

## **Wirkung verschiedener organischer Mulchmaterialien auf den Nährstoff- und Wasserhaushalt des Bodens - Quantifizierung der Bedeutung für den ökologischen Landbau**

Reaction of different organic mulch materials on the nitrogen and water supply in soil -  
quantification of the meaning for organic farming

**FKZ: 02OE565**

**Projektnehmer:**

Fachhochschule Erfurt  
Fachrichtung Gartenbau  
Leipziger Straße 77, 99085 Erfurt  
Tel.: +49 361 6700-268  
Fax: +49 361 6700-270  
E-Mail: [lgf-studdekang@fh-erfurt.de](mailto:lgf-studdekang@fh-erfurt.de)  
Internet: <http://www.fh-erfurt.de>

**Autoren:**

Müller, Siegfried

Gefördert vom Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz  
im Rahmen des Bundesprogramms Ökologischer Landbau (BÖL)

**GS- Bundesprogramm Ökologischer Landbau  
- Az. 514-43.10/02OE565-**

## **SCHLUSSBERICHT**

**Zuwendungsempfänger:** Fachhochschule Erfurt, Fachbereich Gartenbau,  
Leipziger Str. 77, 99085 Erfurt

**Förderkennzeichen:** 02OE565

**Thema:** Wirkung verschiedener organischer  
Mulchmaterialien auf den Nährstoff- und  
Wasserhaushalt des Bodens- Quantifizierung der  
Bedeutung für den ökologischen Landbau

**Laufzeit:** 01.10.2002 – 31.12.2003

**Berichtszeitraum:** 01.10.2002 – 31.12.2003

**Kooperationspartner:**

FAU- Gemeinnützige Förderungsgesellschaft Arbeit und Umwelt mbH,  
Bioland- Gärtnerei, 99713 Thalebra

Markus- Gemeinschaft e.V, 06577 Hauteroda

Holzländer Naturgemüse, 07646 Schlöben

Klostergut Ökoland GmbH, 06556 Mönchpiffel

**Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft, 07743 Jena**

<b>I. KURZDARSTELLUNG.....</b>	<b>4</b>
1. Aufgabenstellung:.....	4
2. Voraussetzungen, unter denen das Vorhaben durchgeführt wurde.....	6
3. Planung und Ablauf des Vorhabens.....	7
3.1 Arbeitsschritt 1: Anlage der Feldversuche.....	8
3.2 Arbeitsschritt 2: Modellversuche zu Nährstoffdynamik und Wasserhaushalt.....	10
3.3 Arbeitsschritt 3: Untersuchung der Mulchmaterialien für die Versuche:.....	11
3.4 Arbeitsschritt 4: Auswertung der Modellversuche.....	11
3.5 Arbeitsschritt 5: Untersuchungen zum Gehalt des Bodens an Wasser und Nährstoffen (Freiland).....	12
3.6 Arbeitsschritt 6: Untersuchungen zur Biomassebildung und Nährstoffaufnahme/ -verwertung (Feld).....	12
3.7 Arbeitsschritt 7: Anlage und Durchführung von Praxisexperimenten in Betrieben.....	12
4. Darstellung des wissenschaftlichen und technischen Stands.....	14
5. Zusammenarbeit mit anderen Stellen.....	15
<b>II. EINGEHENDE DARSTELLUNG.....</b>	<b>16</b>
1. Darstellung der erzielten Ergebnisse.....	16
1.1 Feldversuche.....	16
1.1.1 Mulchversuch.....	16
1.1.2 Abdeckversuch.....	23
1.2 Gefäßversuche.....	33
1.2.1 Gefäßversuch 1.....	33
1.2.2 Gefäßversuch 2.....	37
1.2.3 Gefäßversuch 3.....	39
1.3 Praxisversuche.....	40
1.4 Inkubationsversuche.....	45
2. Darstellung des voraussichtlichen Nutzens, insbesondere der Verwertbarkeit der Ergebnisse im Sinne des fortgeschriebenen Verwertungsplanes.....	46

3. Darstellung des während der Durchführung des Vorhabens dem ZE bekannt gewordenen Fortschritts auf dem Gebiet des Vorhabens bei anderen Stellen .....	47
4. Darstellung der erfolgten oder geplanten Veröffentlichungen der Ergebnisse nach Nr. 6 .....	47
<b>III. ERFOLGSKONTROLLBERICHT .....</b>	<b>49</b>
1. Beitrag des Ergebnisses zu den förderpolitischen Zielen .....	49
2. Wissenschaftlich- technisches Ergebnis des Vorhabens .....	49
3. Die Fortschreibung der Verwertungsplanes .....	50
4. Arbeiten, die zu keiner Lösung geführt haben.....	51
5. Präsentationsmöglichkeiten .....	51
6. Die Einhaltung der Ausgaben- und Zeitplanung.....	51
<b>IV. BERICHTSBLATT / KURZFASSUNG.....</b>	<b>52</b>
<b>V. LITERATURVERZEICHNIS.....</b>	<b>53</b>
<b>VI . ANHANG .....</b>	<b>54</b>

# I. Kurzdarstellung

## 1. Aufgabenstellung:

Ausgehend von der Zielstellung, organische Stoffe mehr und mehr im Kreislaufdenken zu erfassen und wieder zu verwenden, kommt verschiedenen organischen Substanzen zunehmende Bedeutung beim Einsatz in der Pflanzenproduktion zu. Für den ökologischen Landbau trifft dies besonders zu. Zum Einen gilt es die Versorgung der Böden mit organischer Substanz (Humus) und zum Anderen, die Ernährung der Pflanzen ohne Einsatz synthetischer/ chemischer Düngemittel sicherzustellen. Dazu bedarf es bezüglich der Verwendung der verschiedenen organischen Stoffe quantitativer Aussagen, die ökologischen Anforderungen (besonders hinsichtlich der Nährstoffauswaschung und damit Grundwasserbelastung) gebührend Rechnung tragen. Mit dem konzipierten Thema (Komplexbetrachtungen und quantitative Bewertungen) soll den zeitbezogenen Anforderungen mehr als bisher entsprochen werden. Voruntersuchungen belegen die Notwendigkeit der beschriebenen Arbeitsaufgaben. In der N- Dynamik ist im Anwendungsjahr je nach Mulchmaterial mit Immobilisation (bis zu 50kg/ha) bzw. mit Freisetzung (mehr als 100 kg/ha) zu rechnen. Sowohl aus ökonomischer als auch ökologischer Sicht sind diese Differenzierungen bedeutsam. Untersuchungen zum Humushaushalt bleiben hierbei zunächst unberücksichtigt. Für das pflanzenaufnehmbare Wasser ergeben sich Zunahmen von 2- 6 Liter/ dm Bodenschicht (je nach Mulchart) gegenüber der Bezugsvariante Brache.

Die Aufgabenstellung gliedert sich in folgende Schwerpunkte:

- Untersuchungen zur Nährstoffdynamik (Freisetzung bzw. Immobilisierung) nach Höhe und Termin bei Verwendung ausgewählter Mulchmaterialien (Kompost, Stroh, und Rindenmulch) unter Modellbedingungen (Inkubation und Gefäßversuche), Variation bei den Einflußfaktoren Temperatur, Feuchtigkeit und pH-Wert bzw. Freilandbedingungen/ Feldversuche (mit Erfassung und Bewertung des Witterungseinflusses), zutreffend für die Nährstoffe Stickstoff, Phosphor, Kalium und Magnesium nach Gesamtgehalten und pflanzenverfügbaren Anteilen.

Die Auswahl der Abstufungen für die jeweiligen Einflussfaktoren erfolgt unter der Maßgabe Beachtung der Praxisrelevanz. Die Untersuchungen wurden in zwei- bis vierfacher Wiederholung angelegt.

Die Bestimmung der Nährstoffe erfolgt nach den Richtlinien des VDLUFA.

- Untersuchungen zur Nährstoffaufnahme und zur Ertragsausbildung nach Menge und Zeit durch Zwischenernten für ausgewählte Gemüsearten (2 Feldversuche,

Kulturen: Kopfsalat, Rosenkohl) in Abhängigkeit von der Art des Mulchens (Kompost, Gras, Stroh, Gründüngung sowie Hackschnitzel bzw. Rindenmulch). Die Parzellengröße variiert je nach Kulturart und damit Anzahl Pflanzen/ m<sup>2</sup> zwischen vier und zehn m<sup>2</sup> bei generell vier Wiederholungen. Durch zwei Zwischenernten werden Aussagen zur zeitlichen und mengenmäßigen Verfügbarkeit/ Aufnahme durch die Pflanzen als Basis für die Bewertung für Teilabschnitte der Pflanzenentwicklung erlangt. Untersuchungen zu den Veränderungen im C/N- Verhältniss als eine wesentliche Voraussetzung für Höhe und Verlauf von Umsetzungen werden durchgeführt.

- Untersuchungen zum Wasserhaushalt, zur Trockenrohdichte des Bodens nach Menge und Zeit, bedingt durch die unterschiedliche Mulchung ( Gras, Kompost, Stroh, Gründüngung, Hackschnitzel, Rindenmulch) getrennt für bepflanzte und unbepflanzte Parzellen.

- Weiterführende Untersuchungen (Bonituren, Auszählungen), so z. B. zu Art und Umfang des Auftretens von Beikräutern sowie Schneckenfraß werden begleitend durchgeführt. Hierbei werden Bonituren (nach bekannten Schemata) bzw. Auszählungen und Messungen differenziert für bestimmte Abschnitte der Ontogenese vorgenommen.

- Quantifizierung der Aussagen zum Nährstoff- und Wasserhaushalt, Ableitung für den Einsatz verschiedener Mulchmaterialien in der Praxis . Weiterhin ist die erste Einführung und Überprüfung der Empfehlungen in ausgewählten ökologischen Betrieben vorgesehen.

Als erstes Ziel ist die Quantifizierung der Nährstoffdynamik im Boden und hier vornehmlich Stickstoff auf Grund seiner besonderen Relevanz in der Gesamtheit Ökonomie und Ökologie zu benennen. Damit wird auch einem wesentlichen Grundanliegen des ökologischen Landbaues, der Wiederverwertung organischer Stoffe und gleichzeitiger Schonung von Ressourcen entsprochen.

Als Zweites gilt es, die Veränderungen im Wasserhaushalt, wobei das pflanzenaufnehmbare Wasser bzw. die nutzbare Feldkapazität (nFK) im Vordergrund steht, mengenmäßig zu beschreiben. Weitere Ergebnisnutzung wird vorgenommen.

Die zu erwartenden Ergebnisse tragen somit zur Sicherung der Nährstoffversorgung im ökologischen Landbau bei gleichzeitiger Berücksichtigung von Aspekten des

Umweltschutzes bei. In der zusammenfassenden Betrachtung werden Empfehlungen für die praktische Umsetzung abgeleitet.

## **2. Voraussetzungen, unter denen das Vorhaben durchgeführt wurde**

Die Versuche (auf der Freilandfläche des Fachbereiches Gartenbau mit insgesamt 3,5ha) wurden nach den Bedingungen des ökologischen Landbaues durchgeführt. Auf den 1994 übernommenen Pachtflächen wurde auf den Versuchsfeldern auf Mineraldüngung verzichtet. Der Flächenumfang für die Versuchsdurchführungen war ausreichend, so dass es bezüglich Wiederholungen und Parzellengröße keine Einschränkungen gibt. Sowohl materiell und personell gab es durch den Fachbereich allgemein und im Besonderen durch die Mitarbeiter des Versuchsfeldes gebührende Unterstützung, so dass alle geplanten Versuche in Güte und Menge wie vorgesehen realisiert werden konnten. Für die in die Untersuchungen einbezogenen Praxispartner (vgl. II.- Eingehende Darstellung, Betriebsbeschreibungen.) trifft dies ebenfalls zu. Alle Betriebe produzieren nach den vorgegebenen ökologischen Richtlinien. Somit können die erreichten Ergebnisse uneingeschränkt genutzt werden. In diesem Zusammenhang wurde von allen Kooperationspartnern großes Interesse an der Fragestellung und uneingeschränkte Bereitschaft bei der Mithilfe zur Sicherung der Versuchsdurchführungen gezeigt, zumal nicht in jedem Fall die Voraussetzungen vielfältiger Art (Betriebsgröße, Anbauumfang für die einzelnen Kulturen, in der Ausbaustufe befindlich....) als optimal zu bezeichnen sind.

Die in 1999 dem Fachbereich Gartenbau zur Nutzung übergebene Gewächshausanlage mit 2000m<sup>2</sup> unter Glas entspricht in der Ausstattung voll dem technischen Stand der Zeit und bildet somit eine sehr gute Grundlage, alle Versuche konzeptionsgerecht zu realisieren. Neben den idealen materiellen Voraussetzungen ist auch die Mithilfe der jeweiligen Mitarbeiter zu ausgewählten Arbeiten als gute Basis für die Erledigung der anstehenden Untersuchungen zu nennen.

Weiterhin sind Projektteile integrierter Bestandteil der Lehre (Einbeziehung der Studierenden durch Praktika, Übungen und Demonstrationen) – Erledigung von praktischen Arbeiten und gleichzeitig Informationen bzw. Kenntniserlangung über die Problematik Ökologischer Landbau.

Nicht zuletzt bildet die langjährig überaus gute Zusammenarbeit mit der Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft in Jena eine wesentliche Grundlage für das Projektgelingen. In Amtshilfe wurden vielfältige analytische Arbeiten, die unser Fachbereich sowohl personell als auch maschinell nicht absichern kann, nach Umfang und Güte bestens erledigt.

Zusammenfassend ist zu vermerken, dass bezüglich Versuchskapazität und personeller Absicherung alle vorgesehenen Arbeiten wie geplant umgesetzt werden konnten.

Witterungsbedingte Einschränkungen bei Freilanduntersuchungen können nicht ausgeschlossen werden.

### **3. Planung und Ablauf des Vorhabens**

Die Planung der Versuchsdurchführungen gemäß der Zuordnung zum Komplex angewandte Forschung unter besonderer Berücksichtigung von ausgewählten Aspekten der Grundlagenforschung erfolgte auf der Grundlage des vom BMVEL zur Förderung von Forschungs- und Entwicklungsaufgaben sowie von Maßnahmen zum Technologie- und Wissenstransfer im ökologischen Landbau beantragten und geförderten Projektmaßnahme. Bereits mit Einreichung der Projektskizze (17. 06. 2002) erfolgten förderungsunschädliche Vorleistungen bzw. Planungen, die für einen zeitgerechten Beginn besonders bei vegetationsbezogenen Untersuchungen (Vorlaufsicherung) notwendig sind. Dieser Aspekt ist unter der Maßgabe, dass ein für landwirtschaftliche Freilanduntersuchungen einschließlich Auswertung und Berichtsanhfertigung vergleichsweise kurzer Zeitabschnitt (01. 10. 2003 bis 31. 12. 2003 und somit nur ein Vegetationsjahr) zur Verfügung stand, entsprechend zu berücksichtigen.

Die in der Antragstellung vorgeschlagenen und im Projekt bestätigten Arbeitsabschnitte (Tab. 1) bildeten die Basis für die plangerechte Projektarbeit.

Gemäß der vorgegebenen Abschnitte wurden alle Arbeitsschritte im vorgegebenen Umfang erledigt. Über die Art der Durchführungen und den Verfahrensweisen, aber auch über Gründe, die Abweichungen/ Anpassungen ohne Minderungen in der Aussagekraft bedingten- für Untersuchungen in der Praxis ist dies nicht ungewöhnlich- wird nachstehend berichtet.

Durchgeführte Arbeitsschritte und erreichte Ziele:



**Tabelle 1: Arbeitsabschnitte**

Arbeits-schritt	Bezeichnung	1. Abschnitt	2. Abschnitt	3. Abschnitt	4. Abschnitt
		( 01.10.02-31.12.02 )	( 01.01.03-30.04.03 )	( 01.05.03-31.08.03 )	( 01.09.03-31.12.03 )
1	Anlage des Feldversuches	X			
2	Modellversuche zur Nährstoffdynamik (Gefäßversuche)	X	X		
3	Untersuchung der Mulchmaterialien für Modell- u. Feldversuche	X	X	X	
4	Auswertung der Modellversuche		X	X	X
5	Untersuchungen zum Gehalt des Bodens an Wasser u. Nährstoffen- Freiland	X	X	X	X
6	Untersuchungen zur Biomassebildung und Nährstoffaufnahme/-verwertung (Feld)		X	X	X
7	Anlage u. Durchführung von Praxisexperimenten in Betrieben			X	X
8	Ergebnisauswertung			X	X
9	Anfertigung des Ergebnisberichtes				X
10	erste Einführung in die Praxis für 2004 mit Erprobungsbericht				31.08.2004

**3.1 Arbeitsschritt 1: Anlage der Feldversuche**Mulchversuch:

Die Versuchsanlage erfolgte im Herbst 2002.

6 Parzellen mit verschiedenen organischen Mulch- und Düngematerialien (Gras, Stroh, Kontrolle/ Brache, Kompost, Stall- und Hühnerdung) in 4 Wiederholungen mit zwei Behandlungsstufen: zum Einen wurde das Material aufgebracht und im Herbst untergepflügt zum Anderen wurde im Frühjahr Mulch aufgebracht bzw. organischer Dünger untergepflügt  
 Parzellengröße: je 8 x 6 Meter, dazwischen Wege mit 2 Metern Breite .

Zusätzlich wurde eine „Kontrollvariante“ mit Mineraldüngung angelegt, um die Leistungsmerkmale von organisch gemulchter zur konventionell bewirtschafteten Fläche zu quantifizieren. Die Bepflanzung der gesamten Parzelle erfolgte am 14.03.2003 mit Kopfsalat, Sorte „Enrica“. Die Kultur wurde anfangs mit Frostschutzvlies abgedeckt. Als Zweitkultur folgte am 05.06.03 Rosenkohl, Sorte „Diabolo“. Das Mulchmaterial wurde in einer Schichtdicke von 5 bis 10 cm aufgebracht und während der Vegetationsperiode auf Niveau gehalten.

#### Abdeckversuch:

Weitergeführter Versuch der FH Erfurt seit Sommer 1995

Anlage von 6 Parzellen mit verschiedenen organischen Mulchmaterialien ( Rindenmulch, Holzhackschnitzel, Gras, Stroh, Kompost und Kontrolle/ Brache) mit einer Größe von je 7 x 5 Meter, durch Wege mit 3 Metern Breite getrennt . Rand- und Nachbarstreifen der linear angeordneten Versuchspartzellen sind mit Gras bewachsen. Die Parzellen wurden in den Versuchsjahren vor Projektbeginn nicht bepflanzt, nicht gedüngt oder in sonst einer Form bearbeitet; die Mulchmaterialien in einer Schichtdicke von ca. 10 cm während der Vegetationsperiode immer wieder erneuert . Im Jahr 2002 wurde eine Teilung der Parzellen in beplante und unbeplante ( ursprüngliche Weiterführung des Dauerversuchs)Teilstücke durchgeführt. Am 15.03.03 erfolgte die Bepflanzung mit Kopfsalat, Sorte „Moderno“ auf 7 x 2,5 Meter pro Parzelle (Variante A = unbeplante; Variante B = beplante mit Salat)

Analog zum Mulchversuch wurde die Kultur zu Beginn mittels Frostschutzvlies geschützt. Dem Salat folgte auch Rosenkohl als Zweitkultur

Bei **beiden Feldversuchen** wurden jeweils im Herbst und Frühjahr Bodenproben von 0-60 cm gezogen.

Bodenuntersuchungen zu Start und Ende: Probennahme in 0-30 cm und 30-60 cm auf:

NO<sub>3</sub>-N, NH<sub>4</sub>-N, P, K, Mg, Gesamtstickstoff (N<sub>t</sub>), C<sub>t</sub>, H<sub>2</sub>O-Gehalt, pH-Wert und Schwermetalle: Cu, Fe, Cd, Pb, Hg

Die aufgebrauchten Mulchmaterialien wurden auf folgende Inhalte untersucht: N<sub>t</sub>, P, K, Mg, C<sub>t</sub>  
Im Frühjahr sind darüber hinaus bei allen Parzellen Stechzylinderproben genommen worden, um das Porenvolumen und die Trockenrohichte unter dem Einfluss der verschiedenen Mulchmaterialien auswerten zu können.

