

Abschlussbericht

Einfluss anbautechnischer Maßnahmen auf Ertrag und Qualität von Speisekartoffeln aus ökologischem Anbau

Forschungs-Nr.: 04/15

Laufzeit: 2007 - 2010

**verantw.
Themenbearbeiter:** Dr. H. Gruber

Mitarbeiter: Dipl.-Ing. A. Titze

Februar 2010

Themenbearbeiter

Institutsleiter

Inhaltsverzeichnis

1	Problemstellung	4
2	Methode	6
2.1	Untersuchungen in der Fruchtfolge	6
2.2	Sortenversuche und Zeiternten	6
2.3	Versuch Vorkeimung und Düngung	7
3	Ergebnisse und Diskussion	9
3.1	Ertragsniveau in Abhängigkeit von der Stellung in der Fruchtfolge	9
3.2	Einfluss der Sorte auf den Marktwareertrag	11
3.3	Einfluss der Sorte auf die Knollenqualität	18
3.4	Einfluss von Vorkeimung und Düngung auf Ertrag und Qualität	23
3.4.1	Witterungsbedingungen	23
3.4.2	Einfluss der Vorkeimung auf den Ertrag	24
3.4.3	Einfluss von Stickstoff- und Kaliumdüngung auf den Ertrag	25
3.4.4	Einfluss von Vorkeimung und Düngung auf die Knollenqualität	26
3.5	Ökonomische Bewertung des Verfahrens	29
4	Schlussfolgerung	32
5	Zusammenfassung	34

Literatur

Anhang

Abkürzungsverzeichnis

1 Problemstellung

In Mecklenburg-Vorpommern wurden 2009 auf einer Fläche von knapp 600 ha Kartoffeln angebaut (Tab. 1). Es ist davon auszugehen, dass 2010 keine wesentliche Veränderung eingetreten ist.

Tab. 1: Entwicklung der Öko-Kartoffelanbaufläche in Mecklenburg-Vorpommern (o. V. 2009, *Gruber, Händel 2010)

Verwertung	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Pflanzkartoffeln*	41	38	42	54	60	52
Futterkartoffeln	0	0	1	1	0	0
Speisekartoffeln	206	286	253	412	523	546
Summe	247	324	296	467	583	598

Im ökologischen Kartoffelanbau in Mecklenburg-Vorpommern sind die Marktwareerträge bedingt durch häufig ungünstige Standortbedingungen und fehlende Beregnung unzureichend. Eine Umfrage unter Landwirten (10 Betriebe mit insgesamt 268 Hektar, davon 8 Betriebe mit einer Fläche unter 50 Hektar) zur Ernte 2008 ergab, dass die Erträge zwischen 70 und 400 dt/ha schwankten und ein Durchschnittsertrag von 197 dt/ha erreicht wurde. Hauptprobleme sind die fehlende Beregnung (drei Betriebe mit Beregnung) und stärkere Verunkrautung der Bestände. Darüber hinaus wird die Nährstoffversorgung als nicht ausreichend eingeschätzt. Nur jeweils ein Betrieb hat Kartoffeln nach Leguminosenvorfrüchten angebaut und organischen Dünger ausgebracht. Qualitätsprobleme traten vor allem durch Schorf, Rhizoctonia und Dry core sowie Drahtwürmer auf. Da einige Krankheiten, insbesondere Rhizoctonia, auch durch das Pflanzgut übertragen werden können, gebührt der Pflanzgutqualität immer eine erhöhte Aufmerksamkeit. Die meisten Betriebe waren jedoch entgegen anderen Umfragen mit der Pflanzgutqualität zufrieden. Die befragten Landwirte repräsentieren ein Drittel aller Öko-Kartoffelanbauer und ihr Kartoffelanbau etwa 50 % der Fläche in Mecklenburg-Vorpommern.

Versuchsergebnisse belegen, dass durch eine gezielte Sortenwahl in Abhängigkeit vom Standort sowohl auf den Ertrag als auch auf die Qualität Einfluss genommen werden kann (Gruber, Zenk 2010). Die Umfrage ergab jedoch, dass das Sortenspektrum zwar umfangreich war, die Auswahl der Sorten in der Regel aber nicht nach acker- und pflanzenbaulichen Gesichtspunkten durch den Landwirt erfolgt. Hier bestimmen Abpacker und Vermarkter, wel-

che Sorten auf den Acker kommen. Sie wiederum bekommen die Anforderungen vom Handel und können nur begrenzt im Sinne des Landwirtes handeln.

Während auch für den ökologischen Landbau langjährige Ergebnisse zu Ertrag und Qualität von Sorten vorliegen, ist über den zeitlichen Verlauf der Ertragsbildung und des sortenspezifischen Knollenansatzes unabhängig von der Reifegruppenzuordnung vergleichsweise wenig bekannt. Neben der Vorkeimung könnten aber Sorten mit frühem Knollenansatz die Vegetationszeit besser nutzen und für die Ertragsbildung von Vorteil sein. In Jahren mit kurzer Vegetationszeit wie z. B. 2007 erreichen Sorten mit frühem Knollenansatz gegebenenfalls bereits Ende Juni einen hohen Anteil vermarktbarer Ware. Welcher Zeitpunkt einer Proberodung Sortenunterschiede zeigt, ist bisher für norddeutsche Sandstandorte nicht ausreichend geklärt. Ebenso die Frage, ob durch den Ertrag aus einer Proberodung eine Vorhersage für den Endertrag möglich ist.

Obwohl der positive Ertragseffekt des Vorkeimens in einigen Versuchen nachgewiesen wurde (Gruber & Titze 2009, Paffrath 2007), wird auf Grund hoher Kosten zu wenig vorgekeimtes Pflanzgut eingesetzt. Durch Vorkeimung kann einer Verkürzung der Wachstumszeit z. B. durch frühen Phytophthora-Befall entgegengesteuert werden. Darüber hinaus verbessert Vorkeimung den Aufgang und verringert in Abhängigkeit vom Jahr den Anteil krankheitsbedingter Fehlstellen, die in der Regel durch Rhizoctonia hervorgerufen werden.

Einige Betriebe setzen zu den Kartoffeln organische Stickstoffdünger ein, um die Nährstoffversorgung zu verbessern und Ertrag und Qualität gleichermaßen positiv zu beeinflussen. Wie diese Dünger unter den in Mecklenburg-Vorpommern häufig trockenen Bedingungen wirken, ist unklar. Gleiches gilt für die im ökologischen Kartoffelanbau häufig durchgeführte mineralische Kaliumdüngung mit dem Ziel der Vermeidung der Schwarzfleckigkeit. In der Regel liegt kein echter Düngebedarf im Sinne der EU-VO 834 vor. Dadurch wird Kalium, meist als Patentkali zugeführt, zum Kostenfaktor. Auf der anderen Seite gelten auch für Öko-Kartoffeln hohe Qualitätsanforderungen. Neben den genannten Düngemitteln wird auch eine Reihe von Pflanzenstärkungsmitteln appliziert, die ebenfalls eine Qualitätsverbesserung bis hin zum Geschmack versprechen.

In der nachfolgenden Arbeit werden Forschungsergebnisse aus Feldversuchen am Standort Gülzow zusammengestellt, die auf einige der aufgeworfenen Fragen Antwort geben können. Dabei besteht das Ziel, Empfehlungen zur Verbesserung des Marktwareertrages und der Knollenqualität über die Sortenwahl, Vorkeimung, Düngung und Pflanzenbehandlung zu geben.

2 Methode

2.1 Untersuchungen in der Fruchtfolge

Für die Ertragsermittlung (Gesamtertrag) in der Fruchtfolge (Tab. 2) wurden 8 mal 10 Meter beerntet bzw. ab 2007 wurde der Durchschnittsertrag der Bezugsbasen beider Reifegruppen aus dem Sortenversuch verwendet, da dieser Versuch den größten Teil des Schrages einnahm. Dabei ist zu berücksichtigen, dass die Bezugsbasis von Jahr zu Jahr unterschiedlich ist, sie aber Extreme im Ertragsverhalten einzelner Sorten ausgleicht. In Jahren ohne Ertragsangaben wurden wegen Fruchtfolgeumstellung keine Kartoffeln angebaut.

Tab. 2: Fruchtfolge Öko-Feld Gülzow*

FF-Feld	1993-1998	1999-2004	2005-
1	Kleegras (ZF)	Kleegras	Kleegras FBS
2	Kartoffeln (Dung)	Wi.-getreide (Dung, ZF)	Kleegras HNJ
3	So.-getreide (ZF)	Kartoffeln	So.-getreide (Dung)
4	Körnerleguminosen	Körnerleguminosen	Wintergetreide (ZF)
5	Wi.-getreide (Dung)	Wintergetreide (Dung)	Kartoffeln (Dung)
6	Hafer + US	Hafer + US	Wintergetreide

* Angaben in den Klammern gelten im Anschluss an die Hauptkultur

Da die Ertragsermittlungen in der Fruchtfolge nicht auf randomisierten Versuchen beruhen, wurde zur besseren Bewertung des Ertragsniveaus ein Vergleich mit den Ergebnissen aus den Sortenversuchen angestellt. Dazu wurde für den Zeitraum 2001-2009 das Versuchsniveau aus den Sortenversuchen (unbalancierte Datenstruktur) nach der Hohenheim-Gülzower-Serienauswertung (PIAFStat-Verfahren ‚MW‘ – Bestimmung des Mittelwertes) berechnet (Michel et al 2007). Darüber hinaus wurden das dreijährige Ertragsmittel aus dem Versuch Vorkeimung und Düngung herangezogen. Die Spannweite ist der Minimum- und Maximum-Wert aus den jeweils einbezogenen Jahresmittelwerten.

2.2 Sortenversuche und Zeiternten

Ertrag (relativer Marktwareertrag) der Sorten aus den Sortenversuchen am Standort Gülzow
Bestandsbonituren während der Vegetation in den Sortenversuchen – Absterbedatum (Datum), Tage zwischen Pflanzung und Absterben (Tage), Mängel in der Jugendentwicklung (Boniturnote), Anteil Kümmerlinge (%), Alternariabefall (Boniturnote), Krautfäulebefall (Boniturnote)

Knollenqualität nach der Zwischenlagerung - Schorfbefall (Schorf- Index), Eisenfleckigkeit (%), Rhizoctonia deformierte Knollen (%), Wachstumsrisse (%), Losschaligkeit (Boniturnote)

Die Bonitur des Bestandes, die Ermittlung des Marktwareertrages (Speisegröße und Übergrößen) und die Beurteilung der Knollen nach einer vier- bis sechswöchigen Lagerung erfolgte entsprechend der Richtlinien des Bundessortenamtes zur Durchführung von Sortenversuchen (o. V. 2000). Während die Ertragsermittlung des als Blockanlage randomisierten Versuches je Parzelle erfolgte, wurde die Erhebung der Knollenqualität je Teilstück (Mischprobe aus den Wiederholungen) vorgenommen. Die Ergebnisse wurden für den Zeitraum 2005-2009 zusammengestellt.

Die statistische Verrechnung des Knollenertrages durch Varianzanalyse und Mittelwertbildung (Adjustierung auf Grund unbalancierter Datenstruktur) erfolgt mit SAS, Mixed Procedure. In den Abbildungen wurden adjustierte Mittelwerte mit Vertrauensintervallen für den paarweisen Vergleich angegeben. Signifikanz der langjährig regionalen Erwartungswerte liegt bei nicht ineinander greifenden Schenkeln vor (Michel et al 2007).

Von 2006-2009 wurde die vierte Wiederholung des Sortenversuches für drei Zeiternten (je 12 Pflanzen ohne Wiederholung) genutzt. Zur zweifelsfreien Abgrenzung wurden die Pflanzen in der Reihe durch rote bzw. weiße Knollen gekennzeichnet. Geerntet wurde von Hand bei sehr frühen und frühen Sorten 40, 50 und 60 Tage, bei mittelfrühen und einer mittelspäten Sorte 50, 60 und 70 Tage nach dem Aufgang. 2009 wurden zusätzlich Zeiternteergebnisse aus einem Projektversuch einbezogen, die in Wiederholung angelegt worden sind. Die Knollen wurden fraktioniert ($>/< 35$ mm) und gewogen. Die statistische Auswertung der unbalancierten Datensätze durch Varianzanalyse und Mittelwertschätzung (Adjustierung auf Grund unbalancierter Datenstruktur) mit SAS, Mixed Procedure (Michel et al 2007) umfasste 2 Reifegruppen, 51 Sorten, 3 Zeiternten, 4 Jahre und bezieht sich auf das Merkmal Marktwareanteil der Zeiternte. In die Berechnung der Streuungsmaße (Excel) gingen 23 Sorten ein (einige Sorten wurden wegen hoher Standardfehler ausgeschlossen). Diese 23 Sorten waren auch Grundlage für die Betrachtung des Zusammenhanges zwischen dem Marktwareertrag der Zeiternte und dem der Haupternte (Mittelwertbildung mit Adjustierung auf Grund unbalancierter Datenstruktur).

