

Kompostprojekt Gumpenstein: Einfluß der Kompostanwendung auf die Wurzelentwicklung

M. SOBOTIK

1. Einleitung und Fragestellung

Aufgrund der Empfindlichkeit der Wurzelentwicklung auf äußere Einflüsse wurde untersucht, ob die Wurzelbildung empfindlicher auf verschiedenen aufbereitete Wirtschaftsdünger reagiert als die Sproßentwicklung.

Untersucht wurde:

- Ausbildung der Wurzelmasse bis in eine Bodentiefe von 1 m
- Verteilung der Wurzelmasse in den Bodentiefen 0-10, 10-20, 20-30, 30-40, 40-50, 50-60, 60-70, 70-80, 80-90 und 90-100 cm
- Wurzel-/Sproßverhältnis

2. Methode der Untersuchungen

Die Untersuchungen erfolgten auf den Versuchsflächen der Abteilung Grünland. Die Probenahme für die Wurzeluntersuchungen erfolgte 1992 (1. Versuchsjahr) und 1997 (6. Versuchsjahr). Die Versuchsanlage sowie die Ertragsdaten sind den Darlegungen von PÖTSCH, 2000 zu entnehmen.

Bestimmung der unterirdischen Phytomasse (Wurzeln + unterirdische Sproßachsen, lebend und tot)

Die Probenahme der unterirdischen Phytomasse erfolgte mithilfe eines Probenbohrers mit einem Durchmesser von 7 cm und einer Länge von 10 cm. Je Wiederholung erfolgten 2 Probenahmen, die Untersuchungstiefe betrug 1 m. Die Trennung der Wurzeln von der Erde erfolgte mit Hilfe einer Wurzelwaschmaschine nach SMUCKER et al., 1982 und MURER, 1987. Die Proben wurden in der Folge 12 Stunden lang bei 70° C getrocknet und dann gewogen. Die Umrechnung der getrockneten Masse in dt/ha erfolgte durch Hochrechnung der erhaltenen Werte.

Methodische Probleme der unterirdischen Phytomassenbestimmung

Die Werte der unterirdischen Phytomassebestimmung unterliegen einer höheren Schwankungsbreite als jene der oberirdischen Phytomassebestimmung. Dies liegt in der unterschiedlichen Größe der Probefläche begründet. Während die oberirdische Phytomassebestimmung auf einer Fläche von 16,5 m² erfolgte, blieb die unterirdische auf 2 x 38 cm² aufgrund des hohen Arbeitsaufwandes beschränkt. Je Probefläche kommen etwa 30 verschiedene Arten vor. Jeder Art liegt eine arttypische Bewurzelung zugrunde (KUTSCHERA & LICHTENEGGER, 1982, 1992), wodurch sich hohe Schwankungsbreiten erklären lassen. Der Zeitraum der Entwicklung der gewonnenen unterirdischen Phytomasse ist unbekannt. Ebenso unerfaßt bleiben die bereits verrotteten, mineralisierten Wurzeln.

Statistische Auswertung

Die Berechnung der Werte erfolgt aufgrund der Zentralwerte (Mediane), die bekanntlich von Ausreißern wenig beeinflusst sind, zum Unterschied von Mittelwertberechnungen.

Die Signifikanz der Unterschiede der vergleichbaren Zentralwerte (Mediane) wurde mit 2,5 % Irrtumswahrscheinlichkeit festgelegt, die der einzelnen Varianten wurde mit dem U-Test berechnet.

3. Ergebnisse

3.1 Einfluß der Wirtschaftsdüngeranwendung auf die unterirdische Phytomasse im Vergleich zur oberirdischen Phytomasse

Die Ergebnisse aus dem Jahr 1992 (1. Versuchsjahr) standen noch stark unter dem Einfluß der Nachwirkung des vorigen Versuches. Diese Ergebnisse werden daher nur überblicksmäßig behandelt.

Als Gesamtdurchschnitt der unterirdischen Phytomasse ergab sich als Mittelwert 59,5 dt/ha (Median 54,4 dt/ha). Die Gesamtschwankungsbreite lag zwischen 20 und 194 dt/ha, bei den einzelnen Varianten lag sie zwischen 38 und 84 dt/ha.