Bodenproben wurden im Laufe des Jahres zusätzlich zu Kulturbeginn und Ernte alle 3 bis 4 Wochen (je nach Witterungsverhältnissen) bzw. mit jeder Zwischenernte in der Schicht von 0-30 cm für: NO<sub>3</sub>-N, NH<sub>4</sub>-N, H<sub>2</sub>O-Gehalt genommen.

Zu den Pflanzenuntersuchungen zählten die Ermittlung von Frischmasse, Trockenmasse (Ertrag) sowie N, P, K, Mg –Gehalte; für die Kultur Rosenkohl getrennt in Marktware und Ernterückstand

### **3.2 Arbeitsschritt 2: Modellversuche zu Nährstoffdynamik und Wasserhaushalt**

#### Gefäßversuch 1 (Mulch GV 1), ohne Bepflanzung

Der Versuch wurde in Mitscherlich- Gefäßen mit 4 Mulchmaterialien ab dem 18.12.02 bis zum 05.02.03 durchgeführt. Es wurde im Vergleich zur Brache (Kontrollvariante) mit Rindenmulch, Gras, Stroh sowie Kompost gemulcht. Außerdem wurden 2 Bearbeitungsstufen hinzugefügt: A = Mulchschicht oben aufliegend, B = Mulchmaterial eingemischt (Mulch- Auflageschicht im Gefäß ca. 2 cm; bei B Mengenbestimmung analog zu A durch Wiegen). Verwendung fand ein Boden- Sand- Gemisch ( 4:1 ) zur Optimierung des Wasser- Lufthaushaltes im Gefäß. Wiederholungszahl: n = 4 → 36 Gefäße

Nach Bedarf erfolgte das Wässern der Gefäße auf 60% maximale Wasserkapazität (MWK) mittels Wiegen (Ermittlung des Wasserverlustes verursacht durch Transpiration).

Untersuchungen: 3 Beprobungstermine + 1 Start- und Enduntersuchung (Boden + Mulchmaterial). Die Probenentnahme wurde mittels Bohrstock: und 4 Einstichen pro Termin und Gefäß gesichert. Anschließend fand ein Auffüllen der Bohrlöcher mit Sand statt.

Startanalyse Boden auf: N<sub>t</sub>, P, K, Mg, NO<sub>3</sub>-N, NH<sub>4</sub>-N, C<sub>t</sub>, pH- Wert und H<sub>2</sub>O-Gehalt

- weitere Probennahmen (3 x) u. Analyse: NO<sub>3</sub>-N, NH<sub>4</sub>-N und H<sub>2</sub>O-Gehalt
- je zweimal pro Woche Feuchte und Temperatur im Gefäß

#### Gefäßversuch 2 (Mulch GV 2), Kultur: Blumenkohl

Der Versuch wurde auch in Mitscherlich- Gefäßen mit den Mulchmaterialien Holzschnitzel und Stroh sowie Brache und Anwendung verschiedener organischer Düngebeimischungen (Variante A = Hühnerdung (1,5%N), Variante B = Horngries (27%N) ) im Boden- Sand- Gemisch (5:2) durchgeführt. n = 4 → 24 Gefäße. Laufzeit: 09.04.03 – 16.06.03

- Bepflanzung mit Blumenkohl: Startdüngung von 600 mg N pro Gefäß aus o.g. organischen Düngemitteln mit Nachdüngung auf 4 g N/ Mitscherlichgefäß
- Mulchmaterial mit ca. 2 cm Auflageschicht
- Wässern der Gefäße nach Bedarf auf 50-60 % MWK, Kontrolle mittels Tensiometer und Erfassung des Durchflusses der Tröpfchenbewässerung ( 1 Tropfstrang pro Variante ) + Temperaturmessung

Untersuchungen des Bodens: Start + Ende: NO<sub>3</sub>-N, NH<sub>4</sub>-N, P, K, N<sub>t</sub>, C<sub>t</sub>, pH- Wert und H<sub>2</sub>O-Gehalt , Mulchmaterial (Holzhäcksel, Stroh): N<sub>t</sub>, P, K

Pflanze: Frischmasse, Trockenmasse (Ertrag) sowie N, P, K – Gehalte

### Gefäßversuch 3 (Mulch GV3), Kultur: Porree

Dieser Modellversuch wurde in vergleichbarer Vorgehensweise zu den vorangegangenen Gefäßversuchen vom 30.06.03 bis 04.11.03 durchgeführt. Zwei Arten Mulchmaterial (Phacelia, Stroh) fanden zum Einen als Mulchschicht und zum Anderen in eingearbeiteter Form Anwendung. Die Gefäße wurden mit jeweils 3 Porree Pflanzen bepflanzt. Die Kontrolle des Wasserhaushaltes sowie die übrigen Analyseparameter (Boden, Pflanze, Mulchmaterial) erfolgten analog zu GV2. Der entsprechende Versuchsplan ist im Anhang des Schlussberichtes aufgeführt.

Alle Gefäßversuche wurden im Gewächshaus unter kontrollierten Bedingungen durchgeführt. Als Boden wurde für die Gefäßversuche jeweils getrocknete Erde aus dem Freiland-Versuchsfeld (Löß- Schwarzerde) verwendet und im Verhältnis 4:1 (Mulch GV 1), 5:2 (Mulch GV 2) bzw. 1:5 (GV3) mit Sand versetzt. Das verwendete Mulchmaterial wurde für diese Modellversuche entsprechend auf 1-2 cm Länge zerkleinert. Folgende Mulchmaterialien fanden Anwendung:

- Gras = Rasenschnitt, der während regulärer Mäharbeiten auf dem Versuchsgelände anfiel.
- Kompost = Belieferung erfolgt über das Kompostierungswerk in Schwerborn; Kompost mit unterschiedlich feiner und grober Körnung aber guter Strukturstabilität, RAL-zertifiziert
- Rindenmulch = RAL- zertifiziert (Nadelholzrinde, Größenfraktion von 10 bis 80 mm)
- Stroh = abgelagertes Weizen- und Gerstenstroh
- Holzhackschnitzel = zerkleinerte Holzabfälle aus der Streuobstanlage der FH
- Phacelia= unbehandeltes Pflanzenmaterial aus Gründungebestand

### **3.3 Arbeitsschritt 3: Untersuchung der Mulchmaterialien für die Versuche:**

Die Untersuchungen zu den Mulchmaterialien wurden versuchsbezogen durchgeführt (vergleiche auch Arbeitsschritte 1 und 2). Auf die Ergebnisse wird unter den jeweiligen Punkten von II) Eingehende Darstellung der Ergebnisse näher darauf eingegangen.

### **3.4 Arbeitsschritt 4: Auswertung der Modellversuche**

Die Auswertungen der Modellversuche erfolgten planmäßig. Die Ergebnisse werden ebenfalls unter Punkt II) dargestellt.

### **3.5 Arbeitsschritt 5: Untersuchungen zum Gehalt des Bodens an Wasser und Nährstoffen (Freiland)**

Der bereits im Jahre 1995, angelegte Abdeckversuch und dessen Ergebnisse haben die Dringlichkeit für weitere Forschungsarbeit im Bereich Mulchmaterialien bestärkt. Die Ergebnisse sind unter Punkt II) zusammengestellt und näher erläutert. Die Daten zu allen, unter dem Punkt „Arbeitsschritt 2“ aufgeführten, Versuchen werden dort dargestellt und im Komplex ausgewertet. Die chemischen Analysen erfolgten gemäß den VDLUFA-Methodenvorschriften. Sie sind somit uneingeschränkt vergleichbar bzw. können analytisch bedingte Abweichungen ausgeschlossen werden. Die Bewertung des Wasserhaushaltes im Boden erfolgt mittels Trockensubstanzbestimmung und Stechzylinderproben.

### **3.6 Arbeitsschritt 6: Untersuchungen zur Biomassebildung und Nährstoffaufnahme/ -verwertung (Feld)**

Für beide Feldversuche und die beiden Kulturen erfolgte die Datenerfassung gemäß Vorgabe ( vgl. auch Arbeitsschritt 1). Die Ergebnissedarstellung und deren Diskussion erfolgt unter Punkt II).

### **3.7 Arbeitsschritt 7: Anlage und Durchführung von Praxisexperimenten in Betrieben**

Um die Versuchsreihe der Fachhochschule zu vervollständigen wurde Ende Januar 2003 bei mehreren ökologisch wirtschaftenden Betrieben bezüglich der Mitwirkung bei Freilandversuchen nachgefragt. Vier Betriebe waren sofort bereit, an den Versuchen zu diesem Projekt teilzunehmen.

Kooperationspartner:

- 1.) Markus Gemeinschaft in Hauteroda, Gemüsebau, Demeter; Ansprechpartnerin: Frau Worgt
- 2.) FAU-Bioland Gärtnerei in Thalebra, Gemüsebau, Bioland; Ansprechpartner: Frau Seyffert u. Herr Warmser
- 3.) Kloostergut Ökoland GmbH in Mönchpiffel, Obstbau, Ökoland; Ansprechpartner: Herr Höfer
- 4.) Holzländer Naturgemüse in Jena/ Schlöben, Gemüsebau, Gäa; Ansprechpartner: Herr Lurtz

#### Versuchsbeginn und -durchführung in den ökologisch wirtschaftenden Betrieben:

Das erste Treffen mit den Ansprechpartnern des jeweiligen Betriebes erfolgte in der 12. KW. 2003 direkt vor Ort. Dabei wurde der genaue Ablauf des jeweiligen Versuchs besprochen, die Versuchspartzen abgesteckt und beschriftet sowie die Partzen beprobt und die

jeweiligen Kulturen für den Anbau festgelegt. Die Versuchsbetreuung erfolgte in Absprache mit den jeweiligen Partnern wobei die Termine für Bodenbeprobung und Ernte je nach Kultur und deren Ontogenese abgesprochen wurden.

#### Verwendetes Mulchmaterial und Durchführung des Versuchs:

Verwendung fanden Mulchmaterialien, die aus ökologischer Sicht unbedenklich sind und die im Betrieb anfallen, damit der Gedanke der Kreislaufwirtschaft zum Tragen kommt. Um die Versuche so praxisnah, wie möglich zu gestalten, entschieden die Betreuer über Art des Mulches und Gemüse- bzw. Obstsorte selbständig. Die Kulturführung wurde nach betriebsüblichen Kriterien durchgeführt um eventuelle Probleme, die in der „Mulch-Praxis“ auftreten, zu erkennen. Die Betreuer haben alle Daten zur Kulturführung auf einem Erhebungsbogen (der FH) aufgelistet. So lassen sich die Ergebnisse der einzelnen Betriebe miteinander vergleichen. Im Folgenden werden die einzelnen Feldversuche kurz beschrieben, die zugehörigen Versuchspläne sind im Anhang dieses Berichtes einzusehen.

#### Versuchsumfang der Betriebe:

1.) Markus Gemeinschaft in Hauteroda: 2 Feldversuchen mit 5 Versuchspartzen (vier Wiederholungen auf einer Parzelle. Es handelt sich dabei in Versuch 1 um drei Versuchspartzen (Var. 1 = Stroh, Var. 2 = Kontrolle und Var. 3 = Klee gras) mit Kohlrabi, Sorte `Superschmelz`, auf einer Fläche von rund 19 qm und in Versuch 2 um zwei Versuchspartzen (Var. A = Kontrolle und Var. B = Stroh ) mit Sellerie, Sorte `Monarch`, auf einer Fläche von 6,25 qm.

2.) FAU-Bioland Gärtnerei in Thalebra: 2 Feldversuchen mit insgesamt 6 Versuchspartzen (vier Wiederholungen auf einer Parzelle. Es handelt sich dabei in Versuch 1 um drei Versuchspartzen (Var. 1 = Gras, Var. 2 = Kontrolle und Var. 3 = Holzhäcksel) mit Knoblauch, auf einer Fläche von 96 qm und in Versuch 2 um drei Versuchspartzen (Var. A = Holzhäcksel, Var. B = Gras und Var. C = Kontrolle) mit Kohlrabi, Sorte `Superschmelz`, auf einer Fläche von 24 qm.

3.) Klostergut Ökoland GmbH in Mönchpiffel: 2 Feldversuchen mit 14 Versuchspartzen (2 Wiederholungen pro Mulchmaterial + 2 Wdh. in der Parzelle). Es handelt sich dabei in Versuch 1 um 7 Versuchspartzen (Var. 1+7 = Stroh, Var. 2+5 = Gras, Var. 3+6 = Rindenmulch und Var. 4 = Kontrolle) mit Schwarzer Johannisbeere, Sorte `Ben Alder`, auf einer Fläche von 56 qm und in Versuch 2 um 7 Versuchspartzen (Var. A+G = Stroh, Var.

B+E = Gras, Var. C+F = Rindenmulch und Var. D = Kontrolle) mit Schwarzer Johannisbeere, Sorte `Ben Tirran`, auf einer Fläche von 56 qm.

4.) Holzländer Naturgemüse: 2 Feldversuchen mit insgesamt 6 Versuchspartzen (vier Wiederholungen auf einer Parzelle). Es handelt sich dabei in Versuch 1 um drei Versuchspartzen (Var. 1 = Gründüngung, Var. 2 = Stroh und Var. 3 = Kontrolle) mit Rotkohl, auf einer Fläche von 96 qm und in Versuch 2 um drei Versuchspartzen (Var. A = Stroh, Var. B = Kontrolle und Var. C = Gründüngung) mit Sellerie, auf einer Fläche von 96 qm.

#### **4. Darstellung des wissenschaftlichen und technischen Stands**

Bezüglich anderweitiger Forschungen auf diesem Gebiet ist in dieser zusammengefassten Form nichts über bisherige Arbeiten bekannt. Untersuchungen zum Einfluss des Mulchens werden häufig ohne quantitative Bezugnahme zum Nährstoff- und Wasserhaushalt durchgeführt. In der Regel wird sich auf die bekannten Sachverhalte beschränkt bzw. verbale Beschreibungen von Vorteilswirkungen vorgenommen. So liegen bis jetzt keine mengenmäßigen Beschreibungen für die Änderungen im Wasserhaushalt beim Vergleich verschiedener Mulchmaterialien vor. Partielle Untersuchungen haben meist nur eine Art Mulchmaterial zum Gegenstand bzw. werden nur aus Sicht des Mulchens und den damit einhergehenden Vorteilen, wie

- Erosionsschutz (Wind und Wasser), speziell in Hanglagen
- Schutz gegen Sonneneinstrahlung und Wind
- Verminderung bzw. Vermeidung von Verschlammung und Krustenbildung, Erhalt und Förderung der Krümelbildung
- schnellere Erwärmung
- Verdunstungsschutz und bessere Wasserinfiltration
- Verringerung des Befalles mit Samen- und auch Wurzelbeikräutern,

meist auch nur im Bereich GaLa-Bau, geschildert. Die Verknüpfung ökologischer und ökonomischer Aspekte fehlt, wie auch die direkte Beziehung zur Pflanzenproduktion. Auch werden Aussagen zur praktischen Nutzung im ökologischen Landbau nicht direkt getroffen. Die gesellschaftlichen Belange (Bewirtschaftung von organischen Rest- u. Abfallstoffen) wurden zudem in früheren Untersuchungen bislang unzureichend berücksichtigt. Das Fehlen ganzheitlicher Betrachtungsweisen (beginnend mit naturwissenschaftlichen Grundlagen bis zur Anwendung/ Praxiseinführung) für die Problematik Mulchen sowie für die Berücksichtigung der Belange des ökologischen Landbaus lassen die vorgeschlagene Komplexbetrachtung als notwendig erscheinen.

Als Fachliteratur wurden folgende Arbeiten neben der Berücksichtigung der Internet-Veröffentlichungen bzw. Ausführungen einbezogen. Grundlage für die Konzipierung der vorgelegten Aufgabenstellung und der Themenbearbeitung bildet eine von uns in Auftrag erstellte Literaturrecherche der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg zum Komplex Mulch. Weiterhin wurden das Buch von K. Kretschmann: „Mulch total“ sowie die dazu gehörende Fernsehsendung des ORB (2003) einbezogen.

Ausführungen zu bestimmten Verfahren bzw. zur Schutzrechtsproblematik entfallen, da derartige Betrachtungen bei rein naturwissenschaftlichen Arbeiten als wenig sinnvoll erscheinen und von vornherein nicht mit schutzrechtswürdigen Ergebnisse zu rechnen war. Vielmehr standen Überlegungen zur vielfältigen Nutzung der Ergebnisse (Praxiseinführung) ohne Begrenzungen im Vordergrund.

## **5. Zusammenarbeit mit anderen Stellen**

Die im Projekt eingebundenen Kooperationspartner wurden bereits genannt. Desweiteren wurden zur anstehenden Problematik interessierte bzw. verantwortliche Kollegen aus Wissenschaft, Praxis und dem zuständigen Thüringer Ministerium in verschiedener Weise einbezogen (Konsultationen/ Gespräche zur Erlangung von Informationen bis zu aktiver Einbeziehung/ Teilnahme). Dabei wurde sich nicht nur auf Thüringen beschränkt, sondern Fachtagungen nationaler Art genutzt (z. B. Treffen von ökologisch ausgerichteten Verbänden- Fachtagung Ökologischer Landbau in Stadtroda- Thüringer Ökoherz, , VDLUFA-Kongreß, Tagungen der Gesellschaften für Gartenbau und Pflanzenernährung). Insbesondere trifft dies für Kollegen der Verbände und Praktiker zu, die sich direkt mit der ökologischen Produktion beschäftigen. Die Verbindung zu Fachkollegen/ Verbänden war eine wesentliche Voraussetzung für die Sicherung der Versuchsdurchführungen in der Praxis, zumal in Thüringen der ökologische Produktionsumfang und damit die Basis für derartige Untersuchungen noch vergleichsweise klein ist.



## II. Eingehende Darstellung

### 1. Darstellung der erzielten Ergebnisse

Um die Übersicht zu wahren, wird sich auf die Darlegung wesentlicher und aus der Sicht Diskussion notwendiger Ergebnisse und Beschreibungen beschränkt. Auf Einzelheiten der betreffenden Versuchsdurchführungen wird nicht eingegangen. Sie können aus den als Anlagen beigefügten Versuchsplänen des Zwischenberichtes entnommen werden.

#### 1.1 Feldversuche

##### 1.1.1 Mulchversuch

In diesem Versuch wird der Einfluß verschiedener Mulchmaterialien und differenzierter organischer Düngung unter dem Aspekt der Herbst- Frühjahrsanwendung im Vergleich zum Anbau ohne Mulchung (Kontrolle) in 2003 untersucht. Einzelheiten zu den Varianten und zur Versuchsdurchführung sind aus Abschnitt I (Arbeitsschritte 1) zu entnehmen. Zu Versuchsbeginn (Herbst 2002) wurde der Boden auf die Ausgangswerte für die Makronährstoffe N, P, K und Mg sowie pH-Wert untersucht. Folgende Werte wurden ermittelt (Tab.2):

**Tabelle 2: Mittlere Bodengehalte Mulchversuch (Herbst 2002)**

NO <sub>3</sub> -N [kg/ha]	NH <sub>4</sub> -N [kg/ha]	N <sub>min</sub> [kg/ha]	P [mg/100g]	K [mg/100g]	Mg [mg/100g]	pH-Wert
22	2,36	24,36	15,1	25,1	20,1	7,31

Für P, K und Mg wird eine gute bis sehr gute Versorgung des Bodens ermittelt, für N<sub>min</sub> –wie zu erwarten hauptsächlich Nitratstickstoff- sind die Werte niedrig, insbesondere wenn man bedenkt, dass es sich um eine Löß- Schwarzerde handelt (vgl. auch den pH-Wert mit 7,3). Bei 24 kg/ha in 0-30cm Schichttiefe ist mit N- Düngungseffekten zu rechnen und somit ein vorhandener unterschiedlicher Einfluß der organischen Düngung bzw. des Mulchens quantitativ für Stickstoff nachweisbar.

