

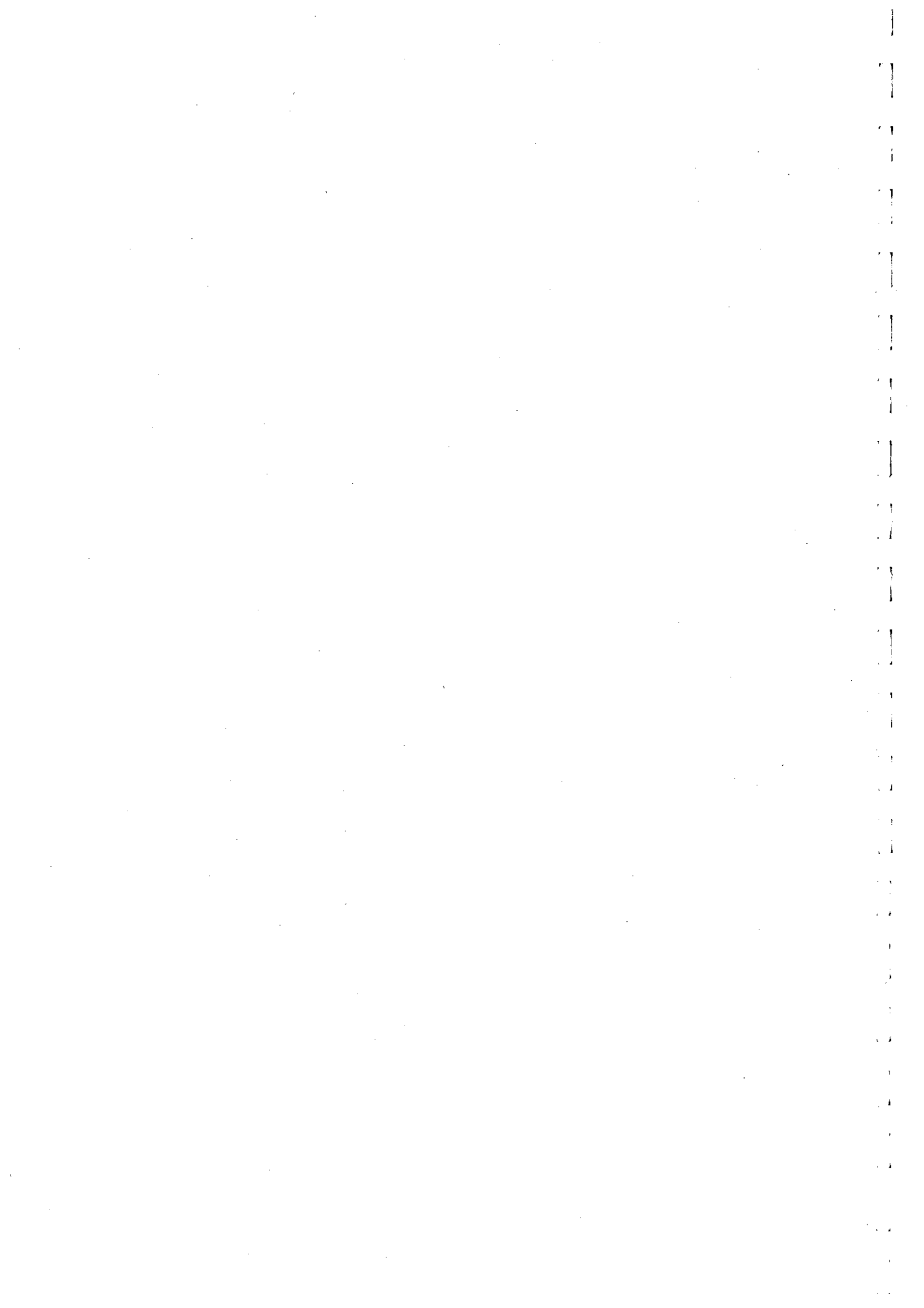
***Auswirkungen der Feldrandkompostierung:  
Einjährige Nachbeprobung des  
«Versuches Witterswil»***

***Studie im Auftrag der Kantone Solothurn, Baselland,  
Zürich, Aargau und Bern***



Alfred Berner, Ing. Agr. ETH  
Thomas Alföldi, Ing. Agr. ETH  
Forschungsinstitut für biologischen Landbau (FiBL)  
Bernhardsberg, CH-4104 Oberwil  
Tel. 061 / 401 42 22

Oberwil, Juli 1996



# **Inhaltsverzeichnis**

1. Einleitung.....	1
2. Material und Methoden.....	1
2.1 Versuchsanordnung und Verfahren.....	1
2.2 Bodenbeurteilung.....	2
2.2.1 Spatenprobe.....	2
2.2.2 Chemische Bodenanalysen.....	2
3. Resultate und Diskussion.....	3
3.1 Visuelle Beurteilung des Bodens mit der Spatenprobe.....	3
3.2 Bodenchemische Veränderungen.....	5
3.2.1 pH-Wert.....	5
3.2.2 Organische Substanz.....	6
3.2.3 Gesamtstickstoff (N <sub>tot</sub> ).....	7
3.2.4 Ammoniumstickstoff (NH <sub>4</sub> -N).....	8
3.2.5 Nitratstickstoff (NO <sub>3</sub> -N).....	10
3.2.6 Kalium.....	12
3.2.7 Lösliches Mangan.....	13
3.2.8 Lösliches Eisen.....	15
3.3 Zusammenfassung der Bodenkennwerte.....	16
3.4 Beurteilung der Ergebnisse aus Sicht des Bodenschutzes.....	17
3.5 Beurteilung der Ergebnisse aus Sicht des Gewässerschutzes.....	18
3.4 Weitere Vergleiche mit Ergebnissen aus der Literatur.....	20
4. Zusammenfassung.....	22
5. Literaturverzeichnis.....	23

## Verzeichnis der Tabellen und Abbildungen

Tab. 1:	Zeitlicher Ablauf der Nachbeprobung .....	2
Tab. 2:	Visuelle Beschreibung des Bodens unter der Kontrollfläche, Wintermiete, Sommermiete und Jahresmiete. Merkmale erhoben mittels Spatenprobe 1 bzw. 1.5 Jahre nach Beendigung der Kompostierung <sup>1</sup> . .....	4
Tab. 3:	Veränderung des pH (H <sub>2</sub> O)-Wertes in den Böden unter den Mietenflächen nach der Kompostierung sowie unter der Kontrollfläche <sup>1</sup> .....	5
Tab. 4:	Veränderung des Gehaltes an organischer Substanz in den Böden unter den Mietenflächen nach der Kompostierung sowie unter der Kontrollfläche <sup>1</sup> in g/m <sup>2</sup> Bodenschicht.....	6
Tab. 5:	Veränderung des Gehaltes an Gesamtstickstoff in den Böden unter den Mietenflächen nach der Kompostierung sowie unter der Kontrollfläche <sup>1</sup> in g/m <sup>2</sup> Bodenschicht.....	7
Tab. 6:	Signifikanztabelle zu Abb. 1. Ammoniumstickstoff (0.01M CaCl <sub>2</sub> Extrakt) in 3 Bodentiefen unter den Mietenflächen und der Kontrollfläche nach der Kompostierung. ....	9
Tab. 7:	Signifikanztabelle zu Abb. 2. Nitratstickstoff (0.01M CaCl <sub>2</sub> Extrakt) in 3 Bodentiefen unter den Mietenflächen und der Kontrollfläche nach der Kompostierung.....	11
Tab. 8:	Veränderung des Gehaltes an Kalium (0.01 M CaCl <sub>2</sub> Extrakt) in den Böden unter den Mietenflächen nach der Kompostierung sowie unter der Kontrollfläche <sup>1</sup> in g K /m <sup>2</sup> Bodenschicht. ....	12
Tab. 9:	Veränderung des löslichen Gehaltes an Mangan (0.1 M HCl/ 0.05 M H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> Extrakt) in den Böden unter den Mietenflächen nach der Kompostierung sowie unter der Kontrollfläche <sup>1</sup> in Mn g/m <sup>2</sup> Bodenschicht. ....	14
Tab. 10:	Veränderung des löslichen Gehaltes an Eisen (0.1 M HCl/ 0.05 M H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> Extrakt) in den Böden unter den Mietenflächen nach der Kompostierung sowie unter der Kontrollfläche <sup>1</sup> in g Fe /m <sup>2</sup> Bodenschicht. ....	15
Tab. 11:	Vergleich der Anreicherung von NH <sub>4</sub> -N, NO <sub>3</sub> -N und Kalium unter Kompostmietenplätzen in Witterswil mit Resultaten aus der Literatur (Differenz zu Kontrollböden ohne Kompostierung in g/m <sup>2</sup> in 0-90 cm Bodentiefe, Probenahmezeitpunkt jeweils unmittelbar nach dem Kom- postieren).....	21
Abb. 1:	Veränderung des Gehaltes an Ammoniumstickstoff (0.01 M CaCl <sub>2</sub> Extrakt) in den Böden unter den Mietenflächen nach der Kompostierung sowie unter der Kontrollfläche in g NH <sub>4</sub> -N /m <sup>2</sup> Bodenschicht.....	9
Abb. 2:	Veränderung des Gehaltes an Nitratstickstoff (0.01 M CaCl <sub>2</sub> Extrakt) in den Böden unter den Mietenflächen nach der Kompostierung sowie unter der Kontrollfläche in g NO <sub>3</sub> -N /m <sup>2</sup> Bodenschicht.....	11