2.3 Versuch Vorkeimung und Düngung

Dieser Versuch (2-fakt. Spaltanlage, Tab. A3) wurde von 2007 bis 2009 durchgeführt. Ökologisch vermehrtes Pflanzgut der Sorte Agila wurde ca. zwei Wochen in Kisten im Gewächshaus vorgekeimt. In allen Jahren erfolgte die Pflanzung Ende April nach Getreide mit Stallung und einer ca. zwei Wochen vor Pflanzung umgebrochenen legumen Zwischenfrucht. Die Anlageparzelle umfasste 4 Reihen mit jeweils 24 Pflanzen/Reihe/Wiederholung. Geern-

tet wurden nur die mittleren zwei Reihen jeder Parzelle. Mit dem ersten Häufeln wurden 80 kg/ha Kalium in Form von Patentkali bzw. 60 kg/ha Stickstoff über den organischen Dünger Agrobiosol (www.biosol.com) eingearbeitet. Das als Pflanzenstärkungsmittel eingestufte und im Öko-Anbau zugelassene feinstoffliche Funktionsmittel Greengold (www.biohof-heidelicht.de) ist während der Vegetationszeit in zwei Gaben mit jeweils 3 l/ha mit der Rückenspritze appliziert worden (Tab. 3). Die Aufwandmenge wurde auf Grund sehr unterschiedlicher Mengenangaben des Herstellers für die im Versuch vorherrschenden Bedingungen angepasst. Für den Ausbringungstermin waren die Feuchtebedingungen von entscheidender Bedeutung.

Termine und Angaben zur Nährstoffversorgung sind in Tab. 4 aufgeführt. Die Bewertung des Vorkeimeffektes und der N-Düngung muss unter Berücksichtigung der sehr unterschiedlichen Witterungsbedingungen (Tab. A4) in den drei Untersuchungs Jahren erfolgen.

Die statistische Verrechnung des Knollenertrages durch Varianzanalyse und Mittelwertbildung erfolgte mit SAS, Mixed Procedure (Michel et al 2007). Für die Bestimmung der Gehalte an Stickstoff und Kalium wurde eine Mischprobe (aus 4 Wiederholungen) entnommen, so dass eine statistische Verrechnung nicht erfolgte. Die Bestimmung der Schwarzfleckigkeit nach den Richtlinien des Bundessortenamtes (o. V. 2000)) wurde nach einer Überlagerung im Januar durchgeführt.

Tab. 3: Versuchsvarianten

Varianten/Faktor		Beschreibung
A	B	
1		ohne Vorkeimen
2		mit Vorkeimen
	1	ohne
	2	Kaliumdüngung 80 kg/ha K (Patentkali)
	3	Greengold (Pflanzenstärkungsmittel)
	4	N-Düngung 60 kg/ha N Agrobiosol

Tab 4: Termine / Maßnahmen/Bodennährstoffgehalte

Maßnahmen	2007	2008	2009
Vorfrucht	Getreide mit Dung/ anschl. ZF* Senf	Getreide mit Dung/ anschl. legume ZF*	Getreide mit Dung/ anschl. legume ZF*
Pflanzbettbereitung	16.04.07	22.04.08	24.04.09
Pflanzung	26.04.07	30.04.08	28.04.09
Häufeln	15.05. / 11.06.07	09.05. / 21.05.08	11.05. / 20.05./ 04.06.09
Greengold	14.05. / 01.06.07	20.05. / 04.06.08	11.05 / 26.05.09
Rodung	15.-17.08.07	25.08.08	26.08.09
N min kg/ha 0-90 cm Vegetationsbeginn	59	32	30
N min kg/ha 0-30 cm Aufgang	-	90	43
K mg/100g Boden	13	12	13
Gehaltsklasse I`S	C	C	C

*ZF-Zwischenfrucht

3 Ergebnisse und Diskussion

3.1 Ertragsniveau in Abhängigkeit von der Stellung in der Fruchtfolge

Die Kartoffelerträge in der Fruchtfolge weisen starke Schwankungen auf (Abb. 1). Der geringste Ertrag wurde 1996 festgestellt, als nach einem sehr langen und strengen Winter die Auspflanzung erst am 13. Mai erfolgen konnte. Obwohl während der Vegetationszeit ausreichend Niederschläge fielen, war die Gesamtentwicklung der Pflanzen unzureichend. Ähnlich geringe Erträge wurden in der zweiten Rotation in den Jahren 2001 und 2002 erreicht. In der dritten Rotation fiel diesbezüglich besonders das Jahr 2006 auf, wo unter anderem ein hoher Anteil krankheitsbedingter Fehlstellen durch lange Aufgangszeiten und Trockenheit bei überdurchschnittlichen Temperaturen in Juni dazu beitrugen. Auch andere Autoren stellten hohe Ertragsschwankungen fest.

Neben dem Jahreseinfluss ist auch die Vorfrucht von Bedeutung. Während bis 1999 der Kartoffelertrag nach der Vorfrucht Klee gras mit Zwischenfrucht bei 215 dt/ha lag, wurden ab 2001 nach Getreide mit einer Dünggabe und der Vorvorfrucht Klee gras nur noch 189 dt/ha erreicht. In der dritten Rotation wurden die Kartoffeln erst im dritten Jahr nach Klee gras angebaut. Die Vorfrucht Getreide erhielt eine Stalldünggabe und nach der Getreideernte wurde

ein legumes Zwischenfruchtgemenge mit teilweise überwinternden Arten ausgedrillt. Die Erträge waren in dieser Rotation mit 223 dt/ha bisher am höchsten.

Bei der Betrachtung der Ergebnisse aus der Fruchtfolge ist zu berücksichtigen, dass durch den Sortenwechsel ein diesbezüglicher Einfluss nicht ausgeschlossen werden kann.

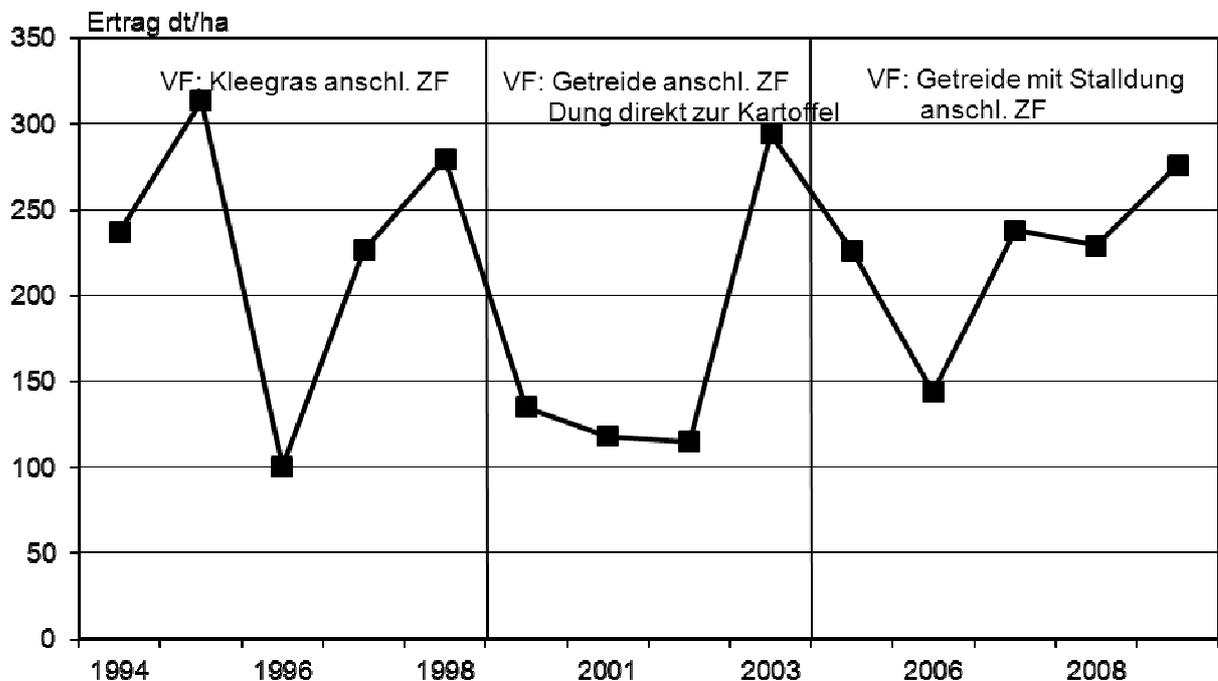


Abb. 1: Entwicklung der Gesamterträge in der Fruchtfolge (Öko-Feld Gülzow) unter Berücksichtigung der verschiedenen Vorfrüchte

Zur besseren Beurteilung des Ertragsniveaus in der Fruchtfolge wurde dieses mit dem Ertragsniveau anderer Versuche verglichen (Abb. 2). Der Vergleich zeigt die große Übereinstimmung zwischen den Ertragsmittelwerten, wobei die Spannweiten in Abhängigkeit vom Betrachtungszeitraum unterschiedlich sind. Der sich ergebende Durchschnittsertrag aus den verschiedenen Versuchen von etwa 230 dt/ha kann als ein dem Standort angepasster Ertrag gesehen werden. Ein ähnliches Ertragsniveau (253 dt/ha) wurde in der Fruchtfolge am Standort Güterfelde erreicht (Dittmann, Zimmer 2006). Die dort vorliegenden Standortbedingungen können im Vergleich zum Gülzower Standort allerdings als etwas ungünstiger eingeschätzt werden.

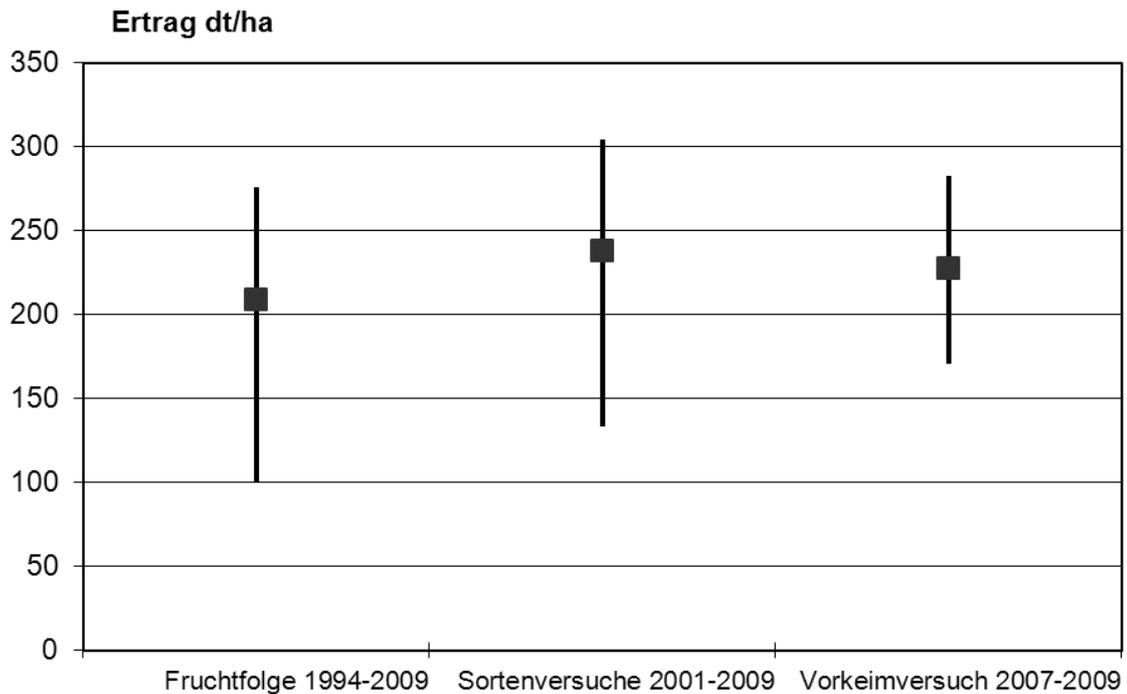


Abb. 2: Mittelwert und Spannweite Gesamtertrag (dt/ha), Versuchsniveau aus verschiedenen Versuchen (Öko-Feld Gülzow)

3.2 Einfluss der Sorte auf den Marktwareertrag

Sortenversuche

Der Einfluss der Sorte auf den Ertrag wurde in verschiedenen Versuchen mit unterschiedlichen Fragestellungen herausgestellt (Haase et al 2005, Böhm et al 2002, Haase et al 2003, Meinck & Kolbe 1999) und teilweise auch nachgewiesen. Die mehrjährigen Ergebnisse aus den eigenen Sortenversuchen (Gruber & Zenk 2010) am Standort Gülzow ergaben auf Grund hoher Vertrauensintervalle jedoch nur geringe Unterschiede zwischen den Sorten (Tab. A5). Im frühen Sortiment fallen nur die Sorten Agila und Aktiva durch signifikant höhere Erträge auf (Abb. 3). Im mittelfrühen Sortiment unterscheiden sich die Sorten nicht (Abb. 4). Daraus kann geschlossen werden, dass bei der Sortenwahl aus dem hier untersuchten Sortiment der Ertrag bis auf wenige Ausnahmen eine untergeordnete Rolle spielt. Folglich rücken Qualitätskriterien stärker in den Mittelpunkt der Entscheidungen.

