

Problematik der Behandlung von festem Gärgut und deren Lösungsansätze

- **Jacques G. Fuchs** (FiBL, CH-Frick)
- **Konrad Schleiss** (UMWEKO GmbH, CH-Grenchen)
- **Ulrich Galli** (Terra Nova Umweltberatung GmbH, CH-Breitenbach)
- **Arthur Wellinger** (Nova Energie GmbH, CH-Aadorf)
- **Alfred Berner** (FiBL, CH-Frick)



Heiden, 24.02.2010

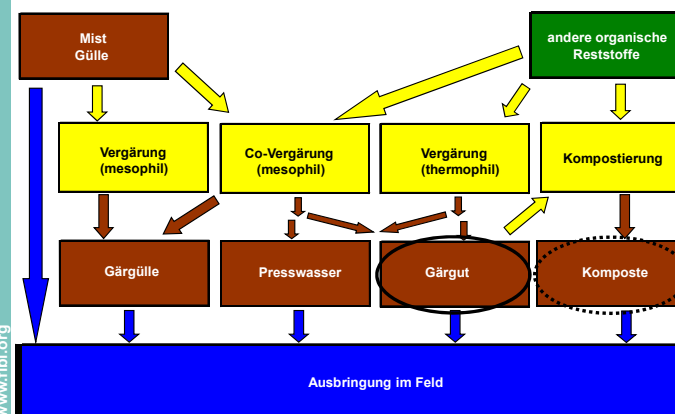
Problematik der Behandlung von festem Gärgut und deren Lösungsansätze

- Einleitung
- Eigenschaften von festem Gärgut in Bezug auf seine landwirtschaftliche Nutzung
- Auswirkung einer falschen Lagerung bzw. Behandlung des festen Gärgutes
- Voruntersuchungen von Lösungsansätzen
- Erste Erfahrungen aus der Praxis
- Schlussfolgerungen



Heiden, 24.02.2010

Einleitung: Weg der organischen Reststoffe



Heiden, 24.02.2010

Eigenschaften von festem Gärgut in Bezug auf seine landwirtschaftliche Nutzung

- › **Nährstoffgehalte**
 - › Gesamter Nährstoffgehalt von festem Gärgut \approx Kompost
 - › NH_4 -Gehalt von festem Gärgut \gg Kompost
- › **Organische Substanz**
 - › Organischer Substanzgehalt von festem Gärgut \approx junger Kompost
 - › Stabilität der organischen Substanz vom Gärgut \ll Kompost
- › **Pflanzenverträglichkeit**
 - › Pflanzenverträglichkeit von festem Gärgut \ll Kompost



Heiden, 24.02.2010

Gärgut: agronomische Betrachtungen

- › **Frisches festes Gärgut hat folgende Eigenschaften:**
 - › gute kurzfristige Nährstofflieferung (v.a. Stickstoff)
 - › bedingte Verbesserung der langfristigen Bodenfruchtbarkeit
 - › geringe Pflanzenverträglichkeit
 - › Material noch sehr instabil, im Rotteprozess
- › **Konsequenzen für seine Anwendung:**
 - › Anwendung hauptsächlich in Landwirtschaft, weniger in Gartenbau oder Gemüsebau
 - › nur zu Zeiten ausbringen, in denen die Pflanzen den Stickstoff aufnehmen können
- › **Offene Fragen:**
 - › Kann man festes Gärgut lagern? Wie?
 - › Kann man festes Gärgut durch Nachbehandlung stabilisieren und aufwerten?
 - › Wie kann man den N_{min} -Gehalt bei der Nachbehandlung im Produkt behalten?



Heiden, 24.02.2010

Auswirkung einer falschen Lagerung bzw. Behandlung des festen Gärgutes

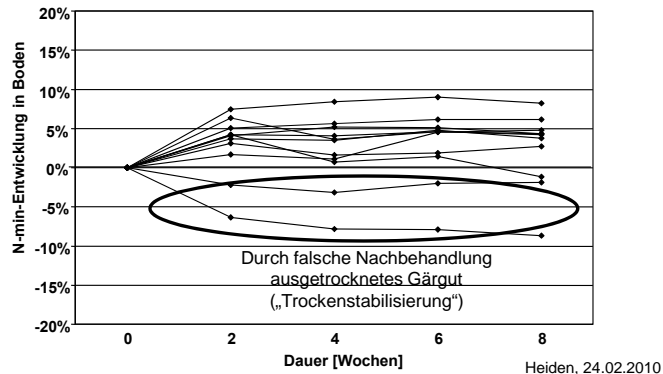
- › Die Gefahr, dass Ammonium als Ammoniakgas entweicht und verloren geht, ist sehr gross.
 - › N-Verfügbarkeit in Boden nach Gärgutanwendung



Heiden, 24.02.2010

Auswirkung einer falschen Lagerung bzw. Behandlung des festen Gärgutes

- Die Gefahr, dass Ammonium als Ammoniakgas entweicht und verloren geht, ist sehr gross!
- N-Verfügbarkeit in Boden nach Gärgutanwendung



Auswirkung einer falschen Lagerung bzw. Behandlung des festen Gärgutes

- Die Gefahr, dass Ammonium als Ammoniakgas entweicht und verloren geht, ist sehr gross!
- Festes Gärgut kann, wenn falsch gelagert / nachbehandelt, Stickstoff im Boden blockieren.
- Durch falsche Lagerung / Nachbehandlung von festem Gärgut können erhöhte Mengen an Treibhausgasen produziert werden (CH_4 , N_2O , ...).
- Durch falsche Lagerung / Nachbehandlung von festem Gärgut kann seine biologische Qualität beeinträchtigt werden (z.B. Pflanzenverträglichkeit).

Voruntersuchungen von Lösungsansätzen

- **Frage:**
 - Kann man ein stabilisiertes und hochwertiges Produkt aus festem Gärgut produzieren ?
 - Wie kann man dabei die Verluste an mineralischem Stickstoff minimieren ?
- **Lösungsansätze:**
 - Nachkompostieren von festem Gärgut
 - Optimierung des Luft- und Wasserhaushaltes um genügend Sauerstoff für den Kompostierungsprozess zu sichern, kombiniert jedoch mit minimalen Ammoniakverlusten
 - Zumischung von Beiprodukten, um den Kompostierungsprozess zu optimieren und die Ammoniakverluste zu minimieren

Voruntersuchungen von Lösungsansätzen

➤ **Versuch 1:**



www.fibl.org

FiBL

Heiden, 24.02.2010

Voruntersuchungen von Lösungsansätzen

➤ **Versuch 1:**

- **Verfahren:**
 - 1A: 70% Gärgut + 30% Siebreste
 - 1B: 30% Gärgut + 10% Siebreste + 60% Grüngut
 - 1C: 30% Gärgut + 10% Siebreste + 60% junger Kompost
- **Junger Kompost:** keine optimale Qualität (technische Probleme bei Rotteführung)
- **Kompostiersystem:** kleine Mieten mit täglichem Umsetzen
- **Versuchsdauer:** 6 Wochen (28.06.2005 – 09.08.2005)

www.fibl.org

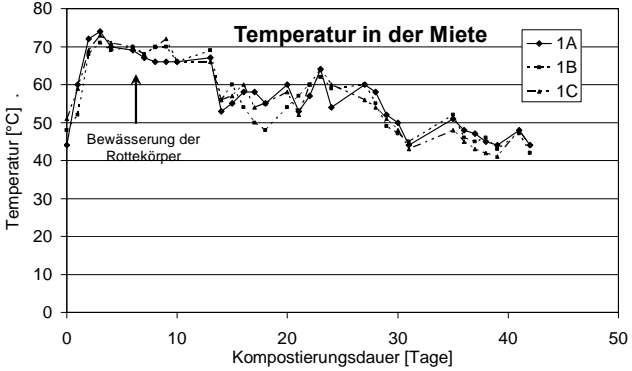
FiBL

Heiden, 24.02.2010

Voruntersuchungen von Lösungsansätzen

➤ **Versuch 1:**

- 1A: 70% Gärgut + 30% Siebreste
- 1B: 30% Gärgut + 10% Siebreste + 60% Grüngut
- 1C: 30% Gärgut + 10% Siebreste + 60% junger Kompost



Temperatur in der Miete

Temperatur [°C]

Kompostierungsdauer [Tage]