Für das Frühjahr 2003 zeigt sich, dass es bei Herbstmulchung mit Gras zu einer Erhöhung des N<sub>min</sub>- Gehaltes im Boden im Frühjahr kommt. Gras wird selbst unter den vergleichsweise ungünstigen Temperaturbedingungen zum Teil mineralisiert. Ökologisch ist dies bedenklich, da der im Herbst durch Mineralisation freigesetzte Stickstoff über Winter ausgewaschen bzw. verlagert werden kann. Somit ist die Art des Herbst- Mulchens abzulehnen. Für Stalldung und Kompost ändert sich erwartungsgemäß N<sub>min</sub> nicht. Dies trifft auch für Stroh zu. Hier ist eher mit Immobilisation zu rechnen (Tab. 3).

**Tabelle 3: Mittlere Bodengehalte Mulchversuch zum 31. März 2003**

	N <sub>min</sub> [kg/ha]	P mg/100g	K mg/100g	Mg mg/100g	Nt [%]	Ct [%]	H <sub>2</sub> O [%]	PH-Wert	Schicht [cm]
Rasen	39	26,7	31	15,8	0,16	1,8	15,3	7,3	0-30
Herbst	38						14,8		30-60
Stroh	24	20,7	21	14,9	0,15	1,8	15,7	7,5	0-30
Herbst	25						14,2		30-60
Stallung	27	20	23	14,8	0,14	1,7	16,0	7,5	0-30
Herbst	33						13,2		30-60
Brache	31	19,1	21	15,7	0,15	1,7	14,6	7,5	0-30
	29						13,9		30-60
Kompost	27	22,1	26	13,3	0,14	1,6	15,0	7,5	0-30
Herbst	25						14,2		30-60

#### 1.1.1.1 Kultur: Kopfsalat

Für die Zwischenerntetermine sind die Unterschiede im Bodengehalt an N<sub>min</sub> und Wasser relativ niedrig. Dies ist auf die intensive Biomassebildung bei Salat und damit verbundener Nährstoff- und Wasseraufnahme zurückzuführen.

Der Wassergehalt zu Vegetationsbeginn in der Schicht 0-30cm wird durch die Zufuhr der organischen Materialien in 0-30cm geringfügig verbessert (15,5% im Mittel aller Behandlungen gegenüber 14,6% bei der Kontrolle). In der Vegetationszeit verringern sich die Unterschiede im durch das Mulchmaterial bedingten Wassergehalt, da insgesamt wenig Wasser zur Verfügung stand und es demzufolge von den Pflanzen aufgenommen wurde. Die unterschiedliche Aufnahme findet aber Ausdruck durch die Mehrbildung an Biomasse durch Mulchen, so dass dadurch der positive Einfluß des Mulchens auf den Wasserhaushalt belegt wird.

Der Gehalt an Kohlenstoff mit 1,6-1,8% und somit ca. 3,5% Humus ist standortentsprechend. Der Gehalt an Gesamtstickstoff beträgt 0,14 bis 0,16% und bestätigt das C:N- Verhältnis von 10:1. Für P, K, Mg und pH kommt es erwartungsgemäß im Boden zu keinen Änderungen (Tab. 3). Gleiches trifft auch für die Werte zu den Zwischenernteterminen und zur Endernte Rosenkohl zu, so dass auf eine Darstellung der Ergebnisse verzichtet wird. (Bei Bedarf können die Ergebnisse bei den Bearbeitern eingesehen werden). Die Ergebnisse bestätigen lediglich den bekannten Sachverhalt der Streuungen, die sich aber in sehr engen Grenzen halten. Die geringen Streuungen sind auch ein Indiz dafür, dass es sich um eine hinsichtlich Boden homogene Fläche handelt, die demzufolge gute Voraussetzungen für eine Versuchsdurchführung bietet.

In Tabelle 4 und 5 sind die in der Fruchtfolge Salat- Rosenkohl erzielten Erträge aufgeführt.

**Tabelle 4: Frischmasseerträge, Nährstoffgehalte und Nährstoffentzüge von Kopfsalat für die Zwischenernte und Endernte**

Zwischenernte SALAT 20.05.2003		Nährstoffgehalte Pflanze					Entzüge (mg je Pflanze)			
	Ertrag	N	P	K	Mg	TM	N	P	K	Mg
	(g/Pflanze)	% TM	% TM	% TM	% TM	% FM				
Gras Herbst	154	3,13	0,49	5,77	0,44	7,40	35,7	5,6	65,8	5,0
Gras Frühjahr	193	3,91	0,57	6,65	0,35	5,40	40,8	5,9	69,3	3,6
Stroh H	194	3,03	0,47	5,92	0,38	7,40	43,5	6,7	85,0	5,5
Stroh F	123	3,92	0,56	6,78	0,36	5,60	27,0	3,9	46,7	2,5
Stalldung H	136	3,44	0,55	6,17	0,42	5,90	27,6	4,4	49,5	3,4
Stalldung F	232	3,4	0,51	6,35	0,42	6,00	47,3	7,1	88,4	5,8
Brache	166	3,07	0,49	5,8	0,43	7,00	35,7	5,7	67,4	5,0
Kompost H	186	3,05	0,52	5,97	0,37	6,50	36,9	6,3	72,2	4,5
Kompost F	187	3,2	0,52	5,92	0,4	6,30	37,7	6,1	69,7	4,7



**Abbildung 1: Mulchversuch, Kultur: Rosenkohl, Darstellung der Brache (rechts, nach Beikrautentfernung) sowie der Mulchung mittels Gras (links, Frühjahrs-Mulchung) zur Zwischenernte**

Endernte SALAT 03.06.2003		Nährstoffgehalte Pflanze					Entzüge (mg je Pflanze)			
	Ertrag	N	P	K	Mg	TM*	N	P	K	Mg
	(g/Pflanze)	% TM	% TM	% TM	% TM	% FM				
Gras H	449	3,08	0,59	7,32	0,35	5,00	69,1	13,2	164,3	7,9
Gras F	511	3,19	0,66	6,99	0,35	4,30	70,1	14,5	153,6	7,7
Stroh H	288	2,59	0,53	6,76	0,3	5,70	42,5	8,7	111,0	4,9
Stroh F	314	2,74	0,53	7,25	0,3	5,10	43,9	8,5	116,1	4,8
Stalldung H	319	2,46	0,5	6,75	0,33	5,80	45,5	9,3	124,9	6,1
Stalldung F	478	3	0,58	6,99	0,37	4,20	60,2	11,6	140,3	7,4
Brache	345	2,3	0,49	6,23	0,36	6,20	49,2	10,5	133,3	7,7
Kompost H	409	2,53	0,55	6,67	0,39	5,20	53,8	11,7	141,9	8,3
Kompost F	427	2,78	0,63	6,12	0,36	4,70	55,8	12,6	122,8	7,2

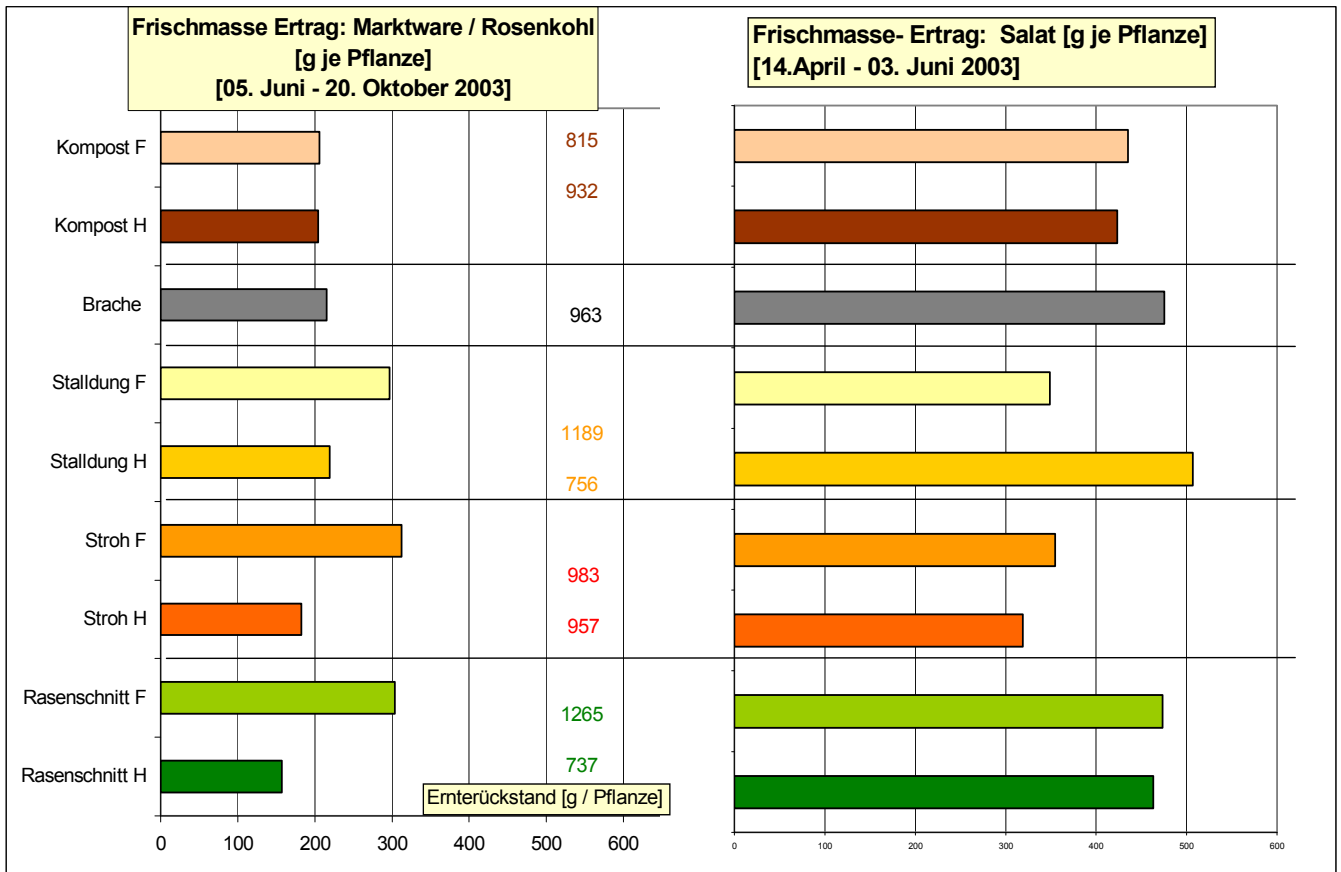
Für die Zwischenernte der Kultur Kopfsalat streuen die Ergebnisse der Erträge (Mittelwerte von 20 Pflanzen) beträchtlich (für Brache 166g Frischmasse je Pflanze und für die Behandlungen 123 bis 232g, aber auch für den Vergleich einer Behandlung, z. B. Stalldung mit 136 bzw. 232g). Sie begründen keine Vorteilswirkung durch organische Düngung bzw. durch Mulchen. Offensichtlich sind im zeitigen Frühjahr noch keine Wirkunterschiede, sondern erst mit zunehmender Kulturdauer zu erwarten.

Für die Endernte zeigt sich ein anderes Bild. Das Mittel aller Erträge auf den Parzellen mit Mulchung liegt bei 399g Frischmasse/ Pflanze, für die Kontrolle dagegen bei 345g. Bei Einsatz von Stroh ist mit Immobilisierung von N zu rechnen. Der Mehrertrag von 54g bzw. 15% ist beträchtlich und durch den Kombinationseffekt Stickstoff und Wasser bedingt. Die N-Gehalte im Salat (für ungemulcht 2,30% und für gemulcht zwischen 2,53 und 3,27%) und die N- Entzüge (Kontrolle: 49mg und im Mittel der Mulchmaterialien 56mg/Pflanze) bestätigen diese Annahme.

Die Gehalte an P, K und Mg werden durch die Behandlungen wie zu erwarten nur geringfügig erhöht. Sie liegen mit 0,50 - 0,66% für P, mit mehr als 6% für K und 0,30 bis 0,42% für Mg in Bereichen, die man ausnahmslos als hoch und somit nicht als ertragsbegrenzend bezeichnen kann.

### 1.1.1.2 Kultur: Rosenkohl

Bedingt durch die Sommertrockenheit ist die Biomassebildung für die erste (30. 07.03) und zweite (24.08.03) Zwischenernte wenig ausgeprägt (vgl. auch Abb.1). Aus diesem Grund wird auf die Darstellung der Ergebnisse für die zweite Zwischenernte verzichtet. Erst ab Ende August (dann mit Hilfe von Zusatzwasser, sonst wären die Pflanzen vertrocknet) wächst der Rosenkohl bedeutend und erreicht zur Endernte am 20.10.03 noch eine beträchtliche Masse (Abb.2). 1. Zwischenernte: Unabhängig von Art und Zeitpunkt des Mulchens wird außer bei Kompostausbringung im Herbst (180g Frischmasse/ Gesamtpflanze) gegenüber der Kontrolle ein Mehrertrag ausgewiesen, der bei Mulchung mit Rasenschnitt im Frühjahr besonders hoch ausfällt (durchschnittlich 950g je Pflanze). Für die Endernte wird für Frühjahrsapplikation des Materials gegenüber Herbstanwendung stets eine Vorteilswirkung ausgewiesen. Dies ist nicht verwunderlich, zumal ein Herbstmulchen keinen direkten Bestand bis Frühjahr hat und bei Bearbeitung der Flächen (Pflanzung bzw. Aussaat hinderlich ist). Insofern ist von vornherein auf Frühjahrsmulchung zu orientieren. Hinzu kommt, dass Herbstausbringung gegenüber der Kontrolle nicht besser abschneidet. Für das Mittel der Mulchung mit Gras und Stroh (die Materialien mit der meisten praktische Bedeutung) wird ein mittlerer Ertrag pro Gesamtpflanze von 1559g, bei der Kontrolle aber lediglich 1147g/Pflanze ermittelt und damit eine beträchtliche Vorteilswirkung durch das Mulchen und wie bei Salat in Kombination Wasser und Stickstoff begründet, nachgewiesen.



**Abbildung 2: Mulchversuch, Übersicht der Frischmasse Erträge je Pflanze und Mulchmaterial für Rosenkohl und Kopfsalat zur Endernte**

Für die Kompostvarianten ist kein Unterschied zur Kontrolle festzustellen, wofür es schwer fällt, eine Erklärung zu finden. Offensichtlich ist die N- Freisetzung aus Kompost im ersten Jahr geringer als allgemein erwartet. Die für den Langzeitversuch beschriebenen Ergebnisse bestätigen dies Annahme eindrucksvoll. Bezüglich Verbesserung des Wasserhaushaltes ist ohnehin nicht mit gravierendem Einfluß zu rechnen. Mit Vorteilen durch Kompostanwendung ist erst nach längerer Zeit zu rechnen. Vielleicht waren auch die ausgebrachten Mengen zu niedrig. Die Stalldungvarianten bestätigen den zu erwartenden Sachverhalt der Vorteilswirkung.

Die für die Gesamtpflanze beschriebenen Ergebnisse werden auch für den Marktanteil (Röschen) - das Maß der Dinge - festgestellt, wobei insgesamt das Verhältnis Gesamtpflanze zu Marktanteil nicht befriedigt. Als Hauptursache hierfür ist die ungünstige Witterung (fehlender Niederschlag) zu nennen. Wassergehalte zwischen 7,7 und 9,1 Vol.% zum Termin zweite Zwischenernte (21.08.03) sind als unzureichend einzustufen. Für Brache sind es durchschnittlich 215g Marktware/ Pflanze und für Mulchen Frühjahr mit Gras und Stroh im Mittel 309g.

**Tabelle 5: Rosenkohl, 1. Zwischenernte: Frischmasseerträge, Gehalte und Entzüge**

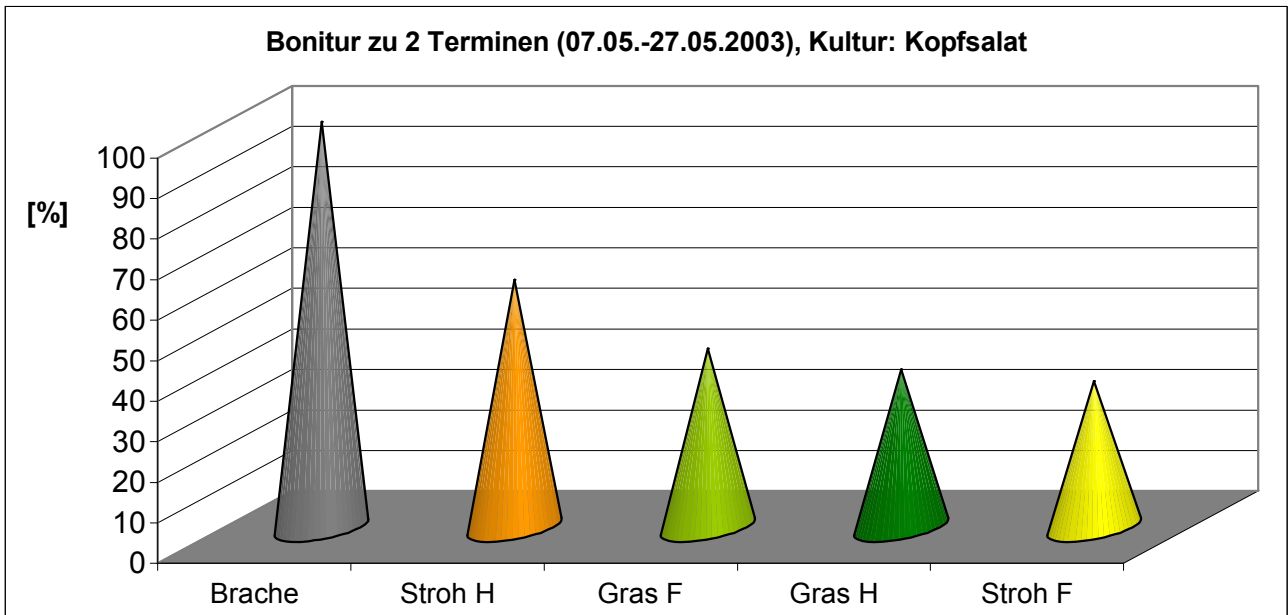
		Nährstoffgehalte Pflanze					Entzüge (mg je Pflanze)			
30.07.03	Ertrag	N	P	K	Mg	TM	N	P	K	Mg
	g/Pflanze	% TM	% TM	% TM	% TM	% FM				
Gras H	350	3,96	0,47	4,76	0,35	11,95	165,6	19,7	199,0	14,6
Gras F	950	3,89	0,49	6,49	0,35	9,52	351,8	44,3	587,0	31,7
Stroh H	390	3,67	0,42	4,39	0,37	13,26	189,8	21,7	227,0	19,1
Stroh F	470	3,81	0,46	4,74	0,37	11,47	205,4	24,8	255,5	19,9
Stalldung H	280	3,72	0,43	4,11	0,41	12,93	134,7	15,6	148,8	14,8
Stalldung F	330	3,89	0,45	4,36	0,4	12,60	161,7	18,7	181,3	16,6
Brache	210	3,82	0,4	4,01	0,39	13,87	111,3	11,7	116,8	11,4
Kompost H	180	3,39	0,41	4,11	0,35	14,39	87,8	10,6	106,5	9,1
Kompost F	360	3,31	0,45	4,75	0,41	12,15	144,8	19,7	207,8	17,9

Für die Inhaltsstoffe muß sich bei Rosenkohl auf die 1. Zwischenernte beschränkt werden (Tab.5). Es ist nicht möglich, bei Ernte zwei Monate vor Ende des Bearbeitungszeitraumes und gleichzeitigem Abgabetermin für den Bericht, das Erntegut aufzuarbeiten, zu analysieren, die Ergebnisse aufzuarbeiten und als Bericht vorzulegen. Es ist für weitere Projekte zu prüfen, ob zwischen Ende Bearbeitungs- und damit Förderzeitraum und dem Termin der Berichtsabgabe nicht ein Zeitraum von drei Monaten liegen sollte. Für DBU-Projekte wird dies mit gutem Erfolg praktiziert.

