

Universität für Bodenkultur Wien

Department für Angewandte Pflanzenwissenschaften und Pflanzenbiotechnologie

Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung

Institutsleiter: Univ. Prof. Dipl.-Ing. Dr. nat. techn. H.-P. Kaul



Einfluss ausgewählter Kriterien bei der Kartoffelzüchtung für den „Biologischen Landbau“

Masterarbeit

Michael Buxbaum

März 2011

Betreuung:

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

Danksagung

Mein Dank gilt Herrn Ao. Univ. Prof. Dr. Peter Liebhard für die fachliche und wissenschaftliche Betreuung meiner Arbeit, sowie für die Motivation bei der Erstellung der Arbeit.

Weiters danke ich den Geschäftsführern der Niederösterreichischen Saatbaugenossenschaft, Herrn Ing. Manfred Herynek und Herrn DI Felix Fuchs, für die fachliche Unterstützung im Masterstudium.

Für die Hilfestellung bei der statistischen Auswertung bedanke ich mich besonders bei Herrn Prof. Dr. Karl Moder und Herrn DI Gerhard Sigl.

Meinen Eltern danke ich ganz besonders, da sie mir die Möglichkeit zu diesem Studium gegeben haben. Ebenfalls danke ich meinen Geschwistern Melanie und Gregor sowie meinen Freunden für die Unterstützung während meiner Studienzeit.

Ein besonderes Danke Hrn. Erwin und Fr. Maria Ableitinger, die es mir ermöglichen, meine große Leidenschaft, die praktische Landwirtschaft auszuüben.

Herzlichst danke ich meiner Freundin Anja, die mir während des Studiums immer zur Seite stand und bei der Erstellung der Masterarbeit eine große Hilfe war!

Inhaltsverzeichnis

Seite

1. Einleitung, Problemstellung und Zielsetzung	1
1.1. Einleitung.....	1
1.2. Problemstellung	2
1.3. Zielsetzung.....	3
2. Ausgewählte Literatur	4
2.1. Abstammung und Systematik der Kartoffel	4
2.2. Verbreitung	5
2.3. Weltweite Bedeutung der Kartoffel.....	5
2.4. Bedeutung der Kartoffel in Österreich.....	12
2.5. Biologischer Landbau in Europa und Österreich.....	15
2.6. Kartoffelzüchtung.....	23
2.6.1. Schema der Neuzüchtung in Meires	25
2.6.2. Schema der Erhaltungszüchtung in Meires.....	29
2.6.3. Selektionskriterien bei der Züchtung von Kartoffelsorten.....	31
2.6.4. Sortenwesen	34
2.7. Botanische Besonderheiten der Kartoffel.....	38
2.8. Pflanzenbauliche Management Maßnahmen.....	47
2.9. Krankheiten und Schädlinge.....	59
2.9.1. Kraut- und Knollenfäule	59
2.9.2. Der Kartoffelkäfer	65
3. Material und Methode	69
3.1. Großraum	69
3.2. Material	71
3.2.1. Witterungsverlauf	72
3.2.2. Kartoffelstämme und Kartoffelsorten.....	72
3.3. Methode.....	75
3.3.1. Mathematisch statistische Datenauswertung	78
4. Ergebnisse	79
4.1. Ergebnisse ausgewählter Selektionskriterien bei biologischer Bewirtschaftung	79
4.1.1. Aufgang	79
4.1.2. Krautwachstum	81
4.1.3. Bodenbedeckung	82
4.1.4. Käferbefall	84

4.1.5. Phytophthorabefall.....	85
4.2. Knollenertrag und Stärkegehalt	90
4.2.1. Knollenertrag.....	90
4.2.2. Stärkegehalt	92
4.2.3. Stärkeertrag	93
4.3. Einfluss der Selektionskriterien auf die Ertrags- und Stärkegehaltsauswertungen	95
4.3.1. Einfluss von Aufgang auf den Knollenertrag, den Stärkegehalt und den Stärkeertrag ..	95
4.3.2. Einfluss des Krautwachstums auf den Knollenertrag, den Stärkegehalt und den Stärkeertrag	96
4.3.3. Einfluss von Bodenbedeckung auf den Knollenertrag, den Stärkegehalt und den Stärkeertrag	98
4.3.4. Einfluss von Käferbefall auf den Knollenertrag, den Stärkegehalt und den Stärkeertrag	99
4.3.5. Einfluss von Phytophthorabefall auf den Knollenertrag, den Stärkegehalt und den Stärkeertrag	101
4.4. Ergebnisse ausgewählter Selektionskriterien bei konventioneller Bewirtschaftung.....	104
4.4.1. Aufgang	104
4.4.2. Krautwachstum	106
4.4.3. Knollenertrag und Stärkegehalt	107
4.5. Einfluss der Selektionskriterien auf die Ertrags- und Stärkegehaltsauswertungen	112
5. Diskussion	115
5.1. Einfluss des Standortes und des Produktionssystems auf den Aufgang.....	115
5.2. Einfluss des Standortes und des Produktionssystems auf das Krautwachstum	118
5.3. Einfluss des Standortes und des Produktionssystems auf die Bodenbedeckung	120
5.4. Einfluss des Standortes und des Produktionssystems auf den Käferbefall.....	122
5.5. Einfluss des Standortes und des Produktionssystems auf den Phytophthorabefall.....	123
5.6. Knollenertrag- und Stärkeertrag, Stärkegehalt	124
6. Zusammenfassung.....	127
7. Abstract	130
8. Anhang.....	132
9. Abbildungsverzeichnis	141
10. Tabellenverzeichnis.....	144
11. Literaturverzeichnis.....	146

1. Einleitung, Problemstellung und Zielsetzung

1.1. Einleitung

In den letzten Jahren gab es in Österreich einen BIO Boom wie in keinem anderen europäischen Land. Durch gezielte Werbung wurde das Bewusstsein geschaffen, dass zu einer gesunden Ernährung „Bio-Produkte“ notwendig sind und dies steigerte den Absatz. Sogar in der Presse gab es Schlagzeilen wie: „Bioboom in Österreich bleibt ungebrochen“. Im Jahr 2003 lag im heimischen Handel der Absatz von Bioprodukten noch bei 3,9 Prozent, im Gegensatz dazu betrug er im Jahr 2009 etwa acht Prozent, er verdoppelte sich.

Österreich gelang es „biologisch“ produzierte Produkte als Säule in den Markt zu stellen. Es entschieden sich österreichweit 21.000 Landwirte, den landwirtschaftlichen Betrieb von der konventionellen Bewirtschaftungsweise auf die biologische Bewirtschaftung umzustellen (Grüner Bericht 2010). Angeregt wurde dies durch die Maßnahme „Ökologische Bewirtschaftung“ im ÖPUL Programm und die damit verbundenen Fördergelder. Außerdem erreichen Bio-Produkte im Handel ein hohes Preisniveau, daher besteht bei den Landwirten ein besonderes Interesse „biologisch“ zu produzieren.

„Biologisch“ zu wirtschaften erfordert ein hohes Maß an fachlichem Wissen, um auf den Jahresablauf standortbezogen speziell eingehen zu können. Ohne den Einsatz von mineralischen Dünger und chemischen Pflanzenschutzmitteln müssen akzeptable Erträge erwirtschaftet werden.

1.2. Problemstellung

Der/Die KonsumentIn stellte am Beginn des BIO Booms geringe Ansprüche an die Qualität der BioProdukte. Im Laufe der Zeit veränderte sich diese Einstellung der Konsumenten und Produzenten. Bei Umfragen, nach welche Kriterien der Konsument seine Entscheidungen beim Einkaufen von Kartoffeln trifft, antwortet er meist mit: „Es sollen biologisch produzierte Kartoffeln sein, sie sollen eine schöne Schale haben und gut aussehen“. Wie die Kartoffeln produziert werden, ist von untergeordneter Bedeutung. Der Konsument verlangt für den höheren Preis ein hohes Qualitätsniveau und dadurch steht der Landwirt unter Druck, eine qualitativ hochwertige Ware zu erzeugen. Bei Markteinführung der Bioprodukte lag der Erzeugerpreis auf einem sehr hohen Niveau. Der Erzeugerpreis von biologisch produzierten Kartoffeln fiel von 2000 auf 2010 auf ein niederes Preisniveau. Daher ist die Ertragssicherung auch im Biobereich von Bedeutung.

Der Landwirt kann nur mit qualitativ hochwertigen Kartoffelsorten diese geforderte Qualität und den Ertrag erreichen und erwartet vom Kartoffelzüchter Kartoffelsorten, die perfekt für den Biolandbau geeignet sind. Besondere Anforderungen an Kartoffelsorten führen zu einer speziellen Herausforderung für den Züchter, da bei der Qualität die Konsumenten nicht zwischen konventioneller und biologisch produzierter Ware unterscheiden.

Die Kartoffelzüchter stehen vor der Aufgabe, eine perfekte Kombination von Qualität, Quantität und Resistenzen zu erreichen ohne die Möglichkeit zu haben, spezielle Sortenschwächen durch den gezielten Einsatz von mineralischen Dünger und chemischen Pflanzenschutzmitteln auszugleichen.

1.3. Zielsetzung

Seit 1950 werden in Österreich Kartoffeln gezüchtet. Zeitgleich entschloss sich die Niederösterreichische Saatbaugenossenschaft und die Saatbau Linz in die Kartoffelzüchtung einzusteigen. 1990 wurde die Kartoffelzüchtung von der Saatbau Linz eingestellt und so ist die NÖS der einzige Kartoffelzüchter Österreichs. Bisher wurden 48 Sorten in der österreichischen Sortenliste eingetragen, wovon derzeit ca. 20 in Vermehrung stehen.

1996 begann die Niederösterreichische Saatbaugenossenschaft mit der biologischen Vermehrung von Saatkartoffeln. Jährlich wurde die Vermehrungsfläche gesteigert und stand im Jahr 2010 bei rund 130 ha (Sortenkatalog 2010 NÖS).

Für den Biolandbau sind Sorten geeignet, die konventionell wenig anfällig auf Phytophthora, zügig im Aufgang und Krautwachstum sind, den Boden gut bedecken und hohe Erträge bringen.

2005 bis 2007 wurde das Projekt „Grundlagen zur Züchtung, Vermehrung und Sorten/Saatgutprüfung für den Biolandbau“ bearbeitet. Mehrere Institutionen wie die Österreichische Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit (AGES) oder die Universität für Bodenkultur (BOKU) nahmen an diesem Projekt teil. Auch die Niederösterreichische Saatbaugenossenschaft war eingebunden und versuchte, Zuchtstämme zu selektieren, die für den Biolandbau geeignet sind.

In der vorliegenden Arbeit werden Kriterien für die Selektion bei der Züchtung von Kartoffelsorten für den Biolandbau, die von großer Bedeutung sind, aufgezeigt.

Fragestellung:

Einfluss von Aufgangsgeschwindigkeit, Krautwachstum, Käfer- und Larvenbefall, Phytophthoraanfälligkeit auf den Ertrag

Einfluss von Aufgangsgeschwindigkeit, Krautwachstum, Käfer- und Larvenbefall, Phytophthoraanfälligkeit auf den Stärkegehalt

Einfluss von Aufgangsgeschwindigkeit, Krautwachstum, Käfer- und Larvenbefall, Phytophthoraanfälligkeit auf den Stärkeertrag

2. Ausgewählte Literatur

2.1. Abstammung und Systematik der Kartoffel

Unter den landwirtschaftlichen, gärtnerischen und forstlichen Nutzpflanzen, aber auch unter allen anderen Pflanzenarten, die nach der Entdeckung Amerikas durch Christoph Kolumbus aus der „Neuen Welt“ in die „Alte Welt“ gebracht wurden, haben Mais und Kartoffel wie keine andere Pflanzenart eine bedeutende Stellung für die Ernährung der Weltbevölkerung erlangt. Während Mais erstmals im Tagebuch von Christoph Kolumbus am 05. November 1492 als neue Getreideart erwähnt wurde und daraufhin große Flächen in Spanien und den am Mittelmeer gelegenen Ländern bestellt wurden, dauerte es für die Kartoffel fast zwei Jahrhunderte länger, um ähnliche Bedeutung als Grundnahrungsmittel der Bevölkerung zu erreichen (KOLBE 1999). Die derzeit kultivierten Kartoffelsorten stammen von verschiedenen Landsorten ab, die in den Anden, vom westlichen Venezuela bis nach Argentinien und der Insel Chiloe im Süden von Chile, vorkommen. Von dort stammen auch die ältesten bekannten Spuren von „wilden Kartoffeln“, deren Alter auf 13.000 Jahre geschätzt wird.

Die Art „Kartoffel“ wird in die Klasse der Dreifurchenpollen-Zweikeimblättrige (Rosopsida) eingeordnet, deren Unterklasse zu den Asterähnlichen (Asteridae) zählt. Die Ordnung wird als Nachtschattenartige (Solanales), die Familie als Nachtschattengewächse (Solanaceae) und die Gattung als Nachtschatten (*Solanum*) bezeichnet. Daher bekam die Kartoffel den lateinischen Namen „*Solanum tuberosum*“.

Weltweit existieren derzeit ungefähr 4.000 verschiedene Kartoffelsorten, die in mehr als 100 Ländern angepflanzt werden. Eine so enorme Sortenvielfalt ist in Österreich natürlich nicht vorhanden, hierzulande werden rund 50 Kartoffelsorten gepflanzt, die sowohl im Speisebereich, als auch im Verarbeitungs- und Stärkebereich ihre Verwendung finden (FUCHS 2010).

2.2. Verbreitung

Die Kartoffel wurde von Christoph Kolumbus im Jahre 1493 in die „Neue Welt“ gebracht, weiter kultiviert und wurde zu einem der wichtigsten Grundnahrungsmittel der Bevölkerung (KOLBE 1999).

Mitte der 60er Jahre des 16. Jahrhunderts kam die Kartoffel zunächst von Spanien und von dort über Portugal nach Italien. Oft wurde sie nur als Gartenpflanze genutzt und wegen der verschieden blühenden Blüten angepflanzt.

Im übrigen Europa erfolgte die Ausbreitung langsamer. Ein Grund war die Bewirtschaftungsweise der Dreifelderwirtschaft, die einen Hackfruchtschlag nicht kannte. Die Bevölkerungszunahme sowie trockene Jahre mit niedrigen Getreideerträgen, bahnten dem Kartoffelbau den Weg.

Seit dem Ende des 18. Jahrhunderts gestaltete der Kartoffelbau die Pflanzenproduktion um. Bis zum Jahr 1830 blieben die Einfuhren von Kartoffeln aus Südamerika nach Europa gering, was eine sehr schmale genetische Basis zur Folge hatte. Dadurch kam es zu fehlenden Resistenzen und bei starkem Infektionsdruck zu Totalausfällen. Dies führte zu Hungersnöten wie etwa in Irland im Jahre 1845 (BROUWER 1976).

In der EU (27 Mitgliedsstaaten) wurden 2007 ca. 2,217 Mill. ha Kartoffeln angebaut. Polen ist mit 549.000 ha als der größte Kartoffelproduzent, gefolgt von Deutschland (275.000 ha), Rumänien (268.000 ha), Frankreich (159.000 ha), Niederlande (157.000 ha) und Großbritannien (140.000 ha) (Agrarmärkte 2008).

Die Kartoffelproduktionsmenge wird für die EU – 27 in der Saison 2006/07 auf 56 Millionen Tonnen geschätzt. Davon gehen ca. 65 % in den Nahrungsverbrauch und ca. 14 % in die industrielle Verarbeitung und Verwertung zu Stärke, Alkohol und anderen Produkten. Rund 40% der für den Nahrungsverbrauch verwendeten Kartoffeln werden zu Kartoffelprodukten wie Pommes Frites, Chips und Kartoffelteigen verarbeitet.

2.3. Weltweite Bedeutung der Kartoffel

Die Kartoffel ist weltweit ein bedeutendes Nahrungsmittel. Sie steht nach Weizen, Reis und Mais an vierter Stelle. Dank ihrer hohen Anpassungsfähigkeit wird diese Fruchtart fast weltweit angepflanzt. Während der Anbau in den entwickelten Ländern in den letzten beiden Jahrzehnte abnahm, gab es in den Drittländern eine Zunahme, am Deutlichsten in Asien. Die Anbauflächen wurden ausgeweitet und die Kartoffel wird in die bestehenden Anbausysteme eingebunden. Gut nutzbar ist die Zeit zwischen Reis- und Weizenanbau, wo eine

Vegetationszeit von 80 bis 100 Tagen die Entwicklung von früh reifenden Sorten erlaubt.
(Wikipedia 05.10.2009)

Die Abbildungen 1 bis 3 zeigen die Anbaufläche, Gesamternten und Hektarerträge in den verschiedenen Ländern.

Abb. 1 zeigt, dass Asien und Europa die größten Anbauflächen besitzen und damit verbunden auch die größte Gesamterntemengen. Der Hektarertrag in dt/ha ist jedoch unterschiedlich hoch. Hier liegt Asien bei rund 15.600 kg pro Hektar, die gesamte EU bei ca. 17.300 kg und nur in der EU 15, liegt der Durchschnittsertrag bei rund 37.600 kg. Die USA liegt mit rund 38 Tonnen höher als die EU 15. Durch die niedrigen Erträge der neuen EU-Länder beträgt der Durchschnittsertrag der EU – 25 rund 30.400 kg. Afrika, Ukraine und Russland bilden mit Durchschnittserträgen von 10.900 kg bis ca. 13.200 kg das Schlusslicht. Bei einem Vergleich der Erträge sind die verschiedenen Produktionsrichtungen der einzelnen Länder zu berücksichtigen. Manche Länder haben ihren Schwerpunkt in der Frühkartoffelproduktion, sie ist erfahrungsgemäß nicht so ertragreich wie andere Produktionsrichtungen.

Abb. 1 zeigt, dass Produktionsreserven im Zuge der immer weiter fortschreitenden Entwicklung von Züchtung, Anbautechnik und Organisation in den Ländern vorliegt, in denen derzeit Ernährungsprobleme vorherrschen und Ackerland knapp ist.

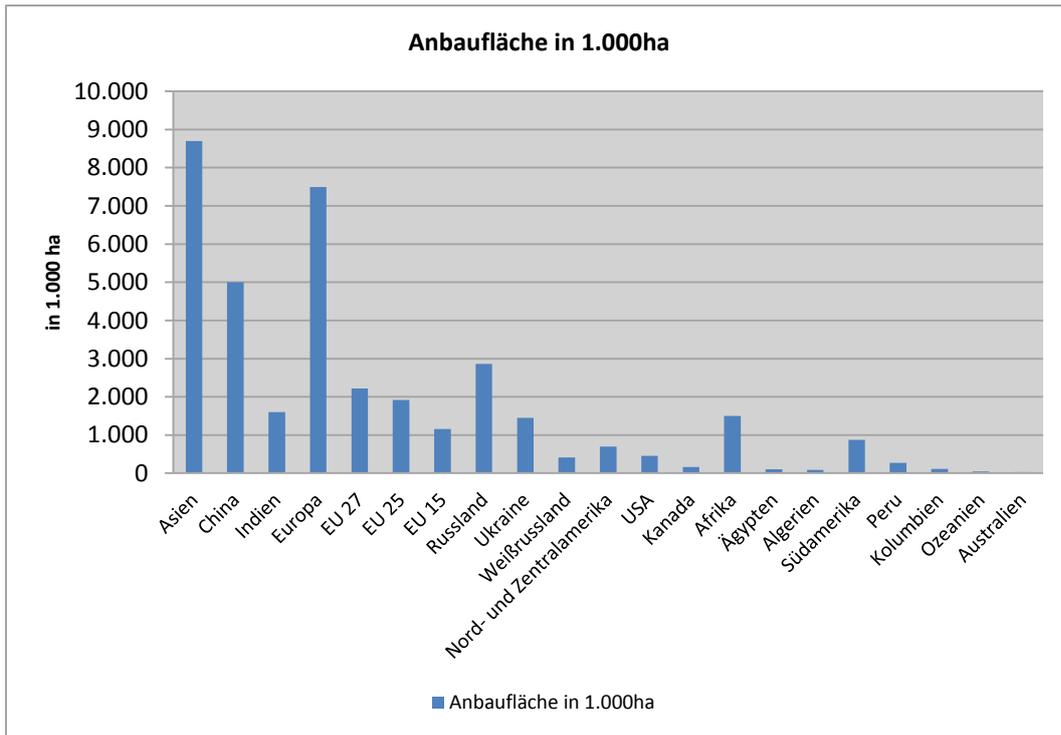


Abb. 1: Weltweite Kartoffelanbaufläche in 1.000 ha (FAO 2007)

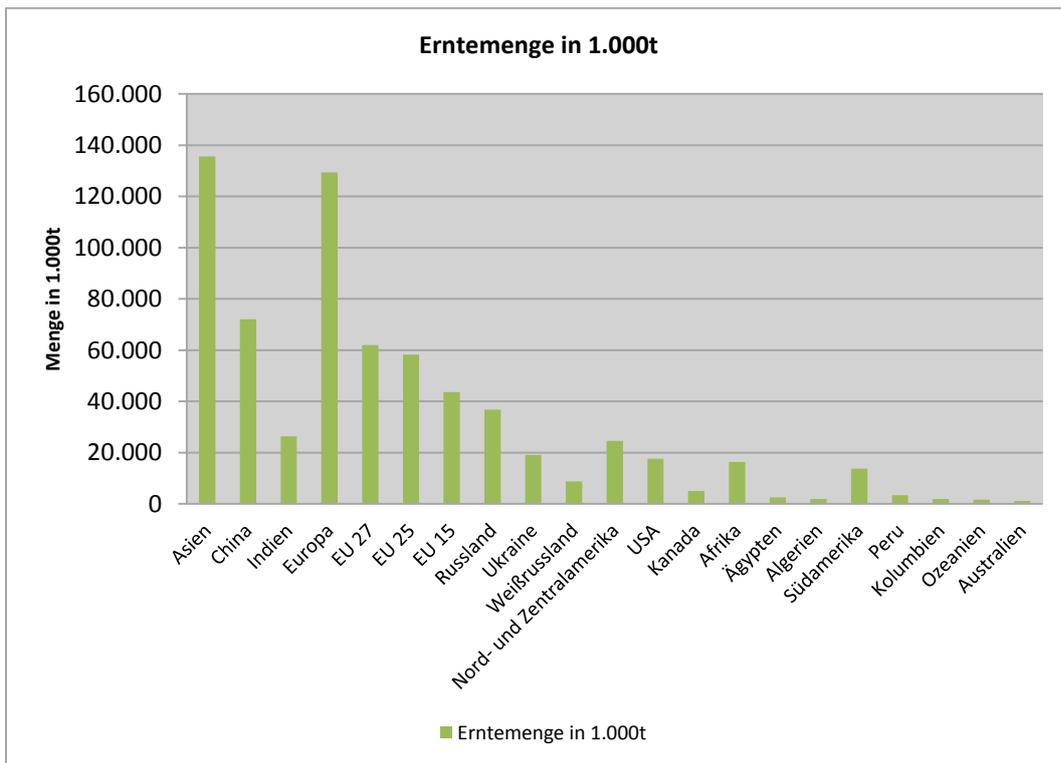


Abb. 2: Weltweite Gesamterntemenge in 1.000 t (FAO 2007)

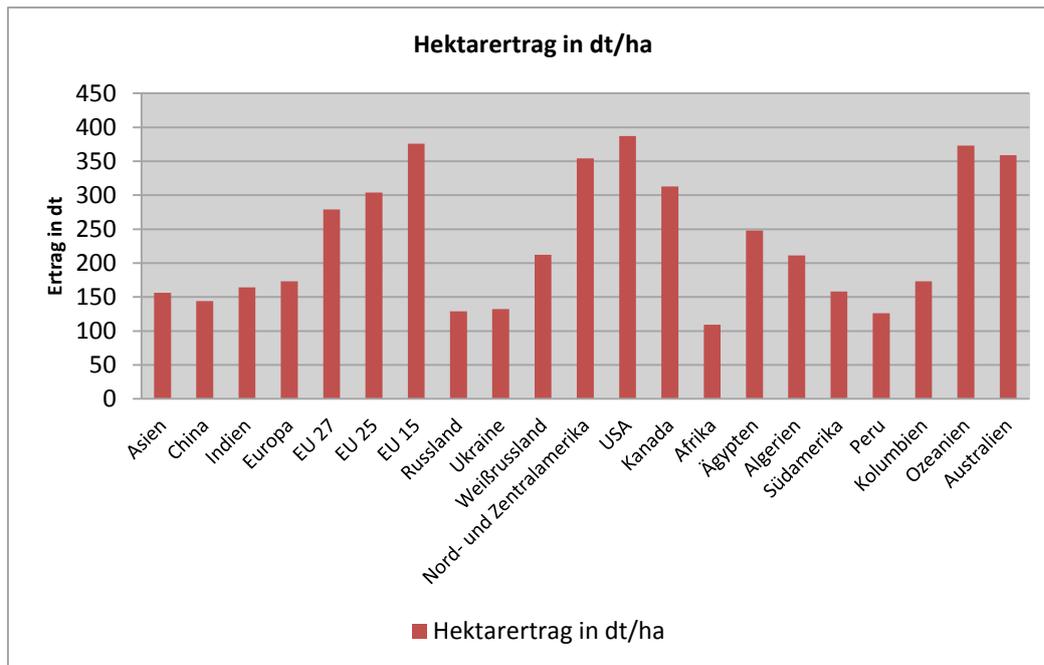


Abb. 3: Weltweiter durchschnittlicher Hektarertrag in dt/ha (FAO 2007)

Abb. 4 zeigt die Anbaufläche der wichtigsten Kartoffel produzierender Länder im Vergleich von 1990 zu 2000 und 2007. Deutschland und Polen reduzierten die Anbaufläche stark. Lag Deutschland 1990 noch bei 548.000 ha, waren es 10 Jahre später 304.000 ha und 2007 nur mehr 275.000 ha. Der Pro – Kopf – Verbrauch liegt hier bei 63,0 kg (Eurostat, Stat. Bundesamt, ZMP Marktbilanz Kartoffeln 2008). Noch stärker ging die Anbaufläche in Polen zurück. Wurden 1990 noch 1.835.000 ha angepflanzt, waren es im Jahre 2000 rund 1.251.000 ha und 2007 nur mehr 549.000 ha. In Polen wurden 2007 etwa so viele Kartoffeln angepflanzt, wie in Deutschland im Jahre 1990. Der Pro – Kopf – Verbrauch in Polen liegt derzeit bei 120,7 kg pro Jahr. Wesentlich homogener verlief die Entwicklung der Anbauflächen in Frankreich und in den Niederlanden. Die Kartoffelanbauflächen liegen zwischen 157.000 ha und 180.000 ha. Nur beim Pro-Kopf-Verbrauch unterscheiden sich diese beiden Länder (Eurostat, Stat. Bundesamt, ZMP Marktbilanz Kartoffeln 2008). Werden in den Niederlanden von jedem Einwohner 74,7 kg verbraucht, sind es in Frankreich nur 50,6 kg, um ca. 4 kg weniger als in Österreich (LK NÖ, Statistik Austria, Versorgungsbilanzen 2007).

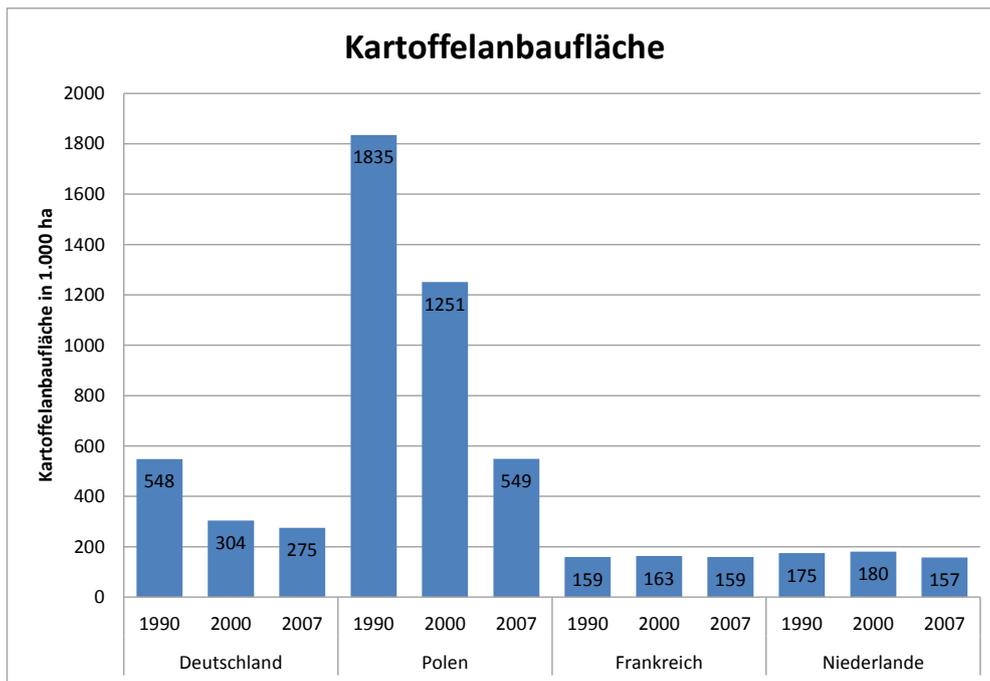


Abb. 4: Anbaufläche in 1.000 ha in Deutschland, Polen Frankreich und den Niederlanden (Eurostat, Stat. Bundesamt, ZMP Marktbilanz Kartoffeln 2008)

Abb. 5 zeigt die Erntemengen in 1.000 t in den Ländern Deutschland, Polen, Frankreich und den Niederlanden. Die Grafik ist den Anbauflächen in diesen Ländern ähnlich. Ersichtlich ist, dass Polen im Jahre 2007 in etwa die gleiche Anbaufläche wie Deutschland 1990 hatte, aber die Erntemenge doch um einiges niedriger ist. In Frankreich und den Niederlanden schwanken die Erntemengen entsprechend den unterschiedlichen Niederschlägen und den unterschiedlichen Vegetationsbedingungen und liegen im Schnitt bei ca. sechs Millionen Tonnen (Eurostat, Stat. Bundesamt, ZMP Marktbilanz Kartoffeln 2008).

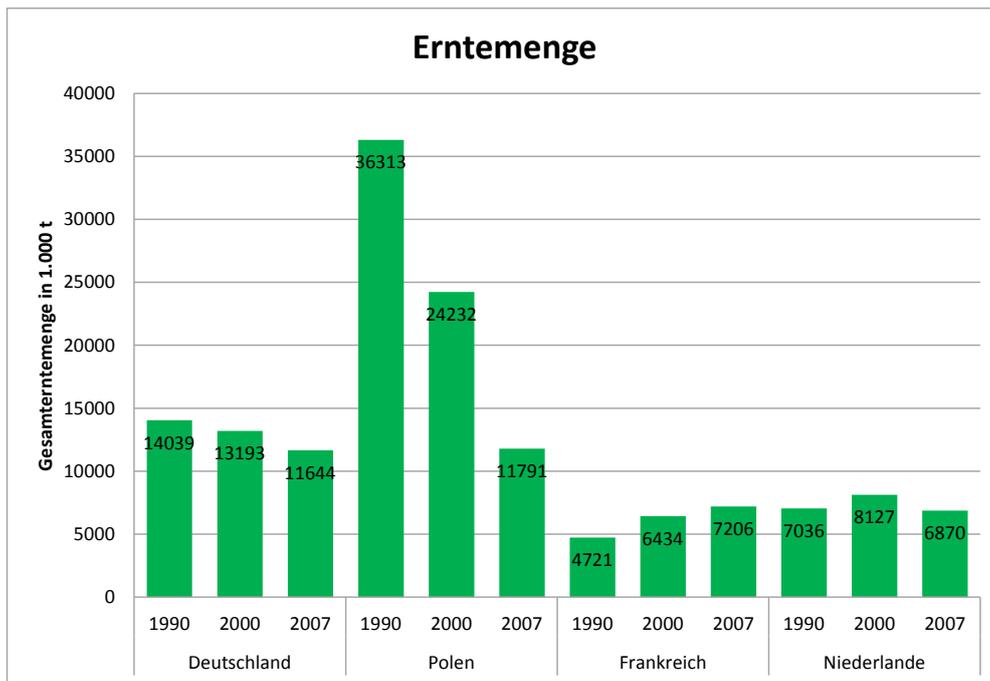


Abb. 5: Erntemengen in 1.000 t in Deutschland, Polen Frankreich und den Niederlanden (Eurostat, Stat. Bundesamt, ZMP Marktbilanz Kartoffeln 2008)

Abb. 6 zeigt die Hektarerträge in dt pro ha. Dieser Wert ermöglicht einen Vergleich der Länder. In Deutschland konnte der Hektarertrag von 1990 auf 2000 deutlich von 256 dt/ha auf 434 dt/ha gesteigert werden. 2007 fiel dieser etwas niedriger aus. In Polen wurde von 1990 bis 2007 eine geringfügige Steigerung der Hektarerträge von 198 dt/ha auf 215 dt/ha erreicht, in Frankreich hingegen zeigte sich eine deutliche Steigerung von 297 dt/ha auf 453 dt/ha. In den Niederlanden konnte der Hektarertrag von 1990 auf 2000 um 5 dt/ha gesteigert werden. 2007 lag dieser bei 438 dt/ha.

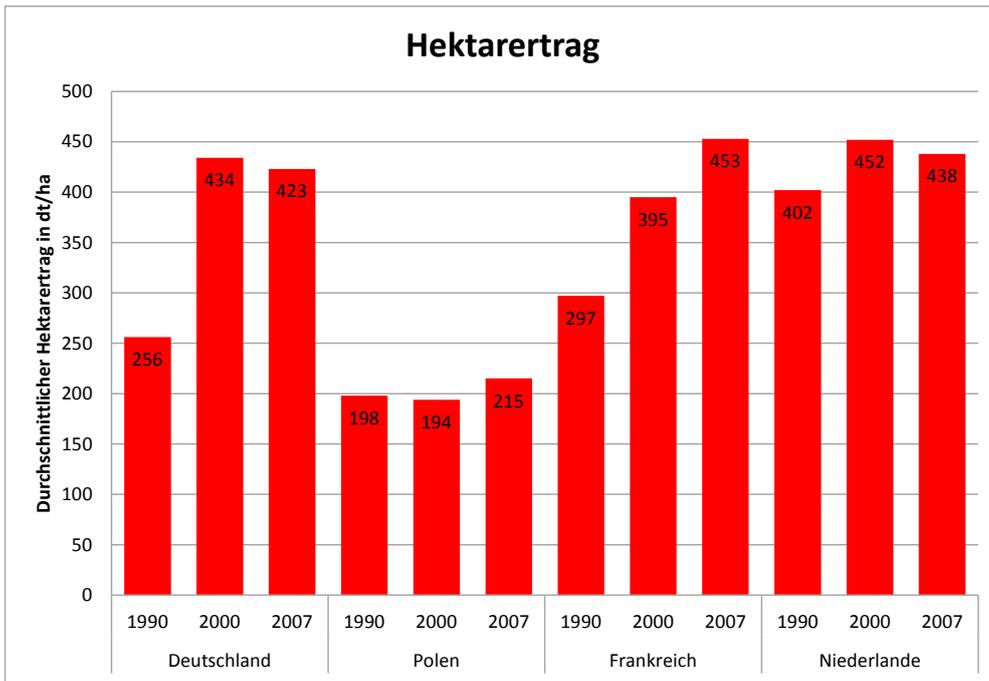


Abb. 6: Hektarerträge in dt/ha in Deutschland, Polen Frankreich und den Niederlanden (Eurostat, Stat. Bundesamt, ZMP Marktbilanz Kartoffeln 2008)

2.4. Bedeutung der Kartoffel in Österreich

Die Kartoffel ist sowohl weltweit, als auch speziell in Österreich, ein sehr wichtiges Nahrungsmittel.

Abb. 7 zeigt, dass die Kartoffelanbaufläche in den letzten 5 Jahrzehnten deutlich zurückging. Dies gilt sowohl für Niederösterreich als auch für Österreich als Ganzes. Seit 10 Jahren bleibt die Anbaufläche relativ stabil bei ca. 22.000 ha. Diese Fläche beinhaltet Speisekartoffel, Speiseindustriekartoffel, Stärkeindustriekartoffel und Saatkartoffel (NÖS, LK NÖ 2010).

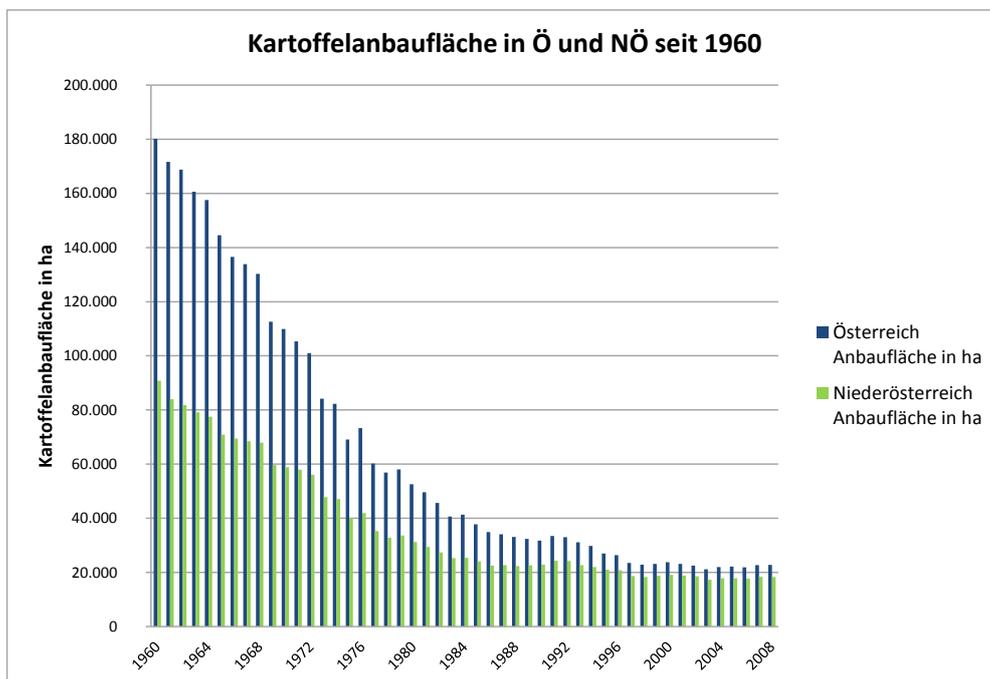


Abb. 7: Entwicklung der Kartoffelanbaufläche in Ö und NÖ seit 1960 (NÖS, LK NÖ 2010)

Im Gegensatz dazu zeigt Abb. 8 die Erträge in dt pro Hektar. Ersichtlich ist, dass die Ha-Erträge deutlich höher sind als in den letzten Jahrzehnten. Aus der Grafik kann abgelesen werden, dass die durchschnittlichen Hektarerträge ab 1996 in Niederösterreich (ca. 310 dt/ha) etwas höher als im Schnitt über Österreich (ca. 300 dt/ha) liegen (NÖS, LK NÖ 2010).

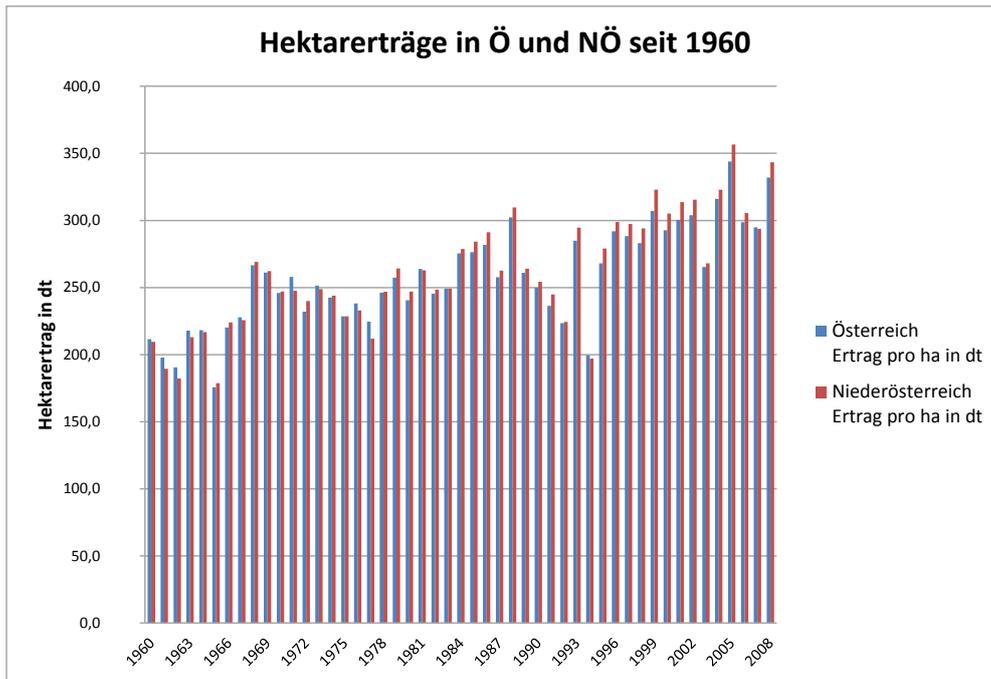


Abb. 8: Entwicklung der Durchschnittserträge in Ö und NÖ seit 1960 (NÖS, LK NÖ)

Nachstehende Abb. 9 zeigt die Entwicklung der Gesamterntemengen in Österreich und Niederösterreich seit 1960. Erkennbar ist, dass der Anteil Niederösterreichs an der Gesamtmenge höher wurde. Die Gesamterntemenge nahm in den letzten Jahrzehnten deutlich ab, blieb in den letzten 10 Jahren in etwa gleich bei rund 600.000 t. 1960 lag die Gesamterntemenge noch bei mehr als 3.750.000 t (NÖS, LK NÖ 2010).

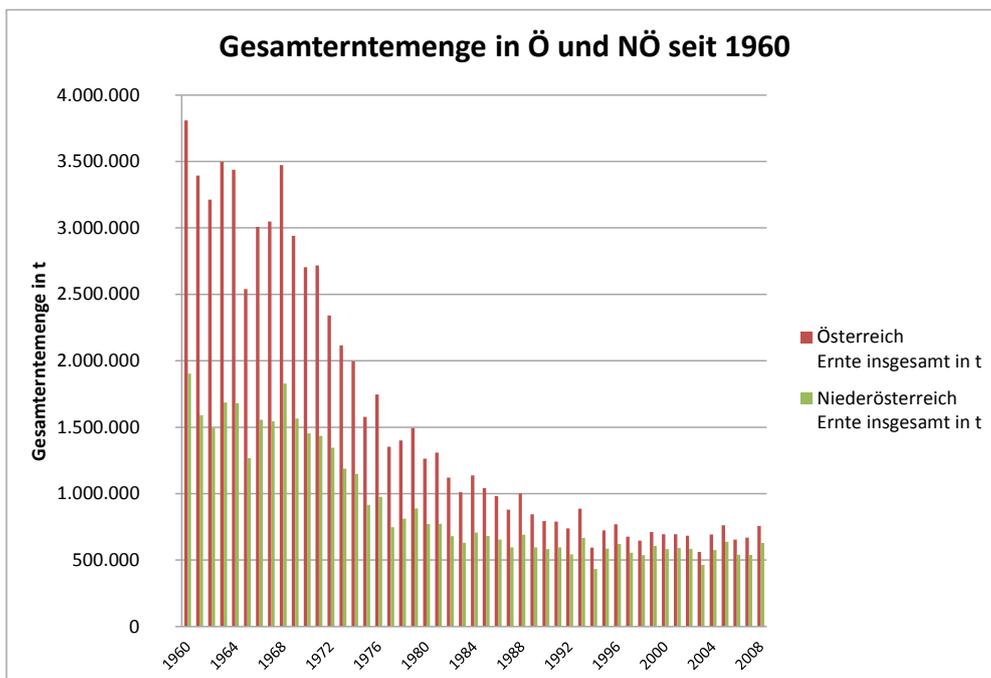


Abb. 9: Entwicklung der Gesamterntemenge in Ö und NÖ seit 1960 (NÖS, LK NÖ)

Großen Einfluss auf die Gesamterntemenge hat der Pro – Kopf – Verbrauch in Österreich. Dieser sank in den letzten Jahrzehnten von 85 kg auf ca. 55 kg. Wie aus Tabelle 1 zu entnehmen ist, verminderte sich der Kartoffelkonsum in Österreich in den letzten Jahren stetig. Der größte „Einbruch“ fand zu Beginn der 1960er Jahre bis Mitte der Siebziger Jahre statt. Ab dieser Zeit war der Rücklauf relativ gering. Teilweise waren Jahressteigerungen des Konsums erkennbar. Beispielsweise um die Jahrtausendwende, aber auch im Jahr 2005 auf 2006.

