

# Universität für Bodenkultur Wien Department für Nutzpflanzenwissenschaften Abteilung Pflanzenbau



# Einfluss einer Dammabdeckung auf ausgewählte boden- und pflanzenbauliche Kennzahlen bei Kartoffeln (*Solanum tuberosum* L.) im Speziellen auf Ertrag und Qualität

Masterarbeit zur Erlangung des akademischen Grades Diplom-Ingenieur

# vorgelegt von Mathias Gamerith

Studienrichtung: Angewandte Pflanzenwissenschaften

Betreuer:

Ao. Univ.Prof. Dipl.-Ing. Dr. Peter Liebhard Dipl.-Ing. Herbert Eigner

#### Danksagung

Die ersten Zeilen der vorliegenden Masterarbeit möchte ich nutzen, um all jenen Menschen zu danken, die mich in meiner Studienzeit begleitet und gefördert haben.

Meinem Betreuer, Herrn Ao. Univ. Prof. DI. Dr. Peter Liebhard, möchte ich für seinen persönlichen Einsatz und für die kompetente Betreuung meiner Masterarbeit ein großes Danke sagen. Der AGRANA Stärke GmbH danke ich für die gute Zusammenarbeit sowie deren finanzielle Unterstützung, ebenso für die Bereitstellung von Messgeräten und Arbeitskräften. In besonderer Weise möchte ich Herrn DI. Herbert Eigner, Herrn Thomas Helmreich, Herrn Bernhard Schreiber und Herrn DI. Gerhard Sigl für die äußerst kameradschaftliche Betreuung danken.

Ein besonders großes Dankeschön möchte ich meinen Eltern aussprechen, die mir ein Hochschulstudium ermöglicht, die Versuchsfläche zur Verfügung gestellt und mich bei der Versuchsdurchführung unterstützt haben, sowie meiner Schwester Elsa für ihre persönliche Unterstützung während meines ganzen Studiums.

Herzlich bedanken möchte ich mich auch bei meinen Erntehelfern, für das tagelange Ausharren auf dem Kartoffelvollernter: unserem Chef (Opa), Onkel Emmerich und Onkel Willi sowie Onkel Josef für den Fahrtendienst. Die Versuchsflächen in Moidrams haben mir Familie Helmreich und Familie Holl zur Verfügung gestellt, dafür möchte ich mich ebenso bedanken. Weiters sei Herrn Josef Nagl, den Herren Wilhelm und Emmerich Puchinger, Herrn DI. Peter Scholl und meinen Nachbarn Familie Zeiner für die Bereitstellung von diversen Arbeitsgeräten gedankt.

Danken möchte ich meinem Cousin Bernhard für seine "aufmunternden Worte", die mich durch das Studium getragen haben, für die gemütlichen Abende in Wien und für die Unterstützung beim (Über)Leben in der Großstadt. Meinen Altenburger Sängerknabenkollegen und jenen, die zu diesem Kreis gehören, sowie meinen Studienkolleginnen und -kollegen danke ich für ihre jahrelange Freundschaft und die schöne Zeit in Wien.

Einen besonderen Dank möchte ich meiner Korrekturleserin aussprechen, die die Ausdauer und Bereitschaft aufbrachte, so viele Seiten über Kartoffeln zu lesen.

Ein herzliches Danke auch an meine Initialenkollegin, welche nicht nur für meine studentischen Sorgen immer wieder ein offenes Ohr hatte.

3.2.6.3.

#### Inhaltsverzeichnis 1.1. Einleitung ...... 1 1.2. 1.3. 2.1. 2.2. 2.3. 2.4. 2.4.1. Kartoffelkäfer (Leptinotarsa decemlineata) ....... 5 2.4.2. Schnecken (Gastropoda) ...... 6 2.4.3. Blattläuse (Aphidina) ...... 6 2.4.4. 2.5. 2.5.1. Kartoffelschorf (Streptomyces scabies)...... 8 2.5.2. Kraut- und Knollenfäule (Phytophthora infestans)...... 8 2.5.3. 2.5.4. Kartoffel-Y-Virus-Mosaik (Potato virus Y)......10 2.5.5. 2.5.6. Wurzeltöterkrankheit (Rhizoctonia solani)......10 2.6. 2.7. Wertgebende Inhaltsstoffe bezogen auf die Stärkekartoffelproduktion ..... 13 3. 3.1. 3.2. 3.2.1. 3.2.2. 3.2.3. 3.2.4. 3.2.5. 3.2.6. 3.2.6.1. 3.2.6.2. Heu .......21

Klee ...... 21

3.2.6.4	4. Kompost	22
3.2.6.	5. Kompostmischung	22
3.2.7.	Messung der Dammtemperatur	22
3.2.8.	Wassergehalt im Damm	23
3.3. Vers	suchsstandort Moidrams "Hanglage", Praxisversuch	23
3.3.1.	Witterung während des Versuchszeitraums	24
3.3.2.	Boden	24
3.3.3.	Versuchsanlage	25
3.3.4.	Bestandsführung und Pflegemaßnahmen	26
3.3.5.	Kartoffelsortenbeschreibung: Sorte EUROSTARCH	27
3.3.6.	Abdeckmaterial und Ausbringung	27
3.3.7.	Messung der Dammtemperatur	28
3.3.8.	Abschätzung des Bodenabtrags	28
3.3.8.	1. Dammform	29
3.3.8.2	2. Furcheneintiefung	30
3.3.8.3	3. Kontrollstäbe zur Schätzung allfälligen Bodenabtrags	31
3.4. Vers	suchsstandort Moidrams "Biofläche", Exaktversuch	32
3.4.1.	Witterung während des Versuchszeitraums	32
3.4.2.	Boden	32
3.4.3.	Versuchsanlage	33
3.4.4.	Bestandsführung und Pflegemaßnahmen	34
3.4.5.	Kartoffelsortenbeschreibung: Sorte WISENT	34
3.4.6.	Abdeckmaterial und Ausbringung	35
3.5. Erg	änzende Datenerfassung	35
3.5.1.	Bodenuntersuchung	35
3.5.2.	Ermittlung des Unkrautbesatzes sowie des Schädlings-	und
	Krankheitsbefalls im Pflanzenbestand	35
3.5.3.	Ernte	36
3.5.3.	1. Erntebeeinträchtigung	36
3.5.3.2	2. Ertrags- und Qualitätsbestimmung bei der Kartoffel	36
3.6. Mat	hematisch statistische Auswertung	37
4. Ergebnis	sse	39
4.1. Vers	suchsstandort Tautendorf	39
4.1.1.	Bodenphysikalische Kennzahlen	39
4.1.1.1	1. Dammtemperatur mittels Stechthermometer	39

	4.1.1.	.2.	Dammtemperati	ur mittels	Sensoren			. 42
	4.1.1.	.3.	Wassergehalt in	n Damm				. 46
	4.1.2.	Pfla	nzenbauliche Ke	nnzahler	າ			. 48
	4.1.2.	.1.	Unkrautbesatz	sowie	Schädlings-	und	Krankheitsbefall	im
			Pflanzenbestand	b				. 48
	4.1.2.	.2.	Erntebeeinträch	tigung				. 48
	4.1.2.	.3.	Ertrag- und Qua	lität der (	geernteten Kar	toffeln		. 49
4	.2. Ver	rsuch	sstandort Moidra	ms "Han	glage"			. 55
	4.2.1.	Bod	lenphysikalische	Kennzah	ılen			. 55
	4.2.1.	.1.	Dammtemperate	ur				. 55
	4.2.1.	.2.	Dammform					. 57
	4.2.1.	.3.	Furcheneintiefu	ng				. 62
	4.2.1.	.4.	Kontrollstäbe					. 68
	4.2.2.	Pfla	nzenbauliche Ke	nnzahler	າ			. 71
	4.2.2.	.1.	Unkrautbesatz	sowie	Schädlings-	und	Krankheitsbefall	im
			Pflanzenbestand	d b				. 71
	4.2.2.	.2.	Erntebeeinträch	tigung				. 71
	4.2.2.	.3.	Ertrag- und Qua	lität der (	geernteten Kar	toffeln		. 71
4	.3. Ver	rsuch	sstandort Moidra	ms "Biof	läche"			. 77
	4.3.1.	Pfla	nzenbauliche Ke	nnzahler	າ			. 77
	4.3.1.	.1.	Unkrautbesatz	sowie	Schädlings-	und	Krankheitsbefall	im
			Pflanzenbestand	b				. 77
	4.3.1.	.2.	Erntebeeinträch	tigung				. 79
	4.3.1.	.3.	Ertrag- und Qua	lität der (	geernteten Kar	toffeln		. 79
4	.4. Bes	ständ	igkeit der Damm	abdecku	ngen während	des V	ersuchszeitraums.	. 84
5.	Diskuss	ion						. 88
5	.1. Ans	stieg	der Dammtempe	ratur unt	er einer Grüns	chnitta	bdeckung	. 88
5	.2. Me	hrertr	ag versus Koste	n für das	Abdecken mit	Grüns	schnitt	. 91
5	.3. Erf	order	liche Grünschnitt	menge z	ur Erosionsmir	nderun	g	. 94
5	.4. Ers	etzt e	eine Dammabded	kung ein	en Striegelvor	gang		. 95
5	.5. Mö	gliche	e positive Effekte	einer Gr	rünschnittabde	ckung		. 96
5	.6. Mö	gliche	e negative Effekto	e einer D	ammabdeckur	ng		. 97
6.	Zusamr	nenfa	ssung					100
7.	Summa	ıry						102
8.	Bildanh	ang						104

9.	Abkürzungsverzeichnis	106
10.	Abbildungsverzeichnis	108
11.	Tabellenverzeichnis	111
12.	Literaturverzeichnis	114

# 1. Einleitung, Problemstellung und Zielsetzung

## 1.1. Einleitung

Im Jahr 2008 wurden ca. 60% der österreichischen Stärkekartoffeln im Waldviertel produziert (KIRNER, 2010, S.11). Folglich ist dieser Betriebszweig für viele landwirtschaftliche Betriebe bedeutend. In der Region Waldviertel steigt die Anzahl viehloser Betriebe und dadurch besteht auf diesen Betrieben für Wiesenflächen ein verminderter Bedarf zur Futtergewinnung bzw. anderer Nutzungsformen. Betriebe, welche am ÖPUL Programm teilnehmen, haben für Dauergrünland eine Nutzungsverpflichtung, mit "jährlich mindestens einmal vollflächige Mahd und Verbringen des Erntegutes" (nach AMA, 2011, S. 24).

Das Waldviertel ist durch seine hügelige Landschaft gekennzeichnet, bei ackerbaulicher Nutzung kommt es häufig zu Erosionsereignissen.

#### 1.2. Problemstellung

Durch heiße und trockene Sommer werden die Kartoffelknollen in den Dämmen einer Stresssituation ausgesetzt.

Weiters wird die Bodenstruktur durch intensive Bearbeitungsvorgänge im Kartoffelanbau hoch beansprucht und in Hanglagen kommt es bei Starkregenereignissen vermehrt zu Abfluss und zu allfälligem Abtrag von Bodenmaterial.

# 1.3. Zielsetzung

Die Feldversuche der Masterarbeit sollen zeigen, dass bei einer lang anhaltenden Dammabdeckung die Stressfaktoren wie hohe Temperatur und Trockenheit im Damm für die Kartoffelknollen gemildert werden sowie Bodenabtrag auch auf hängigen Flächen verhindert wird.

# 2. Ausgewählte Literatur

#### 2.1. Systematik der Kartoffel

Die botanische Bezeichnung für Kartoffel ist *Solanum tuberosum* L.. In Österreich wird die Kartoffel als "Erdapfel", im Englischen Sprachraum als "potato", in Frankreich als "pomme de terre" und auf Spanisch als "patata" bzw. "papa" bezeichnet (KELLER et al., 1999, S. 28).

Die Kartoffel gehört in die Familie der Nachtschattengewächse (*Solanaceae*) und innerhalb der Familie in die Gattung *Solanum* (HEYLAND, 1996, S. 223). Kein Verwandter der Kartoffel ist die Süßkartoffel (*Ipomoea batata*), jedoch die Tomate (*Lycopersicon esculentum*) und die Aubergine (*Solanum melongena*) (BROSS-BURKHARDT und WEIDENWEBER, 2010, S. 6). Die Kartoffel bildet zwei Keimblätter aus und schließt innerhalb eines Jahres den Entwicklungszyklus ab. Die Vermehrung erfolgt auf generativem Weg durch Bildung von Beeren oder durch den vegetativen Weg mittels Knollenbildung (HEYLAND, 1996, S. 223). In der Praxis erfolgt die Kartoffelvermehrung durch das Pflanzen ganzer oder halber Knollen. Nur zu Züchtungszwecken werden Samen aus den Kartoffelbeeren verwendet. Die Größe der ausgepflanzten Knolle beeinflusst die Stängel- und Knollenanzahl sowie die Entwicklung der Blüte (KELLER et al., 1999, S. 50). Daher werden als Pflanzgut Knollen mit einer Sortierung zwischen 35 und 55 mm sowie einem Gewicht zwischen 50 und 70 g verwendet (HEYLAND, 1996, S. 226).

Wer die Kartoffel nach Europa brachte, ist nicht bekannt, es gibt in der Literatur viele unterschiedliche Angaben. Nachweisbar ist, dass die Kartoffel bereits 6000 v. Chr. von den Inkas in Südamerika in den Ländern Peru, Chile und Bolivien als Nahrungsmittel und zur Heilung genutzt wurde. Schon zu jener Zeit wurden die Kartoffeln zur Konservierung gefroren bzw. getrocknet (HACHFELD et al., 1999, S. 24ff). Literaturquellen zeigen, dass um das Jahr 1570 in Spanien Kartoffeln vorerst in adeligen Gärten zu Dekorationszwecken angebaut wurden. Der hohe Nahrungswert dieser Knolle wurde in vielen Ländern Europas bedeutend (BROSS-BURKHARDT und WEIDENWEBER, 2010, S. 8f). In Österreich wurden nachweislich im Jahr 1620 im Stift Seitenstetten Kartoffeln angebaut. Die Verbreitung der Kartoffeln auf österreichischem Gebiet wurde durch Josef II. vorangetrieben, der kostenlos Kartoffelpflanzgut an die Bevölkerung verteilen ließ. Nach einer Nahrungsmittelknappheit in den Jahren 1771 bis 1772 gab es einen Erlass zum Kartoffelanbau (KELLER et al., 1999, S. 35f). Durch die in Europa geführten Kriege,

aber auch durch die Industrielle Revolution erlebten die Kartoffeln schnell eine weite Verbreitung, da sie nach HACHFELD et al. (1999, S. 44) "leicht anzupflanzen und zu ernten, viel widerstandsfähiger gegenüber der Witterung als Getreide und besonders gut für die Verpflegung großer Gruppen wie garnisonierte Soldaten und städtische sind. Zu Beginn des 19. Jahrhunderts war die Kartoffel das Arbeiter" Hauptnahrungsmittel des Mittleren Europa. Zurzeit liegt die Kartoffel weltweit an dritter Stelle der wichtigsten Nahrungsmittel. An erster Stelle liegt Reis, gefolgt von Weizen. 50% der gesamten Kartoffelernte werden derzeit zu industriellen Produkten wie Stärke und Alkohol verarbeitet. Sowohl für die Nahrungsmittelerzeugung als auch für die Herstellung von Industrieprodukten gibt es spezielle Kartoffelsorten (BROSS-BURKHARDT und WEIDENWEBER, 2010, S. 10f). Die Nutzung der Kartoffelstärke für die Industrie erfolgt bereits seit ca. 150 Jahren. Durch das Modifizieren von Stärke entsteht eine große Auswahl an Produkten. Die Kartoffelstärke findet Verwendung in der Papierherstellung, bei der Textilproduktion, in der Baubranche als Klebemittel oder zur Abbindeverzögerung. Durch die Verzuckerung von Stärke aus Kartoffeln können erdölähnliche Produkte erzeugt werden, die zur Herstellung von Kunststoffen oder chemischen Produkten wie zum Beispiel Ethylen verwendet werden (HEYLAND, 1996, S. 221). Trotz der vielseitigen Verwendungsmöglichkeiten ist der Kartoffelanbau derzeit im Rückgang (GÖTZ und KONRAD, 1987, S. 265).

# 2.2. Morphologische Beschreibung der Kartoffel

Aus den gelegten Knollen entstehen aus jeder Knospe (auch Auge genannt) ein Haupttrieb. Da sich die Knospen häufig an einem Ende der Kartoffelknolle konzentrieren, wird dieser Bereich "Kronenende" genannt (BROSS-BURKHARDT und WEIDENWEBER, 2010, S. 7). KELLER et al. (1999, S. 50) beschreiben die Haupttriebe als "kantig, mit hohlen Internodien und dreieckigem Querschnitt". Die Haupttriebe können nach deren Verzweigung in der Erde oberirdisch Nebentriebe oder Seitentriebe direkt vom Stängel weg bilden. Das Vorkommen der unterschiedlichen Stängeltypen beeinflusst die Anzahl der Knollen pro m² (KELLER et al., 1999, S. 50f).

Nach GEISLER (1988, S. 400) sind die Kartoffelblätter "hell- bis dunkelgrün und unpaarig gefiedert, gerippt bis glatt. Oberseits sind die Blätter kahl bis schwach behaart, unterseits meist stärker behaart. Die Fiederblätter sind eiförmig zugespitzt bis herzförmig, die Endblättchen sind bisweilen größer als die Seitenblättchen. Die Blattspitze ist gerade bis geneigt.".

Die Blütenfarbe kann alle Abstufungen zwischen weiß und violett annehmen. Die Beeren enthalten ca. 150 Samen, die das Gift Solanin beinhalten (GEISLER, 1988, S. 400f). Der Blütenstand der Kartoffel nach KELLER et al. (1999, S. 54) beschrieben: "eine einfache bzw. zusammengesetzte Traube mit zwittrigen Blüten, die aus jeweils fünfzipfeligen, verwachsenen Kelchblättern, fünf ebenfalls zipfeligen, radförmig verwachsenen Kronenblättern, fünf Staubgefäßen und einem Stempel bestehen".

Die Ausläufer, auch Stolonen genannt, sind Stängel, die plagiotroph, d.h. Richtung Schwerkraft, wachsen. Stolonen entspringen aus Knoten, die sich in nächster Nähe zur Knolle befinden. Aus den Stolonenknoten wachsen Wurzeln, die für die Wasserund Nährstoffaufnahme wesentlich sind. Die Kartoffel hat nur ein gering mächtiges System an Wurzeln, das sich in der geringen Trockentoleranz und hohen Empfindlichkeit gegen Bodenverdichtungen widerspiegelt (KELLER et al., 1999, S. 52ff).

Die Knollen entstehen durch das Anschwellen der Stolonenenden. Da sie eine Verdickung des Stängels sind, werden Knollen unter Lichtbestrahlung grün und lagern Solanin ein. Für die Kartoffelpflanze ist die Knolle eine Gewebeanhäufung zur Speicherung von Nährstoffen. Dieses Speichergewebe ist von einem Ring aus Gefäßbündel, einer Rindenschicht und zum Schluss von der Schale umgeben (HEYLAND, 1996, S. 223f). Tabelle 1 zeigt, aus welchen Inhaltsstoffen sich 1000g Rohware von Kartoffeln zusammensetzen:

Tabelle 1: Inhaltsstoffe von 1000g Rohware Kartoffeln (GEISLER, 1988, S. 402)

		Mineralstoffe		Aminosäuren	
g/1000g Rohw	are	Natrium 0,15		Isoleucin	0,88
Kartoffeln		Kalium 4,1		Leucin	0,96
		Magnesium	0,26	Valin	0,80
Wasser	616,0	Calcium	0,10	Methionin	0,26
Eiweiß (N x 5,85)	16,0	Phosphor	0,46	Phenylalanin	0,69
Fett	1,2	Chlorid	0,36	Threonin	0,65
Kohlenhydrate	151,0	Vitamine		Tryptophan	0,22
Rohfaser	6,2	Carotin	0,23	Lysin	0,80
Mineralstoffe	9,0	Vitamin B <sub>1</sub>	0,88	Histidin	0,27
<u>.</u>		Vitamin B <sub>2</sub>	0,41	Arginin	0,80
		Nicotinamid	9,76		
		Pantothensäure	3,68		
		Vitamin B <sub>6</sub>	1,52		

#### 2.3. Unkräuter im Kartoffelbestand

In der Jugendentwicklung hat ein Kartoffelbestand durch seine langsame Entwicklungsphase eine geringe Konkurrenzkraft zur Unterdrückung von Unkraut.

Jedoch sobald der Reihenschluss einer Kartoffelfläche stattgefunden hat, ist auch eine optimale unkrautunterdrückende Wirkung gegeben. Häufig auftretende Unkräuter im Kartoffelbestand sind:

- Weißer Gänsefuß (Chenopodium album)
- Knötericharten (*Polygonaceae*)
- Ackerhohlzahn (Galeopsis tetrahit)
- Klettenlabkraut (Galium aparine)
- Vogelmiere (Stellaria media)
- Acker-Stiefmütterchen (*Viola arvensis*) (KEES et al., 1984, S. 144f).

#### 2.4. Kartoffelschädlinge

Für tierische Fraßstellen an Kartoffelknollen können nach FRITZSCHE und KEILBACH (1994, S. 328) folgende Schädlinge verantwortlich sein: "Tausendfüßler, Engerlinge, Erdraupen, Drahtwürmer, Schnakenlarven oder Haarmückenlarven".

#### **2.4.1.** Kartoffelkäfer (Leptinotarsa decemlineata)

Der Kartoffelkäfer ist leicht erkennbar durch seine typische ovale und gewölbte Körperform. Auffällig ist die lichtgelbe Färbung der zwei Decken der Flügel, wobei diese ein schwarz gestreiftes Muster aufweisen. Auch die rote Farbe des Halsschildes ist markant. Die Körperfarbe der Larven kann ein helles bis dunkles Rot annehmen. Die Körperkonsistenz ist gekennzeichnet durch seine Weichheit (HOFFMANN und SCHMUTTERER, 1999, S. 367).

Der eigentliche Schaden entsteht an den Blättern, welche sowohl den Larven des Kartoffelkäfers als auch den adulten Tieren als Nahrungsquelle dienen. Das Ausmaß des Fraßschadens der Kartoffelkäferlarven hat eine Spannweite von einem Loch im Blatt bis zum kahlen Abfraß der gesamten Blattanlage einer Kartoffelpflanze (HEITEFUSS et al., 2000, S. 138).

Nach dem Überwintern als Käfer im Erdreich können die weiblichen Käfer bis zu 1000 Eier über ein zweimonatiges Zeitfenster legen (BÖRNER, 2009, S. 252). Die Eiablage erfolgt an der Unterseite des Blattes, als Eigelege von 10 bis 30 orangefarbenen, ovalen Eiern. Die Larven schlüpfen nach ca. zwei Wochen und beginnen sofort die Kartoffelblätter zu fressen (HOFFMANN und SCHMUTTERER, 1999, S. 368). Nach einem Puppenstadium von ca. 28 Tagen im Erdreich sind die Jungkäfer entwickelt. In einem Vegetationsjahr ist auch eine zweite Käfergeneration

möglich (BÖRNER, 2009, S. 252). Gegen den Kartoffelkäfer werden Fraß- und Atmungsinsektizide eingesetzt (HEITEFUSS et al., 2000, S. 138).

#### **2.4.2. Schnecken** (Gastropoda)

Von den Schnecken (Gastropoda) können die Gartenwegschnecke (Arion hortensis), die Genetzte Ackerschnecke (Deroceras recticulatum) und die Bodenkielnacktschnecke (Milax budapestensis) in Kartoffelbeständen auftreten. Das Schadbild des Schneckenbefalls zeigt sich als Fraßlöcher in nicht regelmäßiger Form an den Blättern, an den Stängeln als Lochfraß und während des Sommers an angefressenen Kartoffelknollen. Vor allem Jungpflanzen werden von den Schnecken befallen, wobei der Befraß bis zum Kahlfressen der Kartoffelpflanze gehen kann. Im Gegensatz zu anderen Fraßschäden ist ein Schneckenbefall davon gekennzeichnet, dass diese bei ihrer Fortbewegung eine schleimige Spur hinterlassen (RADTKE et al., 2000, S. 168). Gefördert wird der Schneckenbefall durch schrollenreiche und kalkhaltige Böden, viel Niederschlag und feuchtes Erdmaterial, welches durch eine Mulchsaat oder der Einarbeitung von Pflanzenresten der Vorfrucht gefördert wird. Bei starkem Schneckenbefall ist der Einsatz von Molluskizide sinnvoll.

Durch die Tatsache, dass Schnecken Zwitter sind, kommt es rasch zu einem Anstieg der Populationsgröße. Aus den in den Boden abgelegten Eiern schlüpfen Jungtiere, welche schon nach eineinhalb Monaten wieder geschlechtsreif sind. Die Überwinterung erfolgt entweder als Ei oder in milden Wintermonaten als Adulte (BÖRNER, 2009, S. 167f).

#### **2.4.3. Blattläuse** (Aphidina)

Innerhalb der Familie der Röhrenblattläuse (*Aphididae*) sind die Arten Grüne Pfirsichblattlaus (*Myzus persicae*), Kreuzdornlaus (*Aphis nasturtii*) und Faulbaumlaus (*Aphis frangulae*) für den Kartoffelbau bedeutend. Blattläuse sind insofern problematisch, als sie durch ihre stechend-saugende Nahrungsaufnahme im Phloem Viruskrankheiten übertragen. Ein weiteres Problem des Blattlausbefalls ist das Ansiedeln von Schwärzepilzen an den Honigtauausscheidungen der Blattläuse. Das Schadbild von Blattlausbefall sind die Besiedelung der Unterseite des Blattes und das Einrollen der Blätter.

Nach dem Winter schlüpfen die Blattläuse aus den Eiern auf dem Winterwirt. Nach zwei Generationen fliegen sie in die Kartoffelbestände ein. Nach vier Generationen,

wobei zwei davon ohne und zwei mit Flügel gebildet werden, fliegt die letzte Generation zum Ablegen der Eier auf den Winterwirt. Die Bekämpfung erfolgt mit systemischen Insektiziden (HEITEFUSS et al., 2000, S. 138).

#### **2.4.4. Nematoden** (Nematoda)

In der Familie der Nematoden gibt es zwei Arten, die im Kartoffelbau von Bedeutung sind. Diese sind die Weiße Kartoffelnematode (*Globodera pallida*) und die Gelbe Kartoffelnematode (*Globodera rostochiensis*). Aufgrund der Bevorzugung einer Wirtspflanze werden die *Globodera rostochiensis* in Pathotypen Ro<sub>1</sub> bis Ro<sub>5</sub> bzw. bei *Heterodera pallida* in Pa<sub>1</sub> bis Pa<sub>3</sub> unterteilt (HOFFMANN und SCHMUTTERER, 1999, S. 348).

Die Zysten, in welchen 100 bis 300 Eier lagern, sind tote weibliche Nematoden an der Wurzeloberfläche. Die Zysten sind gleichzeitig Überdauerungsorgane mit einer über 15 Überlebensdauer von Jahren. Erst wenn ein Nachtschattengewächs für die Nematoden als Wirt zur Verfügung steht, kommen die Larven aus der Zyste und dringen durch die Spitzen der Wurzeln in die Pflanze ein. Die weiblichen Nematoden verbleiben im Gegensatz zu den männlichen Nematoden in der Pflanze, wo sie den hinteren Teil ihres Leibes zur Begattung durch die äußere Wurzelschicht schieben. Zum Schutz der Eier verhärtet sich die Außenhülle der Weibchen, die auch als Zyste bezeichnet wird (HEITEFUSS et al., 2000, S. 136).

Das Schadbild von Nematoden ist ein nestartiges Auftreten von schwachen Pflanzen, die mit der voranschreitenden Vegetationsperiode vergilben. Dies kann bis zum Absterben der Pflanze führen. Die Wurzeln sind besetzt mit Zysten in den Farben weiß bis gold (HOFFMANN und SCHMUTTERER, 1999, S. 348f).

Zur Befallsminderung tragen eine weite Fruchtfolgestellung und ein gesundes sowie resistentes Saatgut bei. Eine chemische Behandlung führt nicht zu einer langfristigen Reduzierung der Nematodenpopulation (HEITEFUSS et al., 2000, S. 136). Weiters gibt es die Möglichkeit, Antagonisten wie das Bakterium *Bacillus spaericus* oder *Agrobacterium radiobacter* einzusetzen. Auch Pilze wie zum Beispiel *Tarichium auxiliare* parasitieren die Zysten. Für eine ausreichende Reduktion der Nematoden ist deren Wirkungsgrad zu gering (HOFFMANN et SCHMUTTERER, 1999, S. 351ff).

#### 2.5. Kartoffelkrankheiten

#### **2.5.1.** *Kartoffelschorf* (Streptomyces scabies)

Der Kartoffelschorf ist eine Bakterienkrankheit, deren Erreger sich in der Gattung *Streptomyces* befindet. Der Erreger *Streptomyces scabies* bleibt im Boden über einen langen Zeitraum lebensfähig und ist außerdem resistent gegen Säure. Infiziert werden junge Knollen, bei denen die Ausbildung des Periderms noch nicht vollständig stattgefunden hat. Gefördert wird der Befall durch eine hohe Temperatur des Bodens um ca. 20 °C und durch einen pH-Wert > 5,5 pH. Weiters schaffen Trockenperioden günstige Bedingungen für die Schorfverbreitung (HOFFMANN und SCHMUTTERER, 1999, S. 303ff). Nach HOFFMANN und SCHMUTTERER (1999, S. 303) zeigt der Kartoffelschorf folgendes Schadbild, von welchem "nur die Knollen betroffen sind. [...] Auf der Knolle sind flache, unregelmäßige, rissige, rostbraune Läsionen mit rauher [sic], grindiger und borkiger Oberfläche zu beobachten. Meist sind sie unregelmäßig verteilt [...] oder nehmen die ganze Knollenoberfläche ein".

Es werden drei Arten des Schorfes unterschieden:

- Flachschorf: Zerstörung der Außenschale
- Tiefschorf: Einsenkung der Befallsstellen
- Buckelschorf: Gewebebildung unter den Befallsstellen (HEITEFUSS et al., 2000, S. 120).

Gegenmaßnahmen, um den Schorfbefall zu mindern, sind eine Absenkung des pH-Wertes unter 6 pH durch säuerliche Düngemittel. Weiters ist eine ausreichende Versorgung der Kartoffel mit Mangan zu gewährleisten. Ein feuchter Boden durch Beregnungsanlagen verhindert die Schorfausbreitung (HEITEFUSS et al., 2000, S. 120). Ein Weizen- oder Leguminosenbestand erzielt eine Reduktion des Schorfbefalls, wobei eine Stallmistdüngung das Gegenteil bewirkt (HOFFMANN und SCHMUTTERER, 1999, S. 305). Zu einer Minderung der Schorfausbreitung führt eine "Gründüngung mit Lupinie, Senf, Wicken, Roggen [...]", im Gegensatz verursacht "Gerste jedoch eine Erhöhung" (nach HOFFMANN und SCHMUTTERER, 1999, S. 305).

#### **2.5.2. Kraut- und Knollenfäule** (Phytophthora infestans)

Der Erreger der Kraut- und Knollenfäule ist der Pilz *Phytophthora infestans*. Dieser überwintert entweder als Pilzgeflecht auf den Kartoffelknollen bzw. auf deren

Feldrückständen im Boden oder im Dauerstadium als Oospore in der Erde. Der Pilz dringt als Zoospore durch die Epidermis in Jungknollen ein und wird zwischen den Kartoffelpflanzen mittels Konidienträger verbreitet. Auch Schalenwunden gelten als Eintrittspforte für den Schaderreger. Im Bestand ist ein Befall durch *Phytophthora infestans* daran erkennbar, dass die Ränder und Spitzen von Blättern braun sind und an der Blattunterseite ein weißer Pilzrasen die Grenze zwischen nicht befallenem und befallenem Blattteil bildet.

Zur Bekämpfung des Pilzes kann eine Fungizidapplikation durchgeführt werden. Vorbeugend ist wichtig, eine resistente Sorte zu wählen und auf ein gesundes Saatgut zu achten (BÖRNER, 2009, S. 78).

#### **2.5.3. Dürrfleckenkrankheit** (Alternaria solani)

Der Pilz *Alternaria solani* infiziert die Kartoffelpflanze nach der Überwinterung auf totem Pflanzenmaterial über die Blätter. Gefördert wird die Pilzausbreitung im Kartoffelbestand durch Niederschläge nach einer regenfallfreien Zeit. Für das Schadbild der Dürrfleckenkrankheit sind bräunliche Flecken charakteristisch, welche eine scharfe Grenze zu noch intaktem Pflanzengewebe bilden. Weiters typisch sind die ringförmigen Zeichnungen innerhalb der Flecken. Durch den Befall mit dem Pilz *Alternaria solani* wird die Kartoffelknolle von einer Hartfäule befallen. Um den Befallsdruck zu minimieren, ist vor dem Anbau eine resistente Sorte zu wählen sowie auf gesundes Saatgut und ausreichend weite Fruchtfolgestellung zu achten. Außerdem gibt es die Möglichkeit für Fungizideinsatz (RADTKE et al., 2000, S. 24ff).

#### **2.5.4. Blattrollvirus** (Potato leaf roll virus)

Die Übertragung des Blattrollvirus erfolgt persistent durch die Pfirsichblattlaus (*Myzus persicae*) und kann Ertragseinbußen von bis zu 80% hervorrufen. Der Virusbefall einer Kartoffelpflanze ist gekennzeichnet durch das Einrollen der Blätter sowie durch die Sprödigkeit und Knackigkeit der Blätter, wenn diese eine Faltung erfahren. Weiters wird durch eine Virusinfektion das Wachstum des Triebes und die Anzahl der Knollenansätze reduziert. Da derzeit keine direkte Bekämpfung des Virus möglich ist, kann die Verbreitung des Blattrollvirus einerseits durch die Bekämpfung der Blattläuse erfolgen, andererseits wird der Anbau von resistenten Sorten empfohlen (HEITEFUSS et al., 2000, S. 128).