Die höchste unterirdische Phytomasse wurde mit 84 dt/ha bei der Kompost-Tretmist-Variante (1,5 GVE) und die niedrigste bei der NPK Düngung mit 38 dt/ha erreicht. Der höchsten unterirdischen Phytomasse stand die 4. niedrigste oberirdische Phytomasse und der niedrigsten unterirdischen Phytomasse die höchste oberirdische Phytomasse gegenüber (*Abbildung 1, Tabelle 1*).

Ergebnisse aus dem Versuchsjahr 1997 (6. Versuchsjahr)

Der Gesamtdurchschnitt der unterirdischen Phytomasse sank im Jahr 1997 im Mittel auf 37,6 dt/ha ab (Median 37,21). Die Gesamtschwankungsbreite lag zwischen 9 und 100 dt/ha. Die unterirdische Phytomasse der Varianten lag zwischen 18 und 66 dt/ha. Die niedrigste Menge wurde bei der Kompost-Anbindehaltung-Variante (1,5 GVE/ha) und die höchste bei der Gülledüngung (3,0 GVE/ha) festgestellt. Der niedrigsten unterirdischen Phytomasse stand die höchste oberirdische Phytomasse bei der niedrigen Düngergabe gegenüber. Der höchsten unterirdischen Phytomasse ent-

Tabelle 1: Wurzelmassenergebnisse aus dem Kompostversuch in den Jahren 1992 und 1997

Variante	Wurzelmassen in dt TM/ha			
	Median 1992	Stabw 1997	Stabw 1992	Median 1997
1	55,21	7,5	11,9	26,85
2	56,60	6,3	11,5	34,70
3	55,52	7,2	7,9	18,07
4	83,67	5,6	27,4	34,36
5	57,19	5,5	14,9	35,91
6	37,69	3,9	7,9	38,11
7	79,89	12,9	18,4	66,07
8	56,09	9,9	20,8	44,55
9	42,14	6,9	28,0	31,38
10	75,05	5,5	14,7	45,81

1 = PK, 2, 7 = Gülle unbeh., 3, 8 = Kompost-Anbindehaltung + Jauche, 4, 9 = Kompost-Tretmist + Jauche, 5, 10 = Rottemist + Jauche, 6 = NPK

Autor: Dr. Monika SOBOTIK, Bundesanstalt für alpenländische Landwirtschaft Gumpenstein, A-8952 IRDNING

