärrohstoffdüngern und unterliegt damit den Bestimmungen des Düngemittelrechts. Darin wird festgelegt, daß die Anwendung von Sekundärrohstoffdüngern und Wirtschaftsdüngern den Grundsätzen der ordnungsgemäßen Landwirtschaft entsprechen soll. Demnach richtet sich die Applikation nach dem Nährstoffbedarf der Pflanzen, der Menge und Zusammensetzung der organischen Substanz des Bodens und den jeweiligen Standortbedingungen (Ebertseder, 1996). Für die Rekultivierung gelten zwar wie für andere Anwendungszwecke die Qualitätsbestimmungen der Länderarbeitsgemeinschaft Abfall (LAGA M10) für Komposte, die Ausbringungsmengen sind jedoch im Vergleich zur Landwirtschaft erheblich höher (Delschen et al., 1996). Wie in der Landwirtschaft werden die Komposte hier vor allem aufgrund ihrer bodenverbessernden Eigenschaften eingesetzt. Diese bodenverbessernden Eigenschaften beruhen primär auf der Zufuhr zusätzlicher organischer Substanz.

Der heutige Wissensstand über die Um- und Abbauprozesse des dem Boden zugeführten Kompostes entspricht noch nicht der oben geschilderten zunehmenden Bedeutung von Bioabfallkomposten für die organischen Stoffkreisläufe. Wichtige Aspekte bei der Kompostanwendung sind u.a. der weitere Umsatz des organischen Materials im Boden, die mittelfristige Entwicklung des Humusgehaltes und die Auswirkungen auf die Stickstoffmineralisierung und die Stabilisierung von Stickstoffverbindungen im Boden.

Dem Forschungsbedarf zum gesamten Komplex der Kompostierung wurde das BMBF mit dem Verbundvorhaben „Neue Techniken zur Kompostierung“ gerecht. Innerhalb dieses Verbundvorhabens wurden im Teilvorhaben 13: „Humifizierungsprozesse von Kompost nach der Ausbringung auf den Boden“ die oben angesprochenen Aspekte der Humuswirkung von Komposten untersucht. Die Ergebnisse dieses Teilvorhabens sind in diesem Bericht dargestellt. Darüberhinaus wurden Teile der Ergebnisse im Teilvorhaben 10, Teil II zur

Validierung bei der modellgestützten Abschätzung der Stickstoff- und Humusdynamik genutzt.

Problemstellung und Ziele

Die Eigenschaften von Böden hinsichtlich ihrer Produktionsfunktion in Land- und Forstwirtschaft und im Gartenbau und hinsichtlich ihrer Filter- und Transformationsfunktion werden wesentlich vom Gehalt und der Qualität der organischen Substanz bestimmt. Auch die Nährstoffkreisläufe, insbesondere die des Stickstoffs, der zu über 95 % im Boden organisch gebunden vorliegt, sind eng an die Humusdynamik gekoppelt. Die Humusdynamik basiert auf zwei grundlegenden Prozessen: die Mineralisierung der organischen Substanz und die Humifizierung, worunter die langfristige Stabilisierung gegenüber Abbau zu verstehen ist.

Durch Kompostanwendung werden die Gehalte an organischer Bodensubstanz erhöht (Senesi, 1989) und damit auch bodenphysikalische Eigenschaften verbessert. Desweiteren kommt es zu einer Erhöhung der mikrobiellen Aktivität (Allievi et al., 1993). Für eine systematische Anwendung von Bioabfallkomposten in den oben genannten Anwendungsbereichen ist die Kenntnis sowohl über das kurzfristige als auch über das mittel- bis langfristige Verhalten der organischen Substanz im Boden unabdingbar. Dies gilt einerseits, um optimale Ausbringungsmengen zu gewährleisten und andererseits, um ökologisch bedenkliche Nährstoffverluste, insbesondere durch Auswaschung, zu vermeiden.