Tab. 1: Pro-Kopf-Verbrauch in Österreich ab 1959 (Statistik Austria, Versorgungsbilanzen, LK NÖ 2007)

In kg	1959- 1963	1974- 1978	1978/79 1981/82	1990/91	1999/00	2002/03	2005/06	2006/07
Kartoffel	85,0	61,0	60,0	61,4	56,2	57,1	53,6	54,8

Der Selbstversorgungsgrad ist die Inlandserzeugung von Produkten gemessen am Gesamtverbrauch der Produkte in Prozent.

Tab. 2: Selbstversorgungsgrad in Österreich seit 1972 (Statistik Austria, Versorgungsbilanzen, LK NÖ 2007)

	1972/1973	1980/1981	1990/1991	1999/2000	2002/2003	2005/2006	2006/2007
Kartoffeln	100	99	95	90	88	96	88
Kartoffelstärke				81	76	88	75

Der Selbstversorgungsgrad ist von der Erntemenge und von der Qualität abhängig. In Jahren mit extremer Trockenheit oder großer Nässe sind die Erträge niedriger und die Qualität der Kartoffeln kann unter dem Durchschnitt liegen.

Abb. 10 zeigt die Verwertungsrichtungen der Kartoffel in Bezug auf die Anbaufläche in Niederösterreich. Die Durchschnittserträge verlaufen in den einzelnen Jahren relativ konstant.

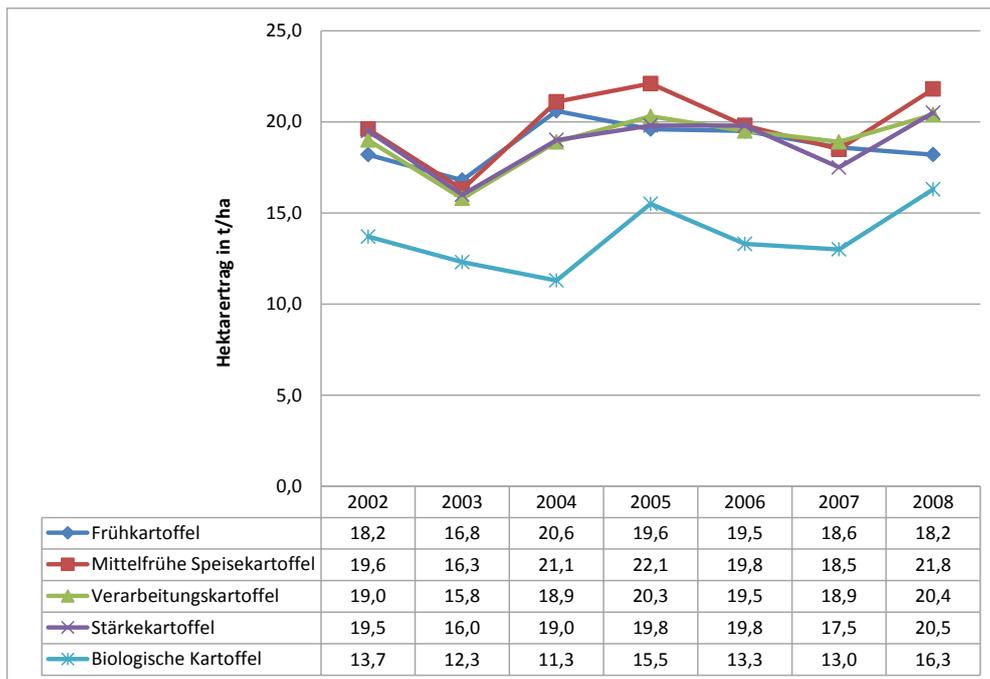


Abb. 10: Durchschnittliche Hektarerträge in NÖ der einzelnen Verwertungsrichtungen (NÖS, LK NÖ 2009)

2.5. Biologischer Landbau in Europa und Österreich

Abb. 11 zeigt, dass der Anteil der biologisch bewirtschafteten Fläche in Europa im Jahr 2007 in Österreich bei 11,5 % der gesamten bewirtschafteten Fläche lag. In Lettland lag der Anteil bei 9,4 % und in Estland bei 8,8 % und fiel daher etwas geringer als in Österreich aus. Tschechien lag mit 7,4 % weit vorne. Am Ende der Tabelle sind Irland (0,9 %), Bulgarien (0,3 %) und Malta (0,1 %) zu finden. Die für die Kartoffelbranche wichtigen Länder Niederlande und Polen lagen bei 2,5 % bzw. 1,9 % biologisch bewirtschafteter Fläche. Außerhalb der EU lag der Anteil an der biologisch bewirtschafteten Fläche in der Schweiz bei 11,4 % und daher nur 0,1 % unter dem Anteil in Österreich (ZMP 2007).

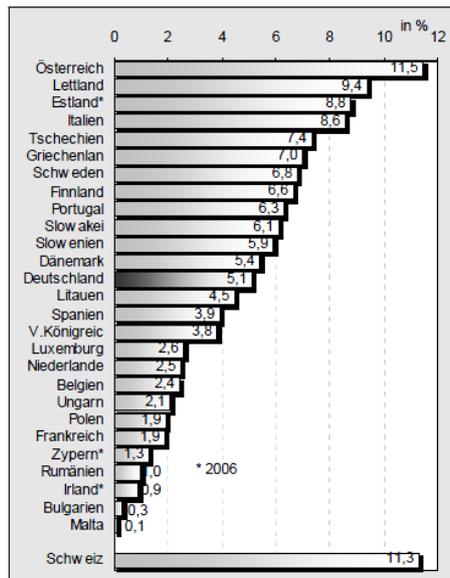


Abb. 11: Anteil der bewirtschafteten Anbaufläche in Europa im Jahr 2007 (ZMP 2007)

Bei den Pro-Kopf-Ausgaben für biologische Lebensmittel in Europa führte die Schweiz mit 104 € im Jahre 2007 und konnte im Gegensatz zum Jahr 2006 ein Plus von 2 € erreichen. Wesentlich größer war die Steigerung in Dänemark und Österreich. Gaben die Menschen in Dänemark 2006 etwa 80 € für biologisch produzierte Lebensmittel aus, waren es 2007 schon 96 €. Ebenso in Österreich, hier stiegen die Ausgaben von 64 € auf 89 €, also um 39 %. Deutschland und Holland gaben 2007 etwa 64 und 28 € aus, geringfügig mehr als ein Jahr zuvor. Schlusslicht bilden Österreichs Nachbarländer. Die Einwohner Tschechiens gaben 2006 3 € und 2007 5 € für biologische Produkte aus; die Polen und Ungarn etwa 1 €.

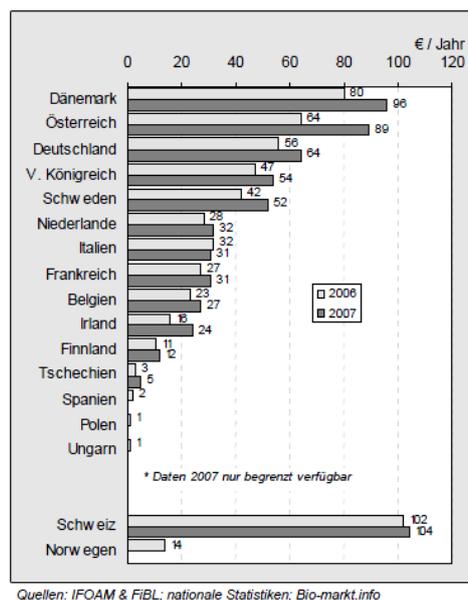


Abb. 12: Pro-Kopf-Ausgaben für biologische Lebensmittel in Europa im Jahr 2007 (ZMP 2007)

Abb. 13 zeigt, dass sich die Pro-Kopf-Ausgaben auf das Marktvolumen der ökologischen Lebensmittel in den Ländern niederspiegeln. In Deutschland veränderte sich das Marktvolumen von 4,60 Milliarden Euro im Jahr 2006 auf 5,45 Milliarden 2007. Das bedeutet eine Steigerung von 18,4 %. In Österreich hingegen konnte um 39,6 % gesteigert werden und zwar von 0,53 auf 0,74 Milliarden Euro. Das Marktvolumen in Holland konnte um 13,0 % gesteigert werden, von 0,46 auf 0,52 Milliarden Euro. In Tschechien, Frankreich und Italien lag es bei 0,05, 2,00 und 1,85 Milliarden (ZMP 2007).

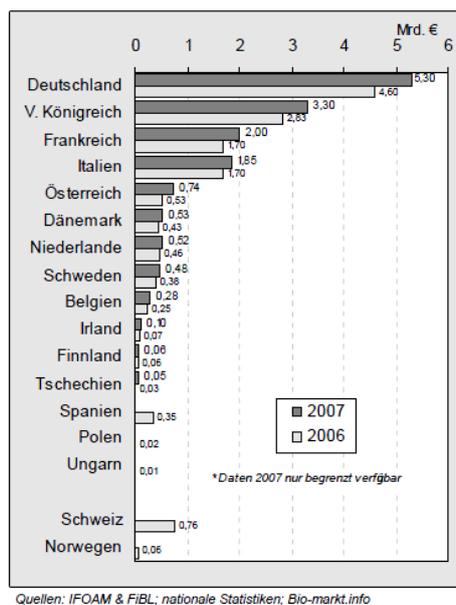


Abb. 13: Marktvolumen biologischer Lebensmittel in Europa (ZMP 2007)

Aus diesen Abbildungen geht Österreich klar als Spitzenreiter hervor. Österreich liegt sowohl bei der ökologisch bewirtschafteten Fläche, als auch bei den Pro-Kopf-Ausgaben und dem Marktvolumen (Prozentmäßige Steigerung) immer ganz weit vorne.

2.5.1. Biologischer Landbau in Österreich

Die Entwicklung des Biolandbaus

Der „Bio-Boom“ setzte zu Beginn der neunziger Jahre in Österreich ein. Zwischen 1990 und 1994 stieg die Anzahl der Biobetriebe um mehr als das Achtfache an. Durch den Beitritt zur Europäischen Union im Jahre 1995 und die damit verbundenen Förderungen erhöhte sich die Anzahl um mehr als 5.000 Landwirte, die auf die biologische Bewirtschaftungsweise umstiegen. In etwa zur gleichen Zeit begannen die Supermarktketten mit der Vermarktung von biologisch produzierten Lebensmitteln.

Derzeit bewirtschaften in Österreich ca. 20.000 Bauern ihre Betriebe nach den Richtlinien des biologischen Landbaus. Dies entspricht 14 % aller Landwirte in Österreich. 16% der landwirtschaftlichen Nutzfläche, das sind 383.756 Hektar (ohne Almen), werden biologisch bewirtschaftet.

Die durchschnittliche Größe der (geförderten) Betriebe liegt mit 19 Hektar etwas über dem österreichischen Durchschnitt aller Betriebe von rund 17 Hektar (BMLUFW 2009).

In den Abb. 14 und 15 werden die Anzahl der Biobetriebe und die biologisch landwirtschaftlich genutzte Fläche in Österreich gezeigt. Ersichtlich ist, dass die Betriebe und die Fläche zugelegt haben.

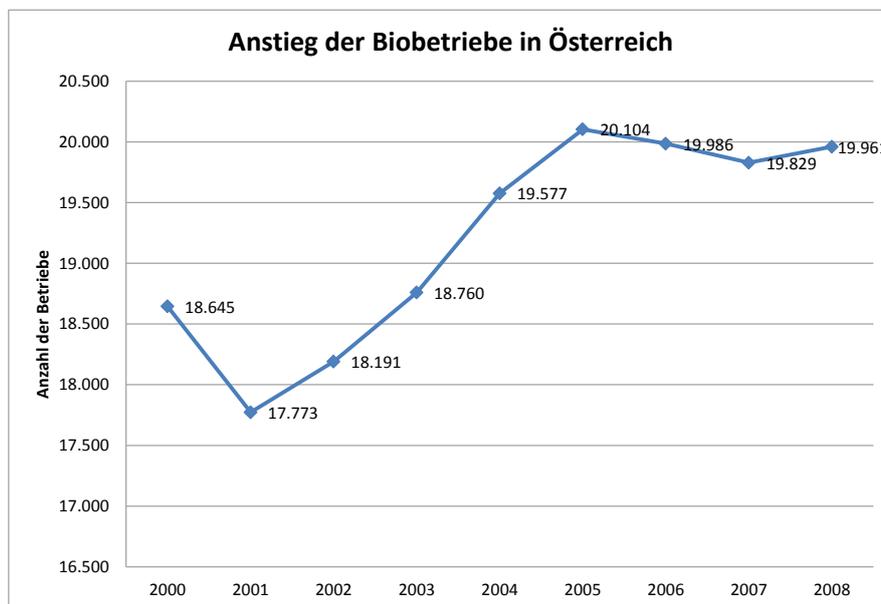


Abb. 14: Entwicklung der Biobetriebe in Österreich von 2000 bis 2008 (BMLFUW 2009)

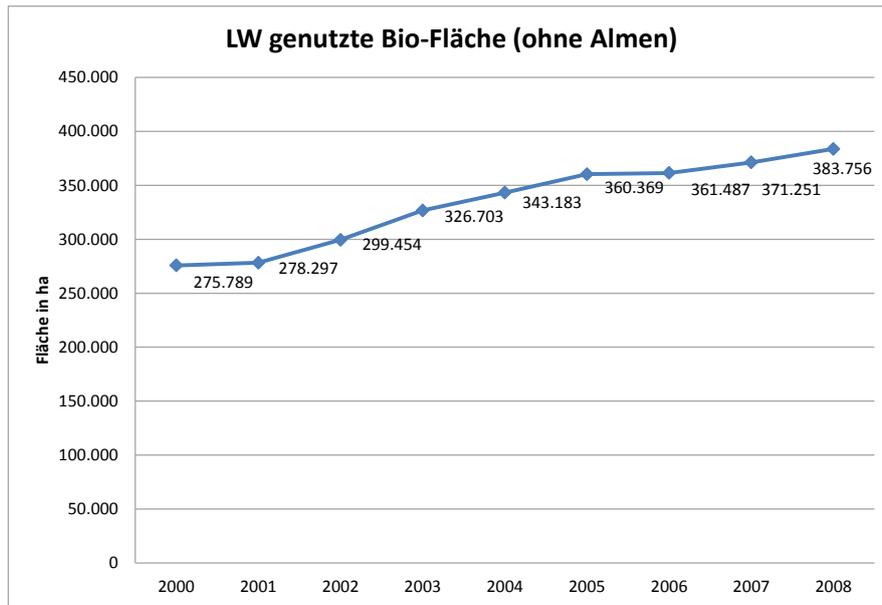


Abb. 15: Landwirtschaftlich genutzte BIO-Fläche (ohne Almen) von 2000 bis 2008 (BMLFUW 2009)

Zu Beginn der Umstellung 1990 stellten viele Betriebe auf die biologische Bewirtschaftungsweise um, die im Grünlandbereich ihren Schwerpunkt hatten. Die Grünlandwirtschaft in Österreich war traditionellerweise sehr extensiv ausgerichtet und daher war auch die Umstellung auf die biologische Bewirtschaftungsweise meistens leichter möglich als für intensiv bewirtschaftete Ackerbau- und Sonderkulturbetriebe.

Ab dem Jahr 2000 kam es in den Ackerbaugebieten Österreich zu einem Bio-Boom. Zwischen 2000 und 2005 hat sich die Bio-Ackerfläche in Österreich von rund 70.000 Hektar auf mehr als 140.000 Hektar verdoppelt. Ab 2006 verlief die Ausweitung eher gebremst und 2008 betrug die biologisch bewirtschaftete Ackerfläche 157.530 Hektar.

Insgesamt (Grünland, Ackerland und Sonderkulturen) gab es 2008 mehr als 380.000 Hektar landwirtschaftlich genutzte Biofläche (ohne Almen) (BMLFUW 2009).

2.5.2. Ökologischer Landbau in Niederösterreich

Tab. 3 zeigt die Entwicklung der biologischen Landwirtschaft in Niederösterreich mit der dazugehörigen landwirtschaftlich genutzten Fläche.

Tab. 3: Entwicklung der biologischen Landwirtschaft in Niederösterreich (BMLFUW 2009)

Jahr	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Betriebe	3.240	3.299	3.574	3.902	4.080	4.199	4.211	4.259
Fläche	67.232	71.667	82.832	99.209	110.006	111.755	112.459	118.813

Die Tabelle zeigt, dass es bei den BIO – Betrieben von 2000 bis 2007 eine Steigerung von 31,45 % gab, bei den Flächen, die biologisch bewirtschaftet werden, gar eine Steigerung von 76,72 %. Daher wird Niederösterreich als „DAS Bio-Bundesland“ bezeichnet.

In Abb. 16 wird die Kartoffelfläche in Niederösterreich dargestellt, die biologisch bewirtschaftet wird. Einzig 2001 ging die Anbaufläche zurück. Seit 2002 wird jedes Jahr mehr gepflanzt. 2007 waren es 2.255 ha (LK NÖ 2009).

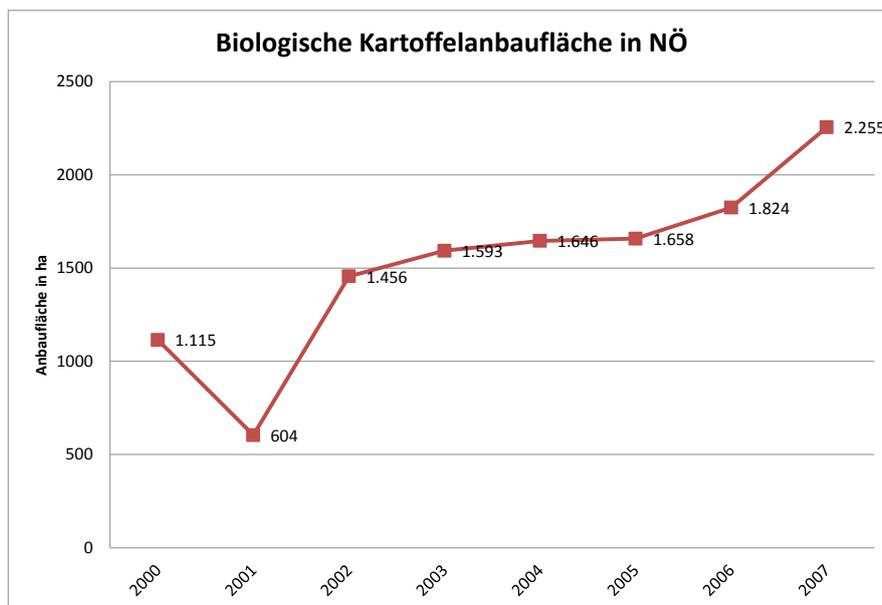


Abb. 16: Biologische Kartoffelanbaufläche in Niederösterreich von 2000 bis 2007 (LK NÖ 2009)

2.5.3. Definition BIO – Richtlinien

Alle Erzeuger und Verarbeiter von Lebensmitteln, die biologisch produziert werden, verpflichten sich zur Einhaltung der gesetzlichen Verordnung und erfüllen darüber hinaus oft weit strengere Verbandsrichtlinien (BIO AUSTRIA 2010).

Biologisch zu wirtschaften steht für eine Produktion im Einklang mit der Natur. Ziel war und ist es, naturbelassene Produkte zu erzeugen. Es gilt aber auch, dass „ungespritzte“ Produkte,

noch lange kein „Bio“-Produkte sind. Festgesetzte Richtlinien geben darüber Auskunft, welche Voraussetzungen erfüllt sein müssen, wenn es sich wirklich um „Bio“-Produkte handelt (BIO AUSTRIA 2010).

EU-Verordnung gilt europaweit

Der Begriff „Bio“ ist durch die EU-Verordnung 2092/91 gesetzlich geschützt. Diese Verordnung regelt die Richtlinien des Biologischen Landbaus. Seit 1992 wurde sie ständig überarbeitet und ergänzt. Die EU-Verordnung ist für alle Mitgliedsländer bindend und regelt Pflanzenbau, Tierhaltung, Verarbeitung, Handel und die Kennzeichnung für Bio-Lebensmittel. Erzeuger und Verarbeiter verpflichten sich zur Einhaltung der gesetzlichen Verordnung (BIO AUSTRIA 2010).

EU-Bio-Standard auch für Importware

Produkte, die in Nicht-EU-Staaten produziert wurden und auf den EU-Markt kommen, müssen ebenfalls diesen EU-Vorgaben entsprechen (BIO AUSTRIA 2010).

Bio-Kontrollstellen geben zusätzliche Sicherheit

Jeder Landwirt, der Bio-Lebensmittel produziert und jeder Verarbeiter, der Bio-Lebensmittel herstellt, muss einen Vertrag mit einer Bio-Kontrollfirma abschließen (BIO AUSTRIA 2010).

In der EU sind der Anbau und die Kontrolle biologischer Lebensmittel durch die EU-Verordnungen 834/2007 und 889/2008 geregelt. Bio-Betriebe, Bio-Händler und Bio-Verarbeiter werden mindestens einmal jährlich von einer unabhängigen Kontrollstelle unter die Lupe genommen.

Bio – Kontrollstellen in Österreich

Die österreichischen Kontrollstellen unterliegen der Aufsicht der Lebensmittelbehörde. Es werden die zertifizierten biologischen Lebensmittel vom Urprodukt bis hin zum letzten Verarbeitungsschritt kontrolliert. Neben den EU-Bio-Richtlinien werden auch nationale Bio-Richtlinien überprüft (BIO AUSTRIA 2010).

In Österreich sind folgende Bio – Kontrollstellen zugelassen:

ABG (Austria Bio Garantie Gesellschaft zur Kontrolle der Echtheit biologischer Produkte GmbH, AT-N-01-Bio)

BIOS (Biokontrollservice Österreich, AT-O-01-BIO)

LACON GmbH (AT-O-02-BIO)

SGS (Austria Control & Co GmbH, AT-W-02-BIO)

SLK (Salzburger Landwirtschaftliche Kontrolle GmbH, AT-S-01-BIO)

BIKO (Kontrollservice Tirol, AT-T-01-BIO)

LVA (Lebensmittelversuchsanstalt, AT-W-01-BIO)

GfRS – Gesellschaft für Ressourcenschutz mbH, AT-O-04-BIO)

(AGRARMARKT AUSTRIA MARKETING 2010)

2.6. Kartoffelzüchtung

Archäologische Funde belegen, dass bereits vor 4.500 Jahren Andeneinwohner im heutigen Peru Kartoffel gepflanzt haben. Die Domestizierung einiger weniger knollentragender Arten, die untereinander kreuzbar waren, dürfte 7.000 Jahre zurückliegen (LELLEY 2009).

Die Kartoffel gehört zu den Nachtschattengewächsen. Die Blätter, aber auch die am Licht ergrünt Knollen, enthalten das stark giftige Alkaloid Solanin. Es wurden einzelne weitgehend alkaloidarme Mutanten, deren Knollen nicht bitter schmeckten und ungiftig waren, gefunden (LELLEY 2009).

In Österreich wurde 1927 die Niederösterreichische Saatbaugenossenschaft, mit dem Ziel anerkanntes Kartoffelsaatgut, gegründet. 1950 entschloss sich die Genossenschaft mit der Neuzüchtung und der Erhaltungszucht von Saatkartoffeln zu beginnen. Seither konnten 47 Sorten gezüchtet werden, wovon 18 heute noch vermehrt werden. Sorten verlieren an Bedeutung, daher werden Sorten ausgeschieden und es wird diese versucht, durch neue Züchtungen zu ersetzen (FUCHS 2010).

Die Niederösterreichische Saatbaugenossenschaft ist Österreichs einziger Kartoffelzüchter und größte Vermehrungsorganisation. Österreichweit werden ca. 1.500 ha Kartoffel vermehrt, wobei die NÖS einen Anteil von ca. 1.270 ha bzw. fast 85 % hat. Mehr als 300 Landwirte produzieren im Waldviertel (in den Bezirken Gmünd, Waidhofen an der Thaya und Zwettl) und im Weinviertel im Gebiet der Leiser Berge (Bezirk Korneuburg) Saatkartoffeln. Aufgrund günstiger klimatischer Bedingungen werden auch in Oberösterreich (vor allem im Bezirk Freistadt) Saatkartoffeln produziert (FUCHS 2010).

Seit 1996 werden im Waldviertel und im Mühlviertel auch biologische Saatkartoffeln produziert. Derzeit stehen rund 125 ha in Vermehrung.

Jeder Pflanzkartoffelproduzent (Landwirt) wird bezirkweise von je einem Saatbautechniker betreut und produziert zwei bis drei Sorten auf einer durchschnittlichen Vermehrungsfläche von 4 ha. Durch den in den letzten Jahren immer weiter fortschreitenden Strukturwandel, werden die Pflanzgutkartoffelschläge größer (FUCHS 2010).

Werden ausländische Sorten produziert, muss das Elitesaatgut (Basispflanzgut) jährlich aus dem Ausland importiert werden. Aber auch den Sorten, die aus der eigenen Züchtung hervorgegangen sind, werden die Vorstufen teilweise im Ausland produziert. Aufgrund der klimatischen Bedingungen und Abkommen mit den Partnerfirmen erfolgt die Vorstufenproduktion teilweise in Holland und Deutschland (HERYNEK 2010).

Jährlich stehen ca. 23.000 Tonnen anerkannte Saatkartoffeln für die Vermarktung zur Verfügung. In Österreich werden ca. 19.000 Tonnen verkauft, ca. 3.000 Tonnen werden exportiert. Die Inlandsvermarktung erfolgt einerseits (zu 40 %) über die RWA (Raiffeisen Ware Austria) und andererseits direkt durch die Niederösterreichische Saatbaugenossenschaft (60 %). Die Vermarktung bei der RWA erfolgt über die Lagerhäuser in Österreich (HERYNEK 2010).

Vorteile einer eigenen Züchtung (FUCHS 2010)

1. Einnahmen von Lizenzen
2. Durch eigene Elitenproduktion (Vorstufen, Basispflanzgut) höhere Wertschöpfung in der Genossenschaft
3. Eigene Sorten sind besser an Boden und Klima angepasst
4. Geringere Abhängigkeit von ausländischen Firmen und deren Sortiment
5. Bessere Planbarkeit bezüglich Basispflanzgut und somit der Vermehrungsflächen
6. Die Chance auf ausländischen Märkten Saatgut zu verkaufen (neben freien Sorten)

2.6.1. Schema der Neuzüchtung in Meires

1. *Jahr* Die Kreuzung zweier Kreuzungspartner erfolgt im Glashaus

2. *Jahr* Die aus der Kreuzung hervorgegangenen Sämlinge (ca. 50.000) werden ausschließlich in Töpfen im Glashaus produziert; virusfrei; Selektion nur auf wenige Merkmale
Ernte: Pro Topf eine Knolle

3. *Jahr* Knollenrandsch (15.000 bis 20.000)

Entfernung viruskranker Pflanzen (=Bereinigung); bei der Ernte erfolgt eine Selektion auf Form, Größe, Sortierung, Schalenbeschaffenheit, Schalenfarbe, Augenlage, Stolonenlänge usw.

Ernte: pro Stamm 10 Knollen

8 Knollen für Weitervermehrung

1 Knolle für Virusprüfung im Labor (in Meires)

1 Knolle für Nematodenvorprüfung auf Ro1 (in Meires)

Auslese im Winterlager auf Keimruhe und Lagerfähigkeit

4. *Jahr* A-Stämme (ca. 1.500)

Pro Stamm 8 Pflanzen

Beurteilung des Staudentyps, Bereinigung, Beurteilung der Anfälligkeit gegenüber Virus-, Pilz und Bakterienkrankheiten; Knollenbonitierung wie bei Ramschernte

Ernte: pro Staude werden alle Knollen mit Saatgutgröße geerntet;

1 Knolle für Virustestung im Labor

8 Knollen für weitere Vermehrung

restliche Knollen für Mikroprüfung im nächsten Jahr

Auslese im Winterlager

5. *Jahr* B-Stämme (ca. 300)

Pro Stamm maximal 64 Knollen

Bereinigung und Beurteilung der Anfälligkeit gegenüber Virus-, Pilz und Bakterienkrankheiten

Erstmalig pro Stamm Gesamternte aller Pflanzen; davon eine Stichprobe von 16 Knollen für Virustestung; weitere Entnahme von Knollen für nächstjährige Mikroprüfung in Meires und Naglern

Erstmalige Mikroprüfung á 10 Pflanzen in Meires und Naglern → ausgereiftes Material

Bonitierung: Aufgang, Krautwachstum, Staudenform

Reife und ausgewählte Knollenmerkmale

Ertragsleistung

Stärkegehalt

Koch- bzw. Speiseprüfung

Prüfung der Verarbeitungseignung (für Chips, Pommes, Püree)

Beurteilung der Keimruhe und Anfälligkeit gegenüber Lagerkrankheiten

6. *Jahr* C-Stämme (ca. 50)

Pro Stamm ca. 400 Knollen

Wieder Bereinigung dieser Stammvermehrungen und gleichzeitige Beurteilung der Krankheitsanfälligkeit; bei der Ernte Entnahme einer Stichprobe von 35 Knollen für Virusprüfung im Labor, weiters Knollen für die nächstjährigen Versuche bzw. Prüfungen

2 Mikroprüfungen à 20 Stauden in Meires und in Naglern; diese Versuche lässt man ausreifen und die Bonitierung und Auswertung erfolgt gleich wie im 5. Jahr

7. *Jahr* D-Stämme (ca. 10 bis 12)

Pro Stamm ca. 2.000 Knollen

Bereinigung dieser Vermehrung und Beurteilung der Krankheitsanfälligkeit

Getrennte Ernte von 120 Pflanzen (für A-Klone im nächsten Jahr); davon pro Pflanze 1 Testknolle; Entnahme von Material für Versuche und Prüfung (Großteil für 1. Jahr Hauptprüfung im BFL)

Versuch Meires

Versuch Naglern

Abbauprüfung Naglern

Phytophthoraanfälligkeitsversuch in Meires

Kartoffelkrebsprüfung im Labor (BFL) und im Freiland (Maissen)

Nematodenprüfung (D, Neuburg an der Donau)

8. *Jahr* A-Klone und Vermehrung (ca. 5 Stämme)

Beginn der Erhaltungszüchtung!

Pro Stamm 120 A-Klonen und ca. 4.000 Pflanzen Vermehrung

Virustestung: A-Klonen einzeln, bei Vermehrung Stichprobe von 50 Knollen

Bei B-Klonen Stichprobe von 5 Knollen

Material für weitere Prüfungen und Vermehrungen

1. Jahr Hauptprüfung im BFL (7 bis 8 Standorte, je nach Reife und Verwendung)

Versuch Meires

Versuch Naglern

Abbauprüfung Naglern

Phytophthoraanfälligkeitsversuch in Meires

K-Serie (NL, Fa. AGRICO)

Diverse Praxisversuche (bei Landwirten mit Direktvermarktung)

9. Jahr A-Klone + B-Klone + Vermehrung (ca. 3 bis 5 Stämme)

Pro Stamm 120 A-Klone, 80 B-Klone und ca. 8.000 Pflanzen Vermehrung

Virustestung: A-Klone einzeln, B-Klone Stichprobe von 50 Knollen

Material für weitere Prüfungen wieder aus der Produktion

2. Jahr Hauptprüfung im BFL

Virusresistenzprüfung im BFL

Versuch Meires

Versuch Naglern

Abbauprüfung Naglern

Phytophthoraanfälligkeitsversuch in Meires

C-Serie (Fa. AGRICO, in 3 europäischen Ländern)

Diverse Praxisversuche (Speisesorten)

AGRANA-Exaktversuch (Stärkesorten)

FRISCH & FROST (Verarbeitungssorten)

10. Jahr A-Klone + B-Klone + C-Vermehrung (1 bis 2 Stämme)

Pro Stamm 120 A-Klone, 80 B-Klone, 0,5 bis 1,0ha C-Vermehrung

C-Vermehrung: alle C-Klone werden gemeinsam angebaut; wird im nächsten Jahr (bei erfolgreicher Eintragung als Sorte) bereits an die Landwirte verteilt (zur Pflanzgutproduktion)

Material für Versuche wird von C-Vermehrung genommen; keine Sämlingsvermehrung mehr!

Virustestung: A-Klone einzeln

B-Klone Stichprobe von 50 Knollen

C-Vermehrung: Stichprobe von 100 Knollen – Test im BFL

3. Jahr der Hauptprüfung im BFL

Nematoden – Hauptprüfung (D, Neuburg an der Donau)

Versuch Meires

Versuch Naglern

Abbauprüfung Naglern

Phytophthoraanfälligkeitsversuch in Meires

B-Serie (Fa. AGRICO, in 6 europäischen Ländern)

Praxisversuche in diversen Ländern (zum Teil über Fa. AGRICO, für Speise- und Verarbeitungssorten)

Praxisversuche in Österreich (Speisesorten)

AGRANA – Exaktversuch (Stärkesorten)

FRISCH & FROST (Verarbeitungssorten)

KELLYS (Chips-Sorten)

Eine Neuzüchtung dauert mindestens 10 Jahre und nicht jede Sorte setzt sich am Markt durch. Oft werden Sorten angepflanzt, die es schon seit mehreren Jahrzehnten gibt. Der Sortenwechsel bei Kartoffeln verläuft im Vergleich zu Getreide um einiges langsamer. Bei Getreide werden jedes Jahr einige neue Sorten zugelassen (FUCHS 2010).

Nicht die Anzahl der Sorten ist entscheidend, sondern die eine Sorte, die sich optimal vermarktet! (HERYNEK 2010)

2.6.2. Schema der Erhaltungszüchtung in Meires

Da die Kartoffelpflanze und die Knollen sehr anfällig auf Virus-, Pilz- und Bakterienkrankheiten sind, ist aus diesem Grund eine gezielte Erhaltungszüchtung notwendig, um einen Zuchtstamm oder eine Sorte gesund und leistungsfähig zu erhalten. Die traditionelle Form der Erhaltungszüchtung (bis 1980) wird nur mehr in geringem Umfang in der Kartoffelzuchtstation Meires durchgeführt.

Wesentlich ist, dass in den ersten drei Jahren eine Positivauslese durchgeführt wird, das heißt es werden nur die besten Einzelpflanzen und Familien ausselektiert und weitervermehrt. In den darauffolgenden Jahren der Vermehrung werden praktisch nur mehr kranke Pflanzen eliminiert (FUCHS 2010).

Durch die zunehmenden Viruserkrankungen wurde in Europa ab 1980 größtenteils auf eine neue Form der Erhaltungszüchtung umgestellt, bei der am Beginn die Meristemkultur und schnelle Vermehrung steht. Diese erfolgt ausschließlich im Labor und führt dazu, dass absolut gesundes Ausgangsmaterial produziert wird, das dann für den weiteren Vermehrungsablauf im Glashaus (1 Jahr) bzw. im Freiland verwendet wird (KEYDEL et al. 2006).

Bei der NÖS begann man 1989 mit der Umstellung auf die neue Form der Erhaltungszüchtung. Auf Grund der besseren Voraussetzungen (in Bezug auf Laboreinrichtungen und Virusinfektionsdruck) entschloss man sich den ersten Abschnitt der Erhaltungszüchtung bzw. des Vermehrungsaufbaues nach Holland zu verlegen (zumindest bei den wichtigsten Sorten).

Meristemkultur und schnelle Vermehrung sowie die Produktion von Miniknollen im Glashaus werden von einem holländischen Institut im Auftrag von AGRICO durchgeführt. Die weitere Vermehrung (3 Jahre) erfolgt bei einem sogenannten Stammselekteur (Betrieb Claassen) in Groningen in Küstennähe.

Die Ernte aus dem 3. Jahr Vermehrung im Betrieb Claassen (Klasse S) wird nach Österreich geliefert und von den besten Mitgliedsbetrieben der NÖS weitervermehrt. Das bedeutet, dass die Stufen SE, E und Z bereits in Österreich produziert werden (FUCHS 2010).

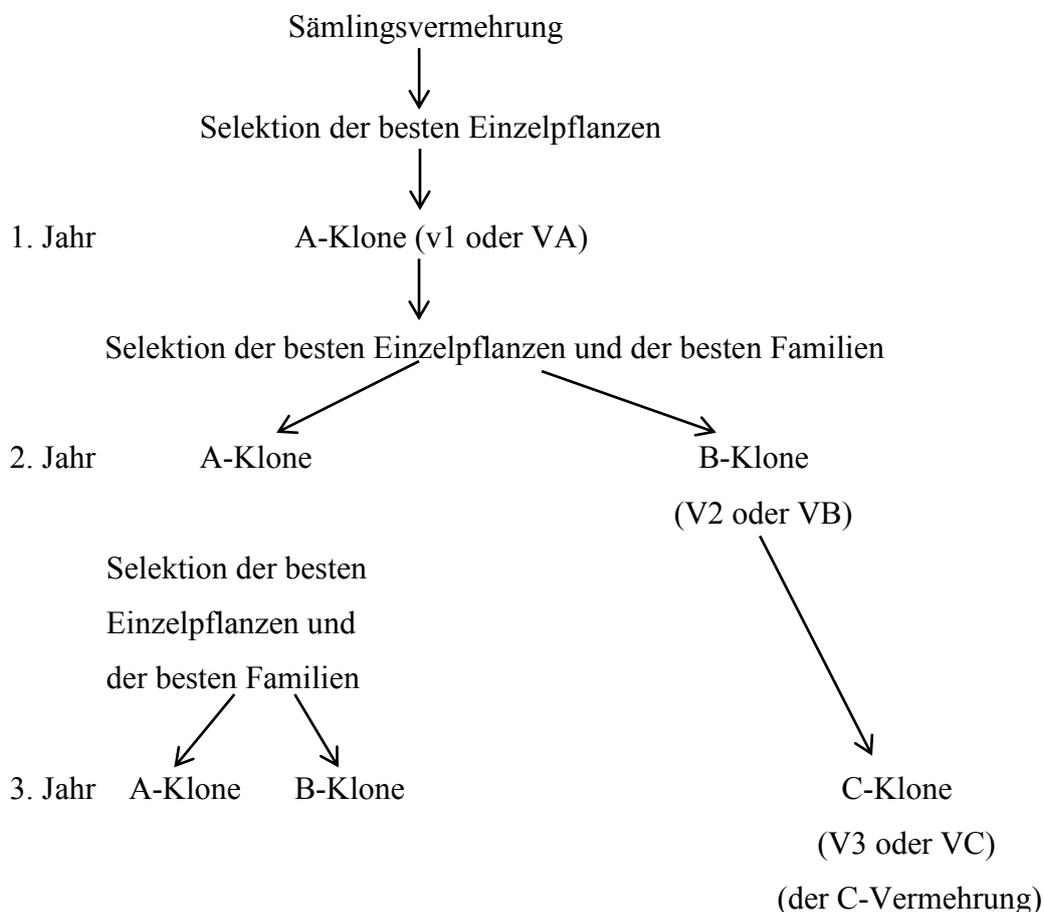
Da für die Produktion von Speise-, Verarbeitungs- und Stärkekartoffeln große Mengen an Saatgut notwendig sind, ist es erforderlich, über mehrere Stufen zu produzieren, um den Bedarf mengenmäßig abzudecken und Saatgut zu einem vernünftigen Preis am Markt anbieten zu können (HERYNEK 2010).

Die Kartoffel ist sehr krankheitsanfällig. Von einer Vermehrungsstufe zur anderen steigt der prozentuelle Anteil an infizierten Pflanzen. Daher ist in fast allen Ländern nur eine begrenzte Anzahl von Vermehrungsstufen (Generationen) zugelassen. Diese Generationenabfolge ist in den wichtigsten Kartoffelsaatgutproduktionsländern sehr ähnlich geregelt. Eine wesentliche Regelung ist, dass jede Stufe nur aus einer höheren Stufe produziert werden kann. Für jede Generation gibt es amtliche Anerkennungsrichtlinien, die umso strenger sind je höher die Stufe ist.

Die NÖ. Saatbaugenossenschaft beschäftigt sich nicht nur mit der Vermarktung von Saatkartoffeln und der Neuzüchtung von Kartoffelsorten, sondern auch mit der Erhaltungszucht.

Bei der Erhaltungszucht werden 2 Formen unterschieden: Einerseits die Traditionelle Form, sie wird in Meires eingesetzt, andererseits die Meristemkultur und schnelle Vermehrung in Holland (FUCHS 2010).

Traditionelle Form (Meires)



Meristemkultur und schnelle Vermehrung (Holland)

- | | |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| 1. Jahr Meristemschnitte von Keimspitzen
Regeneration auf Nährböden
In-vitro-Pflänzchen (Labor) | G0 |
| 2. Jahr Anzucht der Pflänzchen in Substrat
und Produktion von Miniknollen
(Glashaus) | G1=V1 |
| 3. Jahr Vermehrung der Miniknollen
(Freiland, Betrieb Claassen) | G2=V2 |
| 4. Jahr Vermehrung von G2
(Betrieb Claassen) | G3=V3 |
| 5. Jahr Vermehrung von G3
(Betrieb Claassen) | Basispflanzgut S |

2.6.3. Selektionskriterien bei der Züchtung von Kartoffelsorten

Bei der Züchtung von Kartoffelsorten für die konventionelle als auch für die biologische Bewirtschaftung ist das Züchtergefühl gefragt. Er entscheidet im Laufe der Selektion, welche Zuchtstämme weitervermehrt werden und welche nicht mehr zum Anbau kommen.