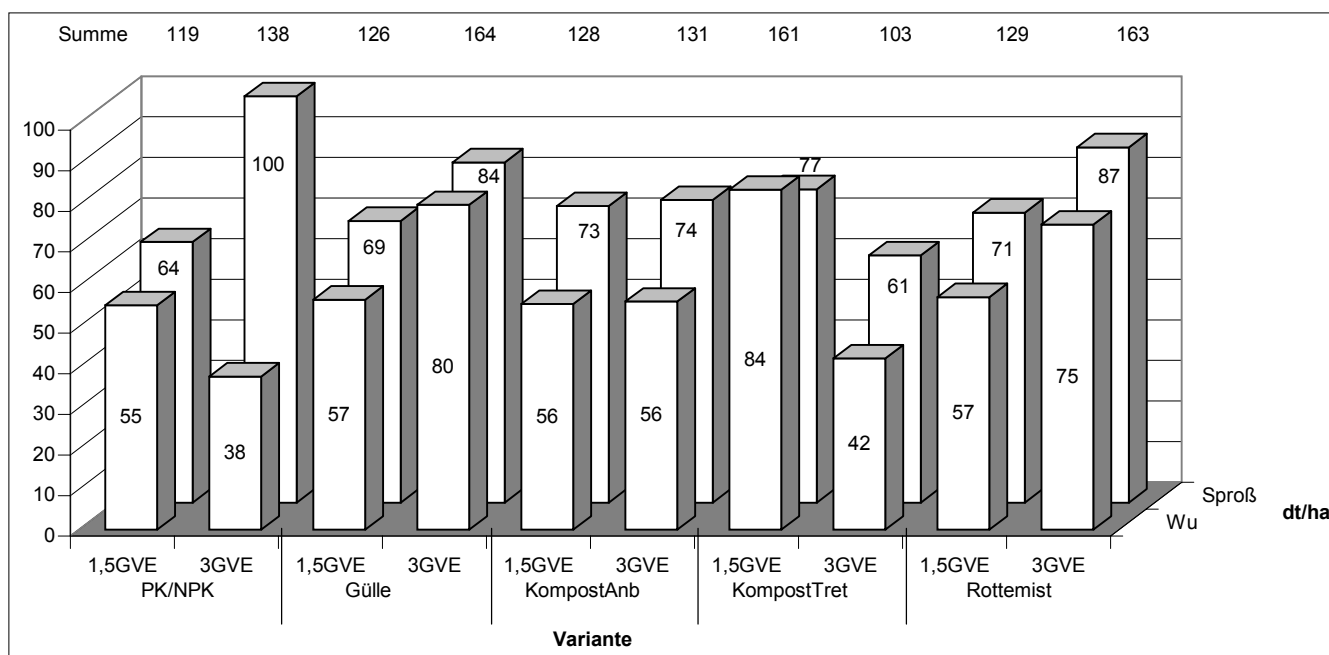


Abbildung 1: Ober- und unterirdische Phytomasse in dt/ha (Median), 1992

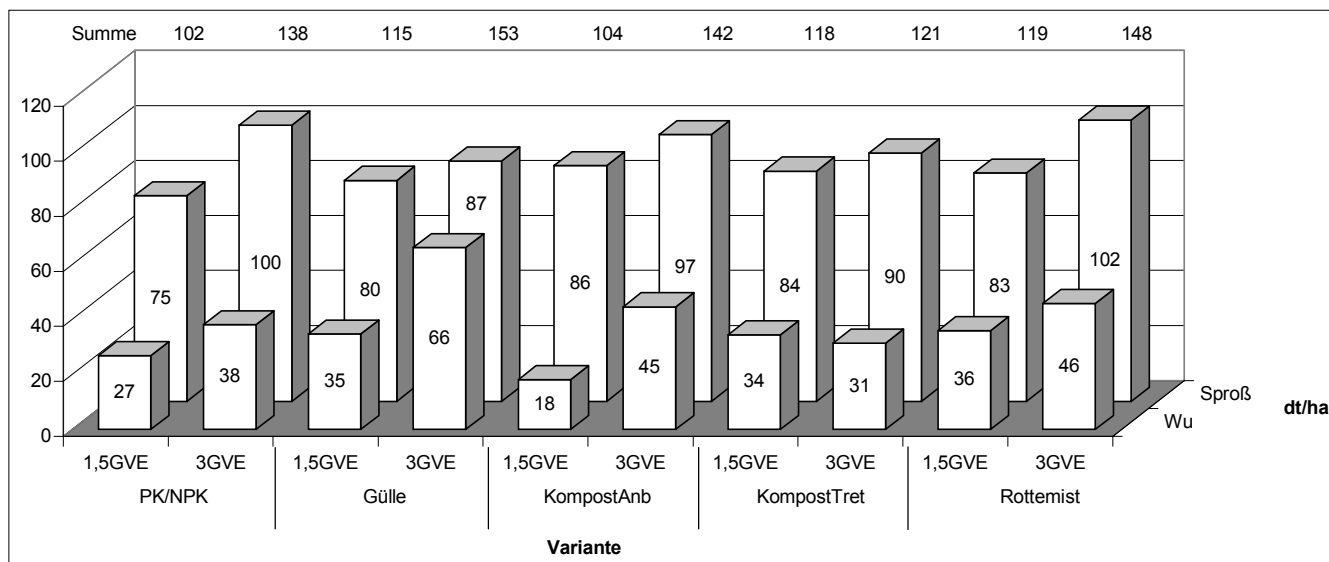


Abbildung 2: Ober- und unterirdische Phytomasse in dt/ha (Median), 1997

sprach die niedrigste oberirdische Phytomasse bei der hohen Düngergabe (Abbildung 2, Tabelle 1).