Für die erste und auch zweite Zwischenernte liegen die Gehalte für die Makronährstoffe N, P, K und Mg in den als optimal bekannten Bereichen. Unterschiede zwischen den Behandlungen sind nicht zu verzeichnen.

Auf die Darstellung der ermittelten Gehalte für ausgewählte Schwermetalle und für die Änderungen der Trockenrohdichten (TRD) wird für diesen Versuch verzichtet, zumal für diese Parameter erst nach langjähriger Versuchsdauer mit signifikanten Wertedifferenzierungen zu rechnen ist (es sei auf die für den Abdeckversuch aufgeführten Ergebnisse verwiesen).

Für diesen Feldversuch wurde zusätzlich eine Bonitur zum Besatz an Beikräutern im gemulchten/ ungemulchten Bestand durchgeführt (Abb.3).



**Abbildung 3: Relative Anzahl aufgetretener Beikräuter bei unterschiedlichen Mulchmaterialien im Vergleich zum ungemulchten Bestand (Brache =100%)**

Die Verwendung von Mulchmaterial wie Stroh und Gras bei Kopfsalat reduzierte deutlich das Aufkommen von Beikräutern im Bestand bis zu über 70% (Stroh, Frühjahr). Ein vermehrtes Auftreten von Schneckenfraß im Bestand aufgrund von Mulchung konnte bei keiner Variante beobachtet werden, was auch auf die Witterungsverhältnisse im betreffenden Jahr zurückzuführen ist.

### 1.1.2 Abdeckversuch

1. 1. 2. 1 mit Bebauung (2003 Fruchtfolge Kopfsalat- Rosenkohl):

Untersuchungen zu Ertragsbildung, Nährstoffaufnahme, –verwertung und –gehalten im Boden sowie zum Wasserhaushalt

Analog zum beschriebenen Mulchversuch sind Angaben zu den Varianten und zur Versuchsdurchführung aus 3.1 Arbeitsschritt 1 sowie dem entsprechenden Versuchsplan im Zwischenbericht zu entnehmen, so dass nachfolgend sich auf Darstellung und Diskussion der Ergebnisse beschränkt wird. Bei der Bewertung der Ergebnisse ist zu bedenken, dass es sich einerseits um einen Dauerversuch handelt, andererseits derartige Untersuchungen notwendig sind, da Nachwirkungen eine größere Rolle als bei Mineraldüngerversuchen spielen und Aussagen zur organischen Substanz im Boden und auch zur Nährstoffdynamik (hauptsächlich N) ohnehin erst nach längerer Zeit zuverlässig beschrieben werden können. In dem in 2003 durchgeführten Versuch mit Bepflanzung, allerdings einjährig und somit ohne Wiederholung, wird zunächst der Einfluß langjähriger Mulchanwendung auf Ertrag und



Nährstoffaufnahme in der Fruchtfolge Salat- Rosenkohl untersucht. Die Ergebnisse zum Teil ohne Bebauung sind nachfolgend unter Punkt 1. 1. 2. 2 aufgeführt.

Betrachtet man die Werte für die Bodenuntersuchungen, so wird deutlich, dass es über die lange Laufzeit des Versuches in Abhängigkeit von der Art der organischen Substanz zu ausgeprägten Veränderungen kommt (Tab. 6,7,8). Die ist bedeutsam für den ökologischen Landbau, da hier die Ausbringung von organischen Materialien einen höheren Stellenwert als im konventionellen Teil hat.

**Tabelle 6: Einfluß langjähriger Anwendung verschiedener Mulchmaterialien auf ausgewählte Bodenkennwerte für 2 Schichten**

unbepflanzt	Trockenrohddichte	H <sub>2</sub> O [%]	Trockenrohddichte	H <sub>2</sub> O [%]
	HERBST 2002		FRÜHJAHR 2003	
Rindenmulch 0-30cm	1,25	26,6	1,47	18,4
30-60 cm		20,1		15,6
Holzhäcksel	1,30	34,4	1,37	21,3
		21,2		17,4
Gras	1,47	32,8	1,07	35,6
		21,9		18,3
Stroh	1,45	20,9	1,40	29,4
		21,7		12,2
Kompost	1,44	21,8	1,41	18,6
		16,3		15,8
Brache (Kontrolle)	1,52	17,5	1,48	16,2
		15,4		13,8

**Tabelle 7: Nährstoffgehalte und ausgewählte Bodenkenndaten im Abdeckversuch mit und ohne Bebauung. Vergleich der Gehalte vor Pflanzung Salat und nach der Ernte.**

Probenahme	N <sub>min</sub> kg/ha	N <sub>t</sub> %	C <sub>t</sub> %	P mg/100g	K mg/100g	Mg mg/100g	pH-Wert	H <sub>2</sub> O %
02.04.2003, unbepflanzt								
Rindenmulch 0-30cm	20	0,13	1,7	24,9	30	16,8	7,2	18,4
30-60 cm	33							15,6
Holzhäcksel	35	0,25	4	24,9	39	17,5	7,4	21,3
	38							17,4
Gras	238	0,41	4,9	61	143	21,6	6,4	35,6
	231							18,3
Stroh	16	0,18	2,3	31,1	87	16,8	7,2	29,4
	25							12,2
Kompost	24	0,18	2	35,7	58	23,8	7,2	18,6
	33							15,8

Brache (Kontrolle)	12 29	0,13	1,4	17	23	14,9	7,3	16,2 13,8
Probenahme 03.06.2003, nach Ernte Salat	Nmin kg/ha	N <sub>t</sub> %	C <sub>t</sub> %	P mg/100g	K mg/100g	Mg mg/100g	pH-Wert	H <sub>2</sub> O %
Rindenmulch 0-30cm Unbepfl. 30-60 cm	24 29	0,12	1,5	21,3	25	15,6	7,4	14
Rindenmulch, bepflanzt	24 38	0,14	2,3	24,3	31	15,9	7,2	18,5
Holzhäcksel unbepflanzt	16 29	0,19	3,1	23,2	39	24,6	7,3	22,2
Holzhäcksel bepflanzt	31 59	0,16	2,3	23,8	38	16,7	7,3	18,6
Gras unbepflanzt	133 218	0,35	4,3	56,5	126	18,2	6,2	32,6
Gras bepflanzt	215 294	0,29	3,4	68,5	150	21,6	6,3	22,2
Stroh unbepflanzt	32 29	0,21	2,8	29,5	86	16,5	7,2	22,1
Stroh bepflanzt	24 25	0,19	2,4	28,7	96	16,4	7,2	22
Kompost unbepflanzt	31 42	0,38	4,4	48,8	54	22,9	7,2	12
Kompost bepflanzt	62 54	0,39	4,5	50,6	72	23,8	7,2	15,5
Brache (Kontrolle) unbepflanzt	12 25	0,12	1,5	17	18	14,9	7,3	11,5
Brache bepflanzt	16 29	0,13	1,5	17,2	20	15,6	7,3	12,6

Sowohl die zum Pflanztermin Salat als auch die zum Pflanztermin Rosenkohl ermittelten Werte zeigen eine gute Übereinstimmung für die einzelnen Mulchmaterialien unabhängig vom untersuchten Parameter (Tab. 7). Dadurch erhöht sich die Sicherheit der Aussage.

Betrachtet man den C<sub>t</sub>- Gehalt als wichtigste Voraussetzung für Bodenfruchtbarkeit, so wird deutlich, dass sich langfristige Veränderungen durch die einzelnen Behandlungen ergeben. Gegenüber Brache mit dem schon beschriebenen Ausgangswert gibt es mit Werten von 1,4% (C<sub>t</sub>) bzw. ca. 3,0% Humus praktisch keine Änderungen. Demgegenüber wird durch die ständige Grasschicht auf Grund der günstigen Voraussetzungen für Umsetzungen der Humusgehalt beträchtlich erhöht. Ob Werte von fast 4,9% C<sub>t</sub> bzw. nahezu 10% Humus sinnvoll sind, ist zu bezweifeln. Dieser starke Anstieg führt zu unerwünscht hoher N-

Mineralisation, die sich in Größenordnungen bewegt, die das Maß des Aufnahmevermögens durch Pflanzen erheblich übersteigt.  $N_{min}$ -Werte von fast 300kg/ha und Schichttiefe sind als viel zu hoch abzulehnen, selbst unter dem Aspekt, dass diese Anreicherungen über die Zeit wesentlich durch fehlende Pflanzenbestände bedingt sind. Für die Praxis ergibt sich der Schluß, dass bei langjähriger Grasmulchung verstärkt auf die mögliche Anhäufung von  $N_{min}$  zu achten ist bzw. auf die Art des Mulchens über Jahre verzichtet wird (vgl. auch die Werte nach Ernte des Salates, 03. 06.).

Selbst nach Ernte des Rosenkohls (20. 10.) sind die Gehalte an  $N_{min}$  mit Werten von 152 bzw.172 kg/ha und Schicht noch viel zu hoch und in jedem Fall aus ökologischer Sicht abzulehnen. Es kommt wie zu erwarten zu keiner ausgeprägten Abnahme gegenüber dem Startwert im Frühjahr. Die Freisetzung ist nicht geringer als die N- Aufnahme durch die Pflanzen. Für die Ausbringung von Materialien mit weitem C:N-Verhältnis (Rindenmaterial und Stroh) besteht diese Gefahr nicht (Tab. 7). Unerwartet niedrig sind die Startwerte für Kompost. Für diese Variante kommt es erst im Laufe der Vegetationszeit zu Anstiegen bedingt durch Mineralisation (vgl. Werte für unbepflanzte, Tab.7 ). Auf Unterschiede im Mineralisierungspotenzial ist aus den nachfolgend beschriebenen ausgewählten Mulchmaterialien abzuleiten (Tab.8).

**Tabelle 8: Nährstoffgehalte und C:N- Verhältnis verwendeter Mulchmaterialien**

Mulchmaterial	$N_t$	$C_t$	C:N	P	K	Mg (%)
Stroh	0,74	45,9	62:1	0,085	0,14	0,086
Gras	2,15	43,7	20:1	0,286	0,99	0,139
Stalldung	2,25	40,5	18:1	0,592	2,59	0,763

Die Ergebnisse zeigen aber auch wie beträchtlich die Nährstofffrachten für P, K und Mg in Abhängigkeit vom Mulchmaterial sind. Bei Nährstoffbilanzierungen ist dem mehr als bisher zu entsprechen.

Die Gehalte an Gesamtstickstoff ( $N_t$ ) bestätigen trotz der behandlungsbedingten Differenzierungen –in diesem Zusammenhang ist auf die damit verbundenen Unterschiede im Mineralisierungspotential und den sich aus ökologischer Sicht ergebenden Bedenken zu verweisen- das zu erwartende Verhältnis zum Kohlenstoff ( $C_t$ ). In der Regel wird das für Mineralböden bekannte Verhältnis von 10:1 bestätigt.

Die für N beschriebenen Änderungen durch die langjährige Art des Mulchens zeigen sich auch für die P und K- Gehalte (ca. 60mg P und 150mg K/100 g Boden durch Gras). Diese sind als viel zu hoch zu bewerten. Praxisrelevanz haben die Erhöhungen durch Stroh und Kompost. Sie sind Beleg dafür, dass damit die Bodenfruchtbarkeit aus der Sicht dieser Nährstoffe verbessert werden kann. Für den ökologischen Landbau sicherlich ein

interessanter Aspekt. Allerdings ist auf die bei Kompost mögliche Überanreicherung zu verweisen.

Nicht unerwähnt bleiben darf die Erhöhung des Gehaltes an Bodenwasser als eine wesentliche Voraussetzung für gutes Pflanzenwachstum und damit einhergehender Erhöhung der Nährstoffeffizienzen unabhängig von der Art des Mulchens. Damit wird einer Grundforderung des ökologischen Landbaues gut entsprochen.

Die beschriebenen Veränderungen für das Bodenwasser stehen im Zusammenhang mit der Trockenrohdichte (TRD) und damit dem Porenvolumen. Gegenüber Brache mit einer TRD von 1,52 für 0-30cm Schichttiefe sinken die Werte je nach der Art des Mulchens auf 1,25 bis 1,44g/ Liter (Tab. 6) . Die Zunahme an Porenvolumen ist bezüglich physikalischer Bedingungen (Wasser- Lufthaushalt) als positiv zu bewerten und darf im Komplex Mulchen bei der Gesamtbewertung nicht unberücksichtigt bleiben.

In Tabelle 9 sind für den Termin Ernte Salat die Gehalte an Schwermetallen im Boden aufgeführt. Vergleicht man diese mit den Daten zu Versuchsstart (April) so sind sie Beleg dafür, dass es durch Mulchen unabhängig von der Art zu keiner Erhöhung kommt. Hinsichtlich der genannten Schwermetalle besteht Unbedenklichkeit. Besonders wichtig erscheint dies aus der Sicht des Cadmiums als bedeutendste Umwelttoxine. Für bebaut und un bebaut waren keine Unterschiede zu erwarten.

**Tabelle 9: Bodengehalte an Schwermetallen nach Ernte von Salat 2003**

Probenahme	Cd	Hg	Pb	Mn	Cu	Fe
03.06.03	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
	LTM	LTM	LTM	CAT	CAT	CAT
Rindenmulch, bepflanzt	0,29	0,15	32,2	212	5,2	79
Rindenmulch, unbepflanzt	0,37	0,14	34,7	246	5,8	139
Holzhäcksel, bepflanzt	0,32	0,16	35,9	210	6,3	164
Holzhäcksel, unbepflanzt	0,34	0,13	36,0	163	5,5	119
Gras, bepflanzt	0,30	0,15	32,1	167	4,1	134
Gras, unbepflanzt	0,35	0,14	34,2	183	4,5	98
Stroh, bepflanzt	0,33	0,16	34,0	249	4,9	94
Stroh , unbepflanzt	0,33	0,15	32,1	246	5,4	89
Kompost, bepflanzt	0,36	0,20	39,0	102	4,6	69
Kompost, unbepflanzt	0,40	0,17	35,2	109	4,7	73
Brache, bepflanzt	0,29	0,18	31,6	281	5,2	70
Brache, unbepflanzt	0,29	0,17	29,9	283	5,6	65

Die in den Tabellen 10, 11 und 12 aufgeführten Resultate spiegeln in der Grundaussage die bereits beschriebenen Ergebnisse wieder. Eine Ausnahme bildet die ungemulchte Parzelle für die Endernte Rosenkohl. Offensichtlich wird mit Verbesserung der

Wachstumsbedingungen hinsichtlich Witterung (Niederschläge) ab September ein Ausgleich erreicht. Für die Endernte Salat kommt es zu mulchbedingten Unterschieden, wobei für Gras die Erträge unerwartet hoch sind. Selbst unter dem Summeneffekt Wasser und Stickstoff war dies nicht zu erwarten. Für die Mulchmaterialien mit weitem C:N- Verhältnis war ohnehin nur mit positiver Wirkung betreffs Wasser zurechnen. Im Gegenteil, negative Folgen durch N-Mangel (Immobilisation) sind von vornherein nicht auszuschließen.

**Tabelle 10: Abdeckversuch mit Bebauung, Übersicht der Erträge und Entzüge: Salat**

Zwischenernte 13.05.2003 Kultur: Salat		Nährstoffgehalte Pflanze					Entzüge (mg je Pflanze)			
	Ertrag	N	P	K	Mg	TM	N	P	K	Mg
	(g/Pflanze)	% TM	% TM	% TM	% TM	% FM				
Rindenmulch	235,5	2,5	0,387	4,51	0,34	5,6	33,2	5,1	59,9	4,5
Holzhäcksel	272	2,54	0,406	4,53	0,3	4,7	32,4	5,2	57,7	3,9
Gras	1063,1	4,26	0,812	8,36	0,44	3,2	146,1	27,9	286,7	14,9
Stroh	226,7	2,63	0,461	5,23	0,29	5,3	31,3	5,5	62,3	3,4
Kompost	389,6	2,69	0,44	5,45	0,38	6,4	67,0	11,0	135,6	9,3
Brache	322,2	2,39	0,37	4,59	0,34	6,2	47,3	7,3	90,9	6,8
Endernte 03.06.2003 Kultur: Salat		Nährstoffgehalte Pflanze					Entzüge (je Pflanze)			
	Ertrag	N	P	K	Mg	TM	N	P	K	Mg
	(g/Pflanze)	% TM	% TM	% TM	% TM	% FM				
Rindenmulch	308,8	2,63	0,494	5,48	0,29	5,64	45,8	8,6	95,4	5,0
Holzhäcksel	298,4	3,08	0,587	6,59	0,32	4,69	43,1	8,2	92,2	4,5
Gras	938,7	4	0,905	7,75	0,34	3,23	121,1	27,4	234,7	10,3
Stroh	226	2,64	0,563	6,3	0,29	5,25	31,3	6,7	74,8	3,4
Kompost	322	2,29	0,464	6,64	0,35	6,39	47,1	9,5	136,6	7,3
Brache	209,4	2,5	0,496	5,21	0,31	6,15	32,2	6,4	67,1	4,0

**Tabelle 11: Übersicht der Erträge und Entzüge: Rosenkohl zur Zwischenernte**

Zwischenernte 21.08.2003 Kultur: Rosenkohl		Nährstoffgehalte Pflanze					Entzüge (je Pflanze)			
	Ertrag	N	P	K	Mg	TM	N	P	K	Mg
	(g/Pflanze)	% TM	% TM	% TM	% TM	% FM				
Rindenmulch	590	2,63	0,38	4,4	0,34	14,50	225,0	32,5	376,4	29,1
Holzhäcksel	690	3,03	0,38	4,3	0,38	13,50	282,2	35,4	400,5	35,4
Gras	1490	4,41	0,49	4,79	0,29	13,70	900,2	100,0	977,8	59,2
Stroh	900	2,4	0,35	4,23	0,27	14,80	319,7	46,6	563,4	36,0
Kompost	790	2,93	0,35	4,86	0,36	15,50	358,8	42,9	595,1	44,1
Brache	360	3,4	0,39	4,12	0,34	15,20	186,0	21,3	225,4	18,6

**Tabelle 12: Übersicht der Erträge: Rosenkohl zur Endernte**

Endernte 20.10.2003 Kultur: Rosenkohl	Gesamtpflanze	Marktware	Ernterückstand	Marktware
	Ertrag	Ertrag	TM	TM
	(g/Pflanze)	(g/Pflanze)	% FM	% FM
Rindenmulch	802,4	105,20	18,90	19,10
Holzhäcksel	1467,1	248,10	17,60	17,70
Gras	2100,1	371,60	17,10	15,80
Stroh	1141,8	255,90	18,60	16,60
Kompost	1126,7	253,20	19,20	19,30
Brache	1216,9	208,10	17,80	17,60

Die Nährstoffgehalte N, P und K für Salat zeigen die zu erwartende Abhängigkeit von der jeweiligen Mulchung unabhängig vom Erntetermin. Für Rosenkohl Zwischenernte trifft dies weniger zu. Für Brache sind die N- Gehalte hoch. Dies darf man nicht überbewerten, zumal die Erträge drastisch niedriger im Vergleich zu den anderen Varianten sind und somit der massebedingte Verdünnungseffekt nicht eintrat. Für die Endernte trifft das nicht mehr zu. Die Erträge für ungemulcht sind vergleichbar in ihrer Höhe wie die für Stroh und Kompost, jedoch deutlich niedriger als für Gras (vgl. Abb. 4).