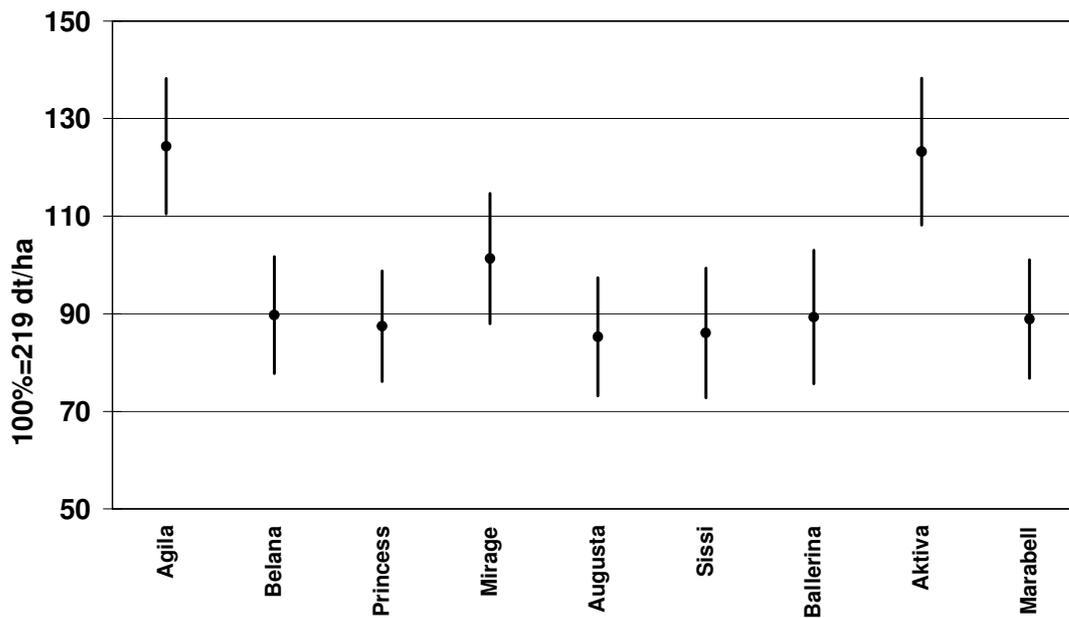


Abb. 3: Marktertrag für die Reifegruppe früh mit Intervallen für den paarweisen Vergleich (90 %) aus den Jahren 2005-2009 (adjustierte Mittelwerte aus den Sortenversuchen ökologischer Landbau M-V)

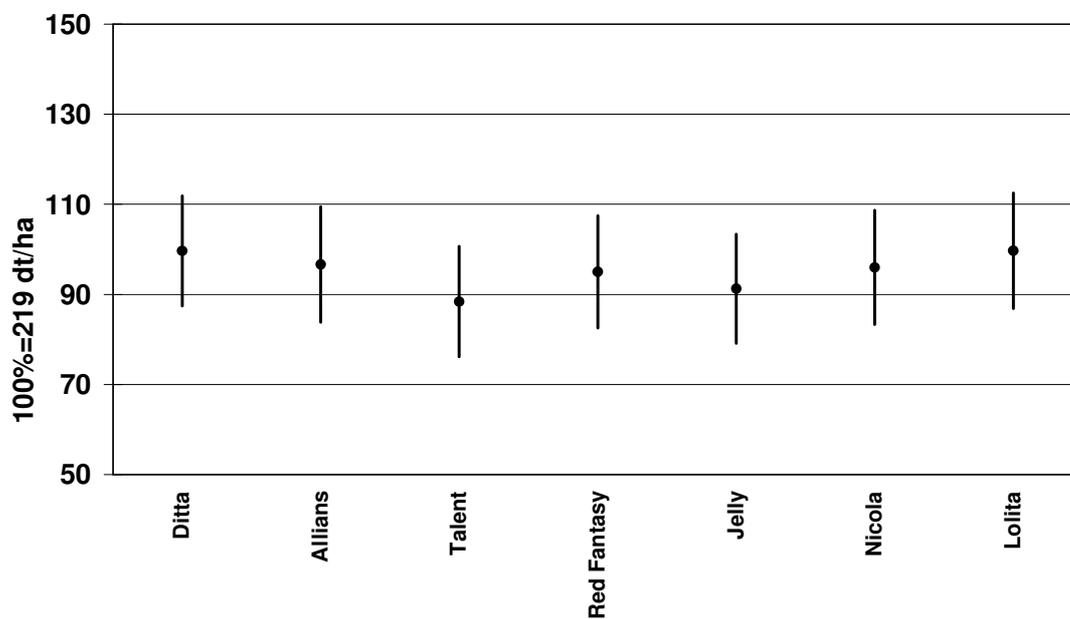


Abb. 4: Marktertrag für die Reifegruppe mittelfrüh bis mittelspät mit Intervallen für den paarweisen Vergleich (90 %) aus den Jahren 2005-2009 (adjustierte Mittelwerte aus den Sortenversuchen ökologischer Landbau M-V)

Zeiternteversuch

Neben Sortenempfehlungen, die sich aus den Haupternteerträgen ergeben, bleibt die Frage, ob Sorten mit einem frühen Knollenansatz Vorteile bringen, wenn kurze Vegetationszeiten, z. B. durch frühen Krautfäulebefall die Knollenbildung beeinflussen. Die zur Beantwortung dieser Frage den Sortenversuchen vorgelagerten Zeiternten bezogen Jahre mit unterschiedlich langen Vegetationsperioden ein (Tab. 5). 2007 wurde bereits Anfang Juli ein Befall mit Krautfäule festgestellt, 2008 war die Vegetationszeit dagegen vier Wochen länger.

Für diese Auswertung wurde das Merkmal „Ertragsanteil > 35 mm (Marktware) am Gesamtertrag der Zeiternte“ ausgewählt. Der Marktwareanteil ist für die Praxis neben dem Marktwareertrag eine entscheidende Größe, da möglichst viele Knollen bereits früh vermarktbar sein sollten.

Tab. 5: Wachstumsbeobachtungen

	Datum				Tage
	Pflanzung	Aufgang	Absterben	Krautfäule Erstbefall	Aufgang bis Absterben
2006	25.04.	20.05.	28.07.	13.07.	69
2007	26.04.	22.05.	13.07.	04.07.	52
2008	30.04.	17.05.	14.08.	-	89
2009	28.04.	22.05.	30.07.	13.07.	69

In der Varianzanalyse wurden die Faktoren Reifegruppe (RG), innerhalb der Reifegruppe die Sorte und Zeiternte (ZE) als Haupteffekte sowie deren Wechselwirkungen betrachtet. Der Einfluss der Reifegruppen war hoch signifikant, woraus ein Reifegruppen spezifisches Ertragsniveau abgeleitet werden kann (Tab. 6). Innerhalb einer Reifegruppe reagieren die Sorten jedoch ähnlich, da eine Wirkung $RG*S$ nicht nachgewiesen werden konnte bzw. nur schwach ist. Die hohe Signifikanz des Effektes $RG*S*ZE$ hebt die Unterschiede im Sortenverhalten bezüglich der Ertragsbildung über die Zeiternten hervor. Geht man davon aus, dass die Einteilung in Reifegruppen nur annäherungsweise die Sorten in ihrem Reifeverhalten beschreibt, dann gewinnt die Sortenspezifität in der Ertragsbildung an Bedeutung.

Die Ergebnisse (Abb. 5) der Auswertung zeigen, dass, auch bei Berücksichtigung der späteren Ernte, die Erträge der Reifegruppe mittelfrüh/mittelspät höher sind als die der Reifegruppe sehr früh/früh (Effekt RG). Darüber hinaus ist der Ertragsanstieg der Reifegruppe mittelfrüh/mittelspät steiler als der der früheren Reifegruppe, was deutlicher durch Extrapolieren des Erntezeitpunktes 40 Tage nach Aufgang werden würde (Effekt $RG*ZE$). Es ist davon

auszugehen, dass die Erträge zu einem früheren Zeitpunkt zwar geringer sind, der Anstieg jedoch so steil ist, dass bereits nach 50 Tagen eine Überschneidung der beiden Geraden erfolgt. Dadurch werden im Mittel der später reifenden Sorten bereits nach 50 Tagen höhere Marktwareanteile erreicht als im Mittel der früheren Reifegruppen. Die hohe Standardabweichung macht jedoch auch deutlich, dass in jeder Reifegruppe sowohl Sorten mit sehr schneller als auch langsamer Ertragsbildung vertreten sind. Das unterstreicht einmal mehr die Sortenspezifität über die Grenzen der Reifegruppen hinaus.

Ziel der Untersuchung war auch, den Erntezeitpunkt mit der größten Sortenspezifität und Differenzierung zu finden. In der Auswertung konnte weder bei einer Zeiternte noch bei einer Reifegruppe eine deutliche Spezifität nachgewiesen werden. Die festgestellten Unterschiede im Korrelationskoeffizienten sind nur gering und in der Reifegruppe sehr früh/früh nicht logisch (Tab. 7). Die Betrachtung der Varianz ergab die größte Sortendifferenzierung in der ersten Zeiternte, allerdings deutlicher in der frühen Reifegruppe (Tab. 7). Eine der Hauptursachen für die eingeschränkte Aussage in der Reifegruppe mittelfrüh/mittelspät könnte der späte erste Erntetermin sein, der 50 Tagen nach Aufgang keine Spezifität mehr aufweist und keine eindeutige Sortendifferenzierung mehr zulässt. Zur Beschreibung von Sortenunterschieden muss daher ein möglichst früher Zeitpunkt für die Knollenansatzbonitur gewählt werden. Es ist davon auszugehen, dass sich diese Sortendifferenzierung bei früheren Pflanzterminen (z. B. unter günstigeren Standortbedingungen) verstärkt. Auch Untersuchungsergebnisse von Möller (2003) zeigen, dass Ertragsunterschiede zwischen Sorten (Reifegruppen) sich besonders zu einem frühen Erntetermin zeigen. Auf Standorten mit geringer N-Versorgung waren zur Haupternte keine Unterschiede mehr nachweisbar. Bei höherem N-Niveau blieb die Ertragsdifferenzierung zwischen den Reifegruppen jedoch erhalten.

Tab. 6: F-Test der fixen Faktoren für das Merkmal Marktwareanteil

Effect	Num DF	Den DF	F Value	Pr > F
RG	1	54	15.03	0.0003
RG*S	49	54	1.26	0.2053
ZE	3	7	1.27	0.3552
RG*ZE	2	54	2.63	0.0816
RG*S*ZE	106	54	1.90	0.0051

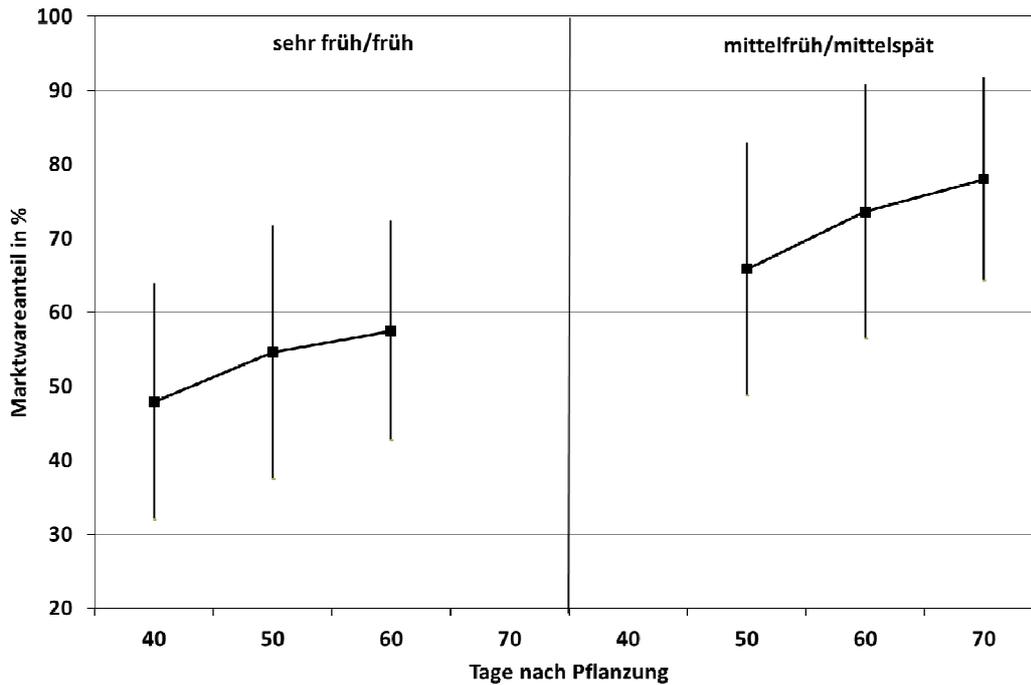


Abb. 5: Mittelwert Marktwareanteil (%) und Standardabweichung in Abhängigkeit von der Reifegruppe