Folgende Kriterien werden eingesetzt:

Reifezeit	Staudenmerkmale
Knollenmerkmale	Ertragsleistung
Kocheigenschaften	Verarbeitungseignung
Haltbarkeit auf dem Lager	Anbaueignung
Krankheitsanfälligkeit	

Staudenmerkmale

Aufgang	Entwicklung
Staudentyp	Stengelzahl
Stengeldurchmesser	Blattgröße
Blattoberfläche	

Knollenmerkmale

Form	Formschönheit
Knollengröße	Knollenansatz
Augenlage	Sortierung
Schalenfarbe	Schalenbeschaffenheit
Fleischfarbe	Stärkegehalt

Ertragsleistung

Knollenertrag
Stärkeertrag

Kocheigenschaften

Kochtyp
Geschmack
Kochdunkelung

Verarbeitungseignung

Chips – Eignung
Frites – Eignung
Eignung für Fertigprodukte

Haltbarkeit auf dem Lager

Keimruhe
Anfälligkeit gegenüber Lagerkrankheiten

Anbaueignung

Ansprüche an Boden
Nährstoffversorgung
Feuchtigkeit

Krankheitsanfälligkeit

Anfälligkeit gegenüber	Kartoffelkrebs (<i>Synchytrium endobioticum</i> (Schilb. Perc.) Kartoffelzystennematoden (<i>Globodera rostochiensis</i> und <i>Globodera pallida</i>) Blattrollvirus (PLRV, <i>Potato leafroll virus</i>) Y-Virus (PVY, <i>potato virus Y</i>) Kraut- und Knollenfäule (<i>Phytophthora infestans</i>) Dürrfleckenkrankheit (<i>Alternaria solani</i>) Wurzeltöterkrankheit (<i>Rhizoctonia solani</i>) Kartoffelschorf (<i>Streptomyces scabies</i>)
------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Anforderungen an BIO-Kartoffelsorten

- Qualitäts- und Ertrageigenschaften wie im konventionellen Bereich
- Hohes Nährstoffaneignungsvermögen (geringe Ansprüche an Nährstoffversorgung)
- höhere Phytophthoraresistenz
- höhere Virusresistenz (im Hinblick auf Biologische - Vermehrung)
- Ausreichende Bodendeckung zwecks Unkrautunterdrückung
- Geringe Attraktivität für tierische Schädlinge wie Kartoffelkäfer und Drahtwurm

Aktuelle Strategie hinsichtlich Biokartoffel-Sortenzüchtung in Österreich

- im Wesentlichen Beibehaltung des konventionellen Züchtungsschemas, d.h. Selektion großteils auf konventionell bewirtschafteten Flächen
- Berücksichtigung der Anforderungen des BIO-Landbaus bei der Auswahl von Kreuzungseltern
- Im 4. Feldjahr erstmalig zusätzlich Kleinparzellenversuche auf einem BIO-Standort im Waldviertel
- Ab dem 5. Feldjahr zusätzliche Kleinparzellversuche auf 3 BIO-Standorten aufgeteilt auf die wichtigsten Produktionsgebiete in Niederösterreich; davon ein Bewässerungsstandort
- Ab dem 7. Jahr Beginn der 3-jährigen Wertprüfung auf insgesamt 7 Standorten, davon 2 BIO-Standorte
- gleichzeitig mit der Wertprüfung Praxisversuche bei BIO-Landwirten
- keine separate nationale Liste für BIO-Sorten sondern nur ein Zusatz in der beschreibenden Liste hinsichtlich Eignung einer Sorte für den BIO-Landbau

2.6.4. Sortenwesen

In der österreichischen beschreibenden Kartoffelsortenliste sind derzeit (2010) 49 Sorten angeführt. Für diese Liste, die jährlich aktualisiert wird, ist die Österreichische Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit GmbH (AGES) zuständig.

Nachstehende Sortenmerkmale und Anfälligkeiten werden auf einer Skala von 1 bis 9 bewertet.

2.6.4.1. Abkürzungen und Ausprägungsstufen (gelten für alle Kulturen)

Eignung: S = Speisekartoffel T = Trockenkartoffel C = Chips
SA = Salatkartoffel ST = Stärkekartoffel F = Pommes frites

Kochtyp: f = festkochend m = mehlig
vf = vorwiegend festkochend sm = stark mehlig

Nematodenresistenz: - = keine Resistenzen gegen Kartoffelnematoden

Ro 1,2,3,4,5 = resistent gegen jeweiligen Pathotyp von
Globodera rostochiensis (Gelber Kartoffelnematode)

Pa 2,3 = resistent gegen jeweiligen Pathotyp von
Globodera pallida (Weißer Kartoffelnematode)

Krebsresistenz: a = anfällig für Pathotyp 1
r = resistent gegen Pathotyp 1
 r^0 = resistent gegen Pathotyp 1 und 2
 r^{00} = resistent gegen Pathotyp 1, 2 und 6

Knollenform: r = rund o = oval l = lang

Augenlage: fl = flach mt = mitteltief t = tief

Schalenfarbe: g = gelb r = rot

Schalenbeschaffenheit: w = weiß gw = gelbweiß hg = hellgelb
g = gelb dg = dunkelgelb

Wuchstyp: BT = Blatttyp ZT = Zwischentyp ST = Stängeltyp

Wuchsform: a = aufrecht ha = halbaufrecht bw = breitwüchsig

Ausprägungsstufen:

1 = im Allgemeinen günstig, 9 = im Allgemeinen ungünstig

Note	Blühbeginn, Reifezeit	Wuchshöhe	Jugendentwicklung usw.
1	sehr früh	sehr kurz	sehr gut (sehr rasch)
2	sehr früh bis früh	sehr kurz bis kurz	sehr gut bis gut
3	früh	kurz	gut (rasch)
4	früh bis mittel	kurz bis mittel	mittel bis gut
5	mittel	mittel	mittel (mittel)
6	mittel bis spät	mittel bis lang	mittel bis gering
7	spät	lang	gering (langsam)
8	spät bis sehr spät	lang bis sehr lang	gering bis sehr gering
9	sehr spät	sehr lang	sehr gering (sehr langsam)

Note	Neigung zu: Auswinterung, Lager, Auswuchs usw. Anfälligkeit für: Krankheiten usw.	Kornertrag, Knollenertrag, Stärkeertrag, Blattertrag, Trockensubstanzertrag, Qualitätsmerkmale	Rohfasergehalt, Glucosinolgehalt, Alpha - Amino-N-Gehalt, Mehl- Schrot Differenz, Keimfreudigkeit
1	fehlend bis sehr gering	sehr hoch	sehr niedrig
2	sehr gering bis gering	sehr hoch bis hoch	sehr niedrig bis niedrig
3	gering	hoch	niedrig
4	gering bis mittel	hoch bis mittel	niedrig bis mittel
5	mittel	mittel	mittel
6	mittel bis stark	mittel bis niedrig	mittel bis hoch
7	stark	niedrig	hoch
8	stark bis sehr stark	niedrig bis sehr niedrig	hoch bis sehr hoch
9	sehr stark	sehr niedrig	sehr hoch

2.6.4.2. Sorteneinteilung

Das Kartoffelsortiment wird in Österreich in vier Reifegruppen und zwei Eigenschaftsgruppen (Speisesorten, Wirtschaftssorten) eingeteilt.

Bei den Speise- und Wirtschaftssorten wird auf Antrag des Züchters im Rahmen der Wertprüfung des Bundessortenamtes auch die Veredelungseignung (Chips, Pommes Frites, Trockenprodukte) geprüft.

Reifegruppen

Aufgang: Eine Sorte ist dann aufgegangen, wenn 70 % der Sollpflanzen vorhanden sind.

Reife: Eine Sorte ist dann reif, wenn ca. 80 % des Laubes abgestorben sind.

Tab. 4: Reifegruppen (NITSCH 2003)

Reifegruppe	Ausprägungsstufe	Note	Reif bis Tage nach Aufgang
I sehr früh	sehr früh	1	125
	sehr früh bis früh	2	
II früh	früh	3	125 – 135
III mittelfrüh	früh bis mittelfrüh	4	135 – 150
	mittelfrüh	5	
IV mittelspät bis sehr spät	mittelfrüh bis spät	6	>165
	spät	7	
	spät bis sehr spät	8	
	sehr spät	9	

HEPTING (2006) beschreibt das Kartoffelsortiment wie folgt. Charakteristisch für das sehr frühe Sortiment sind der frühe Knollenansatz und die kurze Vegetationszeit, die eine frühe Rodung mit noch grünem Kraut zulässt. Wichtig bei diesem Sortiment ist eine gute Vorkeimung.

Lässt man die Kartoffel abreifen, dann wird die Reifezeit nach 100 bis 120 Tagen ab der Pflanzung erreicht.

Kartoffelsorten, die dem frühen Sortiment zugehörig sind, benötigen zwischen 120 und 135 Tagen Reifezeit und sind meist für die Speisezwecke und für den Beginn der Kampagne in der Stärkefabrik bestimmt. Meist beginnt diese Kampagne Mitte August und daher sind

Sorten notwendig, die bereits zu dieser Zeit hohe Stärkegehalte und somit große Stärkeerträge bringen.

Die Gruppe der mittelfrühen Sorten benötigt in etwa 130 bis 150 Tage Reifezeit und findet große Verwendung im Bereich des Speisekartoffelsegments. Meist herrschen zur Zeit der Rodung sehr gute Erntebedingungen.

Sorten, die dem mittelspäten bis sehr späten Sektor zugeordnet werden, sind meist Veredelungs- und Wirtschaftssorten. Versuche der AGRANA in Gmünd belegen die Überlegenheit später Stärkesorten und forcieren daher deren Anbau. Diese Sorten werden im Oktober geerntet und diese späte Rodung kann in manchen Gebieten (vor allem Waldviertel) aufgrund von Frost zu Problemen führen.

Sortenwahl

Die Wahl der Sorte, die zum Anbau gelangt, richtet sich nach grundlegenden Anforderungen des Erzeugungszweckes. Reifezeit, Verwendungszweck und Zielgruppe der Käufer sind wichtige Kriterien (HEPTING 2006).

Speisefrischkartoffeln:

Reifegruppe: sehr früh, früh, mittelfrüh (seltener mittelspät)

Kochtyp: festkochend, vorwiegend festkochend, mehlig

Die Sortenwahl hat sich nach den Absatzmöglichkeiten für den Kochtyp und die jeweilige Sorte am Speisefrischmarkt zu richten.

Stärkekartoffeln:

Reifegruppe: früh (in begrenztem Umfang), mittelfrüh, mittelspät bis spät

Die Sortenwahl erfolgt anhand des Knollenertrages und Stärkegehaltes oder anhand des Stärkeertrages und anderer betriebsbezogener Kriterien. Von den Verarbeitern werden keine Vorgaben bezüglich Sortenwahl gemacht.

Veredelungskartoffeln:

Reifegruppe: sehr früh, früh, mittelfrüh (seltener mittelspät)

Verwertung: Chips, Pommes frites, Trockenkartoffeln

Die Sortenwahl erfolgt meist nach Vorgaben des Vertragspartners.

2.7. Botanische Besonderheiten der Kartoffel

2.7.1. Stängel und Blätter

Kartoffeln sind aufrecht wachsende oder kletternde krautige Pflanzen, die über 1m hoch werden können. Die Kartoffelpflanze stellt somit eine Staude dar, die je nach Sorte und Wachstumsbedingungen aus bis zu 15 Stängel besteht. Die Kartoffelstängel sind im Querschnitt kantig und je nach Sorte nur grün oder auch anthocyanverfärbt. Es besteht ein Unterschied zwischen Früh- und Spätsorten bezüglich der Stängellänge. Somit haben Sorten, die früh abreifen meist kürzere Stängel als jene Sorten, die etwas später in Reife eingestuft sind. Frische, junge Stängel enthalten Mark, das mit zunehmendem Alter wieder abgebaut wird und somit sind die Stängel bei der Ernte letztendlich hohl. Weiters besteht ein Unterschied zwischen den einzelnen Sorten in Hinblick auf die Gestalt der Kartoffelstaude. Es gibt Sorten, die sehr dünne und daher mehr liegende Stängeln besitzen und Genotypen mit stärkeren, mehr aufrecht stehenden Stängeln (NITSCH 2003).

Die Blätter sind wechselständig angeordnete Fiederblätter, mit einem Endfiederblatt und kleinen Zwischenfiedern versehen. Die Blätter unterscheiden sich sowohl im Blatttyp (klein- und feinblättrig, groß- und grobblättrig) als auch in der Farbe (hell- und dunkelgrün) und in der Oberflächenbeschaffenheit (gering oder stark beharrt, rau oder glatt, glänzend oder matt) (NITSCH 2003). In der Züchtung von neuen Kartoffelsorten wird somit zwischen Blatttypen (viel Blattmasse) und Stängeltypen (Stängel sind sehr ausgeprägt) unterschieden (FUCHS 2010).

Unter Berücksichtigung genauer Kenntnisse der einzelnen Sortenmerkmale kann mit den vorhin beschriebenen Merkmalen eine Sorte relativ genau bestimmt werden. Jede Sorte hat typische Merkmale, an denen sie erkannt werden sollte. So zum Beispiel zeichnen die außergewöhnlich langen Blütenstände die Sorte TOSCA (vorwiegend festkochende mittelfrühe Speisesorte) aus (FUCHS 2010).

Die genauen Kenntnisse über die verschiedenen Sorten sind auch bei der Pflanzkartoffelanerkennung von großer Bedeutung, denn die Merkmale eines Virusbefalles können bei jeder Sorte etwas unterschiedlich ausgeprägt sein. Da bei der Pflanzkartoffelanerkennung aber der Prozentsatz der an einem Virus erkrankten Pflanzen beurteilt werden muss, sind diese Kenntnisse sehr wichtig. Sortenspezifisch sind auch die Verwachsungen an den Endfiedern (FUCHS 2010).

2.7.2. Blüte

NITSCH (2003) beschreibt, dass mit der Ausbildung des Blütenapparates ersichtlich wird, dass die generative Entwicklung der Pflanzen begonnen hat. Meist erfolgt die 6 bis 12 Tage dauernde Blüte der Kartoffel unter Langtagsbedingungen, also an Tagen, an denen 12 bis 14 Stunden Tageslicht den Pflanzen zu Verfügung stehen. Unabhängig der Kartoffel besteht der Unterschied zwischen Lang- und Kurztagpflanzen in der Ausbildung der Blüte. Eine Kurztagpflanze blüht bei weniger als 12 Stunden täglicher Belichtung, wobei für eine Langtagpflanze mehr als 14 Stunden Tageslicht notwendig sind. Tagneutrale Pflanzen blühen unabhängig der Tageslänge. Die Kartoffel stellt eine Mischung dar, da sie zwar zu den Kurztagpflanzen zählt (Knollenbildung), aber im Langtag blüht.

Der Blütenstand der Kartoffel ist ein Doppelwickel. Fünf verwachsene Kelch-, Blüten- und Staubblätter bilden die Blüte einer Kartoffel (MÖLLER 2003).



Abb. 17: Kartoffelblüte (NÖS 2009)

Die Staubbeutel öffnen sich meist erst zwei Tage nach Blühbeginn, wodurch die Fremdbefruchtung bevorzugt wird. Unter diesen Bedingungen wird die eigene Blüte vorrangig mit Pollen einer anderen Pflanze bestäubt. Die Bestäubung erfolgt überwiegend durch Insekten und Wind (NITSCH 2003).

Bei der Züchtung von neuen Kartoffelsorten wird diese Bestäubung gezielt durchgeführt. In dem nachstehenden Foto wird gezeigt, wie mittels eines Stäbchens der Pollen aus den Staubgefäßen einer Sorte auf die Narbe einer anderen Sorte befördert wird.



Abb. 18: Kreuzung zweier Kartoffelsorten bei der Kartoffelzüchtung (NÖS 2009)

Die bei der Kreuzung entstandenen Beeren haben einen Durchmesser von 1 bis etwa 2 cm und sind sortentypisch grün oder anthozyangefärbt. Das Fruchtfleisch riecht fruchtig, aromatisch, ist aber aufgrund seines hohen Solaningehaltes sehr giftig. Die in den Beeren enthaltenen Samen sind einer der Grundsteine in der Züchtung, aber näheres dazu wird im Kapitel „Kartoffelzüchtung“ beschrieben.

Die Beerenbildung ist nicht zwingend und sortentypisch. Manche Sorten bilden sehr viele Beeren aus, andere hingegen wenige oder gar keine (NITSCH 2003).

2.7.3. Knollen

Eine Knolle ist botanisch betrachtet ein gestauchter unterirdischer Trieb bzw. Stängel (MÖLLER 2003). Die Kartoffelstaude setzt sich aus drei bis acht Einzeltrieben zusammen, die aus den Augen der Mutterknolle hervorgegangen sind und die bis zu 1m lang werden können. Unterirdisch werden sproßbürtige Stolonen gebildet, die ihr Längenwachstum durch parenchymatisches Dickenwachstum mit der Bildung der Knolle abschließen (DIEPENBROCK et al. 2005). Die Knollen stellen Reserveorgane dar, die zunächst angelegt und als Energielieferanten in Stresssituationen wieder verbraucht werden können. Die Entwicklung der Knollenanzahl und des Knollengewichtes ist von der Reife abhängig (NITSCH 2003). Die junge Knolle wird von einer Epidermis umgeben. Diese wird während der Reife durch ein ledriges, die Lagerfähigkeit verbesserndes Periderm ersetzt. Bei Verletzungen reagiert die Knolle mit der Bildung einer Korksicht, die vor Krankheitserregern schützen soll. Die Färbung der Schale ist sortenspezifisch und kann die Farben von weiß bis blau annehmen (DIEPENBROCK et al. 2005). Auch die Beschaffenheit der Schale reicht von glatt bis rau und netzschalig. Die Fleischfarbe ist ebenfalls sortentypisch

und reicht von hell- bis dunkelgelb. Die Form der Knolle reicht von rund bis oval, langoval und nieren- oder birnenförmig.

Auf die Merkmale der Schalenfarbe, Fleischfarbe, Knollenform usw. wird in der „Beschreibenden Sortenliste“ des Bundessortenamtes detailliert eingegangen (NITSCH 2003).

2.7.4. Wurzel

Das Wurzelsystem einer Kartoffelstaude ist ein Feinwurzelsystem, das den Boden des Ackers sehr gut durchwächst und für die Nährstoffaufnahme und Wasser verantwortlich ist. Da die tiefergehenden Pfahlwurzeln, die bei Trockenheit Wasser und Nährstoffe aus tieferen Bodenschichten holen, fehlen, wird die Kartoffel als Flachwurzler bezeichnet (NITSCH 2003). Die Wurzelmenge ist, verglichen mit anderen Kulturarten, sehr gering (MÖLLER 2003). Der Hauptteil der Wurzelmasse befindet sich bis 60 cm Tiefe. Daher wird für Düngungsmaßnahmen auch nur dieser Raum mittels N_{\min} -Methode beprobt (NITSCH 2003).

Die Entwicklung der Wurzeln eilt der Stängelentwicklung voraus und daher gilt: Wenn die Stängel aus dem Damm erscheinen, ist unterirdisch, wie in Abb. 19 und Abb. 20 erkennbar, bereits ein umfangreiches Wurzelwerk ausgebildet.

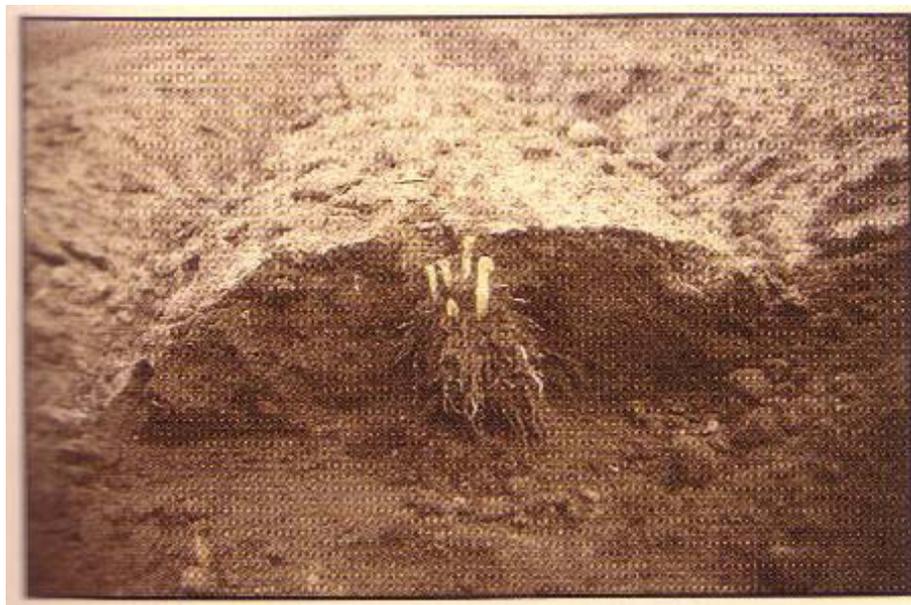


Abb. 19: Gesamtwurzellänge von Kartoffeln im Wurzelraum – 96 Tage nach der Pflanzung (Ende der Blüte) (MÖLLER 2003)

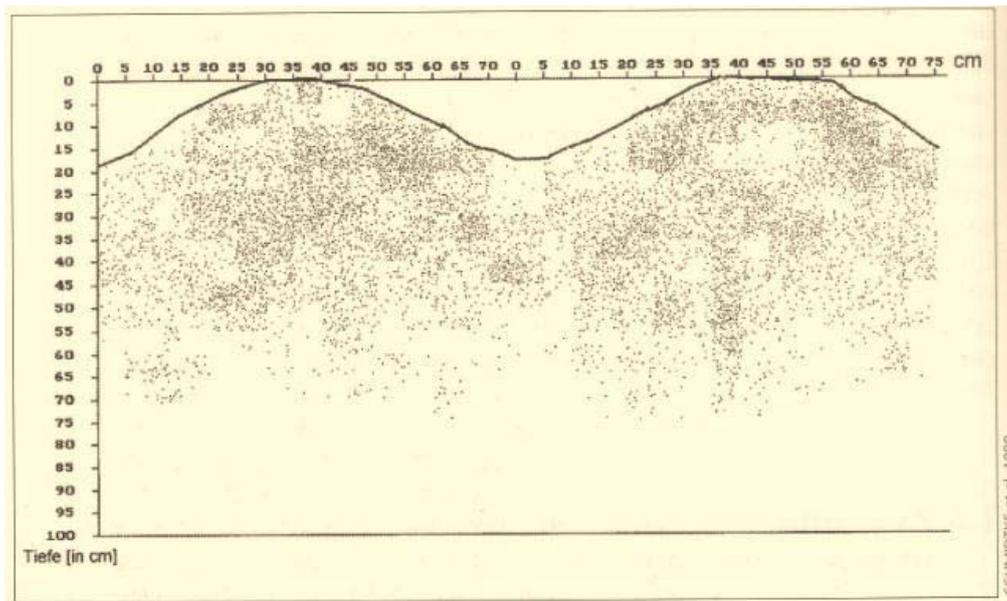


Abb. 20: Wurzelbildung einer keimenden Kartoffel im Damm (SCHMIDTKE 1999)

Die Haarwurzeln wachsen bis zur Dammoberfläche und nehmen dort Nährstoffe zügig auf. Bei mechanischen Bestandespflegearbeiten und einer eventuellen Zweidüngung ist daher große Vorsicht geboten, den Damm nicht zu sehr zu beschädigen und die Maschinen daher möglichst Dammschonend einzustellen. Die Wurzel als Nährstoffaufnahmeorgan, schließt den Boden dadurch auf, dass sie selber (Wurzelexudate, organische Säuren) absondert und zudem Mikroorganismen um die sehr feinen und kurzlebigen Haarwurzeln angesiedelt sind. In diesem eng begrenzten Lebensraum läuft nach TROLLDENIER (1990) eine hohe stoffliche Aktivität ab, die etwa 1/5 des gesamten reduzierten Kohlenstoffs der Pflanze ausmacht.

Das Wurzelsystem reagiert auf stark verdichtete Bodenschichten mit einer verminderten Aufnahme von Nährstoffen und Wasser und reduziert somit deutlich die Ertragsleistung.

MÖLLER (2003) beschreibt, dass auf Sandböden in etwa 50 – 60 % der Wurzeln im Bereich des Kartoffeldammes gefunden werden. Die Gesamtwurzellänge ist vergleichbar mit der von Sommergerste und nur halb so lang wie die von Winterroggen. Durch das flache Wurzelsystem können Nährstoffe und Wasser aus tieferen Bodenschichten kaum genützt werden, wodurch eine stetige Wasserversorgung für hohe Erträge unabdingbar ist.

2.7.5. Klimaansprüche

Die Kartoffel ist an das gemäßigte Klima angepasst, verträgt aber keinen Frost. Der Wasseranspruch ist verhältnismäßig hoch; das belegen die Ernteerträge in Abhängigkeit von der Niederschlagsverteilung: Vegetationsperioden mit gleichmäßig ausreichenden

Niederschlagsmengen führen zu Höchsterträgen. Länger anhaltende Trockenperioden führen in der Zeit der Knollenbildungs- und Hauptwachstumsphase zu großen Ertragsverlusten (NITSCH 2003). Eine unregelmäßige Wasserversorgung kann auch Auswirkungen auf die Form der Knollen haben. Fällt nach einer längeren Trockenphase wieder mehr Regen, wird das Wachstum der Knollen stark angeregt und Wachstumsrisse können entstehen (FUCHS 2010).

2.7.5.1. Temperaturansprüche der Kartoffel

Kartoffeln gedeihen nicht überall auf der Erde optimal. Grund dafür ist unter anderem die Frostempfindlichkeit des Krautes und der Knollen.

Tab. 5: Temperaturansprüche der Kartoffelknollen (DIEPENBROCK et al. 2005)

Parameter	Wert	Bemerkung
Bodentemperatur		
Schneller und sicherer Aufgang		
- Nicht vorbehandelter Kartoffeln	ab 8 bis 10°C	Temperaturen, welche bei der
- Vorgekeimter und keimgestimmter Kartoffel	ab 4 bis 6°C	Pflanzung herrschen sollten
Knollenbildung und –wachstum		
- Optimal	bei 17°C	Tagesmitteltemperatur
		(20°C am Tag, 12°C in der Nacht)
- Stark gehemmt bzw. Hitzeschäden	29 bis 30°C	Hitzenekrosen, Fadenkeimigkeit
Lufttemperatur		
Optimum für hohe Assimilation	bei 20°C	
	(16 bis 20°C)	
Temperaturgrenzen		
Erfrieren des Krautes	-1,5 bis -1,7°C	
Erfrieren der Knollen	-1,0 bis -2,0°C	Bei sehr langsamer Abkühlung und
		Wiedererwärmung ist vorübergehende
		Unterkühlung der Knollen auf
		-4 bis -5°C möglich
Roden	bei 12 bis 15°C	Schäden bei 5°C doppelt so hoch wie
		bei 15°C
Sortieren	nicht unter 8°C	
Lagern	3 bis 5°C	

Um einen schnellen und sicheren Aufgang des Pflanzgutes zu erreichen, sollte bei nicht vorbehandelten Knollen die Bodentemperatur zwischen 8 und 10 °C liegen. Keimt man die Knollen vor beziehungsweise bringt man diese in Keimstimmung, reichen 4 bis 6 °C. Für die Knollenbildung und das Knollenwachstum sind 17 °C Tagesmitteltemperatur optimal, wobei hierbei die Tagestemperatur 20 °C und die Nachttemperatur bei 12 °C liegt. Erreicht die Temperatur jedoch 29 bis 30 °C besteht die Gefahr von Hitzenekrosen und Fadenkeimigkeit.

Die Lufttemperatur soll für ein Optimum an hoher Assimilation bei 16 bis 20 °C liegen.

Es existieren Temperaturgrenzen, bei denen gewisse Schäden auftreten können beziehungsweise gewisse Tätigkeiten reduziert werden sollten. Für das Erfrieren des Krautes reichen schon -1,5 bis -1,7 °C, für das Erfrieren der Knollen -1,0 bis -2,0 °C. Bei sehr langsamer Abkühlung und Wiedererwärmung ist eine vorübergehende Unterkühlung auf -4,0 bis -5,0 °C möglich. Gerodet sollte bei 12 bis 15 °C werden, da die Schäden bei 5 °C doppelt so hoch wie bei 15 °C sind. Das Sortieren sollte möglichst nicht unter 8 °C vollzogen werden und die Lagerung ist optimal bei 3 bis 5 °C. Pflanzkartoffeln werden optimal zwischen 2 und 4 °C, Speisekartoffeln zwischen 4 und 6 °C, Ware für Pommes frites zwischen 6 und 8 °C sowie Chips- und Stärkekartoffeln zwischen 8 und 12 °C gelagert (DIEPENBROCK et al. 2005).

2.7.6. Entwicklungsstadien der Kartoffelpflanze

Der Vegetationsverlauf einer Kartoffelpflanze wird sowohl von genetischen als auch von umweltbedingten Einflüssen bestimmt. Die Kartoffel weist einige Besonderheiten auf. Neben dem vegetativen Vermehrungsrhythmus, d.h. über Knolle und vegetatives Wachstum, zeigt sie ein sogenanntes sympodiales Wachstum des Sprosses; damit ist gemeint, dass in Abhängigkeit von Sorten und Umweltbedingungen an einer Pflanze mehrere Blütenstände hintereinander ausgebildet werden können (KOLBE und MÖLLER 2003).

Zur einheitlichen und international verständlichen Beschreibung der einzelnen Wachstumsphasen und des Verlaufs in der Vegetation ist der BBCH – Code entwickelt worden, den es in einer zweistelligen und einer dreistelligen Version gibt. Der BBCH – Code ermöglicht es, ohne Verständigungsschwierigkeiten, sowohl den aktuellen Wachstumsstand als auch erforderliche Pflanzenbau- und Pflanzenschutzmaßnahmen exakt anzugeben (KOLBE und MÖLLER 2003).

Beim zweistelligen Code werden jeweils 10 Makrostadien (0-9, Ziffer 1) und 10 Mikrostadien (0-9, Ziffer 2) unterschieden (Tab. 6).

Tab. 6: Entwicklungsstadien der Kartoffel – 2 stellige BBCH Code (Code der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft Braunschweig 1980)

Allgemeine Beschreibung	BBCH-Code
0 Keimung/Keimpflanzenentwicklung	
Knolle nicht gekeimt	01
Keime gespitzt, max. 2 mm lang	02
Knolle angekeimt, Keime > 2 mm	05
Fortgeschrittenes Keimstadium und Wurzelbildung	09
1 Auflaufen	
Pflanze durchbricht Erdoberfläche	11
Erste Blätter entfalten sich	15
2 Blatt- und Stängelausbildung	
Entwicklung weiterer Blätter	21
Entwicklung weiterer Stängel	25
3 Längenwachstum	
Beginn Längenwachstum (ca. 15 cm)	31
Mitte Längenwachstum (ca. 20 cm)	35
Ende Längenwachstum (ca. 25 cm)	39
4 Schließen des Bestandes	
Erste Pflanzen gegenüberliegender Seite berühren sich	41
Bestand geschlossen	49
5 Knospenentwicklung	
Pflanze beginnt mit Knospenbildung	51
Knospenbildung beendet	59
6 Blüte	
Beginn der Blüte	61
Mitte Blüte	65
Ende der Blüte	69
7 Ausbildung der Beeren	
Beginn des Beerenansatzes	71
Mitte des Beerenansatzes	75
Erste Beeren fallen ab	79
8 Vergilbung der Pflanze	
Erste Blätter werden gelb	81

Hälfte der Blätter vergilbt	83
Blätter überwiegend vergilbt, Stängel beginnt zu vergilben	85
Pflanze völlig abgestorben	89
9 Reife der Knollen	
Knollen noch nicht schalenfest	91
Knollen schalenfest	95
Knollen lösen sich von den Stolonen	99

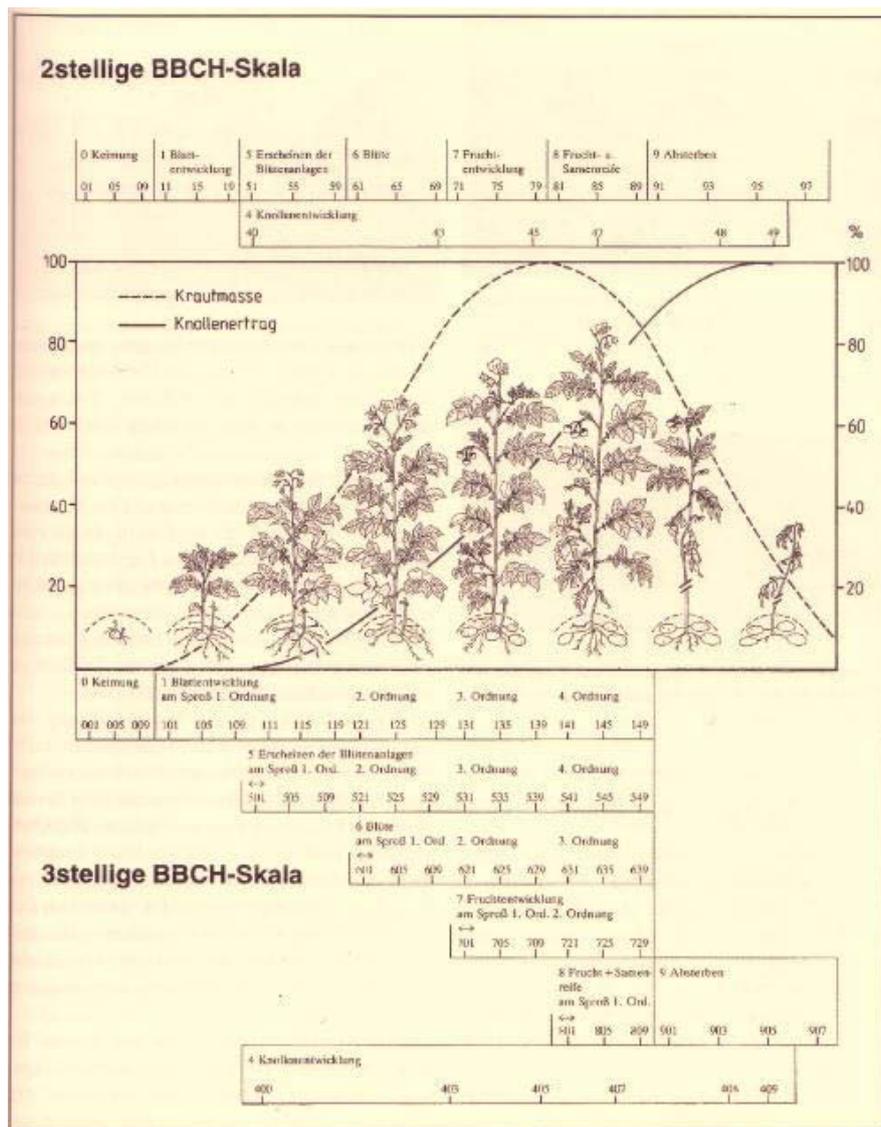


Abb. 21: Entwicklungsstadien der Kartoffel nach einheitlicher Codierung – erweiterte BBCH - Skala (Gemeinschaftsarbeit der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, des Bundessortenamtes und des Industrieverbandes Agrar 1994)

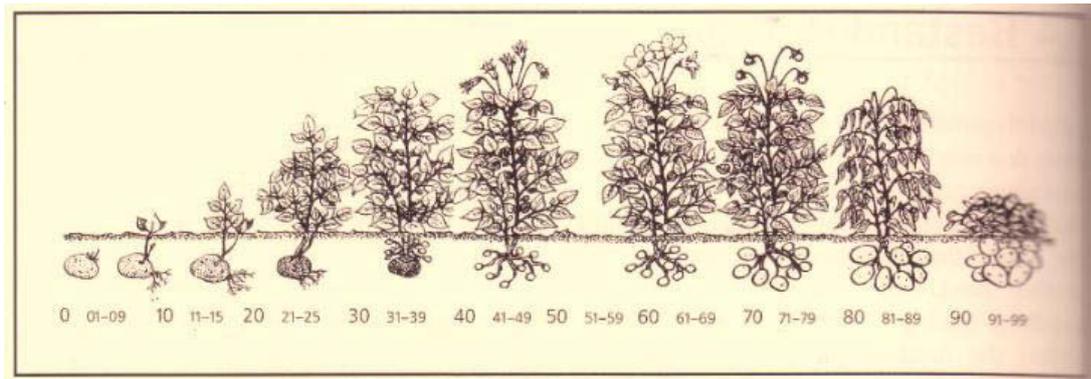


Abb. 22: Entwicklungsstadien der Kartoffel (Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Merkblatt Nr. 27/5 1980)

2.8. Pflanzenbauliche Management Maßnahmen

2.8.1. Standortansprüche

Für den Kartoffelanbau eignen sich vor allem leichte bis mittelschwere, skelettarme und tiefgründige Böden mit einer ausgeglichenen Wasserversorgung und einem pH-Wert von 5,5 – 7. Auf leichteren Böden werden die Knollen meist schöner in Form und Farbe. Die Kartoffeln reagieren sehr empfindlich auf längere Trocken- oder Nässeperioden während der Blüten- und Knollenbildung (BIOLAND et al. 2007).

2.8.2. Fruchtfolge

In der konventionellen Produktion stellt die Kartoffel keine besonderen Ansprüche an die Vorfrucht. Als Vorfrucht eignet sich der mehrschnittige Feldfutterbau, der im Boden große Mengen an organischen Rückständen hinterlässt. Weiters eignen sich alle Getreidearten, ausgenommen Mais. Nach Mais ist kein Zwischenfruchtanbau mehr möglich. Wichtig ist eine gute Zerkleinerung der Ernterückstände, die gleichmäßig in den Boden eingearbeitet werden müssen. Die Verrottung wird dadurch beschleunigt und die Wasserführung im Anbaujahr nicht durch sperrige organische Masse behindert (HEPTING 2006).

Im Merkblatt der BIOLAND BERATUNG GmbH, KÖN, Bio Austria und FiBL (2007) sind allgemeine Regeln zur Fruchtfolge bei Kartoffeln angeführt.

- Eine Anbauphase von mindestens 4 Jahren einhalten (einschließlich Frühkartoffeln).
- Bodenverdichtungen bei der Ernte der Vor- und Zwischenfrüchte vermeiden. Zwischenfrüchte nicht beweiden.
- Der Nährstoffbedarf der Kartoffel ist relativ hoch und die Nährstoffe sollten kurz nach dem Auflaufen zur Verfügung stehen. Deshalb wächst die Kartoffel besonders

gut nach Vorfrüchten, welche die Gare und Struktur des Bodens fördern und eine hohe Menge an leicht zersetzbarem organischem Material hinterlassen.

- Frühjahrsumbruch vor Kartoffeln vermindert das Risiko des Auswaschens von Nährstoffen über die Wintermonate, kann jedoch nur bei rascher Bodenerwärmung und geeigneten Böden (Sand, lehmiger Sand) empfohlen werden.
- Kartoffeln hinterlassen im Boden viel löslichen, auswaschungsgefährdeten Stickstoff. Deshalb sollten Folgekulturen angebaut werden, die den Stickstoff im Herbst verwerten wie z.B. Wintergetreide oder Begrünungen.
- Kartoffeln hinterlassen in der Regel ein sauberes Saat-/Pflanzbett. Für die Folgekultur genügt deshalb eine schonende Bodenbearbeitung ohne Pflug. Dies schont die Bodenstruktur, fördert das Erfrieren der verbliebenen Knollen und vermeidet eine zu starke Mineralisierung von Bodenstickstoff.

Mit der Fruchtfolge erfolgt vorbeugend die Bekämpfung von Krankheiten, Schädlingen und Unkräutern. Versuche belegen, dass bei 33 % Kartoffeln in der Fruchtfolge ein Minderertrag von 15 % zu erwarten ist. Außerdem steigt das Infektionspotential mancher Krankheiten stark an, beispielsweise können Nematoden mehr Zysten bilden als in den Folgejahren wieder abgebaut werden. Der Befall von Kartoffelkrebs (*Synchytrium endobioticum*) kann ebenfalls begünstigt und somit zu einem Problem werden (MÖLLER und KOLBE 2003).

2.8.3. Pflanzgut

Im biologischen Kartoffelanbau muss das Pflanzgut grundsätzlich aus biologischer Produktion stammen. Welche Sorten in Österreich zur Verfügung stehen, kann der Bio-Saatgut-Datenbank der AGES (www.ages.at) entnommen werden. Sollte kein Saatgut aus biologischer Vermehrung zur Verfügung stehen, darf mittels Ansuchen einer Ausnahmegenehmigung beim jeweilig zugehörigen Kontrollverband auch konventionell ungebeiztes Saatgut zum Anbau kommen.

Prinzipiell wird der Anbau von zertifiziertem Pflanzgut („Z – Saatgut“) empfohlen. Bei Verwendung von Z – Saatgut wird garantiert, dass folgende Kriterien nach HEPTING (2006) erfüllt werden.

- Freiheit von Nematoden, Krebs, Bakterienring- und Schleimfäule
- Weitgehende Freiheit von Virus-Krankheiten und knollenbürtigen Krankheitserregern
- Geringer Anteil an beschädigten Knollen
- Hohe Keimbereitschaft und Triebkraft

- Optimales physiologisches Alter der Knollen
- Ordnungsgemäße Größensortierung

2.8.3.1 Physiologisches Alter der Knollen

Die Entwicklung der Knollen ist dann abgeschlossen, wenn die Knolle an der Staude vollständig ausgebildet und das Kraut der Mutterknolle abgestorben ist. Die Knollen befinden sich nun in der Keimruhe, da die Stoffwechselprozesse weitgehend ruhen. Zu diesem Zeitpunkt liegt nun die „Geburtsstunde“ des physiologischen Alters vor. Während die Knolle nun als physiologisch „jung“ bezeichnet werden kann, liegt zum späteren Zeitpunkt der Keimung mit Wurzelbildung der Knolle ein „hohes“ physiologisches Alter vor (NITSCH 2003).

Das physiologische Alter wird als Temperatursumme in Gradtagen ab dem Zeitpunkt der Knollenanlage gemessen. Es ist daher von den Umwelteinflüssen, besonders der Temperatur im Feld und anschließend am Lager sowie von der Sorte abhängig (REUST 1986).

Weiters bestimmt das physiologische Alter einer ausgepflanzten Mutterknolle die gesamte weitere Entwicklung der daraus gewachsenen Staude. Ein hohes physiologisches Alter bewirkt einen rascheren Pflanzenaufgang und ein stärkeres Wachstum zu Beginn der Entwicklung (MÖLLER und KOLBE 2003).

2.8.3.2. Pflanzgutvorbereitung

Im konventionellen Kartoffelbau hat das Vorkeimen nur bei Frühkartoffeln eine Bedeutung.

Besonderheiten im biologischen Kartoffelbau

Durch Temperatureinwirkung wird bei der Pflanzgutvorbereitung der Stoffwechsel der Pflanzknollen aktiviert. Dies kann entweder durch Keimstimmen oder Vorkeimung erreicht werden. Während beim Keimstimmen nur relativ kleine Dunkelkeime gebildet werden, entstehen beim Vorkeimen 10 bis 15 mm lange, farbige und festsitzende Lichtkeime. Vorkeimen ist zwar wesentlich aufwendiger als Keimstimmen, bringt aber den Ertrag, das Wachstum und die Qualität der Kartoffeln betrachtet, große Vorteile. Vorkeimen erhöht das physiologische Alter der Pflanzknollen (KAINZ und KARALUS 2003).

Ziel des Vorkeimens in der biologischen Kartoffelproduktion ist es, eine zügige Pflanzenentwicklung zu gewährleisten, um möglichst schnell einen geschlossenen Bestand zu erhalten. Dadurch wird den Blattläusen das Einfliegen erschwert, weil sie nicht mehr in der Lage sind, einen Kartoffelbestand von anderen Feldfrüchten zu unterscheiden.

Den Erfolg des Vorkeimens kann man durch einen verfrühten Feldaufgang sortenspezifisch von ca. 10 bis 14 Tagen erkennen (BÖHM 2003).

Durch das schnellere Auflaufen der vorgekeimten Knollen wird das Unkraut besser unterdrückt und somit die Konkurrenz um Wasser und Nährstoffe weitgehend vermindert.

Eine fachgerechte Vorkeimung bringt im Vergleich zur Nichtvorkeimung einen deutlichen Mehrertrag an Knollen und Stärke. Die Knollen aktivieren durch niedrige Temperaturen und optimalen Lichteinfluss den größten Teil ihrer Keimanlagen. Aus jedem Auge wächst ein kräftiger, gedrungener Lichtkeim, der mechanischen Belastungen beim Pflanzen sehr widerstandsfähig ist. Durch die optimale Ausbildung der Keime können die Stängel zügig weitergebildet werden und dies führt zu einem einheitlichen und lückenfreien Pflanzenbestand. Die weitere Pflanzenentwicklung ist gleichmäßig und bringt eine einheitliche Abreife und Erntequalität mit Ertragsvorteilen gegenüber nicht vorgekeimten Kartoffeln (NITSCH 2003).

Speziell im biologischen Landbau bekommt die Ausnutzung der Bodenfeuchte und des im Mai fallenden Regens sowie des im Frühjahr durch Mineralisierung gebildeten Nitrats eine Bedeutung. Durch den schnelleren Feldaufgang kann die Erosion des Dammes durch Starkregenereignisse vermindert werden. Dadurch wird auch das Risiko von grünen Knollen, die vor allem durch Abschwemmung des Dammes entstehen, vermindert (KAINZ 2003).