**Abbildung 4: Abdeckversuch, Kultur: Kopfsalat (Zeitpunkt der Endernte), Darstellung der Varianten Gras (rechts) sowie Rindenmulch (links)**

Die Erträge der Gras- Parzelle sind auf den bereits genannten Summeneffekt Wasser und Nährstoffe zurückzuführen. Für die Ertragsunterschiede Rinde und Holzhäcksel, die sich schon für die Zwischenernte andeuteten, können es als Erklärung die Unterschiede im N- Haushalt (ausgeprägte Immobilisation bei Rindenmulch gegenüber den „stabileren“ Holzhäckseln angeführt werden.

Die durch das C:N- Verhältnis begründeten Unterschiede im Stickstoffhaushalt (von deutlicher Freisetzung bei Gras bis zu hoher Immobilisation -„Fermentation“- bei Rindenmulch) machen sich in der N- Ernährung und den Erträgen bemerkbar und sind bei der Bewertung Mulchen in der Gesamtheit Wasser und Nährstoffe zu berücksichtigen.

Auf die Inhaltsstoffe für die Endernte Rosenkohl muß aus den schon bekannten Gründen leider verzichtet werden.

### 1. 1. 2. 2 Feldversuch ohne Bebauung- Untersuchungen zur N- Dynamik und zum Wasserhaushalt (1995-2002)

Der positive Einfluß des Mulchens sowohl auf den Wasser- als auch den  $N_{min}$ -Gehalt des Bodens ist allgemein bekannt. Häufig fehlen aber Betrachtungen über einen längeren Zeitraum bzw. begrenzen sich auf einzelne, ausgewählte Mulchmaterialien.

Mit der nachstehenden Auswertung wird versucht, in einer Übersichtsbetrachtung dieser Zielstellung zu entsprechen, wobei sich zunächst auf die Bodentiefe 0-60 cm beschränkt werden soll (Tab.13 und 14). Durch vorliegende Ergebnisse lassen sich allgemeingültige Betrachtungen ableiten, besonders unter der Maßgabe, daß für die Mittelwerte der einzelnen Jahre vergleichsweise hohe  $N_{min}$  – Gehalte auf der Brache- Fläche ermittelt worden. Diese Werte sind im wesentlichen durch die tiefgründige Löß- Schwarzerde des Standorts bedingt. Sie verdeutlichen zugleich die Brisanz derartiger  $N_{min}$ - Mengen aus ökologischer Sicht, insbesondere hinsichtlich Sickerwasserbildung.

**Tabelle 13: Einfluß langjähriger Mulchung auf den Gehalt an  $N_{min}$  in 0-60 cm Bodentiefe (kg/ha - Differenz zur Brache, Mittelwerte der einzelnen Jahre)**

	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	
Brache absolut	140	95	125	190	195	130	125	165	
Kompost	0	0	95	55	70	50	90	30	
Stroh	-10	0	-20	-45	-65	-40	-20	-40	
Hackschnitzel	-15	-10	-30	-50	-40	-40	10	210	
Rinde	-15	-10	-40	-70	-65	-30	0	70	
Gras	100	220	250	340	320	265	380	515	

Aus Tabelle 13 wird ersichtlich, dass in Abhängigkeit vom Mulchmaterial, und hier vornehmlich durch das C/N- Verhältnis geprägt, die zu erwartenden und deutlich ausgeprägten Unterschiede festzustellen sind. Offensichtlich überwiegt durch das ständige

Nachmulchen die N- Immobilisation im Vergleich zur Mineralisierung bei den meisten Materialien. Bei der Betrachtung der Ergebnisse über die Jahre ist außerdem der Summeneffekt zu berücksichtigen, da wie bei Brache durch die fehlende Bebauung mit Anreicherungen zu rechnen ist und das jährliche „Nachmulchen“ deutliche Unterschiede zwischen den Materialien im N- Gehalt des Bodens bedingt.

Beim Mulchen in Pflanzenbeständen ist mit einer derartigen Ausprägung der Werte für  $N_{\min}$  auf Grund der N- Aufnahmen durch die Pflanzen nicht zu rechnen. Unabhängig davon, ist der unterschiedlichen Beeinflussung durch die verschiedenen Mulchmaterialien bei der Auswahl der zu verwendenden Mulchmaterialien bei fehlendem Bewuchs aus ökologischer Sicht gebührend Rechnung zu tragen. So sind Materialien mit einem engen C/N- Verhältnis (grasartig) in diesen Fällen abzulehnen. Auf der anderen Seite ist vornehmlich bei mittlerem bis hohem N- Bedarf durch Pflanzen bei Verwendung von Materialien mit einem weiten C/N- Verhältnis eine zusätzliche N- Düngung einzuplanen.

Interessant ist der direkte Vergleich der  $N_{\min}$ - Werte für Stroh und Kompost. Wie zu erwarten und durch Literatur allgemein belegt, wird bei Ausbringung von Kompost erst ab dritten Jahr nach der Anwendung eine N- Freisetzung registriert. Dieser Aspekt muß ebenfalls in der Praxis beachtet werden. Nicht ohne weiters zu erklären ist die, auch nach langjähriger Anwendung zu verzeichnende N- Immobilisation bei Strohausbringung. Hier hätte man analog zu Kompost ab dem dritten Jahr eine N- Freisetzung angenommen.

Für den Wassergehalt im Boden in Abhängigkeit von der unterschiedlichen Mulchung ergeben sich die in Tabelle 14 aufgeführten Ergebnisse. Bezugnehmend auf die alleinige Bedeutung des Anteiles pflanzenaufnehmbaren Wassers für das Wachstum, wurde unter Einbeziehung der Werte für den permanenten Welkepunkt auf diesen Teil des Bodenwassers bezogen.

Im Anwendungs- und auch im zweiten Jahr wird unabhängig von der Art des Mulchmaterials eine bedeutende Erhöhung des Gehaltes an pflanzenverfügbarem Wasser gegenüber Brache durch Verminderung der unproduktiven Verdunstung erzielt. Die Zunahmen liegen bei ca. 40 Liter/m<sup>2</sup> in 0-60 cm bzw. je dm bei ungefähr 7 Liter (25 L in 0-60cm für Brache und 25l für das Mittel aller Mulcharten). Bei 400l / kg Trockenmasse (TK400) sind es durch Wasser Mehrerträge von 0,1kg TM/qm bzw. 10 dt /ha.



**Tabelle 14: Einfluß langjähriger Mulchung auf den Gehalt des Bodens an pflanzenaufnehmbarem Wasser in 0-60 cm Bodentiefe (Liter/m<sup>2</sup> - Mittelwerte der Jahre)**

	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	Mittel
Brache	-5	-2	20	40	25	30	40	25	25
Kompost	40	45	55	55	40	45	60	40	50
Stroh	40	40	60	65	70	65	75	55	60
Hackschnitzel	45	45	85	100	115	100	95	75	85
Rinde	45	40	70	85	75	85	75	45	65
Gras	35	40	65	85	85	90	100	90	65

Aus der Sicht des Pflanzenwachstums in Abhängigkeit vom Wasser ergibt das mehr Kultursicherheit und bedingt eine Einsparung von Arbeitsgängen (Verabfolgung notwendiger Gaben Zusatzwasser wird reduziert oder fällt weg). Besonders für den GALA- Bau ist dies interessant, weil häufig nicht die Möglichkeiten der Bewässerung gegeben sind und somit Reduzierungen bei der Bestandesdichte nicht ausbleiben. Aber auch im alternativen Landbau sollte diesem Aspekt mehr als bisher Rechnung getragen werden.

Betrachtet man die Wassergehalte mit zunehmender Versuchsdauer, so ergeben sich die zu erwartenden Differenzierungen. Für holzähnliche Stoffe ist bei zunächst gleicher Verdunstung mit mehr Kondensation und damit Verbleib des Wassers in der Mulchschicht zu rechnen. Für die, im Vergleich zu den anderen Materialien, bei Gras hohen Werten gibt es zunächst keine Erklärung. Offensichtlich hängt dies aber mit den günstigen Bedingungen für die N- Dynamik und damit Verbesserung der Bodenfruchtbarkeit in der Summe Stickstoff und Wasser zusammen.

Die Schwankungen im Gehalt an pflanzenaufnehmbarem Wasser für die einzelnen Jahre sind wesentlich durch die jahresspezifischen Niederschlagsmengen bedingt (vgl. auch Brache mit -5 und +40Liter in 0-60 cm Schichttiefe). Bedeutsam wird der Effekt des Mulchens besonders dann, wenn der Gehalt an pflanzenverfügbarem Wasser unter Null sinkt ( pF >4,2). Für die Brache betrifft dies in den Jahren 1995 und 1996 den Zeitraum Anfang Mai bis Ende August. Pflanzenbaulich gesehen ist dies der Vegetationsabschnitt mit beträchtlicher Biomassebildung und demzufolge auch hohem Wasserbedarf. Bei rechnerischer Betrachtung dieses Sachverhaltes wäre aufgrund des Wassergehaltes der Brachfläche zu diesem Zeitpunkt kein Pflanzenwachstum möglich gewesen. Praktisch verhält sich dies allerdings anders, da durch die Bodenbedeckung mit Blattmasse (Blattflächenindex i.d.R.> 1) die unproduktive Verdunstung gemindert wird.

Tab. 14 macht deutlich, dass die Auswahl des Mulchmaterials in Abhängigkeit von der Bedingung des Einzelfalles gebührende Berücksichtigung finden muß. Nur so lassen sich die Vorteilswirkungen in der Kombination Stickstoffhaushalt und Bodenwasser entsprechend nutzen.

Die beschriebenen Ergebnisse haben nicht nur für den ökologischen Landbau aus der Sicht Produktion Bedeutung. Sie gelten auch für die entsprechenden Bedingungen des Garten- und Landschaftsbau. Gerade hier sind es fehlende Wasserbereitstellung und weniger der Nährstoffmangel, die das Anwachsen der Pflanzen sowie deren Jugendentwicklung (Bestandsbildung) stark gefährden können.

## **1.2 Gefäßversuche**

Ein entscheidender Vorteil bei der Durchführung von Modellversuchen ist eine Prüfung unter den strengen Bedingungen im Gewächshaus bzw. der Ausschaltung von Witterungseinflüssen. Allerdings sind die Ergebnisse hinsichtlich Übertragbarkeit auf Praxisbedingungen eingeschränkt, nicht zuletzt dadurch begründet, dass ein vergleichsweise geringes Bodenvolumen zur Verfügung steht. Auch sind Probleme bei der Herstellung repräsentativer Mischproben auf Grund der zuzusetzenden geringen Mengen nicht in jedem Fall auszuschließen. Die zu erwartenden Ergebnisse sind als ein Beitrag zur Ursachenfindung bzw. mehr zur Beschreibung von grundsätzlichen Zusammenhängen geeignet und weniger der angewandten Forschung zuzuordnen.

Wie schon zu den Feldversuchen ausgeführt, ist die Beschreibung für die Varianten und zu den jeweiligen Versuchsdurchführungen aus den entsprechenden Anlagen des Zwischenberichtes bzw. Punkt 3.2. (Arbeitschritt 2) zu entnehmen.

### **1.2.1 Gefäßversuch 1**

Laufzeit: 49. KW 2002- 8. KW 2003

Nachstehend sind die Ergebnisse der Bodenuntersuchungen und für die entsprechenden Mulchmaterialien zum Versuchsansatz aufgeführt (Tab. 15). Sowohl für die Makronährstoffe P und K als auch für  $N_t$  und Humus sind die Werte wie zu erwarten nur wenig abweichend von den für die Feldversuche erhaltenen Ergebnisse. Damit ist die Basis für die Vergleichbarkeit der Resultate gewährleistet. Die Werte sind wiederum als hoch zu bewerten. Die für die Mulchmaterialien erhaltenen Unterschiede im Gehalt an Gesamtstickstoff sowie P und K liegen in der zu erwartenden Größenordnung.

**Tabelle 15: Gefäßversuch 1, Nährstoffgehalte Boden zum Start und zum Versuchsende**

Startanalyse (18.12.02)	mg/ 100g Boden				
	NO <sub>3</sub> - N	N <sub>t</sub> (%)	C <sub>t</sub> (%)	P	K
Mischprobe	15,8	0,22	5,47	32,4	39,2
Endanalyse (05.02.03)					
Brache (Kontrolle)	1,12	0,15	3,91	25,4	26,3
Kompost, gemulcht	1,16	0,17	4,43	28,8	46,8
Kompost, eingearbeitet	1,62	0,19	4,57	29,3	40,0
Stroh, gemulcht	1,27	0,16	4,08	26,6	27,9
Stroh, eingearbeitet	0,23	0,16	4,17	27,1	29,9
Rindenmulch, gemulcht	1,17	0,17	4,17	30,9	32,7
Rindenmulch, eingearb.	0,46	0,15	4,07	26,9	28,5
Gras, gemulcht	2,29	0,16	4,21	26,5	34,6
Gras, eingearbeitet	2,19	0,15	3,83	27,1	30,9

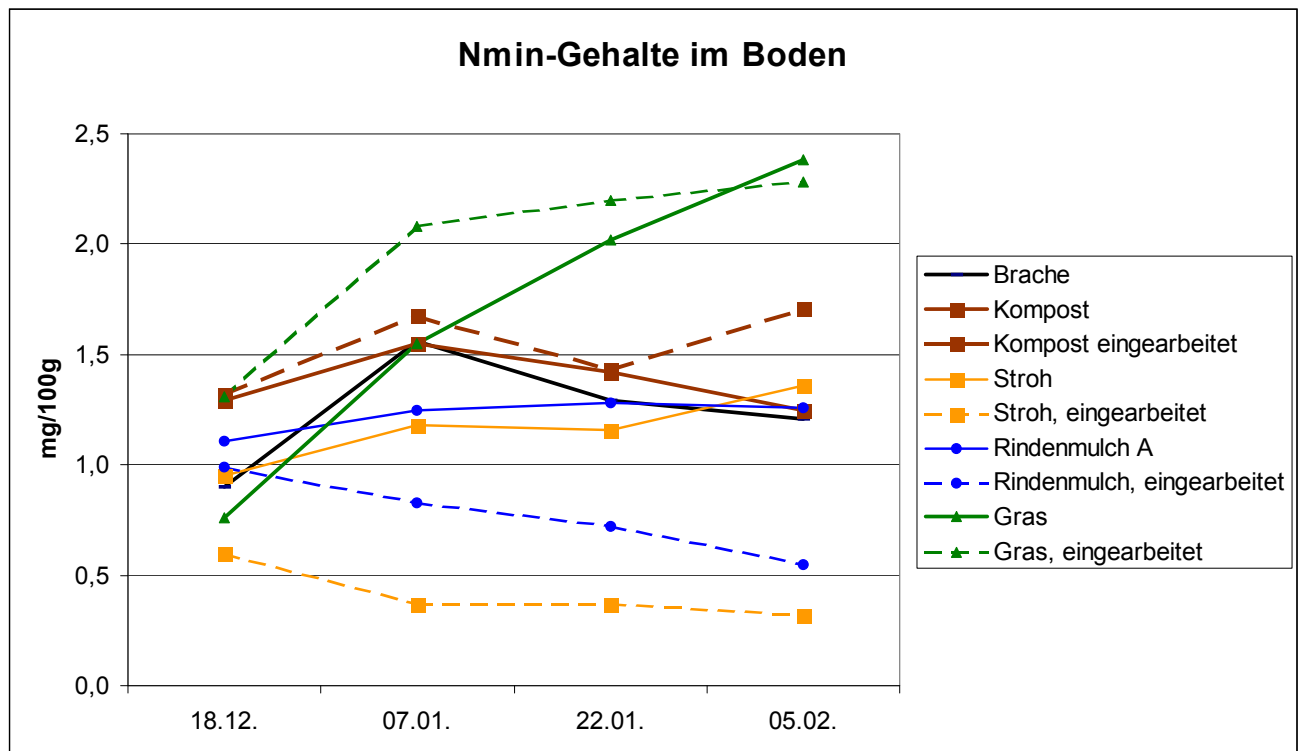
Interessant ist der Vergleich der Startwerte Mulchmaterial mit den Werten zu Versuchsende. Für Gras kommt es durch das enge C:N- Verhältnis zu Abnahmen im Gehalt an Gesamtstickstoff (Mineralisierung), wogegen bei Stroh das weite C:N- Verhältnis keine Umsetzungen (Abnahmen) bedingt (Tab.16). Die für Rinde zu verzeichnende Reduzierung im Gehalt an N<sub>t</sub> ist nicht unbedingt erklärbar bzw. waren nicht zu erwarten. Als Ursache können Schwierigkeiten bei der Gewinnung repräsentativer Proben bzw. bei der Aufbereitung des holzartigen Materials nicht ausgeschlossen werden.

**Tabelle 16: N<sub>t</sub>-Gehalt im Mulchmaterial zu Versuchsbeginn und -ende**

Mulchmaterial	N <sub>t</sub> (%)	N <sub>t</sub> (%)
	18.12.03	05.02.03
Stroh	0,86	0,81
Gras	2,39	1,81
Rindenmulch	0,54	0,39

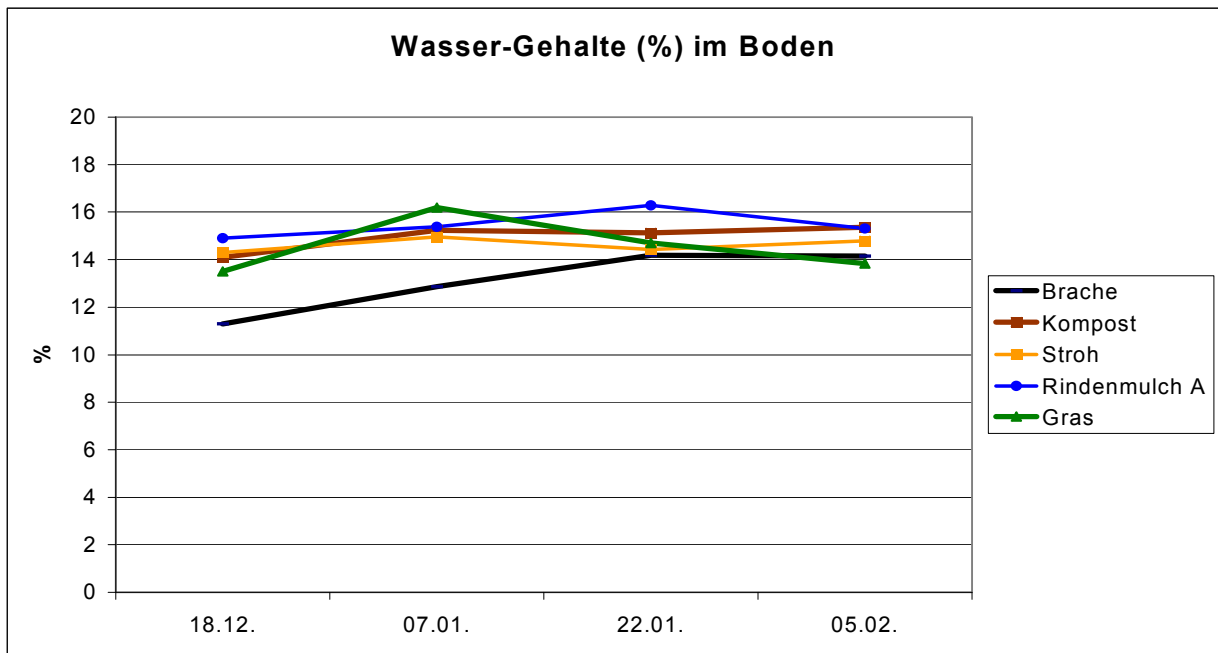
Quantifiziert man die N- Umsetzungen, gemessen an den Gehalten an N<sub>min</sub> im Boden über die Zeit- und hier wie schon in den vorangegangenen Untersuchungen ist ausschließlich Nitratstickstoff zu finden-, kommt es nur zu einer Werteerhöhung bei Grasausbringung und zwar unabhängig davon, ob eingearbeitet oder obenauf appliziert wurde. Bis zu Versuchsende kommt es zu einer Verdoppelung der Gehalte (Abb.5). Für die übrigen Materialien zeigt sich das Bild bis auf Kompost- hier sind es geringe „Gewinne“ durch Mineralisierung- anders. Im Feldversuch mit den ungünstigeren Bedingungen für Freisetzung zeigte sich ein anderes Ergebnis für Kompost. Bis auf Rindenmulch obenauf sind es zum Teil beträchtliche Abnahmen. Dies ist wiederum Bestätigung für die unter diesen

Voraussetzungen stattfindenden Prozesse der N-Immobilisierung. Für die Varianten mit Einarbeitung zeigt sich das auf Grund des intensiveren Kontaktes mit dem Boden noch ausgeprägter. Das diese Ausprägung bei Gras ebenfalls zu verzeichnen ist, allerdings für zunehmende N- Freisetzung. Das ist logisch und bedarf keiner weiteren Begründung.