#### **2.5.5.** Kartoffel-Y-Virus-Mosaik (Potato virus Y)

Die Ausbreitung erfolgt einerseits ohne persistente Übertragung durch Blattläuse und zusätzlich durch gegenseitige Berührung von Pflanzenteilen. Bei einem Virusbefall kann eine Ertragsminderung von bis zu 90% stattfinden. Symptome infizierter Pflanzen sind vermindertes Wachstum, Kräuselung der Blätter, strichartige Nekrosen an den Nerven und Stielen der Blätter sowie mosaikartige Schattierungen der Blätter. Zur Minderung der Virusausbreitung tragen die Insektizidausbringung gegenüber Blattläusen, die richtige Sortenwahl und der Gesundheitszustand des Pflanzguts bei (BÖRNER, 2009, S. 36).

#### 2.5.6. Wurzeltöterkrankheit (Rhizoctonia solani)

Durch überdauertes Mycel im Ackerboden und durch Sklerotien auf Knollenresten bzw. Saatgut werden die Wurzeln und Sprossen der Kartoffelpflanzen befallen. Der Stängel wird in Bodennähe morsch und ein weißes Mycel bildet sich um diese Stelle. Auf der Schale der Knollen bilden sich schwarzfarbene Sklerotien. Als Gegenmaßnahme ist ein gesundes, gebeiztes und resistentes Saatgut zu verwenden (BÖRNER, 2009, S. 131).

# 2.6. Bestandsführung im Kartoffelbau

Hinsichtlich der Art des Bodens ist die Kartoffel nicht anspruchsvoll, nur tonreiche und schwere Böden sind nicht die idealen Standorte für den Kartoffelbau. Ackerflächen, die einen leicht sauren pH-Wert aufweisen, sind ideal für den Kartoffelbau. In den Monaten Juli und August hat die Kartoffel den meisten Wasserbedarf (GÖTZ und KONRAD, 1987, S. 267). Der Transpirationskoeffizient von Kartoffeln liegt zwischen 500 und 600 l H<sub>2</sub>0/kg TM (KELLER et al., 1999, S. 76). Bei zu feuchtem und warmem Wetter ist der Infektionsdruck von Pilzen im Kartoffelbestand besonders hoch (GÖTZ und KONRAD, 1987, S. 267). Sowohl die Kartoffelpflanze als auch die Knolle sind sehr empfindlich gegen Frost, daher erleiden diese schon durch eine kurze Phase von -1 °C Schäden. Da bei 30 °C die Bildung von Knollen eingestellt wird, ist für die Kartoffel ein kühleres bis gemäßigtes Klima am besten (BERGER et al., 1996, S. 94).

Abhängig von der sortentypischen Reifezeit können Kartoffeln, die vorgekeimt wurden, im März oder ohne Vorkeimung von Mitte April bis Beginn des Monats Mai

#### Ausgewählte Literatur

gepflanzt werden. Ideal ist eine Temperatur des Bodens zwischen 6 °C und 8 °C (BERGER et al., 1996, S. 101f).

Ziel ist ein Bestand von 50 000 Kartoffelpflanzen pro Hektar. Das entspricht einem Saatgutbedarf von 2.5 bis 3 t/ha. Die Kartoffeln werden innerhalb einer Dammreihe in einem Abstand von 30 cm bei einer Legetiefe von 5 cm gelegt (GÖTZ und KONRAD, 1987, S. 267f). Die Dammreihen werden heutzutage in einem Abstand von 75 cm maschinell gezogen. Neben dem Anbau der Kartoffeln in Dämmen besteht auch noch die Möglichkeit, sie in Beeten oder im sogenannten Mulchpflanzverfahren anzubauen. Nach dem Pflanzen gilt es den Bestand bis zum Reihenschluss unkrautfrei zu erhalten. Hierfür stehen einige mechanische und chemische Methoden sowie Kombinationen von beidem zur Verfügung. Auf der Seite der Mechanik gibt es diverse Fräsen, Striegeln und Netzeggen, die den Damm vom Unkraut wieder befreien sollen. Jedoch bedarf es einer Wiederanhäufelung der Dämme nach dem Abschleppen durch diverse Geräte. seine optimale Dammform um wiederherzustellen. Natürlich dürfen durch mechanische Geräte die keimenden Kartoffeln bei diesem Vorgang nicht beschädigt werden (KELLER et al., 1999, S. 132ff). Bei einer chemischen Bekämpfung gibt es eine breite Palette an Herbiziden.

Die Düngung ist abhängig vom jeweiligen folgenden Verarbeitungsweg der Kartoffelknolle. Laut BERGER et al. (1996, S. 96) ist die N-Düngung folgendermaßen gestaffelt:

Frühkartoffeln	80 bis 130 kg N/ha
Speisekartoffeln-Einlagerung	80 bis 120 kg N/ha
Speisekartoffeln-Industrie	100 bis 140 kg N/ha
Stärkeindustriekartoffeln	100 bis 150 kg N/ha
Pflanzkartoffeln	80 bis 120 kg N/ha.

Langsam wirkender mineralischer Stickstoff wie zum Beispiel Ammonsulfat ist für die Kartoffel günstiger. Daher sind auch organische Düngemittel wie zum Beispiel Mist, Kompost oder Gründüngung für den Kartoffelanbau geeignet. Neben der Nährstoffanlieferung fördern diese auch noch die Bodenstruktur und das Wasserhaltevermögen des Bodens.

Bei Phosphormangel läuft die Kartoffel nur langsam auf. Überdies führt er zu einer verringerten Bildung von Knollen und zu einer Wachstumsreduktion. Um den

#### Ausgewählte Literatur

Kartoffelschorf (*Streptomyces scabies*) nicht zu fördern, ist es wichtig, Phosphat zu düngen, das physiologisch sauer wirkt. Durch eine optimale Kaliumdüngung werden Ertrag und Lagerfähigkeit gefördert. Da Magnesium ein wesentlicher Chlorophyllbestandteil ist, führt dessen Mangel zu einer reduzierten Bildung von Stärke. Das Ausbringen von Kalk sollte zeitlich möglichst früh vor der Auspflanzung der Kartoffeln erfolgen, um eine mögliche Schorfgefahr zu umgehen (BERGER et al., 1996, S. 96ff).

Durch eine ausreichende Versorgung mit Stickstoff wird die Aufnahme von Kalium gefördert (KUNICK, 2004, S. 8). Kalium reduziert jedoch den Stärkegehalt in Kartoffelknollen zu Gunsten von Rohprotein-, Magnesium-, Nitrat- und Wassergehalten der Knolle (KUNICK, 2004, S. 14).

Die Richtlinien für die sachgerechte Düngung des Bundesministeriums für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft empfehlen für den Kartoffelanbau folgende Düngermengen (LM, 2006, S. 24ff):

Stickstoff 110 – 130 kg N/ha

Phosphor 65 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha

Kalium 200 K<sub>2</sub>O/ha.

Günstiger ist es, eine Düngung an den Ergebnissen der Bodenuntersuchung zu orientieren.

Während des Vegetationsjahrs soll eine Insektizidbehandlung beim Schlüpfen der Kartoffelkäferlarven (*Leptinotarsa decemlineata*) erfolgen. Solange die Stauden grün sind, ist ein Fungizideinsatz im Abstand von 10 bis 14 Tagen gegen die Kraut- und Knollenfäule (*Phytophthora infestans*) zu empfehlen.

Der ideale Erntezeitpunkt der Kartoffeln ist nach dem Absterben des Kartoffelkrauts, denn in diesem Zustand der Pflanze sind die Kartoffelknollen von den Ausläufern abgetrennt, die Schalen fest und der Trockensubstanzgehalt weist den größten Wert auf (HEYLAND, 1996, S. 229). Abhängig von der weiteren Verwertung gibt es unterschiedliche Erntetermine. Zum Beispiel werden Frühkartoffeln entsprechend der Marktnachfrage geerntet, hierbei wird das Krautabsterben oft chemisch herbeigeführt. Kartoffeln zur Chipsproduktion werden noch während des Krautsterbens gerodet.

Im Bereich Stärkekartoffeln ist ein Knollenertrag zwischen 32 bis 48 t/ha möglich (BERGER et al., 1996, S. 113).

Die Kartoffel ist im Bezug auf ihre Vorfrucht nicht anspruchsvoll. Getreidestrohreste sind für die Kartoffel kein Problem, da die Nährstoffe erst langsam freigesetzt werden. Trotz der Selbstverträglichkeit der Kartoffel wird zu einer Anbaupause von 4 bis 5 Jahren geraten, um den Befallsdruck durch Kartoffelnematoden zu verringern. Als Vorfrucht hat die Kartoffel einen sehr hohen Stellenwert, da sie nach der Ernte einen ziemlich unkrautfreien und gut gelockerten Boden hinterlässt, der durch die häufige mechanische Bearbeitung entstanden ist (GEISLER, 1988, S. 414). Tabelle 2 zeigt jene Mengen an Nährstoffen, die laut BERGER et al. (1996, S. 95) durch Kartoffelernterückstände im Boden zurückgelassen werden:

Tabelle 2: Nährstoffe im Boden durch Kartoffelernterückstände (BERGER et al., 1996, S. 95)

Nährstoffe in kg/ha					
N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K₂O (je nach Ertragslage)			
0-20	10	niedrig	mittel	hoch	sehr hoch
0 20	.0	40	50	60	70

Es ist darauf zu achten, dass nicht viele Kartoffeln im Boden verbleiben, denn erfrieren diese Knollen während der Wintermonate nicht, laufen sie im folgenden Frühjahr auf und sind so Infektionsquelle für Nematoden (*Nematoda*) und Viruserkrankungen. Auch besteht bei der Herstellung von Kartoffelpflanzgut die Gefahr, dass es durch das Durchwachsen zu einer Vermischung mit anderen Sorten kommen kann (HEYLAND, 1996, S. 226).

Ziel der Stärkekartoffelproduktion ist, dass Knollen einen sehr hohen Gehalt an Stärke aufweisen, dieser sollte nicht unter 19% Stärkegehalt liegen. Weiters ist bekannt, dass es eine positive Korrelation der Knollengröße mit der Größe der stärkehaltigen Körner in der Knolle gibt (TEGGE, 2004, S. 145).

# 2.7. Wertgebende Inhaltsstoffe bezogen auf die Stärkekartoffelproduktion

In den Knollen der Kartoffelpflanzen ist das stärkehaltige Gewebe unregelmäßig angeordnet und in der Schale sowie im Periderm nicht vorhanden. Rund um die stärkefreien Gefäßbündel findet die höchste Anreicherung an Stärke statt (TEGGE, 2004, S. 145). In Tabelle 3 sind die durchschnittlichen Inhaltsstoffe einer Stärkekartoffel zusammengefasst:

Tabelle 3: Prozentuelle Inhaltsstoffe einer Stärkekartoffelknolle (TEGGE, 2004, S. 145)

Inhaltsstoffe	Anteil in Prozent
Wasser	75,0%
Stärke	19,0%
Rohprotein	2,0%
Rohfaser	1,6%
Asche	1,2%
Lösliche Kohlenhydrate	1,1%
Fettsubstanzen	0,1%

Die Bestandteile der Stärke sind durchschnittlich 80% Amylopektin und 20% Amylose (KELLER et al., 1999, S. 63).

Die Stärke von Kartoffelpflanzen unterscheidet sich in ihren "physikalischen und kolloidchemischen Eigenschaften" (nach TEGGE, 2004, S. 145) von jener der Getreidepflanzen. Den Grund für die geänderte Stärkeeigenschaft sieht TEGGE (2004, S. 145) in den "esterartig an das Amylopektin gebundenen Phosphatgruppen". Ein weiterer vorteilhafter Unterschied der Kartoffelstärke gegenüber Stärke von Maisoder Weizenpflanzen liegt nach KUNICK (2004, S. 12) darin, dass die Stärke "in einer großen Körnung, einem geringen Gehalt an N-haltigen Verbindungen und Lipiden und somit einem höheren Reinheitsgrad sowie einer leichteren Gewinnung" vorliegt.

Neben einem hohen Gehalt an Stärke sind folgende Merkmale qualitätsbestimmende Kriterien:

- Größe der Stärkekörner
- Größenverteilung der Stärkekörner
- Krankheitsbefall der Knolle
- Höhe des koagulierbaren Eiweißanteils
- Gehalte von Solanin und Glykoalkaloid
- Form der Knolle sowie deren Verschmutzungsgrad (KELLER et al., 1999, S. 275).

Generell sind in Kartoffelknollen keine hohen Nitratgehalte zu erwarten. Ein erhöhter Gehalt weist zumeist auf eine erhöhte Stickstoffdüngung hin. Folge von hohen Nitratwerten in Knollen ist die Reduktion der Kochqualität und Lagereigenschaft (NITSCH, 2003, S. 36).

#### 3. Material und Methoden

Die Einflüsse unterschiedlicher Dammabdeckungen bezogen auf die Dammtemperatur, den Ertrag, den Stärkegehalt und den Krankheitsbefall sollen am Versuchsstandort Tautendorf als Exaktversuch und mit zwei Abdeckvarianten am Standort Moidrams "Hanglage" als Langparzellenversuch ermittelt werden.

Weiters dient der Versuchsstandort Moidrams "Hanglage" zur Ermittlung der Effekte einer Grünschnittabdeckung auf die Minderung eines möglichen Bodenabtrags.

Der Exaktversuch in Tautendorf wird zur Auswertung der Wirkung unterschiedlicher Abdeckmaterialien wie gehäckseltem Grünschnitt, gehäckseltem Heu, gehäckseltem Kleeschnitt, Kompost, Kompostmischung und einer Nullvariante als Kontrollfläche angelegt. Weiters erfolgt die Erhebung der Feuchtigkeit im Damm unter den oben angeführten Abdeckmaterialien sowie in der Nullvariante.

Der Versuchsstandort Moidrams "Biofläche" hat zum Ziel, die Auswirkungen einer Dammabdeckung im biologischen Landbau, vergleichend zwischen zwei Varianten unterschiedlicher Striegelintensitäten, zu bestimmen.

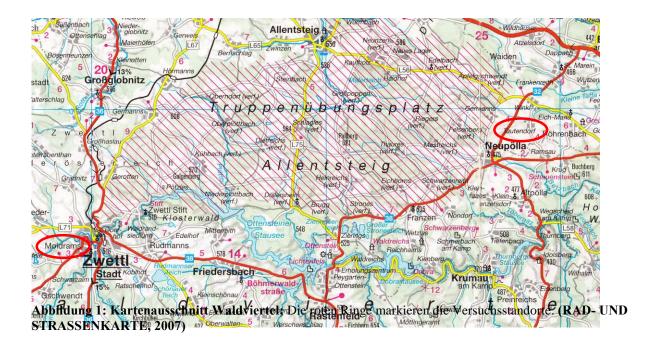
#### 3.1. Großraum Waldviertel

Das Waldviertel ist der nördlichste Teil Österreichs. Der Boden ist gekennzeichnet von den Granitfelsen der auslaufenden Böhmischen Masse (PRUCKNER, 2009, S. 21ff).

Das Waldviertel wird im Süden von der Donau begrenzt, im Westen durch die Landesgrenze zu Oberösterreich, im Norden durch die Staatsgrenze zur Republik Tschechien und im Osten durch den Manhartsberg (BAUMGARTNER, 2002, S. 6).

Trotz der vielversprechenden Regionsbezeichnung befindet sich nur auf 47% (2178 m²) des Waldviertels ein Waldbestand. Von den 215.000 Einwohnern sind im Gegensatz zu Restösterreich noch mehr als zehn Prozent in land- oder forstwirtschaftlichen Betrieben beschäftigt. Die kargen steinigen und Braunerdeböden sowie das trockene Kontinentalklima erschweren landwirtschaftliche Produktion. Neben den bekanntesten Vermarktungsprodukten wie Kartoffeln, Mohn und Karpfen werden im Waldviertel Roggen, Hafer, Hopfen, Gerste, Weizen, Sonnenblumen, Mais und Raps angebaut. Durch seine Ruhe und Naturbelassenheit wird das Waldviertel von Erholungssuchenden und Touristen neu entdeckt (PRUCKNER, 2009, S. 21ff).

Im Kartenausschnitt (Abbildung 1) sind die zwei Ortschaften (Tautendorf und Moidrams) mit den Versuchsstandorten markiert.



#### 3.2. Versuchsstandort Tautendorf, Exaktversuch

Der Versuchsstandort Tautendorf befindet sich im niederösterreichischen Bezirk Horn in der Gemeinde Röhrenbach auf 475 m Seehöhe. Der durchschnittliche jährliche Niederschlag beträgt 400 l/m².

Das Versuchsfeld wird an der Westseite von einem offenen Wasserkanal und nördlich durch den Bach "Taffa" begrenzt. Ostseitig liegt ein weiteres Feld, im Süden grenzt ein Weg an den Versuchsschlag.

Seit mehr als 25 Jahren waren auf diesem Feld keine Kartoffeln ausgepflanzt worden. Somit lag ein Boden vor, der keinen hohen Krankheits- und Schädlingsdruck für die Kartoffelpflanzen in sich barg. Wie schon die Feldbezeichnung "Hausacker" erahnen lässt, befindet sich die Ackerfläche im direkten Anschluss an den elterlichen Hof. Somit konnte die Aufgabe, den Bestand auf Veränderungen zu kontrollieren sowie dreimal täglich die Dammtemperatur mit einem Stechthermometer zu messen, leichter wahrgenommen werden. Außerdem war es für das Häckseln und den Transport der Abdeckmaterialien von Vorteil, dass ein Fuhrpark in unmittelbarer Nähe zur Verfügung stand.

Am Versuchsstandort Tautendorf (Exaktversuch) wurden sechs verschiedene Abdeckvarianten auf Kleinparzellen ausgebracht und das Verhalten und die Auswirkungen der Materialien beurteilt.

#### 3.2.1. Witterung während des Versuchszeitraums

Die Datenerfassung der Witterung erfolgte aufgrund der täglichen Aufzeichnungen am Standort Tautendorf.

Gekennzeichnet war der Vegetationszeitraum von häufig auftretenden, aber geringen Niederschlagsmengen. Die ergiebigste Regenmenge fiel am 8. Juni 2011 in Höhe von 54 l/m². Ein überdurchschnittlicher niederschlagsarmer September führte zu idealen Rodebedingungen.

Insgesamt fielen im Aufzeichnungszeitraum vom 2. Mai 2011 bis 1. Oktober 2011 400 l Regen/m². Am 19. Juli 2011 herrschte in der Nacht ein starker Sturm, der aber dem Pflanzenbestand keinen Schaden zufügte.

Während des Vegetationszeitraums blieben lange, heiße Temperaturperioden über 30 °C aus. An sehr wenigen Einzeltagen wurde die 30 °C Marke überschritten, die höchste Temperatur wurde am 22. Juni 2011 mit 31,0 °C erhoben. Die ersten Minusgrade im Erhebungszeitraum gab es erst am 15. Oktober 2011 mit -4,5 °C.

#### 3.2.2. Boden

Für den Standort Tautendorf wurde die Bodenbeschreibung der Bodenkartierung entnommen und in Tabelle 4 zusammengefasst. Die Erläuterung der Bodenkarte wurde am Bodenstich überprüft und bestätigt.

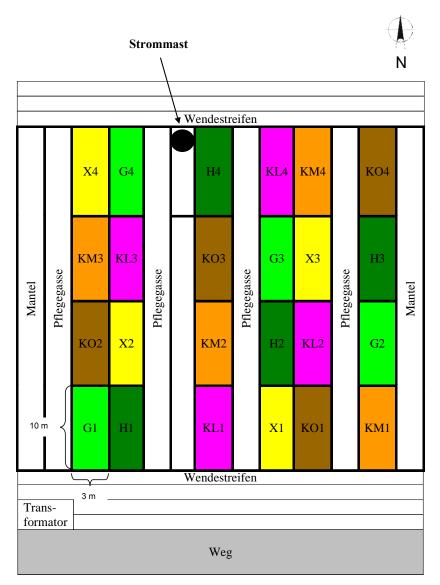
Tabelle 4: Bodenbeschreibung; Standort Tautendorf (ÖBK 1, 1990, S. 59 (ergänzt))

	Tautendorf			
Bodentyp	vergleyter kalkfreier brauner Auboden aus vorwiegend feinem			
	silikatischen Schwemmmaterial			
Geländetyp	ebener Talboden			
Bodenschwere	schwer mit hohem bis sehr hohem Grobanteil			
Bodenfeuchte	wechselfeucht mit überwiegender feuchten Phase			
Gründigkeit	tiefgründig			
Bearbeitbarkeit	infolge von Naßstellen [sic] zum Teil erschwert befahrbar			
Wasserspeicher-	mäßige Speicherkraft; mäßig bis hohe Durchlässigkeit; in tiefen Lagen			
fähigkeit	vereinzelt Naßstellen [sic]			
Bodenreaktion	schwach sauer			
Bodenhorizonte	A <sub>g</sub> : lehmiger Sand oder sandiger Schluff			
	B <sub>g</sub> : mit zum Teil geringem Grobanteil (Grus, Stein)			
	G: lehmiger Sand mit zum Teil geringem Grobanteil (Grus)			
Versorgungs-	Phosphor: C			
stufe	Kalium: C			
(0 - 30cm)	Kalk: A			
	Magnesium: E			
	Bor: A			

Versorgungsstufen: A=Unterversorgung; B; C=optimal; D; E=Überversorgung

#### 3.2.3. Versuchsanlage

Die Erstellung des Feldversuchsplans erfolgte unter Berücksichtigung des Strommastens im Feld und der Anlage von Pflegegassen (Abbildung 2).



**Abbildung 2: Parzellenplan; Tautendorf;** G=Grünschnitt, H=Heu, KL=Klee, X=Nullvariante, KO=Kompost, KM=Kompostmischung, 1=1. Wiederholung, 2=2. Wiederholung, 3=3. Wiederholung, 4=4. Wiederholung. Ein Rechteck symbolisiert eine Legemaschinenbreite (4 Dammreihen).

Die Bruttoparzellengröße betrug 3 m mal 10 m. Es wurde eine Breite von 3 m festgelegt, da dies genau der Legebreite der vierreihigen Kartoffellegemaschine entsprach. Außerdem hatte die eingesetzte Feldspritze eine Spritzbalkenbreite von 9 m. Dadurch konnte bei einer Applikationsfahrt jeweils eine Versuchsparzelle links und rechts von einer Pflegegasse aus abgedeckt werden.

Die sechs Varianten mit vier Wiederholungen (24 Einzelparzellen) wurden nach LOCHOW und SCHUSTER (1979, S. 25) angelegt. Um bei den diversen

maschinellen Feldarbeiten direkt an den Versuchsparzellen ansetzen zu können und die täglichen Gänge zu den Messpunkten zu erleichtern, wurde im Norden und im Süden des gesamten Versuchsblockes ein 2,5 m breiter Wendestreifen von der Kartoffelbepflanzung freigelassen. Der Exaktversuch war in ein Kartoffelfeld eingebettet.

# 3.2.4. Bestandsführung und Pflegemaßnahmen

Die Bestandsführung erfolgte nach praxisüblicher konventioneller Bewirtschaftungsweise. Die Abläufe der Bestandsführung sind in Tabelle 5 zusammengefasst.

Tabelle 5: Bestandsführung; Standort Tautendorf

Tätigkeit/Gegenstand	Datum	Detail
Vorfrucht	-	Buchweizen
Bodenbearbeitungsmaßnahmen	30.10.2010	Pflugeinsatz
nach der Hauptfrucht		
Zwischenfrucht	-	-
Bodenbearbeitungsmaßnahmen	29.04.2011	Saatbeetkombination
vor der Kartoffelpflanzung		
Düngung	29.04.2011	NAC 27% N, 544 kg/ha
Herbizide	20.05.2011	Boxer 3,6 I/ha + Mistral 0,6 kg/ha
Kartoffelpflanzung	02.05.2011	Original Saatgut KURAS
		Kreiselegge und vierreihige Legemaschine
		Ablagetiefe 15-18 cm
		Reihenabstand 75 cm
		Abstand in der Reihe 33 cm
Dammabdeckung	23.05.2011	gehäckselter Grünschnitt
	24.05.2011	gehäckselter Klee
	25.05.2011	gehäckseltes Heu und Kompost
	18.06.2011	Kompostmischung
Fungizid & Insektizid	17.06.2011	Infinito 1,5 I/ha
	29.06.2011	Infinito 1,5 l/ha + Actara 80 g/ha
	13.07.2011	Tanos 0,7 kg/ha
	26.07.2011	Tanos 0,7 kg/ha
	13.08.2011	Revus 0,6 I/ha
Versuchsernte	18.10.2011	einreihige Erntemaschine

### 3.2.5. Kartoffelsortenbeschreibung: Sorte KURAS

Bei dem Exaktversuch Tautendorf wurde die reifende in sehr spät Stärkekartoffelsorte **KURAS** ausgepflanzt, damit der Zeitpunkt der Abdeckmaterialienausbringung und der optimale Grünschnittzeitpunkt nahe aneinander lagen. Laut der Sortenbeschreibung zeichnet sich die Sorte KURAS durch eine hohe Widerstandsfähigkeit gegen Kraut- und Knollenfäule (Phytophthora infestans) aus. Weiters weist sie eine Resistenz gegen den Pathotyp 1 des Kartoffelkrebses (Synchytrium endobioticum) und die Typen Ro1 und Ro4 von Nematoden (*Globodera rostochiensis*) auf. Ein weiterer Vorteil der Sorte KURAS ist die geringe Anfälligkeit gegen Blattrollvirus (*potato leaf roll virus*), Y-Virus (*poatato virus* Y), Kartoffelschorf (*Streptomyces scabies*) und Wurzeltöter (*Rhizoctania solani*) (NÖS 1; s.a., s.p.). Die hohe Krankheitsresistenz dieser Sorte gewährleistete, dass es zu keinen hohen Krankheitsausfällen im Pflanzenbestand und damit zu einem vorzeitigen Versuchsabbruch kam.

#### 3.2.6. Abdeckmaterial und Ausbringung

Für den Exaktversuch in Tautendorf wurde die Menge des benötigten Abdeckguts in kg/ha mit einer Handfederwaage ermittelt.

Die Ausbringung des jeweiligen Abdeckguts erfolgte folgendermaßen: Das Abdeckmaterial wurde auf eine Heckschaufel umgeladen und anschließend mit dem Traktor in die für die Versuchsparzelle nächstgelegene Pflegegasse transportiert. Von der Heckschaufel bis zur Versuchsfläche wurde das Abdeckmaterial in Kübeln getragen, wie Abbildung 3 bei der Heuausbringung zeigt.



Abbildung 3: Anlegen der Heuvariante; Standort Tautendorf (GAMERITH, 2011)

#### 3.2.6.1. Grünschnitt

Der zur Abdeckung benötigte Grünschnitt wurde von einer nahe liegenden Wiese entnommen. Das Mähen erfolgte mit einem Trommelmähwerk. Anschließend wurde das Erntegut mit einem Ladewagen zum Standsilohäcksler gebracht, wo das gemähte Pflanzengut mit einer Länge von 5 cm auf einen Traktoranhänger geblasen wurde (Abbildung 4).



Abbildung 4: Häckseln des Grünschnittmaterials; Standort Tautendorf (GAMERITH, 2011)

Das Mähen und die Ausbringung des Grünschnitts erfolgten am 23. Mai 2011.

Ziel der Ausbringung war es, den Grünschnitt 4 cm stark auszubringen, damit eine gleichmäßige und dichte Abdeckung entstehen konnte. Somit ergab sich eine Ausbringmenge von 5 kg frischem Grünschnitt je Quadratmeter.

#### 3.2.6.2. Heu

Das Heu stammte aus dem Vorjahr. Es wurde vor der Ausbringung gehäckselt und anschließend mit Kübeln von der Heckschaufel aus auf die Parzellen verteilt. Die Materialausbringung wurde am 25. Mai 2011 durchgeführt.

Die Ausbringmenge betrug 2 kg Heu je Quadratmeter.

#### 3.2.6.3. Klee

Für die Abdeckvariante Klee wurde ein zweijähriger Kleebestand gemäht. Wie bei der Grünschnittvariante erfolgten die Mahd, das Häckseln und die Ausbringung des Klees innerhalb eines Tages, am 24. Mai 2011. Das gehäckselte Material wurde in Kübeln von der Pflegegasse aus zu den Versuchsparzellen gebracht.

Bei dieser Versuchsvariante betrug die Ausbringmenge 6 kg erntefrischen Klees/m².

#### 3.2.6.4. Kompost

Der Kompost zur Abdeckung kam aus der Kompostierungsanlage in Gmünd und entsprach der "Qualitätsklasse A gemäß Tabelle 3 Anlage 2 der Kompostverordnung, BGBI. II Nr. 292/2001" (WSB, 2011, S. 2) und konnte somit in der Landwirtschaft eingesetzt werden. Bei dieser Variante wurde der Damm mit dem Kompost bestreut. Jedoch konnte durch dessen hohe Rieselfähigkeit keine vollständige Abdeckung der Dammoberfläche erreicht werden, das Kompostmaterial blieb an den Seitenflächen des Damms nicht liegen.

Je Quadratmeter wurden 5 kg Kompost am 25. Mai 2011 auf die dafür vorgesehenen Dämme ausgebracht.

#### 3.2.6.5. Kompostmischung

Als Kompostmischung wird jene Variante bezeichnet, bei der zuerst Aspolit auf den Damm und nachfolgend Kompost gestreut wurde. Das Material Aspolit kam von der Firma Aspanger Werke und ist ein glimmer- und tonreiches Gesteinsmehl. Der Aspolit wird zur Verbesserung der Bodenstruktur eingesetzt (ASP, s.a., s.p.). Durch die späte Anlieferung des Aspolits konnte diese Variante erst am 18. Juni 2011 angelegt werden. Die Ausbringmengen betrugen 17 kg Aspolit/m² und 6,5 kg Kompost/m².

#### 3.2.7. Messung der Dammtemperatur

Für die Ermittlung der Dammtemperaturen kamen zwei Messmethoden zum Einsatz. Bei der ersten Methode wurde die Temperatur im Damm mit einem Stechthermometer bestimmt. Diese Messungen wurden täglich um 7 Uhr, 12 Uhr und 19 Uhr durchgeführt. In allen Varianten wurde die Temperaturermittlung in der 1. Wiederholung ausgeführt. Um eine punktuelle Beeinflussung im Damm zu vermeiden, wurde für jede Messung innerhalb der Variante immer eine andere Stelle ausgewählt, jedoch musste diese stets zwischen zwei Pflanzen am Dammrücken liegen, wobei das Stechthermometer 10 cm in den Dammkörper eingestochen wurde. Der Beobachtungszeitraum erstreckte sich vom 3. Mai 2011 bis 17. Oktober 2011. Parallel zu den Dammtemperaturen wurde die Außentemperatur zum jeweiligen

#### Material und Methoden

Messzeitpunkt ermittelt. Das Thermometer für die Außentemperaturbestimmung war ein handelsübliches Quecksilberthermometer, welches nahe dem Versuchsfeld hängend so platziert wurde, dass sich das Thermometer den ganzen Tag im Schatten befand.



Abbildung 5: Temperatursensor (GAMERITH, 2011)

Für die zweite Methode kamen Temperatursensoren (Abbildung 5) zum Einsatz.

Zu jeder halben Stunde erfolgte die Wertaufzeichnung. In jeder der sechs Abdeckvarianten der 1. Wiederholung wurde in der dritten Dammreihe von links, zwei Meter vom Parzellenende entfernt ein Sensor auf Knollennesttiefe (ca. 20 cm) zwischen zwei Pflanzen eingegraben. Der Messzeitraum erstreckte sich vom 7. Mai 2011 bis zum 16. Oktober 2011.

#### 3.2.8. Wassergehalt im Damm

Die Feuchtigkeit in den Dämmen konnte über im Damm eingesetzten Gipsblöcke mittels Bestimmung des elektrischen Widerstands ein Referenzwert ermittelt werden, denn ein höherer Wassergehalt im Damm bedeutet eine höhere elektrische Leitfähigkeit. In jeder Parzelle der 1. Wiederholung befand sich jeweils in der dritten Dammreihe von links ein Gipsblock. Dieser wurde 2 m vom Parzellenbeginn in 20 cm Tiefe zwischen zwei Pflanzen platziert. Zusätzlich wurde 1 m vor dem eben erwähnten Gipsblock ein weiterer Gipsblock in 40 cm Tiefe platziert. Ebenso wurde in der 4. Wiederholung in jeder Variante Gipsblöcke in einer Tiefe von 20 cm in der 3. Dammreihe von links und 1 m vor Parzellenende vergraben.

## 3.3. Versuchsstandort Moidrams "Hanglage", Praxisversuch

Der Versuchsstandort Moidrams liegt im Bezirk Zwettl in Niederösterreich am Stadtrand von Zwettl.

Die durchschnittliche jährliche Niederschlagsmenge beträgt 500 l/m². Der Versuchsstandort befindet sich auf 600 m Seehöhe.

Da der Standort eine Hanglage von 12% aufweist, wurde er für die Beurteilung der erosionsmindernden Wirkung einer Dammabdeckung ausgesucht. Das Gefälle der Ackerfläche verläuft Richtung Osten in eine angrenzende Wiese.