2.8.3.3. Vorkeimsysteme

Vorkeimhäuser: sind die idealsten Orte für die Vorkeimung. Automatische Temperaturführung über First- und Seitenwandlüftung sowie Frostschutzheizung sind Stand der Technik. Umluftregulierung mit Ventilatoren gehören dazu. Befüllt werden die Vorkeimkisten (meist Plastikkisten) halbautomatisch über Abfüllautomaten.

Big Bag/Säcke: Vorkeimsäcke oder Big Bags werden als günstige Alternative zu Vorkeimhäusern betrachtet. Sie stellen aber auf Grund ihrer beschränkten Möglichkeiten nur eine Zwischenlösung dar. Das Licht durchdringt, je nach Größe des Sackdurchmessers, weniger intensiv das Innere der Säcke und so kann es zu einer unterschiedlich starken Entwicklung der Keime kommen.

Netzsäcke: diese fassen meist 25 kg und sind besonders handlich (NITSCH 2003).

2.8.4. Pflanzung

Durch den Strukturwandel, den die Landwirtschaft in den letzten Jahren und Jahrzehnten erlebt hat, haben sich auch die Größenstrukturen bei den Maschinen deutlich verändert.

Prinzipiell erfordert der Kartoffelbau ein hohes Maß an Spezialmaschinen, dadurch werden die kartoffelbauenden Betriebe weniger, jedoch auch größer.

Vor dem Legen sollte der Boden möglichst stein- und klutenfrei sein, da Steine und Kluten das Wachstum der Knollen vermindern und die Ernte erschweren. Im ökologischen Landbau wird auf schweren Böden meist der Pflug eingesetzt, auf mittelschweren Böden und in Trockengebieten (um Wasser zu sparen) wird der Einsatz von einem Grubber empfohlen. Sehr wichtig ist es, darauf zu achten, dass der Boden möglichst keine Verdichtungen aufweist, deshalb empfiehlt sich oft nur ein Bearbeitungsschritt im Frühjahr (Kreiselegge mit Legemaschine kombiniert) (Bioland Austria, KÖN, Bio Austria, FiBL 2007).

Der Anbau erfolgt in Dammkultur, teilweise wird mit „All-in-one“ Maschinen gearbeitet, die aus einer Einrichtung zur Saatbettbereitung und einer Legeeinheit bestehen. Diese Maschinen sollten nur bei optimalen Bodenbedingungen (relativ trocken, ...) zum Einsatz kommen, da sie schwer sind und die Gefahr von Verdichtungen erhöht wird.

Derzeit werden in kleineren Betrieben 2 – reihige Legemaschinen, im überwiegenden Teil der landwirtschaftlichen Betriebe 4 – reihige Legemaschinen, die häufig mit einem Kippbunker ausgerüstet sind, verwendet. Teilweise ist eine Beizeinrichtung auf den Legemaschinen vorhanden, wodurch direkt beim Legen die Knollen mit einer Flüssigbeize als Schutz gegen diverse Krankheiten (Fusarien, ...) besprüht werden (KAINZ 2003).

Stand der Technik ist heute ein Reihenabstand von 75 cm und ein Abstand in der Reihe, je nach Produktionsrichtung von 22 bis 44 cm. Angestrebt wird eine Bestandesdichte von 30.000 bis 70.000 Knollen, der jedoch stark variieren kann und im Schnitt bei 40.000 Knollen liegt.

Tab. 7: Bestandesdichten und Ablagenweiten in Abhängigkeit der Produktionsrichtung (Landwirtschaftskammer Nordrhein – Westfalen 2009)

Produktionsrichtung	Bestandesdichte Normalsortierung	Ablageweite in cm
Speisefrühkartoffeln	37.000	36
Speisekartoffeln	40.000	32
Pommes frites Sorten	35.000	38
Chipskartoffeln	38.000	35

Abhängig von der Normalsortierung (= “Standardsortierung“) werden unterschiedlich viele Knollen pro ha benötigt. Bei einem Reihenabstand von 75 cm und einem Abstand von 35 cm

in der Reihe benötigt man ca. 38.100 Knollen pro ha. Befinden sich 700 Knollen in einem Sack so hat man ca. 2.720 kg gepflanzt, bei 800 Knollen in einem Sack wären es ca. 2.380 kg. Aufgrund dieses Unterschiedes, wäre es sinnvoller, Kartoffeln nach der Knollenanzahl und nicht nach Tonnagen zu kaufen. Dies wurde jedoch noch in keinem Land realisiert.

In einigen Ländern (z.B. in Italien) ist es üblich, Knollen zu schneiden. Hier werden große Knollen halbiert oder geviertelt. Ziel des Schneidens ist es, mit weniger großen Knollen mehr Legestellen abzudecken. Ein großer Nachteil besteht darin, dass durch das Schneiden eine offene Stelle an der Knolle entsteht und es zu einer erhöhten Anfälligkeit gegenüber Krankheiten kommt. Dieses Problem kann vermindert werden, wenn 1 bis 3 Wochen vor dem Legetermin geschnitten wird und somit an den Schnittstellen eine neue Korkschicht entsteht. Um die Wundheilung und die Neubildung zu fördern, werden die Knollen mit Frischluft belüftet. Durch die Belüftung wird auch die Bildung einer Schwitzschicht weitgehend verhindert (KAINZ 2006).

Die Ertragsstruktur:

Große Pflanzknollen → mehr Triebe je Staude → höherer Knollenansatz je Staude → geringerer Knollenansatz je Trieb → insgesamt kleinere bzw. ungleichmäßigere Sortierung
Kleine Pflanzknollen → weniger Triebe je Staude → geringerer Knollenansatz je Staude → höherer Knollenansatz je Trieb → insgesamt größere bzw. gleichmäßigere Sortierung

Tab. 8: Pflanzgutbedarf in dt/ha in Abhängigkeit der Sortierung (Landwirtschaftskammer Nordrhein – Westfalen 2009)

Sortierung		Knollenform								
28/35 mm		rund	oval	lang						
35/45 mm					rund	oval	Lang			
35/50 mm						rund	oval	Lang		
35/55 mm							rund	oval	Lang	
45/50 mm								rund	oval	Lang
Knollenzahl je Sack (50kg)		2.270	2.000	1.860	1.430	1.100	910	770	655	530
Knollengewicht in g		22	25	27	35	45	55	65	75	85
Pflanzen pro ha	Abstand in cm	Pflanzgutbedarf in dt/ha bei 75cm Reihenabstand								
60.600	22	13,3	15,0	16,4	21,2	27,8	33,3	39,1	45,5	
55.500	24	12,2	13,9	15,0	19,4	25,0	30,5	38,1	41,6	47,2
51.000	26	11,2	12,8	13,8	17,9	23,0	28,1	33,2	38,3	43,4
47.600	28	10,5	11,9	12,8	16,6	21,4	25,11	30,8	35,7	40,4
44.500	30	9,8	11,1	12,0	15,5	20,0	24,5	28,9	33,4	37,8
43.000	31	9,5	10,8	11,5	15,1	19,4	23,7	28,0	32,3	36,6
41.600	32	9,1	10,4	11,2	14,5	18,7	22,8	27,0	31,1	35,4
40.400	33	8,9	10,1	10,9	14,2	18,2	22,3	26,3	30,4	34,4
39.000	34	8,6	9,8	10,5	13,7	17,5	21,5	25,4	29,5	33,2
38.000	35	8,4	9,6	10,3	13,3	17,1	20,9	24,7	28,5	32,3
37.000	36		9,3	10,0	13,0	16,7	20,4	24,1	27,8	31,5
36.000	37			9,7	12,6	16,2	19,8	23,4	27,0	30,6
35.000	38			9,5	12,3	15,8	19,3	22,8	26,3	29,8
34.000	39				11,9	15,3	18,7	22,1	25,5	28,9
33.000	40				11,5	14,9	18,2	21,5	24,8	28,1
31.700	42				11,0	14,2	17,3	20,5	23,6	26,8
30.000	44				10,5	13,5	16,5	19,5	22,5	25,5

Die Größensortierung des Pflanzgutes wird auf dem Etikett in einer Spanne in mm = Sortierung angegeben. Ein typisches Maß für runde Speisekartoffel liegt bei 35/50 mm, bei langen Speisekartoffeln bei 30/47 mm und bei Verarbeitungs- und Stärkekartoffeln bei 35/55

mm. Je größer die Sortierung, desto mehr Knollen werden benötigt, da sonst die angestrebten Legstellen nicht erreicht werden (KAINZ 2003).

Wie aus Abb. 23 hervorgeht, beträgt der ideale Dammquerschnitt rund 1.000 cm². Die Knolle wird etwas unter der ursprünglichen Ackeroberfläche abgelegt und mit rund fünf bis 10 cm Erde bedeckt. Biologische Felder werden mit etwas mehr Erde bedeckt, da die Unkrautbekämpfung mittels Striegeln erfolgt und somit mehr Spielraum für mehrmaliges Striegeln vorhanden ist. Konventionell spielt die Bedeckung keine besonders große Rolle. Auf leichteren bis mittleren Böden können mit einem angebauten Dammformblech vollständige Dämme aufgebaut werden, in denen exakt mittig die Knolle liegt (KAINZ 2003).

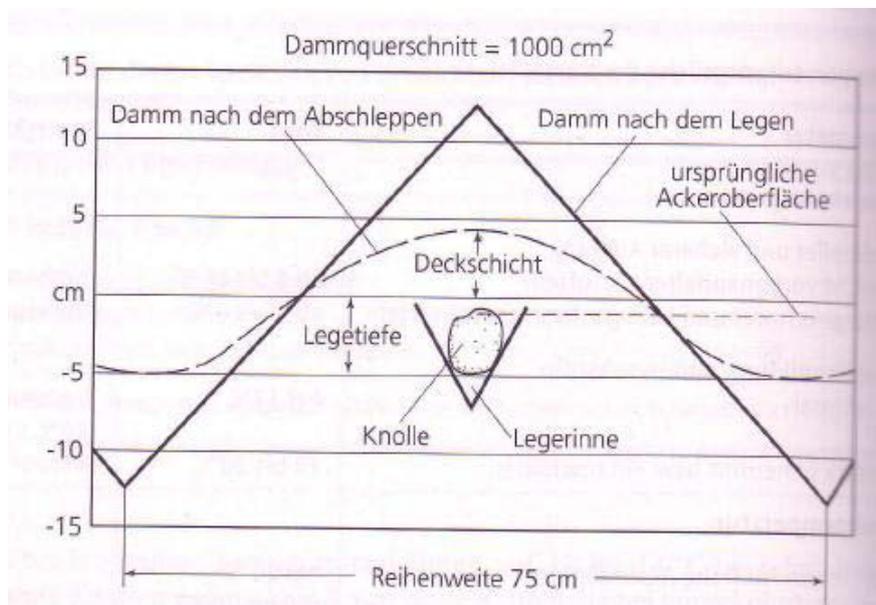


Abb. 23: Idealer Kartoffeldamm (SPECHT 1999)

2.8.5. Unkrautbekämpfung

Anders als im konventionellen Landbau bzw. Kartoffelbau dürfen im biologischen Landbau keine chemischen Pflanzenschutzmittel eingesetzt werden. Daher erfordert es großen Einsatz und Fachwissen des Biobauern, um notwendige Maßnahmen zur Unkrautbekämpfung durchzuführen.

KAINZ (2003) beschreibt das Auftreten von Quecken als sehr problematisch, da die Queckenwurzeln die Kartoffeln durchwachsen und damit keine Qualität mehr gegeben ist und außerdem die Rodearbeiten deutlich erschweren. Weiters stehen die Unkräuter und Ungräser in Konkurrenz um Wasser und Nährstoffe zu den Kartoffeln.

Die Pflanzen sollen zügig auflaufen und eine entsprechende Entwicklung vollziehen um den Boden gut zu decken und daher Unkräuter unterdrücken zu können.

Dazu sind vor allem spezielle Sorte und eine ausgewogene Düngung erforderlich.

Pflege: Zwischen dem Legen der Kartoffeln und dem Reihenschluss werden die Bestände mehrfach bearbeitet, um

- einen großvolumigen, stabilen, mittig sitzenden Damm aufzubauen, der den Stauden einen optimalen Wurzelraum bietet und die Knollen vor Krankheiten und Ergrünen schützt.
- Krusten zu brechen, die die Durchlüftung des Dammes verhindern.
- Unkraut zu bekämpfen.

Für den ökologischen Anbau wird deshalb ein wiederholtes Aufhäufeln und Abstriegeln der Kartoffeln, bis sie bei ca. 20 cm Laubhöhe ein letztes Mal bearbeitet werden, empfohlen.

- 1) legen, Abdeckung 8 cm
- 2) beim Auflaufen: abstriegeln und aufhäufeln
- 3) abstriegeln
- 4) beim Durchstoßen: aufhäufeln
- 5) abstriegeln und aufhäufeln

Tab. 9: Arbeitsschritte bei der Kartoffelpflege auf leichten und schweren Böden (KAINZ 2003)

	Leichte Böden	Schwere Böden
1. Dammaufbau	(Striegel +) Scharfhäufler	Reihenfräse
1. Striegeln	Striegel	Striegel
2. Dammaufbau	Scharfhäufler	Scheibenhäufler oder Dammformgerät
3. Dammaufbau	Dammstriegel + Scharhäufler oder Dammformgerät	(meist entbehrlich)

Geräte zur Pflege im ökologischen Landbau der Kartoffelbestände:

Striegel: Früher wurden Netzstriegel, die sich den Dämmen gut anpassen, eingesetzt, sind aber heute fast verschwunden. Hackstriegel, wie sie im Getreidebau verwendet werden, sind für den Kartoffelbau nicht zu empfehlen. Dammstriegel können gut mit Häufelgeräten kombiniert werden und werden daher oft eingesetzt (KAINZ 2003).

Scharhäufler: Die einfachste Form eines Häufelgerätes ist eine Schar. Steile Scharen sind für mineralische, längere für organische Böden und schnelle Arbeitsgeschwindigkeiten geeignet. Problem dabei ist, dass Scharhäufler kaum festen Boden aus der Dammfurche lockern (KAINZ 2003).

Scheibenhäufler: Diese können festen Boden aus der Dammfurch lockern und somit den Damm fördern. Da sich die Scheiben drehen, wird Boden von beiden Seiten gleichzeitig unter bereits aufgelaufenen Kartoffeln geschoben und dabei die Stauden vergleichsweise wenig bedeckt, wobei hohe Dämme aufgebaut werden (KAINZ 2003).

Sternradhacke: Die Sternradhacke ist im Prinzip den Scheibenhäuflern ähnlich, bearbeitet den Boden jedoch intensiver und bringt auf leichten Böden eine geringe Menge an Boden auf den Damm (KAINZ 2003).

Dammformer: Dieses Gerät setzt sich aus Lockerungswerkzeugen, Scharhäuflern und einem Dammformblech zusammen. Durch die Schar wird der Damm aufgeschüttet, das Blech formt die Dämme aus und drückt dabei die Flanken an. Der Dammformer sollte wenn möglich nicht bei schweren, klutigen Böden zum Einsatz kommen, da aus Kluten kein gleichmäßiger Damm geformt werden kann (KAINZ 2003).

Dammfräse: Die Dammfräse wird vor allem auf schweren Böden eingesetzt, da sie hier exakte Arbeit verrichtet. Hakenfräsen bearbeiten den Boden auf ca. 35 bis 40 cm Breite zwischen den Reihen und nehmen dabei einen Teil des beim Legen aufgehäuften Damms weg. Auch hier werden die Dämme mittels Dammformblech ausgeformt (KAINZ 2003).

Bei allen Arbeitsvorgängen gilt

- es, die richtige Arbeitsgeschwindigkeit zu wählen,
- die Anzahl der Bearbeitungsschritte möglichst gering zu halten um das Kraut nicht unnötig zu beschädigen,
- die Pflegearbeiten mit einem möglichst leichten Traktor mit Pflegebereifung durchführen.
- Ein erster Striegeldurchgang vor dem Auflaufen der Stauden (Blindstriegeln) fördert ein rasches Auflaufen.
- vorzugsweise am Abend hacken, wenn die Blätter nach oben gerichtet sind (geringere Verschüttung der Blätter).
- Junge Triebe sind empfindlich und sollen nicht gestriegelt werden.

(Bioland, Bio Austria, KÖN, FiBL, 2007)

2.8.6. Krautabtötung

Um bestimmte seitens der Abnehmer (Speise-, Wirtschafts- oder Pflanzkartoffeln) geforderte Vorgaben wie die Sortiergrößenanteile, die Stärkegehalte oder die Knollengesundheit zu erreichen, ist eine Krautabtötung notwendig.

Durch die Krautabtötung werden eine gleichmäßige Schalenfestigkeit und eine Erleichterung bei der Ernte bei sehr massigen Beständen erzielt (NITSCH 2003).

Dazu sind in der Praxis folgende Verfahren möglich (NITSCH 2003):

- mechanische Krautbeseitigung – Krautschlegeln
- Abtötung mit Totalherbiziden (nur konventioneller Landbau)
- kombinierte Anwendung der beiden ersten Punkte, die durch das Wurzelschneiden noch ergänzt werden können
- thermische Krautabtötung



Abb. 24: Erfolgreiche Krautabtötung (Landwirtschaftskammer Niedersachsen 2010)

Die Krautminderung sollte nach Möglichkeit erst bei beginnender Reife der Pflanzen erfolgen. Dabei fangen die unteren Blattetagen der Stauden an abzustarben. Bei sehr üppigen Beständen besteht die Gefahr des Wiederaustriebs der Kartoffelpflanzen, was vor allem in der Pflanzkartoffelproduktion durch eine mögliche Spätinfektion mit Virose problematisch sein kann (NITSCH 2003).

2.8.7. Ernte

Der Erntetermin richtet sich hauptsächlich nach dem Produktionsziel. So werden Frühkartoffeln abhängig von der Marktentwicklung gerodet. In Deutschland darf seit 2008 nur mehr festschalige Ware verkauft werden. Festschalig heißt, dass sich die Schale durch festes seitliches Drücken mit dem Daumen nicht abschieben lässt, was in der Regel 3 Wochen nach Abtöten oder Absterben des Krautes erreicht wird (KAINZ 2003).

Die Rodetemperatur soll über 10 °C liegen, um die Knollen möglichst nicht zu beschädigen und die Gefahr von Lagerkrankheiten so gering wie möglich zu halten. Dadurch ist auf die richtige Einstellung des Roders zu achten. Der Erdpolster soll auf dem Sieb möglichst hoch sein und auf dem Verleseband möglichst gering, da sonst am Lager Erdnester angelegt werden, die nicht austrocknen und zu faulen Knollen führen (NITSCH 2003).

2.9. Krankheiten und Schädlinge

2.9.1. Kraut- und Knollenfäule

(potato blight, late blight)

Erreger: *Phytophthora infestans*

Systematische Stellung: *Mastigomycotina, Oomycetes, Peronosporales, Phytiaceae*

2.9.1.1 Verbreitung und wirtschaftliche Bedeutung

Die Kraut- und Knollenfäule tritt weltweit auf und in manchen Gebieten gilt sie als begrenzender Faktor für den Kartoffelbau. In besonders regenreichen Gebieten tritt sie epidemisch auf und ist bis heute eine ernste Gefahr für den Kartoffelbau. Aufgrund warmer und trockener Perioden im Juni bis August in Mittel- und Südeuropa entstehen vorerst keine wirtschaftlichen Schäden. Gefährdet hingegen sind Gegenden, wo feuchtkühle Klimazonen auftreten können, beispielsweise in Einzellagen, Geländeschnitten, Bodensenken und windgeschützten Feldern. Solche Klimazonen sind vor allem in Nordamerika, Nordeuropa, in Deutschland bis hin zu den Alpen zu finden, wo die jährlichen durchschnittlichen Verluste der Gesamternte auf 8 bis 10 Prozent geschätzt werden. Auch die jährlichen Niederschläge dürfen nicht außer Acht gelassen werden. Handelt es sich um ein klassisches „Phytophthora-Jahr“, also viele Niederschläge kombiniert mit einer hohen Luftfeuchtigkeit, können die Verluste bis zu 16 % und mehr erreichen. In allgemein trockenen Jahren liegen die Ernteeinbußen bei ca. 2 %. Betrachtet man kleinere Regionen, können die Ernteminderungen bei ungestörter epidemischer Ausbreitung bei 75 Prozent (!) liegen. (HOFFMANN und SCHMUTTERER 1999)

Nach neueren Ergebnissen erfolgte die weltweite Verbreitung des Erregers *Phytophthora infestans* in drei Schritten: 1. Von Zentralmexiko nach Südamerika, 2. Von Südamerika in die USA (1841 – 1842), 3. Übertragung nach Europa entweder aus Südamerika oder den USA (1843 – 1844). Die ersten großen Epidemien entstanden in Kanada, den USA und Irland. Zu dieser Zeit wurde der Kartoffelbau zur Grundlage für die Ernährung ausgedehnt. Die Verluste der Epidemien waren so groß, dass sich Hungersnöte einstellten.

Die Bedeutung der Krankheit ist in Relation zur Verwertung der Ernte zu sehen. Kartoffelbestände, die der Vermehrung dienen, sollen befallsfrei gehalten werden (Knollenübertragung), bei eingelagerten Speiseknollen können große Fäule- und Schälverluste eintreten; für rasch zu verwertende Industriekartoffel ist die Erkrankung des

Bestandes in späteren Entwicklungsstadien, besonders kurz vor der Ernte, weniger schädigend, sofern der Stärkeertrag unbeeinflusst bleibt. Bei Verzicht auf wirksamen Bestandesschutz durch Fungizide bleibt das Aufkommen der Krautfäule der „Dreh- und Angelpunkt“ eines erfolgreichen Kartoffelbaus.

Ertragsminderungen entstehen allein durch den Ausfall von assimilierendem Gewebe durch Läsionen und frühzeitige Seneszenz, die Photosyntheserate grüner Pflanzenteile bleibt erhalten; auf frühzeitige Seneszenz können 15 Prozent der Verluste zurückgehen. Werden keine speziellen Lagerbedingungen geschaffen, können durch die moderne Vollerntetechnik in Verbindung mit einer unmittelbar anschließenden Lagerung der Knollen, die Verluste wieder zunehmen. Ein wesentlicher Anteil davon geht auf sekundäre Weichfäulen zurück, sie auf Knolleninfektionen mit *Phytophthora infestans* und Wundinfektionen zurückführen lassen (HOFFMANN und SCHMUTTERER 1999).

2.9.1.2. Symptome der Kraut- und Knollenfäule

Anfangs treten an den unteren Blättern kleine gelbliche oder dunkelgrüne Flecken vor allem am Blattrand auf. In den Blattachsen findet man oft Primärherde an Stengelläsionen, da sich hier Tau- und Regentropfen länger halten können. Bei feuchtwarmer Witterung vergrößern sich diese Läsionen, fließen rasch zusammen und werden bis auf eine helle Randzone dunkelbraun bis schwarz und verteilen sich anschließend über die ganze Pflanze. Am Rande des noch nicht abgestorbenen Gewebes wird auf der Battunterseite ein weißgrauer Mycelflaum gebildet, der beim Trocknen der Läsion verschwindet, bei hoher Luftfeuchtigkeit hingegen sich wieder einstellt. Hält die hohe Luftfeuchtigkeit an, so können die Blätter in kurzer Zeit durch Neuinfektionen und Ausdehnung der Nekrosen zerstört werden und an den mehr oder weniger braun verfärbten Stengel hängen die abgestorbenen Blätter herab. Auf diese Art und Weise können ganze Feldbestände wegbrechen und es entsteht ein muffiger Geruch, der über größere Entfernungen schon wahrgenommen werden kann. Tritt eine trockene Witterung ein, kommt es zu einem Stillstand der Ausdehnung der Einzelflecke auf den Blättern und der Ausbreitung der Krankheit. Die befallenen Blattpartien trocknen ein und werden brüchig. Bei erneutem Eintreten feuchter Witterung, nimmt der Krankheitsbefall wieder zu. Wichtig ist, dass alle Pflanzenteile mit Ausnahme der Wurzeln befallen werden können und im Feldbestand die Erkrankung zuerst an anfälligen Sorten beginnt (HOFFMANN und SCHMUTTERER 1999).



Abb. 25: Stärkekartoffelbestand der Sorte AMADO mit einigen Pflanzen der Sorte KURAS (BUXBAUM 2009)

2.9.1.3. Biologie

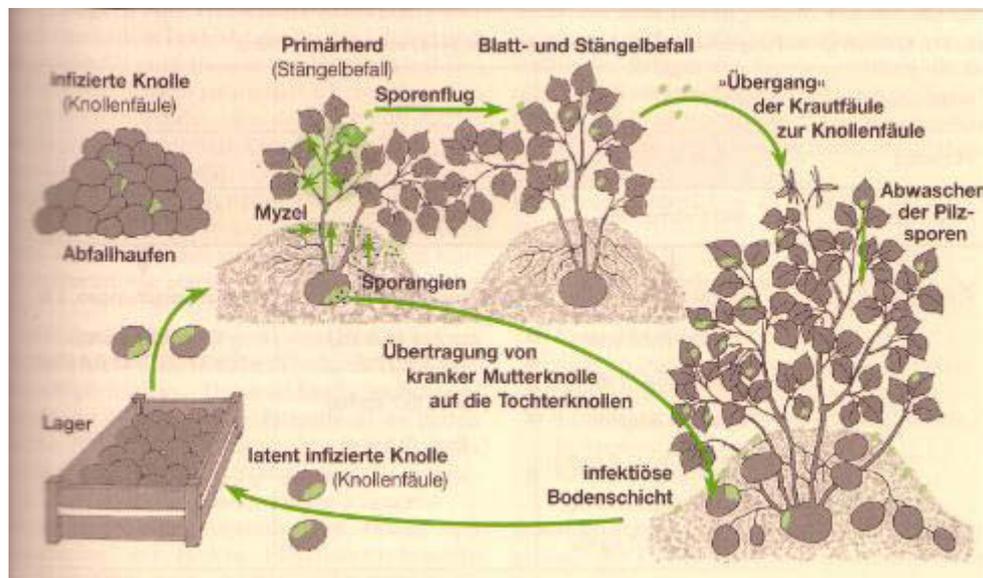


Abb. 26: Entwicklungszyklus von *Phytophthora infestans* (HEPTING 2006)

2.9.1.4. Entwicklungszyklus: Kraut- und Knollenfäule

→ Überwinterung als Mycel in Kartoffelknollen

→ Pilz wächst aus den kranken Knollen mit dem Kraut an die Oberfläche

- Aus dem kranken Kraut wachsen Sporangienträger mit den Vermehrungsorganen (Sporangien)
- Sporangien werden durch Wind und Regen verbreitet und infizieren gesunde Pflanzen in der Umgebung
- Die neu infizierten Pflanzen sind Ausgangspunkt für die Ausbreitung der Krankheit im Bestand

2.9.1.5. Bekämpfung:

Es gibt eine Reihe von pflanzenbaulichen Maßnahmen, die die Gefahr einer Kraut- und Knollenfäule Epidemie reduzieren können (HOFFMANN und SCHMUTTERER 1999).

- sorgfältige Auslese des Pflanzgutes
- Beseitigung von Mietenabfällen
- Vorkeimen
- Auswahl wenig anfälliger Sorten
- Anlage der Pflanzreihen in Hauptwindrichtung zur besseren Abtrocknung
- weiter Pflanzreihenabstand
- Vermeidung zu hoher N-Gaben
- räumliche Trennung von Sorten unterschiedlicher Reifegruppen
- weitgestellte Fruchtfolge (vier Jahre) um Durchwuchs zu verhindern
- Ernte: nur bei trockener (warmer) Witterung, nur schalenfeste ausgereifte Knollen ernten

Diese pflanzenbaulichen Maßnahmen können sowohl von Landwirten beachtet werden, die konventionell wirtschaften als auch von jenen, die den Betrieb biologisch führen. Für letztere gibt es keine Chance, mit Fungiziden den Erreger einzudämmen. Einzig Kupfer darf in einer gewissen Dosierung ausgebracht werden. Die erlaubten jährlichen Reinkupfer-Höchstmengen liegen laut EU-Verordnung bei sechs kg pro ha. Österreichweit dürfen aber maximal zwei kg pro ha Reinkupfer ausgebracht werden. Kupfer wird mittels der Pflanzenschutzspritze ausgebracht und legt eine schützende Schicht auf die grüne Blattoberseite, um so den Befall mit dem Erreger zu verhindern. Neuzuwachs muss deshalb erneut geschützt werden und abgewaschener Belag vor Niederschlägen erneuert werden (BIOLAND et al. 2007). Aus praktischer Sicht hat man mit dieser Methode bedingt Erfolg. In Jahren, in denen der Befallsdruck von Haus aus relativ gering ist, ist diese Methode optimal. Doch leider stößt auch Kupfer in besonders starken „Phytophthora-Jahren“ an seine Grenzen und kann den Befall nur mehr bedingt verhindern.

Im Gegensatz zu den BIO Landwirten steht den KONVENTIONELLEN Landwirten eine Reihe von Fungiziden zur Verfügung. Gewisse Maßnahmen im ÖPUL Programm (ÖPUL = Österreichische Programm zur Förderung einer umweltgerechten, extensiven und den natürlichen Lebensraum schützenden Landwirtschaft) schränken die Auswahl an Fungiziden ein, doch stehen noch immer eine Reihe an Pflanzenschutzmitteln zur Verfügung. Eine Maßnahme in Hinblick auf die Produktion von Erdäpfel liegt die IP-Erdäpfel Pflanzenschutzmittelliste zu Grunde. Hier werden alle Fungizide aufgelistet, die im Rahmen dieser Maßnahme verwendet werden dürfen. Ebenso ist genau geregelt, wie oft manche Mittel ausgebracht werden dürfen. Alle Mittel sind in Gruppen eingeteilt, wovon man selbst entscheiden kann, welche man kombiniert. Ziel soll auch sein, dass man mehr oder weniger dazu gezwungen wird, die Wirkstoffgruppen der Pflanzenschutzmittel zu wechseln. Dies soll dazu beitragen, dass die Bildung von Resistenzen verhindert wird.

Es gibt aber eine Ausnahme, die die Kraut- und Knollenfäule betrifft! Hier darf eine einmalige Stoppspritzung ohne Rücksicht auf die bereits angewandten Mittel durchgeführt werden. Jedoch dürfen der Mischung nur 75 % der maximal zulässigen Aufwandmenge eines Mittels beigefügt werden.

Die Bekämpfung des Erregers *Phytophthora infestans* konzentriert sich auf den Einsatz von Fungiziden. Bei rein vorbeugender Anwendung sind 7 bis 14 Applikationen in der Vegetationszeit keine Seltenheit. Als wirklich sehr schwierig gestaltet sich meist der optimale Ausbringungszeitpunkt, um eine wirksame und ökonomisch vertretbare chemische Wirkung zu erzielen. Extrem wichtig sind das Verständnis der Witterungseffekte, um die Krankheitsentwicklung richtig abschätzen zu können.

In den letzten Jahren wurden brauchbare Prognosemodelle erarbeitet. Das Modell SYMPHYT sei hier erwähnt. Diese Modelle sollen aufgrund der Wettervorhersage bei der Entscheidung der Ausbringung von Pflanzenschutzmitteln mithelfen können. Das Hauptproblem bei allen Modellen ergibt sich aus der Heterogenität des Mikroklimas, vertikal wie horizontal, in einem Kartoffelbestand bzw. zwischen nahen Beständen unterschiedlicher Sorten und Kulturführungen. Es gibt also erhebliche Unsicherheiten bei allen Modellen, denen die Erfassung von Temperatur, relativer Luftfeuchte und Dauer der Blattbenetzung zu Grunde liegen. Teilweise wird ein Befall für manche Regionen zu früh, für manche zu spät vorhergesagt. Eine der wichtiges Kriterien bei der Vorhersage ist die Temperatur, hier gilt: Temperaturen $< 7,2\text{ °C}$ und $> 25,5\text{ °C}$ sind ungünstig.

Unumgänglich sind regelmäßige Kontrollen vor Ort, also im Bestand, um frühzeitig Primärherde erkennen zu können und so rechtzeitig zu handeln. Die Zweckmäßigkeit der chemischen Bekämpfung hängt ab vom Zeitpunkt des Epidemieausbruches in Beziehung zum Erntetermin, dem Epidemieverlauf, dem Grad der Feldverseuchung vor den Bekämpfungsmaßnahmen und der Sorgfältigkeit und Regelmäßigkeit der Aktionen. Eine ökonomische Schadensschwelle lässt sich durch Angabe des Zeitpunktes bestimmen, bis zu welchem eine Wachstumsverlängerung bzw. die physiologische Aktivität der Kartoffelpflanze gerechtfertigt ist (HOFFMANN und SCHMUTTERER 1999).

Um die Infektion der Knolle mit dem Erreger *Phytophthora infestans* zu verhindern, werden oft die Bestände durch vorzeitige Sikkation getötet. Hier ist wieder zwischen der Art und Weise der Sikkation in Hinblick auf die Bewirtschaftungsweise zu unterscheiden. Biologisch wird die Abtötung des Bestandes oft mittels Schlägelhäckslers vorgenommen, wo vier Reihen auf einmal geschlägelt werden. Von Vorteil ist, dass die organische Blattmasse am Feld und somit ein gewisser Teil an Nährstoffen zurückbleibt. Nachteil sind die sogenannten „Spritzspuren“, also jene Reihen, in denen der Traktor mit dem Schlägler oder bei der Kupferausbringung mit der Feldspritze gefahren ist. Hier wurde das Erdreich durch das Gewicht verdichtet und somit erfolgt die Ernte unter erschwerten Bedingungen, da durch Verdichtungen die Bildung von Kluten gefördert wird. Weiters als Nachteil kann der erhöhte Einsatz von Maschinen und Treibstoff gesehen werden und es besteht die Gefahr des Wiederaustriebs der Stängel bei zu hoher Schlägelhöhe.

Chemisch kann die Krautabtötung leichter durchgeführt werden. Zuerst findet ein Pflanzenschutzmittel zum Abtöten der grünen Blattmasse Anwendung. Der Bestand öffnet sich und je nach Wirkungsweise der 1. Anwendung wird entweder wieder ein Mittel für die Blattmasse angewandt oder gleich ein Pflanzenschutzmittel zur Sikkation der Stängel. In der Regel reichen 2 Anwendungen; in extrem feuchten Jahren, wo die Pflanze sehr gut entwickelt wurde, kann es sein, dass 3 Anwendungen erforderlich sind.

Die Sikkation von Kartoffelbeständen findet vor allem Anwendung in der Saatkartoffelvermehrung. Hier wird einerseits die Infektion der Knollen mit *Phytophthora infestans* verhindert, andererseits die richtige Knollengröße erreicht. Für die Sorte gibt es eine spezielle Normalsortierung, die ca. 75 % der Gesamtfraktion ausmachen sollte. Unter- und Übergrößen finden in der Regel keine Verwendung als Saatgut. Die Übergrößen können bei Speisesorten als Speiseware abgesetzt werden (NÖS 2009).

2.9.2. Der Kartoffelkäfer

Leptinotarsa decemlineata (SAY)

Systematik

Klasse: Insekten (Insecta)

Ordnung: Käfer (Coleoptera)

Familie: Blattkäfer (Chrysomelidae)

Unterfamilie: Chrysomelinae

Gattung: *Leptinotarsa*

Art: Kartoffelkäfer

2.9.2.1. Verbreitung und wirtschaftliche Bedeutung

Der aus Nordamerika stammende Kartoffelkäfer ist heute weltweit verbreitet. Seine Heimat liegt im US-Bundesstaat Colorado, daher wird er in Amerika auch „Colorado beetle“ genannt. In Europa wurde der Kartoffelkäfer erstmals 1877 in den Hafenanlagen von Liverpool und Rotterdam gesichtet. Seit seiner Einwanderung in Europa richtete er große Schäden an und gilt daher als der bedeutendste tierische Schaderreger im Kartoffelbau. Er ist sehr anpassungsfähig und bis dato war eine Züchtung kartoffelkäferresistenter Sorten nicht erfolgreich (HOFFMANN und SCHMUTTERER 1999).

2.9.2.2. Beschreibung

Larve: bis etwa 15 mm lang. Körper weich, Hinterleib dick und hochgewölbt. Färbung dunkel- bis hellrot; bei höheren Temperaturen fahlgelb. Kopfkapsel, Beine und Rückenschild auf dem 1. Brustsegment schwarz. Seiten des Hinterleibes mit Doppelreihe schwarzer Flecken. Hinterende des Körpers mit paarigen, einziehbaren Nachschiebern.

Käfer: Etwa 10 bis 12 mm lang, oval und oberseits stark gewölbt; Unterseite abgeplattet. Flügeldecken strohgelb mit je 5 schwarzen Streifen. Hinterflügel häutig und rötlich gefärbt. Halsschild hell rötlichgelb und mit 11 bis 13 schwarzen Flecken von unterschiedlicher Form und Größe; mittlere Flecke bei Verschmelzung etwa V- oder U – förmig. Hinterenden der Fühler und Fußglieder schwarz. Unterseite des Körpers rötlich- bis orangegelb (HOFFMANN und SCHMUTTERER 1999).

2.9.2.3. Schadsymptome

Der Kartoffelkäfer liebt, neben den Nachtschattengewächsen wie Aubergine (*Solanum melongena*), Tomaten (*Lycopersicon esculentum*), Bilsenkraut (*Hyoscyamus nigrum*) und der Tollkirsche (*Atropa belladonna*) vor allem die Kartoffel.

Larven und Käfer vollführen einen Blattrand- und Lochfraß, der im Extremfall im Kahlfraß des Kartoffelbestandes enden kann. Der Knollenansatz und die Knollengröße werden bei sehr starkem Fraßschaden deutlich reduziert. Geringe Fraßschäden hingegen sind wirtschaftlich von keiner großen Bedeutung. Weiters gibt es Untersuchungen, aus denen hervorgeht, dass auch die Sorte einen Einfluss auf die Intensität der Fraßtätigkeit der Larven und Käfer hat (RACCA und HODEL 2009).

2.9.2.4. Entwicklungszyklus, Biologie und Ökologie

Die Kartoffelkäfer überwintern im ausgewachsenen Stadium im Boden. Die Käfer verlassen die Winterquartiere im Mai bei Tagestemperaturen um 14 bis 15 °C meist kurz nach dem Auflaufen der Kartoffel und beginnen nach einer Wanderphase mit dem Reifungsfraß an den Kartoffelblättern. 10 bis 14 Tage später sind die Käfer fortpflanzungsfähig. Nach erfolgreicher Begattung legen die Weibchen im Laufe von 2 Monaten im Durchschnitt 400 bis 2.000 Eier in Gelegen von 10 bis 30, teilweise bis zu 80 Stück an der Blattunterseite ab. Die Eier sind langgestreckt oval, etwa 1,5 bis 2 mm lang, orangefarben gefärbt und stehen aufrecht in unterschiedlichem Abstand voneinander.

HOFFMANN und SCHMUTTERER (1999) schreiben, dass die Eientwicklung mit Temperaturen ab 12 °C erfolgreich ist. Das Schlüpfen erfolgt je nach Temperatur in etwa 10 bis 14 Tage später. Die Junglarven fressen die Eierschalen und beginnen anschließend mit der Nahrungsaufnahme an den Fiederblättern der Kartoffelpflanze, wobei zuerst ein Lochfraß vollzogen wird.

Insgesamt werden 4 Larvenstadien (L1 bis L4) durchlaufen, wobei die Larvenstadien L1 bis L3 (2 bis 3mm) in jeweils ca. 2,5 Tagen und das Larvenstadium L4 (4 bis 10 mm) in ca. 5 Tagen durchlaufen wird. KÜRZINGER (2010) schreibt, dass den größten Fraßschaden die Altlarven im L4 Stadium anrichten; der Schaden ist fast zehnmal so groß wie die Fraßschäden der Larvenstadien L1 bis L3 zusammen.

Nach drei bis vier Wochen erfolgt die Verpuppung der Larven einige Zentimeter tief im Boden (HEITEFUSS, KÖNIG, OBST und RESCHKE 2003).

Die Puppe ist orange- bis gelblichrot und ca. 10 mm lang. Etwa 14 Tage später erfolgt das Schlüpfen der Jungkäfer. Somit werden für die ganze Entwicklung von Ei bis zum Käfer in Mitteleuropa etwa 40 bis 60 Tage benötigt.

Die Jungkäfer verlassen nach dem Schlüpfen den Boden im Juli bzw. August und führen einen Blattfraß durch. Anschließend begibt sich der Großteil der Käfer wieder in den Boden in ca. 20 bis 50 cm Tiefe und bleibt dort bis zum nächsten Frühjahr. Bei der Induktion dieser Diapause spielt die Photoperiode eine große Rolle. Die restlichen Käfer pflanzen sich noch im selben Jahr fort, die Entwicklung der Nachkommen kann aber nur unter günstigen Klimaverhältnissen im selben Jahr abgeschlossen werden. Somit gehen die meisten Tiere der 2. Generation im Herbst zugrunde.

Manche Käfer können etwa 2 Jahre leben, also 2 Fortpflanzungsperioden durchmachen.

Wie auch bei der Kraut- und Knollenfäule gibt es bei den Kartoffelkäfern ein Warnsystem. Das Prognosemodell SIMPLEP 3 kann somit als Entscheidungshilfe beim Bekämpfungstermin verwendet werden.

2.9.2.5 Bekämpfung

Der Entwicklungszyklus wurde vorhin deshalb relativ genau erklärt, damit die Bekämpfung zum richtigen Zeitpunkt erfolgen kann.

Seitens der Züchtung wird versucht, durch Kreuzung mit resistenten, durch bestimmte Alkaloidglykoside charakterisierte Kartoffel-Wildarten neue Kultursorten zu züchten. Dies ist jedoch bis dato nicht gelungen.

Das deutsche landwirtschaftliche TECHNOLOGIEZENTRUM AUGUSTENBERG (2007) schreibt in einem Artikel „Bekämpfung des Kartoffelkäfers im ökologischen Anbau“ im Mai, dass eine Kartoffelkäferlarve ca. 35 bis 40 cm² Blattfläche frisst und ab 12 Larven pro Pflanze mit „Ertragsrückgängen“ zu rechnen ist. Auf Eigelege bezogen ist die Grenze bei ca. 10 Gelegen auf 25 Pflanzen. In einem weiteren Artikel „Bekämpfung des Kartoffelkäfers, Neue Strategien zur Bekämpfung des Kartoffelkäfers“ des Technologiezentrums Augustenberg im März 2008 wird festgehalten, dass eine Schädigung der Blattfläche von mehr als 10 % bereits zu größeren wirtschaftlichen Einbußen führen kann. Der Ertragsverlust bei einem Besatz von 21 Larven pro Pflanze kann auf bis zu 14 % ansteigen.

In der konventionellen Bewirtschaftung stehen einige Insektizide zur Bekämpfung des Kartoffelkäfers zur Verfügung. Actara (Wirkstoffgruppe Neonicotinoide, Wirkstoff Thiamethoxam) und Alverde (Wirkstoffgruppe Spymetricine) seien an dieser Stelle zu erwähnen. Aufgrund des vermehrten Einsatzes von Pflanzenschutzmitteln mit der

Wirkstoffgruppe der Pyrethroide in den letzten Jahren, haben sich bereits örtlich Resistenzen gebildet. Daher ist es sehr wichtig, jährlich einen Wirkstoffgruppenwechsel zu beachten. Aktuell werden die sicher wirkenden Neonicotinoide verwendet, doch durch vermehrten Einsatz muss auch hier mit Resistenzen gerechnet werden.

Im Ökolandbau hingegen stehen wesentlich weniger Präparate zur Verfügung. Novodor FC und NeemAzal T/S sind derzeit zugelassen. Der Wirkstoff von Novodor FC wird von dem Bakterium *Bacillus thuringiensis* (Bt) var. *tenebrionis* gebildet. Bt ist ein Bodenbakterium und bildet Protein in einer ungiftigen Form. Erst im Darm der Insekten wird es in giftiges Kristallprotein umgewandelt, das die Darmwand zerstört.

