

# Kompostprojekt Gumpenstein: Ergebnisse der ackerbaulichen Versuche

W. HEIN

## Einleitung

Die Anwendung von Kompost zu verschiedenen Ackerkulturen bietet einerseits die Möglichkeit, die Pflanzen mit den notwendigen Nährstoffen zu versorgen und somit den Ertrag sicherzustellen. Andererseits ist die ertragssteigernde Wirkung von Kompost bei langjähriger Anwendung zu Ackerkulturen von DIEZ und KRAUSS (1997) festgestellt worden, wobei sie Mehrererträge gegenüber einer vergleichbaren mineralischen Düngung erzielen konnten. EDELBAUER (1996) kam bei einem Düngungsversuch mit Biotonnenkompost mit verschiedenen Fruchtfolgen zu unterschiedlichen Ergebnissen. Dabei reagierte Winterweizen schon auf die niedrigste Kompostgabe von 17 t/ha mit einem gesicherten Mehrertrag, allerdings im vierten Versuchsjahr. KLASINK und STEFFENS (1996) prüften Grünkomposte auf ihren Einfluss zu verschiedenen Ackerkulturen und stellten eine recht geringe Ertragswirkung fest, die beim Winterroggen noch am deutlichsten zu sehen war, beim Mais aber zu Mindererträgen führte.

Aus den oben angeführten Literaturzitierten kann man schon erkennen, dass es verschiedene Arten von Komposten gibt, die zu einzelnen Kulturpflanzen angewendet werden. Meistens handelt es sich um sogenannte Biokomposte, die sich aus unterschiedlichen biogenen Abfällen zusammensetzen (AMLINGER, 1996). Normalerweise kann aufgrund dieser Ausgangsmaterialien von einer geringen Belastung mit organischen Schadstoffen ausgegangen werden; hier kann es eher Probleme mit dem Schwermetallgehalt geben, da diese keinem biologischen Abbau unterliegen, kann es zu einer Konzentration der Schwermetalle im Kompost kommen und somit zu einer Anreicherung im Boden. Deshalb wurden vom Fachbeirat für Bodenfruchtbarkeit und Bodenschutz (1999) Richtlinien für die Anwendung von Kompost aus biogenen

Abfällen erarbeitet, in denen alle qualitätsbestimmenden Parameter aufgelistet sind. Auch die Anwendung von Komposten im Ackerbau ist darin geregelt, wobei der Kompost zumindest den physikalischen und biologischen Eigenschaften eines "Rohkompostes" entsprechen soll. Eine Untersuchung von TRAULSEN et al. (1997) hat eine problemlose Anwendung von Bioabfallkomposten auf landwirtschaftlichen Nutzflächen bei Einhaltung der Qualitätskriterien ergeben.

BUCHGRABER (1999) vergleicht in einem Forschungsprojekt die Anwendung von Biokompost mit Stallmistkompost zu verschiedenen Ackerkulturen. Dabei kann er sowohl bei Silomais als auch bei Getreide höhere Erträge mit beiden Düngern im Vergleich zu einer rein mineralischen Variante erzielen, allerdings wurde zu den organischen Düngern noch eine Ergänzungsdüngung mit mineralischem Stickstoff beim Silomais gegeben. PETERSEN et al. (1996) kamen in einem langjährigen Versuch zu ähnlichen Erkenntnissen, dass die Anwendung von Kompost kombiniert mit einer mineralischen Ergänzungsdüngung zu Mehrererträgen gegenüber reiner Kompost- oder Mineraldüngung führte. Auch AICHBERGER und WIMMER (1998) haben Ergebnisse aus einem langjährigen Kompostversuch zusammengestellt, in dem jeweils eine Düngungsvariante mit Stallmistkompost aus Gumpenstein gedüngt wurde. Hier wurde festgestellt, dass die Nutzung des Kompoststickstoffs durch Mais effektiver erfolgt als bei Kulturarten mit kürzerer Vegetationsdauer. Stallmistkompost brachte allerdings nur geringe Vorteile gegenüber Grünschnitt-, Klärschlamm- und Biotonnenkompost im Hinblick auf die Pflanzenerträge.

## Material und Methoden

Der ackerbauliche Teil des Gesamtprojektes der BAL besteht aus einem kombinierten Düngungs-/Fruchtfolgever-

such, bei dem alle 5 Fruchtfolgeglieder in jedem Jahr angebaut werden. Bei der Auswahl der Fruchtfolgeglieder wurde versucht, eine an den Standort angepasste Fruchtfolge zu finden. Daher wurden folgende Kulturarten ausgewählt: Silomais - Sommergerste mit Kleeegrassaat - Klee gras im Hauptnutzungsjahr - Kartoffeln - Sommerroggen. Die Bevorzugung der Sommerungen gegenüber Winterungen erfolgte aus arbeitstechnischen Gründen, auch konnte zur Ausbringung im Frühjahr für alle Kulturen der gleiche Kompost und Rottemist verwendet werden.

Der Schwerpunkt der Fragestellung lag allerdings im Bereich der Düngung, und zwar ging es um einen Vergleich der wirtschaftseigenen Dünger Stallmistkompost und Rottemist, beide aus demselben Ausgangsmaterial, wie PÖLLINGER (2000) beschrieben hat. Als zusätzliche Düngervarianten wurden noch Gülle, eine mineralische Volldüngung und eine PK-Variante in den Versuch gestellt. Die Bemessungsgrundlage für die Düngung lag bei 2 GVE/ha unter der Annahme eines kombinierten Grünland-Ackerbaubetriebes. Nachdem die in der vorliegenden Fruchtfolge angebauten Ackerfrüchte nicht alle in eine Futterkette für Wiederkäuer mit eingeschlossen werden können, ist ein Nährstofftransfer vom Grünland zum Ackerland in begrenztem Umfang notwendig und auch praxisüblich. Die Düngung erfolgte kulturartenspezifisch; somit erhielt der Silomais die höchste Menge an Nährstoffen, gefolgt von den Kartoffeln. Die beiden Getreidearten wurden zwar auch gedüngt, allerdings in geringerer Menge, das Klee gras erhielt keine Düngung. Die Berechnung der Nährstoffe für die mineralisch gedüngten Varianten erfolgte nach den Gülleanalysen; eine zusätzliche Versorgung der Kulturen mit Phosphor und Kalium wurde nicht durchgeführt.

Folgende Düngermengen dienten als Grundlage für den Versuch (*Tabelle 1*):

**Autor:** Dipl.-Ing. Waltraud HEIN, Bundesanstalt für alpenländische Landwirtschaft Gumpenstein, A-8952 IRDNING

**Tabelle 1: Grundlage für die Düngermengen im Kompostversuch**

Silomais	30 t Frischmist	18 t Kompost	50 m <sup>3</sup> Gülle
Kartoffeln	25 t Frischmist	15 t Kompost	40 m <sup>3</sup> Gülle
Sommergerste	15 t Frischmist	9 t Kompost	20 m <sup>3</sup> Gülle
Sommerroggen	15 t Frischmist	9 t Kompost	20 m <sup>3</sup> Gülle

**Tabelle 2: Durchschnittliche Inhaltsstoffe der organischen Dünger (g/kg TM)**

	TM	N	P	K	Mg	Ca
Kompost	253,29	25,78	9,90	27,64	10,27	24,85
Rottemist	194,60	27,97	9,27	29,09	8,71	24,35
Gülle	68,05	45,33	6,24	41,69	8,02	17,46

Für die Berechnung der Düngermengen pro Kulturart wurden im zeitigen Frühjahr Proben des über den Winter gelagerten Materials an Kompost und Rottemist für eine chemische Untersuchung der Hauptnährstoffe gezogen. Allerdings wurden auch die Trockenmasseverluste miteingerechnet, die beim Kompost zwischen 40 und 60 % betragen, beim Rottemist lagen sie zwischen 25 und 40 %.

In *Tabelle 2* werden die in den organischen Düngern enthaltenen durchschnittlichen Gehalte an Reinnährstoffen (bezogen auf Trockenmasse) dargestellt.

Die Ausbringung der Dünger erfolgte im Frühjahr zur Saatbettbereitung. Die relativ hohen Güllemengen bei Silomais und Kartoffeln wurden in zwei Teilgaben ausgebracht, ebenso der mineralische Stickstoff in diesen beiden Kulturarten.