Der Versuchsstandort Moidrams "Hanglage" ist ein Langparzellenversuch, da großflächige Versuchsparzellen angelegt wurden und die Ausbringung der Abdeckung mit einem Kompoststreuer erfolgte. Am Standort Moidrams "Hanglage" wurden eine Nullvariante und eine Grünschnittvariante gegenübergestellt.

#### 3.3.1. Witterung während des Versuchszeitraums

Die Datenerhebung erfolgte in einer privaten Wetterstation in der Ortschaft Moidrams. Die ergiebigste Regenmenge fiel am 27. Mai 2011 in der Höhe von 35 l/m². Insgesamt wurde im Aufzeichnungszeitraum (2. Mai 2011 bis 1. Oktober 2011) 335 l Regen/m² gemessen. Während des Vegetationszeitraums wurde die höchste Temperatur am 22. Juni 2011 mit 34,8 °C aufgezeichnet.

#### 3.3.2. Boden

Für den Standort Moidrams "Hanglage" wurde die Bodenbeschreibung der Bodenkartierung entnommen und in Tabelle 6 zusammengefasst. Die Erläuterung der Bodenkarte wurde am Bodenstich überprüft und bestätigt.

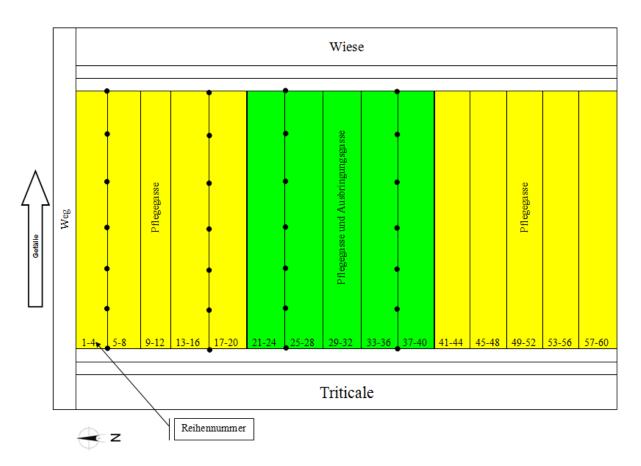
Tabelle 6: Bodenbeschreibung; Standort Moidrams "Hanglage" (ÖBK 2, 1980, S. 67 (ergänzt))

	Moidrams "Hanglage"
Bodentyp	kalkfreie Felsbraunerde aus Gneisen und ähnlichen Schiefergesteinen
Geländetyp	großflächig bis sehr großflächig leicht hängig oder hängig auf Ober- und Mittelhängen
Bodenschwere	mittelschwer
Bodenfeuchte	mäßig trocken
Gründigkeit	mittelgründig
Bearbeitbarkeit	gut zu bearbeiten; auch in feuchten Perioden; Maschineneinsatz rasch möglich
Wasserspeicher- fähigkeit	geringe Speicherfähigkeit, hohe Durchlässigkeit
Bodenreaktion	sauer oder schwach sauer
Bodenhorizonte	A <sub>v</sub> : lehmiger Sand mit geringem Grobanteil
	B <sub>v</sub> : vorwiegend lehmiger Sand
	C <sub>v</sub> : grobsandig – geringe Gesteinsaufmürbung und
	Gesteinsschutt mit mäßigem oder hohem Grobanteil
	(Grus und Stein) sehr selten sandiger Lehm
Versorgungs-	Phosphor: B
stufe	Kalium: C
(0 – 30cm)	Kalk: A
	Magnesium: E
	Bor: A

Versorgungsstufen: A=Unterversorgung; B; C=optimal; D; E=Überversorgung

#### 3.3.3. Versuchsanlage

Am Versuchsstandort Moidrams "Hanglage" wurden die Grünschnitt- und Nullvariante, wie Abbildung 6 darstellt, verteilt.



**Abbildung 6: Parzellenplan; Moidrams "Hanglage";** Gelb=Nullvariante; Grün=Grünschnittvariante; Die schwarzen Punkte symbolisieren die Kontrollstäbe; Ein Rechteck symbolisiert eine Legemaschinenbreite (4 Dammreihen).

Die Breite einer Variante (15 m) orientiert sich an der Spritzbalkenbreite. Eine Legemaschinenbreite von 3 m enthält vier Dammreihen. So konnten innerhalb einer Spritzbalkenbreite (15 m) fünf Legemaschinenbreiten (3 m), somit 20 Dämme, gezogen werden.

In der Versuchsvariante Grünschnitt war die Anlage einer Ausbringungsgasse notwendig, um mit dem Kompoststreuer die vorgesehene Abdeckung ausbringen zu können. Dies erforderte, dass mit je einem Reifen des Kompoststreuers auf einer Dammreihe gefahren wurde.

Um für die Auswertung der Ernte allfällige Bodenbeeinflussungen symmetrisch abschätzen zu können sowie Ertragsdaten von Dämmen zu erhalten, welche völlig unbeeinflusst von Pflege- und Ausbringungsgassen waren bzw. eine Beeinflussung erfahren haben, wurde folgender Ernteplan erstellt (Abbildung 7).

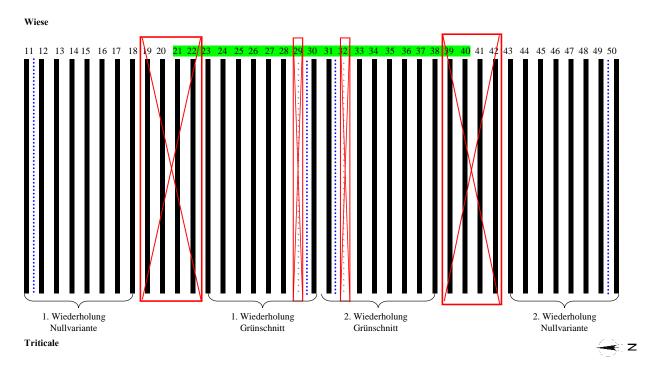


Abbildung 7: Ernteplan; Standort Moidrams "Hanglage"; Die gestrichelten Linien symbolisieren Dämme, die vom Kompoststreuer überfahren wurden. Die blau gepunkteten Linien symbolisieren Pflegegassen in den Dammtälern. Die Ziffern über den Dammreihen ist deren durchlaufende Nummer vom Wegrand weggezählt; Die grün hinterlegten Zahlen sind Dämme mit einer Grünschnittabdeckung.

Demnach wurden die ersten zehn Reihen und die Übergangsbereiche zwischen den Varianten von der Versuchsernte ausgeschlossen.

#### 3.3.4. Bestandsführung und Pflegemaßnahmen

Die Bestandsführung fand nach praxisüblichen konventionellen Methoden statt. Die Tabelle 7 gibt einen Überblick über die durchgeführten Tätigkeiten während des Versuchszeitraums.

Tabelle 7: Bestandsführung; Standort Moidrams "Hanglage"

Tätigkeit/Gegenstand	Datum	Detail
Vorfrucht	-	Winterroggen
Bodenbearbeitungsmaßnahmen nach der Hauptfrucht	30.08.2010	Pflugeinsatz
Zwischenfrucht	31.08.2010	Aussaat Winterbegrünung (150 kg Erbsen, 15 kg Öllein, 10 kg Gelbsenf)
Bodenbearbeitungsmaßnahmen vor der Kartoffelpflanzung	-	-
Düngung	15.03.2011	Zuchtsauengülle 18 m³/ha 4,7 kg N, 4,4 kg P2O5, 4,0 kg K2O
	08.04.2011	Linzer NAC 27% N, 200 kg/ha
	08.04.2011	Linzer Top 12:12:17, 333 kg/ha
Herbizid	14.03.2011	Glyphos 3 I/ha
	31.05.2011	Fusilade Max 1,75 l/ha
Kartoffelpflanzung	19.04.2011	Originalsaatgut EUROSTARCH Kreiselegge und vierreihige Legemaschine Ablagetiefe 15-18 cm Reihenabstand 75 cm Abstand in der Reihe 33 cm
Dammabdeckung	26.05.2011	gehäckselter Grünschnitt
Fungizid & Insektizid	17.06.2011	Ridomil Gold MZ 2,2 kg/ha
	30.06.2011	Alverde 0,25 l/ha + Tanos 0,6 kg/ha
	18.07.2011	Pencozeb DG 2,3 kg/ha
	09.08.2011	Dithane NeoTec 1,8 kg/ha
	25.08.2011	Winner 0,6 I/ha
Versuchsernte	28.09.2011	einreihige Erntemaschine

#### 3.3.5. Kartoffelsortenbeschreibung: Sorte EUROSTARCH

Auspflanzung Standort Moidrams die am "Hanglage" die wurde Stärkekartoffelsorte EUROSTARCH ausgewählt. Nach dem Sortenkatalog Niederösterreichischen Saatbaugenossenschaft zählt sie zu den Sorten mit einem mittelspäten Reifezeitpunkt. Bei regelmäßig durchgeführtem Pflanzenschutzmitteleinsatz gegen Kraut- und Knollenfäule (*Phytophthora infestans*) erreicht die Sorte EUROSTARCH hohe Stärkeerträge. Zusätzlich wird sie mit geringer Anfälligkeit gegen Kartoffelschorf (Streptomyces scabies), Y-Virus (Potato virus Y) und Blattrollvirus (potato leaf roll virus) beschrieben. Eine Resistenz gegen Nematoden (Globodera rostochiensis) des Typs Ro1 und Ro4 wird in der Sortenbeschreibung angegeben (NÖS 2; s.a., s.p.).

#### 3.3.6. Abdeckmaterial und Ausbringung

Zur Gewichtsermittlung des ausgestreuten Grünschnitts am Standort Moidrams "Hanglage" kam eine mobile Plattenwaage zum Einsatz. Durch das Wiegen des vollen Kompoststreuers und dessen Rückwiegung nach der Grünschnittausbringung wurde die Ausbringmenge ermittelt.

Mittels eines Kompoststreuers (Streubreite 15 m) wurde am Standort Moidrams "Hanglage" das Grünschnittmaterial ausgebracht. Die Ausbringung wurde von den dafür vorgesehenen Fahrgassen aus durchgeführt.

Das Mähen der Wiesenfläche erfolgte mit einem Trommelmähwerk, nach einer fünfstündigen Anwelkphase wurde mit einem selbstfahrenden Häcksler die "Mahd" auf einen Kompoststreuer gehäckselt (Abbildung 8).

Die Ausbringmenge betrug 5 kg/m² (angewelkter Grünschnitt).



Abbildung 8: Grünschnitthäckseln; Standort Moidrams "Hanglage" und "Biofläche" (GAMERITH, 2011)

#### 3.3.7. Messung der Dammtemperatur

Durch die in den Dämmen auf Knollennesttiefe sowie zwischen zwei Kartoffelpflanzen befindlichen Temperatursensoren konnte die Dammtemperatur zu jeder halben Stunde ermittelt werden. Je ein Sensor befand sich in der Null- und in der Grünschnittvariante. Der Temperatursensor der Variante ohne Abdeckung befand sich in der 18. Reihe, der der Grünschnittvariante in der 26. Dammreihe jeweils zehn Meter feldeinwärts vom westlichen Reihenbeginn. Der Messzeitraum erstreckte sich vom 22. Juni 2011 bis zum 26. September 2011.

#### 3.3.8. Abschätzung des Bodenabtrags

Angeführt sind jene Methoden, welche am Standort Moidrams "Hanglage" zur Anwendung kamen, um festzustellen, ob durch eine Abdeckung des Dammes mit

#### Material und Methoden

Grünschnitt Erosion verhindert bzw. gemildert werden kann. Die beschriebenen Methoden hatten nicht zum Ziel, Mengengrößen von erodiertem Erdmaterial zu ermitteln, sondern die Frage, ob Bodenabtrag mit einer Dammabdeckung im Kartoffelbau verhindert bzw. vermindert werden kann.

Unter der Annahme, dass alle Dämme gleichmäßig gezogen wurden, müssten unter der Grünschnittabdeckung die Dämme noch in ihrer ursprünglichen Form vorzufinden sein. Um diese Annahme zu überprüfen, wurden die Messungen "Dammform" und "Furcheneintiefung" herangezogen.

Die Bodenverlagerung in den Furchen wurde mit Kontrollstäben beurteilt.

#### 3.3.8.1. Dammform

Am 15. Juli 2011 wurden zur Erhebung je Variante 14 Öffnungen mit dem Spaten an Dämmen vorgenommen. In der Variante ohne Abdeckung wurden die Legereihe 5 und 16 sowie für die Grünschnittvariante die Legereihen 25 und 36 zur Beprobung herangezogen.

Nach dem Öffnen eines Damms erfolgte dessen Vermessung, wie Abbildung 9 für die untere Breite des Damms zeigt.

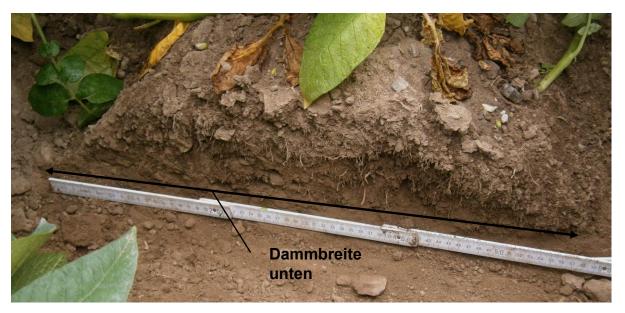


Abbildung 9: Querschnitt eines geöffneten Damms ohne Abdeckung (GAMERITH, 2011)

#### Material und Methoden

Abbildung 10 zeigt, welche Punkte auf dem geöffneten Damm zur Vermessung kamen. Vermessen wurden:

- Dammbreite unten
- Dammhöhe
- Dammbreite bei 6 cm von der Dammkrone aus
- Dammbreite bei 10 cm von der Dammkrone aus.

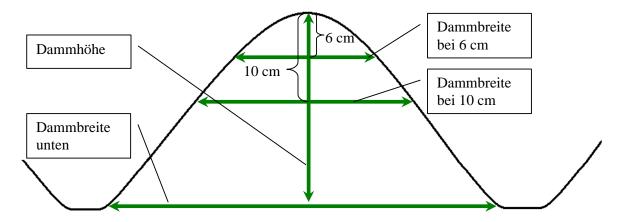


Abbildung 10: Schematische Darstellung der Dammformvermessung (GAMERITH, 2011)

Die Vermessung der Dämme mit einer Grünschnittabdeckung konnte erst nach Beseitigung des Abdeckmaterials erfolgen.

#### 3.3.8.2. Furcheneintiefung

Bei dieser Messung wurde am 8. Juli 2011 eine Messlatte auf zwei Stehern in einer Höhe von 40 cm befestigt. Anschließend wurden diese Steher dammmittig auf die jeweils äußersten Dämme einer Legebreite (vier Dammreihen) gesteckt. Somit konnte eine gesamte vierreihige Legebreite zur Datenerhebung herangezogen werden. Von der oberen Kante der Alulatte aus wurde mit einem Messstab nach unten gemessen. So wurden diverse Taltiefen und Dammhöhen ermittelt, wie Abbildung 11 zeigt.

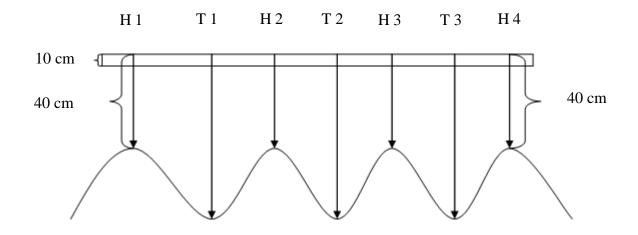


Abbildung 11: Messpunkte für die Ermittlung der Furcheneintiefung (GAMERITH, 2011)

Zur Messung der Furcheneintiefung wurden für die Nullvariante die Legebreite 5 bis 8 und 13 bis 16 herangezogen. Die Messungen für die Grünschnittvariante erfolgten auf den Legebreiten 25 bis 28 sowie 33 bis 36. Je Legebreite (vier Dammreihen) wurden fünf Messungen durchgeführt. Der Messprobenabstand betrug vom westlichen Reihenbeginn zunächst 10 m und in Folge dreimal 30 m. Bei den Varianten mit Abdeckungen erfolgten die Messungen erst nach der Beseitigung des Grünschnittmaterials von den Dämmen.

### 3.3.8.3. Kontrollstäbe zur Schätzung allfälligen Bodenabtrags

Hierbei wurden Plastikstäbe in den Boden gesteckt und anschließend das Ausgangsniveau des Bodens auf der Stange mit einem roten Stift markiert. Nach jedem Starkregenereignis, welches vor dem Reihenschluss stattgefunden hatte, wurde das durch Ab- oder Anschwemmung entstandene neue Niveau des Bodens mit einer anderen Farbe markiert. Ergiebige Niederschläge fanden am 29. Mai 2011 und am 8. Juni 2011 statt. Die Auswirkungen wurden mit der Farbe grün und blau festgehalten. Nach diesen zwei Starkniederschlägen traten keine weiteren Starkregenereignisse auf.

Kontrollstäbe befanden sich in der Nullvariante im Dammtal zwischen der 4. und 5. sowie zwischen der 16. und 17. Reihe. Für die Variante mit Grünschnittabdeckung wurden Stäbe im Dammtal sowohl zwischen der 24. und 25. als auch zwischen der 36. und 37. Dammreihe positioniert. Zu Beginn sowie am Ende jedes Tales zwischen

zwei Dammreihen wurde je ein Stab platziert. Zusätzlich wurden in den Dammtälern fünf Stäbe im Abstand von 20 m gesetzt (Abbildung 6).

Nach der Entfernung der Kontrollstäbe aus dem Bestand am 27. September 2011 erfolgte die Erhebung der Änderungen der Kontrollstäbemarkierungen durch Vermessen der Markierungsringe.

### 3.4. Versuchsstandort Moidrams "Biofläche", Exaktversuch

Der Schlag befindet sich ebenfalls nahe der Ortschaft Moidrams im niederösterreichischen Bezirk Zwettl. Die Informationen zu den Bereichen durchschnittlicher Jahresniederschlag und Höhenmeter können aus dem Kapitel 3.3. entnommen werden.

Nordöstlich wird der Versuchsschlag von einem Weg und südwestlich von einem benachbarten Feldstück begrenzt. Eine Böschung umgibt die Bioackerfläche im Südosten und Nordwesten, wo sich auch ein Strommast befindet.

Die gesamte Versuchsfläche hat ein Gefälle und fällt von nordwestlicher in südöstlicher Richtung.

Am Versuchsfeld Moidrams "Biofläche" wurden zwei Versuche mit unterschiedlicher Striegelhäufigkeit als Exaktversuche angelegt. Die ungleiche Striegelintensität simuliert den Fall, wie eine Grünschnittabdeckung auf bereits aufgelaufene Unkräuter wirkt, wenn witterungsbedingt der optimale Zeitpunkt der Grünschnittmahd und der optimale Zeitpunkt zur Abdeckungsausbringung nicht zusammenfallen.

### 3.4.1. Witterung während des Versuchszeitraums

Die Versuchsflächen Moidrams "Hanglage" und Moidrams "Biofläche" liegen nur wenige hundert Meter voneinander entfernt, daher kann die Beschreibung des Witterungsverlaufs aus dem Kapitel 3.3.1. entnommen werden.

#### 3.4.2. Boden

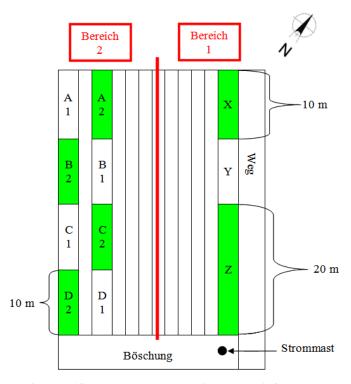
Für den Standort Moidrams "Biofläche" wurde die Bodenbeschreibung der Bodenkartierung entnommen und in Tabelle 8 zusammengefasst. Die Erläuterung der Bodenkarte wurde am Bodenstich überprüft und bestätigt.

Tabelle 8: Bodenbeschreibung; Standort Moidrams "Biofläche" (ÖBK 2, 1980, S. 69 (ergänzt))

	Moidrams "Biofläche"
Bodentyp	kalkfreie Felsbraunerde aus Gneisen und ähnlichen Schiefergesteinen
Geländetyp	mittelflächig, eben bis hängig, auf Kuppen, Rücken und Oberhängen der Gneiszone
Bodenschwere	leichtschwer
Bodenfeuchte	trocken
Gründigkeit	seichtgründig
Bearbeitbarkeit	Bearbeitung erschwert durch Seichtgründigkeit und vereinzelt auftretende Grobsteine
Wasserspeicher- fähigkeit	sehr geringe Speicherkraft, hohe Durchlässigkeit
Bodenreaktion	A: schwach sauer oder sauer
	AB <sub>V</sub> : meist sauer oder stark sauer
Bodenhorizonte	A: lehmiger Sand mit geringem Grobanteil (Grus und Steine)
	AB <sub>v</sub> : lehmiger Sand mit hohem Grobanteil
	C <sub>v</sub> : Gesteinsaufmürbung bzw. Schutt
Versorgungs-	wurde vor der Kartoffelpflanzung nicht durchgeführt
stufe	
(0 – 30cm)	

### 3.4.3. Versuchsanlage

Der Bioversuch war so aufgebaut, dass zwei Bereiche mit unterschiedlicher Striegelintensität vorlagen. Im Bereich 2 erfolgte eine zweimalige Dammstriegelung und im Bereich 1 eine einmalige Dammstriegelung. In jedem Bereich wurden bestimmte Parzellen als Grünschnitt- und andere als Nullvariante angelegt, wie nachfolgender Versuchsplan (Abbildung 12) zeigt.



**Abbildung 12: Parzellenplan; Moidrams "Biofläche";** Ein Rechteck symbolisiert eine Legemaschinenbreite (4 Dammreihen). Die grünen Flächen weisen jene Dammreihen aus, welche mit Grünschnitt abgedeckt wurden.

Die Wiederholungen von Grünschnitt- und Nullvariante wurden innerhalb der zwei Striegelvarianten unterschiedlich angelegt. Bei der zweimaligen Dammbearbeitungsvariante gab es zwei Legebreitenlängen (je vier Dammreihen), welche in vier Wiederholungen untergliedert wurden, die abwechselnd zwischen linker und rechter Parzellenreihe jeweils alle 10 m mit Grünschnitt abgedeckt oder unabgedeckt blieben.

Die Versuchsparzellen, auf denen eine einmalige Dammbearbeitung erfolgte, bestanden aus einer Legebreite (vier Dammreihen) und hatten folgenden Versuchsaufbau. Die ersten 20 m und die letzten 10 m dieser Legebreite (vier Dammreihen) waren mit Grünschnitt abgedeckt Die dazwischen liegenden 10 m dienten als Nullvariante.

### 3.4.4. Bestandsführung und Pflegemaßnahmen

Der Bioversuch wurde nach den allgemein gültigen Biorichtlinien geführt. Details zu den gesetzten Maßnahmen zur Bestandsführung sind in Tabelle 9 angeführt.

Tabelle 9: Bestandsführung; Standort Moidrams "Biofläche"

Tätigkeit/Gegenstand	Datum	Detail
Vorfrucht	-	Winterroggen
Bodenbearbeitungsmaßnahmen nach der Hauptfrucht	im Herbst	Pflugeinsatz
Zwischenfrucht	-	-
Bodenbearbeitungsmaßnahmen vor der Kartoffelpflanzung	25.04.2011	Saatbeetkombination
Düngung	im Herbst	10 t Rindermist/ha
Kartoffelpflanzung	26.04.2011	Originalsaatgut WISENT Kreiselegge u. vierreihige Legemaschine Ablagetiefe 15-18 cm Reihenabstand 75 cm Abstand in der Reihe 33 cm
Dammabdeckung	26.05.2011	gehäckselter Grünschnitt
Fungizid & Insektizid	vorbeugend	Cuprofor flüssig 2 l/ha
	bei Kartoffelkäferauftritt	Neem Azal T/S 2,5 l/ha
Versuchsernte	28.09.2011	einreihige Erntemaschine

### 3.4.5. Kartoffelsortenbeschreibung: Sorte WISENT

Am Bioversuchsstandort kam die Stärkekartoffelsorte WISENT zur Auspflanzung. Im Sortenkatalog der Niederösterreichischen Saatbaugenossenschaft wird sie folgendermaßen beschrieben: Diese spät reifende Sorte trägt eine Resistenz gegen den Kartoffelkrebs (*Synchytrium endobioticum*) Pathotyp 1 und gegen Nematoden (*Globodera rostochiensis*) des Typs Ro1 sowie Pa2,3 in sich. Zusätzlich hat die Sorte

WISENT eine geringe Anfälligkeit gegenüber dem Y-Virus (*poatato virus Y*) sowie der Kraut- und Knollenfäule (*Phytophthora infestans*), ebenso eine mittlere Widerstandskraft gegen Schorfbefall (*Streptomyces scabies*) (NÖS 3; s.a., s.p.).

### 3.4.6. Abdeckmaterial und Ausbringung

Die flächenbezogene Menge an Abdeckmaterial in kg/ha auf der Biofläche wurde durch Wiegen auf einer Plattenwaage bestimmt.

Nach der Verladung des gehäckselten Grünschnitts in eine Frontladerschaufel wurde das Abdeckgut außerhalb der Versuchsparzellen zu den einzelnen Parzellen gebracht. Das Häckselgut wurde händisch über den Dämmen ausgestreut, bis der Grünschnitt die bereits aufgelaufenen Unkräuter im Bereich 1 abdeckten. Die auf Quadratmeter umgerechnete Ausbringmenge betrug 11,85 kg frischen Grünschnitts. Daher wurden auch im Bereich 2 ca. 12 kg Grünschnitt/m² ausgebracht.

Der für den Bioversuchsstandort verwendete Grünschnitt stammt von jener Wiesenfläche, die für den Versuch in Moidrams "Hanglage" verwendet wurde. Der Prozessablauf zur Grünschnittgewinnung erfolgte wie im Kapitel 3.3.6. Abdeckmaterial beschrieben.

### 3.5. Ergänzende Datenerfassung

### 3.5.1. Bodenuntersuchung

Vor dem Legen der Kartoffeln wurde auf den Standorten Tautendorf und Moidrams "Hanglage" eine repräsentative Bodenprobe des Oberbodens (0 - 30 cm) gezogen und über die Agrana Stärke GmbH eine Analyse nach dem EUF-Verfahren ("Elektro-Ultrafiltration") durchgeführt (ZFT, s.a., s.p.). Hierbei wurden die Versorgungsstufen von Stickstoff, Phosphor, Kalium, Kalk, Magnesium und Bor bestimmt.

# 3.5.2. Ermittlung des Unkrautbesatzes sowie des Schädlings- und Krankheitsbefalls im Pflanzenbestand

Die Ermittlung während des Vegetationszeitraums erfolgte durch regelmäßige Bonituren der Kartoffelbestände nach Bedeckungsgrad.

### 3.5.3. Ernte

Am Standort Tautendorf und am Standort Moidrams "Biofläche" kamen, um Randeffekte auszuschließen, von jeder angelegten vierreihigen Parzelle ausschließlich die zwei mittleren Dammreihen zur Bewertung. Am Standort Moidrams "Hanglage" flossen diejenigen Reihen in die Bewertung ein, welche im Kapitel 3.3.3. beschrieben sind.

### 3.5.3.1. Erntebeeinträchtigung

Unter dem Begriff Erntebeeinträchtigungen wurden folgende Parameter erhoben:

- Abtrennbarkeit der Knolle vom Kraut
- Verschleppen von Abdeckmaterial auf das Verleseband der Kartoffelvollerntemaschine
- Schrollenvorkommen auf dem Verleseband.

Diese Bonituren wurden von einer Person optisch auf der Erntemaschine durchgeführt und auf einer Skala von 0 bis 3 bewertet. Die Ziffer 0 bezeichnet kein Auftreten und die Zahl 3 ein sehr häufiges Auftreten der zu beobachteten Faktoren.

### 3.5.3.2. Ertrags- und Qualitätsbestimmung bei der Kartoffel

An allen drei Standorten wurden nach der Ernte der Stärkegehalt, die Anzahl tierischer Fraßschäden und der Schorfbefall (*Streptomyces scabies*) der Kartoffeln in der Stärkefabrik der AGRANA Stärke GmbH in Gmünd bestimmt. Die hierzu benötigten Musterproben wurden von den mittleren zwei Dammreihen der jeweiligen Parzelle (je vier Dammreihen) an den Standorten Tautendorf und Moidrams "Biofläche" vom Verleseband des Kartoffelvollernters entnommen. Am Standort Moidrams "Hanglage" wurden je Dammreihe ein Stärkemuster von den ersten 50 m und den letzten 50 m einer Reihe entnommen.

Stärkegehalt und tierische Fraßschäden wurden in Prozent ausgedrückt. Der Schorfbefall wurde mit einer Skala von 0 bis 4 bewertet. Die niedrigste Zahl bezeichnet keinen und die höchste einen sehr starken Befall.

Zusätzlich wurde am Standort in Tautendorf mittels Teststreifen der Nitratgehalt der geernteten Kartoffel in mg/kg bestimmt.

### 3.6. Mathematisch statistische Auswertung

Für die mathematisch statistische Auswertung der Versuchsdaten wurde das Programm SAS 9.1 und Enterprise Guide 4.1 verwendet.

An allen drei Standorten fand eine Varianzanalyse als lineares Modell Anwendung, um einen Einfluss der Abdeckvarianten auf die Parameter Knollenertrag, Stärkegehalt, Stärkeertrag, Anzahl tierischer Fraßschäden, Nitratgehalt, Auftreten von Schorf (*Streptomyces scabies*) und Auftreten von Schrollen festzustellen. Als Post Hoc Test wurde der Student-Newman-Keuls-Test eingesetzt. Die Nullhypothesen lauten wie folgt:

- Der Faktor "Abdeckvariante" hat keinen Einfluss auf den untersuchten Parameter.
- Der Faktor "Wiederholung" hat keinen Einfluss auf den untersuchten Parameter.
- Es gibt keine Wechselwirkung zwischen Abdeckvariante und Wiederholung im Bezug auf den untersuchten Parameter.

Für die Auswertung der Temperaturdaten wurde die Varianzanalyse als gemischtes Modell durchgeführt. Als Post Hoc Test fand der Tukey-Test Anwendung. Am Standort Tautendorf floss die Außentemperatur als Kovariante mit ein. Die jeweiligen täglichen Messwerte wurden als wiederholte Messung in die Analyse miteinbezogen. Die Nullhypothese lautet, dass der Faktor "Abdeckvariante" keinen Einfluss auf den untersuchten Parameter hat.

Diagramme wurden im Programm Microsoft Excel 2003 erstellt.

für Damit die Auswertung statistische der Dammtemperaturen (sowohl Stechthermometer als auch Sensor) am Standort Tautendorf gleiche Beobachtungszeiträume vorliegen, wurde durch das verspätete Ausbringen der Kompostmischung nur der Zeitraum von 19. Juni 2011 bis 15. Oktober 2011 ausgewertet. Weiters werden einerseits die Null-, Grünschnitt-, Heu- sowie Kleevariante und andererseits die Null-, Kompost- und Kompostmischungsvariante getrennt voneinander statistisch beurteilt, da diese Aufteilung den zwei Wirkungsweisen der jeweiligen Abdeckung entsprechen.

Ebenso wurden die Ertrags- und Qualitätsparameter am Standort Tautendorf getrennt nach Null-, Grünschnitt-, Heu- und Kleevariante sowie nach Null-, Kompost- und Kompostmischungsvariante statistisch ausgewertet. Weiters fließt die 2.

### Material und Methoden

Wiederholung aufgrund ihrer Inhomogenität (wechselnde Bodeneigenschaften) nicht in die deskriptive und statistische Auswertung ein. Es unterschieden sich auch die Ergebnisse der 1. Wiederholung der Kompostmischungsvariante zu extrem von den anderen Varianten und fließen somit nicht in die Beobachtungswerte ein. Dies lässt sich auf geänderte Bodeneigenschaften in der Versuchsparzelle der 1. Wiederholung der Kompostmischungsvariante im Vergleich zu den anderen Varianten zurückführen, welche mit Fingerproben festgestellt wurden.

Am Standort Moidrams "Hanglage" wurde bei der statistischen Auswertung der "Dammform" die erste Dammvermessung der 1. Wiederholung ausgeschlossen, da diese Ergebnisse gegenüber den anderen Wiederholungen stark abwichen, Ursache war ein hoher Steinanteil im Boden der 1. Wiederholung.

### 4.1. Versuchsstandort Tautendorf

### 4.1.1. Bodenphysikalische Kennzahlen

### 4.1.1.1. Dammtemperatur mittels Stechthermometer

Aufgrund des langen Erhebungszeitraums von nahezu fünf Monaten sind die Mittelwerte der gemessenen Dammtemperaturen zwischen den jeweiligen Varianten zu Mittag und am Abend ähnlich. Eine Auswertung der Messzeitpunkte nach Monaten gruppiert zeigt jedoch, dass es sehr wohl Unterschiede zwischen den Mittelwerten der Dammtemperaturen gibt, abhängig davon, zu welchem Messzeitpunkt und in welchem Monat diese erhoben worden sind (Abbildung 13). Aufgrund der verspäteten Ausbringung der Variante Kompostmischung fließt diese in der nachfolgenden Darstellung erst ab dem Monat Juli ein.