**Abbildung 5: Gefäßversuch 1, Nmin- Gehalte im Boden in Abhängigkeit des Mulchmaterials und der Bearbeitungsart**

Für die Wassergehalte wird im Vergleich der Varianten obenauf und eingearbeitet deutlich, welche Vorteilswirkung eine auf dem Boden befindliche Mulchschicht bedingt (Abb.6). Die unproduktive Verdunstung ist sicherlich im Vergleich zu ungemulcht zunächst wenig beeinflusst durch die Abdeckung. Jedoch wird durch die Kondensation des Wassers im aufliegenden Mulchmaterial das Wasser dem Boden wieder zugeführt. Der Unterschied zwischen obenauf und eingearbeitet beträgt unabhängig von den einzelnen Mulchmaterialien im Mittel aller Termine 1,64% (13,26 und 14,90% und somit mehr als zehn Prozent). Wenn man bedenkt, dass diese Zunahme ausschließlich den Anteil pflanzenverfügbares Wasser betrifft, so wird dieser Umstand noch bedeutsamer für die Praxis. Im Vergleich zu Brache bringt alleinige Einarbeitung wie auch zu erwarten nur wenig höhere Wassergehalte (13,26 zu 13,12%). Insgesamt bestätigen die Ergebnisse die für Praxisbedingungen beschriebenen Erhöhungen im Gehalt an pflanzenverfügbarem Wasser und tragen somit zur Ergebnissicherung bei.



**Abbildung 6: Gefäßversuch 1, Wassergehalte in Abhängigkeit von Mulchmaterial und Zeit**

**Tabelle 17: Mittelwert der Wasserverdunstung bei verschiedenen Mulchmaterialien in Gefäßkultur (in ml)**

Mulchmaterial	Bearbeitung	Mittel in ml
Brache/ Kontrolle		937,5
Kompost	aufliegend	875
Kompost	eingemischt	868,75
Stroh	aufliegend	625
Stroh	eingemischt	856,25
Rindenmulch	aufliegend	631,25
Rindenmulch	eingemischt	1000
Gras	aufliegend	625
Gras	eingemischt	1068,75

Der Wasserverbrauch in unbewachsenem Boden verhält sich in Anlehnung an den Abdeckversuch im Freiland und damit wie erwartet. Die Werte in Tabelle 17 zeigen, dass der Wasserverbrauch (Verdunstung) bei den mit Stroh und Gras bedeckten Varianten am geringsten ist, dicht gefolgt von Rindenmulch. Kompost und Brache liegen im Durchschnitt mit 200 – 300 ml über den Wassergaben von Stroh, Gras und Rindenmulch. Es erfolgt damit nachweislich ein Wasserersparnis zu ungemulchtem Boden von bis zu umgerechnet 6 – 9 Liter, das den Pflanzen zugute kommt, wenn man die Ergebnisse auf eine Bodenschicht von 0 – 30 cm bezieht. Interessant ist ebenfalls der hohe Wasserverbrauch bei den Varianten mit

unter gemischtem Mulchmaterial. Es kann davon ausgegangen werden, dass der höhere Wasserverbrauch aus der Umsetzung der organischen Substanz im Boden resultiert.

### 1.2.2 Gefäßversuch 2

Berücksichtigt man die Bedingungen der Nichtbebauung für den vorher beschriebenen Modellversuch mit den sich daraus ergebenden Einschränkungen hinsichtlich Bedeutung für die Praxis, so stellt sich die Frage, wie es sich unter den Voraussetzungen einer Bewandung verhält. Diesem Umstand trägt der nachstehend dargestellte Modellversuch Rechnung. Die Varianten mit organischer Düngung wurden gewählt, weil unter Mulchung mit erhöhter Freisetzung (durch Temperatur- und Feuchte bedingt) zu rechnen ist und in der Praxis des ökologischen Landbaues eine organische Düngung mehr Bedeutung als im konventionellen Landbau darstellt bzw. häufig die einzige Nährstoffquelle ist. Die Bodengehalte sind vergleichsweise niedrig, so dass mit Düngungseffekten gut zu rechnen ist.

Ausgangswerte Boden:	NH <sub>4</sub> -N	NO <sub>3</sub> -N	N <sub>min</sub>	P	K	C <sub>t</sub>	N <sub>t</sub>	pH-Wert
	(mg/100g Boden)						(%)	
	0,4	1,9	2,3	4,4	15,0	1,1	0,11	5,9

Folgende Ergebnisse wurden erzielt (Tab.18, 19, 20):

**Tabelle 18: Bodengehalte zur Ernte von Blumenkohl im Gefäßversuch 2**

Endanalyse (16.06.03)	mg/ 100g Boden					pH-Wert	H <sub>2</sub> O [%]
	NO <sub>3</sub> -N	NH <sub>4</sub> -N	Nmin	P	K		
Kontrolle+ Hühnerdung	0,28	0,68	0,96	28,3	37,8	6,58	12,6
Stroh + Hühnerdung	1,01	1,11	2,12	37,5	50,9	6,63	16,8
Holzhäcksel +Hühnerdung	1,30	1,07	2,37	37,5	42,6	6,48	15,5
Kontrolle+ Horngries	0,72	0,44	1,16	2,61	3,2	5	14,2
Stroh+ Horngries	0,65	0,28	0,93	2,31	2,8	4,97	7,8
Holzhäcksel+ Horngries	0,99	0,48	1,47	2,04	2,4	5,02	11,4

**Tabelle 19: Erträge und Gehalte Blumenkohl zur Zwischenernte**

Zwischenernte 26.05.03					Ertrag (g/Pflanze)	Entzüge /Pflanze		
	Nt (%)	P (%)	K (%)	TM%FM		N	P	K
Kontrolle+ Hühnerdung	2,76	0,43	4,11	12,44	62,7	21,53	3,35	32,06
Stroh + Hühnerdung	3,38	0,54	4,84	10,27	114,9	39,88	6,37	57,11
Holzhäcksel+Hühnerd.	2,95	0,48	4,79	11,5	98,9	33,55	5,46	54,48
Kontrolle+ Horngries	1,85	0,31	1,68	15,98	89,4	26,43	4,43	24,00
Stroh+ Horngries	2,42	0,34	2,05	13,39	97,5	31,59	4,44	26,76
Holzhäcksel+Horngries	2,19	0,35	2,26	14,44	85,9	27,16	4,34	28,03

**Tabelle 20: Erträge und Gehalte Blumenkohl zur Endernte**

Endernte 16.06.03		Ertrag Kopf	Ertrag ER	Ertrag
	TM%FM	(g/Pflanze)	(g/Pflanze)	gesamt
Kontrolle+ Hühnerdung	8,89	62,7	208,3	271
Stroh + Hühnerdung	8,18	114,9	310	424,9
Holzhäcksel+Hühnerd.	8,68	98,9	289,9	388,8
Kontrolle+ Horngries	10,8	89,4	135,1	224,5
Stroh+ Horngries	9,99	97,5	151,6	249,1
Holzhäcksel+Horngries	10,11	85,9	131	216,9

Für die organische Düngung mit Horngries verläuft erwartungsgemäß die N- Freisetzung langsamer als bei Verwendung des fermentierten Hühnerdungs. Diesem Umstand ist bezüglich Bereitstellung von pflanzenaufnehmbarem Stickstoff in der Praxis zu entsprechen. So ist für kurzlebige Kulturen Horn wenig geeignet, da die Umsetzungen vergleichsweise langsam in Gang kommen. Für P und K sind die Unterschiede zwischen den Düngerformen bedingt durch die Differenzierungen im Ausgangsmaterial wesentlich stärker ausgeprägt. Horn ist ein ausschließlicher N- Dünger, wogegen Hühnerdung hohe Gehalte an P und auch an K aufweist. Auch dieser Umstand ist bei praktischen Düngungsmaßnahmen zu berücksichtigen. Die für das Versuchsende beschriebenen Ergebnisse werden auch unter dem Aspekt deutlich, dass bedingt durch die Nährstoffaufnahme der Pflanzen diese Unterschiede gemindert werden.

Betrachtet man die Erträge in Abhängigkeit von der Mulchung und organischen Düngung, so ergeben sich die in Tabelle 19 und 20 aufgeführten Resultate. Auch für diesen Versuch fehlen noch die Inhaltsstoffbestimmungen für das Pflanzenmaterial der Endernte.

Die höchsten Erträge (gesamte Pflanze sowie Marktware Kopf) bedingt die Variante Hühnerdung mit Stroh als Mulchmaterial. Aber auch für die Variante Holzhäcksel mit Hühnerdung sind die Werte nur gering niedriger. Interessant ist, dass Hühnerdung ohne Mulchmaterial deutliche Mindererträge bedingt. Dafür gibt es nicht unbedingt eine Erklärung, zumal für Horngries kein Effekt durch Mulchen zu verzeichnen ist. Insgesamt liegen für Horn die Erträge niedriger als für Huhn (im Mittel aller drei Varianten sind es für Huhn 362g Frischmasse und für Horn nur 231 g/Gesamtpflanze). Damit wird der bekannte und schon beschriebene Sachverhalt der verzögerten N- Freisetzung bei Anwendung von Hornprodukten gegenüber wirtschaftseigenen Düngern (in diesem Fall fermentierter und damit gut anwendbarer Hühnermist) bestätigt.

Die Nährstoffgehalte in den Pflanzen und hier vornehmlich Stickstoff sind bei mit Mulchung im Mittel der beiden Arten zur Zwischenernte mit 2,74% wesentlich höher als für das Mittel der Varianten ohne Mulchung mit 2,30%. Betrachtet man den Vergleich mit und ohne Mulch getrennt für die zwei organischen Dünger, so wird der Unterschied noch deutlicher (bei Huhn

mit 2,76 zu 3,17% und bei Horn 1,85 zu 2,31%, in beiden Fällen um 0,4% oder mehr als 15% relativ). Auf die Varianten ohne Düngung und ohne Mulchung wurde wegen versuchsfremden Bedingungen (praktisch keine Bereitstellung von Nährstoffen aus dem geringen Bodenvolumen) verzichtet.

### 1.2.3 Gefäßversuch 3

Diese Versuchsanstellung wurde mit Phacelia als Mulchmaterial gewählt, da es sich um eine breit in der Praxis eingeführte Kultur handelt und auf Grund der Zusammensetzung auf schnelle Umsetzung und damit Freisetzung von Nährstoffen geschlossen werden darf.

Vergleicht man die Erträge von Porree für ungedüngt in Abhängigkeit von mit und ohne Mulch, so sind keine Unterschiede zu ermitteln. Dies trifft für Zwischenernte und Endernte gleichermaßen zu (Tab. 21). Lediglich für Stroh ist eine geringe Ertragsbeeinflussung festzustellen. Als Ursache sind die fehlende Düngung und die nur sehr geringe Nährstoffbereitstellung aus dem Boden unter den Bedingungen des Gefäßversuches zu sehen (vgl.  $N_{\min}$ -Gehalte im Boden).

Ausgangswerte Bodenuntersuchung:	Nmin	P	K	Mg	Ct	Nt	pH-Wert
	(mg/100g Boden)				(%)		
	2,97	20,5	22,0	14,2	14,0	2,23	7,5

Selbst die hohen Gehalte an Kohlenstoff (Humus) und Stickstoff (sie sind wie gärtnerische Erden bzw. Substrate zu beurteilen und weniger auf mineralischen Boden beziehbar) sind als stabil (für Substrate zweifelsfrei gewünscht) zu bezeichnen. Demzufolge ist unter diesen Bedingungen nicht mit Freisetzung zu rechnen. Für P, K und Mg liegen hohe Gehalte vor. Deutlich wird dies auch beim Betrachten der Erträge für ungemulcht (Kontrolle) mit Zufuhr von Hühnerdung (die Erträge steigen um das Zwei- bis Dreifache).



**Tabelle 21: Erträge Porree im Gefäßversuch 3**

Zwischenernte	Ertrag (g/Pflanze)	TM % FM
Kontrolle	7,29	12,19
Phacelia, gemulcht	17,85	10,39
Phacelia, eingearbeitet	16,67	9,77
Stroh, gemulcht	10,55	11,95
Kontrolle+ Hühnerdung	9,80	10,99
Endernte		
Kontrolle	48,83	17,06
Phacelia, gemulcht	33,24	18,15
Phacelia, eingearbeitet	45,45	16,52
Stroh, gemulcht	58,81	15,39
Kontrolle+ Hühnerdung	130,67	13,76

Für diesen Versuch gilt wieder der bereits beschriebene Sachverhalt, dass noch keine Analysenergebnisse vorliegen.

### **1.3 Praxisversuche**

Für die im Forschungsprojekt involvierten ökologisch arbeitenden Betriebe wurden folgende Resultate erzielt. Betrachtet man den Wassergehalt der Böden für die Schicht 0-30cm, so wird wie in den bereits beschriebenen Versuchen unabhängig von der Art – dies ist für praktische Konsequenzen günstig – eine wesentliche Verbesserung im Wassergehalt gegenüber der Kontrolle erreicht (Tab. 22) Dies trifft gleichermaßen für die Termine der Zwischen- und Endernte zu. Zum Teil sind die Erhöhungen beträchtlich (bis zu fast 6% bedeuten relativ 33% mehr), wobei erwartungsgemäß die Fruchtart keine Rolle spielt. Unterschiede sind durch die Bodenart, der damit in Verbindung stehenden Feldkapazität und den Niederschlägen begründet. Der dargelegte Vorteil wird noch erhärtet durch die Tatsache, dass mit den höheren Wassergehalten durch Mulchung häufig ein Ertragsanstieg, verbunden mit einer Mehraufnahme an Wasser einhergeht. Vorausgesetzt wird in diesem Fall ein gleichbleibender Transpirationskoeffizient. Es liegt aber auch der Gedanke nahe, dass durch Mulchen neben Verbesserungen im Wasserhaushalt die Bodenfruchtbarkeit im Allgemeinen erhöht wird, was letztlich höhere Effizienzen für Nährstoffe und Wasser (Absenkung des Transpirationskoeffizienten) zur Folge hat. Die in der nachstehenden Tabellen aufgeführten Erträge sprechen dafür.

Mittelt man die Wassergehalte für alle Varianten Mulchen der vier Orte und vergleicht das Ergebnis mit den Mittel aller Kontrollen, so wird mit 12,52 zu 10,26% Wasser ein mehr von absolut 2,2% bzw. relativ 20% ausgewiesen. Selbst wenn man die Wertung mit den

**Tabelle 22: Wassergehalte des Bodens (%) in den Versuchen der Praxisbetriebe**

Betrieb/ Kultur	Mulchmaterial	Startanalyse	Zwischenernte	Endernte
FAU Thalebra	Gras		14,6	11,2
Knoblauch	Kontrolle	19,4	12,4	11,2
	Holzhäcksel		15,5	11,4
Kohlrabi	Holzhäcksel		15,5	
	Gras	18,0	14,5	
	Kontrolle		14,4	
M.G.Hauteroda	Stroh		8,7	
Kohlrabi	Kontrolle	18,1	7,9	
	Kleegras		8,2	
Sellerie	Kontrolle	18,4	8,2	
	Stroh		8,8	
Holzländer	Gründüngung		14,1	
Rotkohl	Stroh	16,2	12,5	
	Kontrolle		9,3	
Wirsing	Stroh		15,4	
	Kontrolle	15,7	10,6	
	Gründüngung		13,0	
		Startanalyse	Endernte	
Mönchpfeffel	Stroh		12,85	
Ben Alder	Gras	17,7	13,0	
	Rindenmulch		12,8	
	Kontrolle		9,8	
Ben Tirran	Stroh		10,8	
	Gras	16,7	11,7	
	Rindenmulch		14,0	
	Kontrolle		9,7	

begründeten Vorbehalten (differenzierte Standortbedingungen, Fruchtarteneinflüsse u. a.) vornimmt, sind die Ergebnisse Beleg für die Vorteilswirkung durch Mulchen.

**Tabelle 23: Bodengehalte, Erträge und Entzüge, FAU Thalebra**

Kultur: Knoblauch	Mittlerer Frischmasse- Ertrag		Nährstoffgehalte Pflanze (%)			Nährstoffgehalte Boden zu Beginn			Nährstoffgehalte Boden zur Ernte			Entzüge / lfd. m		
	Knolle (g)		N	P	K	N min	P	K	Nmin	P	K	N	P	K
	je lfd. Meter					kg/ha	mg/100g		kg/ha	mg/100g				
Brache	69		1,3	0,27	1,56	20	56,2	38	34	60	42	27,39	5,69	32,87
Gras	69		1,61	0,28	1,5				50	63	41	35,35	6,15	32,93
Holz- häcksel	69		1,84	0,28	1,62				16	58	42	39,04	5,94	34,37
Kultur: Kohlrabi	Gesamt (kg)	Markt- ware (kg)										Entzüge Marktware/Pflanze		
Brache	1,58	1,24	2,25	0,35	3,3	8	19,6	23	24	19	22	0,26	0,04	0,38
Gras	1,91	1,48	2,15	0,34	3,44				27	19	31	0,26	0,04	0,41
Holz- häcksel	1,98	1,63	1,78	0,3	3				20	21	33	0,24	0,04	0,40

Die positive Wirkung des Mulchens zeigt sich nicht nur im Wasserhaushalt, sondern wie zu erwarten auch bei den Erträgen. Eine Ausnahme bildet der Knoblauch in Thalebra (Tab.23). Für die Nährstoffgehalte im Erntegut trifft das nicht zu, da ein mehr an Ertrag zwangsläufig Verdünnungseffekte und somit Gehaltsabsenkungen nach sich zieht. Für die zweite Fruchtart (Kohlrabi) wird je nach der Mulchart ein Ertrag von 1,48 bis 1,63 kg Marktware /Pflanze gegenüber der Kontrolle mit 1,24kg erzielt. Nicht ohne Weiteres zu erklären ist, dass für Gras der Ertrag niedriger als für Hackschnitzel, zumal bei Gras mit 3,22%N und somit engem C:N- Verhältnis im Vergleich zu Hackschnitzel mit 0,88%N bei einem weiten C:N-Verhältnis mit N- Nachlieferung zu rechnen ist. Es darf aber angenommen werden, dass auf Grund fehlender Feuchte die zu erwartenden N- Umsetzungen nicht bzw. nur unzureichend stattgefunden haben. Dieser Umstand ist für praktische Konsequenzen (quantitative Bewertung der N- Mineralisation) zu beachten.

Die Mehrerträge führen zu Abnahmen im N- Gehalt der Knolle, ein in jedem Fall positiver Umstand, da hohe N- Gehalte ernährungsphysiologisch bedenklich sein können. Aber auch der Geschmack wird durch steigende N- Gehalte negativ beeinflusst. Für die Nährstoffe P und K gibt es wie zu erwarten keine Veränderungen durch Mulchung.

Für Hauteroda werden die beschriebenen Ergebnisse zu Kohlrabi bestätigt, so dass eine weitere Diskussion wenig notwendig ist, zumal das Ertragsniveau für beide Versuchsorte praktisch gleich ist (Tab.24).