Tab. 7: Korrelation* und Varianz* des Marktwareanteils in Abhängigkeit von den Zeiternten

sfr./fr.	Korrelationskoeffizient			Varianz Sorten
	1	2	3	
1	-	0,55	0,63	253
2		-	0,76	76
3			-	56
mf./msp	Korrelationskoeffizient			Varianz Sorten
	2	3	4	
2	-	0,93	0,81	174
3		-	0,84	134
4			-	82

*nur Sorten einbezogen, die mindestens zwei Jahre geprüft wurden und einen Standardfehler $\leq 15,2$ aufweisen

Tab. 8: Marktwareanteil (% Marktware vom Zeiterntegesamtertrag) in Abhängigkeit vom Zeitpunkt der Ernte und Sorte*

Reifegruppe	Sorten	Zeiternte 1 40 d nach Aufgang	Zeiternte 2 50 d nach Aufgang	Zeiternte 3 60 d nach Aufgang	Zeiternte 4 70 d nach Aufgang
Sehr früh/ früh	Agila	57,8	67,3	70,5	
	Aktiva	35,3	55,7	58,8	
	Anuschka	69,9	53,1	54,7	
	Augusta	61,7	69,0	72,5	
	Ballerina	76,3	74,4	73,2	
	Belana	33,8	61,6	61,6	
	Gala	36,9	59,3	52,4	
	Gunda	35,5	53,4	58,7	
	Marabel	53,9	70,4	64,6	
	Mirage	38,7	62,3	62,8	
	Princess	21,7	49,7	51,0	
	Salome	47,8	48,4	65,2	
	Sissi	44,1	49,8	54,6	
mittelfrüh/ mittelspät	Allians		40,7	55,8	70,7
	Ditta		65,2	74,7	82,1
	Edelstein		65,5	71,8	81,6
	Jelly		61,5	72,6	84,1
	Laura		62,9	71,3	77,8
	Lolita		55,6	70,1	68,0
	Nicola		65,8	66,2	68,8
	Red_Fantasy		49,4	62,9	71,9
	Skala		85,3	89,8	95,3
	Talent		42,1	46,5	67,4

*nur Sorten einbezogen, die mindestens zwei Jahre geprüft wurden und einen Standardfehler $\leq 15,2$ aufweisen

Der Marktwareanteil der Sorten zum Zeitpunkt der Zeiternte und der Verlauf über die zeiternten war innerhalb einer Reifegruppe unterschiedlich. Auffällig ist hier die Sorte Agila (1. Reifegruppe), die einen hohen Marktwareanteil zur ersten Zeiternte aufweist (Tab. 8) und darüber hinaus auch einen hohen Endertrag erreichte. Sie stellt einen Sortentyp dar, der nach kurzer Vegetationszeit bereits einen hohen Anteil vermarktbarer Ware produziert. Diese Sor-

te scheint die eingangs aufgestellte Hypothese zu bestätigen, wonach zwischen Zeiterntertrag und Hauptertertrag ein Zusammenhang bestehen könnte. Gegen diese Annahme spricht das Ergebnis der Sorte Aktiva. Sie erreichte ebenfalls zur Haupternte einen signifikant höheren Ertrag als vergleichbare Sorten (Abb. 4), gehört aber neben den Sorten Belana, Princess oder Gunda zu den Sorten mit langsamer Jugendentwicklung und geringem Knollenwachstum zur ersten Zeiternte. Diese Ergebnisse stimmen mit denen von Möller (2003) aus Praxiserhebungen überein, der bei Sorten mit mittelspättem Knollenansatz ähnliche Erträge zur Haupternte nachweisen konnte wie bei Sorten mit mittelfrühem. Auch im Sortiment der 2. Reifegruppe verhalten sich die Sorten sehr unterschiedlich. Die Sorte Skale gehörte zum Beispiel zu den absoluten Frühstartern, so dass bereits 50 Tage nach Aufgang 80 % des Ertrages als Marktware eingestuft werden konnten. Aber auch Sorten wie Ditta, Edelstein und Nicola erreichten bereits früh einen Marktwareanteil über 65 %. Zur Haupternte konnten jedoch keine Ertragsunterschiede mehr festgestellt werden (Abb. 4).

Die starken Unterschiede in der Ertragsbildung der Sorten führten auch dazu, dass zwischen dem Marktwareertrag der ersten Zeiternte und dem der Haupternte kein Zusammenhang festgestellt werden konnte (Abb. 6). Das bedeutet, dass im mehrjährigen Mittel Sorten mit einem späteren Knollenansatz auch unter ökologischen Anbaubedingungen mit häufig kurzer Vegetationszeit noch hohe Erträge erreichen können.

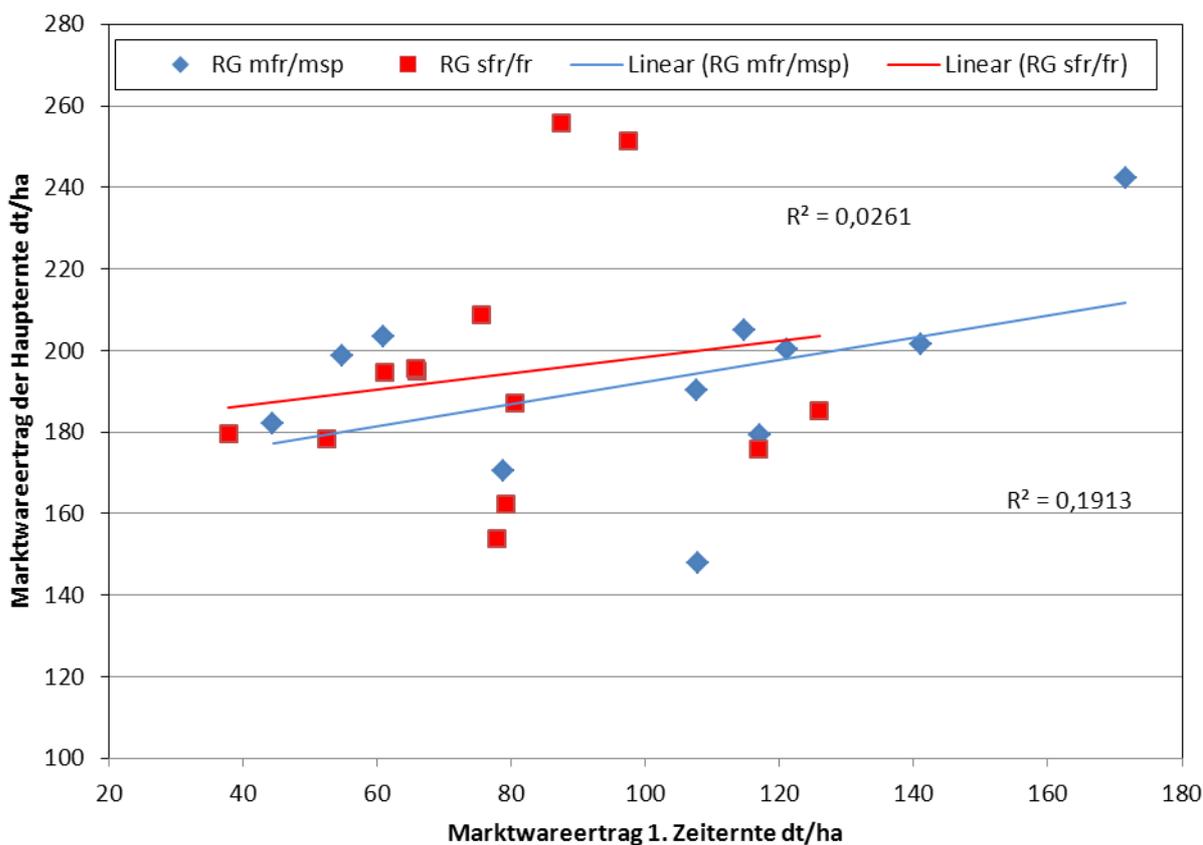


Abb. 6: Beziehung zwischen dem Marktwareertrag der 1. Zeiternte und Haupternte (23 Sorten, 2006-09, Standort Gülzow)

3.3 Einfluss der Sorte auf die Knollenqualität

Für die Betrachtung der Ergebnisse aus der Bestandesbonitur (Tab. 9) wurden der gleiche zeitliche Rahmen und die gleichen Sorten ausgewertet wie für die Ertragsbewertung. Die Ergebnisse zeigen, dass bereits im Feldbestand Unterschiede zwischen den Sorten zu beobachten sind. Die kürzeste Zeit (Tage) zwischen Pflanzung und Absterben (TPFLABST) wiesen bei den frühen Sorten Agila und Princess auf. Dagegen waren die Sorten Sissi und Aktiva am längsten grün (ABSTDAT). Allerdings war der Anteil Kümmerlinge bei der Sorte Sissi im Mittel der Jahre am größten. Gründe dafür sind in der Regel in schlechtem Aufgang durch *Rhizoctonia* zu suchen. Dagegen wiesen die Sorten Mirage und Aktiva diesbezüglich keine Mängel auf. Im mittelfrühen und mittelspäten Sortiment wurden bei den Sorten Nicola und Jelly ein sehr frühes Absterben festgestellt. Dagegen war insbesondere die Sorte Ditta deutlich länger grün. Der Anteil Kümmerlinge war bei der Sorte Talent am geringsten, wodurch sie sich deutlich von den Sorten Allians und Red Fantasy unterschied. Bei Mängeln in der Jugendentwicklung (MNGLJUGE) und beim Auftreten von *Alternaria* (ALT_ERNA) und

Krautfäule (KRAUFAEU) wurden in beiden Reifegruppen nur geringe Sortenunterschiede festgestellt.

Tab. 9: Ausgewählte Wachstumsbeobachtungen, Mittelwert 2005-2009

Sorte/ Reifegruppe	ABSTDAT	ANT_KUEM	MNGLJUGE	TPFLABST	ALT_ERNA	KRAUFAEU
früh						
Agila	06. 08.	2,8	2,1	101	1,7	4,3
Belana	11. 08.	5,5	2,7	106	1,5	4,0
Princess	08. 08.	1,7	2,9	102	1,4	4,2
Mirage	08. 08.	0,0	2,6	102	1,7	3,6
Augusta	12. 08.	2,5	2,6	106	1,9	3,9
Sissi	13. 08.	11,1	3,8	107	1,2	3,7
Ballerina	11. 08.	3,5	3,4	106	2,5	4,0
Aktiva	13. 08.	0,0	2,4	107	1,2	3,7
Marabel	09. 08.	2,7	3,8	104	2,1	4,0
mittelfrüh-mittelspät						
Ditta	31. 07.	4,5	2,5	95	1,2	3,7
Allians	21. 08.	7,7	3,8	116	1,4	2,3
Talent	23. 08.	2,0	3,2	118	1,2	3,9
Red Fantasy	26. 08.	7,0	3,5	121	1,2	3,8
Nicola	04. 08.	5,3	2,7	99	1,5	3,5
Jelly	06. 08.	5,7	2,3	100	1,2	3,3
Lolita	09. 08.	5,3	2,2	104	1,2	3,7

Die Knollenbonitur nach dem Zwischenlager diente der Feststellung von Qualitätsmängeln. Besonders bei der Anfälligkeit für Schorf und Eisenfleckigkeit zeigten sich deutliche Sortenunterschiede (Tab 10). Beide Kriterien spielen bei der Vermarktung eine wichtige Rolle.

Am Standort Gülzow ist das Potential für das Auftreten der Eisenfleckigkeit vorhanden, jedoch zeigt sich in allen Jahren, dass nur einige Sorten dafür anfällig waren. Der durch Nematoden übertragene Tabak-Rattle-Virus verursachte besonders bei den Sorten Belana, Marabel und Nicola Qualitätsminderungen. Das Auftreten dieser Krankheit ist stark vom Standort abhängig, was die innerhalb der Öko-Wertprüfung des Bundessortenamtes durchgeführten Untersuchungen bestätigten (o. V. 2004, 2005, 2006).