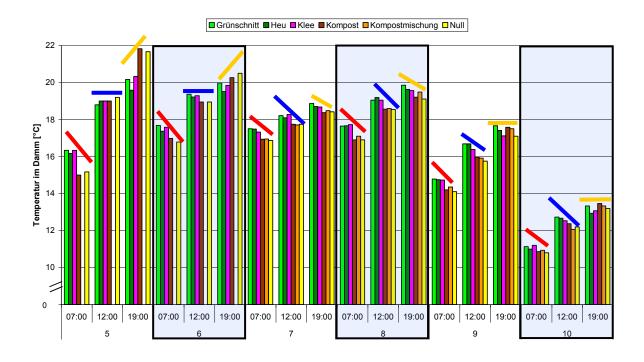


Abbildung 13: Mittlere Dammtemperaturen – Stechthermometer; Standort Tautendorf

In der monatsweisen Auswertung sind die Unterschiede der mittleren Dammtemperaturen um 7 Uhr zwischen den einzelnen Varianten sehr deutlich erkennbar, wobei die Varianten Grünschnitt, Heu und Klee sehr ähnlich sind und sich von den Varianten ohne Abdeckung, Kompost und Kompostmischung abgrenzen.

In den Monaten Mai und Juni kam es zu einem deutlichen Anstieg der mittleren Dammtemperaturen der Null- und Kompostvariante zum Abend hin. Dieses Phänomen lässt sich darauf zurückführen, dass der Reihenschluss der Kartoffeln erst Mitte Juni erfolgte und somit die Dämme ohne Grünschnitt-, Heu- oder Kleeabdeckung ungeschützt der Sonne ausgesetzt waren. Ebenfalls erreichten die mittleren Abendtemperaturen in den Dämmen der Null-, Kompost- und Kompostmischungsvariante in den Monaten September und Oktober einen höheren Wert als die mit Grünschnitt, Heu oder Klee abgedeckten Varianten. Grund dafür war, dass durch die Seneszenz der Kartoffelpflanzen die Beschattungswirkung der Kartoffelblätter verloren ging und so der Damm der Sonneneinstrahlung ungeschützt ausgesetzt war.

Hervorzuheben ist, dass die Variante Kompostmischung über den ausgewerteten Messzeitraum höhere mittlere Dammtemperaturen am Morgen aufwies als die der Null- sowie Kompostvariante und diese bis zu den abendlichen Messungen auf das Niveau von Grünschnitt, Heu und Klee angeglichen wurden.

Die höchste morgendliche Dammtemperatur von 21,0 °C wurde des Öfteren in allen Varianten des Versuchsfeldes gemessen. Die niedrigste Temperatur im Damm betrug bei allen sechs Messpunkten 3,0 °C, mit einer Außentemperatur von -5,0 °C am 17. Oktober 2011.

Die maximal erreichte Dammtemperatur zu Mittag lag am 10. Juli 2011 bei 25,5 °C in der Nullvariante bei einer Außentemperatur von 29,5 °C. Am 17. Oktober 2011 wurde ein Minimum von 4,0 °C bei der Kompost- sowie Nullvariante und 4,5 °C Lufttemperatur gemessen.

Die höchste Dammtemperatur am Abend von 28,0 °C erzielten am 26. Mai 2011 die Varianten Kompost und Null bei einer Außentemperatur von 23,0 °C. Mit 7,0 °C wurde in der Null- und Kompostvariante am 16. Oktober 2011 die niedrigste Temperatur am Abend im Damm bei einer Umgebungstemperatur von 2,0 °C gemessen.

Die Varianten Null, Grünschnitt, Heu und Klee wurden separat von den Varianten Null, Kompost und Kompostmischung ausgewertet.

Das Ergebnis für die nach Tagesmesszeitpunkt gegliederte statistische Auswertung der **Null-, Grünschnitt-, Heu- und Kleevariante** ist in Tabelle 10 zusammengefasst und zeigt, dass zu allen drei Tagesmesszeitpunkten der Faktor "Abdeckvariante"

einen signifikanten Einfluss auf die Dammtemperatur hatte, wobei in der Früh und zu Mittag die mittleren Temperaturen in den Dämmen, die mit Grünschnitt, Heu oder Klee abgedeckt waren, nicht voneinander unterscheidbar waren. Hingegen gab es keinen Unterschied zwischen der mittleren Dammtemperatur der Nullvariante und jener der drei zuvor genannten Varianten. Im Gegensatz dazu ergab die Gruppierung der am Abend erhobenen mittleren Dammtemperaturen, dass sich jene der Grünschnittvariante von jenen der Heu- und Kleevariante nicht unterscheiden ließen, jedoch sich von der Nullvariante abgrenzten. Weiters waren die mittleren Dammtemperaturen unter Heu- und Kleeabdeckung von der Variante ohne Abdeckung nicht unterschiedlich.

Tabelle 10: Mittelwerte und statistische Auswertung der Dammtemperatur - Stechthermometer der Null-, Grünschnitt. Heu- und Kleeveriente: Standort Tautendorf

Grünschnitt-, Heu- und	•		-		
	Messze	itpunkt 7:00			
Signifikanz	Var	riante	***		
mittlere Temperatur in	n Damm – Stechthe	ermometer (°C)			
	Null	15,4	b		
	Grünschnitt	16,0	а		
	Heu	16,0	а		
	Klee	16,0	а		
	Messzei	tpunkt 12:00			
Signifikanz	Signifikanz Variante ***				
mittlere Temperatur in	n Damm – Stechthe	ermometer (°C)			
	Null	16,6	b		
	Grünschnitt	17,4	а		
	Heu	17,4	а		
	Klee	17,3	а		
	Messzei	tpunkt 19:00			
Signifikanz	Var	iante	*		
mittlere Temperatur in	n Damm – Stechthe	ermometer (°C)			
	Null	17,7	b		
	Grünschnitt	18,2	а		
	Heu	17,9	ab		
	Klee	17,8	ab		

p-Werte: n.s. > 0,05; \* < 0,05; \*\* <0,01; \*\*\*<0,001

Mittelwerte mit demselben Buchstaben sind nicht signifikant verschieden.

Das Ergebnis für die statistische Auswertung (Tabelle 11) der Varianten **Null, Kompost und Kompostmischung** zeigt, dass es zu den Messzeitpunkten in der Früh, zu Mittag und am Abend keinen signifikanten Einfluss der Abdeckung auf die Dammtemperatur gab. Die Mittelwerte der Dammtemperaturen der Varianten Kompost, Kompostmischung und Null konnten zu keinem Messzeitpunkt voneinander unterschieden werden.

Tabelle 11: Mittelwerte und statistische Auswertung der Dammtemperatur - Stechthermometer der Null-,

Kompost- und Kompostmischungsvariante; Standort Tautendorf

Messzeitpunkt 7:00						
Signifikanz	<u>'</u>	Varia	nte	n. s.		
mittlere Temperatur im Damm – Stechthermometer (°C)						
		Null	15,4	а		
	K	ompost	15,4	а		
	Komp	ostmischung	15,5	а		
		Messzeitpu	ınkt 12:00			
Signifikanz	<u>'</u>	Variante		n. s.		
mittlere Temperatu	ur im Dan	nm – Stechtherr	nometer (°C)			
		Null 16,6		а		
	K	ompost	16,8	а		
	Komp	ostmischung	16,5	а		
		Messzeitpu	ınkt 19:00			
Signifikanz	2	Varia	nte	n. s.		
mittlere Temperati	ur im Dan	nm – Stechtherr	nometer (°C)			
		Null	17,7	а		
	K	ompost	17,8	а		
	Komp	ostmischung	17,8	а		

p-Werte: n.s. > 0,05; \* < 0,05; \*\* <0,01; \*\*\*<0,001

Mittelwerte mit demselben Buchstaben sind nicht signifikant verschieden.

### 4.1.1.2. Dammtemperatur mittels Sensoren

Um das große Datenmaterial, das sich durch die halbstündliche Messung der Temperatur mittels Sensoren ergab, zu strukturieren, wurden für die weitere Auswertung nur Temperaturwerte für die Zeitpunkte 7 Uhr, 12 Uhr und 19 Uhr

ausgewählt. Diese Strukturierung lässt auch einen Vergleich mit den Daten der Dammtemperaturen, welche mit dem Stechthermometer ermittelt wurden, zu.

Für die Auswertung der mittleren Dammtemperaturen wurden diese nach Monaten sowie nach dem Zeitpunkt der Messung gruppiert und es wurde der gleiche Beobachtungszeitraum wie jener bei der Temperaturauswertung-Stechthermometer herangezogen (Abbildung 14).

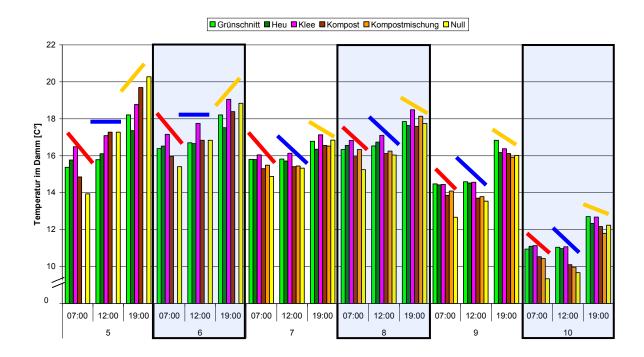


Abbildung 14: Mittlere Dammtemperaturen – Sensor; Standort Tautendorf

Die graphische Aufbereitung der mittleren Dammtemperaturen zeigt, dass die der Kleeabdeckung die anderen Varianten am häufigsten übertraf. Gleich wie bei der Auswertung der mittleren Dammtemperaturen, welche mit dem Stechthermometer gemessen wurden, ist auch in dem vorliegenden Diagramm zu erkennen, dass in den Monaten Mai und Juni die mittleren Dammtemperaturen der Kompost- und Nullvariante im Tagesverlauf deutlich zunahmen. Im Oktober fiel die in der Früh gemessene mittlere Dammtemperatur der Nullvariante gegenüber den mittleren Messwerten der anderen abgedeckten Varianten deutlich ab.

Die Varianten Null, Grünschnitt, Heu und Klee wurden separat von den Varianten Null, Kompost und Kompostmischung ausgewertet.

Die statistische Auswertung (Tabelle 12) der Dammtemperaturen der **Null-**, **Grünschnitt-**, **Heu- und Kleevariante** ergab für den Aufzeichnungszeitraum

zwischen 19. Juni 2011 und 15. Oktober 2011, dass zu jedem Messzeitpunkt die Dammtemperatur durch den Faktor "Abdeckvariante" eine signifikante Beeinflussung erfuhr.

In der Früh und zu Mittag konnten die Mittelwerte der Dammtemperaturen der Grünschnitt-, Heu- und Kleevariante nicht voneinander, aber alle von der Nullvariante unterschieden werden. Die mittleren Dammtemperaturen des Abendmesszeitpunktes der Varianten Grünschnitt, Heu, Klee und Null lassen sich nicht voneinander unterscheiden. Die Dammmitteltemperaturen der Heu- und Kleevariante waren hingegen verschieden.

Tabelle 12: Mittelwerte und statistische Auswertung der Dammtemperatur - Sensor der Null-,

Grünschnitt-, Heu- und	Kleevariante; Sta	ndort Tautendorf	
	Messz	eitpunkt 7:00	
Signifikanz	Va	ariante	***
mittlere Temperatur in	n Damm – Senso	r (°C)	
	Null	13,7	b
	Grünschnitt	15,0	а
	Heu	15,0	a
	Klee	15,2	а
	Messze	eitpunkt 12:00	
Signifikanz	Va	ariante	***
mittlere Temperatur in	n Damm – Senso	r (°C)	
	Null	14,3	b
	Grünschnitt	15,1	а
	Heu	15,1	а
	Klee	15,4	a
	Messze	eitpunkt 19:00	
Signifikanz	V	ariante	**
mittlere Temperatur in	n Damm – Senso	r (°C)	
	Null	16,3	ab
	Grünschnitt	16,6	ab
	Heu	16,2	а
	Klee	16,8	ab

p-Werte: n.s. > 0,05; \* < 0,05; \*\* <0,01; \*\*\*<0,001

Mittelwerte mit demselben Buchstaben sind nicht signifikant verschieden.

Für die Auswertungsgruppe, in der sich die Varianten Null, Kompost und Kompostmischung (Tabelle 13) befinden, ergab die statistische Verrechnung, dass nur zum Messzeitpunkt in der Früh der Faktor "Abdeckvariante" auf die Dammtemperatur einen signifikanten Einfluss hatte und dieser zu Mittag und am Abend nicht gegeben war, wobei die Mittelwerte der Morgendammtemperatur der Varianten Kompost und Kompostmischung sich nicht voneinander, aber von der Nullvariante unterscheiden ließen. Zum Messzeitpunkt zu Mittag und am Abend waren die Dammmitteltemperaturen nicht verschieden.

Tabelle 13: Mittelwerte und statistische Auswertung der Dammtemperatur - Sensor der Null-, Kompostund Kompostmischungsvariante: Standort Tautendorf

		Messzeit	ounkt 7:00		
Signifikanz	Ż	Varia	ante ***		
mittlere Temperati	ur im Dan	nm – Sensor (°C	C)		
		Null	13,7	b	
	K	ompost	14,5	а	
	Komp	ostmischung	14,7	а	
		Messzeitp	unkt 12:00		
Signifikanz Varia		Varia	nte	n. s.	
mittlere Temperatı	ur im Dan	nm – Sensor (°C	<del>)</del>		
		Null	14,3	а	
	K	ompost	14,5	а	
	Komp	ostmischung	14,5	а	
		Messzeitp	unkt 19:00		
Signifikanz	<u> </u>	Varia	nte	n. s.	
mittlere Temperatı	ur im Dan	nm – Sensor (°C	C)		
		Null	16,3	а	
	K	ompost	16,2	а	
	Komp	ostmischung	16,2	а	

p-Werte: n.s. > 0,05; \* < 0,05; \*\* <0,01; \*\*\*<0,001

Mittelwerte mit demselben Buchstaben sind nicht signifikant verschieden.

Mit 20,2 °C wurde mit einem Sensor in der Früh die höchste Dammtemperatur bei der Abdeckvariante Klee gemessen. Zu diesem Zeitpunkt betrug die Außentemperatur 19,0 °C.

Zum Zeitpunkt der Messung der Dammtemperatur am 24. und 25. August 2011 wurde mit dem Sensor zu Mittag der höchste Wert mit 20,2 °C ebenfalls in der Kleevariante erreicht. Am 24. August 2011 betrug die Außentemperatur 30,0 °C und am 25. August 2011 wurden 28,5 °C gemessen.

Die höchste Temperatur im Damm am Abend ergab die Messung am 24. August 2011 mit 22,2 °C bei der Abdeckvariante Klee bei 28,0 °C Außentemperatur.

Eine **Gegenüberstellung** der Diagramme **beider Messmethoden** zur Ermittlung der Temperatur im Damm zeigt ein ähnliches Ergebnis, wobei das Diagramm der Sensoren einen abgeflachteren Verlauf aufweist. Die Mittelwerte der Dammtemperaturen der Grünschnitt-, Heu- und Kleevariante waren in der Früh, sowohl mittels Stechthermometer als auch mittels Sensor gemessen, immer deutlich höher als jene der Kompost-, Kompostmischung- und Nullvariante.

Die Dammtemperatur der Kleevariante, welche mit dem Sensor gemessen wurde, erzielte bei der Auswertung einen deutlich höheren Mittelwert als alle anderen Varianten und muss daher kritisch hinterfragt werden. Dieses Ergebnis wurde bei der Ermittlung der Dammtemperatur, welche mit dem Stechthermometer erfolgte, nicht festgestellt. Dieser Effekt kann auf eine spezifische Platzierung des Temperatursensors im Damm der Kleevariante zurückgeführt werden.

### 4.1.1.3. Wassergehalt im Damm

Aus Tabelle 14 ist die starke Streuung der Messdaten der Gipsblöcke, die in 20 cm Tiefe in der 1. und 4. Wiederholung vergraben waren, ersichtlich. Über die Auswirkungen einer Dammabdeckung auf die Bodenfeuchte in den Dämmen ist keine gesicherte Aussage möglich.

Die Messergebnisse der Gipsblöcke, die 40 cm tief im Damm platziert waren, ergaben eine geringere Anzahl an Ausreißern. Durch das Fehlen einer wiederholten Datenerhebung ließ sich kein gesicherter Wirkungseffekt einer Dammabdeckung auf den Wassergehalt im Damm feststellen.

Es kann nur die Tendenz während Bestandskontrollen wiedergegeben werden, nämlich, dass die Erde unter einer Grünschnitt-, Heu- oder Kleeabdeckung einen feuchteren Eindruck ergab als der Boden der Nullvariante.

**Tabelle 14: Referenzdaten für den Wassergehalt im Damm;** Die blauen Linien symbolisieren Regenereignisse von > 3 1/m<sup>2</sup>.

Regenereignisse von > 3 l/m <sup>2</sup> .								
Datum	WH	Vergrabungs- tiefe (cm)	Null	Gras	Heu	Klee	Kompost	Kompost- mischung
30.05.2011	1	20	90,1	92,3	85,1	91,3	90,0	91,8
31.05.2011	1	20	90,4	91,6	87,3	92,4	91,1	91,2
05.06.2011	1	20	35,7	85,2	89,2	91,6	63,7	87,1
10.06.2011	1	20	88,8	87,0	87,4	93,8	93,1	92,7
22.06.2011	1	20	24,9	73,0	13,8	30,3	32,4	10,7
29.06.2011	1	20	7,4	59,5	4,7	5,4	8,4	3,5
05.07.2011	1	20	3,4	32,4	2,5	2,4	4,3	1,4
11.07.2011	1	20	1,9	8,0	1,8	1,6	2,3	0,7
19.07.2011	1	20	1,4	3,7	1,4	1,1	1,7	0,3
23.07.2011	1	20	1,8	5,2	2,1	1,6	1,7	0,8
03.08.2011	1	20	3,6	11,2	4,9	3,5	2,7	0,0
04.08.2011	1	20	81,7	43,8	19,6	10,7	2,7	1,4
24.08.2011	1	20	35,7	80,0	79,6	51,4	6,0	29,3
30.08.2011	1	20	7,0	60,8	15,6	6,7	0,9	4,3
18.09.2011	1	20	3,9	18,2	2,5	0,9	1,4	1,8
25.09.2011	1	20	3,5	19,5	3,1	1,3	1,9	2,5
01.10.2011	1	20	4,1	25,1	4,1	1,6	2,7	3,0
06.10.2011	1	20	4,3	27,6	4,7	1,7	3,3	4,1
17.10.2011	1	20	2,7	37,6	7,1	2,0	2,9	8,4
30.05.2011	4	20	92,4	90,1	91,2	94,2	73,5	85,5
31.05.2011	4	20	91,0	91,4	89,1	93,3	85,2	89,5
05.06.2011	4	20	82,3	91,2	88,5	94,0	65,5	68,4
10.06.2011	4	20	93,2	94,7	86,8	94,2	92,6	91,4
22.06.2011	4	20	3,8	4,8	2,2	5,8	5,6	3,7
29.06.2011	4	20	1,2	2,0	0,6	1,3	1,2	1,2
05.07.2011	4	20	0,7	0,3	0,8	0,3	0,4	0,2
11.07.2011	4	20	0,6	0,4	20,7	82,7	0,3	0,2
19.07.2011	4	20	0,7	0,5	77,2	0,6	0,0	0,2
23.07.2011	4	20	72,2	86,4	84,4	88,4	86,3	25,9
03.08.2011	4	20	5,0	7,4	19,3	2,5	1,8	2,0
04.08.2011	4	20	70,6	87,0	84,5	88,3	86,1	35,8
24.08.2011	4	20	6,3	6,2	80,2	42,5	1,7	5,2
30.08.2011	4	20	2,9	1,9	24,7	2,9	0,4	1,7
18.09.2011	4	20	0,8	1,1	2,0	0,7	0,2	0,4
25.09.2011	4	20	84,3	11,9	3,0	5,3	61,8	3,4
01.10.2011	4	20	25,8	7,1	3,1	2,6	20,7	3,7
06.10.2011 17.10.2011	4	20 20	7,7	6,7	3,3 81,7	2,8	13,0	4,0 78,4
			84,2	83,3		85,8	82,4	
22.06.2011 29.06.2011	1	40 40	1,6 0,7	5,0 1,6	7,3 1,9	1,4 0,8	4,1 1,4	3,6 1,3
05.07.2011	1	40	0,7	1,0	1,6	0,6	0,8	0,8
11.07.2011	1	40	0,0	0,5	3,4	0,5	0,6	0,8
19.07.2011	1	40					0,9	0,6
23.07.2011	1	40	0,5 10,7	0,7 85,3	0,9 85,6	0,3 56,1	88,7	81,5
03.08.2011	1	40	2,7	29,5	4,4	2,0	3,8	2,7
04.08.2011	1	40	60,8	84,9	85,8	85,9		83,0
24.08.2011	1	40	3,2	34,7	14,7	15,5	87,9 2,3	10,8
30.08.2011	1	40	1,9	25,1	4,8	7,2	2,3	2,9
18.09.2011	1	40	1,1	2,2	1,2	1,2	0,9	1,3
25.09.2011	1	40	44,7	72,8	46,1	85,2	86,9	60,8
01.10.2011	1	40	22,0	58,9	29,9	27,4	68,7	14,7
06.10.2011	1	40	13,8	32,4	18,2	8,7	37,4	9,0
17.10.2011	1	40	83,5	81,6	82,8	83,3	83,5	79,5

### 4.1.2. Pflanzenbauliche Kennzahlen

# 4.1.2.1. Unkrautbesatz sowie Schädlings- und Krankheitsbefall im Pflanzenbestand

Es kam zu keinem Kontrollzeitpunkt zum Durchwachsen von Unkräutern, weder in der Nullvariante noch in den anderen Varianten.

Die wenigen gefundenen Kartoffelkäfer (*Leptinotarsa decemlineata*) ergaben nur geringe Fraßschäden, unabhängig von der Abdeckvariante. Ein Auftreten von Blattläusen (*Aphididae*) konnte nicht beobachtet werden.

Durch den Einsatz von Fungiziden nach Warnmeldungen gab es keinen Unterschied im Auftreten zwischen den Varianten.

### 4.1.2.2. Erntebeeinträchtigung

In der folgenden Tabelle 15 sind die Mittelwerte der Parameter "Erntebeeinträchtigungen" angeführt.

Tabelle 15: Erntebeeinträchtigungen; Standort Tautendorf

	Lösen der Knolle	Abdeckmaterial	Schrollen
Null	0	0	3
Grünschnitt	0	0	2
Heu	0	0	3
Klee	0	0	2
Kompost	0	0	3
Kompostmischung	0	0	2

Während der gesamten Versuchsernte kam es in keiner Parzelle zu einer Behinderung der Ernte durch ausgebrachtes Abdeckmaterial, welches mit auf das Verleseband transportiert wurde. Weiters lösten sich alle Knollen von den Kartoffelstauden und somit kam es zu keiner Beeinträchtigung des Erntevorgangs.

Am Standort Tautendorf kam es zu einem Schrollenaufkommen über alle Varianten und Wiederholungen. Auch die Varianzanalyse zeigt, dass sowohl der Faktor "Abdeckvariante" als auch der Faktor "Wiederholung" keinen signifikanten Einfluss auf das Schrollenauftreten hatte.

### 4.1.2.3. Ertrag- und Qualität der geernteten Kartoffeln

Die Mittelwerte des Knollenertrags zeigen vorbehaltlich der statistischen Auswertung, dass die Grünschnitt-, Heu- und Kleevariante den anderen drei Varianten überlegen sind (Abbildung 15).

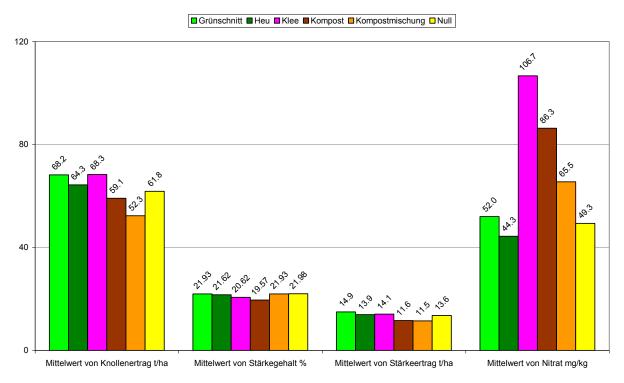


Abbildung 15: Ertrags- und Qualitätsauswertung; Standort Tautendorf

Den höchsten Knollenertrag im Mittel erreichten am Standort Tautendorf die mit Klee abgedeckten Dämme mit 68,3 t/ha. Den niedrigsten Knollenertrag ergab die Kompostmischung mit 52,3 t/ha.

Der mittlere Stärkegehalt war hingegen bei allen Abdeckvarianten ziemlich ähnlich. Den höchsten Mittelwert im Stärkegehalt wiesen die Kartoffeln der Nullvariante mit 22,0% und den niedrigsten jener der Kompostvariante mit 19,6% auf.

Der errechnete mittlere Stärkeertrag war bei der Grünschnittvariante am höchsten mit 14,9 t/ha und im Gegensatz dazu bei der Kompostmischungsvariante mit 11,5 t/ha am niedrigsten.

Den höchsten mittleren Nitratgehalt zeigten die Knollen der Dämme, die mit Klee abgedeckt waren, in einer Höhe von 107,0 mg/kg. Den niedrigsten mittleren Nitratgehalt ergab die Heuvariante mit 44,0 mg/kg.

Tierische Fraßschäden oder ein Schorfbefall konnten an keiner der Knollen in keiner Abdeckvariante festgestellt werden.

Für den **Knollenertrag** (Tabelle 16) der <u>Null-, Grünschnitt-, Heu- und Kleevariante</u> zeigt die Statistik, dass die Abdeckvariante einen signifikanten Einfluss auf den Knollenertrag hatte. Die mittleren Knollenerträge der Grünschnitt-, Heu- und Kleevariante konnte nicht voneinander, aber von der Nullvariante unterschieden werden. Zusätzlich war der Mittelwert der Heuabdeckung nicht verschieden von jener ohne Abdeckung. Die mittleren Knollenerträge der Wiederholungen konnten nicht voneinander unterschieden werden.

Tabelle 16: Mittelwerte und statistische Auswertung des Knollenertrags der Null-, Grünschnitt-, Heu- und Kleevariante; Standort Tautendorf

Knollenertrag t/ha								
Signifikanz	Variante (V)				**			
	Wiederholung	(WH)			n. s.			
	V*WH				n. s.			
Mittelwert	Variante			Wiede	rholung			
	Null	61,8	b	1	67,2	а		
				3	65,6	а		
	Grünschnitt	68,2	а	4	64,2	а		
	Heu	64,3	ab		•			
	Klee	68,3	а					

p-Werte: n.s. > 0,05; \* < 0,05; \*\* <0,01; \*\*\*<0,001

Mittelwerte mit demselben Buchstaben sind nicht signifikant verschieden.

Der **Stärkegehalt** (Tabelle 17) ergab eine signifikante Beeinflussung durch den Faktor "Abdeckvariante". Allerdings kam es zu einer Wechselwirkung. Sowohl für die Mittelwerte der Abdeckvarianten als auch für jene der Wiederholung konnte keine unterschiedliche Gruppierung getroffen werden.

Tabelle 17: Mittelwerte und statistische Auswertung des Stärkegehalts der Null-, Grünschnitt-, Heu- und Kleevariante; Standort Tautendorf

Stärkegehalt %								
Signifikanz	Variante (V)				*			
	Wiederholung (\	n. s.						
	V*WH				**			
Mittelwert	Variante			Wiederholung				
	Null	22,0	а	1	22,0	а		
				3	21,0	а		
	Grünschnitt	21,9	а	4	21,6	а		
	Heu	21,6	а					
	Klee	20,6	а					

p-Werte: n.s. > 0,05; \* < 0,05; \*\* <0,01; \*\*\*<0,001

Mittelwerte mit demselben Buchstaben sind nicht signifikant verschieden.

Der Faktor "Abdeckvariante" ergab einen signifikanten Einfluss auf den **Stärkeertrag** (Tabelle 18). Die mittleren Stärkeerträge der Grünschnitt-, Heu- und Kleeabdeckung waren nicht signifikant verschieden, jedoch von der Nullvariante. Allerdings waren die Mittelwerte der Varianten ohne Abdeckung, mit Heu- und Kleeabdeckung nicht voneinander unterscheidbar.

Tabelle 18: Mittelwerte und statistische Auswertung des Stärkeertrags der Null-, Grünschnitt-, Heu- und Kleevariante; Standort Tautendorf

,	Stärk	eertrag t/h	ıa				
Signifikanz	Variante (V)	Variante (V)					
	Wiederholung (		*.				
	V*WH	<b>9</b> , ,					
Mittelwert	Variante			Wiede	/iederholung		
	Null	13,6	b	1	14,8	а	
				3	13,8	b	
	Grünschnitt	14,9	а	4	13,8	b	
	Heu	13,9	ab				
	Klee	14,1	ab				

p-Werte: n.s. > 0.05; \* < 0.05; \*\* < 0.01; \*\*\*<0.001

Mittelwerte mit demselben Buchstaben sind nicht signifikant verschieden.

Einen signifikanten Einfluss auf den **Nitratgehalt** (Tabelle 19) ergaben die Abdeckvariante und Wiederholung.

Der mittlere Nitratgehalt in den Knollen der Kleevariante war von der Grünschnitt-Heu- und Nullvariante unterscheidbar.

Tabelle 19: Mittelwerte und statistische Auswertung des Nitratgehalts der Null-, Grünschnitt-, Heu- und Kleevariante: Standort Tautendorf

Ź	Nitratg	ehalt mg/	kg			
Signifikanz	Variante (V)				**	
	Wiederholung (\	Wiederholung (WH)				
	V*WH				n. s.	
Mittelwert	Variante			Wiederholung		
	Null	49,3	b	1	41,4	b
				3	56,0	b
	Grünschnitt	52,0	b	4	91,9	а
	Heu	44,3	b			
	Klee	106,7	а			

p-Werte: n.s. > 0,05; \* < 0,05; \*\* <0,01; \*\*\*<0,001

Mittelwerte mit demselben Buchstaben sind nicht signifikant verschieden.

Der **Schorfbefall** (Tabelle 20) wurde signifikant von der Variante und von deren Wechselwirkung beeinflusst. Die Mittelwerte der Null- und Kleevariante waren von denen der Grünschnitt- und Heuvariante verschieden.

Es kam zu keinem Auftreten von tierischen Fraßschäden (Tabelle 20).

Tabelle 20: Mittelwerte und statistische Auswertung des Schorfbefalls und der tierischen Fraßschäden der

Null-, Grünschnitt-, Heu- und Kleevariante; Standort Tautendorf

, , , , , , , , , , , , , , , , , , , ,	Scho	orfbefall				
Signifikanz	Variante (V)				***	
	Wiederholung (V	VH)			***	
	V*WH	,			***	
	T			T		
Mittelwert	Variante	1		Wiede	rholung	
İ	Null	1,0	а	1	0,5	а
				3	1,0	b
	Grünschnitt	0,7	b	4	1,0	b
	Heu	0,7	b			
	Klee					
	tierische	Fraßschä	iden			
Signifikanz	Variante (V)					
	Wiederholung (V	VH)				
	V*WH					
Mittelwert	Variante			Wiede	rholung	
	Null	0	а	1	0	а
				3	0	а
	Grünschnitt	4	0	а		
	Heu	0	а	]		
	Klee	0	а			

p-Werte: n.s. > 0,05; \* < 0,05; \*\* <0,01; \*\*\*<0,001

Mittelwerte mit demselben Buchstaben sind nicht signifikant verschieden.

Die Statistik liefert für die Auswertung der Varianten <u>Null, Kompost und Kompostmischung</u> folgendes Ergebnis.

Der **Knollenertrag** (Tabelle 21) zeigte eine signifikante Beeinflussung durch den Faktor "Variante" und durch die Wechselwirkungen zwischen Abdeckvariante und Wiederholung. Die Mittelwerte der Knollenerträge der Null- und Kompostvariante konnten voneinander nicht unterschieden werden, aber beide grenzten sich deutlich von der Variante Kompostmischung ab. Es gab keinen Unterschied zwischen den mittleren Knollenerträgen der Wiederholungen.

Tabelle 21: Mittelwerte und statistische Auswertung des Knollenertrags der Null-, Kompost- und

Kompostmischungsvariante; Standort Tautendorf

	Knolle	nertrag t/	ha			
Signifikanz	Variante (V)		**			
	Wiederholung (		n. s.			
	V*WH		*			
Mittelwert	Variante			Wiederholung		
	Null	61,8	а	1	59,6	а
				3	59,5	а
	Kompost	59,1	а	4	56,6	а
	Kompost- mischung	Kompost-				

p-Werte: n.s. > 0,05; \* < 0,05; \*\* <0,01; \*\*\*<0,001

Mittelwerte mit demselben Buchstaben sind nicht signifikant verschieden.

Der Faktor "Variante" und die Wechselwirkung von Variante mit der Wiederholung beeinflussten den Parameter **Stärkegehalt** (Tabelle 22) signifikant. Die Gruppierung des mittleren Stärkegehalts ergab, dass jener der Varianten Null und Kompostmischung nicht verschieden war, jedoch waren beide signifikant unterscheidbar von dem der Kompostvariante.

Tabelle 22: Mittelwerte und statistische Auswertung des Stärkegehalts der Null-, Kompost- und

Kompostmischungsvariante; Standort Tautendorf

	Stärk	kegehalt %	, 0			
Signifikanz	Variante (V)		**			
	Wiederholung (		n. s.			
	V*WH		**			
Mittelwert	Variante	Wiederholung				
	Null	22,0	а	1	20,3	а
				3	21,3	а
	Kompost	19,6	b	4	21,3	а
	Kompost- mischung	21,9	а			

p-Werte: n.s. > 0,05; \* < 0,05; \*\* <0,01; \*\*\*<0,001

Mittelwerte mit demselben Buchstaben sind nicht signifikant verschieden.