# **1. Einleitung**

Im Bericht «Umweltrelevante Auswirkungen der Feldrandkompostierung» konnten wir zeigen, dass eine ordnungsgemäss durchgeführte Feldrandkompostierung die Anforderungen bezüglich Boden- und Gewässerschutz erfüllt (Berner und Scherrer 1994). An den Mietenstandplätzen konnten wir keine Bodenverdichtungen feststellen, namentlich unter den Jahresmieten traten jedoch reduzierende Verhältnisse im Boden auf. Dies lässt auf einen gestörten Lufthaushalt im Boden während der Kompostierungszeit schliessen. Weiter erhöhten sich während und nach der Kompostierung die Gehalte an Pflanzennährstoffen und organischer Substanz im Boden.

Aus diesem Grund wurde der Boden unter den Kompostplätzen nach Beendigung der Kompostierung nach einem halben und nach einem ganzen Jahr nachbeprob. Damit soll aufgezeigt werden, in welchem Zeitraum sich die einzelnen Bodenkennwerte wieder normalisieren. Als Vergleich dienten die Werte der Kontrollparzelle, auf der nie kompostiert wurde. Bei Kennwerten, welche nach einem Jahr noch nicht das Niveau der Kontrollparzellen erreichten, erfolgt eine Abschätzung, ob eine Beeinträchtigung aus Sicht des Boden- bzw. des Gewässerschutzes zu erwarten ist.

## **2. Material und Methoden**

### **2.1 Versuchsanordnung und Verfahren**

Der Versuchsaufbau ist bei Berner und Scherrer 1994 beschrieben. Folgende drei Kompostierverfahren wurden untersucht:

- Verfahren «Jahresmiete»: Kompostierung im Winter und anschliessende Kompostierung an derselben Stelle in einer zweiten Miete über den Sommer.
- Verfahren «Wintermiete»: Kompostierung im Winter und anschliessende Begrünung des Mietenplatzes im Frühjahr.
- Verfahren «Sommermiete»: Kompostierung im Sommer und Begrünung des Mietenplatzes im darauffolgenden Frühjahr.

Alle Verfahren wurden sowohl mit einer Mischung Grünabfall/Pferdemist als auch mit reinem Grünabfall als Kompostrohmaterial durchgeführt. Für die Nachbeobachtung beschränkten wir uns auf die nährstoffreichere Variante Grünabfall/Pferdemist.

### **2.2 Bodenbeurteilung**

#### **2.2.1 Spatenprobe**

Zur visuellen Beurteilung der Böden wurde die Spatenprobe nach der Methode FIBL/ SRVA/ LBL (Hasinger *et al.* 1993) ein Jahr nach der Beendigung der Kompostierung durchgeführt. Berücksichtigt wurden Kenngrössen (Farbe, Durchlüftung, Art der Hohlräume, Wurzelentwick-

lung), die für die eingangs erwähnte Problemstellung von Bedeutung sind. Die Spatenproben der Mietenflächen wurden mit denjenigen der Kontrollfläche ohne Kompostierung verglichen (Tab. 1).

### **2.2.2 Chemische Bodenanalysen**

Gemessen wurden die Bodenkennwerte pH, organische Substanz, N<sub>tot</sub>, NH<sub>4</sub>-N, NO<sub>3</sub>-N, K, Mn und Fe. Die erste Probenahme erfolgte eine Woche nach Abbruch der Kompostmieten im November 1993. Der zweite und dritte Probenahmetermin fand dann im April und November 1994 statt (Tab.1). Die Analysen wurden beim ersten Termin gleich durchgeführt wie in der erwähnten Studie (Berner und Scherrer 1994). Beim zweiten und dritten Termin wurden die Kohlenstoff- und Stickstoffgehalte neu mit einem CHN-Analyser «LECO-1000» analysiert. Gleichzeitig durchgeführte Parallelbestimmungen mit der alten Methode (Dichromat) ergaben gleiche Werte, die Vergleichbarkeit ist demnach gewährleistet.

**Tab. 1: Zeitlicher Ablauf der Nachbeprobung**

Datum	Massnahme/Probenahme
9. November 1993	Abbruch der letzten Kompostmieten
17. November 1993	1. Probenahmetermin für chemische Bodenanalysen
19. April 1994	2. Probenahmetermin für chemische Bodenanalysen
28. Juni 1994	Ansaat Klee gras auf Mietenflächen
11. Oktober 1994	Spatenprobe
23. November 1994	3. Probenahmetermin für chemische Bodenanalysen

### **3. Resultate und Diskussion**

Im folgenden wird zunächst die Entwicklung der einzelnen Kennwerte dargestellt und diskutiert. Anschliessend folgt eine zusammenfassende Beurteilung der Resultate.

#### **3.1 Visuelle Beurteilung des Bodens mit der Spatenprobe**

Unmittelbar nach Beendigung der Kompostierung war im Boden unter der Jahresmiete anlässlich der Bodenprobenahme eine blaugraue Verfärbung durch reduziertes Eisen beobachtet worden, die übrigen Verfahren zeigten gegenüber der Kontrolle keine Unterschiede (Berner und Scherrer 1994). Die in Tabelle 2 dargestellte Aufnahme des Krumenprofils zeigt für die Jahresmiete in 0-10 cm Tiefe noch unterschiedlich dunkelbraune Flecken. In 10-25 cm Tiefe war der Boden unter der Jahresmiete im Gegensatz zu allen andern Verfahren und der Kontrolle noch fahl braun. Im Bereich 25-40 cm Bodentiefe waren keine Unterschiede mehr sichtbar.

An den Oberflächen der Bioporen (Regenwurmgingen) war der Boden unter der Jahresmiete rostrot gefärbt. Reduziertes Eisen ( $Fe^{II}$ ), welches aufgrund des Luftabschlusses durch die Kompostmieten entstanden ist, wurde verlagert und oxidierte anschliessend an den Porenoberflächen, wo es als rostrotes  $Fe^{III}$  ausfällt. Wenn die Durchlüftung des Bodens weiterhin behindert wäre, wären die Oberflächen der Bioporen blaugrau verfärbt. Die rostrote Farbe lässt deshalb auf eine Normalisierung der Redoxverhältnisse schliessen.

Die Mangankonkretionen in 25-40 cm Bodentiefe wurden auch unter den Kontrollflächen beobachtet und sind deshalb auf die zeitweilig staunassen Verhältnisse des Standortes und nicht auf die Kompostierung zurückzuführen.