NeemAzal T/S ist ein standardisiertes Pflanzenschutzextrakt aus den Samen des tropischen Niembaumes. Der Wirkstoff Azadirachtin dringt in die Blätter ein und wird innerhalb der Pflanze teilsystemisch transportiert. Die Einstellung der Fraßaktivität erfolgt nach ca. 4 bis 5 Tagen, wodurch die Käfer anschließend verkümmern.

Als vorbeugende Maßnahme können die Wahl von frühreifenden Sorten und Maßnahmen für ein schnelles Auflaufen erwähnt werden. Zum Zeitpunkt des Massenfluges der Kartoffelkäfer haben frühreifende Sorten bereits den Großteil des Ertrages gebildet.

Eine Befallsreduktion wurde auch durch das Streuen von Gesteinsmehl festgestellt.

Als mechanische Bekämpfungsmaßnahme kann das Absammeln der Käfer und Larven vom sogenannten Bio-Collector übernommen werden. Bei dieser Methode werden die Käfer mittels Luftstrom von den Kartoffelstauden abgeblasen und anschließend in die Auffangwanne angesaugt.

3. Material und Methode

3.1. Großraum

Der Versuch wurde an fünf unterschiedlichen Standorten in Niederösterreich durchgeführt. Drei Standorte wurden biologisch bewirtschaftet und an zwei Standorten erfolgte die Bewirtschaftung konventionell. Die Versuchsstandorte liegen in repräsentativen Regionen in Niederösterreich, die den Kartoffelanbau in Österreich großteils abdecken.

2 Standorte mit konventioneller Bewirtschaftung: Meires und Naglern

3 Standorte mit biologischer Bewirtschaftung: Aderklaa, Sparbach und Untermallebarn

Meires als konventionell bewirtschafteter Standort und zentrale Kartoffelzuchtstation der Niederösterreichischen Saatbaugenossenschaft, liegt im Bezirk Waidhofen an der Thaya im Waldviertel in Niederösterreich. Diese Region liegt ca. 125 km nördlich von Wien, nahe der tschechischen Staatsgrenze auf ca. 510 m Seehöhe und wird vom pannonischen Hochklima geprägt.

Tab. 10: Kurzbeschreibung der Versuchsstandorte

	Standort	konventionell/ biologisch	Bodentyp Bodenart	Ø mm Jahres- niederschlag	Ø °C Jahrestemperatur
1	Aderklaa	biologisch	Schluffiger Lehm, Tschernosem	600 mm	11,6 °C
2	Untermallebarn	biologisch	Löss	600 mm	11,0 °C
3	Sparbach	biologisch	Leicht, sandig, Braunerde	520 mm	6,2 °C
4	Meires	konventionell	Leicht, sandig, Braunerde	520 mm	6,2 °C
5	Naglern	konventionell	Humöse Lehm- Lößböden	500 mm	9,6 °C

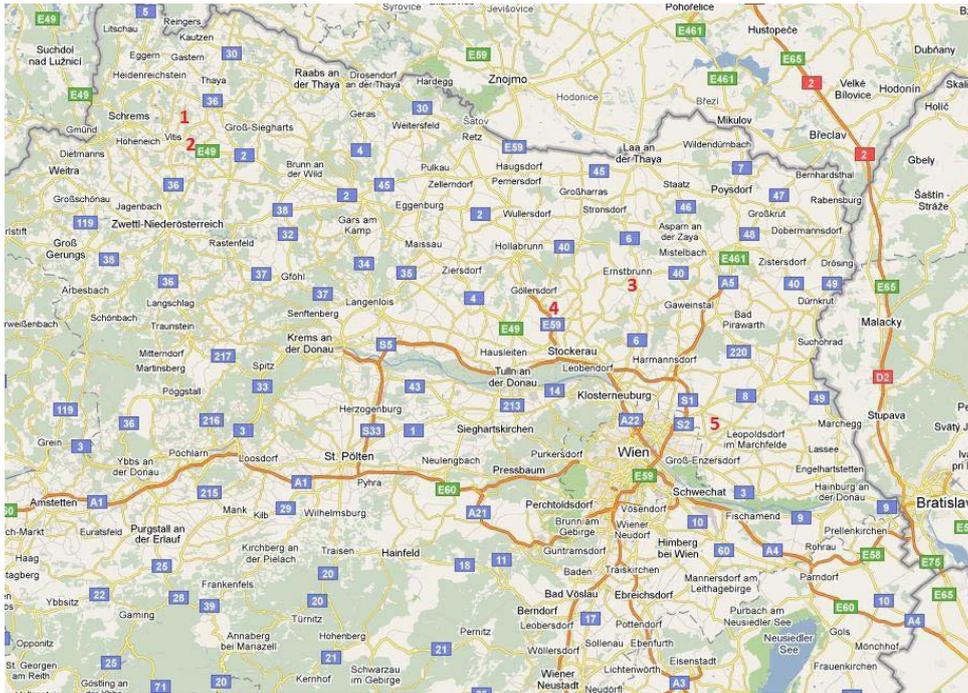


Abb. 27: Lage der fünf Versuchsstandorte

1 Meires, 2 Sparbach, 3 Naglern, 4 Untermallebarn, 5 Aderklaa

Das biologisch bewirtschaftete Versuchsfeld in „**Sparbach**“ liegt nur wenige Kilometer von Meires entfernt und liegt in der gleichen Klimazone. Das Klima zeichnet sich durch einen relativ warmen und trockenen Sommer und einen kalten Winter aus (Jännermittel $-6\text{ }^{\circ}\text{C}$). Der Klimaraum wird als Übergangsbereich zwischen westeuropäischem mediterranem Klima und dem osteuropäischen Kontinentalklima bezeichnet. Aufgrund der oft lang andauernden Trockenperioden im Sommer kann es in diesen Produktionsgebiet zu Ertragsausfällen kommen. Die langjährige durchschnittliche Jahrestemperatur liegt bei $6,2\text{ }^{\circ}\text{C}$. Spätfrostgefahr herrscht bis Anfang Juni und Frühfrostgefahr bereits ab Ende August. Vorwiegend gibt es in dieser Region Sandböden, die zum Teil lehmig sind und sich durch einen relativ hohen Steinanteil auszeichnen.

Naglern liegt im Bezirk Korneuburg (Weinviertel) und das Versuchsfeld wurde konventionell bewirtschaftet. Es befindet sich dort eine Prüfstation der Niederösterreichischen Saatbaugenossenschaft. Die Prüfstation bewirtschaftet rund 5,60 Hektar. Alle Sorten und Stämme, die in der Zuchtstation Meires gepflanzt werden, stehen auch in Naglern zur Bewertung. Die Hauptkartoffelanbaugebiete in Niederösterreich liegen im Wald- und Weinviertel und daher ist es bedeutend, Stämme an mehreren Standorten diversen Prüfungen zu unterziehen. Am Standort „Naglern“ kommt es meist zu einem stärkeren Blattlausflug und

diese Station ist für die Abbauprüfung sehr gut geeignet. Weiters stehen jedes Jahr ca. 700 Stämme der holländischen Partnerfirma Agrico in Prüfung.

„Naglern“ liegt 310 m über dem Meeresspiegel und die durchschnittliche Jahrestemperatur beträgt 9,6 °C. Die durchschnittliche Niederschlagsmenge liegt bei 500 mm. Vorwiegend sind in dieser Region mittelschwere humöse Lehm-Lößböden zu finden.

Das zweite biologisch bewirtschaftete Versuchsfeld liegt in „**Untermallebarn**“, im Bezirk Korneuburg im Weinviertel. Die durchschnittliche Temperatur beträgt ca. 11 °C und die durchschnittliche Niederschlagsmenge ca. 600 mm. Die Versuchsfelder wurden von einem biologisch bewirtschafteten Betrieb betreut, der bereits seit einigen Jahren Erfahrung hat.

Das dritte biologisch bewirtschaftete Versuchsfeld liegt in „**Aderklaa**“ im Gänserndorf im Marchfeld. Die durchschnittliche Temperatur beträgt ca. 11,6 °C und die durchschnittliche Niederschlagsmenge ca. 600 mm. Die Versuchsfelder in „Aderklaa“ wurden wie jene in „Untermallebarn“ von einem biologisch bewirtschafteten Betrieb betreut, der seinen Betrieb bereits seit einigen Jahren auf biologischer Bewirtschaftungsweise führt.

3.2. Material

Das Projekt hatte eine Gesamtdauer von drei Jahren, von 2005 bis 2007.

An den biologisch bewirtschafteten Versuchsfeldern in Aderklaa, Sparbach und Untermallebarn wurden folgende Varianten (Sorten und Stämme) mit jeweils 20 Kartoffelpflanzen gepflanzt.

2005: 37 Sorten und Stämme in 2 Wiederholungen

2006: 43 Sorten und Stämme in 2 Wiederholungen

2007: 41 Sorten und Stämme in 2 Wiederholungen

An den konventionell bewirtschafteten Versuchsfeldern an den Standorten Meires und Naglern wurde in den Versuchsjahren folgende Anzahl an Stämmen und Sorten mit jeweils 50 Knollen gelegt.

2005: 36 Sorten und Stämme in 3 Wiederholungen

2006: 39 Sorten und Stämme in 3 Wiederholungen

2007: 40 Sorten und Stämme in 3 Wiederholungen

Der Reihenabstand betrug praxisübliche 75cm. Der Abstand in der Reihe lag bei 33 cm und pro Variante wurden zwei Reihen gelegt.

3.2.1. Witterungsverlauf

Witterungsverlauf im Jahr 2005

Die Jahresmittel der Lufttemperatur entsprachen in den größten Teilen Österreichs dem langjährigen Durchschnitt oder die Temperaturen lagen 0,2 bis 0,6 °C darunter. Die mittlere Jahrestemperatur lag im Jahr 2005 um 0,3 °C unter dem langjährigen Mittel. 2005 war von einer übernormalen Anzahl an Sonnenstunden geprägt (ZAMG 2010).

Witterungsverlauf im Jahr 2006

Die Jahresmittel der Lufttemperatur lagen in großen Teilen Österreichs 0,2 bis 1,0 °C über dem langjährigen Durchschnitt. Im Jahresverlauf verlief das erste Quartal sehr kühl, danach war nur noch der August 2006 deutlich unter dem langjährigen Durchschnitt. Besonders warm war der Juli 2006, wo an zahlreichen Orten sogar die wärmsten Temperaturen seit Messbeginn angezeigt wurden. Die Normalwerte der Sonnenstunden wurden etwas übertroffen (ZAMG 2010).

Witterungsverlauf im Jahr 2007

Im Jahr 2007 gab es dem langjährigen Mittel entsprechende Niederschlagsmengen. Die Temperaturen lagen wesentlich höher. Das erste Halbjahr war sehr warm. Spätestens ab September war es in ganz Österreich kühler. Wie bereits 2005 und 2006 gab es auch im Jahr 2007 überdurchschnittlich viele Sonnenstunden (ZAMG 2010).

3.2.2. Kartoffelstämme und Kartoffelsorten

Für die Datenauswertung wurden jene Kartoffelstämme und Kartoffelsorten herangezogen, die an allen Standorten, in allen Versuchsjahren sowohl biologisch als auch konventionell angepflanzt wurden. Vier Sorten und sechs Zuchtstämme. Da bei den Zuchtstämmen noch keine endgültige Verwertungsrichtung durch die AGES zugeordnet wurde, wurden diese nur namentlich und ohne einer genauen Beschreibung geführt.

Bei den Kartoffelsorten (vier) handelte es sich um Sorten, die sich bereits seit längerer Zeit erfolgreich am Markt befinden und dadurch als Vergleichssorten sehr gut geeignet waren.

AGATA

AGATA ist eine sehr frühreifende festkochende Speisesorte, die vom holländischen Züchter Agrico gezüchtet wurde. Aufgrund ihrer Glattschaligkeit besitzt diese Sorte eine ausgezeichnete Waschfähigkeit. AGATA ist sehr keimfreudig und verlangt eine konstante Wasserversorgung um marktfähige Ware zu erreichen (FUCHS 2010).



Abb. 28: Sorte AGATA (NÖS 2010)

DITTA

DITTA, eine Züchtung von der niederösterreichischen Saatbaugenossenschaft (NÖS), bereits 1989 in der Sortenliste mit mittelfrüher Reife registriert. Ditta ist eine festkochende Speisekartoffel, die für beinahe alle Verwertungsmöglichkeiten gut bis sehr gut geeignet ist. Diese Sorte ist hervorragend für die Einlagerung geeignet und soll daher vor dem Legen in Keimstimmung gebracht werden. Der Knollenansatz ist von der Vorbehandlung stark abhängig (FUCHS 2010).

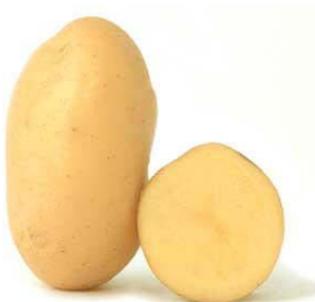


Abb. 29: Sorte DITTA (NÖS 2010)

NICOLA

Gezüchtet vom deutschen Kartoffelzüchter Europlant. Bei NICOLA handelt es sich um eine mittelfrüh bis mittelspät reifende festkochende Sorte, die vielseitig verwendbar ist. Diese Kartoffel zeichnet sich durch eine gute Form und gute Sortierung aus und bringt daher einen hohen Anteil an marktfähiger Ware (FUCHS 2010).

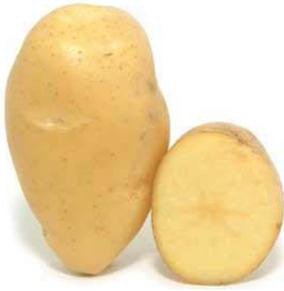


Abb. 30: Sorte NICOLA (NÖS 2010)

PONTO

Ponto stammt wie Nicola aus dem deutschen Züchterhaus Europlant. PONTO wird fast ausschließlich als Stärkekartoffel verwendet. Die Reife ist als mittelspät und diese Sorte ist ertragstreu. Weiters ist PONTO durch eine hohe Nematodenresistenz ausgezeichnet und für Kartoffelintensivgebiete sehr gut geeignet (FUCHS 2010).

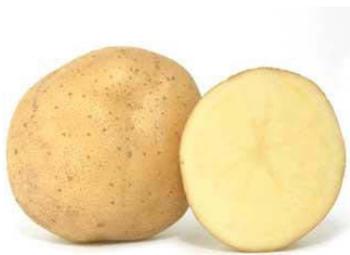


Abb. 31: Sorte PONTO (NÖS 2010)

3.3. Methode

Das Bonitierungschema war analog dem holländischen Schema. Aufgrund der langjährigen Zusammenarbeit mit der holländischen Firma AGRICO wurde dieses Schema gewählt, da die Vergleichbarkeit einfach vorliegt. Es wird eine Skala von 1 bis 9 verwendet, wobei „9“ für „extrem positiv“ und „1“ für „extrem negativ“ steht und somit genau umgekehrt zum offiziellen österreichischen und deutschen Schema.

Punkteschema für Bonitierungen

- 1 sehr gering (sehr langsam)
- 2 gering bis sehr gering (langsam bis sehr langsam)
- 3 gering (langsam)
- 4 mittel bis gering (mittel bis langsam)
- 5 mittel (mittel)
- 6 mittel bis gut (mittel bis rasch)
- 7 gut (rasch)
- 8 sehr gut bis gut (sehr rasch bis rasch)
- 9 sehr gut (sehr rasch)

Aufgang (= Feldaufgang):

Wurde bonitiert, als ca. 80 bis 90 % der Kartoffelpflanzen aufgelaufen waren. Die Gleichmäßigkeit der Pflanzen wird bewertet, die unterschiedliche Höhe der Pflanzen.

Krautwachstum:

10 bis 14 Tage nach der Bonitierung des Feldaufgangs wurde das Krautwachstum (= Entwicklung) der Kartoffelstaude bonitiert. War die Staude kräftig entwickelt, so wurden bessere Noten vergeben, schlechte Noten hingegen dann, wenn die Staude klein geblieben war.

Bodenbedeckung:

Ca. drei Wochen nach der Bonitierung des Krautwachstums wurde die Bodenbedeckung bewertet. Bei Erreichen des Reihenschlusses der Pflanzen wurde besser bewertet. Der Zeitpunkt der Bodenbedeckung war vom Wuchstyp der Pflanze abhängig. Blatttypen hatten grundsätzlich eine bessere Bodenbedeckung als Stengeltypen.

Käfer- und Larvenbefall:

Zeitgleich mit der Bonitierung der Bodenbedeckung wurde auch der Käfer- und Larvenbefall bonitiert. Je mehr Larven oder Käfer, desto niedriger die Note und umgekehrt.

Phytophthorabefall:

Die Bonitierung des Befalls der Pflanzen mit Phytophthora wurde in ca. 1 wöchigem Abstand an sechs Terminen durchgeführt. Je mehr Befall desto niedriger die Note, je niedriger der Befall desto höher die Note.

Die Bonitierungen von Feldaufgang, Krautwachstum, Bodenbedeckung und Käferbefall wurden zu folgenden Zeitpunkten durchgeführt:

Tab. 11: Boniturtermine in den Versuchsjahren 2005, 2006 an den Versuchsstandorten Aderklaa, Sparbach, Untermallebarn, Meires und Naglern

Jahr	Standort	Aufgang	Krautwachs.	Bodenbed.	Käferbefall
2005	Aderklaa	19.05.	07.06.	26.06.	26.06.
2005	Sparbach	30.05.	17.06.	07.07.	07.07.
2005	Untermallebarn	19.05.	07.06.	26.06.	26.06.
2006	Aderklaa	23.05.	30.05.	03.07.	03.07.
2006	Sparbach	08.06.	28.06.	14.07.	14.07.
2006	Untermallebarn	23.05.	30.05.	03.07.	03.07.
2007	Aderklaa	08.05.	04.06.	25.06.	25.06.
2007	Sparbach	30.05.	11.06.	22.06.	22.06.
2007	Untermallebarn	08.05.	04.06.	25.06.	25.06.
2005	Meires	19.05.	07.06.	---	---
2005	Naglern	02.06.	13.06.	---	---
2006	Meires	01.06.	13.06.	---	---
2006	Naglern	23.05.	07.06.	---	---
2007	Meires	19.05.	08.06.	---	---
2007	Naglern	21.05.	10.06.	---	---

Plangemäß erfolgte die Bonitierung Krautwachstum, Bodenbedeckung und Käferbefall in einem Abstand von drei bis vier Wochen des Feldaufganges. Die Bonitierungen begannen Mitte Mai und endeten Mitte Juli.

Der Phytophthorabefall wurde an insgesamt sechs Terminen bonitiert, die im Folgenden angeführt werden.

Tab. 12: Boniturtermine vom Phytophthorabefall im Jahr 2005

Aderklaa	28.06.	06.07.	14.07.	21.07.	28.07.	04.08.
Sparbach	07.07.	15.07.	18.07.	22.07.	29.07.	08.08.
Untermallebarn	28.06.	06.07.	14.07.	21.07.	28.07.	04.08.

Tab. 13: Boniturtermine vom Phytophthorabefall im Jahr 2006

Aderklaa	03.07.	10.07.	17.07.	24.07.	31.07.	07.08.
Sparbach	14.07.	21.07.	28.07.	04.08.	11.08.	25.08.
Untermallebarn	03.07.	10.07.	17.07.	24.07.	31.07.	07.08.

Tab. 14: Boniturtermine vom Phytophthorabefall im Jahr 2007

Aderklaa	26.06.	02.07.	09.07.	16.07.	23.07.	30.07.
Sparbach	05.07.	12.07.	20.07.	27.07.	03.08.	10.08.
Untermallebarn	26.06.	02.07.	09.07.	16.07.	23.07.	30.07.

Der Grad des Phytophthorabefalls wurde in einem Abstand von sieben Tagen bonitiert, um möglichst den Befallsverlauf genau beobachten zu können.

An den Standorten mit konventioneller Bewirtschaftung wurde der Phytophthorabefall nicht durchgeführt, da zu erwarten war, dass bei der konventionellen Bewirtschaftung bei Bedarf chemische Pflanzenschutzmittel eingesetzt werden bzw. die Möglichkeiten zu Vorbeugung und Bekämpfung im Gegensatz zur biologischen Bewirtschaftung gibt.

3.3.1. Mathematisch statistische Datenauswertung

Die Datenerfassung sowie der überwiegende Teil der grafischen Darstellungen erfolgten mit dem Programm Microsoft Excel 2010. Die statistische Auswertungen sowie einige informative Darstellungen wurden mit SAS 9.2 und zusätzlich Enterprise Guide 4 durchgeführt. Die erhaltenen Daten wurden als gemischte Modelle ausgewertet. Es wurde mit der SAS Prozedur Mixed gearbeitet. Bei signifikanten Faktoren wurde als Post-Hoc Test eine Tukey Korrektur durchgeführt. Als abhängige Variablen wurden der Ertrag in t/ha, der Stärkegehalt in % und der Stärkeertrag in t/ha gewählt. Quantitative Variablen waren die Selektionskriterien Aufgang, Reihenschluss, Bodenbedeckung, Käferbefall und Phytophthorabefall. Als unabhängige Variablen wurden die Sorte, der Standort und das Jahr definiert. Das Signifikanzniveau bezog sich auf eine Irrtumswahrscheinlichkeit von $\alpha = 0,05$.

4. Ergebnisse

4.1. Ergebnisse ausgewählter Selektionskriterien bei biologischer Bewirtschaftung

Die Auswertung nach den angeführten Selektionskriterien im „Biologischen Landbau“ werden von Versuchsstandorten Aderklaa, Sparbach und Untermallebarn aus den Versuchsjahren 2005, 2006 und 2007 angeführt. In die Auswertungen werden vier Sorten (Agata, Ditta, Nicola und Ponto) und sechs Zuchtstämme (132/98, 205/00, 3063/99, 3403/99, 3483/99 und 3857/99) einbezogen.

Alle Selektionskriterien, die in den Ergebnissen angeführt werden, wurden mittels einer von „1“ (sehr schlecht) bis „9“ (sehr gut) reichenden Boniturskala bewertet.

Wenn nicht anders angegeben, hat die statistische Verrechnung ergeben, dass sich die drei Standorte mit biologischer Bewirtschaftung und die zwei Standorte mit konventioneller Bewirtschaftung signifikant ($p < .0001$) unterschieden, wie auch die 3 Versuchsjahre ($p < .0001$). Weiters unterschieden sich alle Sorten und Stämme signifikant ($p < .0001$).

4.1.1. Aufgang

Tab. 14 zeigt die Versuchsmittelwerte der Aufgangsbonitierung auf den Versuchsstandorten sowie der Versuchsjahre gemittelt über alle Sorten. Die Ergebnisse zeigen die höchsten Noten in Aderklaa, vor Untermallebarn und Sparbach. Ein Vergleich der drei Versuchsjahre zeigt, so werden die Stämme und Sorten im Versuchsjahr 2005 höher bewertet als 2006 und 2007 wurden.

Tab. 15: Versuchsmittelwerte der Feldbonituren des Kriteriums Aufgang gemittelt über alle Sorten und Stämme

Standort	2005		2006		2007		gesamt	
	Mittelw.	Std.abw.	Mittelw.	Std.abw.	Mittelw.	Std.abw.	Mittelw.	Std.abw.
Aderklaa (n=20)	6,8	0,52	6,5	1,10	6,2	0,83	6,5	0,87
Sparbach (n=20)	6,3	0,57	5,7	1,03	6,2	0,67	6,1	0,81
Untermallebarn (n=20)	6,3	0,73	6,4	0,88	6,1	1,10	6,3	0,91
Gesamtergebnis (n=60)	6,5	0,65	6,2	1,05	6,1	0,87	6,3	0,88

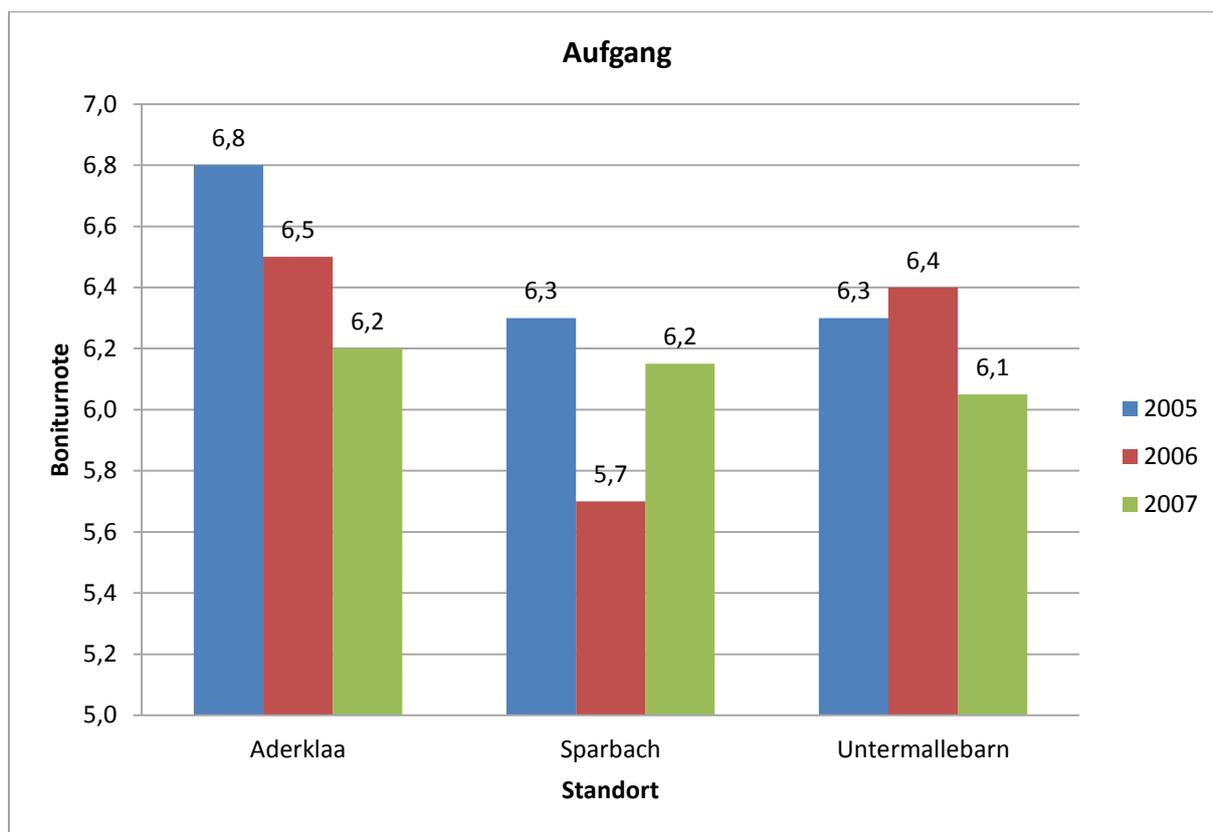


Abb. 32: Versuchsmittelwerte der Feldbonituren des Kriteriums Aufgang

In der nachfolgenden Tabelle 15 werden die Stämme und Sorten in den Versuchsjahren und auf den Versuchsstandorten verglichen. Der Stamm 205/00 ist am günstigsten bewertet worden, vor dem Stamm 3857/99 und dem Stamm 3403/99. Die günstigsten Bewertungen wurden für die Zuchtstämme vergeben, bei den Sorten wurden etwas niedrigere Noten vergeben.

Tab. 16: Versuchsmittelwerte unterschiedlicher Sorten und Stämme der Feldbonituren Aufgang an den Versuchsstandorten in den Jahren 2005 bis 2007

Stämme/Sorten	Aderklaa			Sparbach			Untermallebarn			gesamt	
	2005	2006	2007	2005	2006	2007	2005	2006	2007	Mittelw.	Std.abw.
132/98	6,0	5,5	5,5	6,0	4,5	6,0	6,0	5,5	5,5	5,6	0,61
205/00	7,5	6,5	6,5	7,0	7,0	7,0	7,5	7,0	7,5	7,1	0,80
3063/99	7,0	8,0	5,5	6,0	5,5	5,5	6,5	6,5	4,5	6,1	1,08
3403/99	7,0	6,0	7,0	7,0	6,5	6,0	7,0	7,0	6,0	6,6	0,61
3483/99	7,0	6,5	6,0	6,5	6,0	6,0	6,0	6,5	6,0	6,3	0,57
3857/99	7,0	8,0	7,5	6,5	6,5	6,5	6,0	6,5	8,0	6,9	0,94
Agata	6,5	5,5	7,0	6,0	5,5	6,0	6,0	6,5	6,5	6,2	0,79
Ditta	7,0	6,5	5,5	6,0	5,0	6,0	6,5	6,5	5,5	6,1	0,73
Nicola	6,5	5,5	6,0	6,5	5,5	6,0	5,5	5,5	5,5	5,8	0,62
Ponto	6,5	7,0	5,5	5,5	5,0	6,5	6,0	6,5	5,5	6,0	0,91
Gesamtergebnis	6,8	6,5	6,2	6,3	5,7	6,2	6,3	6,4	6,1	6,3	0,88

4.1.2. Krautwachstum

Tab. 16 zeigt die Versuchsmittelwerte der Bonitierungen des Kriteriums Krautwachstum auf den Versuchsstandorten sowie der Versuchsjahre gemittelt über alle Sorten. Die höchsten Noten erreichte Aderklaa, gefolgt von Sparbach und Untermallebarn. Ein Vergleich der Versuchsjahre zeigt, dass die Noten im ersten Versuchsjahr (2005) am höchsten waren, vor den Versuchsjahren 2007 und 2006.

Tab. 17: Versuchsmittelwerte der Feldbonituren des Kriteriums Krautwachstum gemittelt über alle Sorten und Stämme

Standort	2005		2006		2007		gesamt	
	Mittelw.	Std.abw.	Mittelw.	Std.abw.	Mittelw.	Std.abw.	Mittelw.	Std.abw.
Aderklaa (n=20)	7,0	0,46	6,1	0,79	7,0	0,97	6,7	0,87
Sparbach (n=20)	6,4	0,60	6,4	0,75	6,1	0,72	6,3	0,69
Untermallebarn (n=20)	6,7	0,47	6,2	0,41	6,0	0,56	6,3	0,56
Gesamtergebnis (n=60)	6,7	0,56	6,2	0,67	6,4	0,88	6,4	0,74

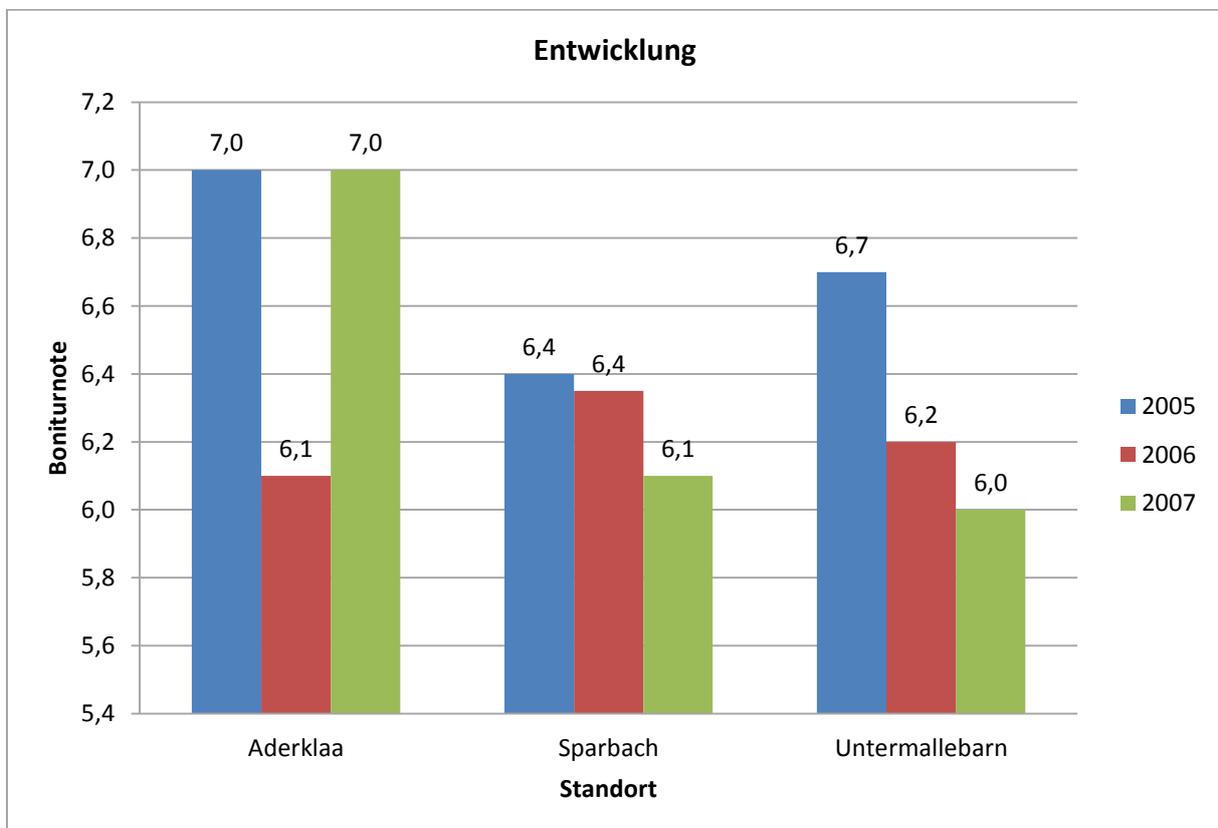


Abb. 33: Versuchsmittelwerte der Feldbonituren des Kriteriums Krautwachstum

Tabelle 17 zeigt einen Vergleich der Stämme und Sorten in den Versuchsjahren und auf den Versuchsstandorten. Der Stamm 3857/99 erhält die höchsten Noten, gefolgt vom Stamm 205/00 und der Sorte Ponto.

Tab. 18: Versuchsmittelwerte unterschiedlicher Sorten und Stämme der Feldbonituren Krautwachstum an den Versuchsstandorten in den Jahren 2005 bis 2007

Stamm/Sorte	Aderklaa			Sparbach			Untermallebarn			gesamt	
	2005	2006	2007	2005	2006	2007	2005	2006	2007	Mittelw.	Std.abw.
132/98	6,5	5,0	6,0	6,0	5,5	5,0	6,5	6,0	5,0	5,7	0,67
205/00	7,0	6,5	7,5	7,0	6,0	7,0	7,0	6,0	6,5	6,7	0,57
3063/99	7,5	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	7,0	6,5	6,0	6,3	0,59
3403/99	6,5	6,5	7,0	7,0	7,0	5,5	7,0	6,0	6,0	6,5	0,62
3483/99	7,0	6,5	6,5	6,5	7,0	6,5	6,5	6,0	6,0	6,5	0,51
3857/99	7,5	7,0	8,5	6,5	7,5	6,5	7,0	6,0	7,0	7,1	0,80
Agata	7,0	5,0	7,0	6,5	6,0	5,5	6,0	6,0	5,5	6,1	0,80
Ditta	7,0	6,0	6,5	6,0	5,5	6,0	7,0	6,5	6,0	6,3	0,57
Nicola	7,0	5,5	8,0	6,5	6,5	6,5	6,5	6,0	6,0	6,5	0,86
Ponto	7,0	7,0	7,0	6,0	6,5	6,5	6,5	7,0	6,0	6,6	0,61
Gesamtergebnis	7,0	6,1	7,0	6,4	6,4	6,1	6,7	6,2	6,0	6,4	0,74

4.1.3. Bodenbedeckung

Tab. 18 zeigt die Versuchsmittelwerte der Bonitierungen des Kriteriums Bodenbedeckung auf den Versuchsstandorten sowie der Versuchsjahre gemittelt über alle Sorten. Die Ergebnisse zeigen die höchsten Noten in Aderklaa, gefolgt von Sparbach und Untermallebarn. Bei den Versuchsjahren liegt das Jahr 2005 vor dem Jahr 2007 und dem Versuchsjahr 2006.

Tab. 19: Versuchsmittelwerte der Feldbonituren des Kriteriums Bodenbedeckung gemittelt über alle Sorten und Stämme

Standort	2005		2006		2007		gesamt	
	Mittelw.	Std.abw.	Mittelw.	Std.abw.	Mittelw.	Std.abw.	Mittelw.	Std.abw.
Aderklaa (n=20)	6,8	0,55	6,3	1,72	6,5	1,19	6,5	1,24
Sparbach (n=20)	6,0	0,76	5,8	0,70	5,6	0,50	5,8	0,67
Untermallebarn (n=20)	5,9	0,91	5,3	1,34	5,7	1,14	5,6	1,15
Gesamtergebnis (n=60)	6,2	0,84	5,8	1,36	5,9	1,05	6,0	1,11

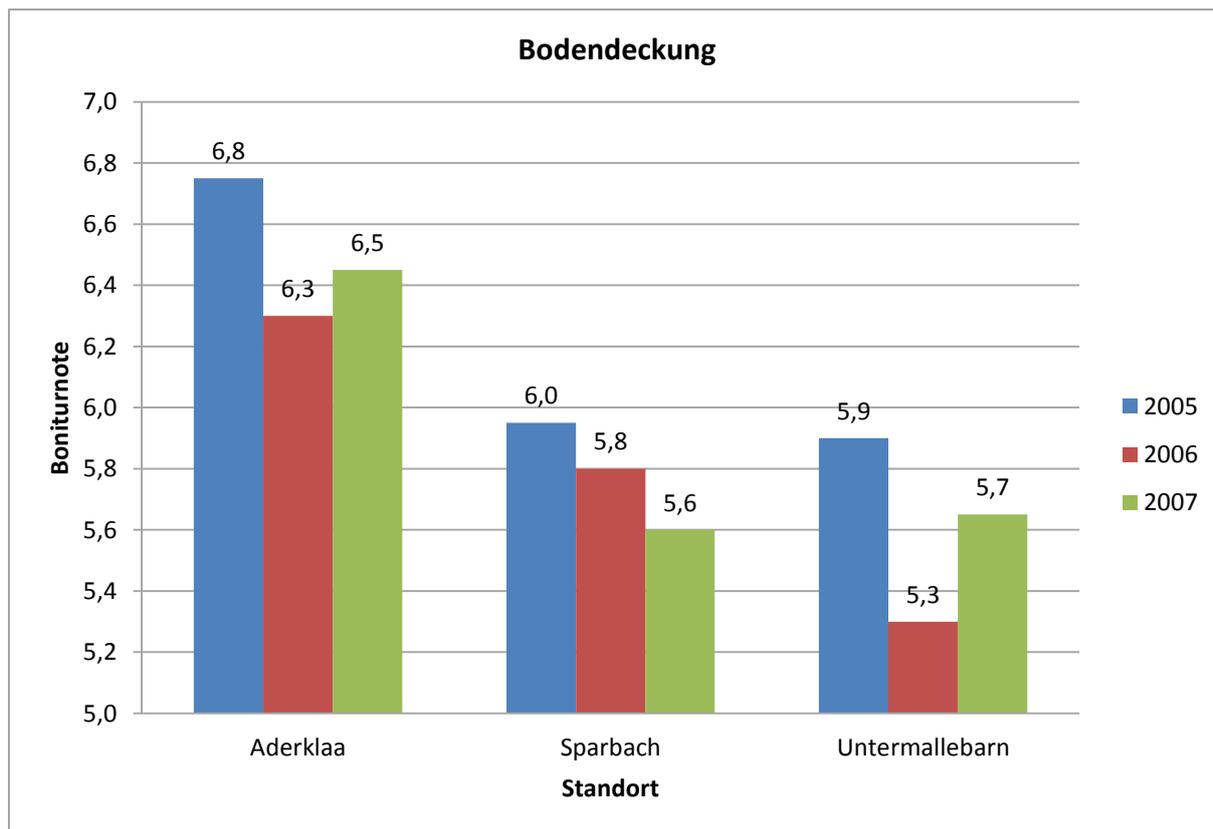


Abb. 34: Versuchsmittelwerte der Feldbonituren des Kriteriums Bodenbedeckung

In der folgenden Tabelle 19 zeigen die Ergebnisse, dass die höchste Bodenbedeckung mit dem Stamm 3857/99, gefolgt von Ponto und dem Stamm 205/00 sowie der Sorte Nicola erreicht. Die niedrigsten Werte erhielten die Sorte Agata und der Stamm 132/98.

Tab. 20: Versuchsmittelwerte unterschiedlicher Sorten und Stämme der Feldbonituren Bodenbedeckung an den Versuchsstandorten in den Jahren 2005 bis 2007

Stamm/Sorte	Aderklaa			Sparbach			Untermallebarn			gesamt	
	2005	2006	2007	2005	2006	2007	2005	2006	2007	Mittelw.	Std.abw.
132/98	6,0	4,0	5,0	5,5	5,5	5,0	5,0	3,0	3,5	4,7	1,02
205/00	7,0	7,5	6,5	6,0	6,0	6,0	6,5	6,0	6,0	6,4	0,61
3063/99	7,0	4,5	6,0	6,0	6,0	5,5	5,5	4,5	6,0	5,7	0,91
3403/99	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	5,5	5,5	6,0	6,0	5,9	0,32
3483/99	7,0	7,0	6,0	6,0	5,5	5,5	5,5	5,5	5,0	5,9	0,76
3857/99	7,5	8,5	8,5	6,5	6,0	6,0	7,0	6,5	7,0	7,1	1,00
Agata	6,0	3,5	5,0	5,0	5,0	5,0	4,5	3,0	4,0	4,6	1,04
Ditta	7,0	7,0	6,0	6,5	5,5	5,5	6,0	6,0	6,0	6,2	0,62
Nicola	7,0	7,0	7,5	6,0	6,0	6,0	6,5	6,0	6,0	6,4	0,70
Ponto	7,0	8,0	8,0	6,0	6,5	6,0	7,0	6,5	7,0	6,9	0,83
Gesamtergebnis	6,8	6,3	6,5	6,0	5,8	5,6	5,9	5,3	5,7	6,0	1,11

4.1.4. Käferbefall

In Untermallebarn kam es in allen drei Jahren zu dem niedrigsten Käferbefall. Ein Vergleich der Jahre zeigt eine hohe Streuung der Werte. Im Jahr 2007 wurde an den Standorten Aderklaa und Untermallebarn kein Käferbefall bonitiert.