*Tabelle 3* gibt einen Überblick über die zu den einzelnen Kulturarten ausgebrachten Mengen an Nährstoffen, allerdings auch im Durchschnitt der Jahre 1993 bis 1999 angegeben.

Die angelegten Parzellen wiesen für die Düngung eine Größe von 40,8 m<sup>2</sup> auf; die auswertbare Parzelle betrug nur 12,6 m<sup>2</sup> bei Getreide und Klee gras, 12,672 m<sup>2</sup> bei Silomais und 21,5 m<sup>2</sup> bei Kartoffeln. Damit ist gewährleistet, dass die auszuwertenden Parzellen jeweils genau im Inneren der Düngungsvarianten liegen. Jede Kulturart wird jährlich als ungeordneter Block mit vier Teilstücken je Prüfnummer angelegt und varianzanalytisch ausgewertet.

Bei der Sortenwahl wurde darauf geachtet, dass die Sorten möglichst gut an den Standort angepasst sind und während der gesamten Versuchsdauer zur Verfügung stehen. Folgende Sorten wurden bisher verwendet:

- Silomais: ASS (RZ. 190)
- Sommergerste: CYTRIS bis 1996, ab 1997: ELISA
- Kartoffel: PLANTA bis 1994, ab 1995: DESIREE
- Sommerroggen: SOROM
- Klee gras: handelsübliches Saatgut für rauhe Lagen

Eine Änderung der Sorte ergab sich bei der Sommergerste dadurch, dass die Sorte Cytris ab 1997 nicht mehr zur Verfügung stand. Bei den Kartoffeln stellte sich heraus, dass die Sorte Desiree für diesen Versuch gut geeignet und auch leichter Saatgut zu erhalten war.

Neben der Erhebung von Beobachtungsdaten während der gesamten Vegetationsperiode, zu denen sämtliche pflanzenphysiologische Beobachtungen wie Aufgang der Pflanzen, Entwicklung, Reifestadien, Krankheiten, Wuchshöhen zählen, liegt das Hauptinteresse an der Feststellung des Ertrages. Nachdem aber die Art und Menge der zugeführten

**Tabelle 3: Reinnährstoffe der einzelnen Düngerarten im Feldversuch (1993 - 1999)**

	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	MgO	CaO
<i>Kompost</i>					
Kartoffeln	113	92	134	78	154
Getreide	71	61	90	50	99
Silomais	129	111	162	91	181
<i>Rottemist</i>					
Kartoffeln	127	97	156	68	160
Getreide	81	62	10	42	101
Silomais	145	112	178	78	182
<i>Gülle</i>					
Kartoffeln	140	56	196	52	97
Getreide	91	37	126	34	63
Silomais	160	65	225	59	111
<i>Mineralische Volldüngung</i>					
Kartoffeln	146	56	193	60	-
Getreide	94	37	127	21	45
Silomais	166	65	226	69	80
<i>PK-Düngung</i>					
Kartoffeln	-	56	193	60	-
Getreide	-	37	127	21	-
Silomais	-	65	226	69	-

Nährstoffe nicht nur den Ertrag sondern auch die Qualität der Ernteprodukte beeinflussen, werden nach der Ernte Proben für weitere Untersuchungen entnommen. Jede Pflanzenprobe im chemischen Labor wird auf ihre Inhaltsstoffe mittels Weender-Analyse untersucht, aus der Aschenanalyse werden die Mineralstoffe Ca, Mg, K und P bestimmt. Daneben werden aber auch andere Qualitätsmerkmale geprüft. Beim Getreide werden neben einer Siebsortierung auch das Tausendkorn- und das Hektolitergewicht bestimmt, bei den Kartoffeln wird neben einer Kellerbonitur auch eine Speiseprüfung vorgenommen. Außerdem werden jedes Jahr im Herbst nach der Ernte Bodenproben gezogen, die am BFL in Wien auf Humusgehalt, pH-Wert und ihren Gehalt an Bodennährstoffen untersucht werden. Ergänzend dazu wird in der Abteilung Bodenkunde an der BAL Gumpenstein seit dem Jahr 1996 die Aggregatstabilität der Bodenproben nach der Methode KEMPER und KOCH untersucht. Somit liegen umfangreiche Daten aus dem ackerbaulichen Teil des Kompostprojektes vor, die aber nur auszugsweise in diesem Bericht vorgestellt werden können.

## Ergebnisse

Bei der Betrachtung der Ergebnisse ist es zweckmäßig, eine Unterteilung nach Kulturarten zu treffen. Zunächst werden die Erträge präsentiert, weil der Ertrag sicher das wichtigste Kriterium zum Vergleich der Dünger darstellt. Um auch Wirkungen auf die Entwicklung der Pflanzen, deren Gesundheitszustand und in weiterer Folge die Qualität der Ernteprodukte zu erkennen, werden Beobachtungsdaten und ausgewählte Qualitätsparameter als Ergänzung der übrigen Daten angeführt. Um das Bild abzurunden, wird versucht, anhand der Ergebnisse der Bodenuntersuchung Aussagen über die Auswirkungen der einzelnen Dünger auf den Boden zu erhalten. Allerdings bleiben die Ergebnisse des ersten Versuchsjahres im Wesentlichen unberücksichtigt, weil diverse Untersuchungen im Jahr 1992 noch nicht durchgeführt wurden, die ab 1993 in das Programm mit aufgenommen wurden.

## Einfluss der Düngung auf die Ertragsbildung

### Silomais

Nachdem Silomais eine Ackerkultur ist, die hohe Ansprüche an die Nährstoffversorgung stellt, war vor Versuchsbeginn die Frage von Interesse, ob die mit den organischen Düngern angebotenen Nährstoffe in ausreichender Menge zur Ertragsbildung zur Verfügung stehen. In *Tabelle 4* wird der Trockenmasseertrag der Silomaisvarianten aus den Jahren 1993 -1999 dargestellt. Dabei fallen auf den ersten Blick die großen Unterschiede zwischen der mineralischen Volldüngung und der PK-Variante auf, speziell in den ersten Jahren, aber eigentlich recht geringe Differenzen zwischen der Kompost- und Rottemistvariante. Im Durchschnitt aller Versuchsjahre liefert doch die Rottemistvariante die höheren Erträge, einzig das Jahr 1997 fällt mit einem etwas besseren Ertrag der Kompostvariante gegenüber der Rottemistdüngung aus diesem Rahmen. Noch deutlicher sind die Unterschiede im Frischmasseertrag, wobei die niedrigen Erträge der PK-Variante durch einen höheren Trockenmassegehalt in der Gesamtpflanze teilweise wieder kompensiert werden. Betrachtet man die übrigen Parameter, die zur Beurteilung von Silomais herangezogen werden, stellen der Kolbenanteil und der Trockenmassegehalt in der Gesamtpflanze wichtige Kriterien dar. Der Kolbenanteil wird durch eine getrennte Ernte von Kolben und Stängel exakt ermittelt und lässt zwischen den Düngungsvarianten deutliche Unterschiede erkennen. Wegen des Stickstoffmangels nimmt der Kolbenanteil bei der PK-Variante im Laufe der Jahre stark ab. Die Differenz zwischen Kompost und Rottemist ist aber in keinem Jahr signifikant. *Tabelle 5* bringt eine Übersicht über den durchschnittlichen Frischmasseertrag, Kolbenanteil, Trockenmassegehalt in der Gesamtpflanze und Trocken-