**Tabelle 24: Bodengehalte und Erträge, Markus Gemeinschaft Hauteroda**

Kultur: Sellerie	Mittlerer Frischmasse-Ertrag		Nährstoffgehalte Boden zu Beginn			Nährstoffgehalte Boden zur Ernte		
	Gesamtpfl.	Marktware	N min	P	K	Nmin	P	K
			kg/ha	mg/100g		kg/ha	mg/100g	
Brache	160	86	39	8,2	13		9,5	15
Stroh	279	155		Mischprobe			10,7	15
Kultur: Kohlrabi	Gesamtpfl.	Marktware						
	(g)	(g)						
Brache	1427	1182	43	12,9	17		11,7	12
Stroh	1579	1266					12,4	14
Klee gras	1662	1376		Mischprobe			12,9	19



**Abbildung 7: Praxisbetrieb Markus Gemeinschaft Hauteroda, Kultur: Sellerie, Vergleich der Variante Stroh zur ungemulchten Kontrolle**

Im Betrieb Holzländer Naturgemüse wird für beide Kohlarten durch Mulchung eine deutliche Ertragssteigerung (sowohl Gesamtpflanze als auch Marktware) erzielt. Allerdings ist bei Gründüngung der Marktertrag niedrig. Betrachtet man den Ertrag für die Gesamtpflanze, so verwundert dies.

**Tabelle 25: Bodengehalte und Erträge, Holzländer Naturgemüse Laasdorf**

Kultur: Rotkohl	Mittlerer Frischmasse-Ertrag		Nährstoffgehalte Boden zu Beginn			Nährstoffgehalte Boden zur Ernte		
	Mulchmaterial Gesamtpfl.	Marktware	N min	P	K	Nmin	P	K
	(g)	(g)	kg/ha	mg/100g		kg/ha	mg/100g	
Brache	1397	567				20		
Stroh	1847	817	43	15,9	13	20		
Gründüngung	1983	950		Mischprobe		24		
Kultur: Wirsing	Gesamtpfl.	Marktware						
	(g)	(g)						
Brache	737	217				12		
Stroh	457	253	39	11,7	9	20		
Gründüngung	797	168		Mischprobe		20		

Im Klostergut Mönchpiffel bringt die Sorte ‚Ben Adler‘ durch Mulchen Mehrerträge. Im Vergleich zu Brache kommt es bis zu Ertragsverdoppelungen. Die Erträge der Sorte ‚Ben Tirran‘ zeigt dagegen indifferentes Verhalten. Dafür eine Erklärung zu geben fällt schwer. Da beide Sorten vergleichsweise widersprüchliches Verhalten zeigen, bedarf es weiterer Untersuchungen, bevor eindeutige Praxisempfehlungen möglich sind.

Für alle Betriebe gilt, dass die  $N_{\min}$ -Werte bis auf den nicht zu erklärenden Ausreißer Gras in Mönchpiffel generell sehr niedrig sind. Sie sind ein guter Beleg für die bekannte und auch zu erwartende Tatsache, dass ökologische Wirtschaftsweise niedrige Werte bedingt und demzufolge das Risiko von Auswaschung bzw. Verlagerung im Zeitraum Winter deutlich gesenkt wird.

**Tabelle 26: Bodengehalte, Erträge, Pflanzengehalte, Klostergut Mönchpfeffel**

Kultur: 'Ben Alder'	Mittlerer Frischmasse- Ertrag	Nährstoff-gehalte Pflanze (%)			Nährstoff- gehalte Boden zu Beginn			Nährstoff- gehalte Boden zur Ernte			Entzüge (Marktware/Strauch)		
		N	P	K	N min	P	K	N min	P	K	N	P	K
Stroh	1,61	1,71	0,20	1,37				15	31,6	37,5	0,57	0,07	0,45
Gras	0,96	1,35	0,21	1,39				246	32,2	70	0,26	0,04	0,27
Rinden- mulch	0,83	1,28	0,20	1,35				11	29,5	25,5	0,22	0,03	0,23
Brache	0,69	1,80	0,19	1,30	20	31,1	30	14	29,3	19	0,26	0,03	0,19
Kultur: 'Ben Tirran'	Marktware												
Stroh	0,86	1,12	0,16	1,38				8	29,55	34	0,18	0,03	0,22
Gras	0,71	1,17	0,17	1,37				216,5	31,05	88,5	0,15	0,02	0,18
Rinden- mulch	0,81	1,17	0,18	1,38				5	28,05	24,5	0,18	0,03	0,21
Brache	0,92	1,11	0,17	1,28	20	27	27	22	31	17	0,19	0,03	0,22

Bei allen Vorbehalten und Unzulänglichkeiten die Versuche in der Praxis gegenüber dem klassischen Versuchswesen nicht ausgeschlossen werden können, sind die in den vier Betrieben erzielten Resultate eine gute Basis für weitere Untersuchungen des zu bearbeitenden Problemkreises. Die Machbarkeit des Vorgehens wird prinzipiell bestätigt. Als nicht förderlich ist die Tatsache zu betrachten, dass es in Thüringen nicht an der Bereitschaft zur Mitarbeit fehlt, sondern vergleichsweise wenig ökologisch arbeitende Betriebe gibt und sich der Kreis von Versuchsanstellern einengt.

#### **1.4 Inkubationsversuche**

Aus Gründen der Mehrfachnutzung und damit Verbesserung der Effizienz (zeitlich- es standen nur 15 Monate und für Vegetationsversuche ein sehr geringer, insbesondere unter der Maßgabe Ergebnissicherung durch Wiederholungen Zeitraum zur Verfügung und kapazitätsmäßig wurde auf die eigenständige Durchführung von alleinigen Inkubationsversuchen verzichtet. Vielmehr wurde durch Variantenkombinationen der im Programm aufgeworfenen Fragestellung entsprochen. Die beschriebenen Mulch- Versuche, insbesondere der erste Versuch werden dem Anliegen Inkubation gerecht. Es ist auch zu bedenken, dass Inkubationsversuche ohnehin nur als Ergänzung zu betrachten sind und somit nicht den Stellenwert wie Feld- und Vegetationsversuche (Gefäß) besitzen.

## **2. Darstellung des voraussichtlichen Nutzens, insbesondere der Verwertbarkeit der Ergebnisse im Sinne des fortgeschriebenen Verwertungsplanes**

Wie in der Themenbegründung als Zielstellung ausgeführt, liegt der Nutzen der Ergebnisse dahingehend vor, dass erstmals in der Gesamtheit eine Betrachtung von Vorteilswirkungen vorgenommen wird. Wie schon dargelegt, wird den zeitnahen Anforderungen aus der Ökologie (Minderung von Nährstoffverlusten mit einhergehender Reduzierung der Belastungen, insbesondere des Nitrat- Austrages aus dem Boden und damit verbundener Belastungsmöglichkeit des Grund- und Trinkwassers, aber auch der weitestgehenden Verwendung organischer Stoffe (Verbleib im Kreislauf gemäß Kreislaufwirtschaftsgesetz und damit Ressourcenschonung bzw. Minderung von Umweltbelastungen) und der Ökonomie (Sicherung bzw. Verbesserung des Pflanzenwachstums und damit Bestandesetablierung durch höhere Effizienzen für Wasser und Nährstoffe und hier vornehmlich Stickstoff, verbunden mit Minderungen beim Mineraldüngereinsatz und damit Energieeinsparung) entsprochen.

Die Verwertbarkeit der Ergebnisse beschränkt sich nicht auf allein naturwissenschaftlich (durch Versuche) belegte Erkenntnisse, sondern gestattet eine direkte Nutzung/ Einführung in der Praxis durch mengenmäßige Bewertung, die im Ergebnis Veränderungen/ Einsparungen für pflanzenaufnehmbaren Stickstoff ( $N_{\min}$ , Summe von Ammonium- und Nitrat- N) und pflanzenverfügbares Wasser durch Erhöhung der nutzbaren Feldkapazität (nFK) zur Folge haben.

Quantitative Aussagen zum Wasser- und  $N_{\min}$ - Haushalt bei langfristiger Betrachtung lassen sich aus den Tab. 13 und 14 für die jeweiligen Bedingungen entnehmen, so dass auf eine Einzelfallbewertung verzichtet wird.

Die für den Projektzeitraum und damit vornehmlich für das Jahr 2003 erzielten Einzelergebnisse der Feldversuche bestätigen über die Erträge sowie Nährstoffaufnahmen und -verwertungen die für die langjährigen allgemeinen Betrachtungen beschriebenen Resultate betreffs N- und Wasserhaushalt. Aber auch die hauptsächlich unter dem Gesichtspunkt Grundlagenuntersuchung/ Erklärungsfindung zu betrachtenden Gefäßversuche bestätigen die beschriebenen Sachverhalte. Sie sind außerdem eine gute methodische Grundlage und die Basis für die Ableitung von ähnlichen Fragestellungen bzw. begründen weiteren Untersuchungsbedarf.

Wenn es um Pflanzenproduktion geht, so ist zu schlußfolgern, dass die Übertragbarkeit/ Nutzung der Ergebnisse auch für den konventionellen/ herkömmlichen Landbau gilt. Für den ökologischen Aspekt (Verlustminderung/ Umweltbelastung) kann das auf Grund des nicht auszuschließenden größeren Nährstoffeinsatzes bedeutsamer als für den ökologischen

Landbau sein. Dieser Umstand ist in der Öffentlichkeitsarbeit entsprechend zu berücksichtigen.

Nicht unerwähnt bleiben darf, dass der ursächlich durch den ökologischen Landbau begründete Untersuchungsbedarf in der Ergebnisnutzung uneingeschränkt für den Garten- und Landschaftsbau gilt, zumal hier die Probleme Wasser und auch Stickstoff auf Grund der z. T. extensiveren Herangehensweise stärker zum Tragen kommen können.

### **3. Darstellung des während der Durchführung des Vorhabens dem ZE bekannt gewordenen Fortschritts auf dem Gebiet des Vorhabens bei anderen Stellen**

Über die allgemeine Bedeutung des Mulchen wird nach wie vor ständig informiert, allerdings sind im Berichtszeitraum den Themenbearbeitern keine Veröffentlichungen zu der vorgenommenen Gesamtbetrachtung und hier wiederum aus der Sicht des Gartenbaues bekannt geworden, so dass eine Ergebnisnutzung dadurch nicht beeinflusst wird. Es wird nicht ausgeschlossen, dass Erkenntnisse durch Dritte erlangt wurden, die uns nicht bekannt sind.

### **4. Darstellung der erfolgten oder geplanten Veröffentlichungen der Ergebnisse nach Nr. 6**

Erste Ergebnisse zur Langzeituntersuchung Mulchen wurden unter besonderer Berücksichtigung von Kompost als studentische Arbeit im Rahmen eines wissenschaftlichen Wettbewerbes anlässlich der zehnjährigen Verbandsarbeit der Bundesgütegemeinschaft Kompost in 2002 vorgestellt und mit einem dritten Preis honoriert.

Weiterhin wurde ein Poster zur genannten Thematik angenommen für die Jahrestagung der Gartenbauwissenschaftlichen Gesellschaft (Wien, Feb./Mrz. 2004).

Des weiteren wird auf der in 2004 stattfindenden Tagung der Landesverbände des VHE Sachsen/Thüringen zu teilen der Ergebnisse berichtet.

Vorgesehen sind außerdem je eine wissenschaftliche (internationale) und populäre Arbeit (getrennt für Gartenbau und Landwirtschaft) zu der behandelten Problematik, wobei letztere aus der Sicht schneller Ergebnisnutzung für das erste Quartal 2004 geplant sind.

In Verbindung zu den verschiedenen Verbänden (z. B. Demeter) ist über geeignete Maßnahmen (Vorträge, Publikationen) auf nationaler und regionaler Ebene zu sprechen, damit der ökologische Landbau umfassend zum Erkenntnisstand informiert wird.

In Verbindung mit der für 2004 geplanten praktischen Erprobung/ Einführung ist parallel eine Wissensvermittlung vorgesehen. Nur so ist auf rasche Nutzung zu hoffen.



Abschließend ist zu erwähnen, dass unter besonderer Beachtung der spezifischen Belange für den Garten- und Landschaftsbau eine Publikation vorgesehen ist. Ebenfalls sind für diesen Berufsstand Vorträge nicht auszuschließen.

Über weitere Maßnahmen zur Ergebnisübermittlung ist nach Bedarf bzw. in Abhängigkeit von den zeitbezogenen Anforderungen zu befinden.

### III. Erfolgskontrollbericht

#### 1. Beitrag des Ergebnisses zu den förderpolitischen Zielen

Dem Anliegen des Förderprogrammes, den ökologischen Landbau zu stärken bzw. dazu beizutragen, eine Ausdehnung des Anbauumfanges zu erreichen, wird in der Gesamtheit der Ergebnisse entsprochen.

Es kann eingeschätzt werden, dass bekannte globale Erkenntnisse zum Wasser- und Stickstoffhaushalt durch quantitative Bewertung weiterführend als bisher eine direkte Anwendung in der Praxis gestatten. Im Ergebnis der Gesamtbetrachtung beider Faktoren werden höhere Effizienzen ermöglicht, die sich in einem mehr an Ertrag ausdrücken. Gleichzeitig wird dem Anliegen einer verstärkten Reststoffverwertung organogener Materialien und somit dem Kreislaufdenken Rechnung getragen verbunden mit Ressourcenschonung. Nicht zuletzt tragen die Ergebnisse zur Verlustsenkung, einem bedeutenden ökologischen Anliegen bei.

#### 2. Wissenschaftlich- technisches Ergebnis des Vorhabens

\* Zusammenfassend ist zu konstatieren, dass je nach den Bedingungen des Einzelfalles eine Erhöhung im Gehalt an Wasser bis zu 50% mit Mulchung einhergeht. Damit verbessert sich die Sicherheit der Anbauverfahren bzw. sinkt der Mehraufwand durch weniger Zusatzwasser.

\* Für Stickstoff ist in Abhängigkeit von der Art des Mulchmaterials (vornehmlich durch das C:N- Verhältnis begründet) mit Mineralisation (N- Freisetzung) bzw. Immobilisation (zunächst Verlust an pflanzenaufnehmbarem Stickstoff) zu rechnen. Diesem Aspekt ist bei Bemessung der N- Düngung in der Praxis mehr als bisher zu entsprechen. Auf ökologische Bedenken (Gefahr der N- Auswaschung oder –Verlagerung) bei hoher N- Mineralisation (z. B. Gras keine Seltenheit) ist zu verweisen. Je nach der Art des Mulchmaterials ist somit auf reduzierte N- Düngung bzw. Verzicht zu achten (z. B. bei Gras) bzw. über zusätzliche N- Bereitstellung die Ernährung der Pflanzen zu sichern (Immobilisation und „Mehrverbrauch“ z. B. bei nicht fermentierter Rinde und Hackschnitzeln. Für Gründung und Ernterückständen Gemüse ist über die Frischmasseschätzung und einem mittleren N- Gehalt von 0,3% (bei 10% Trockenmasse -falls Analyse auf N nicht möglich ist) mit einer 70%igen Ausnutzung die quantitative Bewertung des N aus der organischen Substanz vorzunehmen. Für Kompost ist im Anwendungsjahr max. 10% des Gesamtstickstoffes anzurechnen. Die Folgewirkungen durch Freisetzung sind durch  $N_{\min}$ - Untersuchungen im Frühjahr zu quantifizieren.

\* In der Gesamtheit beider Parameter wird ein Beitrag zur Sicherung bzw. Erhöhung der Bodenfruchtbarkeit erreicht. Darauf basierend wird die Ertragsbildung durch höhere

„Bodenleistung“ größer und somit die Sicherheit im ökologischen Produktionsverfahren sicherer. Dies dürfte auch einen Beitrag zur Ausdehnung des Anbauumfanges darstellen.

\* Nicht unerwähnt bleiben dürfen sogenannte Nebeneffekte. Mehr Einsatz organogener Stoffe durch Mulchung bedingt einerseits Verbesserungen für die biogene Seite des Bodens (Flora und Fauna) und damit auch höhere Bodenfruchtbarkeit, insbesondere durch Bildung und Stabilisierung der Bodenstruktur (Gare). Dies ist auch ein Beitrag zum Schutz vor Erosion. Andererseits wird durch Mulchung ein wesentlicher Beitrag zur Minderung des Unkrautbesatzes (vornehmlich Samenunkräuter) geleistet. Damit einher geht eine Verringerung des unproduktiven Wasser- und Nährstoffverbrauches., aber auch der Pflegeaufwand (weniger Handarbeit) reduziert sich.

### **3. Die Fortschreibung der Verwertungsplanes**

- Erfindungen/ Schutzrechtsanmeldungen.....

Bezug nehmend auf ausschließlich naturwissenschaftliche Betrachtungsweisen wurde von Anfang an auf uneingeschränkte Nutzung der Ergebnisse ohne jegliche Art von Schutzrechtszielen orientiert. Dies gilt sowohl für die Nutzung eigener als auch fremder Leistungen. Ein förderlicher Umstand bei naturwissenschaftlicher Herangehensweise ist, zunächst nicht auf kommerzielle Aspekte achten zu müssen. Es wurde immer dem Grundgedanken einer uneingeschränkten Publizierung und damit Nutzung der Ergebnisse entsprochen.

- wirtschaftliche, wissenschaftliche und/oder technische Erfolgsaussichten des Projektes:  
In der Zusammenfassung der Ergebnisse ist auf die schon verwiesene uneingeschränkte Verwertbarkeit und damit Produktionseinführung orientiert und damit wird den gestellten wissenschaftlichen Erfolgsaussichten entsprochen. Die durch die Ergebnisnutzung sich ergebenden möglichen Vorteile für den ökologischen Landbau werden dargestellt. Die Anwendung bzw. Nutzung der Resultate beschränkt sich nicht nur auf den ökologischen Landbau, sondern haben allgemeine Gültigkeit, d. h. auch für den konventionellen Landbau. Die Ergebnisse treffen national und international gleich zu, jedoch müssen regionale Besonderheiten Beachtung finden.

- Wissenschaftliche und wirtschaftliche Anschlussfähigkeit

Ungeachtet der prinzipiellen Nutzungsmöglichkeiten der Ergebnisse ist es bedauerlich, dass basierend auf der vorgegebenen Laufzeit des Programmes (reichlich ein Jahr, bis 12/03) nur ein Vegetationsjahr möglich war. Ein Umstand, der für Vegetations- (Feld-) versuche nicht förderlich ist. Es wäre günstig, wenn mehrere Versuchsjahre und damit unterschiedliche Witterungsverläufe möglich gewesen wären. Auch unter dem Aspekt, dass die Prüfungen

bezüglich Nachwirkungen, die für die unterschiedlichen Mulchmaterialien sehr interessant und wichtig gewesen wären, über Nachbau im zweiten Jahr nicht durchgeführt werden können. Hinzukommt, dass dafür die Aufwendungen als vergleichsweise gering anzusetzen sind. Auch konnten in nur einem Versuchsjahr einige Kulturen bzw. Bedingungen (Böden), die Praxisrelevanz haben, nicht einbezogen werden. Schade ist auch, dass die im Anfang befindliche Zusammenarbeit, die sich auf Grund der Bereitschaft der vier Betriebe als gut gestaltete, nicht weiter geführt werden kann. Gerade dadurch gehen wesentliche Möglichkeiten einer Praxiseinführung verloren. Bei Auflage von ähnlichen Programmen sollte das BMVEL darüber befinden.

#### **4. Arbeiten, die zu keiner Lösung geführt haben**

gibt es nicht. Auf Einschränkungen in der Aussage (meist allgemeiner Art bei Vegetations-, noch mehr aber Praxisversuchen nicht ausschließbar) ist jedoch nochmals zu verweisen.