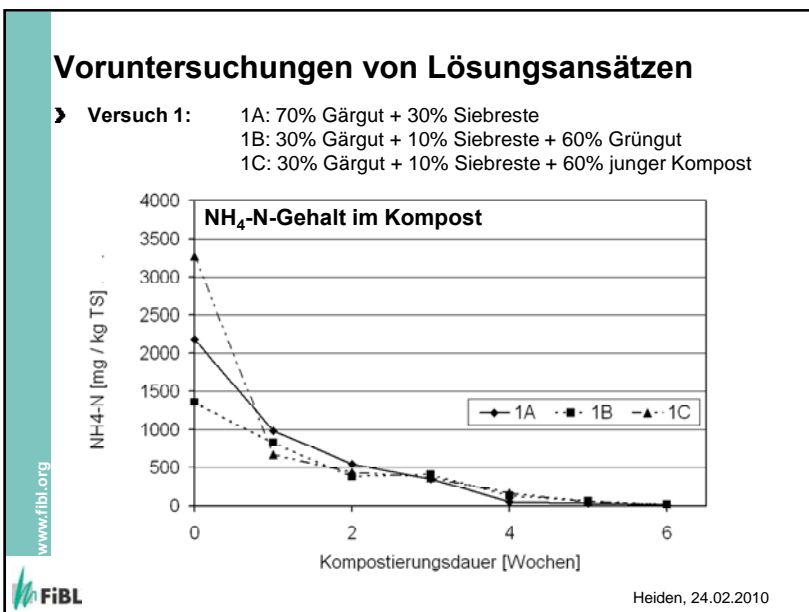
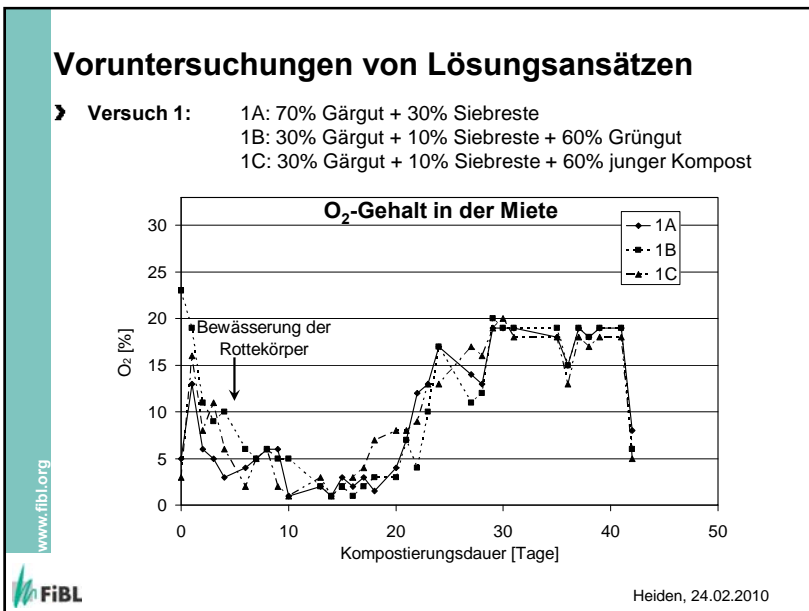
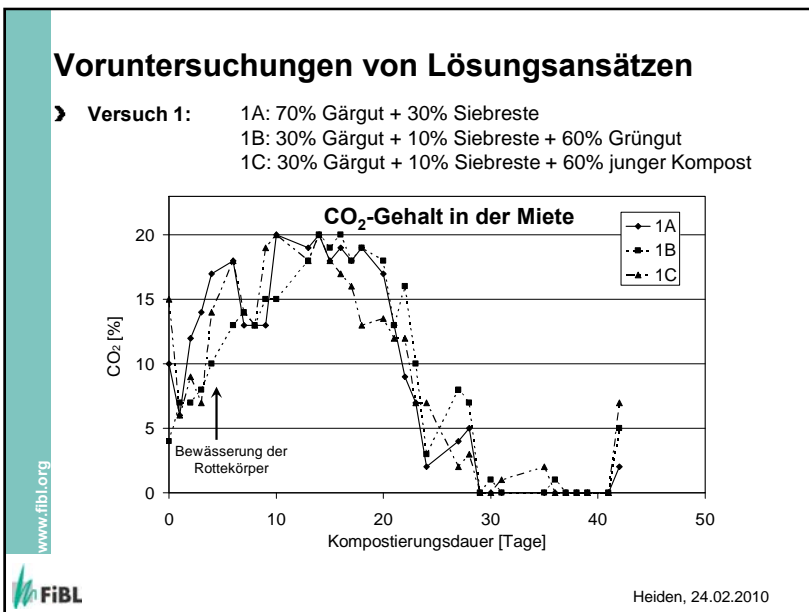
1A
1B
1C

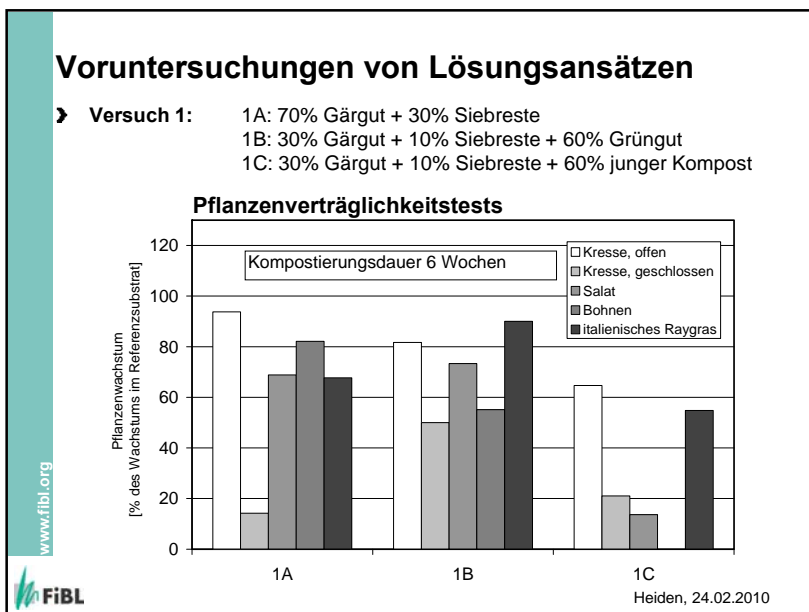
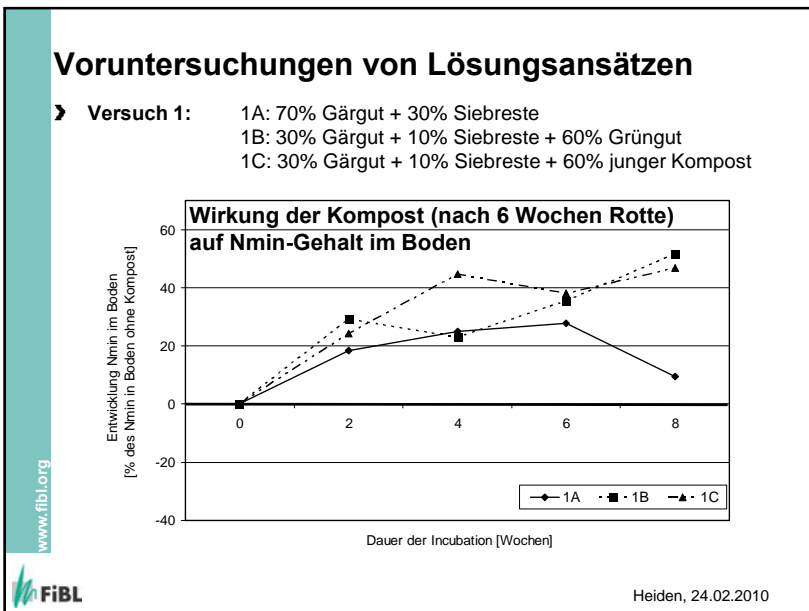
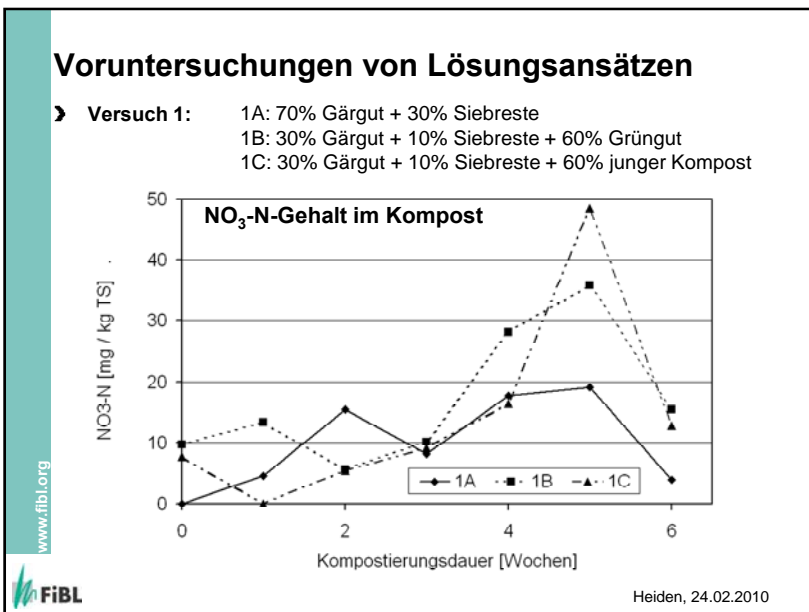
Bewässerung der Rottekörper

www.fibl.org

FiBL

Heiden, 24.02.2010





Voruntersuchungen von Lösungsansätzen

➤ Versuch 1:

- Aktiver Rotteprozess bei allen Mischungen
- Ähnliche Entwicklung der Rotteparameter (Temp, O₂- und CO₂-Gehalte) bei allen Verfahren
- Starke NH₄-Gehaltsabnahme in den ersten 4 Wochen bei allen Verfahren
- Nach ca. 3 Wochen erhöhte NO₃-Gehalte in Mischungen mit 30% Gärgut in Vergleich zum Verfahren mit 70% Gärgut
- Keine Nmin-Blockade im Boden zu beobachten. Erhöhte Freisetzung von Nmin im Boden in Mischungen mit 30% Gärgut im Vergleich zum Verfahren mit 70% Gärgut
- Nach 6 Wochen Kompostierung: relative gute Pflanzenverträglichkeit. Verfahren mit 60% Jungkompost schlechter (Probleme mit Qualität des Jungkompostes ?)

www.fibl.org



Heiden, 24.02.2010

Voruntersuchungen von Lösungsansätzen

➤ Versuch 2:



www.fibl.org



Heiden, 24.02.2010

Voruntersuchungen von Lösungsansätzen

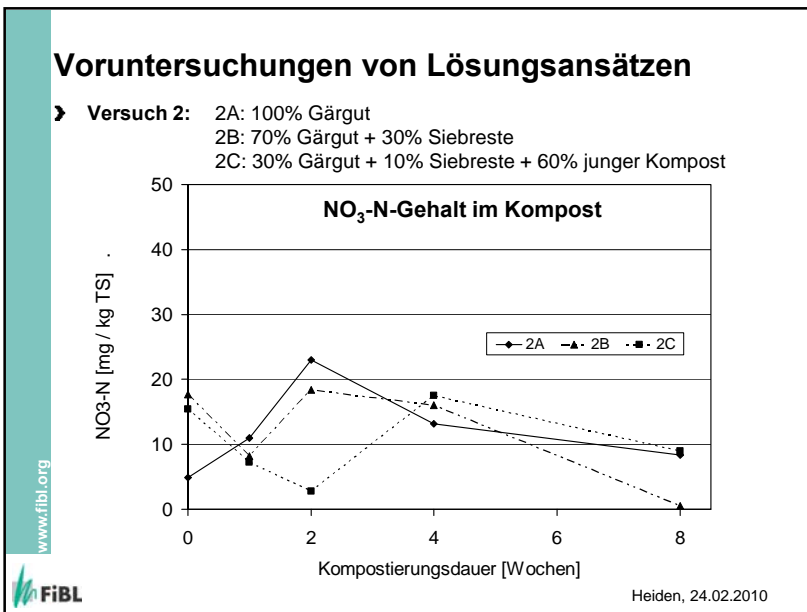
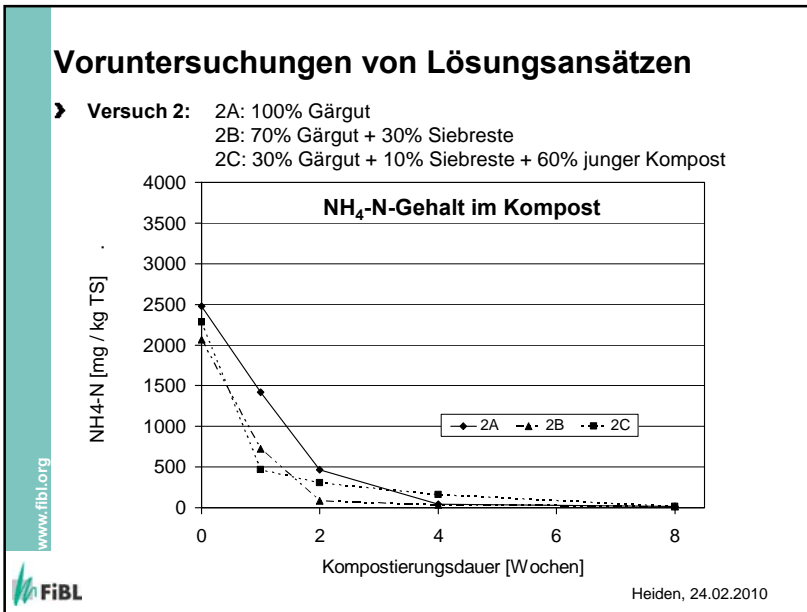
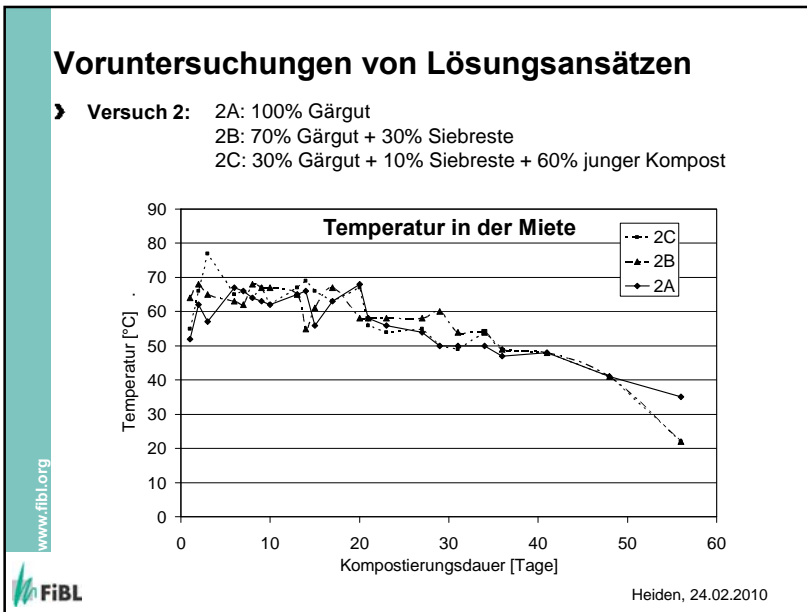
➤ Versuch 2:

- **Verfahren:**
 - 2A: 100% Gärgut
 - 2B: 70% Gärgut + 30% Siebreste
 - 2C: 30% Gärgut + 10% Siebreste + 60% junger Kompost
- **Junger Kompost:** keine optimale Qualität (technische Probleme bei Rotteführung, enthält viel Acetat: Sauerstoffmangel ?)
- **Kompostiersystem:** kleine Miete mit täglichem Umsetzen
- **Versuchsdauer:** 8 Wochen (04.10.2005 – 29.11.2005)

www.fibl.org



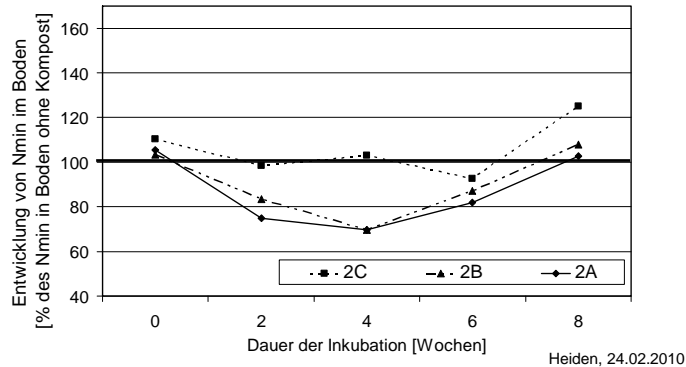
Heiden, 24.02.2010



Voruntersuchungen von Lösungsansätzen

- **Versuch 2:** 2A: 100% Gärgut
2B: 70% Gärgut + 30% Siebreste
2C: 30% Gärgut + 10% Siebreste + 60% junger Kompost