Tab. 21: Versuchsmittelwerte der Feldbonituren des Kriteriums Käferbefall gemittelt über alle Sorten und Stämme

Standort	2005		2006		2007		gesamt	
	Mittelw.	Std.abw.	Mittelw.	Std.abw.	Mittelw.	Std.abw.	Mittelw.	Std.abw.
Aderklaa (n=20)	7,4	1,53	7,1	1,00	9,0	0,00	7,8	1,35
Sparbach (n=20)	7,8	0,83	7,9	0,59	6,6	0,99	7,4	1,00
Untermallebarn (n=20)	6,8	1,48	8,2	0,59	9,0	0,00	8,0	1,30
Gesamtergebnis (n=60)	7,3	1,37	7,7	0,87	8,2	1,27	7,7	1,24

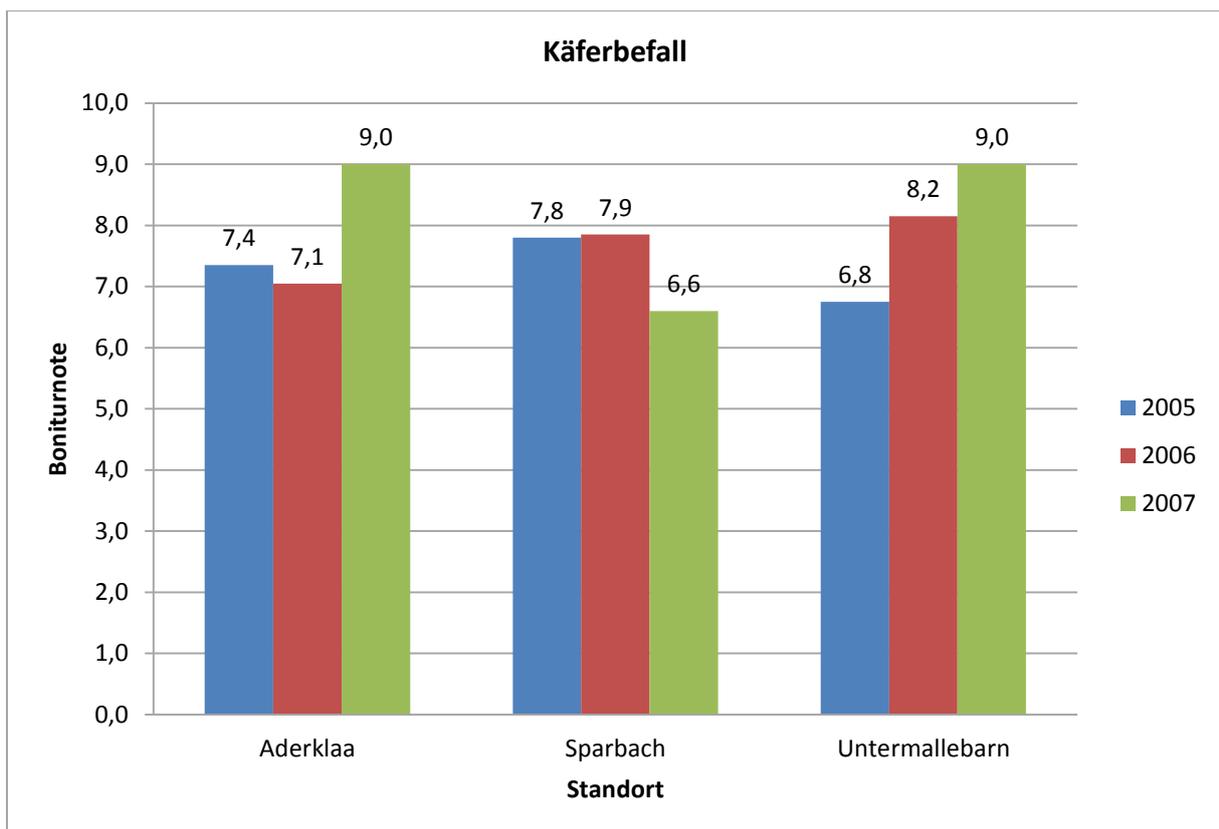


Abb. 35: Versuchsmittelwerte der Feldbonituren des Kriteriums Käferbefall

Tabelle 21 zeigt, dass die höchsten Noten der Stamm 3857/99 und die Sorte Ponto erhielten. Die Streuung der Gesamtmittelwerte war relativ gering.

Tab. 22: Versuchsmittelwerte unterschiedlicher Sorten und Stämme der Feldbonituren Käferbefall an den Versuchsstandorten in den Jahren 2005 bis 2007

Stamm/Sorte	Aderklaa			Sparbach			Untermallebarn			gesamt	
	2005	2006	2007	2005	2006	2007	2005	2006	2007	Mittelw.	Std.abw.
132/98	5,5	6,0	9,0	8,5	7,5	7,0	5,5	7,5	9,0	7,3	1,60
205/00	7,5	7,5	9,0	7,5	7,0	7,0	7,0	8,0	9,0	7,7	0,89
3063/99	8,0	6,5	9,0	8,0	8,0	7,5	7,0	7,5	9,0	7,8	1,10
3403/99	6,0	6,0	9,0	8,0	7,5	6,5	6,5	8,5	9,0	7,4	1,54
3483/99	7,5	7,0	9,0	7,0	8,0	5,5	5,0	8,5	9,0	7,4	1,42
3857/99	8,5	8,0	9,0	7,5	8,0	7,5	8,0	8,5	9,0	8,2	0,65
Agata	6,0	7,0	9,0	8,5	8,5	5,0	7,5	8,0	9,0	7,6	1,54
Ditta	8,0	7,5	9,0	8,0	8,0	7,5	5,0	8,0	9,0	7,8	1,22
Nicola	8,5	7,0	9,0	7,0	7,5	5,5	8,0	8,5	9,0	7,8	1,22
Ponto	8,0	8,0	9,0	8,0	8,5	7,0	8,0	8,5	9,0	8,2	0,73
Gesamtergebnis	7,4	7,1	9,0	7,8	7,9	6,6	6,8	8,2	9,0	7,7	1,24

4.1.5. Phytophthorabefall

Tab. 22 zeigt die Versuchsmittelwerte der Bonitierungen des Kriteriums Phytophthora (2. von 6 Bonitierungen) auf den Versuchsstandorten sowie der Versuchsjahre gemittelt über alle Sorten. Die zweite Bonitierung (ca. Mitte Juli) des Phytophthorabefalls ergab in Sparbach die im Schnitt der Jahre höchsten Noten, also ein geringerer Befall von Phytophthora, gefolgt von den beiden Standorten Aderklaa und Untermallebarn.

Tab. 23: Versuchsmittelwerte der Feldbonituren des Kriteriums Phytophthorabefall (2. Bonitierung) gemittelt über alle Sorten und Stämme

Standort	2005		2006		2007		gesamt	
	Mittelw.	Std.abw.	Mittelw.	Std.abw.	Mittelw.	Std.abw.	Mittelw.	Std.abw.
Aderklaa	9,0	0,00	5,8	1,16	5,5	0,94	6,7	1,83
Sparbach	8,3	0,80	7,6	0,94	5,6	0,75	7,2	1,42
Untermallebarn	8,6	0,50	6,5	0,69	5,1	1,05	6,7	1,66
Gesamtergebnis	8,6	0,61	6,6	1,21	5,4	0,94	6,9	1,65

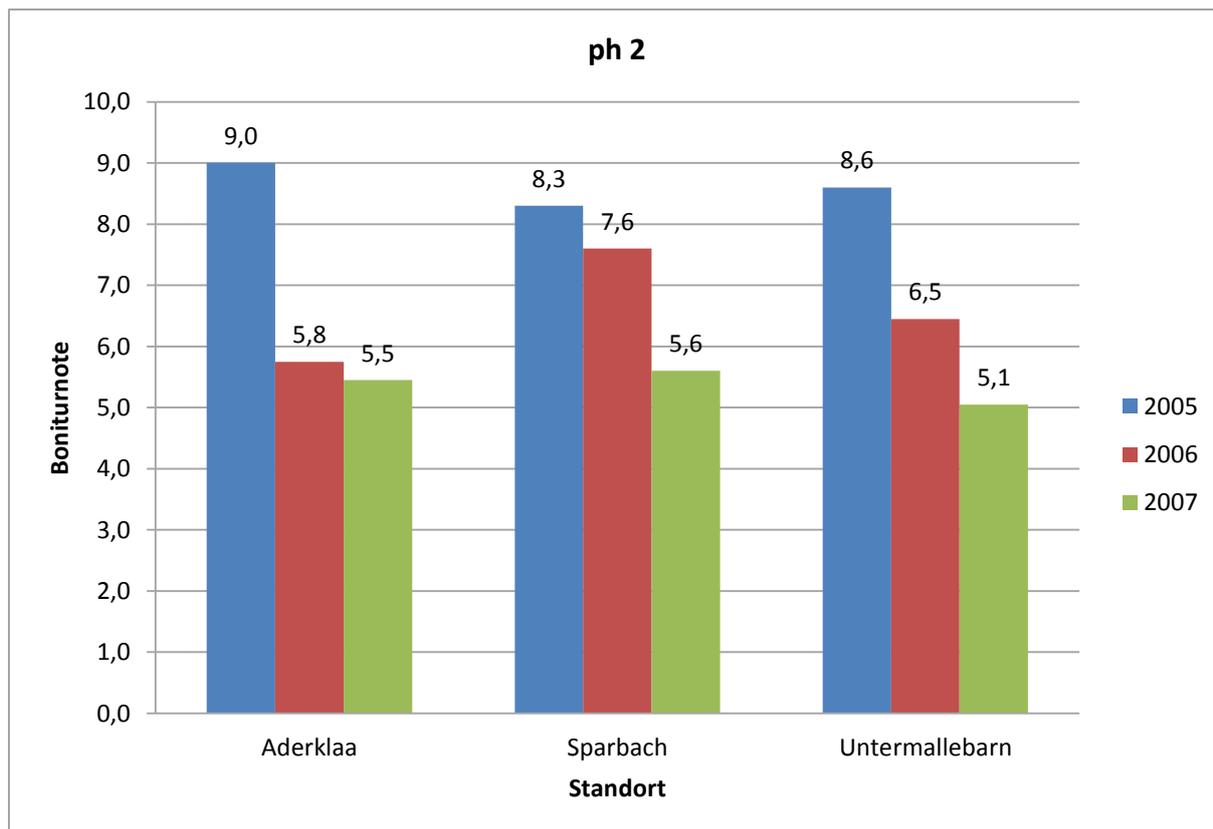


Abb. 36: Versuchsmittelwerte der Feldbonituren des Kriteriums Phytophthorabefall (2. Bonitierung)

Tabelle 23 zeigt die Überlegenheit der Sorten gegenüber den Stämmen bei der 2. Bonitierung des Phytophthorabefalls. Den geringsten Befall hatte die Sorte Ponto, gefolgt vom Stamm 3857/99 und der Sorte Nicola. Ersichtlich ist auch, dass im Jahr 2005 am Standort Aderklaa kein Befall mit Phytophthorabefall festgestellt wurde. In Untermallebarn waren die Noten im Jahr 2005 sehr hoch.

Tab. 24: Versuchsmittelwerte unterschiedlicher Sorten und Stämme der 2. Feldbonitur Phytophthorabefall an den Versuchsstandorten in den Jahren 2005 bis 2007

Stamm/Sorte	Aderklaa			Sparbach			Untermallebarn			gesamt	
	2005	2006	2007	2005	2006	2007	2005	2006	2007	Mittelw.	Std.abw.
132/98	9,0	5,0	4,5	8,0	8,0	5,0	8,0	6,0	4,0	6,4	1,82
205/00	9,0	6,0	6,0	8,0	6,5	5,5	9,0	7,0	5,0	6,9	1,45
3063/99	9,0	5,0	5,5	9,0	8,0	6,0	9,0	6,0	5,0	6,9	1,73
3403/99	9,0	5,0	5,5	7,0	7,0	5,0	8,0	6,0	5,0	6,4	1,46
3483/99	9,0	3,5	5,0	7,0	6,5	5,0	9,0	5,0	5,0	6,1	1,88
3857/99	9,0	7,0	6,0	9,0	8,5	6,0	9,0	7,0	6,0	7,5	1,34
Agata	9,0	5,5	3,5	8,0	8,0	4,5	8,0	6,5	3,0	6,2	2,18
Ditta	9,0	7,0	6,0	9,0	7,0	6,0	8,5	7,0	5,0	7,2	1,38
Nicola	9,0	7,0	6,5	9,0	8,0	6,0	8,5	7,0	6,0	7,4	1,25
Ponto	9,0	6,5	6,0	9,0	8,5	7,0	9,0	7,0	6,5	7,6	1,24
Gesamtergebnis	9,0	5,8	5,5	8,3	7,6	5,6	8,6	6,5	5,1	6,9	1,65

Ergänzend zur 2. Bonitierung des Phytophthorabefalls wurden die Ergebnisse des 5. Bonitierungstermins in Tabelle 24 angeführt. Die Standorte unterschieden sich bezüglich Befallsgrad gering. In Aderklaa lag der Befall im Mittel bei vier, niedriger im Vergleich zu Sparbach und Untermallebarn. Größer waren die Unterschiede in den einzelnen Versuchsjahren.

Tab. 25: Versuchsmittelwerte der Feldbonituren des Kriteriums Phytophthorabefall (5. Bonitierung) gemittelt über alle Sorten und Stämme

Standort	2005		2006		2007		gesamt	
	Mittelw.	Std.abw.	Mittelw.	Std.abw.	Mittelw.	Std.abw.	Mittelw.	Std.abw.
Aderklaa	6,8	1,15	2,6	1,19	2,6	1,10	4,0	2,30
Sparbach	3,0	2,06	4,3	1,63	3,7	1,14	3,6	1,72
Untermallebarn	5,4	1,19	3,4	1,04	2,1	1,10	3,6	1,77
Gesamtergebnis	5,1	2,20	3,4	1,46	2,8	1,28	3,7	1,94

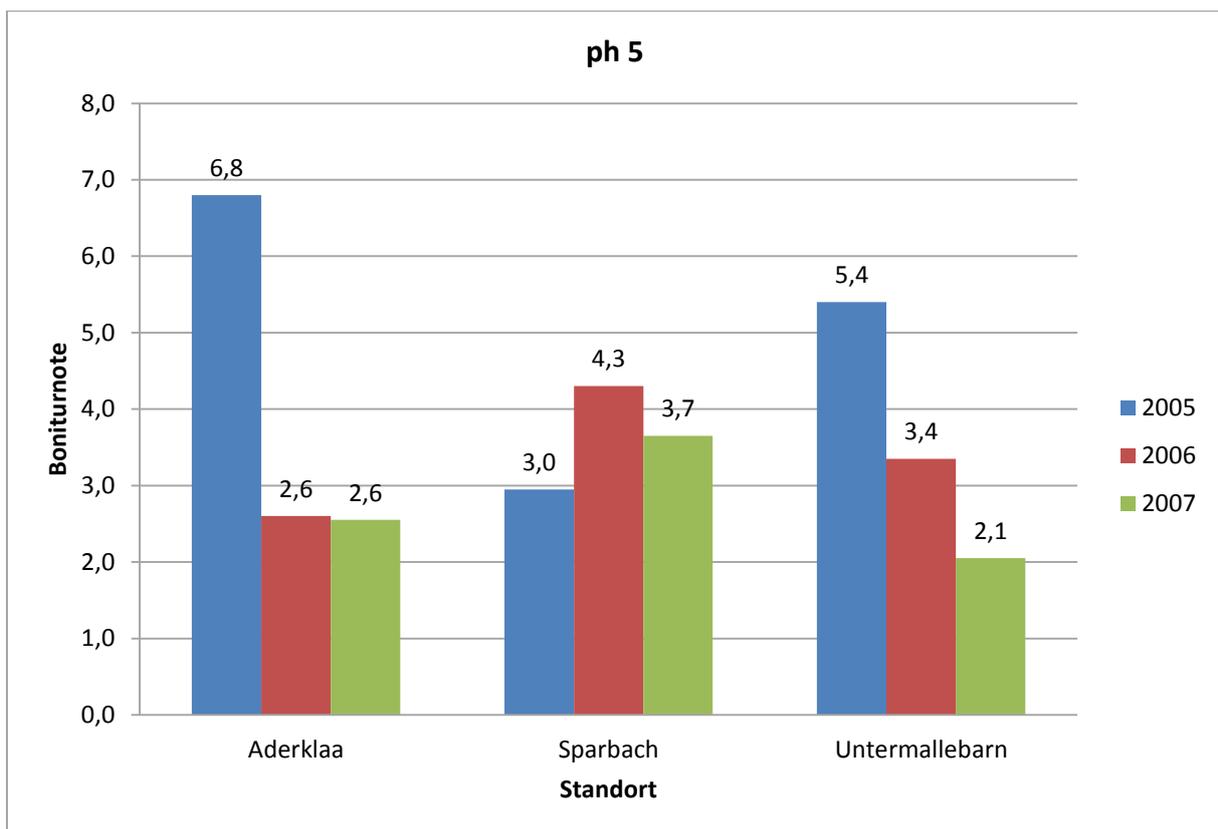


Abb. 37: Versuchsmittelwerte der Feldbonituren des Kriteriums Phytophthorabefall (5. Bonitierung)

Tab. 25 zeigt die niedrigen Befallswerte des Stammes 3857/99 vor der Sorte Ponto. Auch die Sorte Nicola konnte sich unter die besten Stämme und Sorten einreihen. Wie bei der 2.

Bonitierung lagen auch bei der 5. Bonitierung die Versuchsmittelwerte im Jahr 2005 in Aderklaa über den Werten in den anderen Versuchsjahren auf den anderen Versuchsstandorten. Wieder waren die Werte in Untermallebarn im Jahr 2005 gut.

Tab. 26: Versuchsmittelwerte unterschiedlicher Sorten und Stämme der 5. Feldbonitur Phytophthoraabfall an den Versuchsstandorten in den Jahren 2005 bis 2007

Stamm/Sorte	Aderklaa			Sparbach			Untermallebarn			gesamt	
	2005	2006	2007	2005	2006	2007	2005	2006	2007	Mittelw.	Std.abw.
132/98	7,0	1,0	1,0	1,5	3,5	3,5	5,5	2,5	1,0	2,9	2,13
205/00	5,5	3,5	3,0	2,0	4,0	3,5	5,5	3,5	1,0	3,5	1,47
3063/99	6,5	2,5	3,0	2,0	5,0	4,0	3,5	3,5	3,0	3,7	1,37
3403/99	6,0	2,0	3,0	1,0	4,5	3,0	4,0	3,0	2,5	3,2	1,44
3483/99	5,0	1,5	1,0	1,0	3,0	2,5	5,5	2,0	1,5	2,6	1,65
3857/99	8,0	4,0	3,0	6,5	6,5	5,0	7,0	4,5	3,5	5,3	1,71
Agata	6,5	1,0	1,0	1,0	1,0	1,5	4,5	2,0	1,0	2,2	1,95
Ditta	8,0	3,5	3,0	4,0	4,0	4,0	6,0	3,5	2,5	4,3	1,67
Nicola	7,0	4,0	3,5	5,0	5,5	4,5	5,5	4,5	1,0	4,5	1,65
Ponto	8,5	3,0	4,0	5,5	6,0	5,0	7,0	4,5	3,5	5,2	1,77
Gesamtergebnis	6,8	2,6	2,6	3,0	4,3	3,7	5,4	3,4	2,1	3,7	1,94

Als Beispiel für 2 unterschiedliche Phytophthoraabfallsverläufe wurden die Abbildungen 41 und 42 eingefügt.

Die Abbildung 41 stellt den Bonitierungsverlauf in Aderklaa im Versuchsjahr 2005 dar. Die ersten 3 Bonitierungen (ph1, ph2 und ph3) wurden mit der Höchstnote 9 (kein Befall) bewertet. Erst mit der 4. Bonitierung (ph4) kann ein optisch sichtbarer Phytophthoraabfall festgestellt werden. Auch die 5. und 6. Bonitierung zeigen mit Werten von 6,8 und 5,8 einen relativ geringen Befall mit Phytophthora.

In der Beurteilung des Bonitierungsverlaufs in Untermallebarn (Abbildung 42) im Versuchsjahr 2007 fällt auf, dass schon die erste Bonitierung bereits einen Versuchsmittelwert von 5,5 aufwies und somit unter der 6. Bonitierung in Aderklaa im Jahr 2005 lag. Die weiteren Bonitierungen zeigen, dass die Phytophthora in keiner Phase der Vegetation zum Stillstand kam und somit die Werte ohne Unterbrechung bis auf den Versuchsmittelwert von 1,7 fielen, was einen sehr hohen Befall bedeutete.

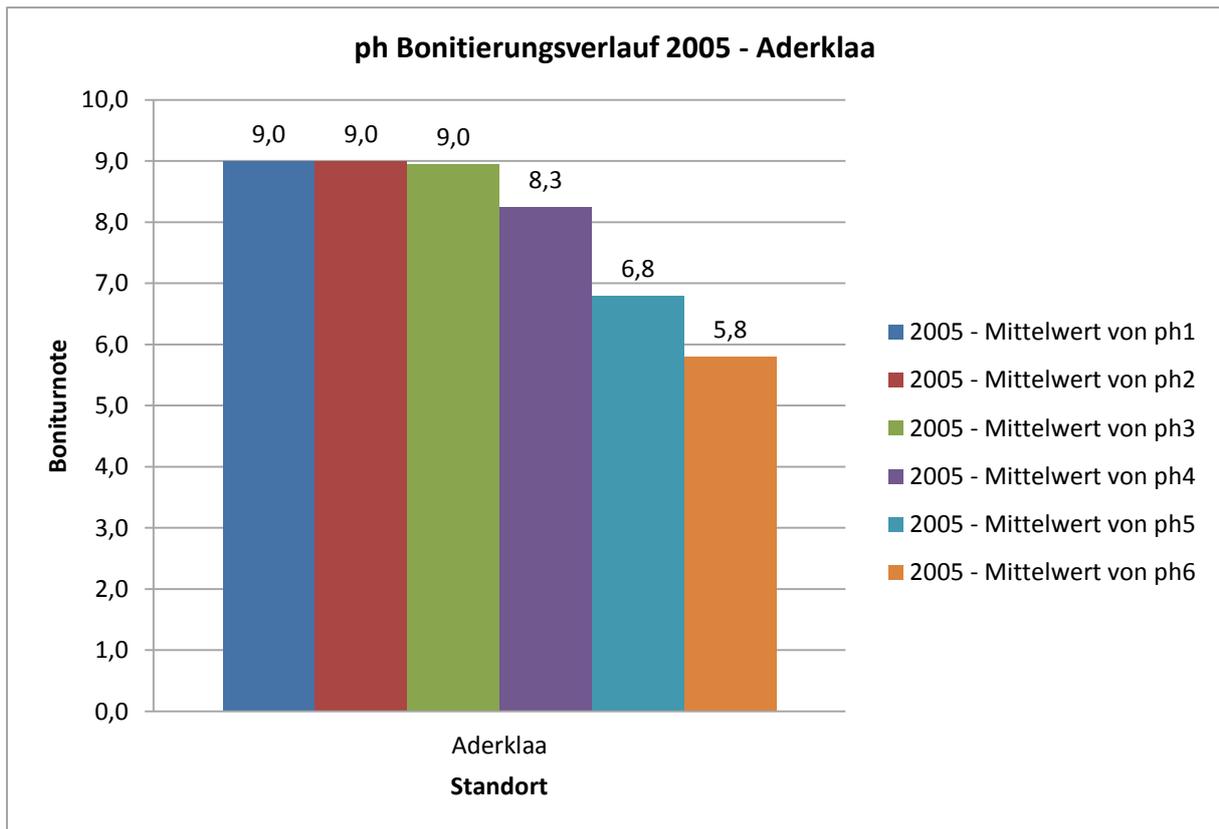


Abb. 38: Versuchsmittelwerte der Feldbonituren des Kriteriums Phytophthorabefall (1. - 6. Bonitierung) in Aderklaa im Versuchsjahr 2005

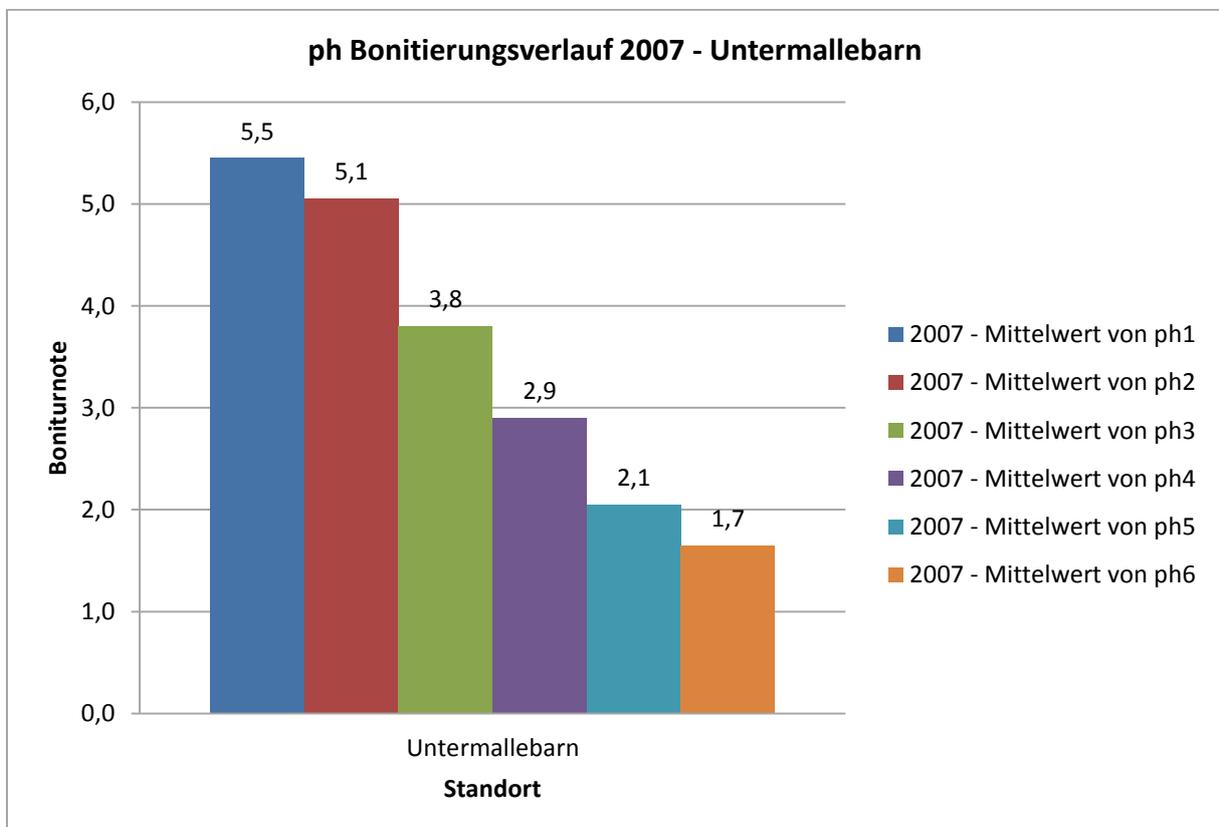


Abb. 39: Versuchsmittelwerte der Feldbonituren des Kriteriums Phytophthorabefall (1. - 6. Bonitierung) in Untermallebarn im Versuchsjahr 2007

4.2. Knollenertrag und Stärkegehalt

4.2.1. Knollenertrag

Auf den biologisch bewirtschafteten Versuchsfeldern standen für die Auswertungen 180 Ergebnisse zur Verfügung.

Tab. 26 zeigt, dass die Knollenerträge in Aderklaa mit 38,99 Tonnen pro Hektar deutlich über den Erträgen in Untermallebarn und jenen von Sparbach lagen. Das Ergebnis in Aderklaa ist auf den Bewässerungsstandort zurückzuführen. Die Tabelle zeigt weiters, dass die Erträge 2005 höher waren als 2006 und 2007. Für diese Tabelle standen pro Versuchsjahr 60 Ergebnisse zur Verfügung.

Tab. 27: Knollenerträge an den Versuchsstandorten und in Versuchsjahren gemittelt über alle Sorten und Stämme

Standort	2005		2006		2007		<i>gesamt</i>	
	Mittelw.	Std.abw.	Mittelw.	Std.abw.	Mittelw.	Std.abw.	<i>Mittelw.</i>	<i>Std.abw.</i>
Aderklaa (n=20)	44,39	7,40	36,88	6,56	35,71	5,15	<i>38,99</i>	<i>7,42</i>
Sparbach (n=20)	19,82	6,55	22,68	3,22	21,33	5,17	<i>21,28</i>	<i>5,21</i>
Untermallebarn (n=20)	35,16	6,94	30,26	5,29	24,94	5,57	<i>30,12</i>	<i>7,22</i>
<i>Gesamtergebnis (n=60)</i>	<i>33,12</i>	<i>12,30</i>	<i>29,94</i>	<i>7,77</i>	<i>27,33</i>	<i>8,07</i>	<i>30,13</i>	<i>9,84</i>

Besonders hoch waren die Ertragsunterschiede im Versuchsjahr 2005. In Aderklaa wurden über 44 Tonnen pro Hektar geerntet, in Sparbach hingegen lag der Ertrag bei nur knapp 20 Tonnen (rund 44,6 % weniger). Untermallebarn lag im Mittelfeld mit rund 35 Tonnen pro Hektar.

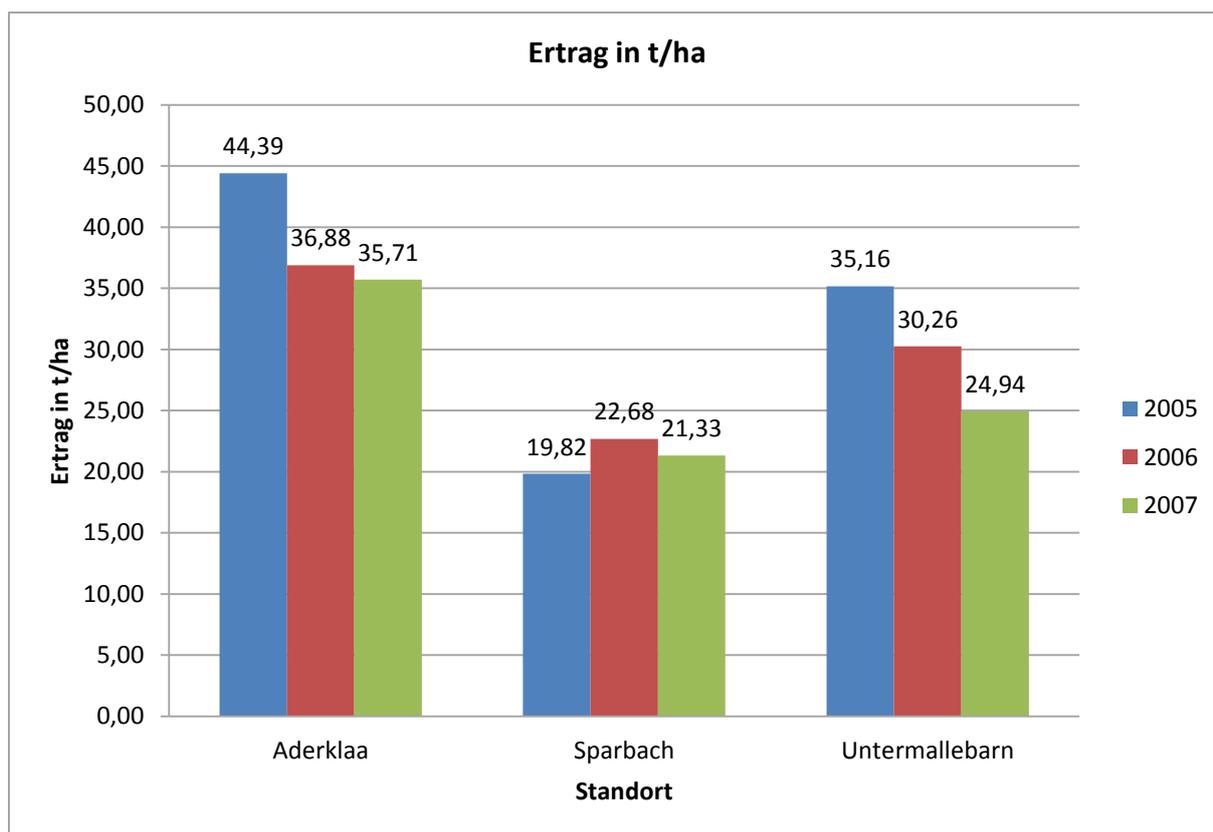


Abb. 40: Versuchsmittelwerte der Knollenerträge auf den Versuchsstandorten in den Versuchsjahren gemittelt über alle Sorten und Stämme

Tabelle 27 zeigt die Erträge der Stämme und Sorten in den Versuchsjahren und auf den Versuchsstandorten. Der Stamm 205/00 war vor der Sorte Nicola (34,06 t/ha) und den Sorten Ponto und Ditta am Ertragreichsten. Den höchsten Ertrag erzielte der Stamm 3483/99 in Aderklaa im Jahr 2005.

Tab. 28: Knollenerträge unterschiedlicher Sorten und Stämme an den Versuchsstandorten in den Jahren 2005 bis 2007

Stamm/Sorte	Aderklaa			Sparbach			Untermallebarn			gesamt	
	2005	2006	2007	2005	2006	2007	2005	2006	2007	Mittelw.	Std.abw.
132/98	42,90	26,20	29,30	19,50	23,60	20,50	34,50	24,70	16,50	26,41	8,29
205/00	50,00	47,30	40,80	23,80	22,20	26,20	43,20	35,00	32,80	35,70	10,33
3063/99	39,20	28,80	26,70	14,80	22,40	21,40	28,30	22,60	19,00	24,80	7,36
3403/99	39,00	38,60	34,60	20,30	27,50	17,50	31,70	32,40	25,10	29,63	7,71
3483/99	51,30	41,80	38,70	21,30	20,00	21,60	31,70	29,80	22,50	30,97	11,05
3857/99	32,50	31,50	35,50	18,30	21,30	17,60	31,70	23,10	24,60	26,23	7,26
Agata	50,50	37,10	35,40	18,90	22,10	14,90	28,20	32,80	21,20	29,01	11,92
Ditta	48,30	40,40	36,30	22,80	18,60	21,80	35,40	36,80	29,70	32,23	9,89
Nicola	50,30	36,10	37,70	22,00	26,90	28,60	45,80	32,90	26,20	34,06	9,57
Ponto	39,90	41,00	42,10	16,50	22,20	23,20	41,10	32,50	31,80	32,26	10,17
Gesamtergebnis	44,39	36,88	35,71	19,82	22,68	21,33	35,16	30,26	24,94	30,13	9,84

4.2.2. Stärkegehalt

Für die Ermittlung des Stärkegehaltes standen 180 Ergebnisse zur Verfügung.

In der Tabelle 28 wird gezeigt, dass die höchsten Stärkegehalte in Untermallebarn lagen, im Durchschnitt 15,3 %. Die niedrigsten Gehalte hingegen wurden in Aderklaa gemessen. Sparbach lag im Mittelfeld mit einem Stärkegehalt von 14,7 %.

Tab. 29: Stärkegehalte an den Versuchsstandorten und in Versuchsjahren gemittelt über alle Sorten und Stämme

Standort	2005		2006		2007		gesamt	
	Mittelw.	Std.abw.	Mittelw.	Std.abw.	Mittelw.	Std.abw.	Mittelw.	Std.abw.
Aderklaa	14,5	3,42	13,0	3,10	13,0	3,30	13,5	3,30
Sparbach	14,6	3,46	14,6	2,48	15,0	3,14	14,7	3,01
Untermallebarn	14,9	3,93	15,3	2,95	15,8	3,74	15,3	3,53
Gesamtergebnis	14,7	3,55	14,3	2,96	14,6	3,55	14,5	3,35

Aus den Ergebnissen von Untermallebarn ist hervorzuheben, dass die Stärkegehalte von Jahr zu Jahr stiegen, in Aderklaa hingegen sanken.

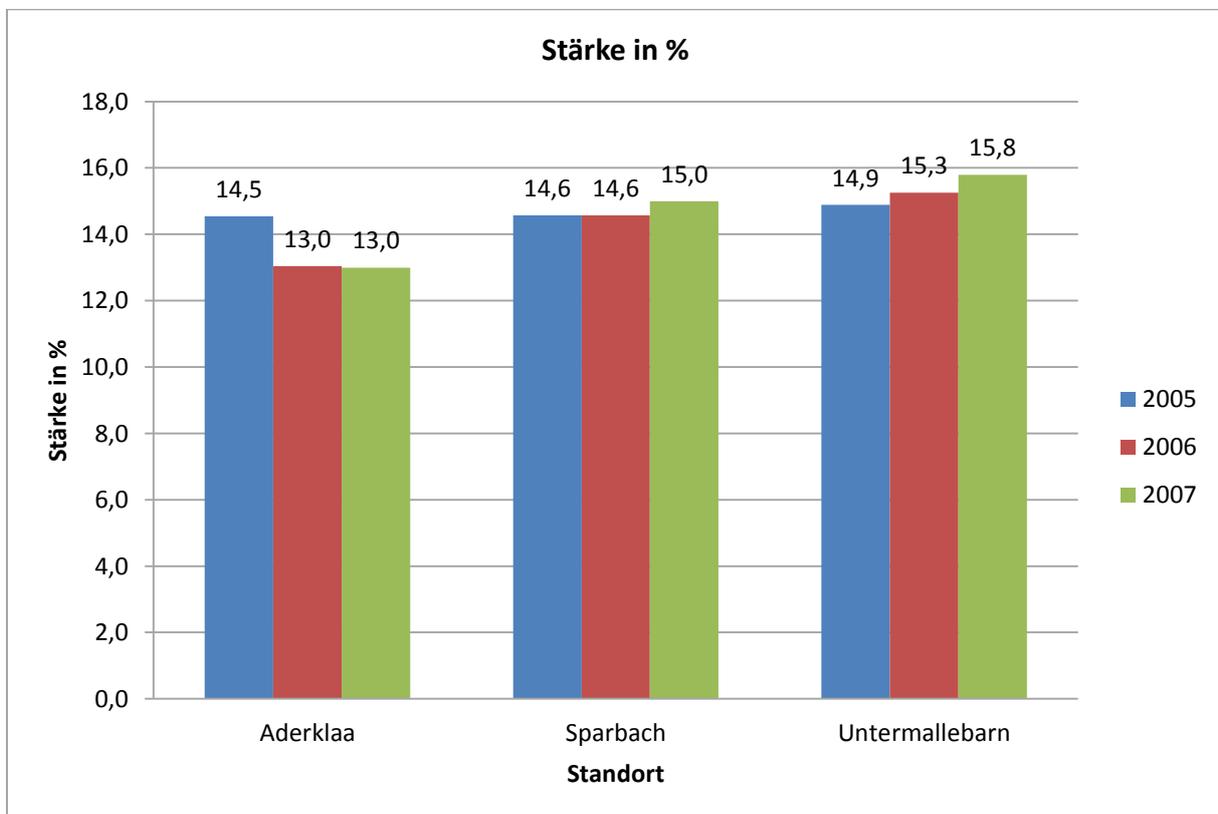


Abb. 41: Versuchsmittelwerte der Stärkegehalte auf den Versuchsstandorten in den Versuchsjahren gemittelt über alle Sorten und Stämme

In der Tabelle 29 wird der Unterschied im Stärkegehalt zwischen den Stämmen und Sorten deutlich. So lagen die Stärkegehalte bei den Stämmen 132/98 und 205/00 bei 12,1 % und 12,4 %. Der Stamm 3857/99 lag mit 21,1 % an der Spitze, gefolgt von der Sorte Ponto mit 19,7 %. Viele Stämme und die weiteren Sorten lagen im Stärkegehalt bei ca. 14 %.

Tab. 30: Stärkegehalte unterschiedlicher Sorten und Stämme an den Versuchsstandorten in den Jahren 2005 bis 2007

Stamm/Sorte	Aderklaa			Sparbach			Untermallebarn			gesamt	
	2005	2006	2007	2005	2006	2007	2005	2006	2007	Mittelw.	Std.abw.
132/98	12,4	11,1	10,7	11,2	12,4	12,9	12,2	13,2	13,1	12,1	0,99
205/00	12,8	11,6	10,8	11,8	12,7	13,0	12,1	14,2	12,7	12,4	1,04
3063/99	13,3	11,7	11,8	13,4	13,7	14,3	13,6	13,9	15,9	13,5	1,32
3403/99	14,6	12,2	13,6	13,9	15,0	14,6	14,5	14,9	15,2	14,3	1,07
3483/99	13,7	11,9	11,6	13,2	13,9	13,6	14,3	15,7	15,0	13,6	1,35
3857/99	21,0	19,2	19,8	21,3	20,2	21,8	22,4	21,3	23,4	21,1	1,36
Agata	10,0	9,1	8,7	11,6	12,1	12,4	10,6	11,0	11,1	10,7	1,38
Ditta	14,3	12,9	12,5	14,5	13,8	14,0	13,6	14,5	15,2	13,9	0,97
Nicola	12,9	12,6	13,0	15,0	14,5	13,6	14,0	14,6	15,0	13,9	1,04
Ponto	20,6	18,3	17,8	20,0	17,7	20,0	21,8	19,5	21,5	19,7	1,54
Gesamtergebnis	14,5	13,0	13,0	14,6	14,6	15,0	14,9	15,3	15,8	14,5	3,35

4.2.3. Stärkeertrag

Aus dem Knollenertrag pro Hektar und dem Stärkegehalt wurde der Stärkeertrag errechnet. Diese Größe ist vor allem in Stärkefabriken (z.B. Agrana) von großer Bedeutung. Den Ergebnissen zufolge, wurde in Aderklaa die höchsten Stärkeerträge geerntet, in Untermallebarn und in Sparbach wurde weniger geerntet. Ein Vergleich der Versuchsjahre zeigt, dass die höchsten Werte im Versuchsjahr 2005, gefolgt vom Jahr 2006 und dem Jahr 2007 lagen.

Tab. 31: Stärkeerträge an den Versuchsstandorten und in Versuchsjahren gemittelt über alle Sorten und Stämme

Standort	2005		2006		2007		gesamt	
	Mittelw.	Std.abw.	Mittelw.	Std.abw.	Mittelw.	Std.abw.	Mittelw.	Std.abw.
Aderklaa (n=20)	6,3	1,12	4,8	1,37	4,7	1,52	5,3	1,52
Sparbach (n=20)	2,9	1,18	3,3	0,70	3,2	0,92	3,1	0,96
Untermallebarn (n=20)	5,3	1,75	4,6	1,01	4,0	1,43	4,6	1,50
Gesamtergebnis (n=60)	4,8	1,99	4,2	1,24	3,9	1,44	4,3	1,62

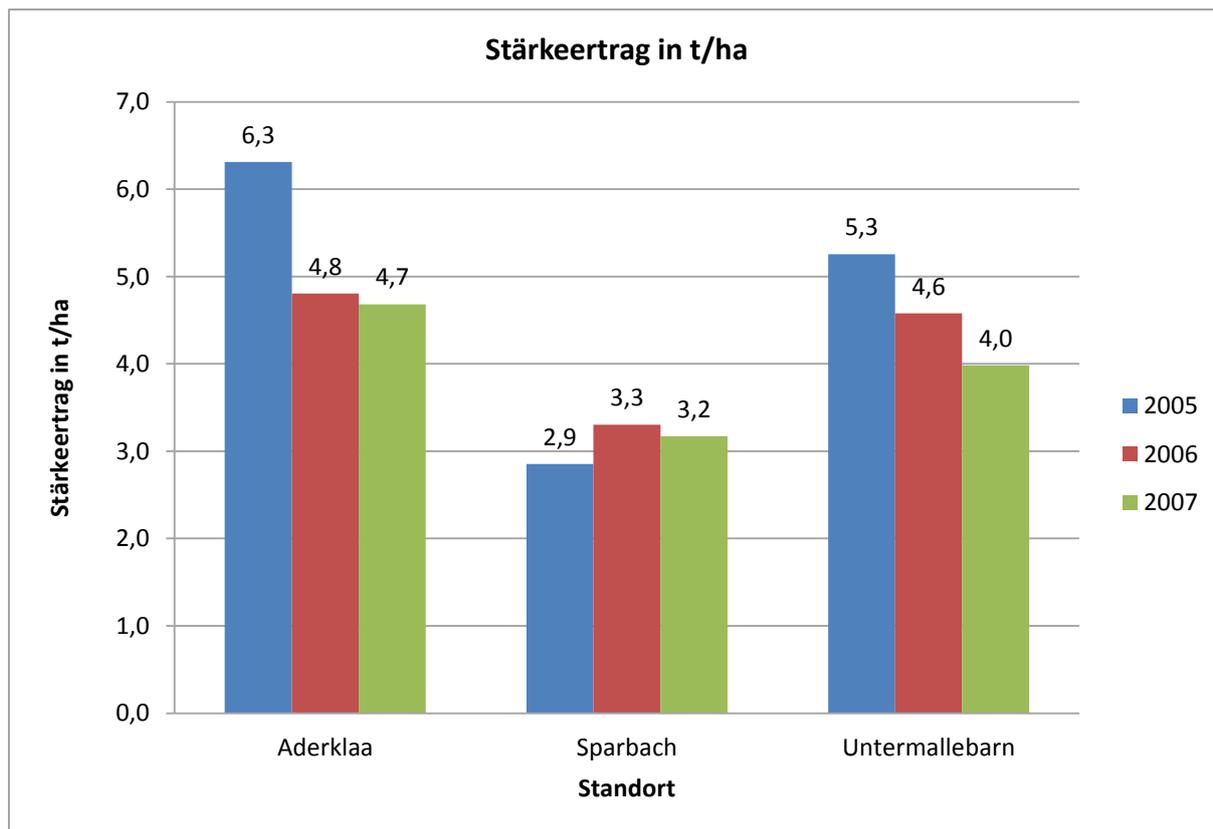


Abb. 42: Versuchsmittelwerte der Stärkeerträge auf den Versuchsstandorten in den Versuchsjahren gemittelt über alle Sorten und Stämme

Tabelle 31 zeigt die Stärkeerträge in t/ha der Stämme und Sorten in den Versuchsjahren und auf den Versuchsstandorten. Die höchsten Stärkeerträge wurden bei der Sorte Ponto geerntet, gefolgt vom Stamm 3857/99 und der Sorte Nicola. Die niedrigsten Stärkeerträge hingegen ergaben die Sorte Agata, gefolgt vom Stamm 132/98 und dem Stamm 3063/99.