Regenwurmginge als Bioporen konnten unter allen Flächen in gleicher Intensität festgestellt werden.

Bei der Wurzelentwicklung zeigten sich keine Unterschiede zwischen den Verfahren. Auch im Wachstum der Graspflanzen konnten keine Unterschiede zu den Pflanzen der Kontrollparzellen beobachtet werden.

**Tab. 2: Visuelle Beschreibung des Bodens unter der Kontrollfläche, Wintermiete, Sommermiete und Jahresmiete. Merkmale erhoben mittels Spatenprobe 1 bzw. 1.5 Jahre nach Beendigung der Kompostierung<sup>1</sup>.**

Bodentiefe	Verfahren			
	Kontrolle	Wintermiete	Sommermiete	Jahresmiete
<b>0-10 cm</b>				
Farbe	braun	braun	braun, mit Kompostpartikeln durchmischt	dunkelbraun, gefleckt
Durchlüftung	- <sup>2</sup>	-	-	rostrote Oberflächen an Bioporen
Art der Hohlräume	Bioporen	Bioporen	Bioporen	Bioporen
Wurzelentwicklung	intensiv	intensiv	intensiv	intensiv
<b>10-25 cm</b>				
Farbe	braun	braun	braun	fahl braun
Durchlüftung	-	-	-	rostrote Oberflächen an Bioporen
Art der Hohlräume	Bioporen, Klüfte	Bioporen	Bioporen	Bioporen
Wurzelentwicklung	mässig	mässig	mässig	mässig
<b>25-40 cm</b>				
Farbe	hellbraun	hellbraun	hellbraun	hellbraun
Durchlüftung	vereinzelt Mn-Konkretionen	vereinzelt Mn-Konkretionen	vereinzelt Mn-Konkretionen	vereinzelt Mn-Konkretionen, vereinzelt rostrote Oberflächen an Bioporen
Art der Hohlräume	Bioporen, Klüfte	Bioporen	Bioporen	Bioporen
Wurzelentwicklung	vereinzelt	vereinzelt	vereinzelt	vereinzelt

<sup>1</sup> Sommermiete und Jahresmiete 1 Jahr nach der Beendigung der Kompostierung, Wintermiete 1.5 Jahre nach der Beendigung der Kompostierung.

<sup>2</sup> Keine besonderen Beobachtungen

**Fazit:**

**Reduzierende Verhältnisse im Boden waren direkt nach Mietenabbruch nur unter der Jahresmiete festgestellt worden. Die Spatenprobe lässt den Schluss zu, dass der Boden ein Jahr nach Mietenabbruch wieder normal durchlüftet ist.**



## 3.2 Bodenchemische Veränderungen

### 3.2.1 pH-Wert

Die pH-Werte der Oberböden (0-30 cm) unter allen Mietenflächen liegen zu allen drei Terminen nach der Kompostierung im Vergleich zur Kontrolle statistisch gesichert höher (Tab. 3). Gegenüber dem Ausgangswert beim Abbruch der Mieten haben die Unterschiede zur Kontrollfläche etwas zugenommen und betragen ein Jahr danach rund eine pH-Einheit. Die Werte der Mietenflächen liegen jedoch alle im pflanzenbaulich neutralen Bereich. In den Bodentiefen 30-60 cm und 60-90 cm zeigen sich nur noch geringe Unterschiede zwischen den Mietenflächen und der Kontrolle.

**Tab. 3: Veränderung des pH (H<sub>2</sub>O)-Wertes in den Böden unter den Mietenflächen nach der Kompostierung sowie unter der Kontrollfläche<sup>1</sup>.**

Bodentiefe Verfahren	Termin					
	Nov. 93		April 94		Nov. 94	
0-30 cm						
Kontrolle	6.3	a	6.1	a	5.8	a
Wintermiete	7.1	b	6.9	c	6.7	b
Sommermiete	6.5	b	6.4	b	6.9	b
Jahresmiete	7.0	b	6.7	bc	6.8	b
30-60 cm						
Kontrolle	7.0	ab	6.6	ab	6.3	a
Wintermiete	7.0	ab	6.9	b	6.8	a
Sommermiete	6.8	a	6.5	a	6.8	a
Jahresmiete	7.2	b	6.7	ab	6.6	a
60-90 cm						
Kontrolle	7.1	a	6.8	ab	6.8	a
Wintermiete	7.0	a	7.0	b	6.9	a
Sommermiete	6.9	a	6.6	a	6.9	a
Jahresmiete	7.2	a	6.8	ab	6.7	a

<sup>1</sup> Werte, die mit demselben Buchstaben in einer Spalte gekennzeichnet sind, unterscheiden sich nicht signifikant nach dem Duncan Test.

#### Fazit:

Die pH-Werte des Oberbodens (0-30 cm) aller Mietenflächen bleiben auch nach einem Jahr gegenüber den Kontrollflächen signifikant erhöht. Sie liegen aber in einem für den Pflanzenbau akzeptablen Bereich.

### 3.2.2 Organische Substanz

Die Gehalte an organischer Substanz unter den Mietenplätzen waren an allen 3 Terminen gegenüber dem Boden ohne Kompostierung deutlich erhöht (Tab. 4). Zusätzliche organische Substanz wurde durch Kompostpartikel, die beim Abräumen der Mieten auf dem Platz zurückblieben, in die Böden unter den Mietenflächen eingetragen. Durch die Bodenbearbeitung nach dem Abräumen der Mieten wurde die organische Substanz des Kompostes im Boden verteilt. Dies erhöhte die Inhomogenität der oberen Bodenschicht und verminderte damit die Trennschärfe der statistischen Tests im November 1994.

**Tab. 4: Veränderung des Gehaltes an organischer Substanz in den Böden unter den Mietenflächen nach der Kompostierung sowie unter der Kontrollfläche<sup>1</sup> in g/m<sup>2</sup> Bodenschicht.**

Bodentiefe Verfahren	Termin					
	Nov. 93		April 94		Nov. 94	
0-30 cm						
Kontrolle	7362	a	7288	a	6710	a
Wintermiete	10188	b	13139	b	12809	a
Sommermiete	9263	b	8776	b	11329	a
Jahresmiete	9460	b	9906	b	11430	a
30-60 cm						
Kontrolle	2782	a	2617	a	3770	a
Wintermiete	4319	c	4817	b	3798	a
Sommermiete	3686	b	3495	b	4114	a
Jahresmiete	3307	b	3196	b	3855	a
60-90 cm						
Kontrolle	1791	a	1951	a	2184	a
Wintermiete	2210	b	2516	a	2045	a
Sommermiete	1916	ab	2049	a	2180	a
Jahresmiete	1911	ab	1931	a	1904	a

<sup>1</sup> Werte, die mit demselben Buchstaben in einer Spalte gekennzeichnet sind, unterscheiden sich nicht signifikant nach dem Duncan Test.

#### Fazit:

**Die durch Kompost eingearbeitete organische Substanz an den Mietenplätzen ist auch nach einem Jahr nachweisbar, die Unterschiede zur Kontrolle bleiben während diesem Zeitraum bestehen.**

### 3.2.3 Gesamtstickstoff ( $N_{tot}$ )

Der Gesamtstickstoffgehalt wurde im Boden unter den Mietenflächen durch den Eintrag an organisch gebundenem Stickstoff mit dem Kompost erhöht (Tab. 5). Wie die Gehalte an organischer Substanz bleiben die Unterschiede zur Kontrolle auch beim Gesamtstickstoff konstant, sind aber vom 2. Termin aufgrund der grösseren Inhomogenitäten statistisch ebenfalls nicht mehr von der Kontrolle unterscheidbar.