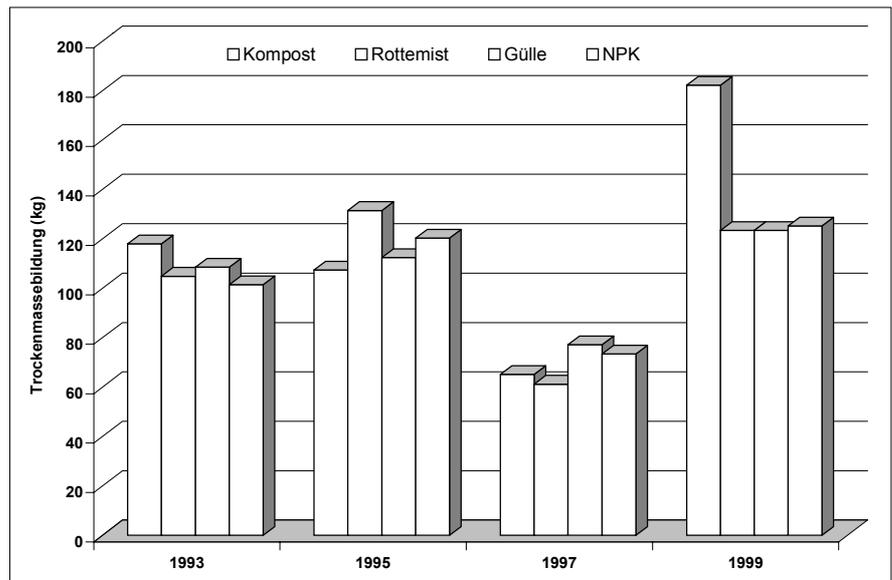


Abbildung 1: Trockenmassebildung durch 1 kg Stickstoff

kolbenertrag aller Düngervarianten. In *Abbildung 1* wird die Bildung von Trockenmasse pro kg Stickstoff bei den Varianten Kompost, Rottemist, Gülle und Mineraldüngung von ausgewählten Jahren gegenübergestellt. Daraus sind zwar nicht alle Daten ersichtlich, aber eine durch den unterschiedlichen Nährstoffgehalt bei den einzelnen Düngervarianten verursachte verschieden hohe Trockenmassebildung geht eindeutig aus der Darstellung hervor.

### Sommergerste mit Kleegrasesaat

Obwohl unmittelbar nach der Gerstensaart auch das Kleegras eingesät wurde, war bei dieser Kulturart in erster Linie der Kornertrag von Interesse. Am Anfang ging die Entwicklung der Einsaat nur zögernd voran, bei fortschreitender Getreidereife konnte der Durchwuchs des Kleegrases, vor allem in der PK-Variante, beobachtet werden. Naturgemäß stellte die Kleegrasesaat für die Sommergerste doch eine erhebliche Belastung dar, die sich in niedrigen Kornerträgen und geringer Wuchshöhe äußert. Außerdem musste aufgrund der Einsaat

und der damit verbundenen Grünmasse in der Sommergerste für den Drusch eine längere Schönwetterperiode abgewartet werden, damit es keine allzu großen Probleme mit dem Parzellenmähdrescher gab. Diese Tatsache führte in niederschlagsreichen Sommern dazu, dass ein oder zwei Tage Schönwetter nicht ausreichten, um das Kleegras entsprechend abtrocknen zu lassen. Deshalb erfolgte der Drusch meist erst Ende August, Anfang September, wenn die Witterungsverhältnisse beständiger waren.

*Tabelle 6* bringt die Kornerträge, auf 86 % Trockensubstanz berechnet. Dabei fallen große jahresbedingte Unterschiede auf, aber auch die Differenzen zwischen den Düngungsvarianten. Wie schon beim Silomais sind die Kompost- und Rottemistvariante nur durch geringe absolute und relative Beträge voneinander verschieden. Weil aber beim Getreide nicht nur das Korn als Ernteprodukt auf dem Feld anfällt, sondern auch Stroh in erheblichen Mengen, muss der gesamte Ernteertrag der Sommergerste betrachtet werden. In *Abbildung 2* werden die durchschnittlichen Korn- und

Tabelle 4: Silomais - Trockenmasseertrag (dt/ha)

Düngevarianten	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Kompost	164,1	172,2	147,2	128,9	108,0	156,8	171,4
Rottemist	169,1	188,9	167,0	137,5	104,1	162,5	196,2
Gülle	181,3	183,0	179,9	131,6	123,5	166,6	195,0
NPK	211,1	206,8	192,5	150,9	117,5	168,5	197,8
PK	141,8	139,2	132,3	103,9	91,1	156,2	163,6
GD 95	11,3	14,0	28,7	9,6	11,1	23,4	19,7

Tabelle 5: Durchschnittlicher Frischmasse-Ertrag, Kolbenanteil, Trockenmassegehalt und Trockenkolbenertrag

	SMER dt/ha	KOTQ (dt/ha)	KOAN (%)	TRSG (%)
Kompost	525,5	67,1	44,8	29,2
Rottemist	563,7	73,3	45,6	29,6
Gülle	566,7	75,4	45,5	29,5
NPK	618,0	85,9	48,3	28,9
PK	445,1	44,2	33,3	30,9

**Tabelle 6: Sommergerste - Kornertrag (dt/ha)**

Düngevarianten	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Kompost	22,60	22,46	27,44	42,06	22,22	36,07	25,71
Rottemist	24,17	24,15	32,70	42,78	23,55	35,95	29,11
Gülle	30,52	26,83	38,31	47,42	30,08	50,83	38,69
NPK	43,78	37,04	39,11	42,48	39,13	35,18	31,67
PK	17,28	19,82	20,14	32,18	18,95	25,14	19,48
GD 95	7,93	2,57	3,01	7,74	3,2	6,99	3,51

Stroherträge aus den Jahren 1993 - 1999 dargestellt.

Dabei fällt der höchste Gesamtertrag bei der NPK-Variante auf, knapp gefolgt von der Güllevariante, dahinter kommen Rottemist- und Kompostdüngung und am wenigsten Gesamtmasse wird von der PK-Variante gebildet. Trotzdem ist die Bildung von mehr als 6500 kg/ha ohne Stickstoffgabe im Durchschnitt von 7 Jahren eine recht gute Leistung, wenn man im Vergleich dazu die Gabe von rund 90 kg Stickstoff bei der mineralischen Volldüngung betrachtet, die einen Mehrertrag von rund 1000 kg/ha bringt.

Führt man sich das Korn-Stroh-Verhältnis der einzelnen Varianten vor Augen, so beträgt dieses bei allen Varianten außer der PK-Düngung 1:1,1-1:1,5. Einzig die PK-Variante weist ein Korn-Stroh-Verhältnis von 1:2,1 auf. Bei diesen Zahlen muss aber die Tatsache berücksichtigt werden, dass sich die Stroherträge neben dem Gerstenstroh auch aus einem relativ hohen Anteil an Klee gras zusammensetzen.

### Klee gras

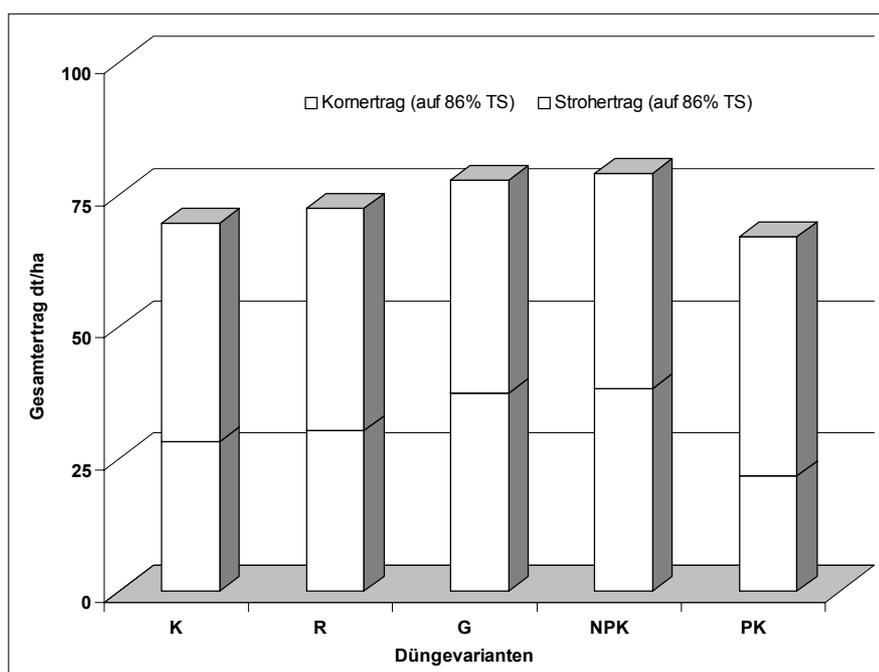
Nach der Ernte der Sommergerste konnte sich das eingesäte Klee gras meist noch