Tab. 32: Stärkeerträge unterschiedlicher Sorten und Stämme an den Versuchsstandorten in den Jahren 2005 bis 2007

Stamm/Sorte	Aderklaa			Sparbach			Untermallebarn			gesamt	
	2005	2006	2007	2005	2006	2007	2005	2006	2007	Mittelw.	Std.abw.
132/98	5,34	2,89	3,14	2,17	2,92	2,64	4,19	3,25	2,16	3,19	1,04
205/00	6,41	5,48	4,42	2,81	2,82	3,38	5,24	4,95	4,12	4,40	1,26
3063/99	5,19	3,37	3,14	1,97	3,07	3,06	3,82	3,14	3,02	3,31	0,90
3403/99	5,67	4,69	4,68	2,81	4,11	2,54	4,60	4,83	3,82	4,19	1,02
3483/99	7,02	4,96	4,47	2,79	2,78	2,92	4,53	4,66	3,36	4,17	1,39
3857/99	6,81	6,05	7,03	4,00	4,29	3,84	7,08	4,91	5,74	5,53	1,48
Agata	5,06	3,38	3,06	2,03	2,66	1,82	3,02	3,59	2,34	3,00	1,07
Ditta	6,91	5,19	4,53	3,26	2,55	3,03	4,79	5,32	4,51	4,45	1,35
Nicola	6,49	4,55	4,90	3,30	3,89	3,87	6,36	4,80	3,93	4,68	1,15
Ponto	8,20	7,50	7,47	3,39	3,91	4,61	8,91	6,34	6,84	6,35	2,06
Gesamtergebnis	6,31	4,81	4,68	2,85	3,30	3,17	5,25	4,58	3,98	4,33	1,62

4.3. Einfluss der Selektionskriterien auf die Ertrags- und Stärkegehaltsauswertungen

4.3.1. Einfluss von Aufgang auf den Knollenertrag, den Stärkegehalt und den Stärkeertrag

Die vorliegenden Daten zeigen, dass das Selektionskriterium Aufgang einen signifikanten Einfluss ($p=0.0237$) auf den Knollenertrag pro ha hatte. Somit stand statistisch gesehen eine höhere Boniturnote in direktem Zusammenhang mit einem höheren Knollenertrag (Abbildung 46).

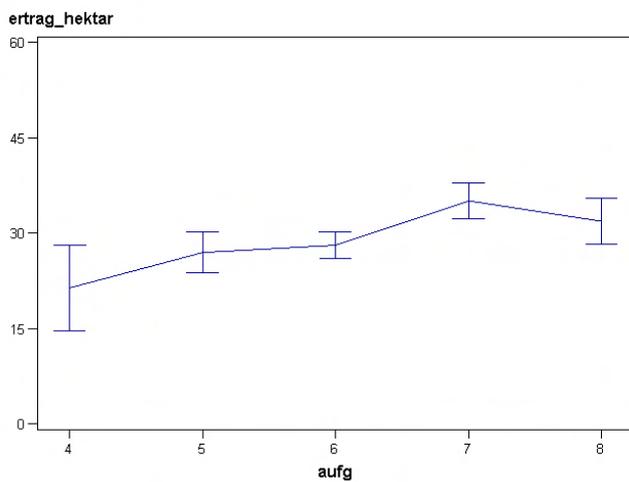


Abb. 43: Knollenerträge in t/ha in Abhängigkeit der Feldboniturnote des Aufgangs

Das Ergebnis des Einflusses des Selektionskriteriums Aufgang auf den Stärkegehalt zeigt keinen signifikanten Einfluss ($p=0.1166$). Eine höhere Boniturnote beeinflusst den Stärkegehalt nicht (Abbildung 47).

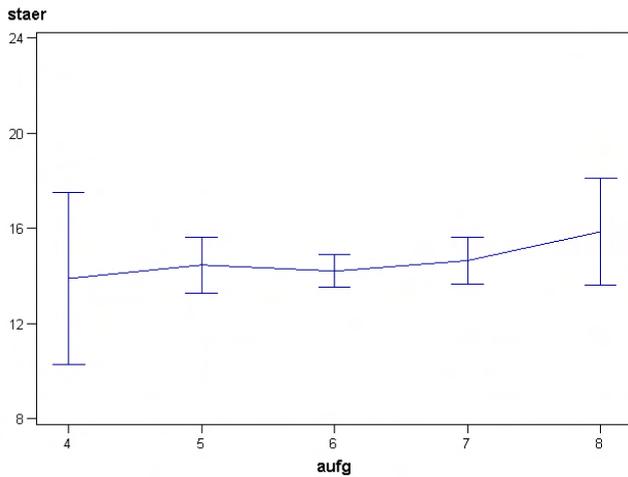


Abb. 44: Stärkegehalte in % in Abhängigkeit der Feldboniturnote des Aufgangs

Der Einfluss der Bonitierung des Aufgangs auf den Stärkeertrag (t/ha) wurde statisch verrechnet und ergab einen signifikanten Einfluss ($p=0.0043$). Dies bedeutet, dass mit steigender Höhe der Boniturnote des Aufgangs der Stärkeertrag (t/ha) zunahm (Abbildung 48).

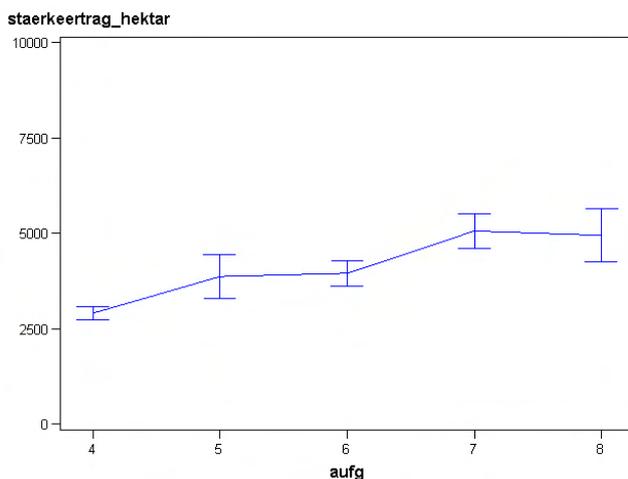


Abb. 45: Stärkeertrag in t/ha in Abhängigkeit der Feldboniturnote des Aufgangs

4.3.2. Einfluss des Krautwachstums auf den Knollenertrag, den Stärkegehalt und den Stärkeertrag

Die statistische Verrechnung ergab einen signifikanten Einfluss ($p<.0001$) der Bonitierung des Krautwachstums auf den Ertrag in t/ha. Mit steigender Boniturnote des Selektionskriteriums Entwicklung stieg der Knollenertrag in t/ha (Abbildung 49).

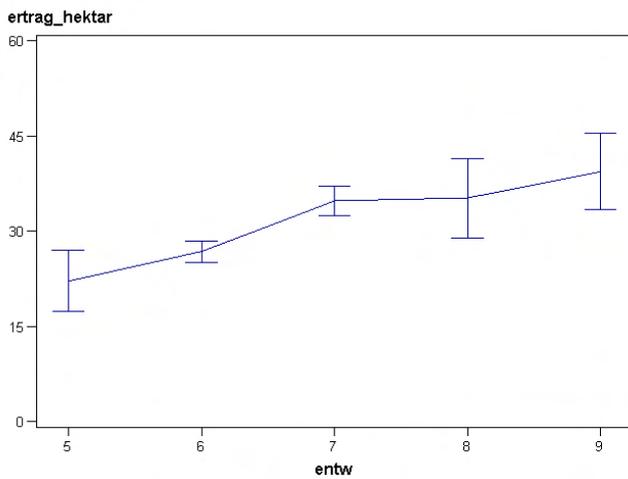


Abb. 46: Knollenerträge in t/ha in Abhängigkeit der Feldboniturnote des Krautwachstums

Die statistische Verrechnung ergab keinen signifikanten Einfluss ($p=0.1844$) der Bonitierung des Krautwachstums auf den Stärkegehalt in % (Abbildung 50).

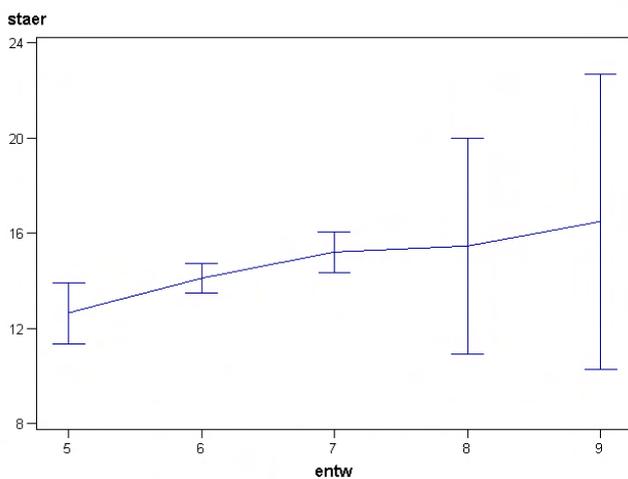


Abb. 47: Stärkegehalte in % in Abhängigkeit der Feldboniturnote des Krautwachstums

Die statistische Verrechnung ergab einen signifikanten Einfluss ($p<.0001$) der Bonitierung des Krautwachstums auf den Stärkeertrag in t/ha. Mit steigender Boniturnote des Selektionskriteriums Krautwachstum stieg statistisch gesehen der Stärkeertrag in t/ha (Abbildung 51).

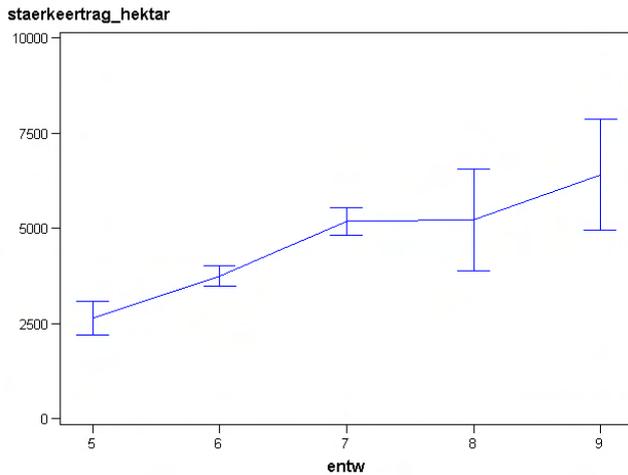


Abb. 48: Stärkeertrag in t/ha in Abhängigkeit der Feldboniturnote des Krautwachstums

4.3.3. Einfluss von Bodenbedeckung auf den Knollenertrag, den Stärkegehalt und den Stärkeertrag

Die statistische Verrechnung ergab einen signifikanten Einfluss ($p < .0001$) der Bonitierung der Bodendeckung auf den Ertrag in t/ha. Mit steigender Boniturnote des Selektionskriteriums Bodendeckung stieg statistisch gesehen der Ertrag in t/ha (Abbildung 52).

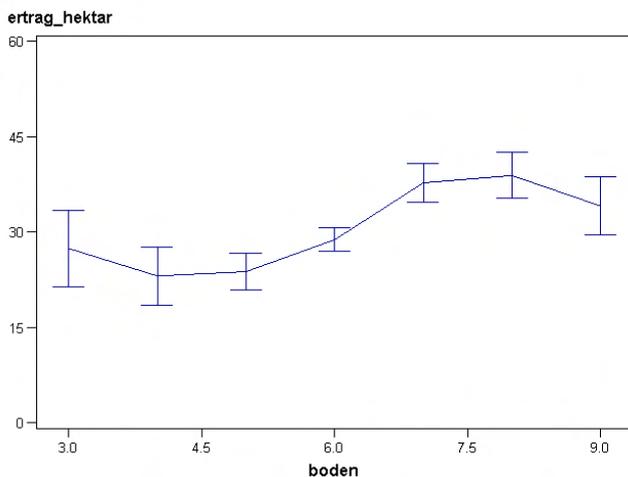


Abb. 49: Knollenerträge in t/ha in Abhängigkeit der Feldboniturnote der Bodenbedeckung

Die statistische Verrechnung ergab keinen signifikanten Einfluss ($p = 0.8263$) der Bonitierung der Bodenbedeckung auf den Stärkegehalt in % (Abbildung 53).

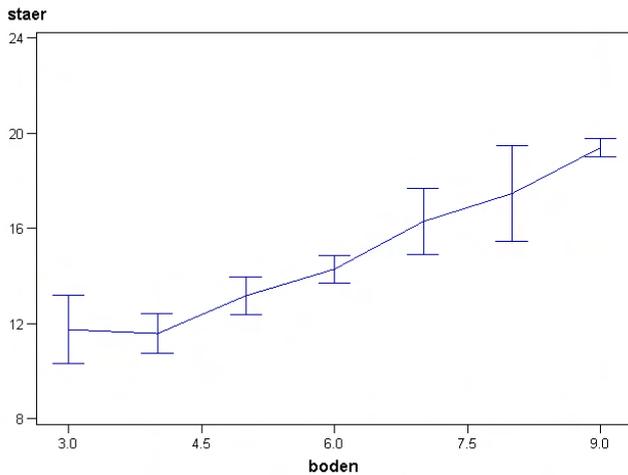


Abb. 50: Stärkegehalte in % in Abhängigkeit der Feldboniturnote der Bodenbedeckung

Die statistische Verrechnung ergab einen signifikanten Einfluss ($p < .0001$) der Bonitierung der Bodenbedeckung auf den Stärkeertrag in t/ha. Mit steigender Boniturnote des Selektionskriteriums Bodenbedeckung stieg der Stärkeertrag in t/ha (Abbildung 54).

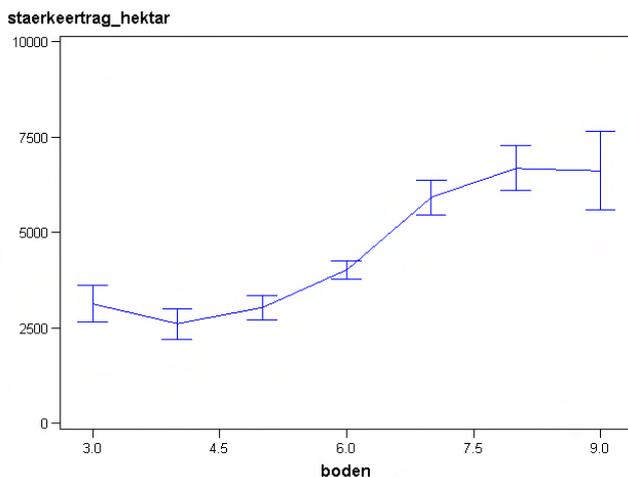


Abb. 51: Stärkeertrag in t/ha in Abhängigkeit der Feldboniturnote der Bodenbedeckung

4.3.4. Einfluss von Käferbefall auf den Knollenertrag, den Stärkegehalt und den Stärkeertrag

Die statistische Verrechnung ergab einen signifikanten Einfluss ($p = 0.0423$) der Bonitierung des Käferbefalls auf den Ertrag in t/ha. Mit steigender Note bei der Bonitierung des Selektionskriteriums Käferbefall stieg statistisch gesehen der Ertrag in t/ha (Abbildung 55).

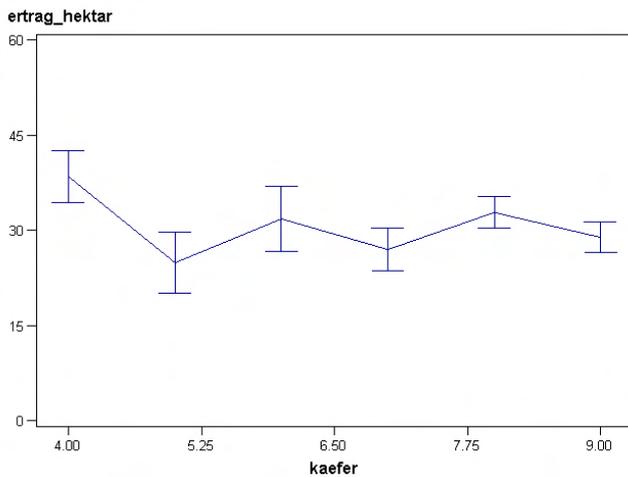


Abb. 52: Knollenerträge in t/ha in Abhängigkeit der Feldboniturnote des Käferbefalls

Die statistische Verrechnung ergab einen signifikanten Einfluss ($p=0.0016$) der Bonitierung des Käferbefalls auf den Stärkegehalt in %. Mit steigender Boniturnote des Selektionskriteriums Käferbefalls stieg statistisch gesehen der Stärkegehalt in % (Abbildung 56).

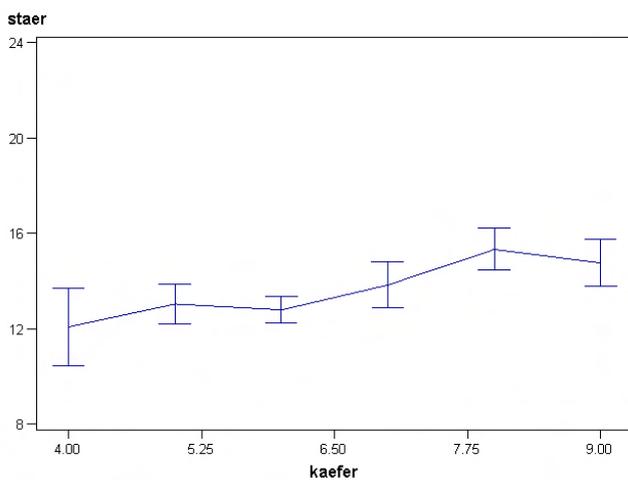


Abb. 53: Stärkegehalte in % in Abhängigkeit der Feldboniturnote des Käferbefalls

Die statistische Verrechnung ergab einen signifikanten Einfluss ($p=0.0013$) der Bonitierung des Käferbefalls auf den Stärkeertrag in t/ha. Mit steigender Boniturnote des Selektionskriteriums Käferbefall stieg statistisch gesehen der Stärkeertrag in t/ha (Abbildung 57).

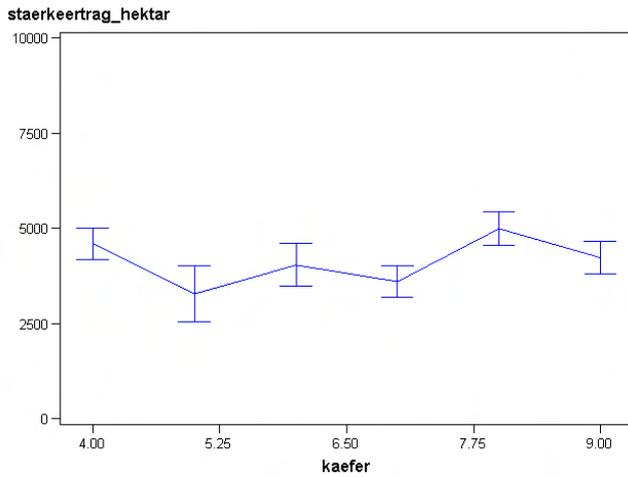


Abb. 54: Stärkeertrag in t/ha in Abhängigkeit der Feldboniturnote des Käferbefalls

4.3.5. Einfluss von Phytophthorabefall auf den Knollenertrag, den Stärkegehalt und den Stärkeertrag

Die statistische Verrechnung ergab in Sparbach und in Untermallebarn einen signifikanten Einfluss ($p < .0001$) der 5. Bonitierung des Phytophthorabefalls auf den Knollenertrag in t/ha (Abbildungen 58 und 59).

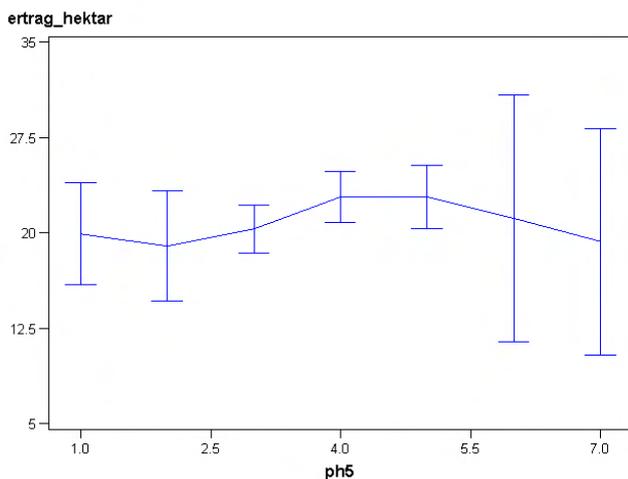


Abb. 55: Knollenerträge in t/ha in Abhängigkeit der Feldboniturnote der 5. Phytophthorabonitierung am Standort Sparbach

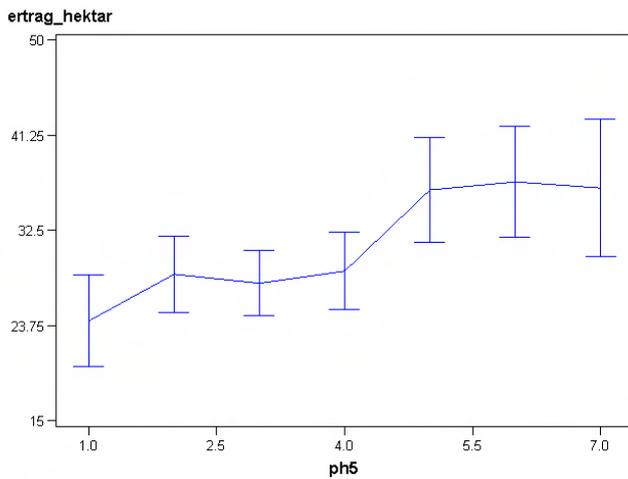


Abb. 56: Knollenerträge in t/ha in Abhängigkeit der Feldboniturnote der 5. Phytophthorabonitierung am Standort Unterhallebarn

Die statistische Verrechnung ergab sowohl in Sparbach ($p=0.1633$) als auch in Unterhallebarn ($p=0,3386$) keinen signifikanten Einfluss der 5. Bonitierung des Phytophthorabefalls auf den Stärkegehalt in % (Abbildungen 60 und 61).

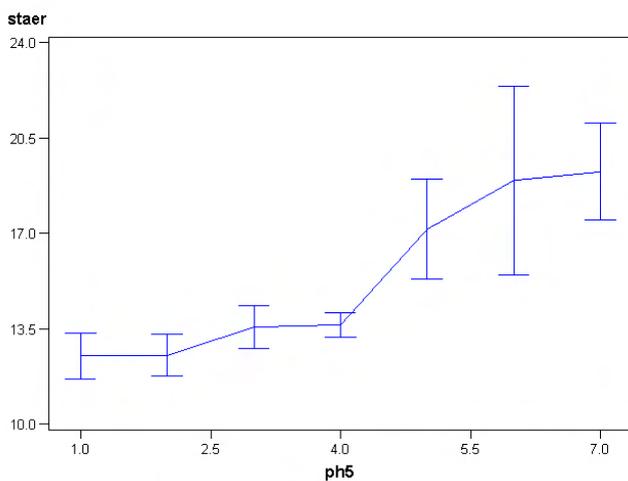


Abb. 57: Stärkegehalte in % in Abhängigkeit der Feldboniturnote der 5. Phytophthorabonitierung am Standort Sparbach

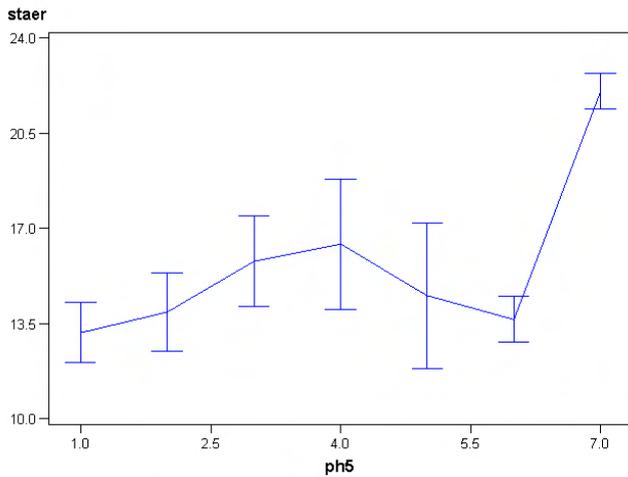


Abb. 58: Stärkegehalte in % in Abhängigkeit der Feldboniturnote der 5. Phytophthorabonitierung am Standort Untermaallebarn

Die statistische Verrechnung ergab sowohl in Sparbach ($p=0,0035$) als auch in Untermaallebarn ($p<.0001$) einen signifikanten Einfluss der 5. Bonitierung des Phytophthorabefalls auf den Stärkeertrag in t/ha (Abbildungen 62 und 63).

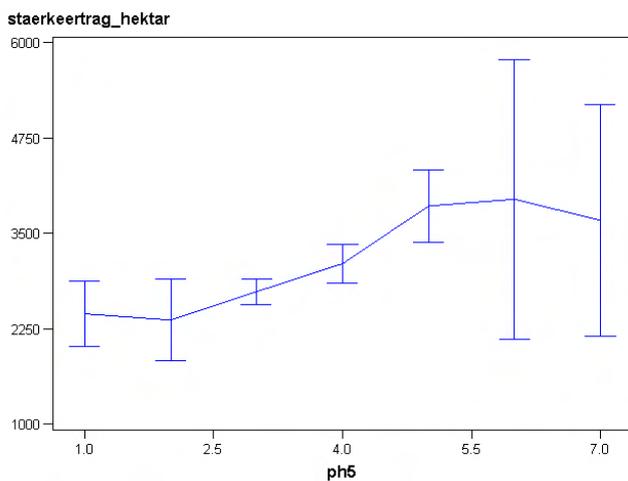


Abb. 59: Stärkeerträge in t/ha in Abhängigkeit der Feldboniturnote der 5. Phytophthorabonitierung am Standort Sparbach

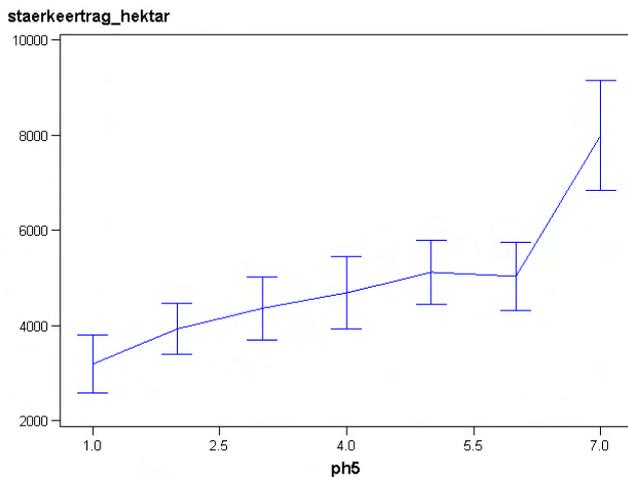


Abb. 60: Stärkeerträge in t/ha in Abhängigkeit der Feldboniturnote der 5. Phytophthorabonitierung am Standort Untermallebarn

4.4. Ergebnisse ausgewählter Selektionskriterien bei konventioneller Bewirtschaftung

Im Unterschied zu den biologisch bewirtschafteten Versuchsflächen wurden auf den konventionell bewirtschafteten Flächen nur die Selektionskriterien Aufgang und Entwicklung bonitiert.

Die Auswertung behandelt die Ergebnisse im konventionellen Bereich auf den Versuchsstandorten Meires und Naglern sowie in den Versuchsjahren 2005, 2006 und 2007. Weiters wurden vier Sorten (Agata, Ditta, Nicola und Ponto) und sechs Zuchtstämme (132/98, 205/00, 3063/99, 3403/99, 3483/99 und 3857/99) in die Auswertungen miteinbezogen.

4.4.1. Aufgang

Tab. 32 zeigt die Versuchsmittelwerte der Bonitierungen des Kriteriums Aufgang auf den Versuchsstandorten sowie der Versuchsjahre gemittelt über alle Sorten. Es gab relativ kleine Unterschiede zwischen den beiden Standorten Meires (6,5) und Naglern (6,4) und den Versuchsjahren 2005 (6,6), 2006 (6,4) und 2007 (6,3).

Tab. 33: Versuchsmittelwerte der Feldbonituren des Kriteriums Aufgang gemittelt über alle Sorten und Stämme

Standort	2005		2006		2007		gesamt	
	Mittelw.	Std.abw.	Mittelw.	Std.abw.	Mittelw.	Std.abw.	Mittelw.	Std.abw.
Meires (n=30)	6,6	0,55	6,5	0,41	6,5	0,54	6,5	0,50
Naglern (n=30)	6,5	0,49	6,4	0,63	6,2	0,43	6,4	0,53
Gesamtergebnis (n=60)	6,6	0,52	6,4	0,53	6,3	0,50	6,4	0,52

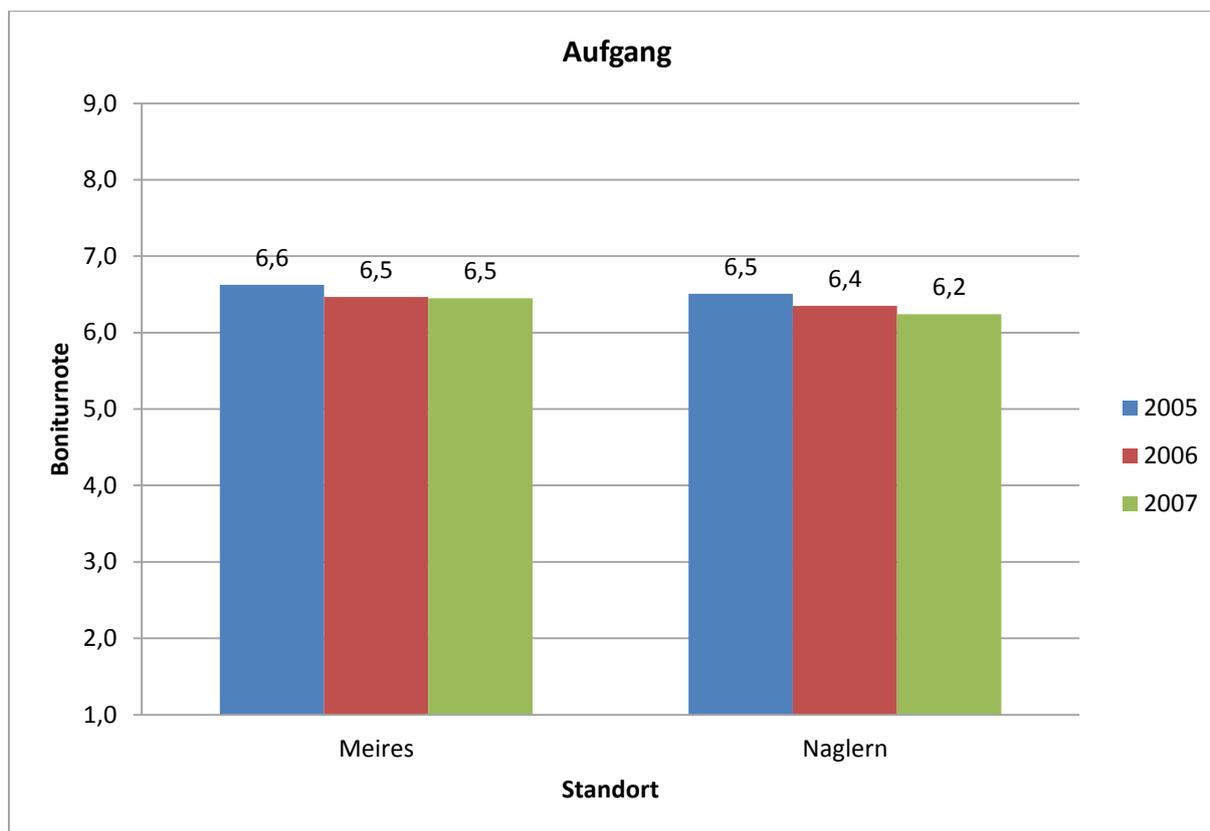


Abb. 61: Versuchsmittelwerte der Feldbonituren des Kriteriums Aufgang

Zwischen den Stämmen und Sorten ergaben sich wie bei den Standorten und Versuchsjahren keine großen Unterschiede. Es wurden Noten von 6,0 beim Stamm 132/98 bis 6,8 beim Stamm 3857/99 vergeben. Die Noten in Meires waren etwas höher als am Standort Naglern.

Tab. 34: Versuchsmittelwerte unterschiedlicher Sorten und Stämme der Feldbonituren Aufgang an den Versuchsstandorten in den Jahren 2005 bis 2007

(n=180) Stamm/Sorte	2005		Meires 2006		2007		2005		Naglern 2006		2007		gesamt	
	Mittelw.	Std.abw.	Mittelw.	Std.abw.	Mittelw.	Std.abw.	Mittelw.	Std.abw.	Mittelw.	Std.abw.	Mittelw.	Std.abw.	Mittelw.	Std.abw.
132/98	6,4	0,14	6,1	0,63	6,3	0,43	6,2	0,38	5,3	0,29	5,9	0,52	6,0	0,51
205/00	6,1	0,95	6,8	0,25	7,2	0,38	6,8	0,14	7,0	0,50	6,4	0,38	6,7	0,56
3063/99	6,8	0,14	6,3	0,25	6,3	0,38	6,9	0,14	6,3	0,43	5,9	0,29	6,4	0,44
3403/99	7,1	0,38	6,7	0,14	6,5	0,00	6,7	0,14	6,3	0,14	6,6	0,38	6,6	0,31
3483/99	7,3	0,25	6,5	0,00	6,4	0,14	6,8	0,25	6,7	0,14	6,5	0,25	6,7	0,33
3857/99	7,0	0,43	7,1	0,38	6,8	0,25	7,1	0,38	6,7	0,14	6,3	0,75	6,8	0,47
Agata	5,8	0,25	6,7	0,29	6,8	0,14	6,7	0,52	6,3	0,25	6,6	0,14	6,5	0,45
Ditta	6,6	0,14	6,3	0,14	5,3	0,58	6,3	0,25	6,3	0,29	5,7	0,29	6,1	0,52
Nicola	6,6	0,14	6,0	0,25	6,7	0,29	5,8	0,25	5,5	0,50	6,3	0,00	6,1	0,49
Ponto	6,7	0,29	6,3	0,29	6,3	0,25	6,0	0,25	7,2	0,38	6,3	0,14	6,5	0,45
Gesamtergebnis	6,6	0,55	6,5	0,41	6,5	0,54	6,5	0,49	6,4	0,63	6,2	0,43	6,4	0,52

4.4.2. Krautwachstum

Tab. 34 zeigt die Versuchsmittelwerte der Bonitierungen des Kriteriums Entwicklung auf den Versuchsstandorten sowie der Versuchsjahre gemittelt über alle Sorten. Zwischen den beiden Standorten Meires und Naglern traten keine bedeutenden Unterschiede auf. Die Werte lagen in Naglern (6,8) nur gering über den Versuchsmittelwerten von Meires (6,7). Größer waren jedoch die Unterschiede zwischen den Versuchsjahren, wo im Versuchsjahr 2005 die Werte bei 7,0, im Jahr 2007 bei 6,7 und 2006 bei 6,5 liegen.

Tab. 35: Versuchsmittelwerte der Feldbonituren des Kriteriums Krautwachstum gemittelt über alle Sorten und Stämme

Standort	2005		2006		2007		gesamt	
	Mittelw.	Std.abw.	Mittelw.	Std.abw.	Mittelw.	Std.abw.	Mittelw.	Std.abw.
Meires (n=30)	6,7	0,44	6,4	0,42	6,9	0,50	6,7	0,49
Naglern (n=30)	7,3	0,44	6,7	0,70	6,6	0,32	6,8	0,60
Gesamtergebnis (n=60)	7,0	0,53	6,5	0,59	6,7	0,45	6,8	0,55

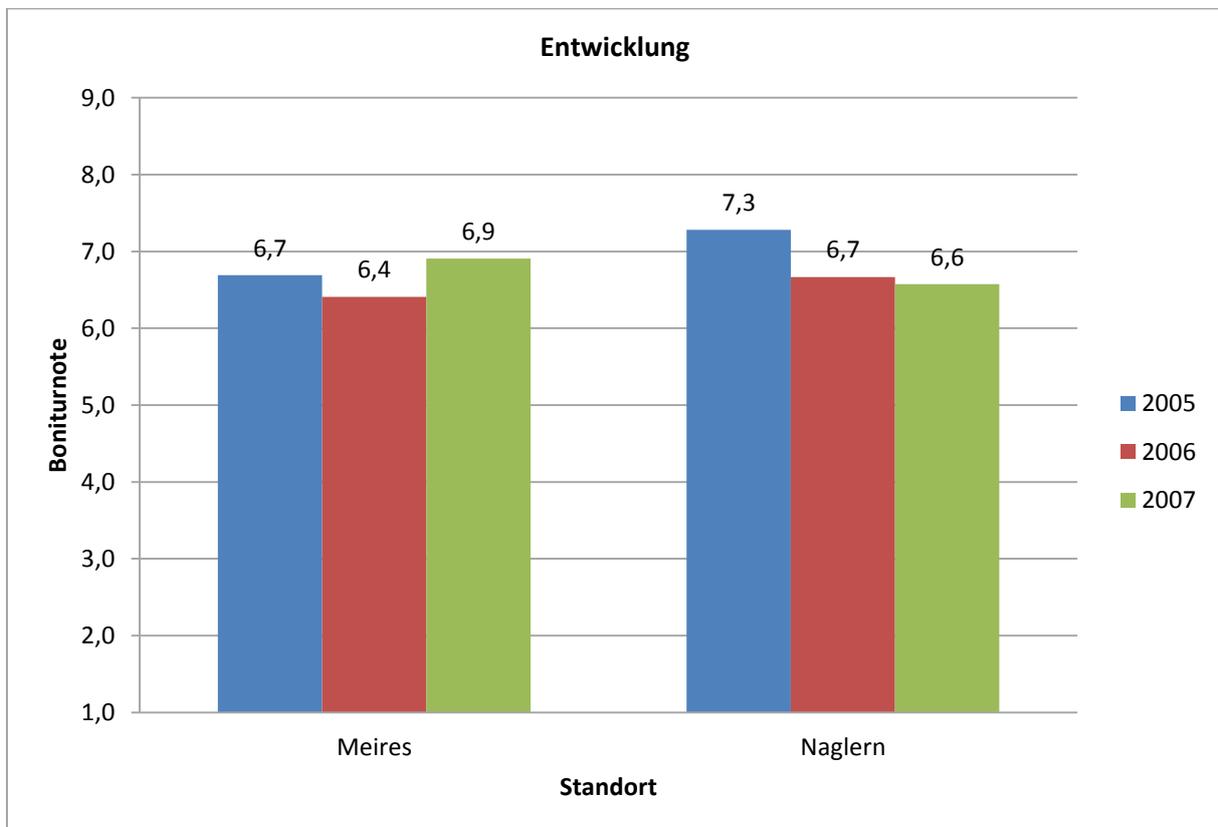


Abb. 62: Versuchsmittelwerte der Feldbonituren des Kriteriums Krautwachstum

Die Tabelle 35 zeigt die Unterschiede zwischen den Stämmen und Sorten. Die Versuchsmittelwerte lagen zwischen 6,2 (Stamm 132/98) und 7,2 (Stamm 3857/99).

Tab. 36: Versuchsmittelwerte unterschiedlicher Sorten und Stämme der Feldbonituren Krautwachstum an den Versuchsstandorten in den Jahren 2005 bis 2007

Stamm/Sorte	2005		Meires 2006		2007		2005		Naglern 2006		2007		gesamt	
	Mittelw.	Std.abw.	Mittelw.	Std.abw.	Mittelw.	Std.abw.	Mittelw.	Std.abw.	Mittelw.	Std.abw.	Mittelw.	Std.abw.	Mittelw.	Std.abw.
132/98	6,7	0,29	5,8	0,25	6,5	0,00	6,8	0,25	5,3	0,29	6,1	0,38	6,2	0,57
205/00	6,3	1,09	6,9	0,38	7,6	0,29	7,6	0,38	7,6	0,14	6,8	0,29	7,1	0,68
3063/99	6,8	0,00	6,3	0,14	6,8	0,14	7,8	0,43	6,5	0,00	6,4	0,14	6,8	0,52
3403/99	7,0	0,25	6,6	0,14	7,2	0,14	7,3	0,14	6,9	0,14	6,8	0,25	7,0	0,30
3483/99	7,1	0,14	6,3	0,25	7,0	0,00	7,4	0,14	6,8	0,14	6,7	0,14	6,9	0,40
3857/99	7,1	0,14	6,9	0,38	7,3	0,25	8,0	0,00	7,3	0,43	6,8	0,25	7,2	0,47
Agata	6,3	0,25	6,7	0,14	7,1	0,38	6,9	0,14	6,4	0,38	6,8	0,00	6,7	0,36
Ditta	6,4	0,14	6,2	0,38	6,0	0,87	7,1	0,29	6,5	0,00	6,2	0,29	6,4	0,51
Nicola	6,7	0,14	6,3	0,25	6,8	0,14	7,0	0,25	5,9	0,38	6,7	0,29	6,6	0,43
Ponto	6,8	0,00	6,3	0,25	6,8	0,14	7,0	0,25	7,4	0,14	6,7	0,14	6,8	0,39
Gesamtergebnis	6,7	0,44	6,4	0,42	6,9	0,50	7,3	0,44	6,7	0,70	6,6	0,32	6,8	0,55

4.4.3. Knollenertrag und Stärkegehalt

Ertragsauswertung

Nachfolgende Ergebnisse zeigen die Knollenerträge pro Hektar auf den konventionell bewirtschafteten Parzellen. Auf den konventionell bewirtschafteten Versuchsfeldern standen für die Auswertungen 180 Ergebnisse zur Verfügung.

Die Tabelle 36 zeigt sehr deutlich, dass die Erträge am Standort Naglern im Weinviertel mit 46,49 t/ha deutlich höher lagen, als die Erträge am Standort Meires im Waldviertel (33,64 t/ha). Auch die Versuchsjahre unterschieden sich, so konnten im Versuchsjahr 2005 noch 51,19 t/ha, im Jahr 2006 37,36 und im Jahr 2007 31,64 t/ha geerntet werden.