**Tab. 5: Veränderung des Gehaltes an Gesamtstickstoff in den Böden unter den Mietenflächen nach der Kompostierung sowie unter der Kontrollfläche<sup>1</sup> in g/m<sup>2</sup> Bodenschicht.**

Bodentiefe Verfahren	Termin					
	Nov. 93		April 94		Nov. 94	
0-30 cm						
Kontrolle	511	a	614	a	679	a
Wintermiete	606	b	819	a	766	a
Sommermiete	683	b	610	a	778	a
Jahresmiete	663	b	675	a	731	a
30-60 cm						
Kontrolle	251	a	291	a	342	a
Wintermiete	339	c	425	a	351	a
Sommermiete	322	c	271	a	351	a
Jahresmiete	282	b	318	a	369	a
60-90 cm						
Kontrolle	168	a	186	a	256	a
Wintermiete	203	a	328	a	285	a
Sommermiete	194	a	215	a	257	a
Jahresmiete	182	a	250	a	259	a

<sup>1</sup> Werte, die mit demselben Buchstaben in einer Spalte gekennzeichnet sind, unterscheiden sich nicht signifikant nach dem Duncan Test.

#### Fazit:

**Die zwischen 10 und 20 % höheren Gehalte an Gesamtstickstoff unter den Mietenplätzen bleiben auch nach einem Jahr bestehen.**

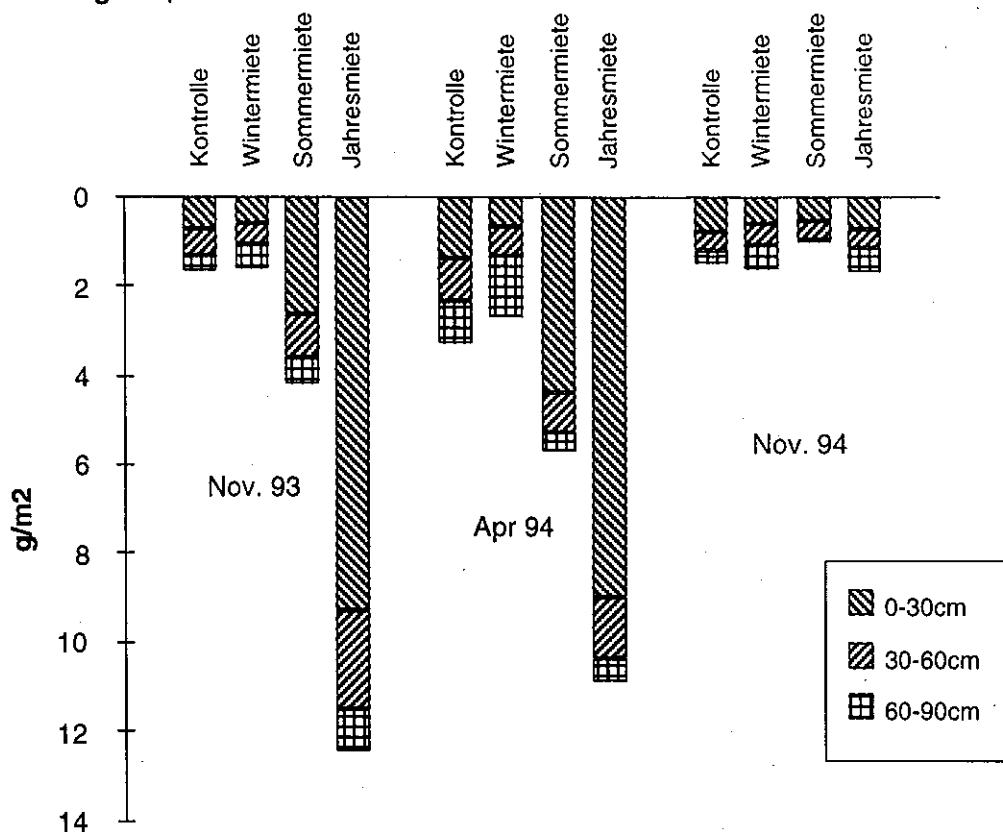
### **3.2.4 Ammoniumstickstoff ( $\text{NH}_4\text{-N}$ )**

Das Verfahren Jahresmiete weist im November 1993 mit Abstand die höchsten Ammoniumgehalte auf. Die Sommermiete nimmt eine Zwischenstellung ein, während im Verfahren Wintermiete gleiche Gehalte wie in der Kontrolle gemessen wurden. Die Ammoniumgehalte unter der Mietenfläche der Jahres- und der Sommermiete nehmen erst nach dem zweiten Termin (April 1994) ab (Abb. 1 und Tab. 6). Die Mietenflächen wurden erst nach diesem Probenahmetermin gelockert. Die verbesserte Sauerstoffversorgung des Bodens und die steigenden Temperaturen im Frühling führten zu einer rascheren Nitrifikation des Ammoniums. Im November 1994 lagen Ammoniumgehalte aller Verfahren auf dem Niveau der Kontrolle. Die Schwankungen der Ammoniumgehalte in 60-90 cm Bodentiefe sind vermutlich als saisonale Veränderungen zu interpretieren (Staunässe im Winter)

#### **Fazit:**

**Das Ammonium wird nach der Bodenlockerung rasch nitrifiziert. Dies ist ein Hinweis darauf, dass die Bodendurchlüftung nicht gestört ist.**

Abb. 1: Veränderung des Gehaltes an Ammoniumstickstoff (0.01 M CaCl<sub>2</sub> Extrakt) in den Böden unter den Mietenflächen nach der Kompostierung sowie unter der Kontrollfläche in g NH<sub>4</sub>-N /m<sup>2</sup> Bodenschicht.



Tab. 6: Signifikanztabelle zu Abb. 1. Ammoniumstickstoff (0.01M CaCl<sub>2</sub> Extrakt) in 3 Bodentiefen unter den Mietenflächen und der Kontrollfläche nach der Kompostierung.

Bodentiefe	Kontrolle	Wintermiete	Sommermiete	Jahresmiete
Nov. 93				
0-30cm	a	a	a	b
30-60cm	a	a	a	b
60-90cm	a	a	a	a
April 94				
0-30cm	a	ab	bc	c
30-60cm	a	a	a	a
60-90cm	bc	c	a	ab
Nov. 94				
0-30cm	a	a	a	a
30-60cm	a	a	a	a
60-90cm	b	b	a	b

<sup>1</sup> Werte, die mit demselben Buchstaben in einer Zeile gekennzeichnet sind, unterscheiden sich nicht signifikant nach dem Duncan Test.

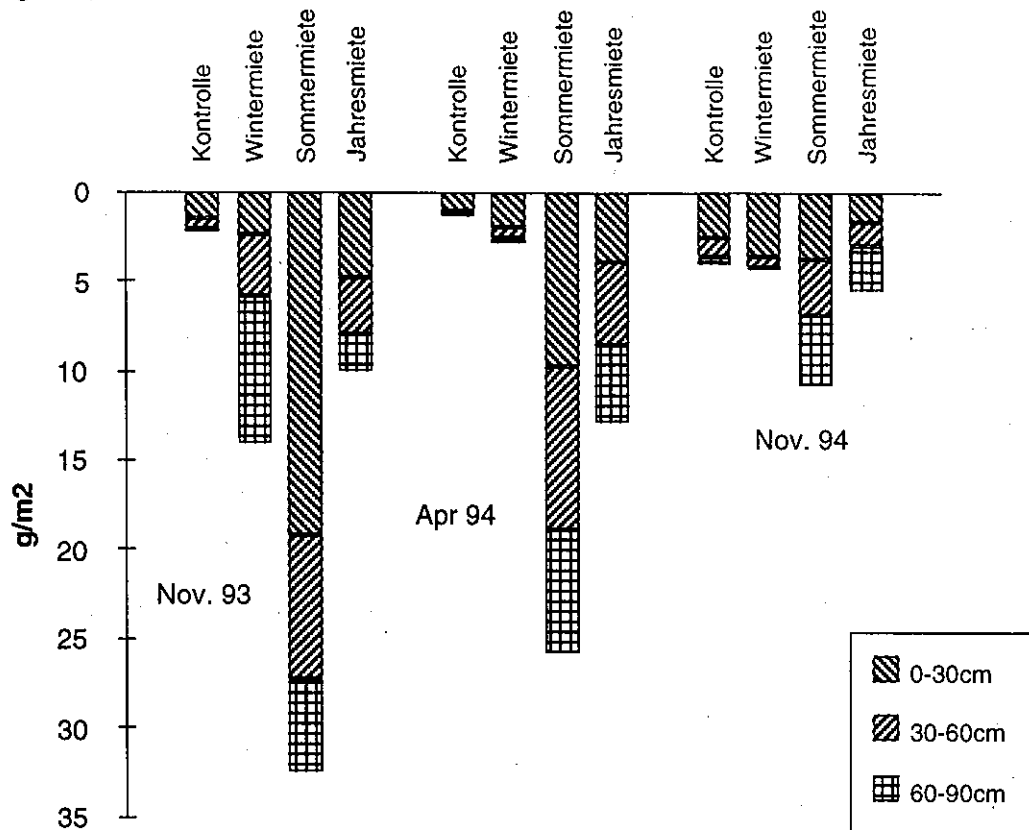
### **3.2.5 Nitratstickstoff ( $\text{NO}_3\text{-N}$ )**