recht gut entwickeln. Im darauffolgenden Jahr wurde das Klee gras normalerweise drei Mal geschnitten, im Jahr 1997 mussten aufgrund der üppigen Entwicklung des Pflanzenbestandes vier Schnitte vorgenommen werden. *Tabelle 7* bringt eine Übersicht über die Trockenmasseerträge der einzelnen Düngervarianten während der Jahre 1993 bis 1998, auch wenn zu dieser Kulturart selbst kein Dünger ausgebracht wurde. Aus diesen Zahlen ist klar ersichtlich, dass die mineralische Volldüngung für die optimale Entwicklung eines Klee grasbestandes keine geeignete Düngung darstellt, was sich im geringsten Trockenmasseertrag über die Jahre äußert. Hingegen liegen die übrigen Varianten ziemlich ähnlich im Durchschnittsertrag, wobei die Kompostvariante insgesamt am besten abschneidet. Beim Frischmasseertrag wird im Durchschnitt aller Jahre bei der Kompostvariante der höchste Ertrag mit 1026 dt/ha erreicht, gefolgt von der Rottemist- und PK-Variante mit je 1003,7 dt/ha. Die Güllevariante kommt auf einen Ertrag von 981,4 dt/ha, die NPK-Variante auf 834 dt/ha. Die Reihenfolge der Varianten unterscheidet sich von jener mit den Trockenmasseerträgen nur geringfügig, die jeweils beste und schlechteste sind deutlich von den anderen Varianten abgehoben.

### Kartoffeln

Diese Kulturart unterscheidet sich von den anderen dadurch, dass das Ernteprodukt nicht in der Fütterungskette eines kombinierten Grünland-Ackerbau-Betriebes durch die Tiere verwertet wird, sondern als Konsumprodukt aus dem Kreislauf herausfällt. Trotzdem ist die Kartoffel eine Kulturart, die an die Witterungsverhältnisse im alpinen Klimagebiet recht gut angepasst ist und aus diesem Grund auch in die Fruchtfolge gestellt wurde. Außerdem reagiert die Kartoffel auf Düngungsvarianten recht deutlich, weshalb sie in einem kombinierten Düngungs-/Fruchtfolgeversuch nicht fehlen sollte.

In *Tabelle 8* werden die Knollenerträge der Düngervarianten über die Jahre 1993 - 1999 dargestellt. Die Unterschiede zwischen mineralischer Volldüngung als jeweils beste und PK-Variante als jeweils



**Abbildung 2: Durchschnittliche Korn- und Stroherträge der Sommergerste (1993 - 1999)**

**Tabelle 7: Trockenmasseerträge (dt/ha) bei Klee gras (1993 -1998)**

	1993	1994	1995	1996	1997	1998
Kompost	121,5	135,1	140,3	122,1	139,3	125,7
Rottemist	124,0	132,8	134,3	126,3	127,4	123,6
Gülle	128,7	130,3	135,2	117,9	127,8	114,0
NPK	127,7	113,3	125,6	101,0	80,6	102,7
PK	120,3	127,8	133,5	118,9	137,0	117,4
GD 95	10,5	6,4	13,0	12,7	14,5	17,8

**Tabelle 8: Knollenertrag (dt/ha) bei Kartoffeln**

	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Kompost	444,8	404,4	473,7	321,0	292,2	482,5	434,0
Rottemist	443,4	447,5	500,1	376,6	265,7	486,4	466,1
Gülle	512,2	436,4	526,2	390,2	282,3	517,7	518,0
NPK	528,4	540,6	579,9	469,9	501,4	571,9	556,7
PK	420,6	370,0	457,2	297,0	243,3	455,6	435,3
GD 95	54,7	42,3	55,7	40,6	51,2	42,1	47,0

**Tabelle 9: Durchschnittlicher Stärkegehalt, Stärkeertrag und Größensortierung**

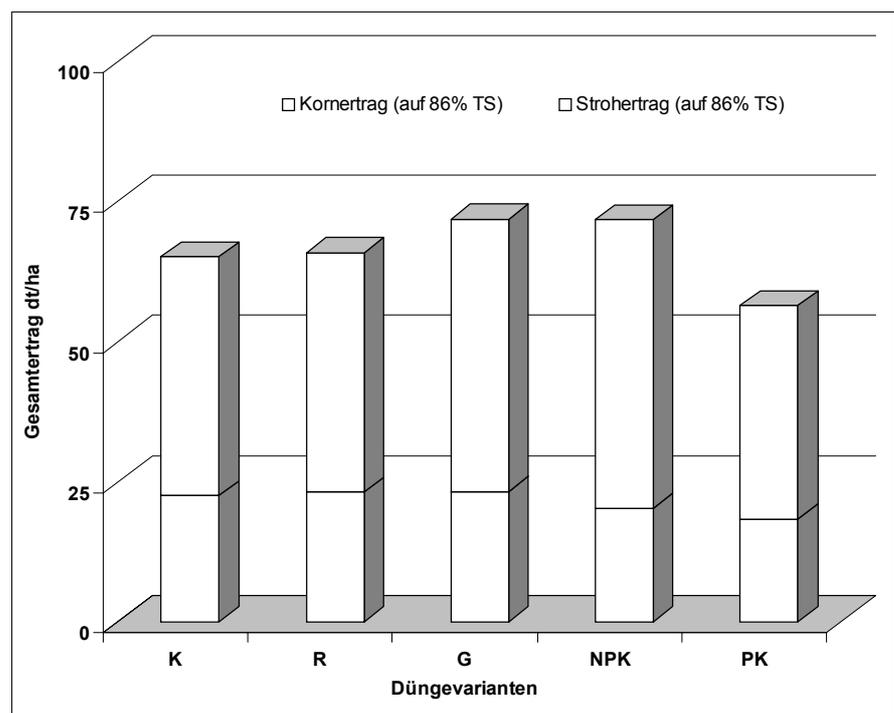
	STG%	STER	KNGK	KNGM	KNGG
Kompost	15,2	62,1	46,6	47,6	5,8
Rottemist	15,2	64,8	48,0	46,5	5,5
Gülle	14,6	65,9	55,4	40,0	4,6
NPK	13,8	73,9	62,6	34,2	3,2
PK	15,6	59,5	42,0	51,3	6,7

schlechteste - mit einer Ausnahme im Jahr 1999 - sind an den Erträgen deutlich zu sehen. Bei den organischen Düngern sind zwar auch Unterschiede zu erkennen, die in manchen Jahren größer und in manchen kleiner ausfallen. So bringen die Kompost- und Rottemistvariante in den Jahren 1993 und 1998 sehr ähnliche Erträge, während in den übrigen Jahren die Differenz zwischen beiden Varianten rund 30 dt/ha beträgt. Auch beim Knollenertrag zeigen sich erhebliche Jahresunterschiede, wie ein Vergleich von 1997 mit sehr niedrigen Erträgen und 1998 mit wesentlich höheren Erträgen beweist. *Tabelle 9* bringt eine Übersicht über durchschnittliche Stärkegehalte, Stärkeerträge und Größensortierung der einzelnen Varianten. Dabei findet man den höchsten Stärkegehalt bei der PK-Variante, den niedrigsten bei der mineralischen Volldüngung. Zwischen Kompost und Rottemist lässt sich an den Durchschnittszahlen kein Unterschied erkennen, die Güllevariante liegt zwar über der NPK-Düngung, aber unter den anderen Varianten. Der Stärkeertrag wird stärker vom Knollenertrag als vom Stärkegehalt beeinflusst, weshalb sich die Ergebnisse umkehren. Was die Größensortierung betrifft, so liegt die Verteilung zwischen großen, mittleren und kleinen Knollen schwerpunktmäßig bei der großen und mittleren Sortierung. Der Prozentanteil kleiner Knollen liegt generell bei rund 5%, während der Anteil großer Knollen bei der NPK-Variante über 60%, bei allen anderen Varianten mit Ausnahme der PK-Düngung über 50% beträgt.

**Sommerroggen**

Obwohl Winterroggen gut als Kulturart für die Fruchtfolge am Standort Gumpenstein geeignet gewesen wäre, wurde doch aus arbeitstechnischen Gründen stattdessen Sommerroggen verwendet. Die Erträge bei Sommerroggen liegen aber weit unter den mit Winterroggen erzielbaren, außerdem ist auch die Lagerneigung der Sommerform wesentlich stärker als bei den Hochzuchtorten der Winterform. In *Tabelle 10* werden die Kornerträge der einzelnen Düngervarianten der Jahre 1993 - 1999 angegeben.