Im **Stärkeertrag** (Tabelle 23) kam es zu einer signifikanten Beeinflussung durch den Faktor "Variante". Der mittlere Stärkeertrag der Nullvariante ließ sich von denen der Variante Kompost und Kompostmischung unterscheiden. Die Mittelwerte der beiden letztgenannten Varianten waren nicht voneinander unterscheidbar. Die mittleren Stärkeerträge der Wiederholungen konnten nicht verschieden gruppiert werden.

Tabelle 23: Mittelwerte und statistische Auswertung des Stärkeertrags der Null-, Kompost- und Kompostmischungsvariante; Standort Tautendorf

Stärkeertrag t/ha									
Signifikanz	Variante (V)	Variante (V)							
	Wiederholung (V		n. s.						
	V*WH			n. s.					
Mittelwert	Variante			Wiederholung					
	Null	13,6	а	1	12,2	а			
					12,6	а			
	Kompost	11,6	b	4	12,1	а			
	Kompost- mischung	11,5	b						

p-Werte: n.s. > 0,05; \* < 0,05; \*\* <0,01; \*\*\*<0,001

Mittelwerte mit demselben Buchstaben sind nicht signifikant verschieden.

Der **Nitratgehalt** (Tabelle 24) wurde weder von den Faktoren "Variante" oder "Wiederholung" signifikant beeinflusst, noch gab es eine Wechselwirkung. Weder die mittleren Nitratgehalte der Wiederholungen noch die der Abdeckvarianten unterschieden sich signifikant voneinander.

Tabelle 24: Mittelwerte und statistische Auswertung des Nitratgehalts der Null-, Kompost- und Kompostmischungsvariante; Standort Tautendorf

Nitratgehalt mg/kg									
Signifikanz	Variante (V)	Variante (V)							
	Wiederholung (V		n. s.						
	V*WH		n. s.						
Mittelwert	Variante	Wiederholung							
	Null	49,3	а	1	85,8	а			
				3	46,8	а			
	Kompost	86,3	а	4	75,3	а			
	Kompost- mischung	Kompost-							

p-Werte: n.s. > 0,05; \* < 0,05; \*\* <0,01; \*\*\*<0,001

Mittelwerte mit demselben Buchstaben sind nicht signifikant verschieden.

Keinen signifikanten Einfluss durch die Faktoren "Variante" und "Wiederholung" sowie deren Wechselwirkung gab es auf den **Schorfbefall** (Tabelle 25) und die Anzahl der **tierischen Fraßschäden** (Tabelle 25). Die Mittelwerte des Schorfbefalls der Abdeckvarianten und die der Wiederholungen waren nicht signifikant verschieden.

Tabelle 25: Mittelwerte und statistische Auswertung des Schorfbefalls und der tierischen Fraßschäden der Null-, Kompost- und Kompostmischungsvariante; Standort Tautendorf

, , , , , , , , , , , , , , , , , , , ,	Scho	orfbefall					
Signifikanz	Variante (V)			n. s.			
	Wiederholung (V	Wiederholung (WH)					
	V*WH	V*WH					
Mittelwert	Variante	Variante				<u> </u>	
	Null	1,0	а	1	1,0	а	
				3	1,0	а	
	Kompost	0,8	а	4	0,8	а	
	Kompost- mischung	1,0	а				
	tierische	Fraßschä	iden				
Signifikanz	Variante (V)			n. s.			
	Wiederholung (V	VH)		n. s.			
	V*WH				n. s.		
Mittelwert	Variante			Wiede	rholung	<u> </u>	
	Null	0,0	а	1	0,2	а	
		3	0,0	а			
	Kompost 0,1 a Kompost- mischung 0,0 a				0,0	а	

p-Werte: n.s. > 0,05; \* < 0,05; \*\* <0,01; \*\*\*<0,001

Mittelwerte mit demselben Buchstaben sind nicht signifikant verschieden.

## 4.2. Versuchsstandort Moidrams "Hanglage"

### 4.2.1. Bodenphysikalische Kennzahlen

### 4.2.1.1. Dammtemperatur

Zur besseren Veranschaulichung des Temperaturverlaufs im Damm wurden die Dammtemperaturmittelwerte der Messzeitpunkte 7 Uhr, 12 Uhr und 19 Uhr herangezogen. In Abbildung 16 sind die Mittelwerte der Messzeitpunkte nach Monaten gruppiert dargestellt.

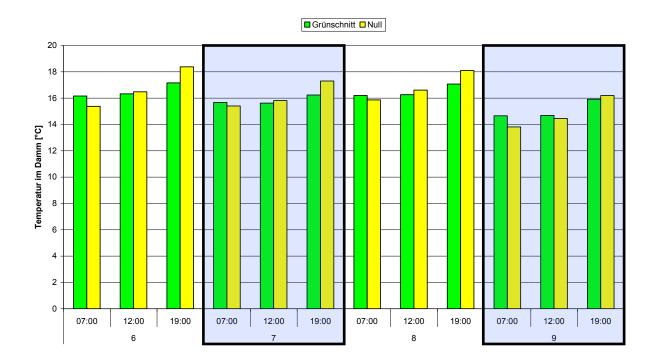


Abbildung 16: Mittlere Temperaturen im Damm nach Messzeitpunkten und Monaten gruppiert; Standort Moidrams "Hanglage"

Die mittlere Dammtemperatur der Grünschnittvariante um 7 Uhr war in jedem Monat höher als jene der Nullvariante. Bereits zu Mittag übertrafen die Mittelwerte der Dämme ohne Abdeckung jene mit einer Grünschnittabdeckung und vergrößerten diese Differenz bis zur abendlichen Messung. Bei den Messungen im Monat September war dieser Effekt nicht so deutlich erkennbar. Somit ergab die Temperatur in den Dämmen der nicht abgedeckten Varianten eine höhere Volatilität als jene unter Grünschnittabdeckung.

Die statistische Auswertung führte zum Ergebnis (Tabelle 26), dass die Dammtemperatur um 7 Uhr signifikant von der Abdeckvariante beeinflusst wurde und die Mittelwerte deutlich voneinander unterschieden waren.

Die Werte der Dammtemperaturmessung zu Mittag ergab keine Beeinflussung durch den Faktor "Variante". Die Mittelwerte der Abdeckvarianten waren voneinander nicht signifikant verschieden.

Die Dammtemperaturen am Abend erfuhren einen deutlichen Einfluss durch die Abdeckvariante. Die mittleren Temperaturen im Damm um 19 Uhr waren signifikant in unterschiedlicher Höhe.

Tabelle 26: Mittelwerte und statistische Auswertung der Dammtemperatur - Sensor der Null- und Grünschnittvariante; Standort Moidrams "Hanglage"

,		Mess	zeitpunkt 7:00				
Signifikanz		\	/ariante		*		
mittlere Temperatur im	n Damr	n – Sens	sor (°C)				
	Null 15,1				а		
	Grün	Grünschnitt 15,6			b		
		Messz	eitpunkt 12:00				
Signifikanz	Variante				n. s.		
mittlere Temperatur im Damm – Sensor (°C)							
	N	lull	15,8		а		
	Grün	schnitt	15,6		а		
		Messz	eitpunkt 19:00				
Signifikanz		١	/ariante		**		
mittlere Temperatur im	n Damr	n – Sens	sor (°C)				
	Null 17,4			а			
	Grün	schnitt	16,5		b		

p-Werte: n.s. > 0,05; \* < 0,05; \*\* <0,01; \*\*\*<0,001

Mittelwerte mit demselben Buchstaben sind nicht signifikant verschieden.

Die höchste Dammtemperatur, welche in Moidrams "Hanglage" mit einem Sensor gemessen wurde, lag bei 22,7 °C am 10. Juli 2011 um 17:00 Uhr in der Nullvariante. Mit 10,6 °C wurde am 25. September 2011 um 7:00 Uhr die niedrigste Temperatur im Damm ohne Abdeckung gemessen.

### 4.2.1.2. Dammform

Die nachfolgenden Darstellungen der Dammform der Grünschnittvariante im Vergleich zur Nullvariante wurden auf Basis der Mittelwerte der "untersten" Dammbreite, der Dammbreite bei 6 cm sowie der Dammbreite bei 10 cm gezeichnet. Zusätzlich wurde eine theoretische Dammform erstellt, die den Abmessungen des Dammformblechs der Kartoffellegemaschine entsprach.

Zuerst erfolgt der Vergleich der Dammform einer Grünschnittabdeckung (grüne Linie) mit jener einer Legemaschine (schwarze Linie) (Abbildung 17).

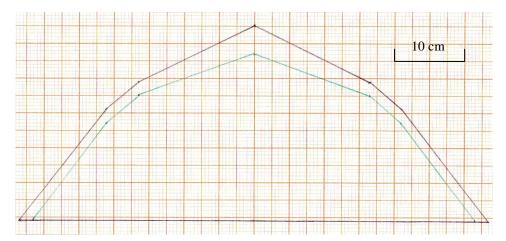


Abbildung 17: Dammform der Legemaschine (schwarze Linie) und Grünschnittvariante (grüne Linie) (GAMERITH, 2011)

Die geringen gleichmäßigen Differenzen der Oberkante und an den Flanken der Dämme lassen sich durch natürliche Setzungen des Dammes erklären. Folglich kann angenommen werden, dass unter einer Grünschnittabdeckung der Damm in seiner ursprünglichen Form erhalten blieb.

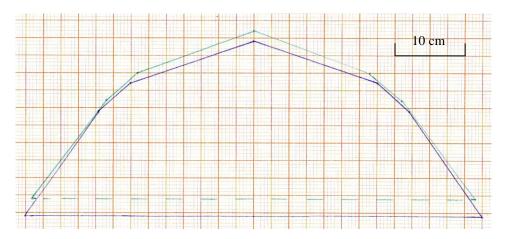


Abbildung 18: Dammform der Grünschnitt- (grüne Linie) und Nullvariante (blaue Linie) (GAMERITH, 2011)

Abbildung 18 zeigt den Vergleich der mittleren Dammform der Grünschnittvariante (grüne Linie) mit jener Dammform der Nullvariante (blaue Linie). Durch den optischen Eindruck im Bestand, dass Dämme der Nullvariante breiter und flacher wirkten und unter der Annahme, dass der Damm mit einer Grünschnittabdeckung dem Originaldamm entsprach, wurde der Damm der Nullvariante in die Umrisse eines Damms der Grünschnittvariante eingeschrieben. Der Damm ohne Abdeckung verlor

aus zweierlei Gründen an Höhe: einerseits dadurch, dass Regentropfen ungebremst auf den Damm trafen und sich dieser somit mehr setzte als ein Damm unter einer Grünschnittabdeckung. Andererseits ist die Höhenverringerung des ungeschützten Damms auf die Erdmaterialabtragung durch Verlagerung von Bodenabtrag zurückzuführen. Zusätzlich zeigten die Dämme der Nullvariante eine größere unterste Breite. Ursache dafür war, dass in den Dammtälern das abfließende Wasser diese immer tiefer in den Boden schnitt und somit den Damm bei der Vermessung der untersten Dammbreite breiter werden ließ, da hierfür immer von Dammerhebung zu Dammerhebung gemessen wurde. Diesen Vorgang, überzeichnet dargestellt, verdeutlicht Abbildung 19.

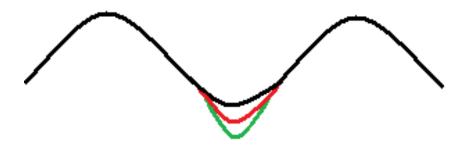


Abbildung 19: Darstellung des Einschneidens des Dammtals durch Wasser (GAMERITH, 2011)

Für die **unterste Dammbreite** (Tabelle 27) ergab das statistische Ergebnis, dass die Faktoren "Variante" und "Wiederholung" einen signifikanten Einfluss hatten. Zusätzlich war eine Wechselwirkung zwischen den beiden gegeben. Die Gruppierung der Mittelwerte ergab, dass sowohl die der Null- und Grünschnittvariante voneinander unterschiedlich waren.

Tabelle 27: Mittelwerte und statistische Auswertung der untersten Dammbreite der Null- und Grünschnittvariante; Standort Moidrams "Hanglage"

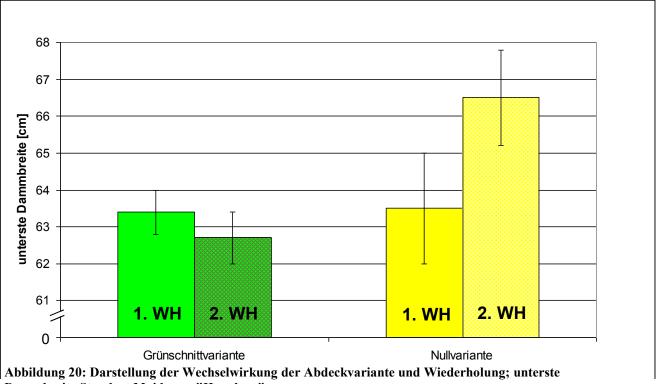
unterste Dammbreite								
Signifikanz	Variante (V)	*						
	Wiederholun	ŧ						
	V*WH			*				
Mittelwert	Variante			Wiederh	olung			
	Null	65,1	а	1	63,4	а		
	Grünschnitt	Grünschnitt 63,0			64,6	b		

p-Werte: n.s. > 0,05; \* < 0,05; \*\* <0,01; \*\*\*<0,001

Mittelwerte mit demselben Buchstaben sind nicht signifikant verschieden.

Die graphische Aufbereitung des statistischen Ergebnisses zeigte, dass sowohl in der 1. Wiederholung als auch in der 2. Wiederholung die unterste Breite der Dämme

ohne Abdeckung eine deutlich größere Streuung ergab als die der abgedeckten Variante (Abbildung 20).



Dammbreite Standort Moidrams "Hanglage"

Die **Dammhöhe** (Tabelle 28) veränderte sich signifikant durch die Abdeckvariante, die Wiederholung und das Vorhandensein der Wechselwirkung. Die Mittelwerte der Grünschnitt- und Nullvariante waren signifikant verschieden, ebenso die der 1. und 2. Wiederholung.

Tabelle 28: Mittelwerte und statistische Auswertung der Dammhöhe der Null- und Grünschnittvariante; Standort Moidrams "Hanglage"

Dammhöhe								
Signifikanz	Variante (V)	**						
	Wiederholun	*						
	V*WH			*				
Mittelwert	Variante			Wiederh	olung			
	Null	25,3	а	1	25,0	а		
	Grünschnitt				24,0	b		

p-Werte: n.s. > 0,05; \* < 0,05; \*\* <0,01; \*\*\*<0,001

Mittelwerte mit demselben Buchstaben sind nicht signifikant verschieden.

Die Darstellung der statistischen Auswertung im Diagramm ergab eine geringere Streuung der Dammhöhe unter einer Grünschnittabdeckung gegenüber der ohne Abdeckung (Abbildung 21).

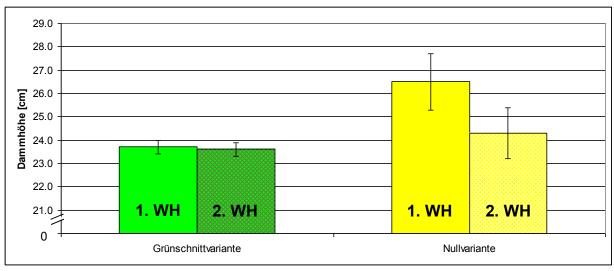


Abbildung 21: Darstellung der Wechselwirkung der Abdeckvariante und Wiederholung; Dammhöhe Standort Moidrams "Hanglage"

Die Mittelwerte der Dammhöhen ohne Abdeckung lagen höher als die Mittelwerte der Dammhöhe mit Grünschnittabdeckung, obwohl diese geschützt unter der Abdeckung noch in ihrer ursprünglichen Form erhalten sein hätten müssen. Die Erklärung für diesen Effekt liefert die Abbildung 10: Bei der Vermessung der Dammquerschnitte wurde die Dammhöhe von der untersten Dammbreite aus gemessen, welche wiederum von Dammerhebung zu Dammerhebung bestimmt wurde. Folglich waren die Täler links und rechts eines Damms ohne Grünschnittabdeckung durch Regen tiefer ausgewaschen. Dadurch vergrößerte sich auch die zu ermittelnde Dammhöhe.

Bei der **Dammbreite**, welche **6 cm** von der Dammoberkante nach unten gemessen wurde, kam es zu einer signifikanten Beeinflussung durch den Faktor "Variante" (Tabelle 29). Die Mittelwerte der Null- und Grünschnittvariante ließen sich signifikant unterscheiden, im Gegensatz zu denen der 1. und 2. Wiederholung.

Tabelle 29: Mittelwerte und statistische Auswertung der Dammbreite bei 6 cm der Null- und Grünschnittvariante; Standort Moidrams "Hanglage"

Dammbreite bei 6 cm								
Signifikanz	Variante (V)			*				
	Wiederholung (WH)			า. ร.				
	V*WH			า. ร.				
Mittelwert	Variante			Wiederh	olung			
	Null	34,6	а	1	33,3	а		
	Grünschnitt	32,5	b	2	33,8	а		

p-Werte: n.s. > 0,05; \* < 0,05; \*\* <0,01; \*\*\*<0,001

Mittelwerte mit demselben Buchstaben sind nicht signifikant verschieden.

Die Abdeckvariante beeinflusste signifikant die **Dammbreite**, welche **10 cm** von der Dammoberkante nach unten gemessen wurde (Tabelle 30). Die Wiederholung ergab keinen Einfluss auf die Breite des Damms, jedoch gab es eine Wechselwirkung von Abdeckvariante und Wiederholung. Die Mittelwerte der Grünschnitt- und Nullvariante zeigten einen signifikanten Unterschied auf, jene der Wiederholungen aber nicht.

Tabelle 30: Mittelwerte und statistische Auswertung der Dammbreite bei 10 cm der Null- und Grünschnittvariante: Standort Moidrams "Hanglage"

or unsermite variance, Standor t word and Minage										
Dammbreite bei 10 cm										
Signifikanz	Variante (V)			*						
	Wiederholun	g (WH)		n. s.						
	V*WH			*						
	•									
Mittelwert	Variante			Wiederh	olung					
	Null	43,1	а	1	42,0	а				
	Grünschnitt 41,4			2	42,4	а				

p-Werte: n.s. > 0,05; \* < 0,05; \*\* <0,01; \*\*\*<0,001

Mittelwerte mit demselben Buchstaben sind nicht signifikant verschieden.

Die Mittelwerte der Dammbreite bei 6 cm als auch jene bei 10 cm zeigten, dass die Dämme der Nullvariante bei dem jeweiligen Messpunkt um ca. 2 cm breiter waren als jene unter einer Grünschnittabdeckung, obwohl alle Messungen der Dammbreite von der Dammkrone aus erfolgten. Somit wurde der optische Eindruck bei den Bestandskontrollen bestätigt, dass die nicht abgedeckten Dämme breiter wirkten als die abgedeckten.

### 4.2.1.3. Furcheneintiefung

Die Zusammenfassung der statistischen Auswertung zeigt Tabelle 31. Die Werte der Dammtaltiefe 1 und 3 verhielten sich deutlich verschieden von denen des Dammtals 2. Eine mögliche Erklärung für diesen Effekt ist, dass in T1 und T3 eine höhere erodierende Wirkung stattfand, da diese Täler von den Reifen des Traktors während der Kartoffelpflanzung befahren wurden.

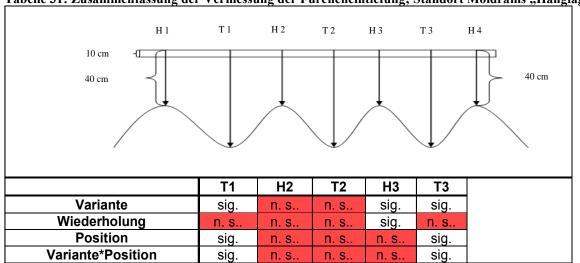


Tabelle 31: Zusammenfassung der Vermessung der Furcheneintiefung; Standort Moidrams "Hanglage"

sig.=signifikant; n.s.=nicht signifikant

In Tabelle 32 sind die Messergebnisse der Ermittlung der Furcheneintiefung zusammengefasst. Werden die Zahlen der Grünschnitt- und Nullvariante verglichen, ist zu erkennen, dass es bei den Messwerten der einzelnen Dammformpunkte bei den Dämmen mit einer Grünschnittabdeckung zu keinen großen Schwankungen kam. Hingegen zeigten die Dämme ohne Abdeckung eine weit größere Streuung.

Tabelle 32: Daten der Furcheneintiefung; Standort Moidrams "Hanglage"

Variante	Wiederholung	Position	T1	H2	T2	Н3	Т3
Null	1	1	59,0	40,0	59,5	41,0	58,6
Null	1	2	63,5	38,0	63,0	39,0	62,5
Null	1	3	63,1	37,5	61,6	38,1	62,2
Null	1	4	66,4	40,0	65,0	39,6	64,4
Null	1	5	66,7	39,5	64,8	41,0	66,5
Null	2	1	61,9	40,0	58,3	41,7	60,5
Null	2	2	62,6	40,4	60,0	42,3	60,4
Null	2	3	61,9	39,5	60,5	40,0	62,2
Null	2	4	64,1	39,0	59,8	39,5	61,6
Null	2	5	68,7	42,5	66,2	42,0	67,0
Grünschnitt	1	1	60,0	40,0	59,9	38,9	60,9
Grünschnitt	1	2	60,2	40,3	60,3	37,0	60,5
Grünschnitt	1	3	60,4	40,3	60,3	38,0	59,7
Grünschnitt	1	4	60,5	39,8	60,5	39,0	60,1
Grünschnitt	1	5	61,5	39,5	60,4	38,2	60,5
Grünschnitt	2	1	61,1	38,6	61,2	39,4	60,5
Grünschnitt	2	2	60,8	39,7	60,5	39,0	62,4
Grünschnitt	2	3	60,8	39,8	61,2	39,6	61,9
Grünschnitt	2	4	59,9	39,5	59,9	39,5	61,0
Grünschnitt	2	5	60,3	38,7	61,2	39,8	61,6

Für die statistische Auswertung wurde auch der Parameter Position mit aufgenommen. Die Position 1 steht für die Messung, welche oben am Hanganfang

durchgeführt wurde. Die Zahl 5 bezeichnet die Furcheneintiefungsvermessung am Ende des Hangs.

Die Messwerte für das **Dammtal 1** (Tabelle 33) waren signifikant beeinflusst von den Faktoren "Variante", "Position" sowie deren Wechselwirkung. Die Mittelwerte der Abdeckvarianten hatten unterschiedliche Niveaus, die der Wiederholung jedoch nicht. Die Mittelwerte der Positionen 5 und 4 waren von den anderen Positionen signifikant verschieden. Zusätzlich waren die Mittelwerte der Positionen 1, 2, 3 und 4 von jenem der Position 5 unterscheidbar.

Tabelle 33: Mittelwerte und statistische Auswertung des Dammtals 1 der Null- und Grünschnittvariante; Standort Moidrams "Hanglage"

		Dan	nmtal	1					•
Signifikanz	Variante (V) ***								
	Wiederholung	n. s.							
	Position (P)		*						
	V*P								
Mittelwerte	Variante			Wie	derholun	g	Pos	ition	
Mittelwerte	Variante Null	63,8	а	Wied	derholun 62,1	g a	Pos	<b>ition</b> 60,5	b
Mittelwerte		63,8	а	<b>Wied</b> 1 2		T	<b>Pos</b> 1 2		b b
Mittelwerte		63,8	a	1	62,1	а	1	60,5	
Mittelwerte	Null			1	62,1	а	1	60,5 61,8	b

p-Werte: n.s. > 0,05; \* < 0,05; \*\* <0,01; \*\*\*<0,001

Mittelwerte mit demselben Buchstaben sind nicht signifikant verschieden.

Wie Abbildung 22 zeigt, ergab die Position der Messung bei der Nullvariante einen größeren Einfluss als bei der Grünschnittvariante. Die Zunahme der Dammtaltiefe zur Position 5 hin lässt sich darauf zurückführen, dass durch den langen Weg des Wassers zum Hangende hin dieses eine höhere Geschwindigkeit hatte und folglich das Tal stärker ausschwemmte.

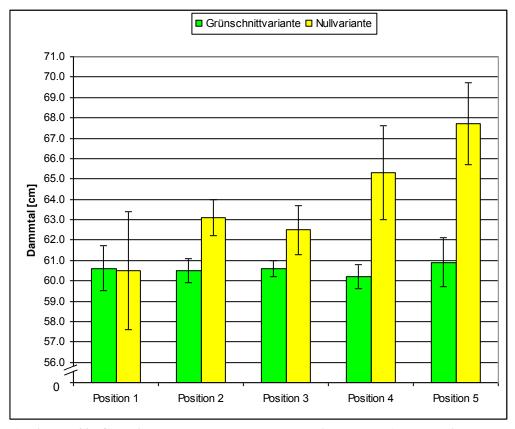


Abbildung 22: Graphische Darstellung der Wechselwirkung der Abdeckvariante und Position; Dammtal 1 Standort Moidrams "Hanglage"

Die **Dammhöhe 2** (Tabelle 34) erfuhr keinen signifikanten Einfluss durch die Faktoren "Variante", "Wiederholung" noch durch die Position. Ebenso gab es keine Wechselwirkung zwischen Abdeckvariante und Position. Die Mittelwerte der einzelnen Faktoren waren nicht voneinander unterscheidbar.

Tabelle 34: Mittelwerte und statistische Auswertung der Dammhöhe 2 der Null- und Grünschnittvariante; Standort Moidrams "Hanglage"

		Damr	nhöhe	2					
Signifikanz	Variante (V)		n. s.						
	Wiederholung		n. s.						
	Position (P)	n. s.							
	V*P		n. s.						
		<u> </u>	·						
	Variante								
Mittelwerte	Variante			Wie	derholu	ng	Pos	ition	
Mittelwerte	<b>Variante</b> Null	39,6	а	Wie 1	derholu 39,5	<b>ng</b>	Pos 1	<b>39</b> ,7	а
Mittelwerte		39,6	а	<b>Wie</b> 1 2			Pos 1 2		a
Mittelwerte		39,6	a	1	39,5	а	1	39,7	
Mittelwerte	Null	,		1	39,5	а	1 2	39,7 39,6	а

p-Werte: n.s. > 0,05; \* < 0,05; \*\* <0,01; \*\*\*<0,001

Mittelwerte mit demselben Buchstaben sind nicht signifikant verschieden.

Die graphische Ausarbeitung der statistischen Auswertung (Abbildung 23) zeigte jedoch, dass die Werte der Nullvariante deutlich mehr streuten als die Werte der Grünschnittvariante.

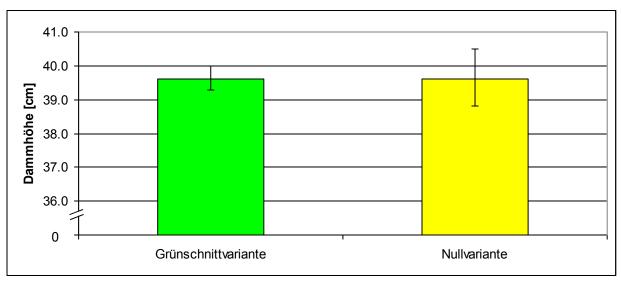


Abbildung 23: Graphische Darstellung des Faktors "Variante"; Dammhöhe 2 Standort Moidrams "Hanglage"

Das **Dammtal 2** (Tabelle 35) wurde nicht signifikant von den Faktoren "Variante", "Wiederholung" und "Position" beeinflusst. Es gab keine Wechselwirkung zwischen Variante der Abdeckung und Position. Weiters kam es zu keiner Unterscheidung zwischen den Mittelwerten der Abdeckvarianten, jenen der Wiederholungen und jenen der Positionen.

Tabelle 35: Mittelwerte und statistische Auswertung des Dammtals 2 der Null- und Grünschnittvariante; Standort Moidrams "Hanglage"

		Dam	mtal :	2					
Signifikanz	Variante (V)		n. s.						
-	Wiederholung		n. s.						
	Position (P)		n. s. n. s.						
	V*P								
	•								
Mittelwerte	Variante			Wie	derholuı	ng	Pos	ition	
Mittelwerte	Variante Null	61,9	а	Wie 1	derholui 61,5	n <b>g</b>	Pos 1	<b>59</b> ,7	а
Mittelwerte		61,9	а	<b>Wie</b> 1 2		T	<b>Pos</b> 1 2		a
Mittelwerte		61,9	a	1	61,5	а	1	59,7	
Mittelwerte	Null		-	1	61,5	а	1 2	59,7 61,0	а

p-Werte: n.s. > 0.05; \* < 0.05; \*\* < 0.01; \*\*\* < 0.001

Mittelwerte mit demselben Buchstaben sind nicht signifikant verschieden.

Die graphische Darstellung der Statistik zeigt (Abbildung 24), dass die Messwerte der Grünschnittvariante gegenüber denen der Nullvariante nicht so weit streuten und folglich eine größere Erosion ergaben.

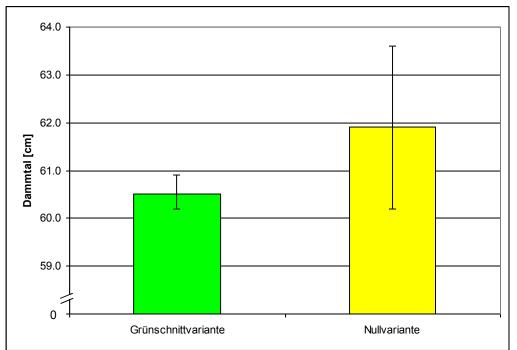


Abbildung 24: Graphische Darstellung des Faktors "Variante"; Dammtal 2 Standort Moidrams "Hanglage"

Die **Dammhöhe 3** (Tabelle 36) wurde signifikant von der Abdeckvariante und der Wiederholung beeinflusst. Hingegen hatte die Position keinen Einfluss und es gab keine Wechselwirkung zwischen Variante und Position. Die Mittelwerte der Abdeckvarianten und der Wiederholungen ließen sich deutlich voneinander unterscheiden. Im Gegensatz dazu konnte für die mittleren Werte der einzelnen Positionen keine Gruppierung getroffen werden.

Tabelle 36: Mittelwerte und statistische Auswertung der Dammhöhe 3 der Null- und Grünschnittvariante; Standort Moidrams "Hanglage"

Dammhöhe 3										
Signifikanz	Variante (V)		***							
	Wiederholung		**							
	Position (P)		n. s.							
	V*P		n. s.							
Mittelwerte	Variante			Wie	derholuı	ng	Pos	ition		
Mittelwerte	<b>Variante</b> Null	40,4	а	Wie 1	derholui 39,0	n <b>g</b>	Pos 1	<b>ition</b> 40,3	а	
Mittelwerte		40,4	а	<b>Wie</b> 1 2		_	<b>Pos</b> 1 2	1	a	
Mittelwerte		38,8	a	1	39,0	а	1	40,3		
Mittelwerte	Null	,		1	39,0	а	1 2	40,3 39,3	а	

p-Werte: n.s. > 0,05; \* < 0,05; \*\* <0,01; \*\*\*<0,001

Mittelwerte mit demselben Buchstaben sind nicht signifikant verschieden.

Die Faktoren "Variante" und "Position" übten einen signifikanten Einfluss auf den Parameter **Dammtal 3** (Tabelle 37) aus. Zusätzlich war eine Wechselwirkung zwischen diesen gegeben. Durch die Wiederholung wurden die Werte für das Dammtal 3 nicht beeinflusst. Die Mittelwerte der Grünschnitt und Nullvariante konnten deutlich voneinander unterschieden werden. Die der Wiederholung waren nicht signifikant unterscheidbar. Die Mittelwerte der Positionen 2, 3, 4 und 5 waren untereinander nicht verschieden. Weiters gab es keinen Unterschied zwischen den Mittelwerten der Positionen 1, 2, 3 und 4.

Tabelle 37: Mittelwerte und statistische Auswertung des Dammtals 3 der Null- und Grünschnittvariante; Standort Moidrams "Hanglage"

Dammtal 3									
Signifikanz	Variante (V)		*						
	Wiederholung		n. s.						
	Position (P)		*						
	V*P		*						
Mittelwerte	Variante			Wie	derholur	ng	Pos	sition	
Mittelwerte	Variante Null	62,6	а	Wie	derholur 61,6	n <b>g</b>	Pos	63,9	b
Mittelwerte		62,6	а	<b>Wie</b> 1 2			<b>Pos</b> 1 2		b ab
Mittelwerte		62,6	a	1	61,6	а	1	63,9	
Mittelwerte	Null			1	61,6	а	1 2	63,9 61,8	ab

p-Werte: n.s. > 0,05; \* < 0,05; \*\* <0,01; \*\*\*<0,001

Mittelwerte mit demselben Buchstaben sind nicht signifikant verschieden.

### 4.2.1.4. Kontrollstäbe

Die Auswertung der Messwerte der Kontrollstäbe führte zu eindeutigen Ergebnissen, wie sie Tabelle 38 zeigt. In den Tälern der Dämme, welche mit Grünschnitt abgedeckt wurden, gab es keinerlei Bodenbewegung (d.h. keine Niveauänderung am Kontrollstab). Im Gegensatz hierzu ergab das Bodenniveau des Dammtals der Nullvariante nahezu immer Werte in unterschiedlicher Höhe.