Zu einem gewissen Teil lassen sich die Ursachen der großen Unterschiede auf die unterschiedliche Artenzusammensetzung der Bestände zurückführen. Die Artenzusammensetzung der Bestände (PÖTSCH, 2000) wies 1996 auf beiden Flächen einen Grasanteil von etwa 66 % auf. Als Hauptbestandbildner traten Goldhafer und Knaulgras auf. Auf der Fläche der Kompost-Anbindehaltung (1,5 GVE/ha) lag die Deckung des Knaulgrases deutlich niedriger als bei der Gülledüngung (3,0 GVE/ha). Goldhafer

ist durch eine besonders geringe (-0,7 mm) und Knaulgras durch eine deutlich größere (-1,1 mm) Wurzeldicke ausgezeichnet (KUTSCHERA & SOBOTIK, 1992). Bei Knaulgras konnte bereits beobachtet werden, daß es auf hohe Güllegaben mit einer beachtlichen Vergrößerung der Horste und in der Folge mit der Bildung von zahlreichen dicken, eher, kurz bleibenden Sproßwurzeln reagiert (SOBOTIK, 1988). Weiters hatte die Fläche mit der hohen Güllegabe einen geringfügig höheren Anteil an Kuhblume. Bereits wenige dicke Wurzeln an Kuhblume und Ausläufer von Geißfuß können den Gewichtsanteil der unterirdi-

schen Phytomasse deutlich erhöhen. Auf der Vergleichsfläche der Kompost-Anbindehaltung-Variante trat nur eine geringe Deckung mit Geißfuß auf.

Als statistisch abgesichert unterschiedlich erwiesen sich die Vergleichsvarianten Kompost-Anbindehaltung zu Kompost-Tretmist, Kompost-Anbindehaltung zu Rottemist und Kompost-Anbindehaltung zu Gülle bei den niedrigen Düngungsgaben (1,5 GVE/ha). Statistisch schwach unterschiedlich abgesichert sind die Varianten Kompost-Anbindehaltung zu Gülle, Kompost-Tretmist zu Rottemist und Kompost-Tretmist zu Gülle bei den hohen Güllegaben (3,0 GVE/ha).

3.2 Einfluß der Wirtschaftsdünger-aufbereitung und Höhe der Düngergabe auf das Wurzel-/Sproßverhältnis (unterirdische Phytomasse/oberirdische Phytomasse)

Das Wurzel-/Sproßverhältnis ergab im Jahr 1992 Werte zwischen 0,38 und 1,1. Am niedrigsten war es bei der NPK (3,0 GVE/ha) und am höchsten bei der Kompost-Tretmist-Variante (1,5 GVE/ha), *Abbildung 3*.

Bis zum Jahr 1997 sank das Wurzel-/Sproßverhältnis deutlich ab. Beim niedrigen Düngungsniveau lag es zwischen 0,21 bis 0,43. Am niedrigsten war der Wert bei der Kompost-Anbinde-Variante und am höchsten bei der Gülle-Variante. Von 0,35 bis 0,76 reichte das Wurzel-/Sproßverhältnis bei den Düngungsgaben von 3,0 GVE/ha (*Abbildung 4*).

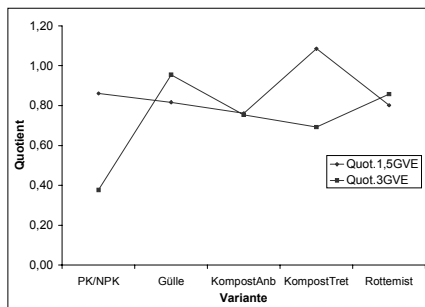


Abbildung 3: Vergleich des Wurzel-/Sproßverhältnisses, 1992

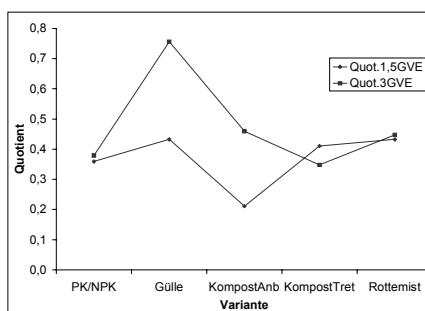


Abbildung 4: Vergleich des Wurzel-/Sproßverhältnisses, 1997

Das Wurzel-/Sproßverhältnis gibt Auskunft über einen funktionellen Zusammenhang von Wurzel und Sproß. Im allgemeinen nimmt das Wurzel-/Sproßverhältnis mit ungünstigeren Wachstumsbedingungen zu (MARSCHNER, 1999, WERGER, 1982, KLUG-PÜMPEL, 1978). Dies verhält sich bei Pflanzenbeständen ähnlich wie bei Einzelpflanzen (SOBOTIK, 1982). Ob eine Zunahme des Wurzel-/Sproßverhältnisses auf Intensivgrünland eine erhöhte Gefahr der Verunkrautung bedeutet, ist weiter zu verfolgen.