Im November 1993 finden sich unter allen Mietenflächen und besonders unter der Sommermiete deutlich höhere Nitratgehalte als unter der Kontrollfläche (Abb. 2 und Tab. 7). Durch Auswaschungen nehmen die Nitratgehalte bis zum April ab, bleiben aber in den Verfahren Sommer- und Jahresmiete gegenüber der Kontrolle deutlich erhöht. Die weiteren Abnahmen des Nitrates von April 94 bis November 94 sind auf weitere Auswaschungsverluste sowie auch auf den Stickstoffentzug durch das Klee gras zurückzuführen. In 0-30 cm Bodentiefe werden nach einem Jahr die Nitratgehalte der Kontrolle wieder erreicht, in den tieferen Bodenschichten sind die Werte namentlich unter der Sommer- und Jahresmiete immer noch etwas erhöht.

#### **Fazit:**

**Nitratstickstoff wird nach dem Abräumen der Mieten über den Winter ausgewaschen. Obschon sich die Gehalte im Sommer durch die N-Entzüge durch Klee gras weiter verringern, bleiben die Nitratgehalte namentlich bei der Sommer- und der Jahresmiete auch nach einem Jahr etwas erhöht.**

**Abb. 2: Veränderung des Gehaltes an Nitratstickstoff (0.01 M CaCl<sub>2</sub> Extrakt) in den Böden unter den Mietenflächen nach der Kompostierung sowie unter der Kontrollfläche in g NO<sub>3</sub>-N /m<sup>2</sup> Bodenschicht.**



**Tab. 7: Signifikanztabelle zu Abb. 2. Nitratstickstoff (0.01M CaCl<sub>2</sub> Extrakt) in 3 Bodentiefen unter den Mietenflächen und der Kontrollfläche nach der Kompostierung.**

	Kontrolle	Wintermiete	Sommermiete	Jahresmiete
Nov. 93				
0-30cm	a	a	b	a
30-60cm	a	b	b	b
60-90cm	a	c	c	b
April 94				
0-30cm	a	ab	bc	c
30-60cm	a	b	c	c
60-90cm	a	a	b	b
Nov. 94				
0-30cm	a	b	b	a
30-60cm	a	ab	b	c
60-90cm	a	a	b	b

<sup>1</sup> Werte, die mit demselben Buchstaben in einer Zeile gekennzeichnet sind, unterscheiden sich nicht signifikant nach dem Duncan Test.

### 3.2.6 Kalium

Die Kaliumgehalte in der obersten Bodenschicht (0-30 cm) bleiben während diesem Jahr der Nachbeobachtung gegenüber der Kontrolle um das Sechs- bis Siebenfache erhöht (Tab. 8). Dies ist darauf zurückzuführen, dass das Klee gras infolge des nassen Wetters erst Ende Juni angesät werden konnte und dadurch der K-Entzug im ersten Jahr relativ klein blieb.

Die konstant tiefen Gehalte des Mietenplatzes von Wandermiete Winter dürfte auf eine nicht vorgesehene Ausebnung von Mulden im Mietenplatz mit Ackererde durch den Landwirt und damit auf einen Verdünnungseffekt zurückzuführen sein.

In 30-60 cm Bodentiefe bleiben die um das zwei- bis dreifache höheren Werte unter den Mietenplätzen ebenfalls bis im November 1994 bestehen. In der untersten Bodenschicht (60-90 cm) verringern sich die geringen, aber signifikanten Unterschiede während des Untersuchungszeitraumes.

**Tab. 8: Veränderung des Gehaltes an Kalium (0.01 M CaCl<sub>2</sub> Extrakt) in den Böden unter den Mietenflächen nach der Kompostierung sowie unter der Kontrollfläche<sup>1</sup> in g K /m<sup>2</sup> Bodenschicht.**

Bodentiefe Verfahren	Termin					
	Nov. 93		April 94		Nov. 94	
0-30 cm						
Kontrolle	24	a	36	a	29	a
Wintermiete	40	b	63	b	46	b
Sommermiete	165	c	188	c	173	c
Jahresmiete	179	c	201	c	153	c
30-60 cm						
Kontrolle	6	a	11	a	12	a
Wintermiete	16	b	28	b	16	a
Sommermiete	19	b	34	b	30	b
Jahresmiete	19	b	22	b	33	b
60-90 cm						
Kontrolle	1	a	1	a	2	a
Wintermiete	4	b	3	bc	2	a
Sommermiete	4	b	4	c	3	a
Jahresmiete	4	b	2	b	3	a

<sup>1</sup> Werte, die mit demselben Buchstaben in einer Spalte gekennzeichnet sind, unterscheiden sich nicht signifikant nach dem Duncan Test.



**Fazit:**

Das zu spät angesäte Klee gras vermochte nur wenig Kalium zu entziehen. Die Kaliumgehalte im Boden unter den Mietenplätzen bleiben deshalb in der obersten Bodenschicht auch nach einem Jahr rund sechsmal höher als im Kontrollboden.

**3.2.7 Lösliches Mangan**

Im November 1993 sind die Manganlöslichkeiten unter den Mietenflächen signifikant höher als im Kontrollboden (Tab. 9). In den unteren Bodenschichten weist das Verfahren Jahresmiete ebenfalls signifikant höhere Werte auf. Im November 1994 sind die Manganlöslichkeiten immer noch etwas höher, die Unterschiede sind statistisch jedoch nicht mehr gesichert. Nach dem Abräumen der Kompostmieten und nach dem Aufbrechen der obersten Bodenschicht zur Ansaat der Begrünung konnte der Sauerstoff, der in den Boden gelangte, das Mangan oxydieren und damit wieder aus der Bodenlösung ausfällen. Dieser Vorgang wird in der Abnahme des HCl/H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>-löslichen Mangans beim Mietenplatz der Jahresmiete in allen Bodentiefen besonders deutlich sichtbar.

**Tab. 9: Veränderung des löslichen Gehaltes an Mangan (0.1 M HCl/ 0.05 M H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> Extrakt) in den Böden unter den Mietenflächen nach der Kompostierung sowie unter der Kontrollfläche<sup>1</sup> in Mn g/m<sup>2</sup> Bodenschicht.**

Bodentiefe Verfahren	Termin		
	Nov. 93	April 94	Nov. 94
<b>0-30 cm</b>			
Kontrolle	23 a	28 a	21 a
Wintermiete	36 b	45 b	33 a
Sommermiete	45 b	28 a	41 a
Jahresmiete	88 c	67 c	34 a
<b>30-60 cm</b>			
Kontrolle	15 a	15 a	14 a
Wintermiete	20 a	21 b	15 a
Sommermiete	27 a	18 ab	23 a
Jahresmiete	52 b	28 c	19 a
<b>60-90 cm</b>			
Kontrolle	14 a	13 a	13 a
Wintermiete	16 a	15 a	13 a
Sommermiete	15 a	14 a	14 a
Jahresmiete	25 b	16 a	14 a

<sup>1</sup> Werte, die mit demselben Buchstaben in einer Spalte gekennzeichnet sind, unterscheiden sich nicht signifikant nach dem Duncan Test.