Bei diesen Ergebnissen fällt das schlechte Abschneiden der NPK-Variante in den meisten Jahren im Vergleich zu den organischen Düngervarianten auf. Ganz besonders schlecht war der Kornertrag der mineralischen Volldüngung im Jahr 1996 mit nur 9,4 dt/ha. Dieses Ergebnis lässt sich nur durch die im Sommer herrschenden feuchten Witterungsverhältnisse erklären, die zu einer totalen Lagerung der NPK-Variante geführt hatten. Bei der PK-Variante war es nicht viel besser, auch in der Güllevariante kam es zu starker Lagerung. In den übrigen Jahren erweist sich die Güllevariante als die beste, auch wenn der Vorsprung dieser Variante in absoluten Zahlen nur sehr gering gegenüber der Kompost- und Rottemistvariante ist. Eine zusätzliche Erschwernis stellte jährlich ein massiver Schwarzrostbefall dar, der zu Schmachtkörnern führte und den Ertrag auf jeden Fall negativ beeinflusste. Was neben dem Korn in großen Mengen anfiel, ist das



**Abbildung 3: Durchschnittliche Korn- und Stroherträge von Sommerroggen (1993 - 1999)**

**Tabelle 10: Kornertrag (dt/ha) bei Sommerroggen**

	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Kompost	27,59	26,19	21,37	22,44	22,84	16,19	20,44
Rottemist	28,97	26,07	24,38	18,69	24,11	17,22	22,58
Gülle	30,90	26,53	27,36	13,43	24,09	17,68	23,35
NPK	22,78	29,07	19,54	9,38	24,13	17,38	19,44
PK	23,52	24,64	18,77	10,48	18,81	13,61	18,23
GD 95	6,9	10,4	4,7	4,1	3,4	2,7	3,2

Roggenstroh. Durch die erhebliche Strohlänge betrug der Strohertrag meist mehr als das Doppelte des Kornertrages; aus *Abbildung 3* sind die Durchschnittswerte der Jahre 1993 - 1999 zu entnehmen. Bei der NPK-Variante beträgt das Korn-Stroh-Verhältnis 1:2,5; bei der Kompost- und Rottemistvariante liegt dieses knapp unter 1:2.

### **Einfluss der Düngung auf die Bildung der Inhaltsstoffe und andere Qualitätsparameter**

Um die Wirkung der einzelnen Düngertypen auf die Bildung der Inhaltsstoffe feststellen zu können, wurden mittels chemischer Analysen Proben aller Ernteprodukte untersucht. Im folgenden Kapitel werden die wichtigsten Inhaltsstoffe dargestellt.

#### **Silomais**

Auch wenn beim Silomais durch eine getrennte Ernte von Kolben und Stängel eigene chemische Analysen von beiden Pflanzenteilen vorgenommen wurden, soll in *Tabelle 11* ein Ergebnis für die Gesamtpflanze im Durchschnitt der Jahre 1993 - 1998 präsentiert werden. Dabei stellt sich heraus, dass bei den einzelnen Düngervarianten bei den Hauptnährstoffen nur sehr geringe Unterschiede zu sehen sind. Beim Rohprotein zeigt die mineralische Volldüngung den höchsten Wert mit 69,2 g/kg TM, die PK-Variante den geringsten mit 60,5 g/kg TM. In der umgekehrten Reihenfolge sind die Ergebnisse bei der Rohfaser, wobei hier die NPK-Variante mit 213,4 g/kg TM den absolut niedrigsten Wert aufweist, die PK-Düngung mit knapp 239 g/kg TM den absolut höchsten. Auch beim Fett liegen diese beiden Varianten am weitesten voneinander entfernt; bei den übrigen Inhaltsstoffen sieht man die Unterschiede nicht so deutlich. Was die Mineralstoffe betrifft, so sind diese ebenfalls in *Tabelle 11* angegeben. Hier übertrifft die PK-Variante bei Ca, K und P alle anderen Varianten deutlich, nur bei Mg liegt die Kompostvariante vor allen anderen. Zwischen Kompost- und Rottemistdüngung sind die Unterschiede in den Hauptnährstoffen recht gering, in den Mineralstoffen differieren sie etwas mehr.

**Tabelle 11: Inhaltsstoffe bei Silomais: Durchschnittswerte der Jahre 1993 - 1998 (g/kg TM)**

	RP	RF	F	A	NFE	Ca	Mg	K	P
Kompost	65,5	220,2	22,4	50,2	641,9	1,77	1,30	14,83	2,48
Rottemist	63,7	222,1	22,3	48,5	643,5	1,72	1,24	14,26	2,39
Gülle	65,1	222,6	22,5	50,0	639,9	1,88	1,24	15,16	2,29
NPK	69,2	213,4	24,0	48,1	645,3	1,74	1,27	14,61	2,16
PK	60,5	238,9	18,7	58,4	623,4	2,05	1,28	16,72	2,61

**Tabelle 12: Rohproteingehalte im Korn der Sommergerste**

	1993	1994	1995	1996	1997	1998
Kompost	117,3	127,3	124,1	109,7	106,5	121,9
Rottemist	118,8	128,8	125,1	114,8	110,0	121,8
Gülle	116,1	128,2	120,7	116,7	104,0	126,1
NPK	138,7	143,4	129,9	126,9	114,5	140,7
PK	107,1	123,1	122,2	103,7	98,3	121,7

#### **Sommergerste**

Bei der Sommergerste wurde sowohl jeweils vom Korn als auch vom Stroh eine Probe für chemische Analysen gezogen. Auch wenn die Ergebnisse von beiden Ernteprodukten vorliegen, soll im Folgenden nur auf das Korn eingegangen werden. In *Tabelle 12* werden die Rohproteingehalte der Düngervarianten in den einzelnen Jahren dargestellt. Daraus sind jahresbedingte Unterschiede im Rohproteingehalt ersichtlich, aber auch zwischen den Düngertypen. Die jeweils höchsten Gehalte sind bei der mineralischen Volldüngung zu finden, was mit der Zufuhr der entsprechenden Stickstoffmengen zusammenhängt. Die Differenz zur PK-Variante ist nicht jedes Jahr gleich, außerdem wies im Jahr 1995 die Gülledüngung den niedrigsten Rohproteingehalt auf. Im Jahr 1997 sind die

Rohproteingehalte überhaupt sehr niedrig, in den Jahren 1994, 1995 und 1998 liegen die Proteinwerte zwischen 120 und 143 g/kg TM.

#### **Kleegras**

Beim Kleegras wurden jährlich von jedem Schnitt Proben für chemische Analysen gezogen. Gerade hier lassen sich anhand der Veränderung der Inhaltsstoffe vom ersten bis zum dritten Schnitt die Unterschiede der einzelnen Aufwüchse nachvollziehen. In *Tabelle 13* werden die Hauptnährstoffe aller drei Aufwüchse gegenübergestellt. Der einzige vierte Schnitt im Jahr 1997 bleibt bei dieser Berechnung unberücksichtigt, weil keine vergleichbaren anderen Werte aus einem ebensolchen Schnitt vorliegen. Dabei zeigt sich eine leichte Veränderung einiger Inhaltsstoffe im Laufe der Vege-

**Tabelle 13: Hauptnährstoffe beim Kleegras (g/kg TM)**

	RP	RFA	F	A	NFE
<b>1. Schnitt</b>					
Kompost	164,2	257,8	20,2	109,5	450,1
Rottemist	161,8	259,6	20,5	107,3	450,9
Gülle	158,9	263,4	20,8	109,7	447,3
NPK	154,1	257,0	20,8	107,6	460,6
PK	168,2	256,2	20,8	112,0	442,9
<b>2. Schnitt</b>					
Kompost	173,6	269,2	20,9	127,9	408,4
Rottemist	172,7	271,2	20,9	123,4	411,9
Gülle	169,2	274,8	20,8	126,3	409,0
NPK	166,8	271,2	20,6	125,7	415,8
PK	176,5	261,7	20,8	127,3	413,4
<b>3. Schnitt</b>					
Kompost	165,0	253,8	22,2	111,1	447,9
Rottemist	167,7	251,4	22,6	111,1	447,3
Gülle	167,5	251,4	22,5	116,0	442,7
NPK	166,1	246,9	22,7	116,6	447,7
PK	167,1	247,8	23,0	113,7	448,4