3.3 Einfluß der Wirtschaftsdünger-aufbereitung und Höhe der Wirtschaftsdüngeranwendung auf die Phytomasseverteilung in der Tiefe

Eine gute Tiefenverteilung der Wurzeln ist vor allem zur Überwindung von Trockenklemmen von Bedeutung. Sowohl die Wirtschaftsdüngeranwendung wie die Höhe der Wirtschaftsdüngeranwendung veränderten wenig hinsichtlich der prozentuellen Anteile in den verschiedenen Bodenschichten. In den obersten 10 cm des Bodens kamen sowohl 1992 als auch 1997 70-80 % der unterirdischen Phytomasse vor (*Tabelle 2 und 3*). Auch die Tiefenverteilung unterschied sich nur geringfügig.

Eine Ausnahme machte die Variante der Kompost-Anbindehaltung (1997) bei 1,5 GVE/ha. Hier bildete die unterirdische Phytomasse in den obersten 10 cm nur rund 50 %. Ab 20 cm Tiefe war die weitere Tiefenverteilung sehr gleichmäßig. Weiters auffallend war der mengenmäßig hohe Anteil der unterirdischen Phytomasse in den obersten 10 cm bei der Variante der hohen Güllegabe.

Diese hohe Menge dürfte größtenteils auf eine üppige Sproßwurzelbildung von Knautgras und auf die Ausläuferbildung

von Geißfuß zurückzuführen sein und als Folge der Überdüngung bewertet werden.

Zusammenfassung und Schlußfolgerung

Untersucht wurde der Einfluß von Rottemist, Gülle, Kompost-Anbindehaltung, Kompost-Tretmist bei 1,5 und 3,0 GVE/ha und PK bei 1,5 und NPK bei 3,0 GVE/ha.

Das weit verbreitete landesübliche Wirtschaftsdüngersystem mit Rottemist (1,5 GVE/ha) erreichte die höchste unterirdische bei einer hohen oberirdischen Phytomasse. Die Tiefenwurzelverteilung zeigte keine Besonderheiten, d.h. in den obersten 10 cm sind zwischen 70 und 80 % der unterirdischen Phytomasse zu finden. Die hohe Düngergabe (3,0 GVE/ha) führte zu einer Zunahme sowohl der unterirdischen wie der oberirdischen Phytomasse. Als Hauptbestandsbildner traten Goldhafer und in geringem Maß Knautgras auf. Der Weißklee zeigte geringe und die Kuhblume relativ hohe Deckungswerte. Weitgehend ähnlich verhielt sich die Gülleanwendung bei der niedrigen Gabe. Die oberirdische Phytomasse war allerdings geringer. Die hohe Düngergabe führte zu einer beachtlichen Zunahme der unterirdischen und einer geringen Zunahme der oberirdischen Phytomasse. Das Wurzel-/Sproßverhältnis erweiterte sich daher. Der Verunkrautungsgrad mit Geißfuß war in diesem Fall am größten, was sich im hohen Gewichtsanteil der unterirdischen Phytomasse in den obersten 10 cm widerspiegelt. Die Kompost-Anbindehaltung (1,5 GVE/ha) fiel durch die niedrigste unterirdische und eine mittlere oberirdische Phytomasse auf. Das Wurzel-/Sproßverhältnis war am engsten. Weiters war dies die einzige Variante, bei der der Anteil der Durchwurzelung der obersten 10 cm nur 50 % erreichte und daher hö-

Tabelle 2: Wurzeltrockenmasse (MW) in dt/ha und deren %-Anteil in den einzelnen Bodentiefen, 1992