Die zentrale Fragestellung lautet daher, wie die Kompostzugabe die Umsetzung der organischen Substanz im Boden beeinflusst. Die Stoffumsätze im Boden hängen von verschiedenen Faktoren ab. Diese umfassen sowohl grundsätzlich steuernde Parameter wie Temperatur, Wasserhaushalt und Belüftung als auch die Bodenart, die Bewirtschaftung und die chemische Zusammensetzung der organischen Substanz. Der grundlegende Arbeitsansatz im Projekt war es, die chemische Zusammensetzung der organischen Substanz und ihr Um- und Abbauverhalten zu charakterisieren. Gleichzeitig wurden andere Parameter wie Bodenart und Temperatur variiert, um Einflüsse auf die Humifizierung und die Mineralisierung zu erfassen. Um eine Vergleichbarkeit mit den anderen im Verbundvorhaben durchgeführten Forschungsprojekten zu gewährleisten, wurden Bodenmaterialien von Standorten ausgewählt und eingesetzt, die auch im Teilvorhaben 7: "Bewertungskriterien für Qualität und Rottestadium von Bioabfallkompost unter Berücksichtigung der verschiedenen Anwendungsbereiche", Teil II: Orientierende Feldversuche" untersucht wurden.

Zielsetzung

Zur umfassenden Charakterisierung der Stoffumsätze im Boden nach Kompostanwendung wurden verschiedene Ansätze verfolgt, die sich in die folgenden Teilbereiche einordnen lassen:

Charakterisierung der Auswirkungen der Kompostanwendung hinsichtlich:

- ◆ mikrobiologischer Parameter
- ◆ humuschemischer Parameter
- ◆ Stickstoffhaushalt

Dabei wurde jeweils nach den kurzfristigen Effekten einerseits und den mittel- bis langfristigen Effekten andererseits differenziert.

Aus den Ergebnissen dieser Untersuchungen lassen sich verschiedene Prozesse quantitativ und qualitativ ableiten, die den Umsatz charakterisieren. Dazu gehören die Stickstoffmineralisierung und die Kohlenstoffmineralisierung sowie die Stabilisierung der organischen Substanz im Boden. Kenntnisse über die Stabilisierung sind zum einen für die längerfristige Abschätzung des Stickstoffnachlieferungsvermögens als auch für die Entwicklung der Humusgehalte, insbesondere auf rekultivierten Flächen, notwendig. Auf Basis einer umfassenden chemischen Charakterisierung der organischen Substanz werden unterschiedliche Meßgrößen - wie z.B. organische Stoffgruppen - auf ihre Eignung zur Beschreibung der Stoffumsätze überprüft. Die Ergebnisse sollen sowohl die Beschreibung aktuell stattfindender Prozesse als auch eine Prognose zu erwartender Umsätze ermöglichen. Zusammengefaßt ergeben sich folgende Fragestellungen:

- ◆ Welche Auswirkungen hat die Kompostanwendung auf bodenchemische Grundparameter?
- ◆ Wie hoch ist das Stickstoffnachlieferungsvermögen nach Kompostanwendung?
- ◆ Welche Parameter beeinflussen das Stickstoffnachlieferungsvermögen?
- ◆ Wie hoch ist der Kohlenstoffumsatz nach Kompostanwendung und wodurch wird er gesteuert?
- ◆ Welches sind die relevanten humuschemischen Stoffgruppen bei Kompostanwendung?
- ◆ Welche Stoffgruppen sind als Leitparameter für die Abschätzung des Stoffumsatzes in Böden geeignet?
- ◆ Welche Stabilisierungsprozesse der organischen Substanz finden im Boden statt?
- ◆ Welche Auswirkungen hat die Kompostanwendung auf den organischen N-Pool?
- ◆ Welche Auswirkungen ergeben sich durch die Kompostanwendung auf mikrobiologische Kenngrößen?

Zur Beantwortung dieser Fragen wurde ein Modellversuch aufgebaut, anhand dessen kurz- bis mittelfristige Prozesse untersucht wurden. Die Erfassung mittel- bis langfristiger Auswirkungen geschah durch die Beprobung zweier langjähriger Feldversuche. Sowohl die Herkunft der im Modellversuch eingesetzten Böden als auch die untersuchten Feldversuche entsprechen den Standorten, die im Teilvorhaben 7 des Verbundvorhabens untersucht wurden.