Wirkung der Komposte (nach 8 Wochen Rotte) auf Nmin-Gehalt im Boden



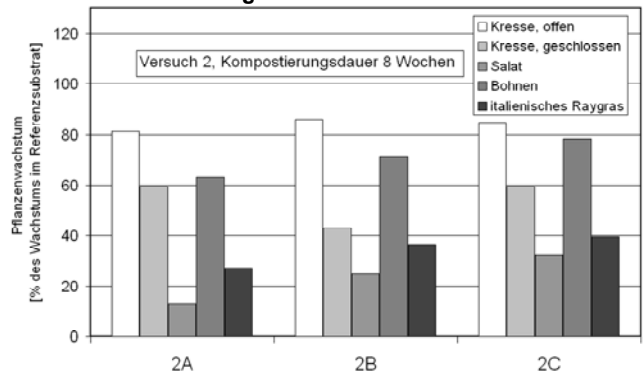
www.fibl.org
FiBL

Heiden, 24.02.2010

Voruntersuchungen von Lösungsansätzen

- **Versuch 2:** 2A: 100% Gärgut
2B: 70% Gärgut + 30% Siebreste
2C: 30% Gärgut + 10% Siebreste + 60% junger Kompost

Pflanzenverträglichkeitstests



www.fibl.org
FiBL

Heiden, 24.02.2010

Voruntersuchungen von Lösungsansätzen

- **Versuch 2:**
- Rotteprozess mit allen Mischungen schnell in Gang gekommen, jedoch mit 100% Gärgut leicht verzögert
 - Ähnliche Entwicklung der Rotteparameter (Temp, O₂- und CO₂-Gehalte) bei allen Verfahren
 - Starke NH₄-Gehaltsabnahme in den ersten 4 Wochen bei allen Verfahren, jedoch kleiner im Verfahren mit 100% Gärgut in den ersten 2 Wochen
 - Bescheidene NO₃-Gehalte in allen Verfahren während der ganzen Versuchsdauer
 - Nach 8 Wochen Kompostierung: Nmin-Blockade im Boden bei den Verfahren mit 100 und 70% Gärgut zu beobachten. NH₄-Verluste? Beimischung von Frischkompost in der Anfangsmischung hat diese Problematik entschärft.
 - Nach 8 Wochen Kompostierung: mittlere Pflanzenverträglichkeit bei allen Verfahren.

www.fibl.org
FiBL

Heiden, 24.02.2010

Voruntersuchungen von Lösungsansätzen

➤ Versuch 3:



www.fibl.org

FiBL

Heiden, 24.02.2010

Voruntersuchungen von Lösungsansätzen

➤ Versuch 3:

- **Verfahren:**
 - A: Mischungen Gärgut/Grüngut (100/0; 50/50, 25/75, 0/100)
 - B: Mischungen Gärgut/Frischkompost (100/0; 75/25, 50/50, 25/75, 0/100)
 - C: Mischungen Gärgut/Reifkompost (100/0; 75/25, 50/50, 25/75, 0/100)
- **Betriebsübliche Anfangsmischungen**
- **Grüngut:** 20% Äste, 30% Grünabfuhr, 25% Rasenschnitt, 10% Aussiebmaterial, 15% tonreiche Landerde
- **Junger Kompost:** 6 Woche alt, aus: 15% Ästen, 25% Grünabfuhr, 25% Rasenschnitt, 15% Aussiebmaterial, 5% Papierfaserkalk, 15%tonreiche Landerde
- **Reifer Kompost:** ca. 10 Monate alt, aus: 20% Ästen, 30% Grünabfuhr, 20% Rasenschnitt, 10% Aussiebmaterial, 5% Papierfaserkalk, 15%tonreiche Landerde
- **Kompostiersystem:** kleine Miete mit relativ häufigem Umsetzen (2x/Woche)
- **Versuchsdauer:** 10 Wochen (04.10.2005 – 29.11.2005)

www.fibl.org

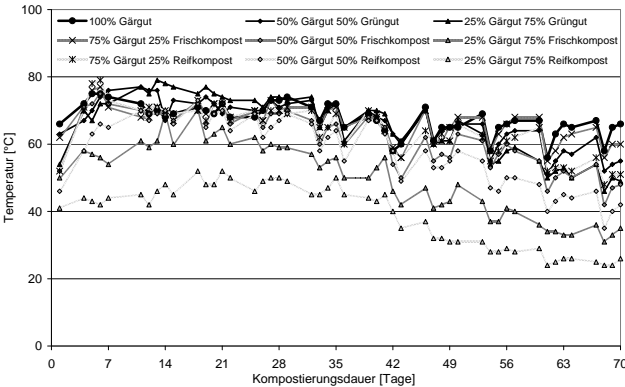
FiBL

Heiden, 24.02.2010

Voruntersuchungen von Lösungsansätzen

➤ Versuch 3

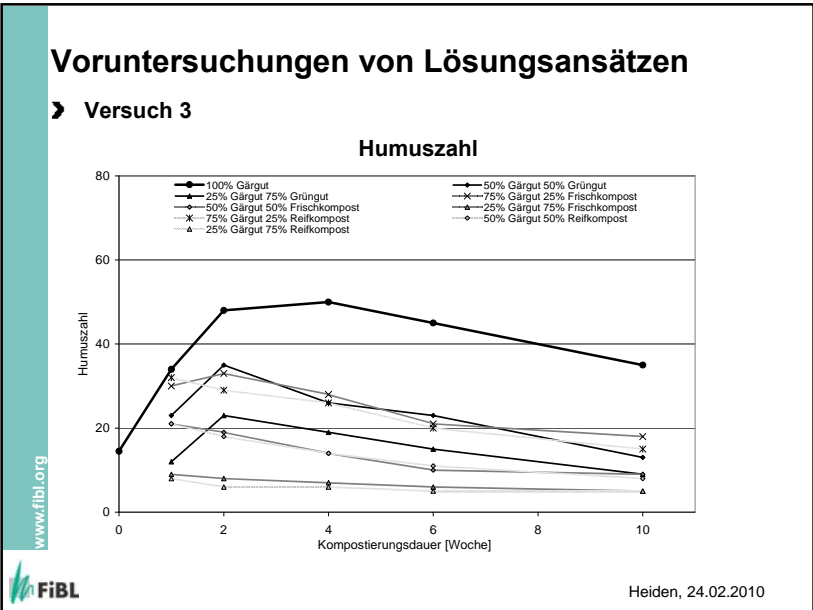
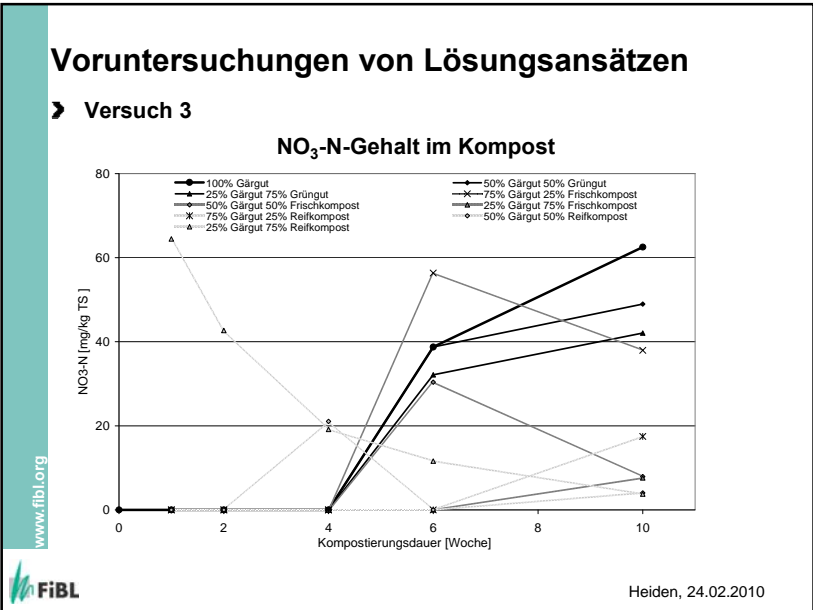
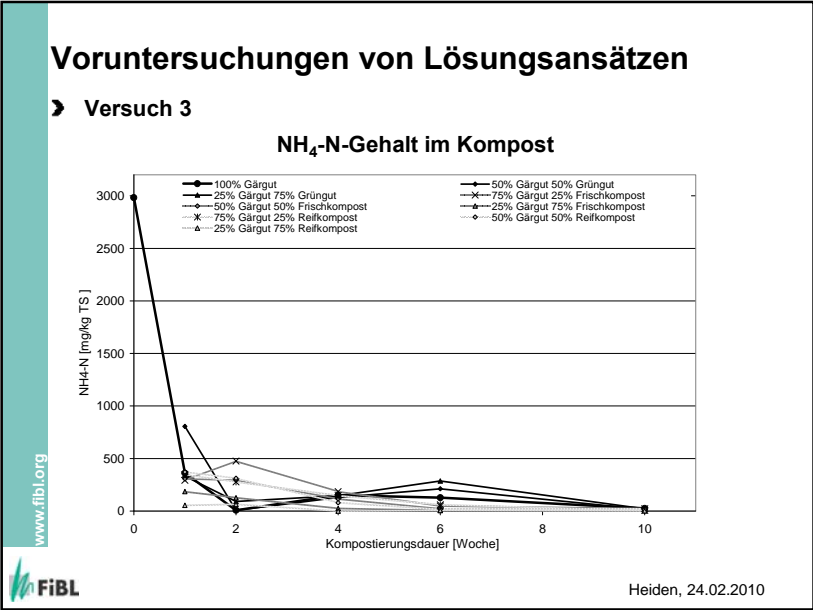
Temperatur in der Miete