Der durch das Bakterium *streptomyces scabies* übertragene Kartoffelschorf, findet am Standort Gülzow in der Regel ein sauerstoffreiches Milieu vor. Die sandigen meist trockenen Böden und die im ökologischen Landbau häufige mechanische Pflege fördern die Infektion während der Knollenbildung. Die mehrjährigen Boniturergebnisse zeigen jedoch sortenbedingte Unterschiede (Tab. 10). Am Standort Frankenhausen (Hessen) mit Lehm Böden und Ackerzahlen um 70 wurde allerdings ein deutlich höherer Schorfbefall festgestellt, was aller

Wahrscheinlichkeit nach auch auf hohe pH-Werte zurückgeführt werden kann (o. V. 2004, 2005, 2006).

Tab. 10: Ausgewählte Knollenbonituren nach Zwischenlager, Mittelwert 2005-2009

Sorte/ Reifegruppe	LOSSCHA	SCHOINDE	WACHRISS	EIS_FLEC	RIZKAN
früh					
Agila	1,4	3,5	2,3	0,0	0,9
Belana	2,9	4,3	2,3	26,2	3,5
Princess	2,4	0,9	7,4	5,3	2,2
Mirage	2,6	5,6	0,3	8,2	0,7
Augusta	1,7	2,1	0,0	2,5	0,8
Sissi	1,7	0,0	0,0	9,1	3,0
Ballerina	1,7	6,0	0,0	6,9	0,5
Aktiva	1,7	5,9	0,0	1,9	1,4
Marabel	1,2	2,2	0,0	27,8	2,0
mittelfrüh-mittelspät					
Ditta	1,7	4,6	3,5	7	3,3
Allians	3,6	5,9	2,6	4	0,3
Talent	2,4	10,6	0,0	3,4	1,8
Red Fantasy	3,1	5,3	1,3	11,4	1,6
Nicola	1,7	4,0	2,7	22,5	5,7
Lolita	1,2	13,0	0,7	7,9	2,1
Jelly	1,5	3,8	1,6	2,8	1,4

Sorten mit einem Schorfindex über 10 sollten auf Sandböden ohne Beregnung nicht angebaut werden (Lolite, Talent). Die Handelsklassenverordnung (o. V. 1985) fordert einen Schorfbefall unter 25 % der Oberfläche. Die Berliner Vereinbarung (o. V. 1956) toleriert diesen Befall nur bei etwa 5 Gewichtsprozenten. Gleichmaßen sollten Sorten mit erhöhter Anfälligkeit für die Eisenfleckigkeit auf vorbelasteten Böden nicht angebaut werden. Laut Handelsklassenverordnung müssen Speisekartoffeln frei von Eisenfleckigkeit sein. Partien mit über 10 % Eisenflecken sind in der Regel nicht vermarktbar (Belana, Marabell, Nicola, Red Fantasy).

Für die im ökologischen Landbau in den letzten Jahren verstärkt auftretende Pilzkrankheit *Rhizoctonia solani* sind die häufigsten Übertragungswege zum einen das Pflanzgut und zum anderen die im Boden vorhandenen Pilze, die sich bei kühler feuchter Witterung insbesondere bis zum Aufgang, bei organischer Düngung direkt zur Kartoffel oder bei anderen schlecht verrotteten organischen Materialien (Zwischenfrüchte) stark verbreiten können (Dreyer 2010, Bruns 2009). Da in den Sortenversuchen Züchterpflanzgut eingesetzt wurde, welches in der Regel eine sehr geringe Ausgangsbelastung aufwies, spielte der erstgenannte Übertragungsweg kaum eine Rolle. Ebenso wurden die Kartoffeln im Berichtszeitraum immer nach

Getreide und einem legumen Zwischenfruchtgemenge angebaut und organische Düngung (Stalldung) nur zur Vorfrucht ausgebracht. Daher sind die jährlichen Unterschiede im Befall in erster Linie auf die differenzierten Witterungsbedingungen während der Vegetation zurückzuführen.

Entsprechend der Boniturrichtlinien des Bundessortenamtes werden nur die Anteile *Rhizoctonia deformierter Knollen* festgestellt. Eine Bonitur von Pusteln an der Knolle wurde nicht vorgenommen. Insgesamt ist der Anteil *Rhizoctonia deformierter Knollen* (RIZKAN) gering. Dennoch zeigen einige Sorten eine erhöhte Anfälligkeit. Diese Anfälligkeit verstärkt sich besonders in ungünstigen Jahren (z. B. 2006) und kann bei solchen Sorten auch Anteile von 10-20 % erreichen. Die im Mittel der Jahre etwas auffälligen Sorten Belana, Sissi, Ditta und Nicola sollten also nur angebaut werden, wenn das ackerbauliche Risikopotential besonders gering ist. Ergebnisse aus einem Zeiternterversuch belegen, dass während der Vegetationszeit die *Rhizoctonia*-Pustelbildung zunimmt (Wuttke 2009). Daher sollte die Ernte bei anfälligen Sorten möglichst zeitnah nach dem Erreichen der Schalenfestigkeit erfolgen (Dreyer 2010).

Der gegenwärtige Markt bevorzugt fest kochende Sorten. Unter Berücksichtigung dieser Forderung ist die Sorte Agila die erste Wahl, da sie neben hoher Pflanzen- und Knollengesundheit im frühen Bereich zu den Sorten mit Ertragsüberlegenheit zählt (Tab. 11). Die Sorte Mirage, fest kochend und ohne signifikanten Ertragsunterschied, weist leichte Qualitätsmängel auf. Sie sollte nur gewählt werden, wenn die Bedingungen für geringen Schorfbefall und geringe Eisenfleckigkeit gegeben sind.

Wird im Vergleich zu den genannten Sorten auf Ertrag verzichtet, dann kommt auch die Sorte Princess in die engere Wahl. Sie erfüllt überwiegend die Qualitätsanforderungen (Ausnahme: *Rhizoctonia deformierte Knollen*), neigt aber bei fehlender Beregnung und sehr trockenen Jahren zu einer erhöhten Untergrößenbildung (GRUBER, ZENK 2010). Leichte Qualitätsmängel weisen auch die Sorten Sissi (in Bezug auf *Rhizoctonia deformierte Knollen*) und Ballerina (in Bezug auf Schorf) auf.

Im Bereich der mittelfrühen Sorten, die keine Ertragsunterschiede aufweisen, sind von den vorgestellten fest kochenden Sorten nur Allians und Ditta zu empfehlen. Die Sorte Ditta zeigt allerdings leichte Qualitätsmängel bezüglich Eisenfleckigkeit und *Rhizoctonia*.

Bei den vorwiegend fest kochenden Sorten fallen besonders die Sorten Aktiva (früh) und Jelly (mittelspät) auf. Beide Sorten weisen eine gute Qualität auf. Von den zwei mehlig kochenden Sorten ist die Sorte Augusta mit sehr guten Qualitätseigenschaften hervorzuheben.

Tab. 11: Einschätzung der Sorten nach Ergebnissen der Sortenversuche am Standort Gülzow

Sorte/ Reifegruppe	Kochtyp	Ertrag	Widerstandsfähigkeit gegen		
			Schorf	Eisenflecken	Rhizoctonia
früh					
Agila	f	+	+	+	+
Mirage	f	+	O	O	+
Princess	f	O	+	O	-
Sissi	f	O	+	O	-
Ballerina	f	O	-	+	+
Belana	f	O	O	--	-
Aktiva	vf	+	O	+	O
Marabel	vf	O	+	--	-
Augusta	m	O	+	+	+
mittelfrüh-mittelspät					
Ditta	f	O	+	-	-
Allians	f	O	O	+	O
Nicola	f	O	+	--	-
Red Fantasy	vf	O	O	-	-
Lolita	vf	O	--	-	-
Talent	m	O	--	+	-
Jelly	vf	O	+	+	-

+ = hoch, o = mittel, - = gering

3.4 Einfluss von Vorkeimung und Düngung auf Ertrag und Qualität

3.4.1 Witterungsbedingungen

In den Jahren 2007 und 2008 waren die Winterwasservorräte (Januar bis April) am Standort deutlich höher als im Jahr 2009. Dagegen lagen 2009 mit 50 mm Niederschlag ab Legen recht feuchte Aufgangsbedingungen vor. Ganz im Gegensatz zum Jahr 2008, das mit nur 10 mm sehr trockene Bedingungen lieferte. Dadurch war in Verbindung mit hoher Temperatur und Strahlungsintensität ein schneller Aufgang in nur 18 Tagen möglich. Die anhaltende Feuchtigkeit während der Vegetation im Jahr 2007 führte zu einem frühen Krautfäulebefall und durch das zeitige Absterben der Bestände zu einer Vegetationszeit von nur 52 Tagen. 2008 standen für die Ertragsbildung dagegen knapp 90 Tage zur Verfügung und im Jahr 2009 waren es fast 70 Tage (Tab. 12). In der Folge wurde 2007 in der Variante ohne Vorkeimung und ohne weitere Behandlungen nur ein Marktwareertrag von 138 dt/ha erreicht, dagegen lag der Ertrag 2008 bei 237 dt/ha und 2009 bei 250 dt/ha. Starke Jahresschwankungen konnte auch Paffrath (2007) feststellen.

Tab. 12: Bestandsbeobachtungen, Wachstumsbedingungen

	Datum			Anzahl Tage		Niederschläge in mm		
	Pflanzung	Aufgang	Absterben	bis Aufgang	Aufgang bis Absterben	Jan bis Apr	Pflanzung bis Aufgang	Mai bis Juli
2007	26.04.	22.05.	13.07.	26	52	175	31	328
2008	30.04.	17.05.	14.08.	18	89	207	10	89
2009	28.04.	22.05.	30.07.	23	69	110	53	316

3.4.2 Einfluss der Vorkeimung auf den Ertrag

Von den geprüften Faktoren Vorkeimung (F1) und Düngung (F2) hatte im mehrjährigen Mittel nur die Vorkeimung einen gesicherten Einfluss auf den Ertrag (Tab. 13).

Tab. 13: Varianztabelle der fixen Faktoren (2007-09)

Effect	DF	DF	F Value	Pr > F
Vorkeimung	1	11.2	5.77	0.0347
Düngung	3	6	1.59	0.2884
Vork*Düng	3	6.4	0.13	0.9406

Weder durch Stickstoff- noch durch Kaliumdüngung konnte im Mittel der Jahre ein Ertrags-einfluss nachgewiesen werden. Auch in Einzeljahren wies neben der Vorkeimung nur die Stickstoffdüngung Signifikanz auf (Abb. 7 und 8).

Der Feldaufgang war in allen Jahren unabhängig von der Düngung bei Vorkeimung gleichmäßiger als in den nicht vorgekeimten Varianten. Darüber hinaus wurde durch Vorkeimung 2007 und 2009 ein um 5 bzw. 10 Tage früherer Aufgang erreicht. Der Effekt war ein Mehrertrag von 16 bzw. 12 % Marktware. 2008 konnten diese Effekte nicht beobachtet werden, denn günstige Witterungsbedingungen sorgten auch in der nicht vorgekeimten Variante für einen schnellen Aufgang. Ähnliche Ergebnisse erreichte auch Paffrath (2007) unter deutlich anderen Standortbedingungen (sL, AZ 68, 650 mm NS). Bei einem Ertrag von 400 dt/ha mit Vorkeimung und damit etwa 65 dt/ha über der Variante ohne Vorkeimung sind die wirtschaftlichen Vorteile deutlich höher als unter den Bedingungen am Standort Gülzow. Mehr Wachstumstage durch früheren Aufgang vorgekeimter Partien beschreibt auch Möller (2003), allerdings konnte in diesen Praxiserhebungen bei Standorten mit geringem N-Niveau (vergleichbar mit dem Gülzower Standort) kein signifikanter Ertragsunterschied zur Haupternte mehr nachgewiesen werden. Dagegen war auf Standorten mit hoher N-Versorgung die vorgekeimte Variante bis zur Haupternte ertraglich überlegen.

Die starke Abhängigkeit des Ertragseffektes durch Vorkeimung von den spezifischen Wachstumsbedingungen (Witterung) wird sowohl durch die Untersuchungen von Paffrath (2007) und Möller (2003) als auch durch eigene bestätigt.

Der im Mittel der drei Untersuchungsjahre am Standort Gülzow nachgewiesene Mehrertrag von 22 dt/ha (10 %) durch Vorkeimung ist jedoch ausreichend, um die Mehraufwendungen zu decken. Die Kosten der Vorkeimung sind vom gewählten Verfahren abhängig. Werden etwa 520 €/ha veranschlagt, ist bei einem Preis von ca. 40 €/dt ein Mehrertrag im Vergleich zur nicht vorgekeimten Variante von 13 dt/ha erforderlich.