Tabelle 38: Auswertung der relativen Werte der Kontrollstäbe nach Regenereignissen (RE); Standort

Moidrams "Hanglage"

rams "Hang Variante	WH	RE	Kontroll- stabnr.	relative Werte	Variante	WH	RE	Kontroll- stabnr.	relative Werte
Null	1	1		0	Grünschnitt	1	1		0
Null	1	2	1	0	Grünschnitt	1	2	1	0
Null	1	3		1,5	Grünschnitt	1	3		0
Null	1	1		0	Grünschnitt	1	1		0
Null	1	2	2	0,6	Grünschnitt	1	2	2	0
Null	1	3		1,1	Grünschnitt	1	3		0
Null	1	1		0	Grünschnitt	1	1		0
Null	1	2	3	0	Grünschnitt	1	2	3	0
Null	1	3		0	Grünschnitt	1	3		0
Null	1	1		0	Grünschnitt	1	1		0
Null	1	2	4	-0,3	Grünschnitt	1	2	4	0
Null	1	3		-0,8	Grünschnitt	1	3		0
Null	1	1		0	Grünschnitt	1	1		0
Null	1	2	5	-1,6	Grünschnitt	1	2	5	0
Null	1	3		-2,4	Grünschnitt	1	3		0
Null	1	1		0	Grünschnitt	1	1		0
Null	1	2	6	-0,6	Grünschnitt	1	2	6	0
Null	1	3		-1,3	Grünschnitt	1	3		0
Null	1	1		0	Grünschnitt	1	1		0
Null	1	2	7	1,0	Grünschnitt	1	2	7	0
Null	1	3		1,2	Grünschnitt	1	3		0
Null	2	1		0	Grünschnitt	2	1		0
Null	2	2	1	-0,8	Grünschnitt	2	2	1	0
Null	2	3		0,7	Grünschnitt	2	3		0
Null	2	1		0	Grünschnitt	2	1		0
Null	2	2	2	0,6	Grünschnitt	2	2	2	0
Null	2	3		1,0	Grünschnitt	2	3		0
Null	2	1		0	Grünschnitt	2	1		0
Null	2	2	3	1,2	Grünschnitt	2	2	3	0
Null	2	3		1,2	Grünschnitt	2	3		0
Null	2	1		0	Grünschnitt	2	1		0
Null	2	2	4	1,3	Grünschnitt	2	2	4	0
Null	2	3		2,5	Grünschnitt	2	3		0
Null	2	1		0	Grünschnitt	2	1		0
Null	2	2	5	1,9	Grünschnitt	2	2	5	0
Null	2	3		0,4	Grünschnitt	2	3		0
Null	2	1		0	Grünschnitt	2	1		0
Null	2	2	6	3,0	Grünschnitt	2	2	6	0
Null	2	3		1,7	Grünschnitt	2	3		0
Null	2	1		0	Grünschnitt	2	1		0
Null	2	2	7	0,3	Grünschnitt	2	2	7	0
Null	2	3	•	0,8	Grünschnitt	2	3	,	0

Aus der oben stehenden Tabelle ist ersichtlich, dass es nicht nur zu einem Abtrag des Bodens in den Dammtälern der Nullvariante kam: bei Regenereignissen sammelte sich organisches Material an den Kontrollstäben oder an Steinen im

Dammtal. Infolge eines aufstauenden Effekts kam es zu einer Ablagerung des abgeschwemmten Bodenmaterials, somit war auf einigen Kontrollstäben ein Anstieg des Bodenniveaus zu verzeichnen.



Abbildung 25: Kontrollstab in der Grünschnitt- und Nullvariante nach dem Regenereignis vom 08. Juni 2011; Standort Moidrams "Hanglage" (GAMERITH, 2011)

Die Bilddokumentation (Abbildung 25) unterstützt das Ergebnis, dass es mit einer Grünschnittabdeckung im Ausmaß von 50 t/ha am Standort Moidrams "Hanglage" zu keiner Erdbewegung kam, im Gegensatz zur Nullvariante.

Abbildung 26 zeigt links einen mit Grünschnitt abgedeckten Damm am Auslauf des Hangs nach dem Starkregenereignis vom 8. Juni 2011. Rechts in der Nullvariante ist eine Bodenverlagerung nach dem zuvor erwähnten Starkregenereignis zu erkennen.



Abbildung 26: Links: Dammtal einer Grünschnittvariante. Rechts: Dammtal einer Nullvariante; Standort Moidrams "Hanglage" (GAMERITH, 2011)

### 4.2.2. Pflanzenbauliche Kennzahlen

## 4.2.2.1. Unkrautbesatz sowie Schädlings- und Krankheitsbefall im Pflanzenbestand

Es wurde keine Differenz zwischen den Abdeckvarianten im Bezug auf das Auftreten von Unkräutern, Befall durch Insekten und Blattkrankheiten festgestellt.

### 4.2.2.2. Erntebeeinträchtigung

Bei der Versuchsernte konnte sowohl bei der Null- als auch bei der Grünschnittvariante kein Schrollenaufkommen festgestellt werden. Weiters gab es bei beiden Varianten keinen Vorfall, bei dem sich die Knollen nicht optimal von der Pflanze lösten. Das im Frühjahr ausgebrachte Grünschnittmaterial ergab beim Erntevorgang keine Behinderung. Die Mittelwerte der Parameter "Erntebeeinträchtigung" sind in Tabelle 39 zusammengefasst.

Tabelle 39: Mittelwerte der Parameter Erntebeeinträchtigung; Standort Moidrams "Hanglage"

	Lösen der Knolle	Abdeckmaterial	Schrollen
Null	0	0	0
Grünschnitt	0	0	0

### 4.2.2.3. Ertrag- und Qualität der geernteten Kartoffeln

Die Mittelwerte der Ertrags- und Qualitätskriterien vorbehaltlich der statistischen Auswertung sind in Abbildung 27 graphisch angeführt.

Der mittlere Knollenertrag der Grünschnittvariante am Standort Moidrams "Hanglage" lag bei 58,9 t/ha, der der Nullvariante bei 47,2 t/ha. Das ergab einen Mehrertrag der Grünschnittvariante von ca. 25,0%. Es muss darauf verwiesen werden, dass der Knollenertrag auf Basis der Reihenerträge hochgerechnet wurde. Da es in der Praxis bei der Variante Grünschnitt durch die Ausbringung mittels Kompoststreuer zu Dammschädigungen und in Folge zu fehlenden Kartoffelstauden durch die Anlage von Ausbringungsgassen kam, muss mit einem geringeren Niveau des Mehrertrags gerechnet werden.

Die Mittelwerte der Stärkegehalte der Kartoffeln mit Grünschnittabdeckung sowie diejenigen der Kartoffeln ohne Abdeckung lagen mit 20,8% und 21,3% nahe beieinander. Der mittlere Stärkeertrag war bei der Grünschnittvariante mit 12,2 t/ha höher als bei der Nullvariante mit 10,1 t/ha. Sowohl die Knollen der Dämme, welche mit Grünschnitt abgedeckt waren, als auch jene mit keiner Abdeckung ergaben mit ca. 7,8% einen gleich hohen mittleren Prozentsatz an tierischen Fraßschäden. Ebenso war der Schorfbefall bei beiden Abdeckvarianten mit dem Boniturwert von 0,7 gleich hoch.

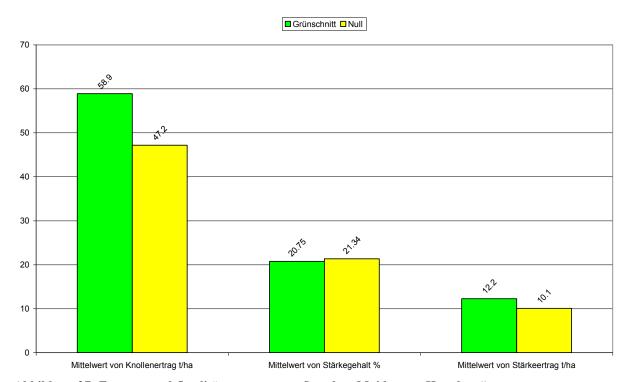


Abbildung 27: Ertrags- und Qualitätsauswertung; Standort Moidrams "Hanglage"

In die statistische Auswertung wurden die Faktoren "Anbaureihe" und "Fahrgasse" mit aufgenommen. Die Kartoffelpflanzung begann talwärts am Standort Moidrams "Hanglage" direkt neben dem Wegrand. Mit einer Legemaschinenbreite wurden

jeweils vier Dämme gezogen. Wird die Legemaschine von hinten betrachtet, erfolgt die Bezeichnung des linken äußeren Dammformblechs mit der Nummer 1 und das des rechten äußeren Dammformblechs mit der Ziffer 4. Weiters wurde das Kartoffellegen durch laufendes Nebeneinanderfahren der Legemaschine durchgeführt. Folglich lagen immer zwei Dämme des Formblechs 1 und zwei Dammreihen des Formblechs 4 nebeneinander. Eine mögliche Erklärung des geringeren Ertrags der benachbarten Dämme am Legemaschinenstoß lässt sich darauf zurückführen, dass der Traktor eine Doppelbereifung hatte und so der letzte Damm der vorherigen Legemaschinenbreite beim Ziehen der nachfolgenden Dämme wieder eine Beeinflussung durch den Reifen erfuhr (Abbildung 28).

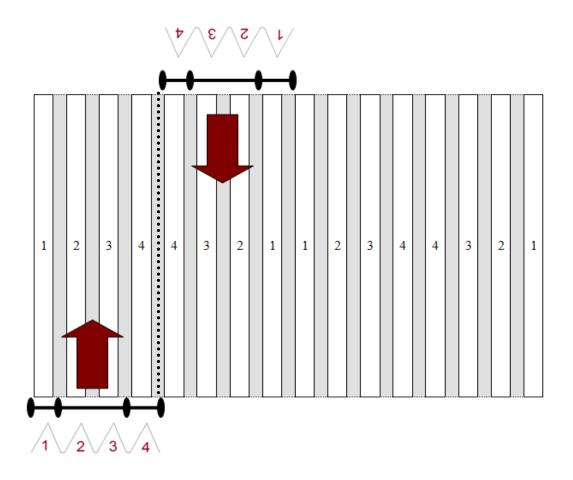


Abbildung 28: Schematische Darstellung des Anbauvorgangs; Standort Moidrams "Hanglage" (GAMERITH, 2011)

Bei dem Faktor "Gasse" wurden zwischen einer normalen Gasse (NG), einer Pflegegasse (PG) und einer Fahrgasse (FG) unterschieden. Als normale Gasse wird ein Damm bezeichnet, der keine Beeinflussung durch einen Pflegevorgang erfahren hat. Die Bezeichnung Pflegegasse wird bei jenen Dämmen ohne Abdeckung verwendet, die sich während der Ausbringung des Pflanzenschutzmittels unter und

neben dem Traktor befanden. Als Fahrgasse werden jene Dämme der Grünschnittvariante benannt, die bei der Ausbringung unter und neben dem Kompoststreuer lagen.

Die statistische Auswertung für den Parameter **Knollenertrag** (Tabelle 40) ergab, dass der Faktor "Variante" diesen beeinflusste. Die Mittelwerte der Grünschnitt- und Nullvariante waren voneinander unterscheidbar, im Gegensatz zu denen der 1. und 2. Wiederholung. Die Mittelwerte der Anbaureihe 1, 2 und 3 ließen sich von der 4. Anbaureihe unterscheiden und gleichzeitig waren die von 1 und 4 von den anderen beiden signifikant verschieden. Die mittleren Werte der Pflegegasse unterschieden sich deutlich von einer Fahrgasse.

Tabelle 40: Mittelwerte und statistische Auswertung des Knollenertrags der Null- und Grünschnittvariante: Standart Moidrams, Hanglage"

Grunsennitty	ai iai	ite, Stando	i t Midiu	ams	//	0 0						
					Kr	nollene	rtrag	t/ha				
Signifikanz	` /				***							
	Wiederholung (WH)					n. s	<b>3</b> .					
		Anbaureil	ne (AR)				n. s	<b>3</b> .				
		Fahrgass	e (G)				n. s	<b>3</b> .				
V*WH					n. s	<b>3</b> .						
Mittelwert		Varia	nte			WH			AR		G	
	Νu	ıll	47,2	а	1	53,4	а	1	52,3	ab	Null - NG	47,4
								2	54,6	а	Null - PG	46,4
	Gr	ünschnitt	58,9	b	2	51,8	а	3	54,9	а	Grünschnitt - NG	56,9
								4	48,2	b	Grünschnitt - FG	63,9

p-Werte: n.s. > 0,05; \* < 0,05; \*\* <0,01; \*\*\*<0,001

Mittelwerte mit demselben Buchstaben sind nicht signifikant verschieden.

Auf den **Stärkegehalt** (Tabelle 41) hatten sowohl die Wiederholung als auch der Faktor "Fahrgasse" einen signifikanten Einfluss. Eine Wechselwirkung von Abdeckvariante und Wiederholung war gegeben. Die Mittelwerte des Stärkegehalts der Knollen mit Grünschnittabdeckung und ohne Abdeckung waren ebenso unterschiedlich wie die der 1. und 2. Wiederholung. Die Mittelwerte der jeweiligen Anbaureihe ergaben keinen Unterschied.

Tabelle 41: Mittelwerte und statistische Auswertung des Stärkegehalts der Null- und Grünschnittvariante: Standort Moidrams "Hanglage"

Grunschilltty	ai iai	ite, Stando	i t Mioiu	ı ams	9911	angrage						
					,	Stärkeg	jehal	t %				
Signifikanz		Variante	(V)				n	S				
	Wiederholung (WH)					*						
	Anbaureihe (AR)					n. s	<b>.</b>					
	Fahrgasse (G)						*					
	V*WH					**						
Mittelwert		Varia	nte			WH			AR		G	
	Νu	ıll	21,3	а	1	20,7	а	1	21,1	а	Null - NG	21,6
		•	•					2	21,4	а	Null - PG	20,6
	Grünschnitt 20,7 b				2	21,4	b	3	21,1	а	Grünschnitt - NG	20,9
								4	20,5	а	Grünschnitt - FG	20,4

p-Werte: n.s. > 0,05; \* < 0,05; \*\* <0,01; \*\*\*<0,001

Mittelwerte mit demselben Buchstaben sind nicht signifikant verschieden.

Der Faktor "Variante" beeinflusste signifikant den **Stärkeertrag** (Tabelle 42). Die mittleren Stärkeerträge der Grünschnittabdeckung und Nullvariante waren voneinander signifikant unterscheidbar, im Gegensatz zu denen der Wiederholungen und Anbaureihen.

Tabelle 42: Mittelwerte und statistische Auswertung des Stärkeertrags der Null- und Grünschnittvariante: Standort Moidrams "Hanglage"

					S	tärkeer	trag	t/ha				
Signifikanz	ignifikanz Variante (V)						**					
	Wiederholung (WH)					n. s	6.					
	Anbaureihe (AR)					n. s	S.					
	Fahrgasse (G)					n. s	3.					
V*WH				n. s.								
Mittelwert		Varia	nte			WH			AR		G	
	Nu	ıll	10,1	а	1	11,1	а	1	11,0	а	Null - NG	1,6
								2	11,7	а	Null - PG	0,7
Grünschnitt 12,3 b			2	11,1	а	3	11,6	а	Grünschnitt - NG	1,8		
	Grandonnic 12,0 b							4	9,9	а	Grünschnitt - FG	2,8

p-Werte: n.s. > 0,05; \* < 0,05; \*\* <0,01; \*\*\*<0,001

Mittelwerte mit demselben Buchstaben sind nicht signifikant verschieden.

des prozentuellen Anteils an tierischen Keine signifikante Beeinflussung Fraßschäden (Tabelle durch 43) war die Faktoren "Abdeckvariante", "Wiederholung", "Anbaureihe" und "Gasse" gegeben. Die Mittelwerte innerhalb jeder Faktorgruppe signifikant verschieden. waren nicht Die Auswertung des Schorfbefalls verhielt sich gleich den tierischen Fraßschäden (Tabelle 43).

Tabelle 43: Mittelwerte und statistische Auswertung des Schorfbefalls und der tierischen Fraßschäden der Null- und Grünschnittvariante: Standort Moidrams "Hanglage"

Null- und Gri	unschnittvari	ante; Stan	aort	WIOI	orams , Schor	/	0 0					
Signifikanz	Varian	e (V)				n. s						
		holung (V	VH)		n. s.							
		eihe (AR				n. s	3.					
		sse (G)			n. s.							
	V*WH	, ,				n. s	S.					
	•									T		
Mittelwert	Va	riante			WH			AR		G	_	
	Null	0,8	а	1	0,9	а	1	0,6	а	Null - NG	0,7	
							2	0,8	а	Null - PG	1,0	
	Grünschnit	t 0,7	а	2	0,6	а	3	0,8	а	Grünschnitt - NG	0,7	
	_						4	0,7	а	Grünschnitt - FG	0,6	
			1	ieri	sche F	raßs	chäd	en				
Signifikanz	Varian	e (V)				n. s	S.					
	Wiede	holung (V	VH)			n. s	S.					
		eihe (AR)				n. s	S.					
	Fahrga	sse (G)				n. s	3.					
	V*WH	` '				n. s	S.					
Mittelwert	Va	riante			WH			AR		G		
	Null	7,7	а	1	8,9	а	1	9,3	а	Null - NG	8,0	
		•			•	•	2	6,7	а	Null - PG	7,0	
	Grünschnit	t 7,9	а	2	6,7	а	3	8,0	а	Grünschnitt - NG	9,0	
	-	•		-	•		4	7.5	а	Grünschnitt - FG	5.2	

p-Werte: n.s. > 0,05; \* < 0,05; \*\* <0,01; \*\*\*<0,001

Mittelwerte mit demselben Buchstaben sind nicht signifikant verschieden.

Wie Abbildung 29 zeigt, gab es Unterschiede im Knollenertrag zwischen Dämmen neben einer Pflegegasse in der Nullvariante und Dämmen neben den Fahrgassen in der Grünschnittvariante. Eine mögliche Erklärung ist, dass die Pflanzen auf jenen Dämmen, die neben einer Fahrgasse zur Abdeckausbringung mittels Kompoststreuers lagen, durch die fehlenden Dämme mehr Standraum hatten, folglich ein stärkeres Wuchsverhalten aufwiesen und dadurch einen höheren Knollenertrag erzielten. Hingegen wurden die Kartoffelpflanzen jener Dämme neben einer Pflegegasse bei jeder Spritzmittelapplikation durch den Traktor leicht beschädigt und wiesen somit einen geringeren Knollenertrag auf.

Im Bezug auf den Stärkegehalt gab es keinen Unterschied zwischen Pflegegasse und Fahrgasse.

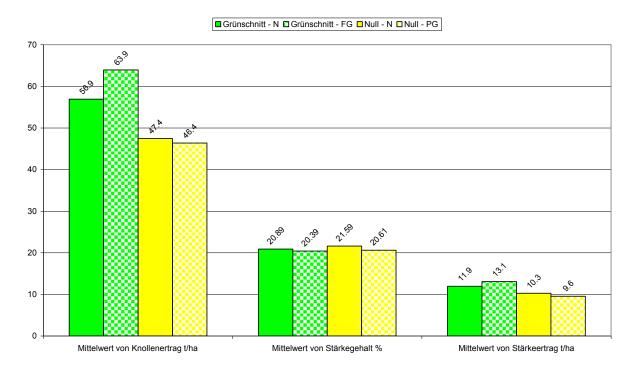


Abbildung 29: Mittelwerte des Knollenertrags, Stärkegehalts und Stärkeertrags nach Fahrgassen aufgeteilt; Standort Moidrams "Hanglage"

# 4.3. Versuchsstandort Moidrams "Biofläche"

### 4.3.1. Pflanzenbauliche Kennzahlen

# 4.3.1.1. Unkrautbesatz sowie Schädlings- und Krankheitsbefall im Pflanzenbestand

Die Beurteilung des Unkrautdrucks während des Vegetationszeitraums am Standort "Biofläche" ergab, dass eine Dammabdeckung den Grad der Moidrams Verunkrautung deutlich reduzierte. An den Versuchsparzellen war ein deutlicher Unterschied zu erkennen, wie oft der Damm vor der Grünschnittausbringung gestriegelt wurde. Bei abgedeckten Dämmen mit zuvor zweimaligem Striegeln konnte bei Kontrollgängen beobachtet werden, dass vereinzelt Ackerhohlzahn (Galeopsis tetrahit) durch die Grünschnittabdeckung durchkam. Im Gegensatz dazu trat dieser in den einmalig gestriegelten, abgedeckten Varianten häufiger auf und ebenso gelang es einigen Gräsern, die Abdeckung zu durchwachsen. Obwohl die abgedeckten aufgrund Bearbeitungshäufigkeit Varianten ihrer unterschiedlichen Unkrautdruck aufwiesen, kam es zu einer deutlichen Abgrenzung zwischen den beiden Bearbeitungsvarianten der Nullvarianten (Abbildung 30).



Abbildung 30: Grenze zwischen nicht abgedecktem und mit Grünschnitt abgedecktem Damm in der zweimaligen Striegelvariante; Standort Moidrams "Biofläche" (GAMERITH, 2011)

In der Nullvariante (ohne Abdeckung), bei der nur ein Striegeldurchgang erfolgte, war das Unkrautvorkommen hoch. Zum Zeitpunkt der Ernte überwucherte das Unkraut die Kartoffelpflanzen. Das zweimalige Striegeln zeigte Wirkung, es führte zur Verminderung des Unkrautbestands auf den unbedeckten Dämmen, der aber dennoch in einem hohen Ausmaß vorhanden war.

Nach dem Wegfall der Deckung durch das Kartoffellaub erhöhte sich das Unkrautaufkommen in allen Abdeck- und Bearbeitungsvarianten. Vor allem bis zur Ernte hin wurden die Dammtäler in allen Versuchsparzellen von verschiedenen Unkrautarten bewachsen.

Über einen langen Vegetationszeitraum konnte kein Krankheitsbefall der Kartoffelpflanzen am Biostandort beobachtet werden. Erst drei Wochen vor der Versuchsernte konnte das Auftreten von Kraut- und Knollenfäule (*Phytophthora infestans*) an allen Pflanzen über die gesamte Versuchsfläche beobachtet werden.

Im biologisch bewirtschafteten Kartoffelbestand kam es zu einem mäßigen Auftreten des Kartoffelkäfers (*Leptinotarsa decemlineata*).

### 4.3.1.2. Erntebeeinträchtigung

Bei der Ernte der Bioversuchsfläche kam es sowohl bei der Variante "einmalige Dammstriegelung, als auch bei der Variante "zweimalige Dammstriegelung" zu keinem Auftreten von Schrollen auf dem Verleseband, noch wurde der Erntevorgang durch Knollen behindert, die noch an den Pflanzen hingen (Tabelle 44).

Durch die im Frühjahr ausgebrachte dicke Grünschnittschicht von ca. 6 cm wurden bei jeder Bearbeitungsvariante kleine Mengen von getrocknetem Grünschnittmaterial zu Beginn jeder Versuchsparzelle auf das Verleseband transportiert. Diese konnten jedoch manuell leicht entfernt werden.

Tabelle 44: Mittelwerte der Parameter Erntebeeinträchtigung; Standort Moidrams "Biofläche" für beide Striegelintensitäten

	Lösen der Knolle	Abdeckmaterial	Schrollen
Null	0	0	0
Grünschnitt	0	1	0

### 4.3.1.3. Ertrag- und Qualität der geernteten Kartoffeln

Die zwei Varianten des Bioversuchs, ein- und zweimaliges Dammstriegeln, wurden getrennt ausgewertet, denn durch den geringen Stichprobenumfang der einmal gestriegelten Variante ließen sich die beiden Versuchsvarianten nicht repräsentativ gegenüberstellen.

Vorbehaltlich der statistischen Auswertung werden die Mittelwerte der Ertrags- und Qualitätsparameter der Variante bei <u>einmaliger Striegelbearbeitung</u> in Abbildung 31 gezeigt.

Für die Grünschnittvariante ergab sich ein mittlerer Knollenertrag von 27,0 t/ha und für die Nullvariante einer von 15,8 t/ha. Der Mehrertrag der Grünschnittabdeckung lag bei 70% über dem der Variante ohne Abdeckung. Der mittlere Stärkegehalt der Grünschnittvariante lag bei 17,6%, derjenige der Nullvariante bei 18,6%. Der mittlere Stärkeertrag ergab 4,7 t/ha bei Kartoffelbeständen, die mit Grünschnitt abgedeckt waren und 2,9 t/ha bei Beständen ohne Abdeckung. Diese sehr unterschiedlichen Werte für den Knollenertrag und folglich für den Stärkeertrag sind nicht repräsentativ, der Masterarbeit Wiederholungen da im Rahmen zu wenige und Stichprobenumfänge vorlagen.

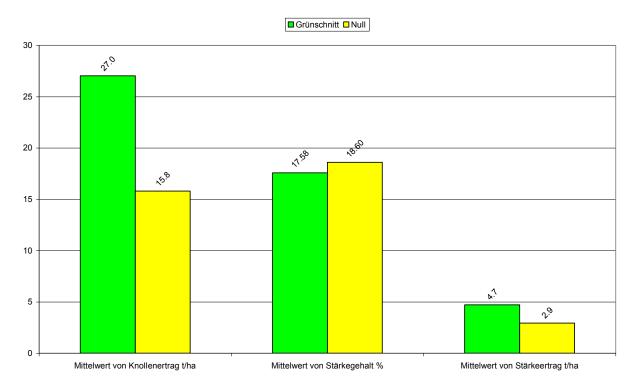


Abbildung 31: Ertrags- und Qualitätsauswertung; Standort Moidrams "Biofläche" einmalige Striegelbearbeitung

Die statistische Auswertung ergab, dass sowohl der **Knollenertrag**, der **Stärkegehalt** und der **Stärkeertrag** von den Faktoren "Variante" und "Wiederholung" signifikant beeinflusst wurden. Weiters waren die Mittelwerte der zuvor genannten Parameter jeweils unterscheidbar von der Grünschnitt- und Nullvariante sowie der 1. und 2. Wiederholung (Tabelle 45).

Im Gegensatz dazu kam es bei den Parametern tierische Fraßschäden und Schorfbefall zu keiner signifikanten Beeinflussung durch die Abdeckvariante und die Wiederholung (Tabelle 45). Sowohl die Mittelwerte der zwei Parameter Grünschnitt- und Nullvariante als auch die Mittelwerte der 1. und 2. Wiederholung waren voneinander nicht signifikant verschieden.

Tabelle 45: Mittelwerte und statistische Auswertung der Ertrags- und Qualitätsparameter der Null- und Grünschnittvariante; Standort Moidrams "Biofläche" einmalige Striegelbearbeitung

Grunschilltvari	Knolle	nertrag t/l		Cililia	ange Strie	gende					
Signifikanz	Variante (V)	mortiug ti	14		***						
Sigillikaliz	Wiederholung (	\\\L\\			***						
	wiedernoldrig (	( ( ( ( ( ( ( ( ( ( ( ( ( ( ( ( ( ( ( (									
Mittelwert	Variante			Wied	erholung	l					
	Null	15,8	а	1	27,7	а					
			_								
	Grünschnitt	27,0	b	2	14,5	b					
	Stärk	kegehalt %	<u>'</u>								
Signifikanz	Variante (V)	togoriait /			**						
0.9	Wiederholung (	WH)			*						
	1	()									
Mittelwert	Variante			Wied	erholung	l					
	Null										
			_								
	Grünschnitt	17,58	b	2	17,95	b					
	0	4 40									
<u> </u>		eertrag t/h	a		***						
Signifikanz	Variante (V)	(14/1.1)		***							
	Wiederholung (	(VVH)									
Mittelwert	Variante			Wied	erholung	l					
	Null	2,9	а	1	4,9	а					
		•	•		1						
	Grünschnitt	4,7	b	2	2,6	b					
		<i>c</i> . <i>c</i>									
<u> </u>	1	norfbefall									
Signifikanz	Variante (V)	(14/11)			n. s.						
	Wiederholung (	(VVH)			n. s.						
Mittelwert	Variante			Wied	erholung	l .					
	Null	1,0	а	1	1,0	а					
						I					
	Grünschnitt	0,8	а	2	0,5	а					
	1	Fraßschä	iden								
Signifikanz	Variante (V)				n. s.						
	Wiederholung (	Wiederholung (WH) n. s.									
Mittelwert	Variante			Wied	erholung	1					
MILLEGIAACIE	Null	7,0	а	1	8,1	а					
	14011	1 7,0	_ u	<u>'</u>	J 5, i	<u>u</u>					
	Grünschnitt	6,5	а	2	3,9	а					
			•								

p-Werte: n.s. > 0,05; \* < 0,05; \*\* <0,01; \*\*\*<0,001;

Mittelwerte mit demselben Buchstaben sind nicht signifikant verschieden.

In Abbildung 32 sind die Mittelwerte der Ertrags- und Qualitätsparameter der Variante mit <u>zweimalig</u> durchgeführter <u>Dammstriegelung</u> vorbehaltlich der statistischen Auswertung angeführt.

Der mittlere Knollenertrag lag bei der Grünschnittvariante bei 41,2 t/ha und für die Nullvariante bei 33,6 t/ha. Das ergab einen Mehrertrag bei Grünschnittabdeckung von 23,0% gegenüber den Knollenerträgen der nicht abgedeckten Dämme. Der mittlere Stärkegehalt lag bei Knollen mit Grünschnittabdeckung bei 17,3% und bei solchen ohne Abdeckung bei 17,6%. Der daraus resultierende mittlere Stärkeertrag ergab für die Grünschnittvariante 7,2 t/ha Kartoffeln und für die Nullvariante 5,9 t/ha. Die Auswertung der Anzahl tierischer Fraßschäden ergab, dass 5,9% der Knollen mit Grünschnittabdeckung und 5,2% der Knollen ohne Abdeckung tierische Fraßschäden aufwiesen.

Auf einer Skala von 0 bis 4 lagen die Mittelwerte des Schorfbefalls für die Grünschnittvariante bei 0,75 und für die Nullvariante bei 1.

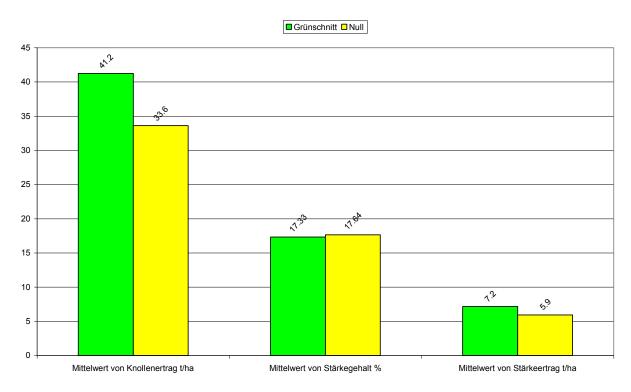


Abbildung 32: Ertrags- und Qualitätsauswertung; Standort Moidrams "Biofläche" zweimalige Striegelbearbeitung

Die statistische Auswertung der Ergebnisse der Parzellen, welche zweimal mit einem Striegel bearbeitet wurden, zeigt in Tabelle 46, dass der **Knollenertrag** und der **Stärkeertrag** von den Faktoren "Variante" und "Wiederholung" signifikant beeinflusst wurden. Allerdings kam es zu einer Wechselwirkung zwischen Variante und Wiederholung. Es gab einen signifikanten Unterschied der Mittelwerte von Knollenund Stärkeertrag zwischen der Grünschnitt- und Nullvariante sowie zwischen der 1. Wiederholung und den anderen Wiederholungen.

Auf den **Stärkegehalt** (Tabelle 46) nahm der Faktor "Variante" keinen signifikanten Einfluss, jedoch die Wiederholung. Die Mittelwerte der Stärkegehalte konnten nicht zwischen den Varianten mit Grünschnittabdeckung und denen ohne Abdeckung differenziert werden. Hingegen unterschied sich der Mittelwert der 1. Wiederholung signifikant von allen anderen Wiederholungen und zusätzlich war der der 2. Wiederholung verschieden von denen der 3. und 4. Wiederholung.

Tabelle 46: Mittelwerte und statistische Auswertung des Knollenertrags, Stärkegehalts und Stärkeertrags der Null- und Grünschnittvariante; Standort Moidrams "Biofläche" zweimalige Striegelbearbeitung

	Knoller	nertrag t/	ha				
Signifikanz	Variante (V)				***		
	Wiederholung (V	VH)			**		
	V*WH	<u> </u>			*		
	_						
Mittelwert	Variante	1		Wiederholung			
	Null	33,6	а	1	42,6	а	
				2	34,9	b	
	Grünschnitt	41,2	b	3	37,6	b	
				4	34,6	b	
	04#	l l4 O	,				
		egehalt %	0				
Signifikanz	Variante (V)				n. s.		
	Wiederholung (V	VH)		***			
	V*WH				n. s.		
Mittelwert	Variante			Wiederholung			
	Null	17,64	а	1	18,05	а	
		,		2	18,88	b	
	Grünschnitt	17,33	а	3	16,68	С	
		•		4	16,33	С	
	Stärke	ertrag t/h	ıa				
Signifikanz	Variante (V)				**		
	Wiederholung (V	VH)			**		
	V*WH				*		
Mittelwert	Variante			Winds	erholung		
MILLEIMACIT	Null	5,9	а	1	7,7	2	
	INUII	5,8	а	2	6,6	a b	
	Grünschnitt	7,2	b	3	6,3	b	
	OT UT IS OF IT IT.	ے, ر	U		l 0,0	D	
	•	•		4	5,7	b	

p-Werte: n.s. > 0,05; \* < 0,05; \*\* <0,01; \*\*\*<0,001

Mittelwerte mit demselben Buchstaben sind nicht signifikant verschieden.

Im **Schorfbefall** (Tabelle 47) kam es zu keinem signifikanten Einfluss durch Variante und Wiederholung. Das Beeinflussen des Parameters Schorfbefall war durch eine Wechselwirkung zwischen Variante und Wiederholung nicht gegeben. Die Mittelwerte der Abdeckvarianten und Wiederholungen waren nicht signifikant verschieden.