**Fazit:**

**Die erhöhten Manganlöslichkeiten unter den Mietenflächen gleichen sich nach einem Jahr den Kontrollparzellen an.**

### 3.2.8 Lösliches Eisen

Die höchsten Eisenlöslichkeiten weisen die Verfahren Sommer- und Jahresmieten auf (Tab. 10). Die Löslichkeit des Eisens nimmt aber in diesen Verfahren während der Beobachtungszeit kontinuierlich ab. Im November 94 war sie zwar gegenüber der Kontrolle noch erhöht, die Unterschiede sind aber aufgrund der räumlichen Variabilität der Werte im Boden nicht mehr statistisch gesichert. In den tieferen Bodenschichten traten zu diesem Zeitpunkt keine Unterschiede in den löslichen Eisengehalten mehr auf.

**Tab. 10: Veränderung des löslichen Gehaltes an Eisen (0.1 M HCl/ 0.05 M H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> Extrakt) in den Böden unter den Mietenflächen nach der Kompostierung sowie unter der Kontrollfläche<sup>1</sup> in g Fe /m<sup>2</sup> Bodenschicht.**

Bodentiefe Verfahren	Termin		
	Nov. 93	April 94	Nov. 94
<b>0-30 cm</b>			
Kontrolle	59 b	62 b	63 a
Wintermiete	37 a	35 a	69 a
Sommermiete	85 c	57 b	61 a
Jahresmiete	126 d	119 c	98 a
<b>30-60 cm</b>			
Kontrolle	46 a	41 a	42 a
Wintermiete	41 a	46 a	43 a
Sommermiete	56 b	41 a	53 a
Jahresmiete	64 b	47 a	47 a
<b>60-90 cm</b>			
Kontrolle	49 a	47 a	45 a
Wintermiete	43 a	39 a	46 a
Sommermiete	52 a	47 a	42 a
Jahresmiete	48 a	46 a	43 a

<sup>1</sup> Werte, die mit demselben Buchstaben in einer Spalte gekennzeichnet sind, unterscheiden sich nicht signifikant nach dem Duncan Test.

#### Fazit:

Die erhöhte Eisenlöslichkeit im Boden (blaugraue Farbe) nimmt im Untersuchungszeitraum ab, hat im Oberboden den Kontrollwert nach einem Jahr aber noch nicht völlig erreicht.

### **3.3 Zusammenfassung der Bodenkennwerte**

Bei der Beurteilung der Versuchsergebnisse ist zu berücksichtigen, dass nach Beendigung der Kompostierung Kompostreste irrtümlicherweise nicht vollständig abgeräumt und nachher eingearbeitet wurden. Wir haben jedoch darauf verzichtet, diese Mengen zu schätzen und in Abzug zu bringen, da solche Situationen auch in der Praxis gelegentlich auftreten können. Wir haben es hier also mit einem relativ ungünstigen Fall zu tun, der mit einfachen Massnahmen verbessert werden kann.

Das Verhalten der gemessenen Bodenparameter kann in zwei Gruppen unterteilt werden:

*1. Parameter, die sich während einem Jahr nach der Kompostierung weitgehend normalisieren:  
NH<sub>4</sub>-N, NO<sub>3</sub>-N, Mn und Fe.*

NH<sub>4</sub>-N, NO<sub>3</sub>-N, Mn und Fe sind Kennwerte, die alle mit dem Redoxpotential des Bodens zusammenhängen. Ammonium wurde nach Sauerstoffzutritt zu Nitrat oxydiert und dieses durch die nachfolgende Begrünung aufgenommen bzw. im Winter aus dem Bodenprofil ausgewaschen. Die reduzierten, löslicheren Formen von Mn und Fe wurden durch den Sauerstoff wieder zunehmend oxydiert und ausgefällt. Beim Eisen scheint dieser Prozess am langsamsten abzulaufen. Das Redoxpotential der Mietenflächen hat sich somit nach einem Jahr weitgehend normalisiert.

*2. Parameter, die sich während einem Jahr nach der Kompostierung noch nicht normalisieren:  
pH, organische Substanz, N<sub>tot</sub> und Kalium.*

Bei diesen Kennwerten dürften sich vor allem die erwähnten Restmengen an Kompost, die anschliessend in den Boden eingearbeitet wurden, ausgewirkt haben. Ferner erfolgte auch durch die Regenwürmer ein Eintrag einer unbekannt Menge von Kompost in den Boden. Durch dieses Einmischen von Kompost gelangte zusätzlich zum Sickersafteintrag Stickstoff, organische Substanz und Kalium in den Boden. Durch das basische Kompostmaterial erhöhte sich auch das pH des Bodens.

Die Richtlinien zur Feldrandkompostierung schreiben nach einem Jahr Kompostieren zwei Jahre landwirtschaftliche Nutzung zum Entzug von Stickstoff und Kalium vor. Da die Nachbeobachtungsdauer auf ein Jahr beschränkt war und zudem der K-Entzug des spät angesäten Kleegrases im ersten Jahr gering war, kann die Wirksamkeit dieser Massnahme hier nicht aufgezeigt werden.

#### Fazit:

Das Redoxpotential unter den Mietenflächen hat sich nach einem Jahr normalisiert. pH, organische Substanz, Gesamtstickstoff und Kalium bleiben erhöht.

### 3.4 Beurteilung der Ergebnisse aus Sicht des Bodenschutzes

Der Betrachtunghorizont des Bodenschutzes ist eher langfristig und berücksichtigt dabei besonders die Auswirkungen auf die Filter-, die Puffer-, die Transformator- und die Lebensraumfunktion des Bodens (Fränze et al. 1993). Weiter ist die Akkumulierungsgefahr abzuschätzen. Die Resultate sind danach wie folgt zu beurteilen:

#### *Normalisierenden Parameter :*

- *NH<sub>4</sub>-N, NO<sub>3</sub>-N:* Diese Parameter haben sich nach einem Jahr fast vollständig normalisiert. Es wird keine Funktion des Bodens beeinträchtigt.
- *Mn und Fe:* Mn hat sich vollständig normalisiert, Fe noch nicht vollständig, die Werte nähern sich aber den Kontrollwerten an. Die Pufferfunktion (Redoxpotential) wurde zeitweise beeinträchtigt, hat sich aber bis zum Schluss normalisiert.

#### *Nicht normalisierende Parameter:*

- *pH:* Die Pufferfunktion ist an der Bodenoberfläche auch nach Ende der Nachbeobachtungszeit noch beeinträchtigt. Das pH wurde durch Sickerwasser (pH-Werte zwischen 7 und 8.2) und durch Kompostpartikel (pH-Werte zwischen 7.1 und 7.6) angehoben. Die pH-Werte des Bodens könnten deshalb maximal in diesen Bereich ansteigen. Für den Pflanzenbau wäre dies noch akzeptabel. Durch natürliche Versauerungsprozesse (Regen) werden sich die pH-Werte wieder senken. Der vorübergehende Anstieg der pH-Werte kann deshalb aus Sicht des Bodenschutzes als problemlos eingestuft werden.
- *Organische Substanz, Gesamtstickstoff:* Durch die erhöhten Gehalte an organischer Substanz und Stickstoff wird sowohl die Filter- und die Pufferfunktion als auch die Transformator- und Lebensraumfunktion des Bodens verändert. Aus Sicht des Bodenschutzes beurteilen wir die Veränderung in diesem Ausmass jedoch eher als positiv. Hingegen kann aufgrund der vorliegenden Daten eine übermässige Anreicherung bei wiederholter Kompostierung nicht ausgeschlossen werden. Dewes und Schmitt 1994 beprobten acht Praxis-Kompostplätze in Norddeutschland, auf denen zwischen 4 und 20 Jahre kompostiert wurde. Ein Zusammenhang zwischen der vorangegangenen Kompostierungsdauer und den Nährstoffgehalten im Boden konnte in dieser Untersuchung nicht festgestellt werden.
- *Kalium:* Die erhöhten Kaliumgehalte im Boden beeinträchtigen die Filterfunktion, da das vorhandene Kalium nicht vollständig von den Tonmineralien zurückgehalten werden kann. Das

überschüssige Kalium wird ins Grundwasser ausgewaschen. Weiter könnten die erhöhten Kaliumgehalte bei sehr trockenen Verhältnissen zur Versalzung des Bodens führen und dadurch seine Lebensraumfunktion beeinträchtigen. Die Gefahr einer weiteren Akkumulation der Kaliumgehalte in den folgenden Jahren kann aufgrund dieser Untersuchung nicht beurteilt werden. Untersuchungen von Dewes und Schmitt (1994) haben jedoch gezeigt, dass auch bei langjähriger Kompostierung keine Kaliumakkumulation stattfindet.