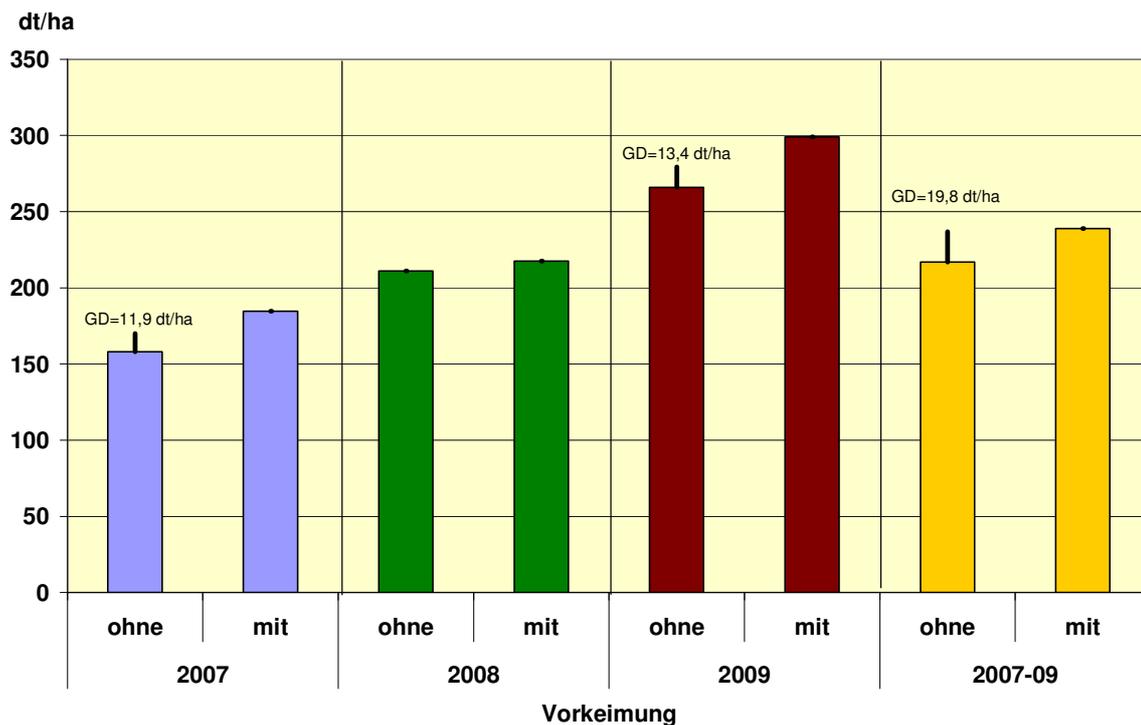


Abb. 7: Einfluss der Vorkeimung auf den Marktertrag (Sorte Agila), Standort Gülzow

3.4.3 Einfluss von Stickstoff- und Kaliumdüngung auf den Ertrag

Im Mittel aller Untersuchungsjahre konnte kein Stickstoffdüngungseffekt bei der hier vergleichsweise geringen Düngermenge nachgewiesen werden. Der Einfluss des Jahres war sehr hoch, so dass die Ergebnisse einer hohen Streuung unterlagen. Dennoch ergab die Auswertung einen gesicherten N-Düngungseffekt in Einzeljahren (2007 und 2009), wobei dieser bei vorgekeimten und nicht vorgekeimten Kartoffeln ähnlich hoch war. Dieses Ergebnis weist auf die Bedeutung der N-Versorgung, gegebenenfalls auch durch die Vorfrucht, im Kartoffelanbau hin. 2008 blieb die Wirkung der N-Düngung weitestgehend aus, da die trockenen Wachstumsbedingungen die Umsetzung des organischen Düngers erschwerten (Abb. 2). Ähnliche Ergebnisse wurden auch in dem Versuch in Nordrhein-Westfalen erreicht. Gesicherte Mehrerträge konnten nur in einem Jahr mit ausreichend Niederschlägen während der Vegetation nachgewiesen werden (Paffrath 2007). Sie sind daher in der Jugendentwicklung eine wichtige Voraussetzung, um die Effektivität des eingesetzten Düngers zu verbessern. Das unterstreicht die Bedeutung der Beregnung im Kartoffelbau, wenn ertragssteigernde Maßnahmen (N-Düngung) angewendet werden.

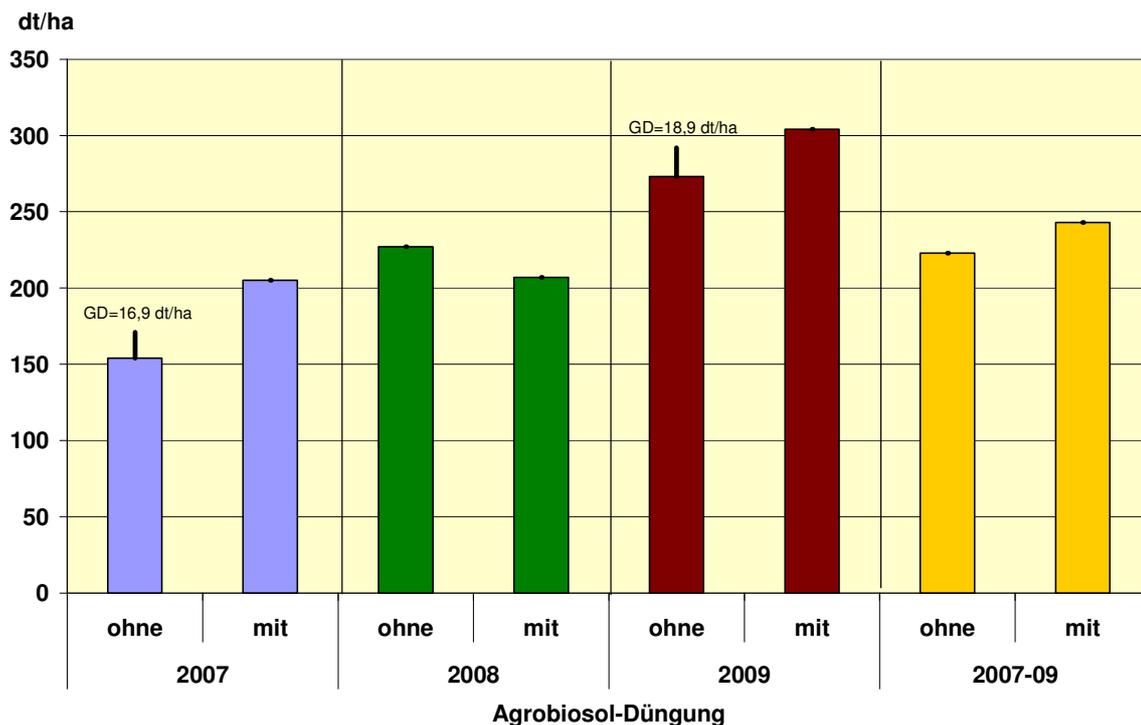


Abb. 8: Einfluss der organischen Stickstoffdüngung (Agrobiosol) auf den Marktertrag (Sorte Agila), Standort Gülzow

Die Kaliumdüngung und das als Pflanzenstärkungsmittel eingestufte und im Öko-Anbau zugelassene feinstoffliche Funktionsmittel Greengold blieben in allen Jahren ohne gesicherten Ertrags Einfluss. Eine Ursache kann in einer guten Kaliumbereitstellung aus dem Boden liegen, denn in allen drei Jahren wurde die Gehaltsklasse C erreicht. Darüber hinaus sind im Mittel der Jahre zwar die dem Standort entsprechenden aber doch geringen Erträge zu berücksichtigen, die eine Versorgung aus den Bodenvorräten und der Fruchtfolge möglich machen. Auch andere Untersuchungen konnten eine Ertragssteigerung durch mineralische Kaliumdüngung nicht nachweisen (Haase et al, 2005a).

3.4.4 Einfluss von Vorkeimung und Düngung auf die Knollenqualität

Bei Kaliumgehalten im Boden zwischen 12 und 13 mg/100g Boden war der **Kaliumgehalt** in der Knolle zwischen den Untersuchungsjahren unterschiedlich. Im Wesentlichen wird das auf die sehr unterschiedlichen Aufnahmebedingungen zurückgeführt. Die höchsten Kaliumgehalte in der Knolle wurden 2007 festgestellt, als viel Feuchtigkeit in der Wachstumsperiode für gute Lösungsbedingungen sorgte und der Ertrag gering war. Die Zunahme der Gehalte durch Kaliumdüngung war in allen Jahren in der Variante ohne Vorkeimung deutlich sichtbar (Tab. 14). In der Variante mit Vorkeimung traten diese Effekte abgeschwächt nur im ertragschwachen Jahr 2007 auf. Diese Ergebnisse sprechen gegen eine K-Düngung bei ausreichender Bodenversorgung und einem Ertragsniveau wie hier im Versuch erreicht. Bei deut-

lich geringeren K-Bodengehalten (Gehaltsklasse A-B) und höheren K-Düngermengen konnte Kolbe (2010) auf Löß-Lehm eine Erhöhung der Kaliumgehalte von 1,6 auf 2,0 % nachweisen, wobei sich die Regression mit steigenden Gehalten in der Knolle abflacht. Darüber hinaus fiel die Erhöhung der Gehalte durch mineralische Düngung (Kaliumsulfat) vergleichsweise gering aus. Dagegen konnte Haase et al (2005a) eine Steigerung der Kaliumgehalte besonders durch mineralische Düngung trotz eines deutlich höheren K-Gehaltsniveaus und etwas höherer Erträge als am Standort Gülzow nachweisen. Sowohl bei Kolbe (2010) als auch bei Haase (2005a) werden stärkere bzw. vergleichbare Effekte durch Stalldung beschrieben, so dass ein Zukauf mineralischer Düngemittel nicht unbedingt erforderlich ist. Allerdings sollte organischer Dünger nicht unmittelbar zur Kartoffel ausgebracht werden, da dadurch Auftreten von *Rhizoctonia* gefördert werden kann.

Die **Stickstoffgehalte** in der Knolle waren witterungsbedingt 2009 mit 1,1 % in der Trockenmasse am geringsten und 2008 mit 1,4 % am höchsten. Die Effekte einer zusätzlichen N-Düngung waren sehr gering und nur in der Variante mit Vorkeimung zu finden. In anderen Untersuchungen, meist unter anderen Standortbedingungen, wurde eine stärkere Wirkung der N-Düngung nachgewiesen. Deutliche Effekte wurden z. B. durch Applikation von Horngrieß erreicht. Eine einfache Stallmistgabe unterschied sich zur ungedüngten Variante dagegen nicht (Haase et al, 2007). Eine Ursache für den geringen Effekt in den eigenen Versuchen kann in der niedrigen N-Menge liegen, die größtenteils bereits durch die etwas höheren Erträge verbraucht wurde (Tab. 14).

Insgesamt lagen sowohl die Kalium-Gehalte als auch die Stickstoffgehalte in der Knolle leicht unter den für den ökologischen Landbau ausgewiesenen Richtwerten.

Eine Beeinflussung der **Schwarzfleckigkeit** durch Kaliumdüngung konnte in allen Untersuchungsjahren nicht festgestellt werden. Trotz jahresbedingter Unterschiede blieb der Schwarzfleckigkeitsindex gering, was von einer insgesamt guten Qualität zeugt (Tab. 14).

Tab. 14: Kalium- und Stickstoffgehalte in der Knolle (% i. TM) sowie Schwarzfleckigkeit

Düngung	N-Gehalt Knolle		K-Gehalt Knolle		SCHWFL Index		
	2007-09	2007-09	2007-09	2007-09	2007	2008	2009
ohne Vorkeimung							
ohne Düngung	1,2	1,9	9	5	1		
Kalium 80 kg/ha	1,2	2,2	20	5	2		
Greengold 3l/ha	1,2	2,0	10	5	1		
Stickstoff 60 kg/ha	1,2	1,9	13	3	2		
mit Vorkeimung							
ohne Düngung	1,2	1,9	17	3	2		
Kalium 80 kg/ha	1,3	2,0	19	1	2		
Greengold 3l/ha	1,2	2,0	18	2	1		
Stickstoff 60 kg/ha	1,3	2,0	21	1	1		

Vorkeimung verringerte das Auftreten von Wachstumsrissen (Tab. 15). Die Anzahl Rhizoctonia deformierter und mit Zwiewuchs belasteter Knollen war insgesamt gering, im Mittel der Jahre jedoch bei Applikation des Pflanzenstärkungsmittels Greengold am geringsten. Auch der Schorfbefall war in allen Jahren sehr niedrig. Fäulen und Eisenfleckigkeit traten in der Regel nicht auf. Letzteres ist auch auf die Sorte zurückzuführen, die auch im Sortenversuch mehrjährig einen geringen Anteil eisenfleckiger Knollen aufwies.