Das Ausmaß der **tierischen Fraßschäden** (Tabelle 47) wurde weder vom Faktor "Variante" noch von der Wechselwirkung zwischen Abdeckvariante und Wiederholung signifikant beeinflusst. Das Auftreten von Fraßschäden wurde signifikant durch den Faktor "Wiederholung" beeinflusst. Es gab keine signifikante Unterscheidung zwischen den Mittelwerten der Grünschnitt- und der Nullvariante. Die Mittelwerte der 4. Wiederholung waren signifikant verschieden von allen übrigen Wiederholungen.

Tabelle 47: Mittelwerte und statistische Auswertung des Schorfbefalls und der tierischen Fraßschäden der Null- und Grünschnittvariante; Standort Moidrams "Biofläche" zweimalige Striegelbearbeitung

	Sch	orfbefall		.,					
Signifikanz	Variante (V)				n. s.				
	Wiederholung (V	VH)		n. s.					
	V*WH			n. s.					
Mittelwert	Variante	Variante Wiederholung							
	Null	1,0	а	1	0,8	а			
				2	0,5	а			
	Grünschnitt	0,8	а	3	1,0	а			
				4	1,3	а			
	tierische	Fraßschä	äden						
Signifikanz	Variante (V)				n. s.				
	Wiederholung (V	VH)			**				
	V*WH			n. s.					
Mittelwert	Variante			Wiede	rholung				
	Null	5,2	а	1	4,5	b			
				2	4,7	b			
	Grünschnitt	5,9	а	3	3,6	b			
				4	9,4	а			

p-Werte: n.s. > 0,05; \* < 0,05; \*\* <0,01; \*\*\*<0,001

Mittelwerte mit demselben Buchstaben sind nicht signifikant verschieden.

# 4.4. Beständigkeit der Dammabdeckungen während des Versuchszeitraums

Bei der Variante Kompostmischung konnte eine starke Verfestigung des Abdeckmaterials Aspolit bis zur Ernte festgestellt werden. Die Verhärtung des Aspolits war derart hoch, dass die Abdeckung nur mit einer Gartenhacke aufgebrochen werden konnte. Die Kompostmischungsschicht konnte Risse auf der Dammoberfläche nicht abdecken, sondern wurde mit diesen aufgerissen.

Die Kompostvariante war gekennzeichnet durch die Verlagerung der Dammoberfläche in die Dammfurche. Während eines Starkregenereignisses am 8. Juni 2011 wurde der ausgebrachte Kompost massiv von den Dämmen

abgeschwemmt und sammelte sich in den Senken der Dammtäler. Folglich lag ein fast unbedeckter Damm vor, der beinahe der Nullvariante entsprach.

Trotz des geringen Gewichts der Heuabdeckung war kein Schwund des Materials durch Wind zu beobachten: einerseits gab es bald nach der Ausbringung einen Regenschauer und andererseits nahm das Heu Feuchtigkeit aus dem Boden auf. Dies führte zu einer Verfestigung des Abdeckmaterials.

Nach Abnehmen der Dammabdeckung zeigte sich, dass sowohl die Grünschnitt-, Heu- als auch Kleevariante die entstandenen Risse an der Dammoberfläche sehr gut abdeckten. Weiters konnte bei allen drei zuvor erwähnten Varianten festgestellt werden, dass die Wurzeln der Kartoffelpflanzen aus dem Damminneren hinaus in das Dammabdeckungsmaterial wuchsen, wie Abbildung 33 bei der Grünschnittvariante zeigt. Es kann angenommen werden, dass die Wurzeln der höheren Feuchtigkeit im Abdeckungsmaterial gefolgt waren.



Abbildung 33: Wurzel, die in die Grünschnittabdeckung gewachsen war; Standort Tautendorf (GAMERITH, 2011)

Nach dem Entfernen der obersten Schicht des Abdeckmaterials konnte zudem bei der Grünschnitt- und Kleevariante die Beobachtung gemacht werden, dass das darunterliegende Abdeckmaterial mit einer weißen Schimmelschicht überzogen war (Abbildung 34). Bei der Heuvariante gab es ebenfalls Schimmelbefall, jedoch in einem geringeren Ausmaß.



Abbildung 34: Schimmelschicht in der Kleeabdeckung; Standort Tautendorf (GAMERITH, 2011)

Die obere Schicht der Kleeabdeckung bildete im Gegensatz zu der Grünschnitt- und Heuvariante eine Verhärtung, welche sich allerdings manuell leicht auflösen ließ.

Am Standort Moidrams "Hanglage" konnten für das Verbleiben der Grünschnittabdeckung die gleichen Auswirkungen festgestellt werden wie in Tautendorf. Jedoch zeigte sich am Versuchsstandort Moidrams "Hanglage", dass der Grünschnitt im Dammtal über den gesamten Vegetationsraum eine nass-faulige Konsistenz hatte. Obwohl an beiden Standorten die gleiche Menge Grünschnitt kg/ha ausgebracht wurde, war für den unterschiedlichen Effekt die Art der Ausbringung des Grünschnitts und die daraus resultierende Stärke der Abdeckschicht maßgeblich.

Durch das manuelle Verteilen des Grünschnitts in Tautendorf wurde eine gleichmäßige Dammabdeckung erreicht, die parallel zur gesamten Dammform verlief (Abbildung 35). Hingegen wurde in Moidrams "Hanglage" der Grünschnitt mit dem Kompoststreuer ausgebracht. Die Wurfausbringung des Kompoststreuers hatte zur Folge, dass der Grünschnitt nicht gleichmäßig über die Dämme verteilt wurde. Folglich fand eine ungleichmäßige Ansammlung des Abdeckmaterials in den Dammtälern sowie auf den Dammrücken statt. Die Dammflanken wiesen geringere Bedeckung mit Grünschnitt auf.

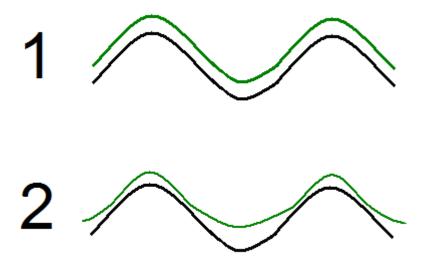


Abbildung 35: Verteilung des Abdeckmaterials über den Dämmen; 1= Standort Tautendorf (Kübel); 2=Standort Moidrams "Hanglage" (Kompoststreuer) (GAMERITH, 2011)

## 5. Diskussion

Im Rahmen der Arbeit wurden die Effekte von verschiedenen organischen Dammabdeckungsmaterialien im Kartoffelbau auf boden- und pflanzenbauliche Kennzahlen, im speziellen auf Ertrag und Qualität der Kartoffelknollen beurteilt.

Die Vernetzung mit der zur Verfügung stehenden Literatur zum Themenkomplex Temperatur im Damm und deren positive oder negative Auswirkungen auf die Knollen war schwierig, da wenige deutsch- bzw. englischsprachige Arbeiten zu diesem Thema vorliegen.

# 5.1. Anstieg der Dammtemperatur unter einer Grünschnittabdeckung

Es gibt Literaturstellen, welche Temperaturwerte erwähnen. Da diese aber nicht genauer definiert sind, ist anzunehmen, dass diese Werte sich auf die Lufttemperatur beziehen.

GEISLER (1988, S. 407) zeigt, dass mit Überschreiten von 30,0 °C die Bildung von Kartoffelknollen deutlich gehemmt wird.

Auch hebt CUTTER (1992, S. 111ff) hervor, dass durch hohe Temperaturen die Bildung des Periderms zum Wundverschluss sowie das Krautwachstum auf Kosten des Knollenwachstums gefördert wird. Zusätzlich steigert sich die Anzahl der Peridermschichten sowie deren Durchmesser mit Temperaturzunahme. Weiters soll es zu keiner Knollenbildung durch hohe Nachttemperaturen unter Kurztagsbedingungen kommen.

Die Lufttemperatur hat zu einem gewissen Maß Einfluss auf die Bodentemperatur. Inwieweit sich jedoch die zuvor genannten Effekte bei bestimmten Lufttemperaturniveaus auch auf entsprechende Bodentemperaturen übertragen lassen, ist fraglich. Schließlich wirkt die Lufttemperatur direkt auf die Kartoffelpflanze ein und löst dadurch in der Pflanze positive oder negative Reaktionen aus.

In der englischen Literatur sind einige Versuchsreihen beschrieben, welche sich mit Effekten von Bodentemperaturen auf Knollen und Wurzeln der Kartoffelpflanzen beschäftigt haben.

So wird beschrieben, dass das Temperaturoptimum für Wurzeln bei 15,0 bis 20,0 °C liegt. Temperaturen über diesen Bereich wirken negativ auf die Bildung und das Gewicht der Knollen (MENZEL, 1983, S. 65ff). Andere Untersuchungen bestätigen,

### Diskussion

dass sich Knollen durch hohe Bodentemperaturen nicht optimal entwickeln können und dass unter Bedingungen wie z.B. niedrigen Luft- und Bodentemperaturen die Höhe des Ertrags der Knollen gefördert wird. Niedrige Bodentemperatur bei gleichzeitig hoher Außentemperatur verhindert nicht die Ausprägung von sichtbaren Hitzestressmerkmalen an Kartoffelpflanzen (REYNOLDS und EWING, 1989, S. 241ff). SATTELMACHER et al. (1990, S. 65ff) stellen durch ihre Versuche fest, dass durch Temperaturen von 30,0 °C im Wurzelbereich "die Größe des Wurzelsystems reduziert worden war". Bei all diesen Experimenten gibt es zu beachten, dass die verschiedenen Temperaturniveaus im Boden bzw. Wurzelraum nicht durch Abdeckung der Dämme mit organischen Materialien zustande kamen, sondern der Boden durch wassergefüllte Leitungen im Damm entweder gekühlt oder erwärmt wurde. Inwieweit sich die Beobachtungen, Glashausbedingungen erhoben wurden, auf Feldversuche übertragen lassen, soll in den nächsten Unterkapiteln diskutiert werden.

Sowohl bei Sensor- als auch bei der Stechthermometermessung zeigt die Auswertung der Mittelwerte der Dammtemperatur, dass am Abend in den Monaten Mai und Juni die mittleren Dammtemperaturen der Nullvariante und Kompostvariante gegenüber den anderen Varianten höher waren. In keinem anderen Monat war dieser Effekt wiederzufinden (Abbildung 13 und Abbildung 14).

Die Ursache für die Zunahme der Temperatur gegen Abend zeigen die Ergebnisse der verdichteten Darstellung der halbstündlichen Sensorenmessungen am Standort Tautendorf, welche den tatsächlichen Temperaturverlauf besser verdeutlichen. Zu diesem Zweck werden nur die Nullvariante und die Grünschnittvariante für die Monate Juni und Juli dargestellt (Abbildung 36).

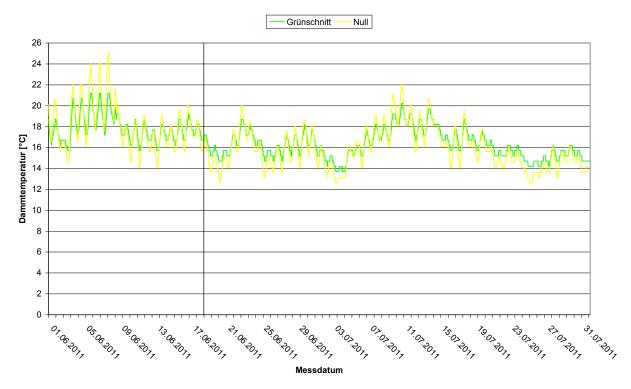


Abbildung 36: Tagesverlauf der Dammtemperatur in den Monaten Juni und Juli; Standort Tautendorf

Bis etwa Mitte Juni lag die Temperaturkurve des unabgedeckten Damms meistens über derjenigen der Grünschnittvariante. Dann trat eine Wende ein und der Temperaturkurvenverlauf der Grünschnittabdeckung hob sich auf ein höheres Niveau mit geringerer Volatilität als jener der Nullvariante. Der Wendepunkt in der Mitte des Monats Juni deckt sich mit dem Zeitraum, in dem der Reihenschluss der Kartoffelpflanzen erfolgte. Durch das dichte Blätterdach wird die Sonneneinstrahlung vermindert. Dadurch kommt es zu einer Beschattung des darunterliegenden Damms. Nach KELLER et al. (1999, S. 57) sind die Temperaturen im Boden unter europäischen Bedingungen für ein optimales Wachstum des Sprosses zu niedrig. Dieser Nachteil kann durch das Ausbringen von Abdeckmaterial gemildert werden. Zusätzlich erwähnen IWAMA und YAMAGUCHI (2006, S. 251), dass durch eine Temperaturerhöhung in der Stolonenregion das sekundäre Dickenwachstum der Knollen gefördert wird. Diese Arbeit liefert eine mögliche Erklärung für den Knollenmehrertrag in der Grünschnitt-, Heu- und Kleevariante.

An allen Standorten zeigte sich weiters, dass in der Früh die Temperatur im Damm in allen Monaten unter einer Grünschnittabdeckung immer deutlich höher lag als jene der Nullvariante. Ursache ist die höhere Nachttemperatur im Damm der Grünschnittvarianten.

Die vorliegenden Ergebnisse im Rahmen dieser Arbeit zeigen, dass im Vergleich zu einer Nullvariante an heißen Tagen durch eine Grünschnittabdeckung der Temperaturanstieg im Damm gemildert wurde und nachts die Dammtemperatur nicht so stark abfiel, was durch die Arbeit von WILD (1995, S. 132) bestätigt wird: "Unter einer Mulchdecke ist die Temperatur an einem sonnigen Tag niedriger und während der Nacht höher als die eines nackten Bodens". Weiters lässt sich aus den Temperaturdaten ablesen, dass an kühleren Tagen die Temperatur im Damm unter einer Abdeckung mit Grünschnitt höher war als die Außentemperatur. Die Temperatur im Damm der Variante Grünschnitt war tendenziell niedriger als die Außentemperatur, wenn diese über 20,0 °C lag. War hingegen die Temperatur der Außenluft niedriger als 20,0 °C, lag die Temperatur in den Dämmen unter einer Grünschnittabdeckung höher. Somit wurden die Temperaturschwankungen im Damm durch eine Grünschnittabdeckung gemildert.

KELLER et al. (1999, S. 56) zeigen, dass durch eine zu hohe Bodentemperatur die Knollenneubildung gehemmt wird. Diese hohen Temperaturen werden durch eine Grünschnittabdeckung verhindert und stellen somit eine weitere Erklärung für den höheren Knollenertrag.

# 5.2. Mehrertrag versus Kosten für das Abdecken mit Grünschnitt

Der in der angeführten Arbeit ermittelte Knollenmehrertrag durch eine Abdeckung mit Grünschnittmaterial soll auch ökonomisch sinnvoll sein. Daher bedarf es einer Gegenüberstellung der Kosten für das Häckseln und die Ausbringung des Grünschnitts mit dem Mehrerlös aus dem Kartoffelertrag.

Für die nachfolgende betriebswirtschaftliche Beurteilung (Tabelle 48) von Dammabdeckungen im Kartoffelbau werden die Ergebnisse des Praxisversuchs in Moidrams herangezogen.

Am Versuchsstandort wurden 5 kg/m² Grünschnitt ausgebracht, das ergibt eine Menge von 50 t Grünschnitt pro Hektar Kartoffelfläche. Unter der Annahme, für die Grünschnittbeschaffung eine extensiv genutzte Wiese im Waldviertel mit einem Ertrag von 4 t frischem Grünschnitt/ha zur Verfügung zu haben, wären 12,5 ha Wiesenfläche für einen Hektar Kartoffel notwendig.

Im Praxisversuch in Moidrams wurden folgende Kosten für das Häckseln sowie für die Grünschnittausbringung erhoben.

Der selbstfahrende Häcksler, Flächenleistung von 4 ha/h, hat einen Stundensatz von 230 €/h. Die Traktorkosten für die Feldabfuhr betragen 45 €/ha bei einer Leistung von 2 ha/h.

Für das Häckseln und Abführen von 1 ha Wiesenfläche entstehen Kosten von 80 €/ha. Unter der Annahme 50 t Grünschnitt für die Abdeckung zu benötigen, belaufen sich die entstandenen Kosten für 12,5 ha Wiesenfläche auf 1000 €/ha Kartoffelbestand. Die Kosten für die Ausbringung mit einem Kompoststreuer werden nach sogenannten Kratzbodenstunden verrechnet. Der diesbezügliche Stundensatz beträgt 120 €/h bei einer Leistung von 0,1 h/4 t Grünschnitt. Somit wäre, wenn für einen Hektar Grünschnitt 12 € zu bezahlen sind, für 12,5 ha Wiesenfläche 150 €/ha aufzuwenden um 50 t Grünschnitt zu erlangen.

Werden die Häckslerkosten von 1000 €/ha Kartoffelfläche und die Ausbringungskosten von 150 €/ha Kartoffelbestand zusammengeführt, ergibt sich eine aufzuwendende Summe von 1150 €/ha Kartoffeln für die Grünschnittwerbung und -ausbringung.

Der auf Basis dieser Daten errechnete Mehrertrag durch eine Abdeckung des Damms mit Grünschnitt liegt zwischen 12 bis 25%. Da für die Ausbringung durch einen Kompoststreuer mit 15 m Wurfweite Fahrgassen benötigt werden, kommt es zum Ausfall von Dammreihen. Somit liegt der angenommene Mehrertrag durch die Anlage von Fahrgassen bei 12%. Unter der Annahme eines durchschnittlichen Kartoffelertrags von 50 t/ha (auf Basis der vorliegenden Arbeit) gibt es eine Ertragssteigerung von 5,7 t/ha. Derzeit werden ca. 85 €/t für konventionell produzierte Kartoffeln bezahlt. Somit ergibt sich aus dem Mehrertrag der angenommenen 5,7 t/ha ein Erlös von 485 €/ha. Dem gegenüber stehen die Kosten für das Häckseln und das Ausbringen von 50 t Grünschnitt von 1150 €/ha.

In der biologischen Landwirtschaft liegt der Erlös für Kartoffeln bei 230 €/t. Unter der Annahme, im Biolandbau wäre ein Kartoffelertrag von 35 t/ha (auf Basis der vorliegenden Arbeit) möglich, wäre bei einem 12%igen Mehrertrag durch Dammabdeckung mit Grünschnitt eine Ertragssteigerung von 4,2 t/ha gegeben. Die Ertragssteigerung würde einen Erlös von 966 €/ha für biologische Kartoffeln erzielen. Dadurch könnte ein biologisch wirtschaftender Betrieb einen höheren Erlös durch das Abdecken der Dämme erzielen, wenn er die Ausbringkosten senkt, indem er geringere Mengen Grünschnitt ausstreut.

Folglich könnten sich für einen Biobetrieb, der Kartoffeln produziert, Vorteile durch eine Dammabdeckung ergeben. In konventioneller Produktion ist dies nicht

### Diskussion

realisierbar. Die einzige Möglichkeit, dass eine Dammabdeckung für konventionelle Betriebe wirtschaftlich bleibt, ist die, Häcksler- und Ausbringungskosten zu senken, indem deutlich weniger Tonnen an Grünschnitt pro Hektar Kartoffelfläche ausgebracht werden.

Damit für einen konventionellen Betrieb der Erlös aus dem Mehrertrag die Ausbringungskosten deckt, muss die auszubringende Abdeckungsmenge auf 15 t Grünschnitt/ha Kartoffelfläche gesenkt werden.

Ob bei einer reduzierten Grünschnittmenge noch ein Mehrertrag zu erreichen ist, müssen weitere Versuchsreihen zeigen.

Möglicherweise reicht eine verringerte Grünschnittmenge zur Dammabdeckung aus, um den positiven Effekt der Bodenerosionsverhinderung zu erreichen.

Tabelle 48: Gesamte Ausbringungskosten und Erlös aus dem Mehrertrag

Tabelle 48: Gesamte Ausbringungskosten und Erios aus dem Mehrertrag									
Aufstellung der Ausbringungskosten									
Ertrag Grünschnittfläche 4 t/ha → für 50 t Grünschnitt → 12,5 ha Wiesenfläche notwendig									
	1								
Kosten:									
Häcksler	4 ha/h	230 €/h		57,5 €/ha					
Traktor	2 ha/h	45 €/h		22,5 €/ha					
			80,0 €/ha	für 12	für 12,5 ha Wiesenfläche →		1000€		
Kompoststreuer (Kratzbodenstunden)	0,1 h/4t	120 €/h		12,0 €/ha	für 12	für 12,5 ha Wiesenfläche ->		150 €	
					gesai	gesamt Ausbringungskosten 1150 €			
Erlös Mehrertrag:									
			Erlös 2011		Ertrag	Mehrertrag 12%	Erlös Mehrertrag		
konventionell			85 €/t Kartoffeln		50 t/ha	5,7 t/ha	435 €/ha		
biologisch			230 €/t Kartoffeln		35 t/ha	4,2 t/ha	966 €/ha		

Neben der Ermittlung der Ausbringungskosten gilt es auch, den Erlös des Grünschnitts als Heu oder Anwelksilage dem Mehrerlös bei Kartoffeln gegenüberzustellen. Bei Verkauf von Heu wurde im Jahr 2011 durchschnittlich 0,12 €/kg (BMLFUW, 2011, S. 207) bezahlt. Unter der Annahme, dass 50 t Grünschnitt ca. 15 t Heu ergeben, würde statt der Verwendung als Dammabdeckung der Heuverkauf einen Erlös von 1800 € bringen.

In nachfolgenden Versuchen sollen auch noch andere Abdeckmaterialien an der Stelle der Grünschnittausbringung beurteilt werden. Offen ist, ob die positiven Effekte einer Grünschnittabdeckung auch durch eine Dammabdeckung z.B. mit

Hackschnitzel (Verweis: eingereichte Masterarbeit PAMMER, R.) oder sonstigen permeablen bzw. semipermeablen Abdeckmaterialien zu erreichen sind.

Bei der maschinellen Ausbringung ist der technische Fortschritt in landwirtschaftlichen Betrieben zu berücksichtigen, denn für eine gleichmäßige Grünschnittausbringung mittels Kompoststreuer ist nach dem aktuellen technischen Stand eine mögliche Streubreit von mehr als 15 m nicht präzise genug. An einzelnen Betrieben sind Feldspritzen mit einer Balkenbreite von 21 m im Einsatz. Das würde bedeuten, dass neben den Pflegegassen zusätzliche Ausbringungsgassen notwendig wären, was wiederum Ausfälle von weiteren Dämmen zur Folge hätte, es sei denn, die technische Entwicklung von Streuaggregaten schreitet so weit voran, selbst bei 21 m Streubreite ein gleichmäßiges Streubild für die Dammabdeckung gewährleistet werden kann.

# 5.3. Erforderliche Grünschnittmenge zur Erosionsminderung

Alle durchgeführten Methoden und die Bilddokumentation zum Nachweis der Erosionsverhinderung mit einer Grünschnittabdeckung des einjährigen Versuchs zeigen, dass durch eine Dammabdeckung mit Grünschnittmaterial Erosion verhindert



Abbildung 37: Extrembeispiel: Aufstauung von erodiertem Bodenmaterial; Standort Moidrams "Hanglage" (GAMERITH, 2011)

werden kann. Es ist aber darauf hinzuweisen, dass in Moidrams "Hanglage" auf Hektar 50 bezogen t frischer Grünschnitt/ha Kartoffelfläche ausgebracht wurde. Wie in Kapitel 5.2. erläutert, sind hohe Kosten und das ausreichende Vorhandensein von Wiesenflächen damit verbunden. Daher ist es erforderlich, die hohen Ausbringmengen vom Versuchsstandort Moidrams "Hanglage" überprüfen. Aufgrund von Beobachtungen während der durchgeführten Bestandskontrollen in Moidrams "Hanglage" zeigte sich, dass bereits geringe Mengen von Grünschnitt, welcher durch die Wurfweite des Kompoststreuers an der Grenze zwischen Nullund Grünschnittvariante in auch den Dammtälern von der nicht abgedeckten Variante zu liegen kamen, erodiertes Bodenmaterial bremsen konnte (Abbildung 37).

Die im Laufe der Zeit getrockneten Stängel der Gräser verhaken sich so ineinander, dass sie eine Art Staumauer bilden und so den weiteren Transport des erodierten Bodenmaterials verhindern.

Da bereits geringe Grünschnittmengen eine relativ große Wirkung bei der Erosionsverhinderung zeigten, ist eine Reduktion der ausgebrachten Grünschnittmenge in weiteren Arbeiten zu überprüfen.

SCHEFFER et al. (1998, S. 371) zeigen, dass eine Bodenbedeckung von 30 bis 50% ausreichend ist, um Erosion zu verhindern. Mit der ausgebrachten Grünschnittmenge von 50 t/ha zur Dammabdeckung am Versuchsstandort Moidrams "Hanglage" wurde die angeführte 50%ige Bodenbedeckung weit überschritten.

Zur Verminderung der erforderlichen Grünschnittmenge wäre es sinnvoll, nicht wie im Praxisversuch in Moidrams angeführt, die ganzen Dammlängen mit Grünschnitt abzudecken, sondern nur spezielle Abschnitte, die besonders erosionsgefährdet sind.

Beim Praxisversuch in Moidrams wurden mit der hohen Ausbringmenge an Grünschnitt und der Abdeckung der gesamten Versuchsfläche zwei positive Effekte der Dammabdeckung genutzt, die Erosionsverhinderung und der Mehrertrag. Die Verhinderung der Erosion könnte auch mit einer geringeren Menge des Abdeckmaterials Grünschnitt zu erzielen sein. Ob ein Mehrertrag durch eine geringer mächtige Abdeckauflage noch gegeben ist, muss durch weitere Versuchsreihen geklärt werden.

# 5.4. Ersetzt eine Dammabdeckung einen Striegelvorgang

Die Ergebnisse der einmalig und zweimalig durchgeführten Dammstriegelung zeigen, dass bis kurz vor Vegetationsende die Bestände, welche eine einmalige Striegelung erhielten, deutlich stärker mit Unkraut besetzt waren. Daher ist es nach vorliegenden Ergebnissen nicht möglich, eine Dammstriegelung durch eine Grünschnittabdeckung zu ersetzen.

Die Dämme mit einmaliger Dammstriegelung wurden zu einem Zeitpunkt mit Grünschnitt abgedeckt, als bereits Unkräuter aufgelaufen waren. Somit konnte gezeigt werden, dass eine bereits stattgefundene Verunkrautung nicht mehr

unterdrückt werden kann. Eine mögliche Konsequenz für die Praxis ist, dass der Zeitpunkt der Grünschnittausbringung (unkrautfreier Damm) auch ausreichend Grünschnittmaterial zur Verfügung steht (optimaler Schnittzeitpunkt) und dass die Boden- und Witterungsverhältnisse eine maschinelle Ausbringung des Abdeckmaterials erlauben.

Ackerhohlzahn (*Galeopsis tetrahit*), ein Problemunkraut, wurde sowohl in der einmalig als auch in der zweimalig durchgeführten Striegelvariante durch die Grünschnittabdeckung nicht ausreichend geschwächt. Sein Durchwachsen wird erklärbar, weil diese sehr konkurrenzstarke Pflanze nicht anspruchsvoll ist und sich am besten auf feuchten Standorten entwickeln kann (HOLZNER und GLAUNINGER, 2005, S. 165). Wächst Unkraut durch eine Grünschnittabdeckung, kann aufgrund der Abdeckung weder ein Striegel- noch ein Häufelvorgang durchgeführt werden.

# 5.5. Mögliche positive Effekte einer Grünschnittabdeckung

Bei den Bestandsbonituren und beim Öffnen der Dämme entstand der subjektive Eindruck, dass die Erde unter einer Grünschnittabdeckung feuchter war als in der Nullvariante. Mittels Gipsblöcken konnte dieser Effekt nicht gesichert werden. Die Tendenz wirkt sich möglicherweise positiv auf den Knollenertrag aus, da die Grünschnittabdeckung ein Verdunstungsschutz ist. Nach WILD (1995, S. 132) trägt eine Mulchschicht zur "Minderung der Evaporation vom Boden" bei.

Ein höherer Wassergehalt des Bodens steigert die Wirkungsweise von Bodenherbiziden, wie BAEUMER (1992, S. 176) beschreibt. Folglich wäre eine Herbizidausbringung kurz vor der Dammabdeckung sinnvoll.

Außerdem wird der Schorfbefall durch einen höheren Wassergehalt im Damm reduziert, wie HEITEFUSS et al. (2000, S. 120) zeigen. Auch RADTKE (2000, S. 61) berichtet im Bezug auf die Schorfanfälligkeit: "Knollen sind in trockenem Boden besonders anfällig, während sie in feuchter Erde kaum befallen werden.". Im Gegensatz zeigen HOFFMANN und SCHMUTTERER (1999, S. 306), dass eine Entwässerung des Bodens den Schorfbefall mindert.

Außerdem gibt es Praxisberichte, wonach Drahtwürmer (Larven von

Agriotes spec.) bei Trockenheit die Kartoffelknollen stärker befallen. Somit würde eine Grünschnittabdeckung dem entgegenwirken. HOFFMANN und SCHMUTTERER (1999, S. 198) stellen fest, dass "Drahtwürmer in humusarmen

Böden ihren Nahrungs- und Feuchtigkeitsbedarf in Trockenperioden an den Kulturpflanzen decken müssen.".

KELLER et al. (1999, S. 77) berichten, dass "Kindelbildung [Auswüchse an der Knolle] und starke Schalenrissigkeit" verstärkt in trockenen Vegetationsperioden auftreten. Folglich kann angenommen werden, dass durch eine Grünschnittabdeckung der Wassergehalt im Boden steigt und die Bildung von Kartoffelkindeln sowie das Aufreißen von Schalen gemildert wird. Diese Effekte wären für die Speisekartoffelproduktion von wesentlichem Vorteil.

Die Bodenprobung nach der Ernte im Oberboden (0 - 30 cm) der Kleevarianten ergab einen höheren Nitratgehalt im Gegensatz zu allen anderen Abdeckvarianten. Laut der EUF-Untersuchung wird für die Variante Kleeabdeckung eine Düngerempfehlung für Wintergerste in der Höhe von 70 kg N/ha und für Parzellen der Nullvariante 120 kg N/ha gegeben. Dieses Ergebnis ist bedeutend für die biologische Stärkekartoffelproduktion, da durch eine Kleeabdeckung die positiven Effekte einer Dammabdeckung genutzt werden könnten und gleichzeitig der Boden mit Stickstoff versorgt wird.

Der erhöhte Nitratgehalt im Boden und in der Knolle bei der Kleevariante weist darauf hin, dass Stickstoff bzw. Nitrat aus dem Kleeerntegut herausmineralisiert wird.

# 5.6. Mögliche negative Effekte einer Dammabdeckung

Die Schaffung eines Mikroklimas durch eine Dammabdeckung könnte zu negativen Auswirkungen auf den Pflanzenbestand führen. Der höhere Feuchtigkeitsgehalt des Abdeckmaterials (vor allem bei frischem Grün- und Kleeschnitt) kann fördernd auf den Krankheits- und Schädlingsbefall wirken. Nach HOFFMANN und SCHMUTTERER (1999, S. 174) werden Schnecken (*Gastropoda*) mit folgenden Eigenschaften beschrieben:

- "Ackerschnecken leben von organischer Substanz […].
- Sie sind in ihrer Existenz von hoher Feuchtigkeit abhängig.
- [...] Tiere, die sich am Tage an Plätzen versteckt halten, an denen eine hohe relative Luftfeuchtigkeit herrscht.".

### Diskussion

Obwohl durch eine Grünschnittabdeckung, die angeführten idealen Lebensbedingungen für Schnecken (*Gastropoda*) vorliegen, konnte sowohl bei konventioneller als auch biologischer Bewirtschaftungsweise kein erhöhtes Auftreten von Schnecken (*Gastropoda*) beobachtet werden. Eine mögliche Erklärung ist, dass Schnecken (*Gastropoda*) nach der intensiven Bodenbearbeitung während des Kartoffellegens nachfolgend nicht ausreichend Hohlräume zum Leben vorfinden.

Bei Versuchsanlage gab es Bedenken, dass es durch die Anhebung der Bodenfeuchte durch eine Grünschnittabdeckung und durch die Eigenfeuchtigkeit des Abdeckmaterials zu einem höheren Krankheitsbefall des Pflanzenbestands kommen könnte.

Nach RADTKE et al. (2000, S. 18) führt ein sehr feuchter Boden zur Ausbreitung der Kraut- und Knollenfäule (*Phytophthora infestans*).

Auch die Wurzeltöterkrankheit (*Rhizoctonia solani*) benötigt zu ihrer Etablierung eine feuchte Umgebung, welche durch eine Grünschnittabdeckung gegeben wäre (RADTKE et al., 2000, S. 37).

In den angeführten Versuchen kam es in Beständen mit einer Dammabdeckung (Grünschnitt, Heu, Klee) zu keinem vermehrten Auftreten der genannten Krankheiten.

Noch vor Ausbringung von Grünschnitt und Heu wurde diskutiert, ob durch diese Abdeckmaterialien Unkrautsamen in Ackerflächen eingebracht werden würden, da zum Mähzeitpunkt der Wiese (Ende Mai) bereits einige Unkräuter im Mai geblüht hatten. Frühreifende Unkräuter, welche im Kartoffelbau eine Bedeutung haben, sind in Tabelle 49 angeführt.