**Fazit:**

**Eine Beeinträchtigung der Bodenfunktionen findet kurzfristig statt. Diese Beeinträchtigung ist jedoch reversibel. Langfristige Akkumulationen von Nährstoffen können in dieser kurzen Beobachtungszeit nicht beurteilt werden, Ergebnisse aus der Literatur deuten jedoch auf ein geringe Gefährdung der Anreicherung hin.**

### ***3.5 Beurteilung der Ergebnisse aus Sicht des Gewässerschutzes***

Aus Sicht des Gewässerschutzes dürfen durch die Feldrandkompostierung die Nährstofffrachten aus den landwirtschaftlichen Böden insgesamt nicht ansteigen. Dabei ist zu berücksichtigen, dass zur Versorgung einer Hektare landwirtschaftlicher Fläche mit Kompost eine Jahresmietenfläche von 21 m<sup>2</sup> nötig sind (Berner und Scherrer 1994).

Um die Bodenveränderungen an den Mietenstandorten aus der Sicht des Gewässerschutzes zu beurteilen, berechneten wir die Nährstofffrachten der Sickerwässer aus den Mietenplätzen und rechneten diese auf die Fläche, die mit dieser Kompostmenge versorgt werden kann um. Diese Werte wurden mit Literaturangaben von Frachten aus landwirtschaftlich genutzten Flächen verglichen.

*Normalisierende Parameter:*

- *NH<sub>4</sub>-N, NO<sub>3</sub>-N:* Würde der gesamte Nitrat- und Ammonium-Rest unter den Mietenflächen ausgewaschen, ergibt dies auf die gesamte Fläche, die mit Kompost versorgt werden könnte, eine Frachterhöhung von 0.04 g N/m<sup>2</sup> (detaillierte Berechnung in Berner und Scherrer 1994). Dies entspricht 0.4 % des auswaschungsgefährdeten Rest-N<sub>min</sub>-Gehaltes im November unter Mais oder 0.9 % des Auswaschungspotential unter Kleegrass (Anonym 1993). Durch eine effizientere Düngungspraxis kann diese minime Mehrbelastung problemlos ausgeglichen werden.
- *Mn und Fe:* Mangan und Eisen sind in ihrer reduzierten Form löslicher als in ihrer oxydierten und können deshalb durch Sickerwasser verlagert werden. Beim Eisen wurden auch in 60-90 cm Tiefe zu keinem Zeitpunkt erhöhte Konzentrationen gemessen. Beim Mangan wurden nach der Jahresmiete erhöhte Konzentrationen in dieser Tiefe festgestellt, ein halbes

Jahr später hatten sie sich wieder normalisiert. Angesichts der geringen Fläche der Kompostmieten stellen diese zeitlich begrenzten reduzierenden Verhältnisse aus Sicht des Gewässerschutzes keine Gefährdung dar.

*Nicht normalisierende Parameter:*

- *pH:* Der Bereich der gemessenen pH-Werte im Boden stellt für den Gewässerschutz kein Problem dar.

- *Organische Substanz:* Die organische Substanz des Kompostes ist weitgehend nicht wasserlöslich und stellt deshalb für den Gewässerschutz kein Problem dar.

*Gesamtstickstoff.* Der höhere Gehalt der Mietenplätze an organischem Stickstoff führt zu einer Erhöhung des N-Mineralisierungspotentials. Zwischen 1 und 3 % des organischen Stickstoffs mineralisiert im Boden pro Jahr zu Nitrat (Amberger et al. 1982). Würde das gesamte mineralisierte Nitrat ausgewaschen, so beträgt die Frachterhöhung auf der gesamten mit Kompost gedüngten Fläche 0.01 g N/m<sup>2</sup>. Dies entspricht 0.1 % des auswaschunggefährdeten Rest-N<sub>min</sub>-Gehaltes unter Mais im November oder 0.3 % desjenigen von Klee-gras (Anonym 1993).

- *Kalium:* Durch die erhöhten Kaliumgehalte unter den Mietenplätzen kann es zur Auswaschung des überschüssigen Kalium kommen. Würde das gesamte im Boden gespeicherte Kalium innerhalb von drei Jahren bis zu einer weiteren Kompostierung ausgewaschen, würde die jährliche Belastung 0.15 g K/m<sup>2</sup> betragen. Für landwirtschaftliches Kulturland werden jährliche Kaliumauswaschungsraten von 1-3 g/m<sup>2</sup> und Jahr (Lubet und Juste 1985, Juste et al. 1982, Lefevre 1988; alle zitiert in: Robert 1992). Unter diesen Voraussetzungen würde die zusätzliche Kaliumfracht 5-15 % der Fracht aus dem Kulturland entsprechen. Da jedoch ein beträchtlicher Teil des Kaliums an den Tonmineralien gespeichert und durch die Pflanzen entzogen wird, dürfte die tatsächliche Kaliumfracht unter den Kompostmieten wesentlich tiefer liegen. Da Kalium aus Sicht des Gewässerschutzes kein eigentliches Problemelement darstellt – die eidgenössische Verordnung über Abwassereinleitung gibt keine Kaliumgrenzwerte an – kann diese Frachtvergrößerung toleriert werden.

**Fazit:**

Aus Sicht des Gewässerschutzes ist die mögliche Auswaschung von Nitrat und Kalium zu berücksichtigen. Die höchstmöglich auswaschbaren Mengen liegen beim Nitrat, hochgerechnet von der Kompostierfläche auf die mit dem Kompost zu düngende Fläche, jedoch um ein Vielfaches tiefer als bei landwirtschaftlich genutzten Böden. Beim Kalium liegen die Mengen zwar etwas höher, die Umweltrelevanz von Kalium ist aber wesentlich geringer.

### ***3.4 Weitere Vergleiche mit Ergebnissen aus der Literatur***

Tabelle 11 zeigt, dass die Streubereiche der verschiedenen Untersuchungen bei der Anreicherung von Ammonium sehr gross sind. Die Werte des Versuchs in Witterswil liegen bei der Sommermiete im unteren Streubereich, bei der Jahresmiete im mittleren Bereich. Die Nitratwerte der Sommermiete liegen klar höher als die Ergebnisse aus der Literatur. Diese Werte sind jedoch nicht auf die Kompostierung, sondern auf die Mineralisierung von Kleegrasrückständen zurückzuführen. Die Nitratgehalte der Jahresmiete liegen im oberen Streubereich. Die Kaliumgehalte in Witterswil liegen im Vergleich zu den Versuchen mit einmaliger Kompostierung im oberen, im Vergleich zu den Versuchen mit mehrmaliger Kompostierung im mittleren Bereich. Die Verteilung der drei Parameter im Bodenprofil stimmt mit den Literaturangaben überein.