Tab. 15: Knollenqualität (Anteil/Index nach Zwischenlager 2007-09)

Düngung	WACH RISS	ZWIE WU	RHIZ KNO	SCHO INDE
ohne Vorkeimung				
ohne Düngung	6	1	2	1
Kalium 80 kg/ha	3	1	1	2
Greengold 3l/ha	2	0	2	2
Stickstoff 60 kg/ha	3	1	2	3
mit Vorkeimung				
ohne Düngung	2	2	3	1
Kalium 80 kg/ha	1	1	2	2
Greengold 3l/ha	0	1	0	2
Stickstoff 60 kg/ha	1	2	2	1

3.5 Ökonomische Bewertung des Verfahrens

Für die Verfahrensbewertung werden nur jene Faktoren betrachtet, die durch den Landwirt zu beeinflussen sind. Ökonomische Vorteile z. B. durch die Wahl ertragsstarker Sorten oder Sorten mit bestimmten Qualitätseigenschaften (z. B. festkochende Sorten) werden nicht berücksichtigt, da dem Landwirt in Abhängigkeit vom Vermarktungsweg die Sorte in der Regel vorgegeben wird. Nach Recherchen der AMI (Schaack et al 2010) wurden bei den Erzeugerpreisen zwischen den Sorten nur geringe Unterschiede festgestellt. Dagegen konnten bei einer Vermarktung an den Naturkosthandel etwa um 20 % höhere Erzeugerpreise realisiert werden als bei einer Vermarktung über den Großhandel.

Das Anbauverfahren wurde im Folgenden ökonomisch bewertet, wobei die in Tabelle 16 aufgeführten Daten als Richtwerte gelten. Die Marktleistung setzt sich aus dem Ertrag und dem Preis zusammen. Für diese Zusammenstellung ist ein durchschnittlicher Erzeugerpreis von 40 €/dt unterstellt worden. Der gegenwärtig sehr hohe Preis von 55-60 €/dt (Eckardt 2010) ist hauptsächlich auf das geringe Angebot qualitativ hochwertiger Ware zurückzuführen und kann in Jahren mit besseren Qualitäten schnell wieder sinken. Die Direktkosten des Verfahrens werden maßgeblich durch den hohen Pflanzgutpreis bestimmt, der insbesondere für das Anbaujahr 2011 steigen wird (Wegner 2010). Für die hier vorgestellten Richtwerte wird ein Durchschnittspreis von 65,- €/dt zugrunde gelegt. Darüber hinaus beeinflussen Kosten für Vorkeimung und Kartoffelkäferbekämpfung in hohem Maße die Ökonomie des Verfahrens (Tab. 16).

Trotz der in mehreren Versuchen nachgewiesenen Vorteile des Vorkeimens setzt sich diese Maßnahme in der Praxis nur schwer durch. Hauptargument sind die hohen Kosten, die bei einer fachgerechten Vorkeimung in Abhängigkeit vom Verfahren zwischen 300,- und 600,- €/ha liegen (Milz 2008, Pieringer 2009). Bei einem Preis von 30,- €/dt und einem Mehrertrag von 22 dt/ha können die Kosten von 600 €/ha gerade gedeckt werden. Geringere Kosten lassen bei der Preisgestaltung mehr Spielraum zu. Je höher die Erzeugerpreise, umso eher lohnt sich das Vorkeimen. Für die hier vorgenommenen Kalkulation werden Durchschnittskosten von 450,- €/ha angenommen, womit alle Kosten abgedeckt sind.

In den meisten Betrieben wird eine Behandlung gegen Kartoffelkäfer erforderlich. Da das in der Vergangenheit häufig eingesetzte Mittel Novodor zurzeit keine Zulassung hat, steht nur das kostenintensive NeemAzal T/S zur Verfügung. Bei allgemein üblichen Aufwandmengen von 2,5 Litern je Hektar entstehen Kosten in Höhe von etwa 230,- €/ha.

Die Arbeitserledigungskosten setzen sich aus den direkten Maschinenkosten und den Kosten für die Arbeitskraft zusammen und wurden nach KTBL Öko-Richtwerten berechnet. Die einzelnen Arbeitsgänge können in den Betrieben abweichen, bilden aber für die Planung und

den Fruchtartenvergleich die Praxis sehr gut ab. Die Unkrautbekämpfung wird in den Betrieben auf unterschiedliche Art und Weise durchgeführt, vier Arbeitsgänge sind aber durchaus weit verbreitet. Die Kostenunterschiede zwischen den verschiedenen Maßnahmen wie Häufeln oder Rollhacke sind gering.

Die variablen Kosten sind im Vergleich zu den Vorjahren gestiegen, jedoch erhöhte sich auch die Marktleistung deutlich (Lehmann, Gruber 2006). Dabei muss berücksichtigt werden, dass hohe Erzeugerpreise mit knappem Angebot verbunden sind (z. B. 2007, 2010). Nach einer guten Kartoffelernte in Menge und Qualität sinken die Preise in der Regel (z. B. 2009). Insgesamt können durch den Kartoffelanbau hohe Deckungsbeiträge erreicht werden. Die in der Regel sehr hohen Fixkosten bleiben hier unberücksichtigt, da sie in Abhängigkeit von der Ausstattung stark variieren.

Tab. 16:	Richtwerte - Deckungsbeiträge	Speisekartoffeln
Stand 10/2010	Ökologischer Landbau	

		Reifegruppe früh		Reifegruppe mittelfrüh	
		Ertragsgruppe			
Merkmal	ME	mittel	hoch	mittel	hoch
Marktwareertrag	dt/ha	150	200	200	250
Summe Leistungen	€/ha	6.000	8.000	8.000	10.000
Pflanzgut	€/ha	2.080	2.080	2.080	2.080
Vorkeimung	€/ha	450	450	450	450
Düngung	€/ha	9	9	9	9
Behandlung gegen Kartoffelkäfer		230	230	230	230
Pflanzenschutz	€/ha	230	230	230	230
sonstige Direktkosten	€/ha	5	5	5	5
Summe Direktkosten	€/ha	2.774	2.774	2.774	2.774
Direktkostenfreie Leistung	€/ha	3.226	5.226	5.226	7.226
Arbeits erledigungskosten					
Arbeitsgang		Anzahl der Arbeitsgänge			
Pflügen	Anzahl	1,00	1,00	1,00	1,00
Pflanzbettbereitung	Anzahl	1,00	1,00	1,00	1,00
Legen	Anzahl	1,00	1,00	1,00	1,00
Striegeln	Anzahl	2,00	2,00	2,00	2,00
Häufeln vor Auflauf	Anzahl	1,00	1,00	1,00	1,00
Häufeln nach Auflauf	Anzahl	2,00	2,00	2,00	2,00
Pflanzenschutz	Anzahl	1,00	1,00	1,00	1,00
Krautschlagen	Anzahl	1,00	1,00	1,00	1,00
Kartoffeln roden und Transport	Anzahl	2,00	2,00	2,00	2,00
Arbeitszeitanspruch	AKh/ha	16,9	17,3	17,3	19,1
Variable Maschinenkosten	€/ha	254	259	259	267
Variable Kosten	€/ha	3.028	3.033	3.033	3.041
Deckungsbeitrag	€/ha	2972	4.967	4.967	6.959
Lohnansatz (13,- €/AKh)	€/ha	220	225	225	248
Deckungsbeitrag abzgl. Lohnansatz	€/ha	2752	4.742	4.742	6.711

4 Schlussfolgerung

- Am Standort Gülzow weisen langjährige Versuchsergebnisse auf geringe Ertragsunterschiede zwischen den Sorten hin. Die Sortenwahl sollte daher vordergründig nach Qualitätsanforderungen erfolgen. Untersuchungen zeigen, dass es diesbezüglich Sorten gibt, die die Anforderungen des Marktes besser erfüllen können als andere. Besonderer Wert sollte unter den in Mecklenburg-Vorpommern vorherrschenden Standortbedingungen auf eine hohe Widerstandsfähigkeit gegen Eisenfleckigkeit, Schorf, Rhizoctonia/Dry Core und Krautfäule gelegt werden.
- In Mecklenburg-Vorpommern ist mit einer durchschnittlichen Wachstumszeit von 70 Tagen (50 – 90 Tage von Aufgang bis Absterben) zu rechnen. Trotz dieser kurzen Vegetationszeit können auch Sorten mit einem etwas späteren Knollenansatz hohe Erträge erreichen. Ein Zusammenhang zwischen frühem Knollenansatz mit hohen Marktwareerträgen und den Erträgen zur Haupternte konnte nicht nachgewiesen werden.
- Da regelmäßig mit einem frühzeitigen Krautfäulebefall gerechnet werden muss, ist die Vorkeimung eine wichtige Maßnahme zur Stabilisierung der Erträge. Im Mittel von drei Jahren waren die festgestellten Mehrerträge ausreichend, um die Kosten zu decken.
- Die Effekte einer zusätzlichen Düngung mit organischem Stickstoffdünger und einem mineralischen Kaliumdünger waren bei vergleichsweise geringen Mengen nicht nachweisbar. In Einzeljahren konnte nur mit der organischen N-Düngung ein signifikanter Mehrertrag erzielt werden. Boden- und Witterungsbedingungen sowie die Wirkung einer Beregnung sind bei der Entscheidungsfindung zu berücksichtigen.
- Da die Beeinflussung der Knolleninhaltsstoffe durch Düngungsmaßnahmen (Kalium, Stickstoff, Greengold) nur in Einzelfällen gegeben ist, ist der Einsatz verschiedener Dünger und Stärkungsmittel auf der Grundlage aktueller Preise sehr sorgfältig abzuwägen. Liegt der Kaliumgehalt im Boden in der Gehaltsklasse C und der Knollengehalt um 2 % i. TM ist in der Regel keine Kaliumdüngung zur Qualitätssicherung erforderlich. Bei der Abwägung sollte auch berücksichtigt werden, ob der Verkauf nach der Ernte oder nach einer längeren Lagerung erfolgt.
- Ökonomische Bewertungen zeigen, dass die Kartoffel einen hohen Deckungsbeitrag erreichen kann. Voraussetzung sind entsprechende Erträge und qualitativ hochwertige Ware. Die Kosten für die Vorkeimung umfassen etwa 16 % der Direktkosten und sind damit vergleichsweise gering.

- Die hier vorgestellten Ergebnisse stimmen nur teilweise mit den Ergebnissen, die unter anderen Standortbedingungen gewonnen wurden, überein. Daher sind getroffene Empfehlungen hauptsächlich auf vergleichbare Bedingungen wie am Standort Gülzow anzuwenden.

5 Zusammenfassung

Die vorliegende Arbeit fasst die Ergebnisse verschiedener Versuche zum Kartoffelanbau unter ökologischen Bedingungen am Standort Gülzow zusammen. Ausgewertet werden Ergebnisse aus langjährigen Sortenversuchen, mehrjährigen Zeiternten zu drei Terminen und verschiedenen Sorten und einem dreijährigen Versuch zur Vorkeimung und Düngung. Dabei stehen die Parameter Ertrag und Qualität im Fokus der Betrachtungen.

Bei der Sortenwahl wird als vorrangiges Entscheidungskriterium die Qualität gesehen, da Ertragsunterschiede nur bei wenigen Sorten von Bedeutung sind. Dabei stehen besonders Qualitätskriterien im Vordergrund, die eine Vermarktung beeinflussen können.

Der Zeiternteversuch beschäftigt sich mit der Frage, ob Sorten mit einem frühen Knollenansatz in Systemen mit begrenzter Vegetationslänge, z. B. bei frühem Krautfäulebefall, Ertragsvorteile bringen. Im Ergebnis der Auswertung zeigte sich, dass Sortendifferenzierungen nur zu einem sehr frühen Zeitpunkt zu benennen waren. Darüber hinaus konnte festgestellt werden, dass auch Sorten mit weniger frühem Knollenansatz hohe Erträge zur Haupternte erreichen können. Der zeitige Knollenansatz ist kein Indiz für einen hohen Endernteertrag.

Durch Vorkeimung konnten im Mittel des Untersuchungszeitraumes gesicherte Mehrerträge erzielt werden, die diese Maßnahme auch aus wirtschaftlicher Sicht rechtfertigen. Dagegen zeigte eine Stickstoffdüngung mit organischen Substraten nur dann Wirkung, wenn ausreichend Feuchtigkeit während der Wachstumsperiode für gute Umsetzungsbedingungen sorgt. Eine Kaliumdüngung konnte weder die Erträge noch die K-Gehalte in der Knolle steigern, so dass der Einsatz nur bei geringen Bodengehalten und K-Gehalten in der Knolle unter 2 % sinnvoll erscheint.