Tabelle 49: Früh blühende Unkräuter (BEDLAN, 2006, S. 25-93)

Art	Blühzeitpunkt		
Knötericharten (Polygonaceae)	Mai/Juni		
Vogelmiere (Stellaria media)	März - Oktober		
Acker-Stiefmütterchen (Viola arvensis)	April - Oktober		
Ackertäschelkraut (Thlaspi arvense)	April – Oktober		
Persischer Ehrenpreis (Veronica persica)	März – Oktober		
Spitzwegerich ( <i>Plantago lanceolata</i> )	April - September		
Kleine Taubnessel (Lamium purpureum)	März - August		
Ackertaubnessel (Lamium amplexicaule)	April/Mai		
Echte Gundelrebe (Glechoma hederacea)	April-Juni		

### Diskussion

Bei der Heuausbringung wurde ein Einschleppen von Unkrautsamen befürchtet, denn in alpinen Regionen wird Heu als Samenspender bei Rekultivierungsprojekten auf den nackten Erdboden ausgebracht.

In den angeführten Versuchen kam es durch den Einsatz von Grünschnitt und Heu als Dammabdeckungsmaterial zu keinem erhöhten Unkrautdruck.

Die Knollen in Dämmen unter einer Kleeabdeckung wiesen einen deutlich höheren Nitratgehalt als in den übrigen Varianten auf. Dies könnte in der Speisekartoffelproduktion ein Problem ergeben, denn nach NITSCH (2003, S. 36) verringern hohe Gehalte von Nitrat die Kochqualität.

# 6. Zusammenfassung

Die Dammabdeckung bei Kartoffeln auf hängigen Ackerflächen wird aufgrund zunehmender Starkregenereignisse und spezieller Maßnahmen in der Kulturführung bedeutend.

Grünschnitt von Dauergrünland, welcher nach dem ÖPUL-Programm jährlich von diesen Flächen verbracht werden muss, kann auf verschiedene Arten genutzt werden. Im Rahmen der Masterarbeit im Jahr 2011 wurde der Einsatz von Grünschnitt im Vergleich zu anderen Materialien als Dammabdeckungsmaterial im Kartoffelbau getestet. Die Effekte unterschiedlicher organischer Abdeckmaterialien wurden analysiert und in Bezug auf Ertrag und Qualität sowie Stabilität der Dämme in Hanglagen verglichen.

Mit dem Feldversuch am Standort Tautendorf (konventionelle Bewirtschaftungsweise; manuelle Abdeckmaterialausbringung; Parzellengröße 3 m x 10 m) wurden die Effekte von unterschiedlichen Abdeckmaterialien (gehäckselter Grünschnitt, gehäckseltes Heu, gehäckselter Klee, Kompost und Kompost gemischt mit Aspolit) im Vergleich zu einer nicht abgedeckten Variante auf Temperatur und Wassergehalt im Damm, Krankheits- und Schädlingsbefall, mögliche Erntebeeinträchtigungen, Knollenertrag, Stärkegehalt und Nitratgehalt beurteilt.

Die oben genannten Parameter (außer Nitratgehalt) sowie die Effekte einer Grünschnittabdeckung auf den Bodenabtrag bei Starkregenereignissen wurden am Versuchsstandort Moidrams "Hanglage" (konventionelle Bewirtschaftungsweise; maschinelle Abdeckmaterialausbringung; Parzellengröße 15 m x 110 m) erhoben.

Der Einfluss einer Grünschnittabdeckung auf die Parameter Krankheits- und Schädlingsbefall, Erntebeeinträchtigung, Knollenertrag und Stärkegehalt wurde am Versuchsstandort Moidrams "Biofläche" (biologische Bewirtschaftungsweise; manuelle Abdeckmaterialausbringung; Parzellengröße 3 m x 10 m) bewertet. Zusätzlich wurde die unkrautunterdrückende Wirkung des Abdeckmaterials auf zwei Parzellen mit unterschiedlicher Intensität des Striegeleinsatzes erhoben.

### Folgende Ergebnisse wurden erzielt:

Die Auswertung der Temperatur in den Dämmen ergab sowohl am Standort Tautendorf als auch in Moidrams "Hanglage" unter Grünschnittabdeckung am Morgen eine höhere Temperatur im Damm, während mittags und abends in den

### Zusammenfassung

Dämmen ohne Abdeckung höhere Temperaturen gegeben waren. Bezüglich des Wassergehalts im Damm konnten – auf Basis der eingesetzten Gipsblöcke - keine Unterschiede zwischen abgedeckten und nicht abgedeckten Dämmen gemessen werden.

Durch die Dammabdeckung wurde weiters kein verstärkter Krankheits- und Schädlingsbefall beobachtet noch wurden die Erntearbeiten beeinträchtigt.

Mit einer Abdeckung von 50 t Grünschnitt/ha Kartoffelfläche wurde an allen drei Standorten ein Knollenmehrertrag zwischen 10 und 30% erreicht. Aufgrund der Fahrgassen, welche durch den Kompoststreuer (Streubreite 15 m) notwendig wurden, ist auf Basis der vorliegenden Ergebnisse der effektiv erzielbare Mehrertrag mit etwa 12% anzunehmen. Durch die Abdeckvarianten konnte keine signifikante Beeinflussung des Stärkegehalts festgestellt werden. Aufgrund des höheren Knollenertrags erreichten die Grünschnittvarianten den höchsten Stärkeertrag. Unter Kleeabdeckung wurde der höchste Nitratgehalt in den Knollen gemessen. Die Dammabdeckung unterschiedlichen Materials hatte keinen signifikanten Einfluss auf die Anzahl tierischer Fraßschäden und den Schorfbefall.

Durch eine Grünschnittabdeckung (50 t/ha) konnten Dammform und –stabilität erhalten sowie der Bodenabtrag verhindert werden.

Am Standort Moidrams "Biofläche" konnte die teilweise unkrautunterdrückende Wirkung einer Grünschnittabdeckung nachgewiesen werden, wobei die Dammabdeckung einen Striegelvorgang nicht ersetzt.

Eine Dammabdeckung ist aus wirtschaftlicher Sicht wegen der hohen Ausbringungskosten im konventionellen Bereich nicht kostendeckend. Ob eine Verminderung der Ausbringungsmenge gleiche positive Wirkung erzielt, muss durch weitere Versuche geklärt werden.

# 7. Summary

Covering ridges on sloping fields is getting more and more important because of the increasing number of heavy rains and special culture management measurers.

Grassland cut of permanent grassland, which – according to the ÖPUL programme – has to be carried out and got rid of at least once a year, can be used profitably in many different ways. The objective of this master thesis in 2011 was to test the use of 1<sup>st</sup> grassland cut material in comparison to other materials as coverage material on potato ridges in traditional potato cultivation. The effects of different organic coverage materials were analysed with regard to yield, quality and stability of the ridges in fields.

The field study carried out in Tautendorf (conventional cultivation; manual spreading of coverage material; plot size 3 m x 10 m) tested the effects of different coverage materials (chopped  $1^{st}$  grassland cut, chopped hay, chopped clover, compost, mixture of compost and aspolit) as opposed to a check area without any coverage material as to systematic measuring of temperature and moisture content in potato ridges, diseases and infestation, possible handicaps during harvest, tuber yield, starch content and nitrate content.

These above-mentioned parameters (except nitrate content) as well as the effects of 1<sup>st</sup> grassland cut coverage on the reduction of soil loss in heavy rain were determined at the test location in Moidrams "Hanglage" (conventional cultivation; spreading of coverage material by help of machines; plot size 15 m x 110 m). The influence of 1<sup>st</sup> grassland cut coverage on the parameters of diseases, infestation, harvest handicaps, tuber yield and starch content were observed at the test location in Moidrams "Biofläche" (organic cultivation; manual spreading of coverage material; plot size 3 m x 10 m). In addition to this, coverage materials were examined with regard to their influence on the reduction of weed contamination in two plots with different weeding intensity.

### Results:

The assessment of morning temperatures in the test locations of Tautendorf and Moidrams "Hanglage" showed a distinguishable temperature increase in the ridges covered by 1<sup>st</sup> grassland cut, whereas noon and evening temperatures in the ridges were higher. No differences in moisture content could be observed between covered

### Short Abstract

and uncovered ridges. Furthermore, the coverage of ridges neither caused an increase in diseases or infestation nor did it impede harvesting. All three test locations using 1<sup>st</sup> grassland cut coverage of 50 t per ha reached an increase in tuber yield of 10 to 30%. Due to the tramlines caused by the compost spreader (spreading width 15 m), the actual yield increase was reduced to 12%. However, no significant influence could be observed as to starch content. Because of the increase in tuber yield, the areas covered by 1<sup>st</sup> grassland cut brought about the highest starch yield. Clover coverage caused the highest nitrate content in the tubers. The use of ridge coverage of different materials had no significant influence on the extent of gnawing damage and scab. Additionally, 1<sup>st</sup> grassland cut coverage (50 t per ha) has a preserving effect on the form and stability of the ridges and thereby helps to avoid soil loss.

At the location of Moidrams "Biofläche" it was shown that 1<sup>st</sup> grassland cut coverage can also reduce weed contamination, but cannot replace the weeding harrow.

From the economic point of view, however, the use of 1<sup>st</sup> grassland cut coverage is not justified because of the high costs caused by spreading. It remains to be tested in further experiments whether a reduction of coverage material can have the same positive effects.

# 8. Bildanhang



Abbildung 38: Versuchsstandort Tautendorf nach der Abdeckmaterialausbringung am 26. Mai 2011, ohne Kompostmischungsvariante (GAMERITH, 2011)



Abbildung 39: Versuchsstandort Tautendorf am 31. Mai 2011 (GAMERITH, 2011)



Abbildung 40: Versuchsstandort Tautendorf am 18. Juni 2011 (GAMERITH, 2011)



Abbildung 41: Versuchsstandort Tautendorf am 30. Juni 2011 (GAMERITH, 2011)

## Bildanhang



Abbildung 42: Versuchsstandort Tautendorf am 05. Juli 2011 (GAMERITH, 2011)



Abbildung 43: Versuchsstandort Tautendorf am 17. September 2011 (GAMERITH, 2011)



Abbildung 44: Versuchsstandort Tautendorf am 01. Oktober 2011 (GAMERITH, 2011)



Abbildung 45: Versuchsernte in Tautendorf am 17. Oktober 2011 (GAMERITH, 2011)

# 9. Abkürzungsverzeichnis

9. Abkurzungsverze	
A	oberster Mineralbodenhorizont
Ag	A-Horizont mit leichter Vergleyung
A <sub>V</sub>	A-Horizont mit Verwitterung
AB	Übergang zwischen A- und B-Horizont
AB <sub>V</sub>	Übergang zwischen A- und B-Horizont verwittert
AR	Anbaureihe
B <sub>g</sub>	B-Horizont mit leichter Vergleyung
Β <sub>ν</sub>	B-Horizont mit Verwitterung
bzw	beziehungsweise
C <sub>v</sub>	C-Horizont mit Verwitterung
ca	circa
cm	Zentimeter
d.h	das heißt
EUF	Elektro-Ultrafiltration
FG	Fahrgasse
G (Bodenhorizont)	durch Grundwasser geprägter Horizont
G (Statistik)	Gasse
g	Gramm
H <sub>2</sub> 0	Wasser
h	Stunde
ha	Hektar
H2	Dammhöhe 2
H3	Dammhöhe 3
K <sub>2</sub> O	Kaliumoxid
kg	Kilogramm
I	Liter
m	Meter
m²	Quadratmeter
mg	Milligramm
N	Stickstoff
NG	normale Gasse
ÖPUL	Österreichisches Programm zur Förderung einer
	umweltgerechten Landwirtschaft

## Abkürzungsverzeichnis

. Diphosphorpentoxid
. Position
.Pflegegasse
.Regenereignis
.Dammtal 1
.Dammtal 2
.Dammtal 3
.Tonne
.Trockenmasse
.Variante
. Wiederholung
.Euro
.Prozent
.Grad Celsius

10. Abbildungsverzeichnis	
Abbildung 1: Kartenausschnitt Waldviertel	16
Abbildung 2: Parzellenplan; Tautendorf	18
Abbildung 3: Anlegen der Heuvariante; Standort Tautendorf (GAMERITH, 2011	) . 20
Abbildung 4: Häckseln des Grünschnittmaterials; Standort Tautendorf (GAMEF	≀ITH,
2011)	21
Abbildung 5: Temperatursensor	23
Abbildung 6: Parzellenplan; Moidrams "Hanglage"	25
Abbildung 7: Ernteplan; Standort Moidrams "Hanglage"	26
Abbildung 8: Grünschnitthäckseln; Standort Moidrams "Hanglage" und "Bioflä	che".
(GAMERITH, 2011)	28
Abbildung 9: Querschnitt eines geöffneten Damms ohne Abdeckung (GAMEF	≀ITH,
2011)	29
Abbildung 10: Schematische Darstellung der Dammformvermessung (GAMEF	≀ITH,
2011)	30
Abbildung 11: Messpunkte für die Ermittlung der Furcheneintiefung (GAMEF	≀ITH,
2011)	31
Abbildung 12: Parzellenplan; Moidrams "Biofläche"	33
Abbildung 13: Mittlere Dammtemperaturen – Stechthermometer; Sta	ndort
Tautendorf	39
Abbildung 14: Mittlere Dammtemperaturen – Sensor; Standort Tautendorf	43
Abbildung 15: Ertrags- und Qualitätsauswertung; Standort Tautendorf	49
Abbildung 16: Mittlere Temperaturen im Damm nach Messzeitpunkten und Mor	ıaten
gruppiert; Standort Moidrams "Hanglage"	56
Abbildung 17: Dammform der Legemaschine (schwarze Linie)	und
Grünschnittvariante (grüne Linie) (GAMERITH, 2011)	58
Abbildung 18: Dammform der Grünschnitt- (grüne Linie) und Nullvariante (k	olaue
Linie) (GAMERITH, 2011)	58
Abbildung 19: Darstellung des Einschneidens des Dammtals durch Wa	asser
(GAMERITH, 2011)	59
Abbildung 20: Darstellung der Wechselwirkung der Abdeckvariante	und
Wiederholung; unterste Dammbreite Standort Moidrams "Hanglage"	60
Abbildung 21: Darstellung der Wechselwirkung der Abdeckvariante	und
Wiederholung: Dammhöhe Standort Moidrams "Hanglage"	61

Abbildung 22: Graphische Darstellung der Wechselwirkung der Abdeckvariante und
Position; Dammtal 1 Standort Moidrams "Hanglage"
Abbildung 23: Graphische Darstellung des Faktors "Variante"; Dammhöhe 2
Standort Moidrams "Hanglage"66
Abbildung 24: Graphische Darstellung des Faktors "Variante"; Dammtal 2 Standort
Moidrams "Hanglage" 67
Abbildung 25: Kontrollstab in der Grünschnitt- und Nullvariante nach dem
Regenereignis vom 08. Juni 2011; Standort Moidrams "Hanglage" (GAMERITH,
2011)
Abbildung 26: Links: Dammtal einer Grünschnittvariante. Rechts: Dammtal einer
Nullvariante; Standort Moidrams "Hanglage" (GAMERITH, 2011) 71
Abbildung 27: Ertrags- und Qualitätsauswertung; Standort Moidrams "Hanglage". 72
Abbildung 28: Schematische Darstellung des Anbauvorgangs; Standort Moidrams
"Hanglage"73
Abbildung 29: Mittelwerte des Knollenertrags, Stärkegehalts und Stärkeertrags nach
Fahrgassen aufgeteilt; Standort Moidrams "Hanglage"
Abbildung 30: Grenze zwischen nicht abgedecktem und mit Grünschnitt
abgedecktem Damm in der zweimaligen Striegelvariante; Standort Moidrams
"Biofläche" (GAMERITH, 2011)78
Abbildung 31: Ertrags- und Qualitätsauswertung; Standort Moidrams "Biofläche"
einmalige Striegelbearbeitung 80
Abbildung 32: Ertrags- und Qualitätsauswertung; Standort Moidrams "Biofläche"
zweimalige Striegelbearbeitung82
Abbildung 33: Wurzel, die in die Grünschnittabdeckung gewachsen war; Standort
Tautendorf (GAMERITH, 2011) 85
Abbildung 34: Schimmelschicht in der Kleeabdeckung; Standort Tautendorf
(GAMERITH, 2011)
Abbildung 35: Verteilung des Abdeckmaterials über den Dämmen
Abbildung 36: Tagesverlauf der Dammtemperatur in den Monaten Juni und Juli;
Standort Tautendorf
Abbildung 37: Extrembeispiel: Aufstauung von erodiertem Bodenmaterial; Standorf
Moidrams "Hanglage" 94
Abbildung 38: Versuchsstandort Tautendorf nach der Abdeckmaterialausbringung
am 26. Mai 2011, ohne Kompostmischungsvariante (GAMERITH, 2011) 104

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung	39:	Versuchsstandort	Tautendorf a	am 31.	Mai 2	2011	(GAMI	ERITH,	2011)
									104
		Versuchsstandort							
									104
Abbildung	41:	Versuchsstandort	Tautendorf a	am 30.	Juni	2011	(GAMI	ERITH,	2011)
									104
Abbildung	42:	Versuchsstandort	Tautendorf	am 05.	Juli 2	2011	(GAMI	ERITH,	2011)
									105
Abbildung	43:	Versuchsstandort	Tautendorf a	am 17.	Septe	embei	2011	(GAME	RITH,
2011)									105
Abbildung	44:	Versuchsstandort	Tautendorf	am 01	l. Ok	tober	2011	(GAME	RITH,
2011)									105
Abbildung	45:	Versuchsernte in	Tautendorf	am 17	. Ok	tober	2011	(GAME	RITH,
2011)									105

# 11. Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Inhaltsstoffe von 1000g Rohware Kartoffeln (GEISLER, 1988, S. 402) 4
Tabelle 2: Nährstoffe im Boden durch Kartoffelernterückstände (BERGER et al.,
1996, S. 95)
Tabelle 3: Prozentuelle Inhaltsstoffe einer Stärkekartoffelknolle (TEGGE, 2004,
S. 145)
Tabelle 4: Bodenbeschreibung; Standort Tautendorf (ÖBK 1, 1990, S. 59 (ergänzt))
Tabelle 5: Bestandsführung; Standort Tautendorf    19
Tabelle 6: Bodenbeschreibung; Standort Moidrams "Hanglage" (ÖBK 2, 1980,
S. 67 (ergänzt))
Tabelle 7: Bestandsführung; Standort Moidrams "Hanglage"
Tabelle 8: Bodenbeschreibung; Standort Moidrams "Biofläche" (ÖBK 2, 1980,
S. 69 (ergänzt))
Tabelle 9: Bestandsführung; Standort Moidrams "Biofläche"
Tabelle 10: Mittelwerte und statistische Auswertung der Dammtemperatur -
Stechthermometer der Null-, Grünschnitt-, Heu- und Kleevariante; Standort
Tautendorf41
Tabelle 11: Mittelwerte und statistische Auswertung der Dammtemperatur -
Stechthermometer der Null-, Kompost- und Kompostmischungsvariante; Standort
Tautendorf
Tabelle 12: Mittelwerte und statistische Auswertung der Dammtemperatur - Sensor
der Null-, Grünschnitt-, Heu- und Kleevariante; Standort Tautendorf 44
Tabelle 13: Mittelwerte und statistische Auswertung der Dammtemperatur - Sensor
der Null-, Kompost- und Kompostmischungsvariante; Standort Tautendorf 45
Tabelle 14: Referenzdaten für den Wassergehalt im Damm    47
Tabelle 15: Erntebeeinträchtigungen; Standort Tautendorf
Tabelle 16: Mittelwerte und statistische Auswertung des Knollenertrags der Null-,
Grünschnitt-, Heu- und Kleevariante; Standort Tautendorf
Tabelle 17: Mittelwerte und statistische Auswertung des Stärkegehalts der Null-,
Grünschnitt-, Heu- und Kleevariante; Standort Tautendorf
Tabelle 18: Mittelwerte und statistische Auswertung des Stärkeertrags der Null-,
Grünschnitt-, Heu- und Kleevariante; Standort Tautendorf

Tabelle 19: Mittelwerte und statistische Auswertung des Nitratgehalts der Null-,
Grünschnitt-, Heu- und Kleevariante; Standort Tautendorf
Tabelle 20: Mittelwerte und statistische Auswertung des Schorfbefalls und der
tierischen Fraßschäden der Null-, Grünschnitt-, Heu- und Kleevariante; Standorf
Tautendorf 52
Tabelle 21: Mittelwerte und statistische Auswertung des Knollenertrags der Null-,
Kompost- und Kompostmischungsvariante; Standort Tautendorf 53
Tabelle 22: Mittelwerte und statistische Auswertung des Stärkegehalts der Null-,
Kompost- und Kompostmischungsvariante; Standort Tautendorf 53
Tabelle 23: Mittelwerte und statistische Auswertung des Stärkeertrags der Null-,
Kompost- und Kompostmischungsvariante; Standort Tautendorf 54
Tabelle 24: Mittelwerte und statistische Auswertung des Nitratgehalts der Null-,
Kompost- und Kompostmischungsvariante; Standort Tautendorf 54
Tabelle 25: Mittelwerte und statistische Auswertung des Schorfbefalls und der
tierischen Fraßschäden der Null-, Kompost- und Kompostmischungsvariante;
Standort Tautendorf
Tabelle 26: Mittelwerte und statistische Auswertung der Dammtemperatur - Sensor
der Null- und Grünschnittvariante; Standort Moidrams "Hanglage" 57
Tabelle 27: Mittelwerte und statistische Auswertung der untersten Dammbreite der
Null- und Grünschnittvariante; Standort Moidrams "Hanglage" 59
Tabelle 28: Mittelwerte und statistische Auswertung der Dammhöhe der Null- und
Grünschnittvariante; Standort Moidrams "Hanglage"
Tabelle 29: Mittelwerte und statistische Auswertung der Dammbreite bei 6 cm der
Null- und Grünschnittvariante; Standort Moidrams "Hanglage" 61
Tabelle 30: Mittelwerte und statistische Auswertung der Dammbreite bei 10 cm der
Null- und Grünschnittvariante; Standort Moidrams "Hanglage" 62
Tabelle 31: Zusammenfassung der Vermessung der Furcheneintiefung; Standort
Moidrams "Hanglage" 63
Tabelle 32: Daten der Furcheneintiefung; Standort Moidrams "Hanglage" 63
Tabelle 33: Mittelwerte und statistische Auswertung des Dammtals 1 der Null- und
Grünschnittvariante; Standort Moidrams "Hanglage"
Tabelle 34: Mittelwerte und statistische Auswertung der Dammhöhe 2 der Null- und
Grünschnittvariante; Standort Moidrams "Hanglage"
Tabelle 35: Mittelwerte und statistische Auswertung des Dammtals 2 der Null- und
Grünschnittvariante: Standort Moidrams "Hanglage"

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 36: Mittelwerte und statistische Auswertung der Dammhöhe 3 der Null- und
Grünschnittvariante; Standort Moidrams "Hanglage"
Tabelle 37: Mittelwerte und statistische Auswertung des Dammtals 3 der Null- und
Grünschnittvariante; Standort Moidrams "Hanglage"
Tabelle 38: Auswertung der relativen Werte der Kontrollstäbe nach
Regenereignissen (RE); Standort Moidrams "Hanglage" 69
Tabelle 39: Mittelwerte der Parameter Erntebeeinträchtigung; Standort Moidrams
"Hanglage"71
Tabelle 40: Mittelwerte und statistische Auswertung des Knollenertrags der Null- und
Grünschnittvariante; Standort Moidrams "Hanglage"
Tabelle 41: Mittelwerte und statistische Auswertung des Stärkegehalts der Null- und
Grünschnittvariante; Standort Moidrams "Hanglage"
Tabelle 42: Mittelwerte und statistische Auswertung des Stärkeertrags der Null- und
Grünschnittvariante; Standort Moidrams "Hanglage"
Tabelle 43: Mittelwerte und statistische Auswertung des Schorfbefalls und der
tierischen Fraßschäden der Null- und Grünschnittvariante; Standort Moidrams
"Hanglage"
Tabelle 44: Mittelwerte der Parameter Erntebeeinträchtigung; Standort Moidrams
"Biofläche" für beide Striegelintensitäten
Tabelle 45: Mittelwerte und statistische Auswertung der Ertrags- und
Qualitätsparameter der Null- und Grünschnittvariante; Standort Moidrams "Biofläche"
einmalige Striegelbearbeitung
Tabelle 46: Mittelwerte und statistische Auswertung des Knollenertrags,
Stärkegehalts und Stärkeertrags der Null- und Grünschnittvariante; Standort
Moidrams "Biofläche" zweimalige Striegelbearbeitung
Tabelle 47: Mittelwerte und statistische Auswertung des Schorfbefalls und der
tierischen Fraßschäden der Null- und Grünschnittvariante; Standort Moidrams
"Biofläche" zweimalige Striegelbearbeitung
Tabelle 48: Gesamte Ausbringungskosten und Erlös aus dem Mehrertrag      93
Tabelle 49: Früh blühende Unkräuter (BEDLAN, 2006, S. 25-93)

AMA - Agrar Markt Austria (2011): Merkblatt der Agrarmarkt Austria zum Mehrfachantrag Flächen 2011. Wien: Eigenverlag.

ASP-Aspangerbergbau (s.a.): Aspanger Aspolit. http://www.aspangerbergbau.at/front\_content.php?idcat=434. (abgerufen am 14.03.2012, 17:30).

BAEUMER, K. (1992): Allgemeiner Pflanzenbau. 3., überarbeitete und erweiterte Auflage. Stuttgart: Eugen Ulmer GmbH&Co.

BAUMGARTNER, B. (2002): Wandererlebnis Waldviertel und Wachau - die 50 schönsten Touren. 1. Auflage. St. Pölten, Wien, Linz: NP-Buchverlag.

BEDLAN, G. (2006): Unkräuter. Bedeutung in Garten und Landwirtschaft. 8. Auflage. Wien: Österreichischer Agrarverlag.

BERGER, L., GRUBER, P., HUBER, E., PANZENBÖCK, J., REHM, F. und SCHNABEL, A. (1996): Pflanzenbau 2 – Acker Grünland. 2. korrigierte Auflage. Graz: Leopold Stocker Verlag.

BMLFUW- Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft (2011): Grüner Bericht 2011. 52. Auflage. Wien: Eigenverlag.

BÖRNER, H. (2009): Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz. 8., neu bearbeitete und aktualisierte Auflage. Berlin und Heidelberg: Springer-Verlag.

BROSS-BURKHARDT, B. und WEIDENWEBER, C. (2010): Kartoffeln für den Hausgarten. Wien: Österreichischer Agrarverlag.

CUTTER, E.G. (s.a.): Structure and development of the potato plant. In: HARRIS, P. (Hrsg.) (1992): The potato crop. London, New York, Tokyo, Melbourne, Madras: Chapman&Hall.

FRITZSCHE, R. und KEILBACH, R. (1994): Die Pflanzen-, Vorrats- und Materialschädlinge Mitteleuropas mit Hinweisen auf Gegenmaßnahmen. Jena: Gustav Fischer Verlag.

GEISLER, G. (1988): Pflanzenbau. Ein Lehrbuch - Biologische Grundlagen und Technik der Pflanzenproduktion. 2., neubearbeitete und erweiterte Auflage. Berlin und Hamburg: Verlag Paul Parey.

IWAMA, K. und YAMAGUCHI, J. (2006): Abiotic Stresses. In: GOPAL, J. (Hrsg.) und PAUL KHURANA, S.M. (Hrsg.) (2006): Hand book of Potato Production, Improvement and Postharvest Management. New York, London, Oxford: Food Products Press.

GÖTZ, A. und KONRAD, J. (1987): Band 1: Pflanzenbau. 6. überarbeitete Auflage. In: Landwirtschaftliches Lehrbuch. Stuttgart: Eugen Ulmer GmbH&Co.

HACHFELD, R. (Hrsg.), REISNER, S. (Hrsg.) und RESCHKE, K. (Hrsg.) (1999): Kartoffel Kultur.Mythos.Gesundheit.Rezepte. Heidelberg: Umschau/Braus Verlag.

HEITEFUSS, R., KÖNIG, K., OBST, A. und RESCHKE, M. (2000): Pflanzenkrankheiten und Schädlinge im Ackerbau. 4., überarbeitete und erweiterte Auflage. Frankfurt: DLG-Verlags-GmbH.

HEYLAND, K. (Hrsg.) (1996): Spezieller Pflanzenbau. Stuttgart: Eugen Ulmer GmbH&Co.

HOFFMANN, G.M. und SCHMUTTERER, H. (1999): Parasitäre Krankheiten und Schädlinge an landwirtschaftlichen Kulturpflanzen. 2. erweiterte und ergänzte Auflage. Stuttgart: Eugen Ulmer GmbH.

HOLZNER, W. und GLAUNINGER, J. (2005): Ackerunkräuter. Bestimmung – Biologie – Landwirtschaftliche Bedeutung. Graz-Stuttgart: Leopold Stocker Verlag.

KEES, H. (1984): So bekämpft man Unkraut auf Acker- und Grünland. 4., erw. und verb. Auflage. Frankfurt (Main): DLG-Verlag.

KELLER, E. (Hrsg.), HANUS, H. und HEYLAND, K.-U. (1999): Handbuch des Pflanzenbaues. Band 3: Knollen- und Wurzelfrüchte, Körner- und Futterleguminosen. Stuttgart: Verlag Eugen Ulmer.

KIRNER, L. (2010): Wettbewerbsfähigkeit der Stärkekartoffel in Österreich nach Implementierung des EU-Health-Check und der Reform der GAP nach 2013. Agrarpolitischer Arbeitsbehelf Nr. 36. Wien: Eigenverlag Bundesanstalt für Agrarwirtschaft.

KUNICK, A. (2004): Zum Einfluss von Mineraldüngung, Reifezeit und Genotyp auf die Ertrags- und Qualitätsbildung bei Stärkekartoffeln (Solanum tuberosum L.). München: Herbert Utz Verlag GmbH.

LM – Lebensministerium (Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft) (2006): Richtlinien für die sachgerechte Düngung - Anleitung zur Interpretation von Bodenuntersuchungsergebnissen in der Landwirtschaft.

6. Auflage. Wien: Eigenverlag.

LOCHOW, J. und SCHUSTER, W. (1979): Anlagen und Auswertung von Feldversuchen. Anleitung und Beispiele für die Praxis der Versuchsarbeit. 2., erweiterte Auflage. Frankfurt Main: DLG-Verlag.

MENZEL, C.M. (1983): Tuberization in potato at high temperatures: interaction between shoot and root temperatures. Annals of Botany 1983/52, 65 – 69.

NITSCH, A. (2003): Kartoffelbau. Bergen/Dumme: Agrimedia GmbH.

NÖS 1 - Niederösterreichische Saatbaugenossenschaft (s.a.): Kuras. http://www.noes.at/cms/noes/index.php?idcatside=45 (abgerufen am 30.12.2011, 18:30).

NÖS 2 - Niederösterreichische Saatbaugenossenschaft (s.a.): Eurostarch. http://www.noes.at/cms/noes/index.php?idcatside=81 (abgerufen am 30.12.2011, 18:30).

NÖS 3 - Niederösterreichische Saatbaugenossenschaft (s.a.): Wisent. http://www.noes.at/cms/noes/index.php?idcatside=86 (abgerufen am 30.12.2011, 18:30).

ÖBK 1 – Österreichische Bodenkartierung (1990): Erläuterungen zur Bodenkarte 1:25 000 Kartierungsbereich Horn KB 132 – BI. 20-2S. Wien: Eigenverlag Bundesanstalt für Bodenwirtschaft.

ÖBK 2 - Österreichische Bodenkartierung (1980): Erläuterungen zur Bodenkarte 1:25 000 Kartierungsbereich Zwettl KB 70 – Bl. 19-3N. Wien: Eigenverlag Bundesanstalt für Bodenwirtschaft.

PRUCKNER, O. (2009): Das Waldviertel. 3., ergänzte und vollständig überarbeitete Auflage. Wien: Falter Verlagsgesellschaft mbH.

RAD- UND STRASSENKARTE 2007. Wien: Ed. Hölzl.

RADTKE, W., RIECKMANN, W. und BRENDLER, F. (2000): Kartoffel. Krankheiten-Schädlinge-Unkräuter. Gelsenkirchen: Verlag Th. Mann.

REYNOLDS, M.P. und EWING, E.E. (1989): Effects of high air and soil temperature stress on growth and tuberization in Solanum tuberosum. Annals of Botany 1989/64, 241 – 247.

SATTELMACHER, B. MARSCHNER, H. und KÜHNE, R. (1990): Effects of the temperature of the rooting zone on the growth and development of roots of potato (Solanum tuberosum). Annals of Botany 1990/65, 27 – 36.

SCHEFFER, F., SCHACHTSCHABEL, P., BLUME, H.-P., BRÜMMER, G., HARTGE, K.-H. und SCHWERTMANN, U. (1998): Lehrbuch der Bodenkunde. 14., neu bearbeitete und erweiterte Auflage. Stuttgart: Ferdinand Enke Verlag.

TEGGE, G. (Hrsg.) (2004): Stärke und Stärkederivate. 3. vollständig überarbeitete Auflage. Hamburg: B. Behr's Verlag GmbH &Co. KG.

WILD, A. (1995): Umweltorientierte Bodenkunde. Eine Einführung. Heidelberg, Berlin, Oxford: Spektrum Akademischer Verlag.

WSB-Labor (2011): Kompostbeurteilung und externe Güteüberwachung der Kompostierungsanlage in Gmünd gemäß Teil 1 Anlage 3 der Bundeskompostverordnung zu Prüfbericht P/50013/11 vom 10. März 2011. Krems: unveröffentlichter Bericht.

ZFT – Zuckerforschung Tulln (s.a.): EUF-Bodenuntersuchung. http://www.zuckerforschung.at/inhalt.php?titel=LANDWIRTSCHAFT&nav=nland\_bera tung\_zuckerruebe\_euf&con=euf (abgerufen am 05.01.2012, 18:33).