Tabelle 14: Ergebnisse der Speisepfung, getrennt nach Sorten

	Zerkochen	Konsistenz	Mehligkeit	Feuchtigkeit	Struktur	Farbe	Verfärbung	Geschmack	Kochtyp
<b>1993 - 1994: Sorte Planta</b>									
Kompost	1,8	1,9	2,0	2,0	1,9	5,8	1,5	1,9	B
Rottemist	1,8	1,9	2,2	2,2	2,1	6,0	2,0	1,9	B
Gülle	2,0	2,2	2,4	2,2	2,1	6,0	2,0	1,9	B
NPK	1,3	2,5	1,7	1,6	1,7	5,8	1,8	2,2	BA
PK	1,8	2,2	2,2	2,1	2,2	5,5	1,5	2,1	B
<b>1995 - 1999: Sorte Desiree</b>									
Kompost	2,3	2,2	2,7	2,7	2,4	4,5	2,0	2,0	BC
Rottemist	2,2	2,1	2,7	2,6	2,4	4,7	2,1	2,1	BC
Gülle	2,3	2,2	2,7	2,5	2,4	4,4	2,1	2,1	BC
NPK	2,1	2,2	2,4	2,2	2,1	4,4	2,0	2,2	B
PK	1,9	1,9	2,4	2,4	2,2	5,0	2,0	2,0	B

tationsperiode, wobei die Werte aus erstem und drittem Schnitt beim Rohprotein und bei den stickstofffreien Extraktstoffen einander sehr ähnlich sind. Der zweite Schnitt unterscheidet sich von den beiden anderen durch höhere Rohproteinwerte, höhere Rohfasergehalte, dafür aber geringere Gehalte an NFE. Beim Fett zeigen sich recht konstante Gehalte sowohl beim ersten und zweiten Schnitt; auch innerhalb der Düngervarianten gibt es kaum Differenzen. Was die anderen Inhaltsstoffe betrifft, weist beim Rohproteingehalt die NPK-Variante jeweils den geringsten Wert auf, bei den NFE dafür beim ersten und zweiten Schnitt den höchsten. Beim dritten Schnitt ändert sich das einheitliche Bild ein wenig. Große Unterschiede zwischen der Kompost- und Rottemistvariante gehen aus den vorliegenden Zahlen nicht hervor, wie auch nur verhältnismäßig geringe Differenzen zwischen der mineralischen Volldüngung und der PK-Variante bestehen.

### Kartoffeln

Bei der Kulturart Kartoffeln wurden zwar auch Proben für chemische Analysen gezogen, aber die Ergebnisse dieser Untersuchung sagen nicht allzu viel aus. Besser ist es bei Kartoffeln, andere Parameter zur Beurteilung der Qualität heranzuziehen. So wurde nach jeder Ernte eine organoleptische Prüfung der Kartoffeln durchgeführt, die den Speisewert der geprüften Kartoffeln wiedergibt. Dabei werden die im Dampf gegarten Kartoffeln von einem eigens dafür geschulten Team nach verschiedenen Beurteilungskriterien getestet. Einige Merkmale beziehen sich auf das Erscheinungsbild der Kartoffel, wie Zerkochen, Farbe oder Verfärbung. Die anderen Parameter wie Konsistenz des Fleisches,

Feuchtigkeit, Mehligkeit, Struktur des Kornes und Geschmack müssen organoleptisch beurteilt werden. Die Werteskala reicht von 1 bis 4, wobei 1 die beste und 4 die schlechteste Benotung darstellt. Nur für die Farbbeurteilung stehen insgesamt 7 Noten zur Verfügung.

In *Tabelle 14* werden die Ergebnisse aus den Verkostungen der Jahre 1993 - 1999 dargestellt. In dieser Tabelle werden zwei verschiedene Ergebnisse präsentiert, weil es sich um zwei unterschiedliche Sorten gehandelt hat, die gerade bei einer Verkostung nicht vermischt werden dürfen. So lassen sich aus den Ergebnissen doch leichte Unterschiede zwischen den Düngervarianten herauslesen. So reagiert die Sorte Planta auf die mineralische Volldüngung sehr positiv, was sich letztendlich im Kochtyp ausdrückt. Auch bei den Merkmalen Zerkochen, Mehligkeit, Feuchtigkeit und Struktur des Kornes erweist sich die NPK-Variante als die jeweils beste, während die Güllevariante am schlechtesten abscheidet. Bei der Sorte Desiree ist der Unterschied nicht mehr so krass, hier sind beide mineralischen Varianten den organisch gedüngten bei den meisten Beurteilungskriterien voraus. Allerdings erhält die PK-Variante bei den Merkmalen Zerkochen und Konsistenz des Fleisches die beste Benotung; bei den Parametern Feuchtigkeit und Struktur liegt die NPK-Variante an erster Stelle. Im Kochtyp ergibt sich bei beiden mineralischen Düngervarianten die Beurteilung B, während bei den organisch gedüngten die Beurteilung BC das Resultat der Speisepfung ist.

ten die Beurteilung B, während bei den organisch gedüngten die Beurteilung BC das Resultat der Speisepfung ist.

### Sommerroggen

Wie bei der Sommergerste wurden auch beim Sommerroggen getrennte Proben von Korn und Stroh für weitere Untersuchungen gezogen. Auch hier wird im Weiteren nur das Korn einer genaueren Betrachtung unterzogen. In *Tabelle 15* werden die Rohproteingehalte aller Düngervarianten aus den Jahren 1993 - 1998 dargestellt. Aus den vorliegenden Werten gehen ebenso wie bei der Sommergerste jahresbedingte Unterschiede hervor. So lagen im Jahr 1997 auch beim Sommerroggen die Rohproteingehalte äußerst niedrig, dagegen im Jahr darauf relativ hoch. Auch bei dieser Kulturart findet man bei der PK-Variante - bis auf das Jahr 1996 - die niedrigsten Gehalte, bei der NPK-Variante jeweils die höchsten. Die Situation ist jener bei der Sommergerste sehr ähnlich. Die Unterschiede zwischen der Kompost- und Rottemistdüngung liegen in fast allen Jahren im Bereich von wenigen Zehntelprozent. Die Güllevariante nimmt eine Mittelstellung zwischen den übrigen Düngervarianten ein.

### Einfluss der Düngung auf den Boden

Wenngleich jedes Jahr im Herbst nach Beendigung der Erntearbeiten Boden-

Tabelle 15: Rohproteingehalte im Korn des Sommerroggens

	1993	1994	1995	1996	1997	1998
Kompost	131,5	126,0	123,4	118,6	102,9	146,3
Rottemist	131,2	126,5	122,4	129,8	102,1	141,5
Gülle	128,5	131,8	120,6	137,1	107,0	148,1
NPK	140,6	137,5	154,3	144,5	109,4	163,5
PK	120,6	116,8	118,1	138,2	98,9	139,9

proben für Routineuntersuchungen gezogen wurden, gibt es zwar umfangreiche Ergebnisse aus diesen Bodenuntersuchungen, die aber nicht im Detail hier angeführt werden. Was bisher an Ergebnissen vorliegt, kann noch keine Aufschlüsse über die Wirkung der einzelnen Düngervarianten auf den Boden geben. Auch wenn vielleicht bei einzelnen Kulturen die Nährstoffabfuhr über der Nährstoffzufuhr liegt, kommt es aber laut Bodenuntersuchungen zu keinen Mangelerscheinungen im Boden. Die Versorgungslage ist bei allen Nährstoffen mindestens C, was einer mittleren Versorgung entspricht. Was die Versorgung mit Stickstoff betrifft, so wurden bei diesem Projekt keine N-min-Proben gezogen, weshalb über diesen wichtigen Hauptnährstoff keine laufenden Untersuchungen vorliegen.