Bei Untersuchungen von ein Jahr benützten Mistkompost- oder Mistlagerplätzen wurden in den obersten 30 cm erhöhte Gehalte von Ammonium und Kalium festgestellt. In den tieferen Bodenschichten nahmen diese Gehalte stark ab. Der Nitratgehalt war im ganzen Bodenprofil erhöht. Dies lässt auf Verlagerungen und somit auf Auswaschungen schliessen (Scheller 1987, Paffrath 1989, Peretzki 1989, Berner 1990, Dewes et al. 1993, Heller 1994). Mit Grünabfallkomposten wurden ähnliche Resultate erzielt (Winkler 1990).



Tab. 11: Vergleich der Anreicherung von  $\text{NH}_4\text{-N}$ ,  $\text{NO}_3\text{-N}$  und Kalium unter Kompostmietenplätzen in Witterswil mit Resultaten aus der Literatur (Differenz zu Kontrollböden ohne Kompostierung in  $\text{g/m}^2$  in 0-90 cm Bodentiefe, Probenahmezeitpunkt jeweils unmittelbar nach dem Kompostieren).

	$\text{NH}_4\text{-N}$	$\text{NO}_3\text{-N}$	Kalium
<b><i>Versuch Witterswil</i></b>			
Sommermiete	2.4	30.2	155
Jahresmiete	13.4	7.8	170
<b><i>Mistkompost; nach einmal Kompostieren</i></b>			
Scheller 1987	19-32	0.1-5	-
Paffrath 1989 <sup>1)</sup>	20.4		38
Peretzki 1989	0.8	2.9	-
Berner 1990 <sup>2)</sup>	-	20.2	28
Dewes et al. 1993	29.1	-0.4	-
Heller und Schwager 1994 <sup>2)</sup>	0.4-2.1	0-6.4	125-200
<b><i>Grünabfallkompost; nach einmal Kompostieren</i></b>			
Winkler 1990	-	-	5.8
<b><i>Mistkompost nach 4 bis 20 Jahren Kompostieren</i></b>			
Dewes und Schmitt 1994			
Mittelwert	16.2	7.2	146
Bereich	1-56	0-21	50-895

<sup>1)</sup>  $\text{NH}_4\text{-N} + \text{NO}_3\text{-N}$

<sup>2)</sup> nur 0-60 cm

## 4. Zusammenfassung

In dieser Arbeit soll aufgezeigt werden, wie sich die einzelnen Bodenkennwerte nach einer Feldrandkompostierung verhalten. Dazu wurde der Boden unter den Kompostplätzen in Witterswil nach sechs und zwölf Monaten nach Beendigung der Kompostierung nachbeprob. Als Vergleich dienten die Werte der Kontrollparzelle, auf der nie kompostiert wurde. Zudem werden die Werte anhand Literaturangaben von Bodenuntersuchungsergebnissen aus mehrjährigen Mistkompostmietenplätzen eingeschätzt.

Mit der Spatendiagnose konnte ein fast vollständiges Verschwinden der blaugrauen Färbung (Reduktionszone) in der obersten Bodenschicht des Mietenplatzes nach einem Jahr festgestellt werden. Ebenso deuten die löslichen Gehalte an Mangan und Eisen unter den Kompostflächen, welche den Kontrollwerten entsprechen, auf eine gute Durchlüftung unter den ehemaligen Mietenflächen hin.

Die löslichen Bodengehalte von Ammonium und Nitrat unterschieden sich nach einem Jahr ebenfalls nicht mehr von den Werten der Kontrollparzellen. Wäre diese Normalisierung vollständig auf Auswaschung zurückzuführen, würde dies die N-Fracht der kompostierfläche um 0.4 % gemessen am Auswaschungspotential eines damit zu düngenden Maisfeldes im November oder um 0.9 % im Vergleich zu einem damit zu düngenden Kleegrasschlag erhöhen.

Nicht vollständig weggeräumter Kompost bewirkte erhöhte Gehalte an organischer Substanz, Gesamtstickstoff und Kalium, sowie erhöhte pH-Werte. Diese Kennwerte blieben während des gesamten Untersuchungszeitraumes erhöht.

Bei diesen Kennwerten erfolgt eine Abschätzung, ob eine Beeinträchtigung aus Sicht des Boden- bzw. des Gewässerschutzes zu erwarten ist.

Eine Beeinträchtigung der Bodenfunktionen findet kurzfristig statt. Diese Beeinträchtigung ist jedoch reversibel. Langfristige Akkumulationen von Nährstoffen können in dieser kurzen Beobachtungszeit nicht beurteilt werden, Ergebnisse aus der Literatur deuten jedoch auf ein geringe Gefährdung bezüglich einer Anreicherung hin.

Aus Sicht des Gewässerschutzes ist die mögliche Auswaschung von Nitrat und Kalium zu berücksichtigen. Die höchstmöglich auswaschbaren Mengen aus einer Kompostierfläche liegen beim Nitrat jedoch um ein Vielfaches tiefer als bei der mit dem Kompost zu düngenden landwirtschaftlich genutzten Bodenfläche. Beim Kalium liegen die Mengen zwar etwas höher, die Umweltrelevanz von Kalium ist aber wesentlich geringer.

## 5. Literaturverzeichnis

- Anonym (1993): Programm zur Ursachenbekämpfung der Nitratauswaschung im Kanton Bern 1989 bis 1995. 3. Zwischenbericht 1993. Fachkommission Nitratbekämpfung, Projektgruppe Nitrat. Bodenschutzfachstelle des Kt. Bern.
- Amberger, A., K. Vilsmeier und R. Gutser (1982): Stickstofffraktionen verschiedener Güllen und deren Wirkung im Pflanzenversuch. Z. Pflanzenernähr. Bodenk. 145, 325-336.
- Berner, A. (1990): Einfluss von Mistkompostmieten auf die Umwelt. Landwirtschaft Schweiz 3 (3), 95-99.
- Berner, A. und D. Scherrer (1994): Umweltrelevante Auswirkungen der Feldrandkompostierung. FiBL, Bernhardsberg, 4104 Oberwil.
- Berner, A., D. Scherrer und U. Niggli (1995): Wird die Umwelt durch Feldrandkompostierung belastet? Agrarforschung 2(3) 99-102.
- Dewes, T., E. Ahrens und Ch. Koch (1993): Stickstoff-Eintrag und -Verbleib im Boden unter offenen und abgedeckten Mistmieten. J. Agronomy & Crop Science 170, 73-83.
- Dewes, T. und L. Schmitt (1994): Deposition von Stickstoff und Kalium aus Stallmiststapeln in Böden unter langjährig genutzten Mistplätzen. Agribiol. Res. 47, 2.
- Fränze, O., K. Jens-Huss, A. Daschkeit, T. Hertling, R. Lüschoff und W. Schröder (1993): Grundlagen der Bewertung und Belastbarkeit von Böden als Teile von Ökosystemen. Texte 59/93. Umweltbundesamt, Berlin.
- Hasinger, G., L. Keller, E. Marendaz, J.-A. Neyroud, U. Vökt und P. Weisskopf (1993): Bodenbeurteilung im Feld. BUWAL, Bern.
- Heller, W. und H. Schwager (1994): Unter Kompostmieten reichern sich Nährstoffe an. Agrarforschung 1(9), 403-405.
- Paffrath, A. (1989): Mistkompostmieten – eine Gefährdung für das Grundwasser? Lebendige Erde, 2, 86-91.
- Peretzki, F. (1989): Nitrateinwaschung unter Stallmist- und Kompostzwischenlagern. Schule und Beratung 4/89.
- Robert, M. (1992): K-Fluxes in Soils in Relation to Parent Material and Pedogenesis in Tropical, Temperate and Arid Climates. In: Potassium in Ecosystems. Biogeochemical Fluxes of Cations in Agro- and Forest-Systems. Int. Potash Institute, Basel.
- Scheller, E. (1987): Untersuchungsbericht über die Bildung und das Verhalten von Ammoniak und Nitrat unter wechselnden Mistmieten- und Feldsilageplätzen. Lebendige Erde 1, 32-39.
- Winkler A. (1990): Sickerwasseruntersuchung. Endbericht über das erste Untersuchungsjahr. Diplomarbeit an der Universität für Bodenkultur Wien.