www.fibl.org

FiBL

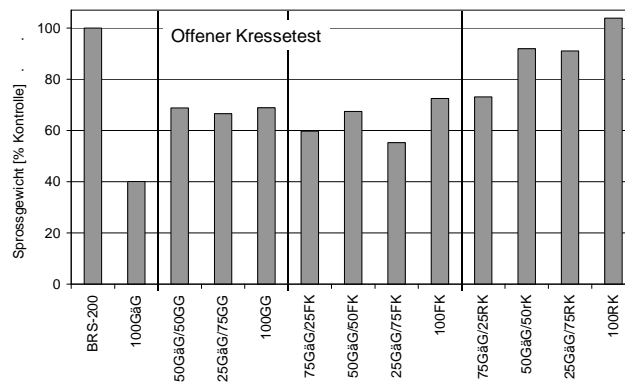
Heiden, 24.02.2010



Voruntersuchungen von Lösungsansätzen

➤ Versuch 3

Pflanzenverträglichkeit nach 6 Wochen



www.fibl.org

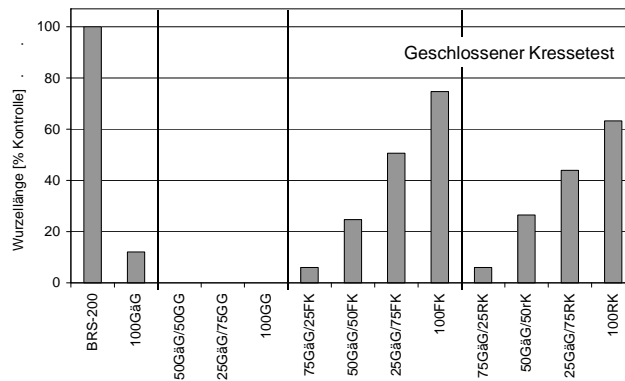


Heiden, 24.02.2010

Voruntersuchungen von Lösungsansätzen

➤ Versuch 3

Pflanzenverträglichkeit nach 6 Wochen



www.fibl.org



Heiden, 24.02.2010

Voruntersuchungen von Lösungsansätzen

➤ Versuch 3 (kleine Miete):

- Sehr aktiver Rotteprozess bei allen Mischungen mit mehr als 25% Gärgutanteil.
- Starke NH_4 -Gehaltsabnahme in der ersten Woche beim Gärgut.
- NO_3 -Gehalte steigen bei fast allen Verfahren nach der 4. Prozesswoche, bleiben jedoch relativ bescheiden. Der Nitratgehalt der Mischung mit reifem Kompost sinkt jedoch stark während des Prozesses. Möglicherweise wird das Nitrat in mikrobiologische Biomasse eingebunden.
- Aus diesem Versuch kann nicht klar eruiert werden, wieviel NH_4 -N verloren geht und wieviel in Biomasse eingebaut wird. Nach 8 Wochen Kompostierung: mittlere Pflanzenverträglichkeit bei allen Verfahren.
- Zugabe von jungem Kompost und Reifkompost verbessert die Stabilisierung der organischen Substanz deutlich
- Im Gegensatz zu frischem Grüngut ermöglicht die Zugabe von Reifkompost eine klare Verbesserung der Pflanzenverträglichkeit schon nach einer Rotte von 6 Wochen

www.fibl.org



Heiden, 24.02.2010

Voruntersuchungen von Lösungsansätzen

➤ Versuch 4:



www.fibl.org

FiBL

Heiden, 24.02.2010

Voruntersuchungen von Lösungsansätzen

➤ Versuch 4:

- **Verfahren:**
 - A: 90% Frischkompost, 10% Aussiebmaterial
 - B: 25% Gärgut, 65% Frischkompost, 10% Aussiebmaterial
 - C: 50% Gärgut, 40% Frischkompost, 10% Aussiebmaterial
 - D: 75% Gärgut, 15% Frischkompost, 10% Aussiebmaterial
- **Kompostiersystem:** Grossmiete, Umsetzung mit Pneulader (Umsetzungsfrequenz: alle 10 – 15 Tage)
- **Umsetzungsfrequenz:**
 - erster Monat: jeden 10. Tag
 - ab zweiter Monat: jeden 15. Tag
- **Versuchsdauer:** 12 Wochen (22.06.2009 – 14.09.2009)

www.fibl.org

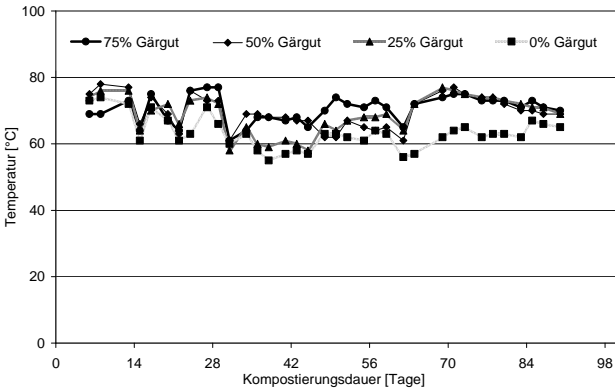
FiBL

Heiden, 24.02.2010

Voruntersuchungen von Lösungsansätzen

➤ Versuch 4

Temperatur in der Miete



Temperatur [°C]

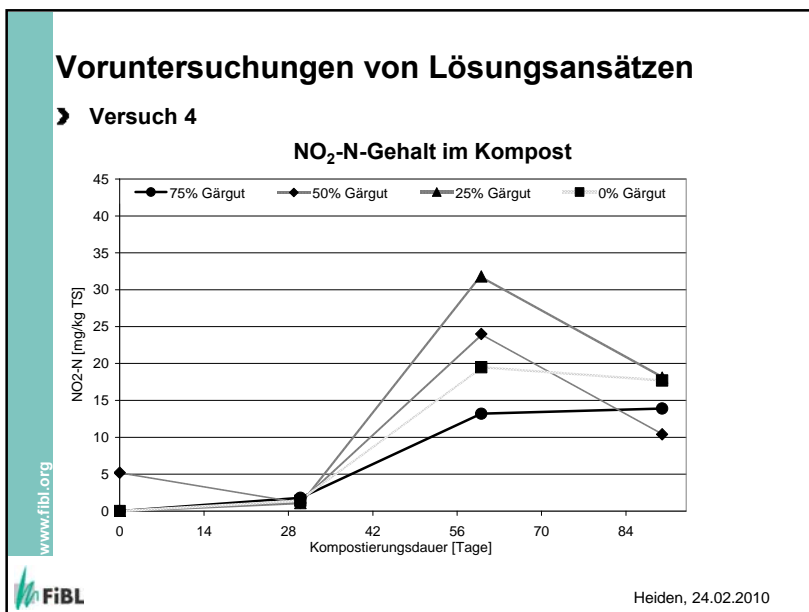
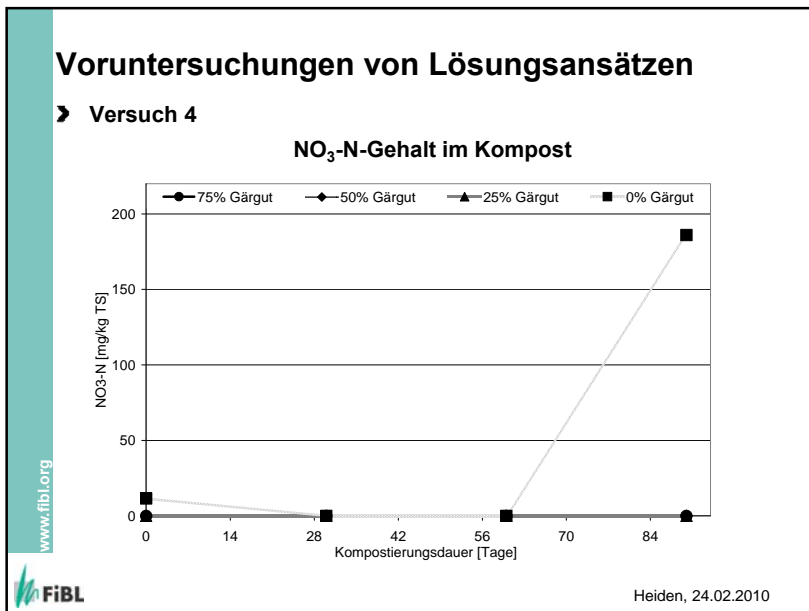
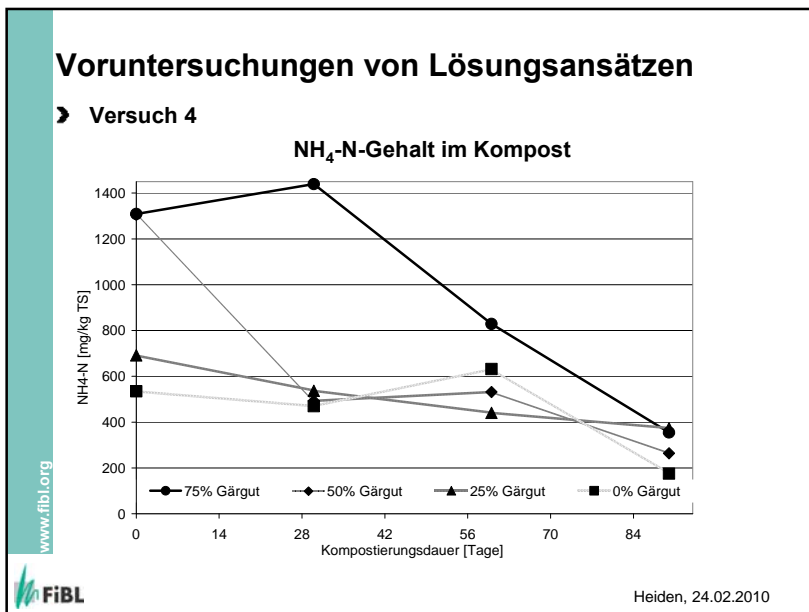
Kompostierungsdauer [Tage]