Bodentiefe cm	Parzelle 1		Parzelle 2		Parzelle 3		Parzelle 4		Parzelle 5		Parzelle 6		Parzelle 7		Parzelle 8		Parzelle 9		Parzelle 10	
	dt/ha	%	dt/ha	%	dt/ha	%	dt/ha	%	dt/ha	%	dt/ha	%	dt/ha	%	dt/ha	%	dt/ha	%	dt/ha	%
0-10	51,28	80,59	47,28	86,85	47,64	82,62	78,11	89,99	53,18	86,21	37,25	84,87	56,99	75,09	64,65	83,74	62,83	87,54	64,67	85,81
10-20	4,14	6,51	3,07	5,64	3,59	6,23	2,89	3,33	4,14	6,71	3,15	7,18	7,23	9,53	4,49	5,81	3,25	4,53	4,53	6,01
20-30	2,20	3,46	1,59	2,92	1,70	2,95	2,00	2,30	1,17	1,90	1,21	2,76	3,13	4,12	1,55	2,01	1,39	1,94	2,58	3,42
30-40	1,38	2,17	0,89	1,63	0,96	1,66	1,08	1,24	0,89	1,44	0,70	1,59	3,00	3,95	0,75	0,97	0,77	1,07	1,17	1,55
40-50	0,92	1,45	0,52	0,96	1,27	2,20	0,54	0,62	0,61	0,99	0,64	1,46	2,47	3,25	0,99	1,28	0,51	0,71	0,86	1,14
50-60	1,44	2,26	0,28	0,51	1,24	2,15	0,47	0,54	0,33	0,53	0,31	0,71	0,93	1,23	2,39	3,10	0,56	0,78	0,64	0,85
60-70	1,70	2,67	0,26	0,48	0,76	1,32	0,36	0,41	0,47	0,76	0,22	0,50	0,83	1,09	1,28	1,66	0,68	0,95	0,56	0,74
70-80	0,23	0,36	0,17	0,31	0,20	0,35	0,39	0,45	0,29	0,47	0,16	0,36	0,61	0,80	0,87	1,13	0,72	1,00	0,21	0,28
80-90	0,34	0,53	0,17	0,31	0,16	0,28	0,65	0,75	0,26	0,42	0,13	0,30	0,40	0,53	0,19	0,25	0,68	0,95	0,07	0,09
90-100	-	-	0,21	0,39	0,14	0,24	0,31	0,36	0,35	0,57	0,12	0,27	0,31	0,41	0,04	0,05	0,38	0,53	0,07	0,09
0-100	63,63	100,00	54,44	100,00	57,66	100,00	86,80	99,99	61,69	100,00	43,89	100,00	75,90	100,00	77,20	100,00	71,77	100,00	75,36	99,98

Tabelle 3: Wurzeltrockenmasse (MW) in dt/ha und deren %-Anteil in den einzelnen Bodentiefen, 1997

Bodentiefe cm	Parzelle 1		Parzelle 2		Parzelle 3		Parzelle 4		Parzelle 5		Parzelle 6		Parzelle 7		Parzelle 8		Parzelle 9		Parzelle 10	
	dt/ha	%	dt/ha	%	dt/ha	%	dt/ha	%	dt/ha	%	dt/ha	%	dt/ha	%	dt/ha	%	dt/ha	%	dt/ha	%
0-10	23,65	70,09	27,65	78,24	11,59	47,64	28,13	80,62	26,05	74,39	29,07	74,86	43,77	68,63	27,16	67,24	28,10	75,21	34,19	72,41
10-20	3,40	10,07	2,77	7,84	3,75	15,41	3,04	8,71	2,96	8,45	3,60	9,27	5,52	8,65	4,55	11,27	2,96	7,92	5,66	11,99
20-30	2,27	6,73	1,82	5,15	1,92	7,89	1,45	4,16	1,61	4,60	1,53	3,94	5,86	9,19	2,43	6,02	1,07	2,86	2,50	5,29
30-40	1,08	3,20	0,70	1,98	1,30	5,34	0,74	2,12	1,01	2,88	1,14	2,94	1,36	2,13	0,89	2,20	0,66	1,77	1,81	3,83
40-50	0,89	2,64	0,60	1,70	1,00	4,11	0,36	1,03	0,55	1,57	0,88	2,27	1,11	1,74	1,39	3,44	0,72	1,93	0,71	1,50
50-60	0,80	2,37	0,47	1,33	0,40	1,64	0,28	0,80	0,60	1,71	0,71	1,83	1,65	2,59	0,56	1,39	0,39	1,04	0,72	1,52
60-70	1,20	3,56	0,31	0,88	1,57	6,45	0,23	0,66	0,81	2,31	0,50	1,29	1,34	2,10	1,20	2,97	1,25	3,35	0,55	1,16
70-80	0,31	0,92	0,36	1,02	0,90	3,70	0,22	0,63	0,66	1,88	0,50	1,29	1,89	2,96	1,69	4,18	0,94	2,52	0,46	0,97
80-90	0,09	0,27	0,36	1,02	1,39	5,71	0,28	0,80	0,26	0,74	0,37	0,95	0,72	1,13	0,36	0,89	0,78	2,09	0,38	0,80
90-100	0,05	0,15	0,30	0,84	0,51	2,10	0,16	0,46	0,51	1,46	0,53	1,36	0,56	0,88	0,16	0,40	0,49	1,31	0,24	0,51
0-100	33,74	100,00	35,34	100,00	24,33	99,99	34,89	99,99	35,02	99,99	38,83	100,00	63,78	100,00	40,39	100,00	37,36	100,00	47,22	99,98