In *Tabelle 16* werden die Ergebnisse der Bodenaggregatstabilität dargestellt, die ab dem Jahr 1996 zum Untersuchungsprogramm für diesen Versuch zählte. Aus den Zahlen geht hervor, dass die Aggregatstabilität insgesamt recht hoch ist. Zwischen den Kulturarten gibt es deutliche Unterschiede, auch innerhalb der Düngervarianten. Beim Klee gras beträgt die Aggregatstabilität bei allen Düngervarianten über 70%, bei den anderen Kulturarten liegt sie ein wenig darunter. Bei den meisten Ackerkulturen weist die mineralische Volldüngung die geringste Aggregatstabilität auf, die höchste ist entweder bei der Gölledüngung oder bei der Rottemistvariante zu finden. Allerdings liegen die Unterschiede im Bereich von nur zwei bis drei Prozentpunkten.

## Diskussion der Ergebnisse und Schlussfolgerungen

Bei Betrachtung der Fülle des Datenmaterials ist es wichtig, Vergleiche mit ähnlichen Düngungsversuchen anzustellen, die andere Wissenschaftler mit Kompost und anderen organischen Düngern durchgeführt haben.

### Auswirkungen auf den Ertrag

Bei den Versuchen von BUCHGRABER (1999) ist zwar die Anlage ähnlich, bei den Kompostvarianten wurde allerdings zusätzlich noch eine mineralische Stickstoffgabe von 54 kg/ha gegeben. Nach-

**Tabelle 16: Ergebnisse der Aggregatstabilität (%)**

	<i>Silomais</i>	<i>Sommergerste</i>	<i>Klee gras</i>	<i>Kartoffeln</i>	<i>Sommerroggen</i>
Kompost	64,95	72,79	75,05	68,80	69,19
Rottemist	69,24	73,00	75,37	70,09	68,11
Gülle	68,83	73,57	74,47	70,06	72,09
NPK	65,54	69,47	73,15	67,91	65,25
PK	67,53	71,64	71,87	67,68	68,10

dem im Gumpensteiner Kompostprojekt neben den organischen Düngern keine zusätzlichen Nährstoffe in mineralischer Form verabreicht wurden, können die Ergebnisse nur indirekt miteinander verglichen werden. Während bei Buchgraber die NPK-Variante im Durchschnitt aller Jahre nicht zu den höchsten Trockenmasseerträgen geführt hat, liegt beim Gumpensteiner Versuch diese Variante im Ertrag doch deutlich voran. Auch bei der Sommergerste kann ein Vergleich zwischen diesen Versuchen gezogen werden. Beim Kompostprojekt Gumpenstein übertrifft die mineralische Volldüngung alle anderen Düngervarianten im Kornertrag, während sich bei Buchgraber die Variante mit Biokompost als die beste erweist. Beim Strohertrag ist ein direkter Vergleich deshalb nicht möglich, weil beim Gumpensteiner Versuch durch die Klee graseinsaat das Stroh mit viel Grünmasse versetzt war, die sich natürlich auch im Ertrag bemerkbar macht. Was das Grünland betrifft, können ebenfalls keine direkten Vergleiche zwischen diesen Versuchen gezogen werden, da im Versuch Buchgraber das Grünland gedüngt wurde, im Gumpensteiner Projekt aber nur die Nachwirkung der Dünger geprüft wird.

Andere Autoren wie DIEZ und KRAUSS (1997) konnten erhebliche Ertragssteigerungen bei der Anwendung von Kompost erzielen. So betrug die Steigerung des Kornertrages durch die Gabe von Kompost bei Sommergerste im Mittel von 19 Jahren ohne mineralische Stickstoffdüngung 10,7 dt/ha, mit einer mineralischen Stickstoffdüngung immerhin noch 6,7 dt/ha. Bei Kartoffeln war im selben Versuch die ertragssteigernde Wirkung von Kompost stärker, hier führte die Kompostdüngung zu einer Steigerung um 47 dt/ha ohne mineralische Stickstoffdüngung, um 23 dt/ha mit mineralischem Stickstoff.

PETERSEN und STÖPPLER-ZIMMER (1998) haben bei einer Düngung von

verschiedenen Rottestufen von Kompost zu Kartoffeln mit einer Gabe von 30 t/ha Frischkompost mit zusätzlicher Stickstoffdüngung auf Lößboden nur einen geringen Mehrertrag gegenüber einer kulturüblichen Düngung mit Handelsdünger erzielen können, während 100 t/ha Frischkompost 135 % des Ertrages der Vergleichsvariante erzeugt haben. Beim gleichen Versuch auf Sandboden war die Differenz zwischen 30 und 100 t/ha Frischkompost nicht so groß, diese betrug nur 17 %. Allerdings wurde in demselben Versuch auch Roggen angebaut, der im Kornertrag bei jeder Form der Kompostdüngung unter der vergleichbaren Nährstoffzufuhr durch Mineraldünger blieb.

KLASINK und STEFFENS (1996) fanden beim Kornertrag von Winterroggen und Stärkeertrag von Kartoffeln - bei einer insgesamt geringen Ertragswirkung des Kompostes - die relativ höchsten Mehrerträge durch eine mehrjährige Kompostdüngung. Hingegen stellten diese beiden Autoren einen Minderertrag beim Mais durch Kompostdüngung fest.

Bei EDELBAUER (1996) führte eine Kompostdüngung von 17 t/ha, bzw. mit der doppelten Menge zu Silomais im Vergleich zu einer Nulldüngungsvariante nur an bestimmten Standorten und unter günstigen Witterungsverhältnissen zu einem Mehrertrag von 6 bis 13 %. Bei Sommergerste wurde durch die Kompostdüngung ein Minderertrag von 5 bis 12 % im Vergleich zur Nulldüngung gefunden, allerdings handelte sich es hier um Biotonnenkompost.

### Auswirkungen auf Pflanzen und Boden

Um bei der Ausbringung großer Mengen von Komposten auf landwirtschaftlich genutzte Flächen keine Anreicherung mit Schwermetallen hervorzurufen, muss einerseits die Qualität des kompostierten Materials erfolgen, andererseits müssen die geernteten Pflanzen sowie

der Boden nach der Ernte untersucht werden. Nur so kann gewährleistet sein, dass die Qualität der ausgebrachten Komposte und anderer organischer Dünger einwandfrei ist und es auch zu keiner Anreicherung von Schadstoffen im Boden kommt. TRAULSEN et al. (1997) haben in Feldversuchen durch die Ausbringung von hohen Mengen an Biokompost eine eventuelle Schadstoffaufnahme durch die angebauten Kulturpflanzen geprüft. Bei der Anwendung einer einmaligen Gabe bis zu 50 t/ha Biokompost kam es weder in der Bodenlösung noch in den untersuchten Pflanzenextrakten von Kartoffeln und Roggen zu einer Anreicherung mit Schadstoffen; es wurde sogar die Verminderung der verfügbaren Nährstoff- und Schwermetallanteile durch die Erhöhung des Gehaltes an organischer Substanz erkannt.

In einem Modell wurden von STÖPPLER-ZIMMER et al. (1998) mögliche Auswirkungen einer langfristigen Anwendung von Kompost auf landwirtschaftlich genutzte Flächen dargelegt, wobei der Stickstoff- und Humusdynamik großes Augenmerk geschenkt wurde. Dabei kamen die Autoren zu dem Schluss, dass die langjährige Ausbringung von Kompost für den Landwirt Vorteile zur Verbesserung der Bodeneigenschaften mit sich bringt, sofern auf eher lehmigen Standorten eine Gabe von 10 t/ha TS und auf Sandböden von 5-7,5 t/ha TS an Kompost nicht überschritten wird.

Die bodenverbessernde Wirkung von Komposten können verschiedene Autoren wie EBERTSEDER (1996), FREILING et al. (1997), GUTSER (1998) und BUCHGRABER (1999) durch ihre eigenen Versuche bestätigen. Was den Vergleich der Bodenaggregatstabilität betrifft, konnten im ackerbaulichen Teil des Gumpensteiner Versuches durchwegs höhere Werte als bei BUCHGRABER (1999) gefunden werden, wenn man von den Ergebnissen für das Grünland absieht. Allerdings kann man die Werte für das Klee gras nicht mit einem Dauergrünland gleichsetzen, sondern müsste eine Wechselwiese zu Vergleichszwecken heranziehen.