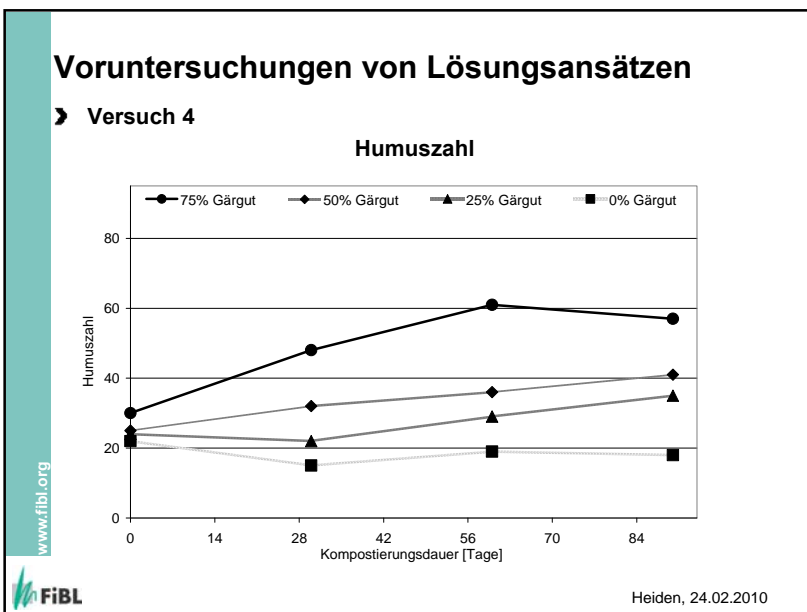
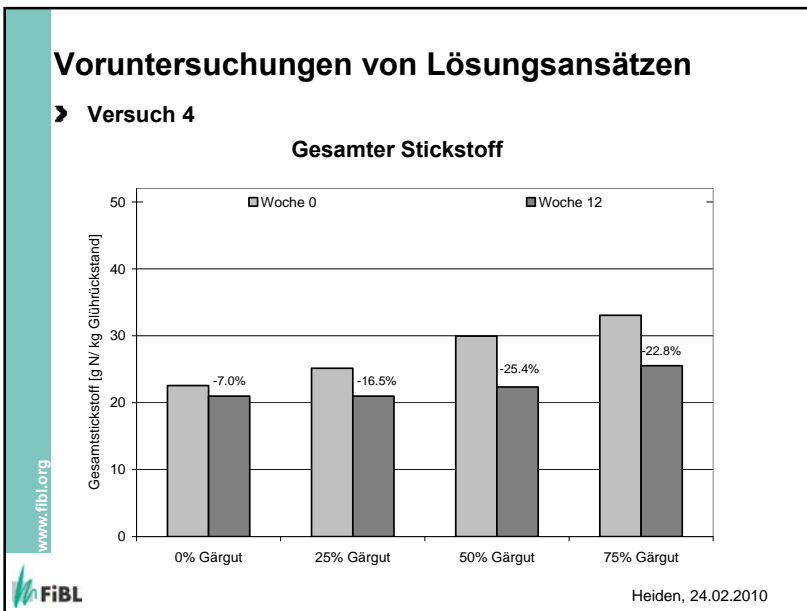
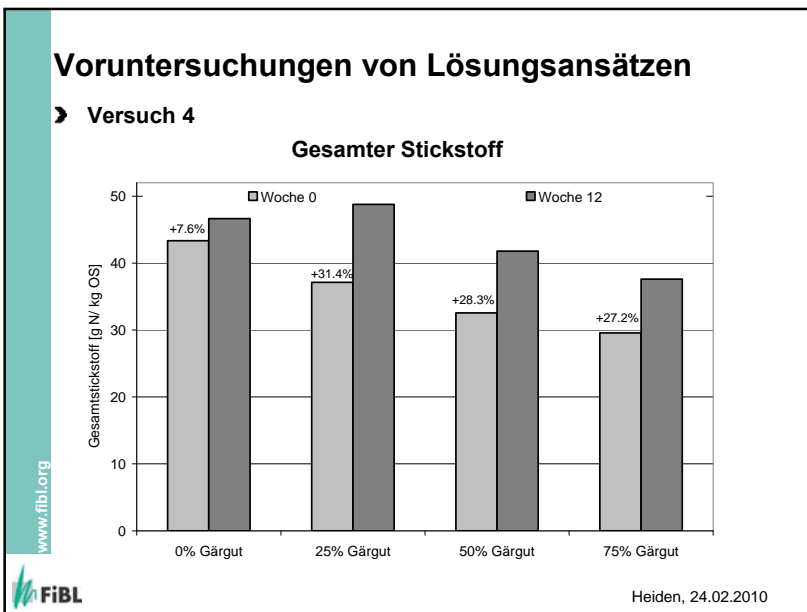
Kompostierungsdauer [Tage]	75% Gärgut [°C]	50% Gärgut [°C]	25% Gärgut [°C]	0% Gärgut [°C]
0	70	70	70	70
14	75	75	75	75
28	75	75	75	75
42	70	70	70	70
56	70	70	70	70
70	75	75	75	75
84	70	70	70	70
98	70	70	70	70