here Anteile in den tieferen Schichten auftraten. Bei der hohen Düngergabe fiel sie durch keine Besonderheiten auf und ist der hohen Rottemistgabe sehr ähnlich.

Die Kompost-Tretmist-Variante unterschied sich in der niederen Düngergabe nur geringfügig vom Rottemist, bei der hohen nahm die unterirdische Phytomasse ab.

Die hohen Düngergaben führten in der Regel zu Zunahmen in der unter- wie oberirdischen Phytomasse. Eine Ausnahme bildete die Kompost-Tretmist-Variante bei der die unterirdische Phytomasse abnahm.

Abschließend sei darauf hingewiesen, daß die unterirdische Phytomassebildung auf die unterschiedlichen Wirtschaftsdüngerzubereitungen stärker reagierten als die oberirdische Phytomasse. Einer oberirdischen Phytomasse von 83, 84, 86 und 87 dt/ha standen unterirdische Phytomassen von 36, 34, 18 und

66 dt/ha gegenüber. Diese Unterschiede sollen vor Augen führen, daß sich neben sehr ähnlichen oberirdischen Phytomassebildungen sehr unterschiedliche unterirdische Entwicklungen vollziehen können.

Literatur

- KLUG-PÜMPPEL, B., 1978: Phytomasse und Primärproduktion von unterschiedlich bewirtschafteten Almflächen im Gasteiner Tal. In: Veröff. Österr. MaB-Hochgeb. Hohe Tauern 2, ed. A. Cernusca. Wagner, Innsbruck, 124-142.
- KUTSCHERA, L. und E. LICHTENEGGER, 1982: Wurzelatlas mitteleuropäischer Grünlandpflanzen. Band 1, Monocotyledoneae, Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, 516 p.
- KUTSCHERA, L. und E. LICHTENEGGER, 1992: Wurzelatlas mitteleuropäischer Grünlandpflanzen. Band 2, Teil 1 Morphologie, Anatomie, Ökologie, Verbreitung, Soziologie, Wirtschaft, Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, 851 p.
- KUTSCHERA, L. und M. SOBOTIK, 1992: Wurzelatlas mitteleuropäischer Grünlandpflanzen, Bd. 2 Pteridophyta und Dicotyledoneae (Magnoliopsida), Teil 2 Anatomie, Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, 261 S.

MARSCHNER, H., 1995: Mineral Nutrition of Higher Plants. Second Edition. Academic Press. 889 p.

MURER, E., 1987: Aus der Forschungs- und Versuchstätigkeit der Bundesanstalt für Kulturtechnik und Bodenwasserhaushalt Petzenkirchen, Information Nr. 13, Eigenverlag.

SMUCKER, A.J.M., S.L. McBURNEY and A.K. SRIVASTANA, 1982: Quantitative separation of roots from compacted soil profiles by the Hydropneumatik Elutriation System. - Agronomy Journal, 500-503.

SOBOTIK, M., 1982: Ökologische, morphologische, anatomische Untersuchungen am Beispiel einiger Apiaceae. Diss. Universität Salzburg, 105 S.

SOBOTIK, M., 1988: Untersuchungen über die Stabilität von Bodenkrümel unter Dauergrünland in Abhängigkeit von steigenden Gaben an Rindergülle. Teilprojekt: Wurzelökologische Untersuchungen. Zwischenbericht f. BM f. Land- u. Forstwirtschaft.

WERGER, M.J.A., 1982: Wurzel/Sproß-Verhältnis als Merkmal der Pflanzenstrategie. Wurzelökologie und ihre Nutzenanwendung/Root Ecology and its Practical Application. Int. Symp. Gumpenstein, Irnding, 323-334.