Für den Praktiker lassen sich aus den bisher gewonnenen Ergebnissen folgende Empfehlungen geben:

Die Düngung von Kompost zu den verschiedenen Ackerkulturen stellt aus ökologischer Sicht kein Problem dar, sofern das Ausgangsmaterial bestimmte Grenzwerte an Schwermetallen nicht überschritten hat. Die Ausbringung von Kompost kann sowohl in der konventionellen Landwirtschaft als auch im Biologischen Landbau erfolgen. Wie in diesem Versuch kann natürlich auch Stallmistkompost anstelle von Rottemist zu den einzelnen Kulturarten gegeben werden, obwohl dieser weder im Ertrag noch in der Pflanzenqualität zu statistisch gesicherten Unterschieden im Vergleich zur Rottemistdüngung führt. Gegenüber der Gülledüngung oder einer vergleichbaren mineralischen Volldüngung kann der Stallmistkompost durchaus positive Auswirkungen zeigen. Allerdings soll der gesamte Versuch noch bis zum Ende der zweiten Rotation weitergeführt werden; danach wird eine umfassende Auswertung aller gesammelten Daten erfolgen.

## Zusammenfassung

Der ackerbauliche Teil des Kompostprojektes Gumpenstein besteht aus einem kombinierten Düngungs-/Fruchtfolgeversuch, in dem fünf verschiedene Kulturarten jährlich zum Anbau gelangten. Als Düngervarianten wurden Stallmistkompost, Rottemist - beide aus demselben Ausgangsmaterial -, Gülle, eine mineralische Volldüngung und eine PK-Variante verwendet. Die ausgebrachten Düngermengen wurden kulturartenspezifisch zugeteilt, die Bemessungsgrundlage waren 2 GVE/ha unter der Annahme eines kombinierten Grünland-Ackerbaubetriebes. Als Ackerkulturen wurden Silomais, Sommergerste mit Klee graseinsaat, Klee gras in der Hauptnutzung, Kartoffeln und Sommerroggen verwendet, wobei das Klee gras keinen Dünger erhält. Bei diesem Versuch ging es in erster Linie um den Vergleich von Stallmistkompost und Rottemist, weil im Ackerbau die Anwendung von Rottemist kein so großes Problem wie im Grünland darstellt.

Erhoben wurden bei diesem Versuch sämtliche Beobachtungsdaten während der Vegetationsperiode, die Erträge wurden festgestellt, Proben für chemische Analysen und weitere Qualitätsparameter wurden gezogen, Bodenproben wur-

den nach der Ernte genommen, um sich aus der Gesamtheit der Daten ein Bild machen zu können.

Bei den Erträgen gab es bei allen Kulturarten deutliche Unterschiede zwischen der mineralischen Volldüngung und der PK-Variante, aber nur sehr geringe zwischen der Kompost- und der Rottemistdüngung. Speziell beim Silomais ist die Differenz zwischen der mineralischen Volldüngung und der Variante ohne Stickstoffdüngung im Frisch- und Trockenmasseertrag recht eindeutig, bei den Getreidearten, gerade beim Sommerroggen, löst die Stickstoffdüngung sehr starke Lagerung hervor, die zu einer Ertragseinbuße führt. Auch bei den Kartoffeln ist die NPK-Variante allen anderen Düngervarianten überlegen; bei Klee gras liegt die Kompost-Variante an der Spitze der Tabelle im Durchschnitt aller Jahre.

Der Einfluss der Düngervarianten auf die Veränderungen im Boden wurden anhand der Aggregatstabilität dargestellt. Hierbei fällt ein hoher Prozentsatz der Aggregatstabilität bei allen Kulturarten auf, aber nur geringe Unterschiede innerhalb der Düngervarianten. Einen kleinen Rückgang der Aggregatstabilität kann man bei der NPK-Variante beobachten.

Insgesamt soll der gesamte Versuch noch bis 2001 weiterlaufen und viele Ergebnisse werden erst nach dem Abschluss des Versuches vorliegen und veröffentlicht.

## Literatur

- AICHBERGER, K. und J. WIMMER (1998): Auswirkungen einer mehrjährigen Kompostdüngung auf Bodenkenndaten und Pflanzenenertrag. Stickstoff in Bioabfall - und Grünschnittkompost - Bewertung von Bindungsdynamik und Düngewert, Runder Tisch Kompost - RTK, 29.-30.9.1998, Umweltbundesamt Wien, BE 147, 86-87.
- AMLINGER, F. (1996): Anforderungen an die Qualität von Kompost unter Berücksichtigung der Ausgangsmaterialien. In: Österr. Kompostgüteverband und Österr. Normungsinstitut (Hrsg.): Beiträge zur Kompostgütesicherung in Österreich, Wien.
- BUCHGRABER, K. (1999): Abschlussbericht zum Forschungsprojekt "Einsatz von Biokompost als Düngemittel in der Landwirtschaft". Amt der Steiermärk. Landesregierung, Saubermacher Dienstleistungs-AG, F. Url & Co. Gesellschaft m.b.H. (Hrsg.).
- DIEZ, T. und M. KRAUSS (1997): Wirkung langjähriger Kompostdüngung auf Pflanzenenertrag und Bodenfruchtbarkeit. *Agribiol. Research* 50, 1, 78-84.

- EBERTSEDER, T. (1996): Qualitätskriterien und Einsatzstrategien für Komposte aus Bioabfall auf landwirtschaftlich genutzten Flächen. Diss. der TU München-Weihenstephan.
- EDELBAUER, A. (1996): Wirkung von Biotonnenkompost auf Ertrag und Qualität landwirtschaftlicher Kulturpflanzen. VDLUFA-Schriftenreihe 44/1996, Kongressband Trier, 365-368.
- FACHBEIRAT f. BODENFRUCHTBARKEIT u. BODENSCHUTZ (1999): Anwendungsrichtlinie für Kompost aus biogenen Abfällen in der Landwirtschaft, BMLF, Wien.
- FREI MING, U., T. CANDINAS und J. M. BESSON (1997): Kompost - ein wertvoller Dünger und Bodenverbesserer. Agrarforschung 4 (11-12), 463-466.
- GUTSER, R. (1998): Grundlagenversuche zum Nährstoffumsatz von Biokomposten. Stickstoff in Bioabfall- und Grünschnittkompost - Bewertung von Bindungsdynamik und Düngewert, Runder Tisch Kompost - RTK, 29. - 30.9.1998, Umweltbundesamt Wien, BE 147, 91-104.
- KLASINK, A. und G. STEFFENS (1996): Grünkomposteinsatz in der Landwirtschaft. VDLUFA-Schriftenreihe 44/1996, Kongressband Trier, 385-388.
- PETERSEN, K., R. GOTTSCHALL, E. KÖLSCH, G. H. PFOTZER, C. SCHÜLLER, H. STÖPPLER-ZIMMER und H. VOGTMANN (1996): Komposteinsatz im ökologischen Landbau - Pflanzenbauliche Ergebnisse aus einem zehnjährigen Feldversuch. VDLUFA-Schriftenreihe 44/1996, Kongressband Trier, 393-396.
- PETERSEN, U. und H. STÖPPLER-ZIMMER (1998): Orientierende Feldversuche zur Anwendung von Biokomposten unterschiedlichen Rottegrades. Stickstoff in Bioabfall- und Grünschnittkompost - Bewertung von Bindungsdynamik und Düngewert, Runder Tisch Kompost - RTK, 29.-30.9.1998, Umweltbundesamt Wien, BE 147, 58-70.
- PÖLLINGER, A. (2000): Kompostprojekt Gumpenstein. Vorstellung des Projektes und Aspekte der Stoffbilanzierung. Bericht über das 6. Alpenländische Expertenforum: Kompostanwendung in der Landwirtschaft.
- STÖPPLER-ZIMMER, H., H.H. GERKE und M. ARNING (1998): Modellgestützte Abschätzung der Stickstoff- und Humusdynamik zur Optimierung von Bodenzustand und Nitratauswaschung bei langfristiger Kompostanwendung auf ackerbaulich genutzten Standorten, Teilvorhaben 10/2. Stickstoff in Bioabfall- und Grünschnittkompost - Bewertung von Bindungsdynamik und Düngewert, Runder Tisch Kompost - RTK, 29.-30.9.1998, Umweltbundesamt Wien, BE 147, 71-85.
- TRAULSEN, B.-D., G. SCHÖNHARD und W. PESTEMER (1997): Risikobewertung der Anwendung von Bioabfallkomposten auf landwirtschaftlichen Nutzflächen. Agribiol. Research, 50, 2, 102-106.