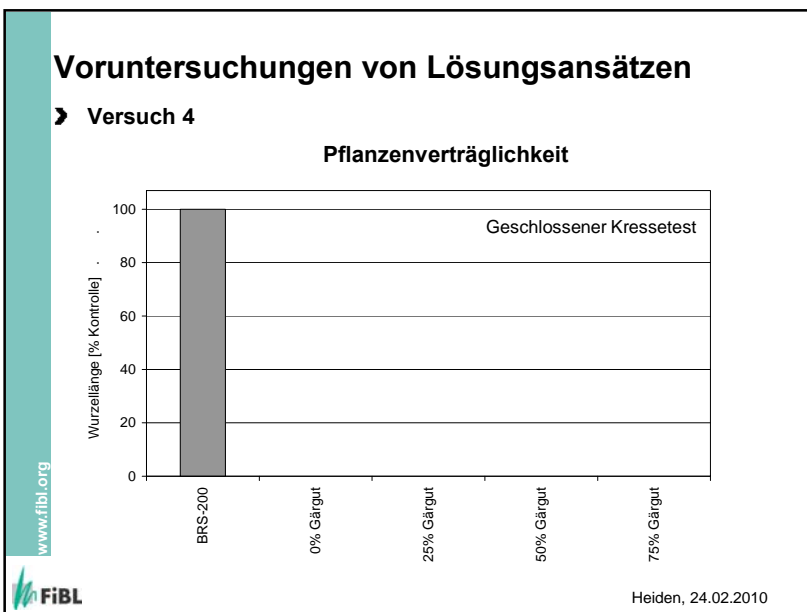
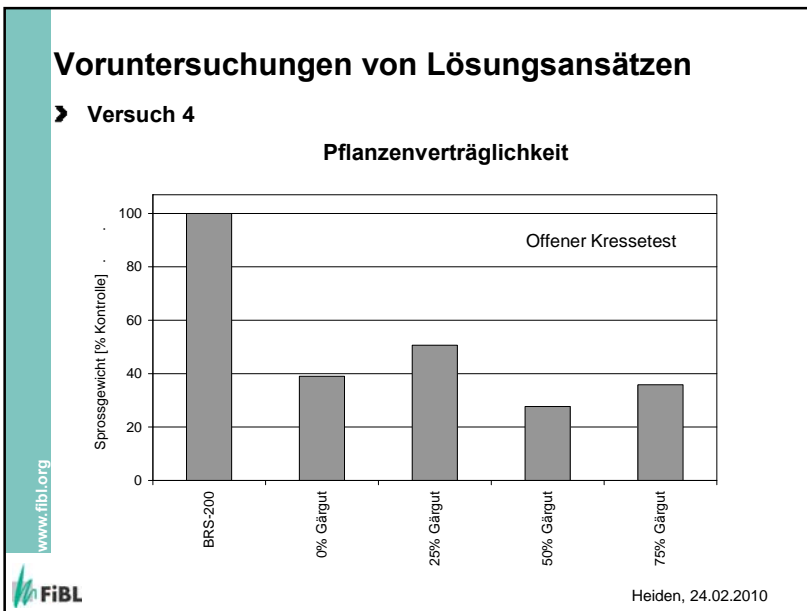
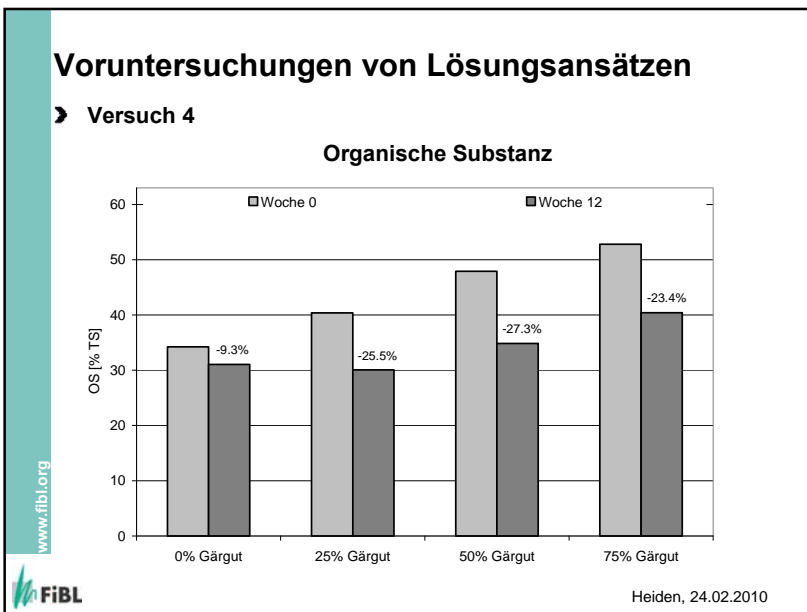
www.fibl.org

FiBL

Heiden, 24.02.2010







Voruntersuchungen von Lösungsansätzen

› Versuch 4 (Grossmiete):

- › Hohe Mietetemperatur während des ganzen Versuchs bei allen Verfahren mit Gärgut (nach 12 Wochen Prozess: 70°C)
- › Relativ regelmässige NH_4 -Gehaltsabnahme während der ganzen Rottezeit
- › Praktisch keine NO_3 -Bildung in den ersten 12 Wochen. Mögliche Gründe: Zu wenig Sauerstoff in der Miete und/oder zu hohe Temperatur.
- › Ca. 20% N-Verlust bei allen Verfahren mit Gärgut. Die Beimischung von Jungkompost hat diese Verluste kaum reduziert.
- › Humuszahl: In Grossmieten kaum Stabilisierung der organischen Substanz
- › Abbau der organischen Substanz des festen Gärgutes, jedoch kein Aufbau von Krümeln. Produkte bleiben sehr faserig.
- › Bei alle Verfahren ist die Pflanzenverträglichkeit der Komposte nach 12 Wochen immer noch sehr schlecht. Der nicht optimale Rotteverlauf durch die schlechte Sauerstoffversorgung der Grossmiete ist vermutlich dafür verantwortlich.

www.fibl.org



Heiden, 24.02.2010

Schlussfolgerungen der Vorversuche

› Prozessablauf

- › Gärgut enthält genug Energie um eine Nachrotte zu vollziehen.
- › Dank besserer Durchlüftung wird die organische Substanz in Kleinmieten besser umgesetzt.
- › Mit Zugabe von angerottetem Grüngut kann der Rotteverlauf optimiert werden.

› NH_4 -Verluste

- › Gefahr an NH_4 -Verluste sind in Kleinmiete mit intensiver Rotteführung viel höher als in Grossmieten.
- › Beigabe von angerottetem Grüngut oder von Kompost kann die NH_4 -Verluste und die N-Immobilisierung im Boden vermindern.

› Biologische Kompostqualität

- › Durch Nachrotte kann die Pflanzenverträglichkeit des Produktes stark verbessert werden.
- › Beigabe von angerottetem Grüngut kann die Pflanzenverträglichkeit verbessern, vorausgesetzt, die Qualität ist gut. Sonst können negative Auswirkung auftreten.
- › Bei Grossmieten mit nicht optimaler Umsetzung bleibt die biologische Qualität des Produktes schlecht, da zu wenig Sauerstoff für einen optimalen Rotteprozess zur Verfügung steht.

www.fibl.org



Heiden, 24.02.2010

Erste Erfahrungen aus der Praxis

› Nachrotte vom festen Gärgut aus thermophiler Trockenvergärung



www.fibl.org



Heiden, 24.02.2010

Erste Erfahrungen aus der Praxis

➤ 1. Nachrottstufe:

- in einer Halle, mit Zwangsbelüftung (3 - 4 Wochen)
- Zumischung von Papierfaserkalk, Erde und Siebüberwurf
- Umsetzung mit dem Grizzli



www.fibl.org



Heiden, 24.02.2010

Erste Erfahrungen aus der Praxis

➤ 2. Evtl. Zwischenlagerung:

- Belüftete Lagerboxen



www.fibl.org



Heiden, 24.02.2010

Erste Erfahrungen aus der Praxis

➤ 3. Nachrotte:

- Tafelmiete mit Grizzli-Umsetzer
- Allein oder in Mischung mit Grüngut



www.fibl.org



Heiden, 24.02.2010

Erste Erfahrungen aus der Praxis

➤ 4. Siebung und Herstellung verschiedener Produkte:



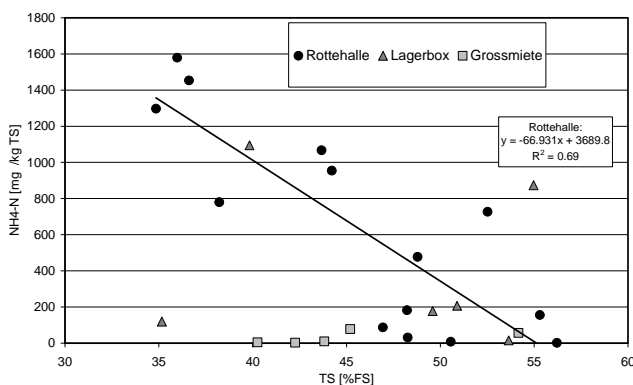
www.fibl.org



Heiden, 24.02.2010

Erste Erfahrungen aus der Praxis

➤ Bedeutung des Wassergehaltes auf NH₄-Verluste



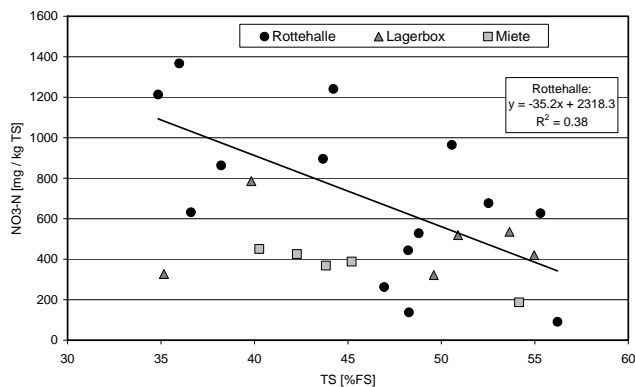
www.fibl.org



Heiden, 24.02.2010

Erste Erfahrungen aus der Praxis

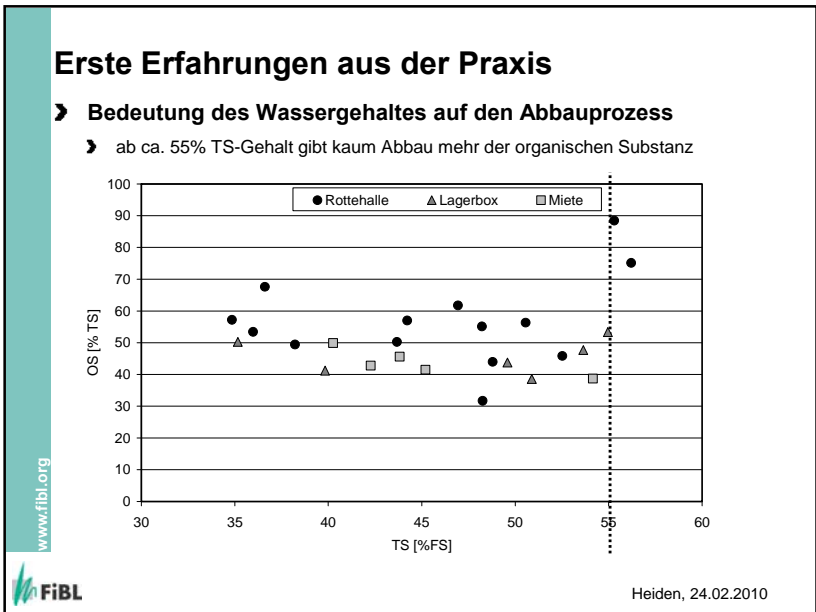
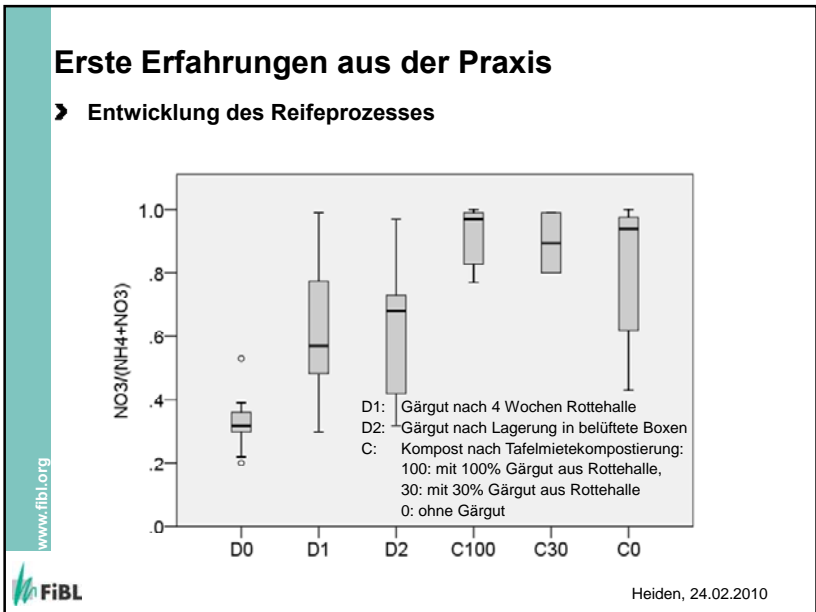
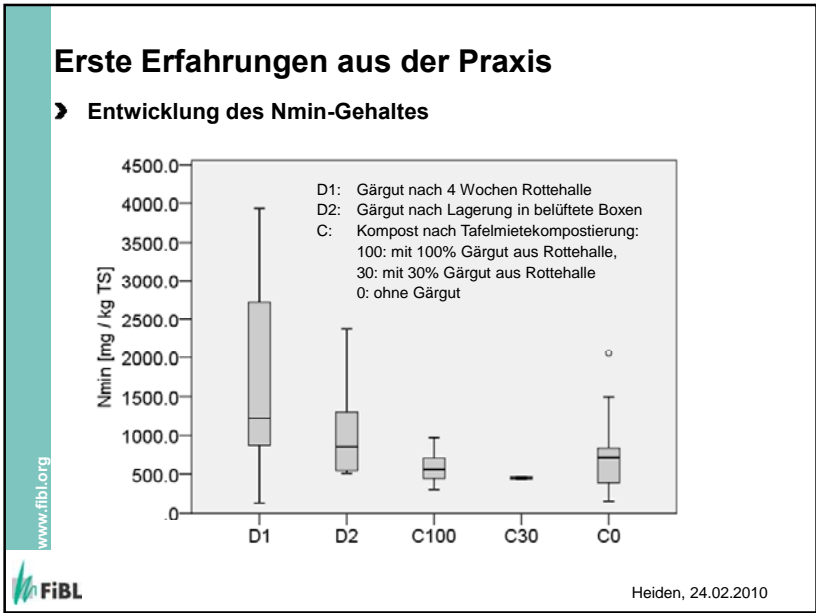
➤ Bedeutung des Wassergehaltes auf NO₃-Gehalte



www.fibl.org



Heiden, 24.02.2010



Erste Erfahrungen aus der Praxis

- Einfluss der Beimischung von Kompost auf den Rotteprozess

Gärgut nach Stufe 1



www.fibl.org



Heiden, 24.02.2010

Erste Erfahrungen aus der Praxis

- Einfluss der Beimischung von Kompost auf den Rotteprozess

Gärgut
nach Stufe 3

Gärgut + Kompost
nach Stufe 3

Kompost nach
Stufe 3



www.fibl.org



Heiden, 24.02.2010

Erste Erfahrungen aus der Praxis

- Durch optimierte Nachrotte ist es möglich, qualitativ hochwertige Komposte herzustellen.
- Um NH_4 -Verluste zu vermindern soll das Rottegut relativ feucht gehalten werden.
- Bei zu hohem TS-Gehalt findet kein Abbau statt.
- Bei genügender Feuchtigkeit wird eine gute Nitrifikation beobachtet.
- Zumischung von Grüngut verbessert den Abbau und fördert die Krümelstruktur.

www.fibl.org



Heiden, 24.02.2010

Punkte, die noch weitere Entwicklungs- und Forschungsarbeiten benötigen:

- **NH₄-N – Verluste müssen noch minimiert werden:**
 - Optimierung der Feuchtigkeitsführung
 - Optimierung der Quantität und Qualität des zugemischten Materials
 - Optimierung des Belüftungs - Managements
 - Beimischung mit angerottetem Grüngut / jungem Kompost
- **Optimierung der Aufbauphase (Krümelbildung)**
- **Kompromiss finden zwischen biologischen Anforderungen, technischer Machbarkeit, ökonomischer Betrachtung.**
- **Die Nachrotte muss gezielt den Qualitätsanforderungen und dem Anwendungszweck des Endproduktes angepasst werden.**

www.fibl.org



Heiden, 24.02.2010

Schlussfolgerungen

- **Aufwertung von festem Gärgut durch Nachrotte ist machbar, benötigt jedoch Zeit und Aufwand.**
- **Die Nachrotte kann die Produktion stabilisieren sowie hochwertige und lagerfähige Produkte ermöglichen.**
- **Durch Nachrotte kann das Anwendungsspektrum von festem Gärgut erweitert werden.**
- **Um erfolgreich zu sein muss die Nachrotte gut überlegt, geplant und durchgeführt werden.**

www.fibl.org



Heiden, 24.02.2010

Punkte, die noch weitere Entwicklungs- und Forschungsarbeiten benötigen:

- **NH₄-N – Verluste müssen noch minimiert werden:**
 - Optimierung der Feuchtigkeitsführung
 - Optimierung der Quantität und Qualität des zugemischten Materials
 - Optimierung des Belüftungs - Managements
 - Beimischung mit angerottetem Grüngut / jungem Kompost
- **Optimierung der Aufbauphase (Krümelbildung)**
- **Kompromiss finden zwischen biologischen Anforderungen, technischer Machbarkeit, ökonomischer Betrachtung.**
- **Die Nachrotte muss gezielt den Qualitätsanforderungen und dem Anwendungszweck des Endproduktes angepasst werden.**

www.fibl.org



Heiden, 24.02.2010

Schlussfolgerungen

- **Aufwertung von festem Gärgut durch Nachrotte ist machbar, benötigt jedoch Zeit und Aufwand.**
- **Die Nachrotte kann die Produktion stabilisieren sowie hochwertige und lagerfähige Produkte ermöglichen.**
- **Durch Nachrotte kann das Anwendungsspektrum von festem Gärgut erweitert werden.**
- **Um erfolgreich zu sein muss die Nachrotte gut überlegt, geplant und durchgeführt werden.**

www.fibl.org



Heiden, 24.02.2010

Dank

Die Autoren danken

- > **Bundesamt für Umwelt (BAFU),**
- > **Bundesamt für Energie (BFE),**
- > **Bundesamt für Landwirtschaft (BLW),**
- > **Axpo Kompogas AG**
- > **Leureko AG**

für ihre finanzielle und/oder technische Unterstützung.

www.fibl.org



Heiden, 24.02.2010