#### **5. Präsentationsmöglichkeiten**

wurden bereits beschrieben. Desweiteren ist nach den Anforderungen im Einzelfall des Nutzers bzw. in der Gesamtheit des ökologischen Landbaues zu befinden. Die Ergebnisse werden in zusammengefasster Form in der Wissenschaftsplattform „forschung oekolandbau.de“ des zentralen Internetportals zum Ökologischen Landbau gestellt. Die erste umfassende Arbeit ist ein Poster zur Jahrestagung der Deutschen Gartenbaulichen Gesellschaft (Wien, Februar 2004).

#### **6. Die Einhaltung der Ausgaben- und Zeitplanung.**

Bezüglich Inhaltlicher Aufgabenstellung, der zeitlichen und materiellen Zuordnung wurden keine Abstriche gemacht. Nicht zuletzt gestaltete sich die Projektbearbeitung als angenehm und intensiv auf Grund der stets unkomplizierten und hilfreichen Vorgehensweise der Mitarbeiter der Geschäftsstelle Bundesprogramm Ökologischer Landbau und insbesondere Frau Dipl.-Ing. agr. Kotzia.

Dafür vielen Dank!

## **IV. Berichtsblatt / Kurzfassung**

### **Wirkung verschiedener organischer Mulchmaterialien auf den Nährstoff- und Wasserhaushalt des Bodens - Quantifizierung der Bedeutung für den ökologischen Landbau**

In mehreren Gefäß- und Feldversuchen sowie Versuchen in Praxisbetrieben (2002/03) und einem langjährigen Feldversuch (seit 1995) ohne Bepflanzung wurde der Einfluss des Mulchens auf den Wasser- und Nährstoffhaushalt sowie auf „Nebeneffekte“ untersucht. In den Feldversuchen erfolgte Herbst- und Frühljahrsausbringung von Kompost, Stroh, Hackschnitzel, Rinde und Gras im Vergleich zur ungemulchten Fläche bei Bepflanzung und ohne gärtnerische Kulturen. In den Gefäßversuchen (mit und ohne Bebauung) wurden die genannten Materialien obenauf gebracht bzw. eingearbeitet und mit der Kontrolle (ungemulcht) verglichen. Im Ergebnis der Versuche ist folgende Quantifizierung für Wasser und Stickstoff möglich:

Unabhängig vom Mulchmaterial wird im Mittel von acht Jahren der Gehalt an pflanzenaufnehmbaren Wasser gegenüber ungemulcht um  $42 \text{ l/m}^2$  für 0-60cm Bodentiefe erhöht. Die Art des Mulchmaterials hat wenig Einfluss darauf. Dadurch wird ein mittlerer Mehrertrag von 10dt TM/ha erreicht.

Im Gegensatz zur wenig differenzierten Wirkung der Mulchart auf den Wasserhaushalt ist für die N- Dynamik der Unterschied sehr groß. Im langjährigen Versuch wird eine gegenüber der Kontrolle um 100 bis 380kg/ha (Summeneffekt über die Jahre) höhere N- Freisetzung für 0-60cm Bodenschicht bei Gras und eine N- Immobilisierung zwischen 15 bis 70kg/ha (je nach Jahresbedingungen) für Hackschnitzel, Rinde und Stroh ermittelt. Für Kompost ist in den ersten beiden Jahren mit keiner N- Freisetzung, wohl aber kumulativ über die Jahre mit bis zu 90kg/ha zurechnen. In der N- Bilanzierung für die Praxis ist dieser Umstand quantitativ zu berücksichtigen. In Feldversuchen werden über Ertragserhöhungen die beschriebenen Ergebnisse bestätigt.

In den einjährigen Untersuchungen werden prinzipiell die gleichen Ergebnisse erzielt. Dies betrifft die Modell- (Gefäß-) und Praxisversuche gleichermaßen.

Über die durch Mulchen eintretenden positiven „Nebeneffekte“ (Minderung des Unkrautbesatzes, weniger Erosion und generelle Verbesserung der Bodenfruchtbarkeit, insbesondere durch Strukturbildung und –stabilisierung und Erhöhung der biogenen Aktivität) wird anhand von Ergebnissen und global berichtet.

## V. Literaturverzeichnis

- Kretschmann K., Behm R.(2001): Mulch total, Der Garten der Zukunft  
2.Auflage, Xanten
- Cavero J., Ortega R., Zaragoza,C. (1996): Clear plastic mulch improved seedling  
emergence of direct-seeded pepper  
Hortscience 31: 1
- Matitschka G., Ernst, M. (1995): Effect of mulch on N-content in soil, N-uptake,  
and growth of lettuce  
Gartenbauwissenschaft 60: 6
- Badejo M., Tian G., Brussaard L. (1995): Effect of various mulches on soil microarthropods  
under maize crop  
Biology and Fertility of Soils 20: 4
- Acharya C., Sharma P. (1994): Tillage and mulch effects on soil physical  
environment, root growth, nutrient uptake and  
yield of maize and wheat  
Soil & Tillage Research 32: 4

## **VI . Anhang**

**Fachhochschule Erfurt**  
**Fachbereich Gartenbau**, Fachgebiet Bodenkunde/  
 Pflanzenernährung  
 Versuchsleiter: Prof.Dr.habil S.Müller  
 Tel.: 0361/67 00 266, Fax: 0361/67 00 244  
 Bearbeitung: C. Rohde  
 Tel.: 0361/67 00 289  
 Leipziger Str. 77, 99085 Erfurt  
 e-mail: c.rohde@gart.fh-erfurt.de



## Versuchsplan

**Versuchsbez.: Mulch GV3**

**Versuchsfrage:** Wie wirken sich verschiedene organische Mulchmaterialien auf den Nährstoff- und Wasserhaushalt des Bodens bei Bepflanzung im Gefäßversuch aus?

**Versuchsort/ -zeitraum:** Gewächshaus der Fachhochschule, 16-18 Wochen, Ansatz 26 . KW 2003

**Faktoren/ Stufen:**

2 Mulchmaterialien (oben aufliegend) + Kontrolle; 1 Variante Mulch eingemischt - Umsetzung im Gefäß; 1 Variante mit Hühnerdung; alle Var. mit n = 4

1 = Kontrolle    2 = Phacelia A, als Mulchschicht            3 = Phacelia B, eingearbeitet  
 4 = Stroh, als Mulchschicht    5 = Hühnerdung (100 g, eingemischt)

Variante	Material	Topf-Nr.	Zugabe von Mulchmat.
1	Kontrolle	1-4	
2	Phacelia A	5-8	100 g
3	Phacelia B	9-12	100 g
4	Stroh	13-16	25 g
5	Brache mit Hühnerdung	17-20	100 g

**Durchführung:** Mitscherlich-Gefäße, 4,5 kg Boden, 1,8 g Sand; Misch-Verhältnis 1:5, 6 kg Boden ins Gefäß + Mulchmaterial mit ca. 2 cm Auflageschicht. Bei Phacelia wird das selbe Material eingearbeitet; jeweils 4 Wiederholungen pro Variante  
 Bepflanzung mit Porree: 5 Pflanzen, in KW. 32; auf 3 Pflanzen vereinzeln  
 Nach Anwachsen Porree mit 50 ml/ Gefäß mineral. Dünger aufdüngen  
 - Wässern der Gefäße nach Bedarf auf 60% MWK mittels Tensiometer/ Tröpfchenbewässerung

**Laufzeit:** 16 - 18 Wochen

**Untersuchungen:** Start/Ende: NO<sub>3</sub>-N, NH<sub>4</sub>-N, P, K, Mg, C<sub>t</sub>, N<sub>t</sub>, Wassergehalt, pH-Wert  
 Mulchmaterial, Phacelia: N, P, K, Mg  
 - Pflanze: FM/ TM, Ertrag  
 1 Zwischenernte 32.KW, Endernte ca. 40/42. KW  
 - einmal pro Woche ( Mo. ) Feuchte im Topf messen/ Wasserstand ablesen



Fachhochschule Erfurt  
 Fachbereich Gartenbau, Fachgebiet Bodenkunde/  
 Pflanzenernährung  
 Versuchsleiter: Prof.Dr.habil S.Müller  
 Tel.: 0361/67 00 266, Fax: 0361/67 00 244  
 Bearbeitung: C. Rohde  
 Tel.: 0361/67 00 289  
 Leipziger Str. 77, 99085 Erfurt  
 e-mail: c.rohde@gart.fh-erfurt.de



**Versuchsbez.:** Demeter, Hauteroda/ Freiland

### Versuchsplan

**Versuchsfrage:** Wie wirken sich verschiedene organische Mulchmaterialien auf den Nährstoff- und Wasserhaushalt von Boden und Pflanze im ökologischen Gartenbau aus?

**Versuchsort/ -zeitraum:** Markus-Gemeinschaft in Hauteroda  
 März/April bis August/September 2003

#### Faktoren/ Stufen:

Versuch 1: Kultur Kohlrabi 'Superschmelz', Parzellengröße: 5 x 1,25 m  
 Mulchmaterial: 1 = Klee gras, 2 = Stroh, 3 = Kontrolle (ungemulcht)  
 Versuch 2: Kultur Sellerie, Parzellengröße: 2,5 x 1,25 m  
 Mulchmaterial: A = Stroh, B = Kontrolle (ungemulcht)  
 n = 4 pro Parzelle

#### Varianten:

Bezeichnung	Wdh.	Material/ Behandlung
1 Kohlrabi	4	Klee gras
2 Kohlrabi	4	Stroh
3 Kohlrabi	4	Kontrolle
A Sellerie	4	Stroh
B Sellerie	4	Kontrolle

**Durchführung:** die Mulchmaterialien Gründüngung und Stroh werden mit 1 kg/qm pro Parzelle bzw. einer Mulchschicht von mind. 5 – 7 cm Dicke auf die abgesteckte Parzelle aufgebracht. Das Aufbringen erfolgt spätestens nach Pflanzung.

- Pflanzen und Pflegen der Kultur wird nach betriebsüblichen Kriterien durchgeführt.
- während des Kulturverlaufs wird die Mulchschicht immer auf optimalem Niveau (s. oben) gehalten.
- es erfolgen eine Zwischenernte mit Bodenprobennahme sowie eine Endernte mit Bodenprobennahme pro Versuchsparzelle.
- der Besatz an Bodenlebewesen wird zur Endernte bewertet.
- sonstige Unterschiede zwischen den einzelnen Parzellen und besondere Vorkommnisse werden gesondert vom Betreuer auf dem Erhebungsbogen erfasst.

**Untersuchungen:** Boden zu Start/ Ende: NO<sub>3</sub>-N, NH<sub>4</sub>-N, P, K, Mg, C<sub>t</sub>, N<sub>t</sub>, Wassergehalt  
 Mulchmaterial: N, P, K, Mg  
 Boden zur Zwischenernte: NO<sub>3</sub>-N, NH<sub>4</sub>-N, Wassergehalt + Temperatur  
 Pflanze: FM, TM, Ertrag; N, P, K, Mg - Aufnahme

Fachhochschule Erfurt  
 Fachbereich Gartenbau, Fachgebiet Bodenkunde/  
 Pflanzenernährung  
 Versuchsleiter: Prof.Dr.habil S.Müller  
 Tel.: 0361/67 00 266, Fax: 0361/67 00 244  
 Bearbeitung: C. Rohde  
 Tel.: 0361/67 00 289  
 Leipziger Str. 77, 99085 Erfurt  
 e-mail: c.rohde@gart.fh-erfurt.de



**Versuchsbez.: Holzländer Naturgemüse GÄA - Freiland**

Versuchsplan

**Versuchsfrage:** Wie wirken sich verschiedene organische Mulchmaterialien auf den Nährstoff- und Wasserhaushalt von Boden und Pflanze im ökologischen Gartenbau aus?

**Versuchsort/ -zeitraum:** Holzländer Naturgemüse in Laarsdorf  
 April bis August/ September 2003

**Faktoren/ Stufen:**

Versuch 1: Kultur Rotkohl, Parzellengröße: 8 x 4 m  
 Mulchmaterial: 1 = Gründüngung, 2 = Stroh, 3 = Kontrolle  
 Versuch 2: Kultur Wirsing Parzellengröße: 8 x 4 m  
 Mulchmaterial: A = Stroh, B = Kontrolle, C = Gründüngung  
 n = 4

**Varianten:**

Bezeichnung	Wdh.	Material/ Behandlung
1 Rotkohl	4	Gründüngung
2 Rotkohl	4	Stroh
3 Rotkohl	4	Kontrolle
A Wirsing	4	Stroh
B Wirsing	4	Kontrolle
C Wirsing	4	Gründüngung

**Durchführung:** die Mulchmaterialien Gründüngung und Stroh werden mit 1 kg/qm pro Parzelle bzw. einer Mulchschicht von mind. 5 – 7 cm Dicke auf die abgesteckte Parzelle aufgebracht. Das Aufbringen erfolgt spätestens nach Pflanzung.

- Pflanzen und Pflegen der Kultur wird nach betriebsüblichen Kriterien durchgeführt.
- während des Kulturverlaufs wird die Mulchschicht immer auf optimalem Niveau (s. oben) gehalten.
- es erfolgen eine Zwischenernte mit Bodenprobennahme sowie eine Endernte mit Bodenprobennahme pro Versuchsparzelle.
- der Besatz an Bodenlebewesen wird zur Endernte bewertet.
- sonstige Unterschiede zwischen den einzelnen Parzellen und besondere Vorkommnisse werden gesondert vom Betreuer auf dem Erhebungsbogen erfasst.

**Untersuchungen:** Boden zu Start/Ende: NO<sub>3</sub>-N, NH<sub>4</sub>-N, P, K, Mg, C<sub>t</sub>, N<sub>t</sub>, Wassergehalt  
 Mulchmaterial: N, P, K, Mg  
 Boden zur Zwischenernte: NO<sub>3</sub>-N, NH<sub>4</sub>-N, Wassergehalt  
 Pflanze: FM, TM, Ertrag; N, P, K, Mg - Aufnahme

**Versuchsbez.: Klostergut Ökoland GmbH - Freiland**

**Versuchsplan**

**Versuchsfrage:** Wie wirken sich verschiedene organische Mulchmaterialien auf den Nährstoff- und Wasserhaushalt von Boden und Pflanze im ökologischen Gartenbau aus?

**Versuchsort/ -zeitraum:** Klostergut Ökoland GmbH in Mönchpiffel  
 März/April bis August 2003

**Faktoren/ Stufen:**

Versuch 1: Kultur Johannisbeere `Ben Alder`, Parzellengröße: 4 x 2 m  
 Mulchmaterial: 1 = Stroh, 2 = Gras, 3 = Rindenmulch, 4 = Kontrolle  
 Versuch 2: Kultur Johannisbeere `Ben Tirran`, Parzellengröße: 4 x 2 m  
 Mulchmaterial: A = Stroh, B = Gras, C = Rindenmulch, D = Kontrolle  
 n = 2 + 4 Wdh. in der Parzelle

**Varianten:**

Bezeichnung	Wdh.	Material/ Behandlung
1 Ben Alder	2	Stroh
2 Ben Alder	2	Gras
3 Ben Alder	2	Rindenmulch
4 Ben Alder	2	Kontrolle
5 Ben Alder	2	Stroh
6 Ben Alder	2	Gras
7 Ben Alder	2	Rindenmulch
A Ben Tirran	2	Stroh
B Ben Tirran	2	Gras
C Ben Tirran	2	Rindenmulch
D Ben Tirran	2	Kontrolle
E Ben Tirran	2	Stroh
F Ben Tirran	2	Gras
G Ben Tirran	2	Rindenmulch

**Durchführung:** die Mulchmaterialien Gras und Holzhäcksel werden mit 1 kg/qm pro Parzelle bzw. einer Mulchschicht von mind. 5 – 7 cm Dicke auf die abgesteckte Parzelle aufgebracht. Das Aufbringen erfolgt spätestens nach Pflanzung.

- Pflanzen und Pflegen der Kultur wird nach betriebsüblichen Kriterien durchgeführt.
- während des Kulturverlaufs soll die Mulchschicht immer auf optimalem Niveau (s. oben) gehalten werden.
- es erfolgen eine Zwischenernte mit Bodenprobennahme sowie eine Endernte mit Bodenprobennahme pro Versuchspartellen.
- sonstige Unterschiede zwischen den einzelnen Parzellen und besondere Vorkommnisse werden gesondert vom Betreuer auf dem Erhebungsbogen erfasst.

**Untersuchungen:** Boden zu Start/Ende: NO<sub>3</sub>-N, NH<sub>4</sub>-N, P, K, Mg, C<sub>t</sub>, N<sub>t</sub>, Wassergehalt  
 Mulchmaterial: N, P, K, Mg  
 Boden zur Zwischenernte: NO<sub>3</sub>-N, NH<sub>4</sub>-N, Wassergehalt  
 Pflanze: FM, TM, Ertrag; N, P, K, Mg - Aufnahme

Fachhochschule Erfurt  
 Fachbereich Gartenbau, Fachgebiet Bodenkunde/  
 Pflanzenernährung  
 Versuchsleiter: Prof.Dr.habil S.Müller  
 Tel.: 0361/67 00 266, Fax: 0361/67 00 244  
 Bearbeitung: C. Rohde  
 Tel.: 0361/67 00 289  
 Leipziger Str. 77, 99085 Erfurt  
 e-mail: c.rohde@gart.fh-erfurt.de



**Versuchsbez.: FAU-Bioland, Thalebra/ Freiland**

Versuchsplan

**Versuchsfrage:** Wie wirken sich verschiedene organische Mulchmaterialien auf den Nährstoff- und Wasserhaushalt von Boden und Pflanze im ökologischen Gartenbau aus?

**Versuchsort/ -zeitraum:** FAU-Bioland Gärtnerei in Thalebra  
 März/April bis August/September 2003

**Faktoren/ Stufen:**

Versuch 1: Kultur Knoblauch, Parzellengröße: 8 x 4 m  
 Mulchmaterial: 1 = Gras, 2 = Kontrolle, 3 = Holzhäcksel (Nadelholz)  
 Versuch 2: Kultur Kohlrabi 'Superschmelz', Parzellengröße: 4 x 2 m  
 Mulchmaterial: A = Holzhäcksel (Nadelholz), B = Gras, C = Kontrolle  
 n = 4 pro Parzelle

**Varianten:**

Bezeichnung	Wdh.	Material/ Behandlung
1 Knoblauch	4	Gras
2 Knoblauch	4	Kontrolle
3 Knoblauch	4	Holzhäcksel
A Kohlrabi	4	Holzhäcksel
B Kohlrabi	4	Gras
C Kohlrabi	4	Kontrolle

**Durchführung:** (s. auch Anlage 1) die Mulchmaterialien Gras und Holzhäcksel werden mit 1 kg/qm pro Parzelle bzw. einer Mulchschicht von mind. 5 - 7 cm Dicke auf die abgesteckte Parzelle aufgebracht. Das Aufbringen erfolgt spätestens nach Pflanzung.

- Pflanzen und Pflegen der Kultur wird nach betriebsüblichen Kriterien durchgeführt.
- während des Kulturverlaufs soll die Mulchschicht immer auf optimalem Niveau (s. oben) gehalten werden.
- es erfolgen eine Zwischenernte mit Bodenprobennahme sowie eine Endernte mit Bodenprobennahme pro Versuchsparzelle.
- der Besatz an Bodenlebewesen wird zur Endernte bewertet.
- Sonstige Unterschiede zwischen den einzelnen Parzellen und besondere Vorkommnisse werden gesondert vom Betreuer auf dem Erhebungsbogen erfasst.

**Untersuchungen:** Boden zu Start/Ende: NO<sub>3</sub>-N, NH<sub>4</sub>-N, P, K, Mg, C<sub>t</sub>, N<sub>t</sub>, Wassergehalt  
 Mulchmaterial: N<sub>t</sub>, C<sub>t</sub>, P, K, Mg  
 Boden zur Zwischenernte: NO<sub>3</sub>-N, NH<sub>4</sub>-N, Wassergehalt  
 Pflanze: FM, TM, Ertrag; N, P, K, Mg - Aufnahme