Literatur

- Böhm H, Haase T, Putz B (2002): Ertrag und Verarbeitungseigenschaften von Kartoffeln aus ökologischem Landbau. Mitteilung Gesellschaft Pflanzenbauwissenschaften 14, S 86-87
- Bruns Ch (2009): Einsatz von Grüngutkompost zur Reduzierung von *Rhizoctonia solani*. Vortrag, SÖL-Beratertagung 2009
- Dittmann B, Zimmer J (2006): Einfluss pflugloser Bodenbearbeitung und organischer Düngung auf den Ertrag im ökologischen Landbau. Jahresbericht des Landesamtes für Verbraucherschutz, Landwirtschaft und Flurneuordnung des Landes Brandenburg S. 40-41
- Dreyer W (2010): Pflanzguterzeugung und Qualität im ökologischen Kartoffelbau, Vortrag, Workshop des vTI, Institut für ökologischen Landbau am 25.02.2010
- Eckardt S (2010): Preisinformationen der Vermarktungsgesellschaft Biopark Markt. mündliche Mitteilung
- Gruber H, Titze A (2009): Vorkeimung – die wichtigste Maßnahme im ökologischen Kartoffelanbau. Acker+plus S. 53-56
- Gruber H, Händel K (2010): Entwicklung der Öko-Vermehrung in Mecklenburg-Vorpommern LMS-aktuell Nr. 2/2010, S. 46-51
- Gruber H, Zenk A (2010): Landessortenversuche Ökologischer Landbau 2009, Bericht der Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft und Fischerei Mecklenburg-Vorpommern
- Haase T, Schüler C, Kölsch E, Heß J (2003): Verwertungsgerechte Erzeugung von Kartoffeln im ökologischen Landbau. Gibt es die optimalen Bestandsdichten? Beiträge zur 7. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau in Wien, S 471-472
- Haase T, Krause T, Heß J, Böhm H, Loges R, Haase N U (2005): Zum Einfluss von Standort und Sorte auf den Ertrag und Qualität von Ökologisch erzeugten Kartoffeln für die Verarbeitung zu Chips. Beiträge zur 8. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau in Kassel, S 49-50
- Haase T, Schüler C, Kölsch E, Heß J, Haase N U (2005 a): Einfluss von Düngung und Sorte auf Ertrags- und Qualitätsparameter von Verarbeitungskartoffeln im Ökologischen Landbau. Beiträge zur 8. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau in Kassel, S 51-54
- Haase T, Schüler C, Heß J, (2007): The effect of different N and K sources on tuber nutrient uptake, total and graded yield of potatoes (*Solanum tuberosum* L.) for processing. European Journal of agronomy 26 (2007) 187-197
- Kolbe H (2010) Einfluss mineralischer K-Düngung und organischer Düngemittel auf Nährstoffversorgung, Ertrag und Qualität von Kartoffeln im ökologischen Landbau, Vortrag, 32. Kartoffel-Tagung, Arbeitsgemeinschaft Kartoffelforschung e. V., Detmold, 19. - 20. 05. 2010. <http://orgprints.org/17277/>
- Lehmann E, H Gruber (2006): Deckungsbeitragsrichtwerte für den ökologischen Landbau. <http://www.lfamv.de/index.php?/content/view/full/1622>
- Meinck S, Kolbe H (1999): Sortenwahl im ökologischen Kartoffelbau. Beiträge zur 5. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau in Berlin, S 194-197
- Michel V, Zenk A, Möhring J, Bückse A, Piepho H-P (2007): Die Hohenheimer-Gülzower-Serienauswertung als bundesweites Basisverfahren im regionalisierten Sortenwesen. Mitteilungen der Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft und Fischerei Mecklenburg-Vorpommern, Heft 37 ISSN 1618 – 7938

- Milz E (2008): Fachseminar Öko-Kartoffelbau 2008: Mit Vorkeimung gegen Krautfäule.
http://www.oekolandbau.nrw.de/fachinfo/pflanzenbau/kartoffeln/kartoffeltagung_08.php
- Möller K (2003): Relative Bedeutung des Vorkeimens und der Sortenwahl als ertragssichernde Maßnahmen und zur Vorbeugung von Ertragseinbußen durch *Phytophthora infestans* im ökologischen Kartoffelbau. Beiträge zur 7. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau in Wien, S 125-128
- o. V. (1956): Deutsche Kartoffelgeschäftsbedingungen, Berliner Vereinbarungen 1956, in der Fassung vom 7. Nov. 1989. S.58
- o. V. (1985): Verordnung über gesetzliche Handelsklassen für Speisekartoffeln vom 6. März 1985 i. d. F. der Änderungsverordnung vom 14.12.1989 und des Gesetzes vom 2.8.1994 (BGBl. I S. 2018, 2043)
- o.V. (2000): Richtlinien für die Durchführung von landwirtschaftlichen Wertprüfungen und Sortenversuchen, Hrsg. Bundessortenamt Hannover, ISSN 1431 – 1089
- o. V. (2004, 2005, 2006): Ergebnisse der Wertprüfung mit Kartoffeln im ökologischen Anbau. Bundessortenamt Hannover
- o. V. (2010): Anbaustruktur der Öko-Betriebe in Mecklenburg-Vorpommern, Datensammlung des Ministeriums für Landwirtschaft, Umwelt und Verbraucherschutz Mecklenburg Vorpommern, unveröffentlicht
- Paffrath A (2007): Wirkung von Vorkeimung, organischer Stickstoffdüngung und einer Kupferbehandlung auf Ertrag und Qualität von Kartoffeln im ökologischen Landbau. Beiträge zur 9. Wissenschaftstagung ökologischen Landbau Band 1, 20.-23. März 2007 Stuttgart-Hohenheim, S. 349-352
- Pieringer E (2009): Vorkeimen im Öko-Kartoffelbau: Wichtigste ertragssichernde Maßnahme oder zu viel Aufwand? Naturland Nachrichten 06/ Dezember 2009
- Schaak D, S. Illert, E. Würtenberger (2010): AMI-Marktbilanz Öko-Landbau 2010, ISSN 1869-9499
- Wegner N (2010): Preisinformationen für Pflanzgut der Bio Saaten Partner GmbH. Mündliche Mitteilung
- Wuttke M (2009): Erst Ergebnisse eines Zeiternterversuches, Vortrag, Kartoffelworkshop der LFA in Gülzow, 24.11.2009

Anhang

Tab. A1: Lageplan Sortenversuch mittelfrüh, Lateinisches Rechteck 8/4/1, mit Zeiternte

	L 1		L 2		L 3		L 4	
R 4	5	3	8	2	7	4	6	1
R 3	4	7	1	6	8	2	3	5
R 2	6	8	5	7	3	1	4	2
R 1	1	2	3	4	5	6	7	8

Tab. A2: Lageplan Zeiternten 4. Wiederholung

rot	rot
ZE 3	ZE 3
ZE 3	ZE 3
ZE 3	ZE 3
rot	rot
rot	rot
ZE 2	ZE 2
ZE 2	ZE 2
ZE 2	ZE 2
rot	rot
rot	rot
ZE 1	ZE 1
ZE 1	ZE 1
ZE 1	ZE 1
rot	rot

Tab. A3: Lageplan Vorkeimung und Düngung, Spaltanlage A/B-BI 2/4/4/1

R 4	2.2	2.1	2.4	2.3	1.2	1.4	1.3	1.1
R 3	1.3	1.4	1.1	1.2	2.3	2.2	2.1	2.4
R 2	2.4	2.3	2.2	2.1	1.4	1.1	1.2	1.3
R 1	1.1	1.2	1.3	1.4	2.1	2.3	2.4	2.2

Tab. A4: Witterung

Kennzahl	Jahr	April	Mai	Juni	Juli	August
Niederschläge mm	2007	1,8	80,4	154,2	94,2	169,7
	2008	45,7	13,1	40,0	35,6	62,8
	2009	11,2	81,0	64,4	81,8	30,2
Temperaturabweichung K vom langjährigen Mittel	2007	+ 3,4	+ 1,7	+ 2,0	- 0,1	+ 0,5
	2008	+ 0,6	+ 1,4	+ 4,7	+ 1,5	+ 0,8
	2009	+ 4,5	+ 0,9	- 0,6	+ 1,5	+ 2,0

Tab. A5: Marktwareertrag dt/ha (adjustierte Mittelwerte und Standardfehler) aus den Sortenversuchen 2005-09, Standort Gülzow

	Marktware dt/ha	Standardfehler
früh		
Agila	272	26,0
Belana	197	22,4
Princess	191	21,2
Mirage	222	25,5
Augusta	187	22,7
Sissi	189	24,9
Ballerina	196	25,6
Aktiva	270	28,3
Marabell	195	22,8
mittelfrüh bis mittelspät		
Ditta	218	23,9
Allians	212	24,1
Talent	194	23,0
Red Fantasy	208	23,4
Jelly	200	22,8
Nicola	210	23,8
Lolita	218	24,1

Tab. A7: SAS-Auswertung Einfluss Vorkeimung und Düngung

Verfahrensname: SERIE A/B - zweifaktorielle Spaltanlage Orte=zufällig
 Entwickler des Verfahrens: Dr. Andrea Zenk (Umsetzung) und Volker Michel (Konzeption)
 Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft und Fischerei Mecklenburg-Vorpommern
 Information und Kontakt - siehe Infotext in PIAFStat

Merkmal: Marktware Knollen dt/ha

Serien- bezeichnung	Auswert.- jahr	einbezogene Versuche	a	Gesamt- N	fehlende Werte	Serien- mittel
ti-1161-07-09	2009	3	2	96	0	222.759

adjustierte Mittelwerte und Anzahl Werte

Effect	Vorkeimung	Düngung	adjust Mittelw.	SE	Anz. Versuche	Ges.- N
F1	ohne Vorkeimung	.	211.76	32.7476	3	48
F1	mit Vorkeimung	.	233.76	32.7476	3	48
F1*F2	ohne Vorkeimung	ohne	208.32	33.9222	3	12
F1*F2	ohne Vorkeimung	Kaliumdüngung	203.93	33.9222	3	12
F1*F2	ohne Vorkeimung	Greengold	208.38	33.9222	3	12
F1*F2	ohne Vorkeimung	Agribiosol	226.42	33.9222	3	12
F1*F2	mit Vorkeimung	ohne	227.75	33.9222	3	12
F1*F2	mit Vorkeimung	Kaliumdüngung	222.30	33.9222	3	12
F1*F2	mit Vorkeimung	Greengold	233.86	33.9222	3	12
F1*F2	mit Vorkeimung	Agribiosol	251.13	33.9222	3	12
F2	.	ohne	218.03	33.3238	3	24
F2	.	Kaliumdüngung	213.12	33.3238	3	24
F2	.	Greengold	221.12	33.3238	3	24
F2	.	Agribiosol	238.77	33.3238	3	24

durchschnittliche GD 5% aller paarweisen Vergleiche - t-Test
 Vergleich aller Mittel des Faktors: Vorkeimung

arit_MW	MIN	MAX	MEDIAN	N
20.1108	20.1108	20.1108	20.1108	1

durchschnittliche GD 5% aller paarweisen Vergleiche - t-Test
 Vergleich aller Mittel des Faktors: Düngung

arit_MW	MIN	MAX	MEDIAN	N
30.7041	30.7041	30.7041	30.7041	6

durchschnittliche GD 5% aller paarweisen Vergleiche - t-Test
 Vergleich aller AB-Mittel auf gleicher Stufe von 'Vorkeimung'

arit_MW	MIN	MAX	MEDIAN	N
32.3835	32.3835	32.3835	32.3835	12

durchschnittliche GD 5% aller paarweisen Vergleiche - t-Test
 Vergleich aller AB-Mittel auf gleicher Stufe von 'Düngung' sowie beliebige AB-Mittel-
 Vergleiche

arit_MW	MIN	MAX	MEDIAN	N
27.5997	27.5997	27.5997	27.5997	4

Varianztabelle der fixen Effekte

Effect	Num DF	Den DF	FValue	ProbF	test
F1	1	11.2	5.77	0.0347	*
F2	3	6	1.59	0.2884	-
F1*F2	3	6.4	0.13	0.9406	-

Abkürzungsverzeichnis

verwendete PIAF-Merkmal-Kürzel		
PIAF-Kürzel (LABEL kurz)	Merkmal	
Wachstumsbeobachtungen		
AUF	GANG	Datum Aufgang
ABST	DAT	Datum des Absterbens
TAUS	AUFG	Tage von Aussaat/Pflanzen bis Aufgang
TPFL	ABST	Tage von Pflanzung bis Absterben
FEHL	BEAN	Fehlstellen durch Bearbeitung %
ANT	KUEM	Fehlstellen durch Kümmerlinge %
ABST	GRAD	Absterbegrad zur Ernte
Krankheiten		
ALT	ERNA	Alternaria
KRAU	FAEU	Krautfäule
SCHO	INDE	Schorf auf Oberfläche (Index) %
BRAU	FAAN	Braunfäule %
TROK	FAAN	Trockenfäule %
RHIZ	KNO	Rhizoctonia deformierte Knollen %
Qualitäten		
LOS	SCHA	Losschaligkeit
HOHL	HERZ	Hohlherzigkeit
WACH	RISS	Wachstumsrisse %
EIS	FLEC	Eisenfleckigkeit %