Tab. 37: Knollenerträge an den Versuchsstandorten und in Versuchsjahren gemittelt über alle Sorten und Stämme

Standort	2005		2006		2007		gesamt	
	Mittelw.	Std.abw.	Mittelw.	Std.abw.	Mittelw.	Std.abw.	Mittelw.	Std.abw.
Meires (n=30)	39,76	5,00	26,36	5,06	34,79	4,93	33,64	7,44
Naglern (n=30)	62,63	6,34	48,36	6,09	28,49	4,21	46,49	15,14
Gesamtergebnis (n=60)	51,19	12,84	37,36	12,41	31,64	5,54	40,07	13,53

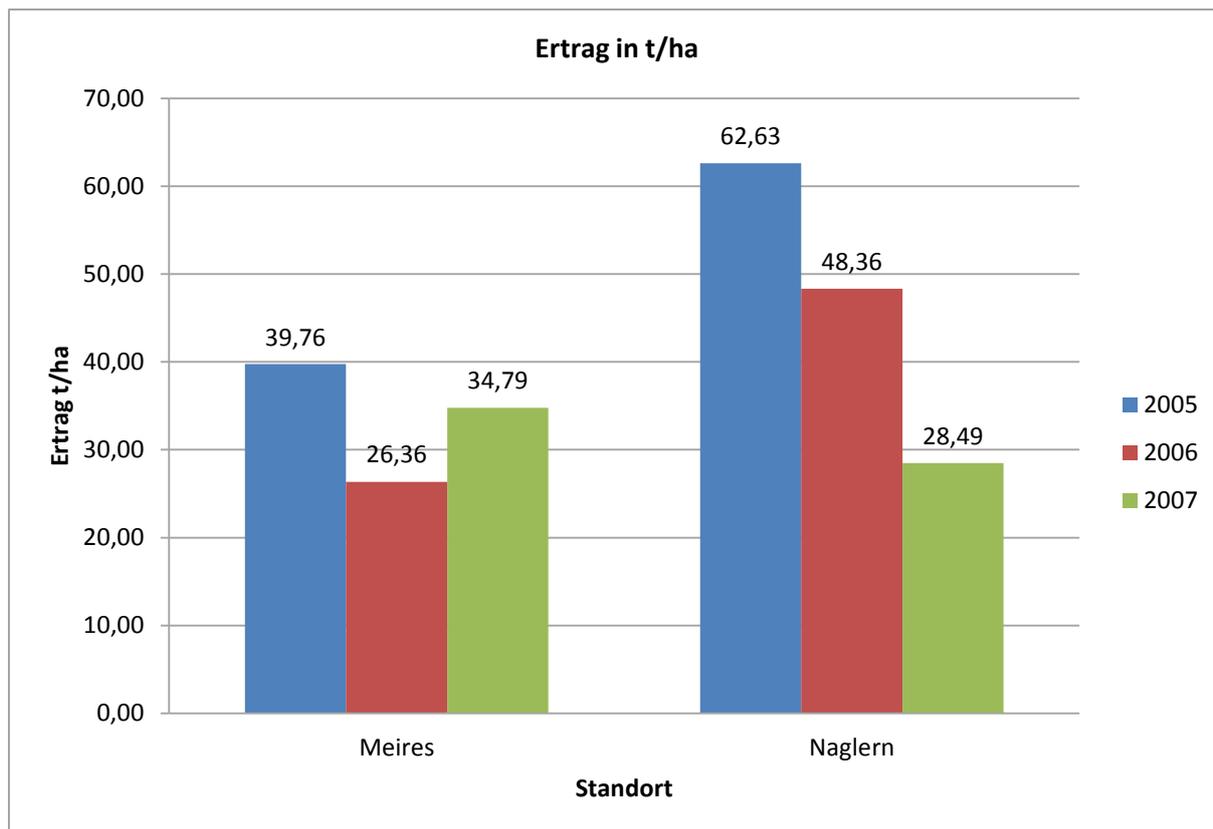


Abb. 63: Versuchsmittelwerte der Knollenerträge auf den Versuchsstandorten in den Versuchsjahren gemittelt über alle Sorten und Stämme

Tabelle 37 zeigt den Stamm 205/00 als den Stamm mit den höchsten Erträgen (43,74 t/ha). Der Stamm 3857/99 hingegen brachte nur 36,44 t/ha. Die Sorte Nicola hob sich im Jahr 2005 auf dem Standort Naglern mit einem Knollenertrag von 70,85 t/ha deutlich ab.

Tab. 38: Knollenerträge unterschiedlicher Sorten und Stämme an den Versuchsstandorten in den Jahren 2005 bis 2007

Stamm/Sorte	Meires						Naglern						gesamt	
	2005		2006		2007		2005		2006		2007		Mittelw.	Std.abw.
	Mittelw.	Std.abw.												
132/98	38,93	5,10	22,13	0,83	28,96	1,95	58,19	4,88	46,67	4,11	25,44	0,48	36,72	13,37
205/00	39,07	3,91	29,20	5,11	37,41	0,90	64,48	10,37	58,37	10,32	33,89	0,80	43,74	14,47
3063/99	35,47	1,50	23,47	5,83	35,92	1,54	60,67	3,25	48,88	5,14	22,03	0,86	37,74	14,31
3403/99	36,80	1,20	32,13	3,59	32,59	2,74	63,81	3,02	45,44	3,09	31,23	1,40	40,33	12,09
3483/99	40,16	3,82	25,87	2,81	36,35	2,38	67,81	3,72	49,39	5,80	28,21	5,99	41,30	15,02
3857/99	35,36	3,40	25,20	0,40	30,03	6,39	60,35	2,53	43,36	2,62	24,32	0,97	36,44	13,15
Agata	38,05	6,46	26,93	3,59	32,99	1,13	55,33	4,17	42,08	2,68	32,32	3,67	37,95	9,94
Ditta	43,39	7,40	23,87	9,99	35,52	3,63	64,83	7,64	49,33	4,78	28,16	2,91	40,85	15,16
Nicola	44,83	2,16	26,80	6,29	40,91	5,04	70,85	4,33	52,67	1,41	30,75	1,73	44,47	15,37
Ponto	45,55	2,45	28,00	4,45	37,25	8,50	59,95	5,10	47,41	3,17	28,59	1,95	41,12	12,25
Gesamtergebnis	39,76	5,00	26,36	5,06	34,79	4,93	62,63	6,34	48,36	6,09	28,49	4,21	40,07	13,53

Stärkegehalt

Für die nachfolgenden Ergebnisse standen 180 Ergebnisse zur Verfügung.

Die Stärkegehalte lagen im Versuchsmittel in Naglern bei 16,0 % und somit höher als in Meires, wo sie bei 15,2 % lagen, wie aus Tabelle 38 ersichtlich wird. Zwischen den Versuchsjahren gab es ebenfalls Unterschiede, wobei sich die Stärkegehalte 2005 (15,9 %) und 2007 (16,1 %) nur gering unterschieden, das Jahr 2006 hingegen deutlich niedrigere Gehalte von nur 14,8 % aufwies.

Tab. 39: Stärkegehalte in % an den Versuchsstandorten und in Versuchsjahren gemittelt über alle Sorten und Stämme

Standort	2005		2006		2007		gesamt	
	Mittelw.	Std.abw.	Mittelw.	Std.abw.	Mittelw.	Std.abw.	Mittelw.	Std.abw.
Meires (n=30)	15,8	3,07	15,2	3,22	14,7	2,64	15,2	2,99
Naglern (n=30)	16,1	3,11	14,4	2,83	17,5	3,61	16,0	3,42
Gesamtergebnis (n=60)	15,9	3,07	14,8	3,04	16,1	3,44	15,6	3,22

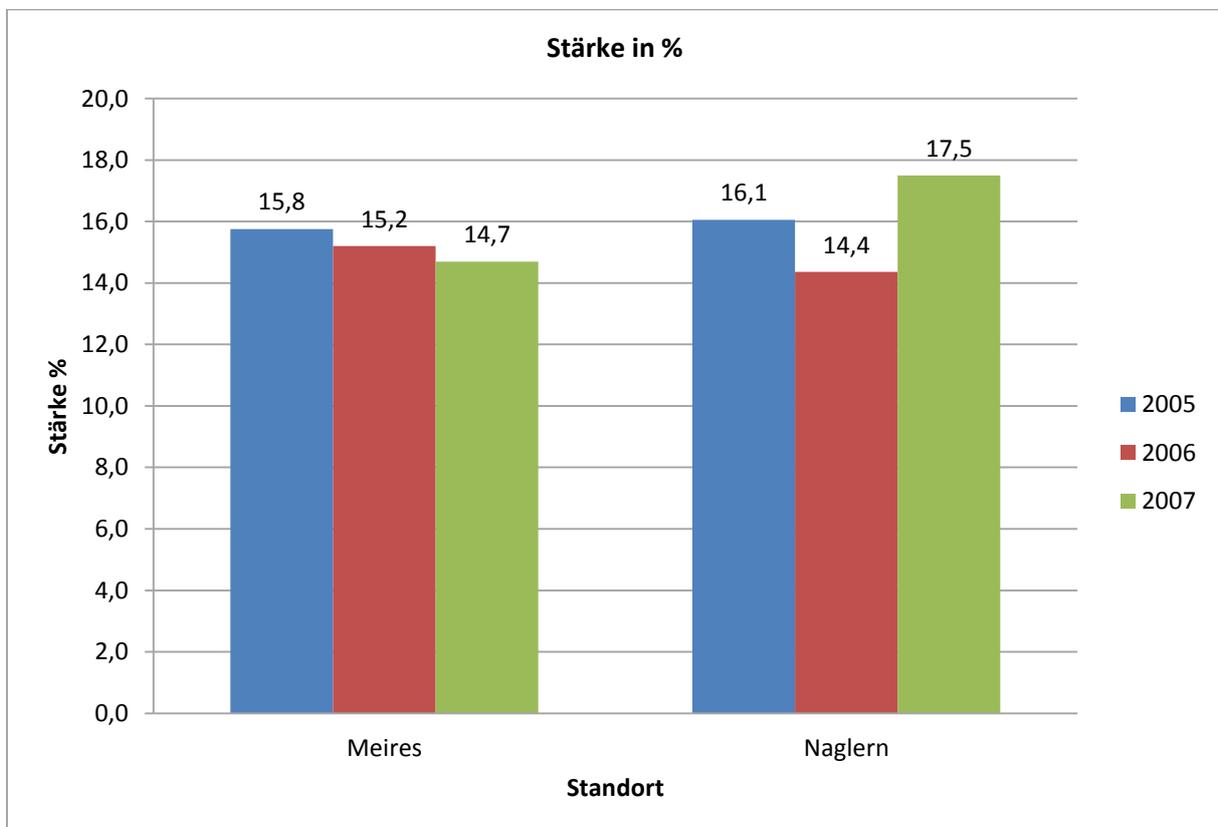


Abb. 64: Versuchsmittelwerte der Stärkegehalte in % auf den Versuchsstandorten in den Versuchsjahren gemittelt über alle Sorten und Stämme

Tabelle 39 verweist auf die höchsten Stärkegehalte beim Stamm 3857/99 (21,62 %) und bei der Sorte Ponto mit einem Gehalt von 20,18 %. Die niedrigsten Werte hingegen lagen bei der Sorte Agata (11,37 %) und dem Stamm 132/98 (12,82 %).

Tab. 40: Stärkegehalte unterschiedlicher Sorten und Stämme an den Versuchsstandorten in den Jahren 2005 bis 2007

Stamm/Sorte	Meires						Naglern						gesamt	
	2005		2006		2007		2005		2006		2007		Mittelw.	Std.abw.
	Mittelw.	Std.abw.												
132/98	12,80	0,61	12,73	0,46	12,20	0,72	13,10	0,26	12,27	0,49	13,83	0,81	12,82	0,75
205/00	14,27	0,25	13,60	0,66	12,90	0,00	13,93	0,38	12,57	0,06	16,50	0,26	13,96	1,34
3063/99	15,17	0,23	15,53	0,45	15,43	0,67	15,47	0,21	14,40	0,20	18,07	0,31	15,68	1,21
3403/99	14,87	0,51	15,23	0,23	13,93	0,32	16,00	0,10	12,37	1,79	17,23	0,31	14,94	1,71
3483/99	15,23	0,90	13,73	0,68	13,63	0,68	16,17	0,85	14,03	0,68	16,80	0,61	14,93	1,41
3857/99	21,63	0,85	21,20	0,79	19,70	1,59	22,07	0,31	20,07	0,57	25,07	0,60	21,62	1,95
Agata	11,37	0,47	10,57	0,86	11,27	0,74	11,73	0,58	11,40	1,04	11,87	0,45	11,37	0,74
Ditta	16,10	0,53	14,53	1,00	14,93	0,67	15,40	0,26	13,97	0,32	17,33	1,15	15,38	1,29
Nicola	15,63	0,46	14,37	0,78	14,37	0,50	15,80	0,10	13,70	0,26	16,57	0,06	15,07	1,09
Ponto	20,50	0,20	20,50	0,20	18,60	0,44	20,87	0,92	18,83	0,47	21,77	0,99	20,18	1,26
Gesamtergebnis	15,76	3,07	15,20	3,22	14,70	2,64	16,05	3,11	14,36	2,83	17,50	3,61	15,60	3,22

Stärkeertrag

Tabelle 40 weist auf die Unterschiede zwischen den Versuchsstandorten Meires und Naglern bei den Stärkeerträgen in t/ha hin. Die Stärkeerträge in Naglern lagen höher als in Meires. Bei den Versuchsjahren hob sich das Jahr 2005 hervor.

Tab. 41: Stärkeerträge in t/ha an den Versuchsstandorten und in Versuchsjahren gemittelt über alle Sorten und Stämme

Standort	2005		2006		2007		gesamt	
	Mittelw.	Std.abw.	Mittelw.	Std.abw.	Mittelw.	Std.abw.	Mittelw.	Std.abw.
Meires (n=30)	6,28	1,51	4,02	1,19	5,11	1,19	5,14	1,59
Naglern (n=30)	10,06	2,11	6,91	1,36	4,94	0,99	7,30	2,62
Gesamtergebnis (n=60)	8,17	2,63	5,47	1,93	5,03	1,09	6,22	2,42

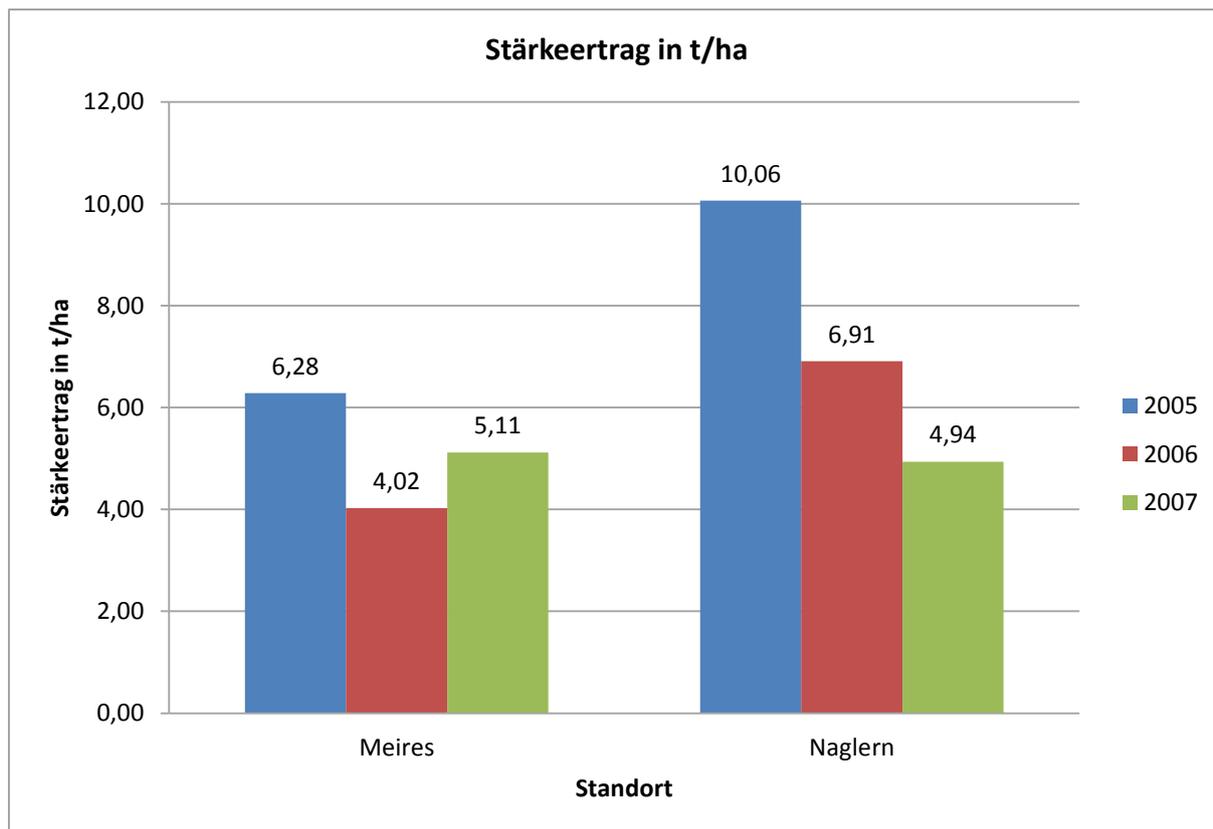


Abb. 65: Versuchsmittelwerte der Stärkeerträge in t/ha auf den Versuchsstandorten in den Versuchsjahren gemittelt über alle Sorten und Stämme

Die Sorte Ponto konnte mit einem Stärkeertrag von 8,28 t/ha und der Stamm 3857/99 mit einem Ertrag von 7,84 t/ha überzeugen. Die niedrigsten Werte wurden bei den Sorten Agata und dem Stamm 132/98 erreicht.

Tab. 42: Stärkeerträge in t/ha unterschiedlicher Sorten und Stämme an den Versuchsstandorten in den Jahren 2005 bis 2007

Stamm/Sorte	Meires						Naglern						gesamt	
	2005		2006		2007		2005		2006		2007		Mittelw.	Std.abw.
	Mittelw.	Std.abw.	Mittelw.	Std.abw.	Mittelw.	Std.abw.	Mittelw.	Std.abw.	Mittelw.	Std.abw.	Mittelw.	Std.abw.	Mittelw.	Std.abw.
132/98	5,00	0,87	2,82	0,20	3,54	0,43	7,63	0,77	5,71	0,30	3,52	0,21	4,70	1,74
205/00	5,57	0,49	3,99	0,88	4,83	0,12	8,97	1,36	7,33	1,29	5,59	0,06	6,05	1,85
3063/99	5,38	0,17	3,63	0,80	5,55	0,47	9,39	0,58	7,04	0,82	3,98	0,21	5,83	2,06
3403/99	5,47	0,05	4,90	0,59	4,54	0,39	10,21	0,48	5,59	0,59	5,38	0,21	6,01	2,00
3483/99	6,09	0,22	3,55	0,43	4,94	0,11	10,94	0,20	6,90	0,49	4,76	1,16	6,20	2,48
3857/99	7,64	0,65	5,34	0,20	5,93	1,41	13,32	0,70	8,69	0,33	6,10	0,29	7,84	2,84
Agata	4,34	0,90	2,85	0,47	3,71	0,12	6,48	0,36	4,78	0,24	3,84	0,46	4,33	1,23
Ditta	6,96	0,95	3,53	1,70	5,29	0,34	9,97	1,04	6,89	0,69	4,89	0,73	6,26	2,26
Nicola	7,01	0,45	3,88	1,09	5,88	0,75	11,19	0,66	7,21	0,16	5,09	0,30	6,71	2,43
Ponto	9,34	0,59	5,74	0,94	6,94	1,64	12,49	0,89	8,93	0,59	6,22	0,44	8,28	2,49
Gesamtergebnis	6,28	1,51	4,02	1,19	5,11	1,19	10,06	2,11	6,91	1,36	4,94	0,99	6,22	2,42

4.5. Einfluss der Selektionskriterien auf die Ertrags- und Stärkegehaltsauswertungen

4.5.1. Einfluss von Aufgang auf den Knollenertrag, den Stärkegehalt und den Stärkeertrag

Die vorliegenden Daten wurden statistisch verrechnet und zeigen, dass das Selektionskriterium Aufgang keinen signifikanten Einfluss ($p=0.1457$) auf den Knollenertrag pro ha ergab (Abbildung 69).

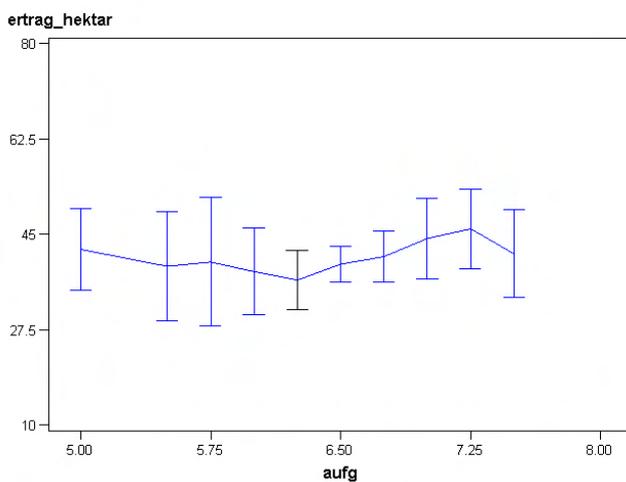


Abb. 66: Knollenerträge in t/ha in Abhängigkeit der Feldboniturnote des Aufgangs

Die statistische Verrechnung ergab keinen signifikanten Einfluss ($p=0.7810$) der Bonitierung des Aufgangs auf den Stärkegehalt in % (Abbildung 70).

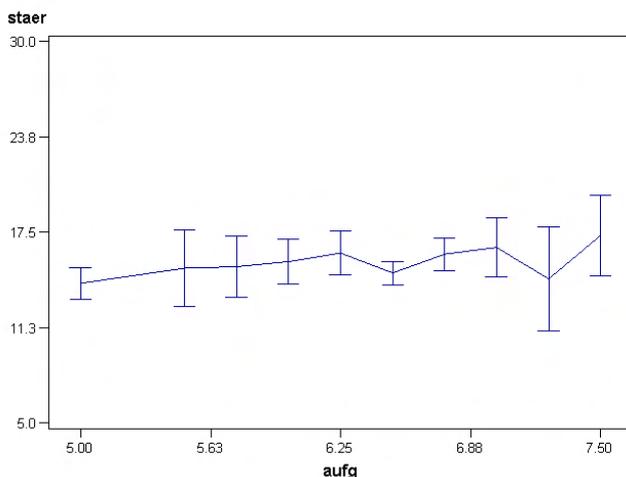


Abb. 67: Stärkegehalt in % in Abhängigkeit der Feldboniturnote des Aufgangs

Die statistische Verrechnung ergab keinen signifikanten Einfluss ($p=0.1580$) der Bonitierung des Aufgangs auf den Stärkeertrag in t/ha (Abbildung 71).

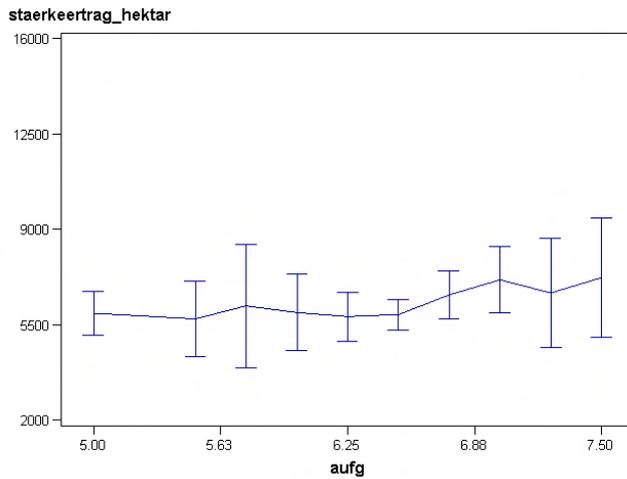


Abb. 68: Stärkeerträge in t/ha in Abhängigkeit der Feldboniturnote des Aufgangs

4.5.2. Einfluss von Krautwachstum auf den Knollenertrag, den Stärkegehalt und den Stärkeertrag

Die statistische Verrechnung zeigt einen signifikanten Einfluss ($p=0.0080$) der Bonitierungsergebnisse des Krautwachstums auf den Knollenertrag in t/ha. Mit steigender Note bei der Bonitierung des Selektionskriteriums Krautwachstum stieg der Ertrag in t/ha (Abbildung 72).

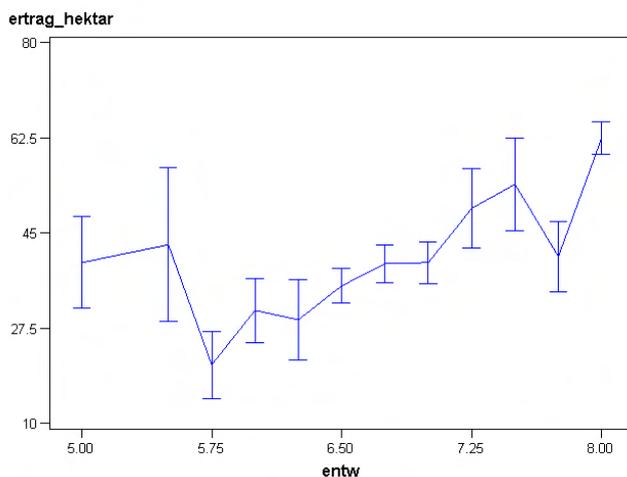


Abb. 69: Knollenerträge in t/ha in Abhängigkeit der Feldboniturnote des Krautwachstums

Die statistische Verrechnung ergab keinen signifikanten Einfluss ($p=0.0670$) der Bonitierung des Krautwachstums auf den Stärkegehalt in % (Abbildung 73).

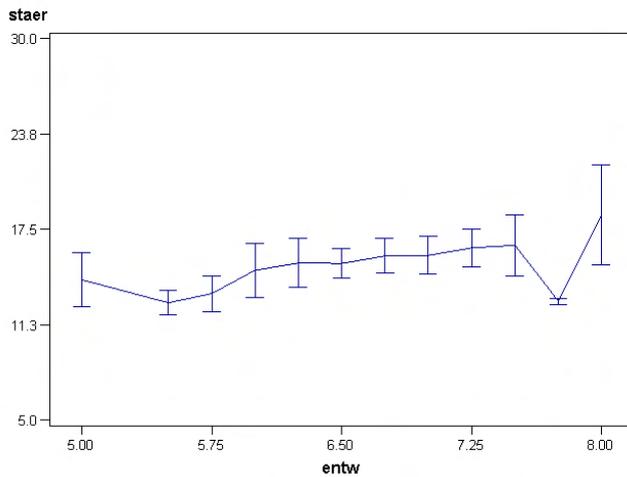


Abb. 70: Stärkegehalt in % in Abhängigkeit der Feldboniturnote des Krautwachstums

Die statistische Verrechnung ergab einen signifikanten Einfluss ($p=0.0361$) der Bonitierung der Entwicklung auf den Stärkeertrag in t/ha. Mit steigender Note bei der Bonitierung des Selektionskriteriums Entwicklung stieg statistisch gesehen der Stärkeertrag in t/ha (Abbildung 74) an.

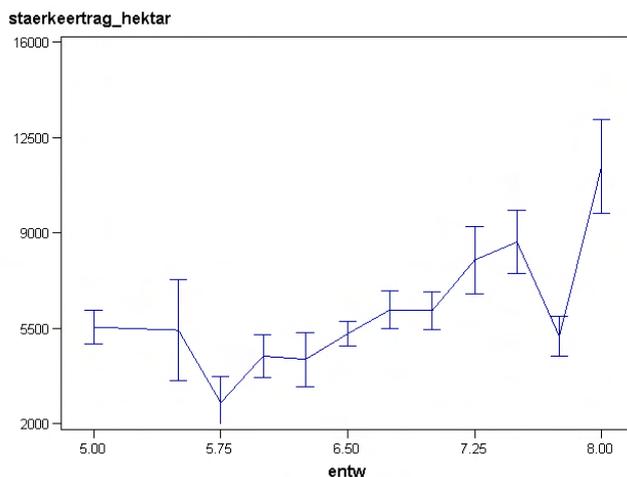


Abb. 71: Stärkeerträge in t/ha in Abhängigkeit der Feldboniturnote des Krautwachstums

5. Diskussion

Die Selektionskriterien Aufgang und Krautwachstum werden in der konventionellen Kartoffelzüchtung seit Jahrzehnten genutzt. Für die Kartoffelsorten in der biologischen Bewirtschaftung müssen weitere Kriterien untersucht werden.

Grundsätzlich stellte sich die Frage, ob die Staudenmerkmale für eine Sorte für die biologische Bewirtschaftung von Bedeutung sein können. Daher werden die Kriterien Bodenbedeckung, Käferbefall und Phytophthorabefall beurteilt.

5.1. Einfluss des Standortes und des Produktionssystems auf den Aufgang

Die Ergebnisse zeigen einen deutlichen Unterschied zwischen den biologisch und konventionell bewirtschafteten Versuchsfeldern. An den Standorten mit biologischer Bewirtschaftung war die Zeitdauer des Aufganges weiter gestreut und die Unterschiede zwischen den Kartoffelstämmen und Kartoffelsorten größer als an den Standorten mit konventioneller Bewirtschaftung.

Aus den Ergebnissen des Feldaufgangs ist ersichtlich, dass der Feldaufgang an wärmeren Standorten deutlich schneller erfolgte. In allen drei Versuchsjahren war der Aufgang am Standort „Aderklaa“ am frühesten.

Auch GRÖSCHL (2009) weist darauf hin, dass warme Bodentemperaturen den Feldaufgang beschleunigen und wärmere Temperaturen den Keim zügiger wachsen lassen. Der Waldviertler Standort „Sparbach“ hingegen liegt in der kältesten Region Österreichs, wo im April und Mai Spätfröste keine Seltenheit sind. Der Feldaufgang in Sparbach erfolgte einige Tage später als in Aderklaa und Untermallebarn. Am Standort „Untermallebarn“ im Weinviertel herrschten wärmere Temperaturen und daher erfolgte der Feldaufgang einige Tage früher als in „Sparbach“.

KOLBE (2003) beschreibt die Temperatur als wichtige Einflussgröße beim Feldaufgang der Kartoffelpflanzen. Die Kartoffelstaude ist eine sehr temperaturempfindliche Pflanze. Das Kraut beginnt schon bei -1 °C abzusterben, bei -1 bis -3 °C werden bereits die Knollen geschädigt. Neben zu niedrigen Temperaturen sind auch hohe Temperaturen (ca. 29 °C) sehr

schädlich, da auf Grund des schnellen Anstiegs in der Assimilatveratmung das Knollenwachstum stark reduziert wird.

Bei einem Vergleich der Versuchsjahre und Versuchsstandorte hinsichtlich der Zeitdauer des Feldaufganges fällt der Standort „Sparbach“ negativ auf. Der Feldaufgang dauerte im Jahr 2006 sehr lange. Dieses Ergebnis kann auf die Spätfröste im Frühjahr an diesem Standort zurückgeführt werden. Die Temperaturen im April schwankten zwischen -3 °C in der Nacht und +20 °C am Tag. Solche extremen Temperaturunterschiede sind für einen zügigen Feldaufgang nicht unbedingt positiv zu bewerten. Liegen die Temperaturen hingegen im Mittel bei ca. 13 °C, können die Kartoffelstauden optimal auflaufen (DIEPENBROCK et. al 2005).

2007 war der April mit durchschnittlich nur 1 mm Niederschlag sehr trocken. Die Zeitdauer bis zum Aufgang lag daher 2007 im Mittel unter jenen der Versuchsjahre 2005 und 2006. Neben der Temperatur ist die Wasserversorgung entscheidend beim Feldaufgang.

Als optimal wird eine Wasserversorgung zwischen 60 – 80 % der nutzbaren Feldkapazität gesehen. Das in der Mutterknolle vorhandene Wasser reicht zwar für die Keimung aus, doch für die Ausbildung der Wurzeln ist bereits frisches Wasser notwendig. Daher kann das Auflaufen in einem trockenen Boden unterbleiben (KOLBE 2003).

Die Unterschiede im Feldaufgang zwischen den Sorten sind statistisch signifikant. Die Stämme 3857/99 und 3063/99 wurden 2006 am Standort „Aderklaa“ sehr gut bewertet (Boniturnote 8), hingegen der Stamm 132/98 im selben Jahr am Standort „Sparbach“ sehr niedrig. Die Zeitdauer bis zum Aufgang eines Stammes bzw. einer Sorte waren teilweise von Jahr zu Jahr verschieden. So lief der Stamm 3063/99 2006 sehr schnell auf und 2007 nur sehr langsam. Der Stamm 205/00 war auf allen Standorten mit biologischer Bewirtschaftung und in allen Versuchsjahren der Früheste im Aufgang.

Am konventionell bewirtschafteten Standort „Meires“ war der Stamm 3857/99 der Schnellste im Aufgang, am Standort „Naglern“ war es der Stamm 205/00.

In der Literatur wird beschrieben, dass als Möglichkeit eines zügigen Feldaufganges das Vorkeimen der Kartoffelknollen bzw. das Keimstimmen der Knollen besteht. Optimal vorgekeimte Pflanzknollen laufen im Gegensatz zu nicht vorgekeimten Knollen etwa 14 Tage

früher auf. Unter optimalem Lichteinfluss und Temperatur wird der größte Anteil der Keimanlagen aktiviert und die apikale Dominanz (Ausbildung des Haupttriebes) vermindert. Aus fast jedem Auge sprießt ein kräftiger Lichtkeim, der gegenüber mechanischen Belastungen beim Pflanzen sehr widerstandsfähig ist. Das Vorkeimen der Knollen ist mit einem Mehraufwand und Kosten verbunden. Weiters gibt es die Möglichkeit die Pflanzkartoffel in Keimstimmung zu bringen. Dazu versetzt man den Knollen ca. zwei bis drei Wochen vor dem Legen einen Wärmestoß, wodurch die Keimung angeregt wird. Diese Methode ist wesentlich kostengünstiger und lohnt sich auf jeden Fall, was Versuche der Landwirtschaftskammer Hannover belegen (NITSCH 2005).

Die Geschwindigkeit des Feldaufgangs wird auch durch pflanzenbauliche Maßnahmen beeinflusst. So ist die Legetiefe von Bedeutung. Je seichter die Knollen abgelegt werden, umso schneller wird der Oberboden durchstoßen. Die Gefahr von Abschwemmungen bei Starkregenereignissen (Gewitter etc.) erhöht den Anteil an grünen Knollen. Die Knollen sollten jedoch auch nicht zu tief gelegt werden, da der Aufgang zu lange dauert und die Gefahr von Auflaufkrankheiten massiv zunimmt.

Die Dammgröße ist ebenfalls wichtig. Durch die Dammkultur wird die Ackeroberfläche vergrößert und somit erwärmt sich der Boden deutlich schneller als bei einer ebenen Oberfläche (NITSCH 2005).

Dauert der Feldaufgang der Kartoffelpflanzen lange, nimmt die Gefahr sogenannter Auflaufkrankheiten deutlich zu. MÜLLER (2010) beschreibt den Erreger *Erwinia chrysanthemi* der Schwarzbeinigkeit, Bakterieller Welke und die Stängelfäule der Kartoffel als sehr wichtiges Bakterium. Besonders in den Niederlanden, dem Vereinigten Königreich und Israel verursachte *Erwinia chrysanthemi* schwere Ertragsverluste in Kartoffelbeständen.

Vor ca. 20 Jahren beschrieben RADTKE und RIECKMANN (1990) die zunehmende Mechanisierung und daraus entstehende mechanische Beschädigungen als mögliche Ursachen der Zunahme der Bedeutung des Erregers. MÜLLER (2010) sieht die Hauptquelle der Verschleppung in latent infiziertem Pflanzgut und einen schnelleren Aufbruch durch die wärmeren Temperaturen in den letzten Jahren.

Ein schnelles Auflaufen der Kartoffelpflanzen vermindert den Befall mit dem Pilz *Rhizoctonia solani*, dem Erreger der Wurzeltöterkrankheit. Der Erreger kommt in allen kartoffelanbauenden Ländern vor und beeinträchtigt die Qualität der Kartoffeln maßgeblich (RADTKE, RIECKMANN und BRENDLER 2000).

Einfluss der Zeitdauer vom Legen bis zum Aufgang auf den Knollenertrag

Die Ergebnisse zeigen einen signifikanten Einfluss. Die Arbeitshypothese, dass durch einen schnelleren und gleichmäßigeren Feldaufgang die Vegetationsperiode besser ausgenutzt und somit mehr Ertrag gebildet werden kann, wurde durch die vorliegenden Ergebnisse bestätigt. Es kann von einer kurzen Zeitdauer des Aufgangs auf einen höheren Knollenertrag in t/ha geschlossen werden.

Einfluss der Zeitdauer vom Legen bis zum Aufgang auf den Stärkegehalt und Stärkeertrag

Die Versuchsmittelwerte der Stärkegehalte innerhalb der Stämme und Sorten lagen zwischen 8,7 und 23,4 %.

Der Stärkegehalt wird von mehreren Faktoren beeinflusst, vor allem von Temperatur und Wasserversorgung. Der Stärkegehalt wurde immer im Herbst gemessen. MÖLLER (2003) beschreibt, dass in trockenen Jahren die Stärkegehalte höher sind als in niederschlagsreichen Jahren. Der Stärkegehalt bestimmt bei den Speisesorten den Kochtyp.

Der Stärkeertrag wird durch die Zeitdauer vom Legen bis zum Aufgang beeinflusst. Den größten Einfluss auf den Stärkeertrag hat die Sorte. Stämme bzw. Sorten, die für diesen Verwendungszweck vorgesehen sind, wurden dementsprechend selektiert.

Der Stärkeertrag errechnet sich aus Knollenertrag in t/ha und Stärkegehalt in % und ist vor allem für Stärkestämme und Stärkesorten von großer Bedeutung. Stärkesorten werden zur Stärkeerzeugung verwendet beispielsweise in der Kartoffelstärkefabrik der AGRANA in Gmünd (Waldviertel).

5.2. Einfluss des Standortes und des Produktionssystems auf das Krautwachstum

Das Krautwachstum wurde ca. drei Wochen nach der Bewertung der Zeitdauer des Aufgangs (Mitte Juni) beobachtet.

Die Ergebnisse des Krautwachstums zeigen einen Unterschied zwischen den Standorten mit biologischer und konventioneller Bewirtschaftung.

Daraus ist zu schließen, dass sich die Kartoffelpflanzen unter der konventionellen Bewirtschaftung zügiger entwickeln können und somit das Krautwachstum deutlich kräftiger ausfällt. Gründe dafür liegen in der Düngung, die im konventionellen Bereich eine wichtige Rolle spielt und durch organischen Dünger (Stallmist, Gülle, Jauche usw.) sowie durch Mineraldünger erfolgt (NITSCH 2003). Unter biologischen Bedingungen beschränkt sich die Düngung meist auf die Fruchtfolge bzw. auf den Anbau von Begrünungen (BIOLAND et. al 2007).

Wie beim Aufgang haben der Temperaturverlauf und die Wasserversorgung einen bedeutenden Einfluss auf das Krautwachstum. So beschreibt KOLBE (2003) eine Temperatur von 20 bis 23 °C als optimal für die Bestandsbildung und das Krautwachstum. Steigen jedoch die Temperaturen über 29 °C, so wird das Krautwachstum deutlich reduziert.

Die Temperaturen lagen 2006 im Juni bei ca. 20 °C und 2007 bei 22 °C an den Standorten mit biologischer Bewirtschaftung. An den Standorten mit konventioneller Bewirtschaftung wurden ähnliche Temperaturen gemessen.

Ein Vergleich der Versuchsmittelwerte des Krautwachstums an den Versuchsstandorten zeigt am Standort „Aderklaa“ das kräftigste Krautwachstum. An den Standorten „Untermallebarn“ und „Sparbach“ war das Krautwachstum schwächer. Kräftiges Krautwachstum wurde in „Aderklaa“ 2005 und 2007 beobachtet. 2006 war das Krautwachstum nur mittelmäßig. Dies kann auf die Niederschläge im April und Mai und vor allem auf die Temperatur zurückgeführt werden, da diese im Vergleich zu 2007 um 3 °C niedriger war.

Die Versuchsjahre und Versuchsstandorte unterscheiden sich signifikant, was auch bei den Versuchsstämmen und Versuchssorten der Fall ist; dies zeigt die Sorte Nicola, die am Standort „Aderklaa“ 2006 ein schwaches Krautwachstum und 2007 ein kräftiges Krautwachstum zeigte. Generell war das Krautwachstum bei den Stämmen und Sorten relativ ähnlich.

Einfluss des Krautwachstums auf den Knollenertrag

Im stärksten Krautwachstum der Kartoffelstaude erfolgt der Knollenansatz. Herrschen zu dieser Zeit optimale Bedingungen, also Temperaturen zwischen 17 °C und 20 °C und eine ausreichende Wasserversorgung (über 50 % der nutzbaren Feldkapazität), so werden viele

Tochterknollen gebildet. Verläuft die Vegetation optimal, so können alle Tochterknollen voll ausgebildet werden und erreichen auch die gewünschte Größe (SCHUHMANN 1997).

Den Ergebnissen zufolge beeinflusst das Krautwachstum den Knollenertrag in t/ha positiv. Die Arbeitshypothese, dass durch eine rasche Jugendentwicklung die Vegetationsperiode besser ausgenutzt und mehr Ertrag gebildet wird, wurde bestätigt. Die vorliegenden Ergebnisse zeigen einen signifikanten Einfluss und somit steigt mit einem kräftigen Krautwachstum der Knollenertrag.

Einfluss des Krautwachstums auf den Stärkegehalt und Stärkeertrag

Die Ergebnisse zeigen keinen signifikanten Einfluss auf den Stärkegehalt. Die Ergebnisse des Stärkeertrages ergeben einen signifikanten Einfluss des Krautwachstums.

5.3. Einfluss des Standortes und des Produktionssystems auf die Bodenbedeckung

Die Bodenbedeckung wurde ca. drei Wochen (Ende Juni/Anfang Juli) nach der Bewertung des Krautwachstums beobachtet. Bei Erreichen des Reihenschlusses wurde die Bewertungsstufe 8 (=Note) vergeben.

Die Bodenbedeckung ist vom Wuchstyp der Staude abhängig. Blatttypen, es überwiegen die Blätter, haben grundsätzlich eine bessere Bodenbedeckung als Stengeltypen, bei denen die Stengel überwiegen. In der Züchtung von Kartoffelpflanzen überwiegen eher die Blatttypen (FUCHS 2010).

Die Bodenbedeckung wurde nur an den Standorten mit biologischer Bewirtschaftung gewertet.

SCHUHMANN (1997) beschreibt, dass die Kartoffel erst nach Reihenschluss genügend Konkurrenzskraft ausgebildet hat, Unkräuter erfolgreich zu unterdrücken. Daher liegt eine der wichtigsten Funktionen einer guten Bodenbedeckung in der Unkrautunterdrückung. Wird die Ackeroberfläche durch die Kartoffelstauden gut abgedeckt, dann haben Unkräuter wenig Chance eine Konkurrenz zur Kartoffelpflanze zu werden.

Die Unterschiede innerhalb der Stämme und Sorten sind relativ groß. Am Standort „Aderklaa“ wurde eine gute Bodenbedeckung beobachtet. Jedoch war die Bodenbedeckung beim Stamm 3587/99 sehr gut, bei der Sorte Agata hingegen war die Bodenbedeckung schwach.

Sorten und Stämme mit einer guten Bodenbedeckung können Wasserverluste minimieren und daher ist dieses Selektionskriterium vor allem für mittelfrühe bis mittelspäte und späte Sorten wichtig. Fröhsorten entwickeln in der Regel keine üppigen Stauden und bedecken somit den Boden deutlich geringer (HERYNEK 2010).

Die Sorten, Stämme und Versuchsstandorte unterscheiden sich signifikant. Bei den Versuchsstandorten sticht der Marchfelder Standort „Aderklaa“ heraus, an dem in allen Versuchsjahren die höchste Bodenbedeckung erzielt wurde. Dieser „Vorsprung“ deutet auf die beste Bestandsführung des Landwirts hin und lässt auch durch den zügigen Feldaufgang und das kräftige Krautwachstum erklären. Auffällig war die niedrige Bodenbedeckung in „Untermallebarn“ im Jahr 2006. In Untermallebarn waren die Ackerböden zum Zeitpunkt der Bewertung der Bodenbedeckung relativ trocken und sehr warm. Der Bestand wuchs nicht weiter und ein „Stillstand“ des Wachstums konnte beobachtet werden, was auch von LUGAUER (2010) ermittelt wurde.

Einfluss der Bodenbedeckung auf den Knollenertrag

Die Ergebnisse zeigen einen signifikanten Einfluss der Bodenbedeckung auf den Knollenertrag in t/ha.

RADTKE, RIECKMANN und BRENDLER (2000) beschreiben, dass durch den Dammaufbau die Bodenoberfläche vergrößert und der steilere Einfallswinkel der Sonne im Frühjahr einer Vielzahl von Unkräutern und Ungräsern eine Keimung ermöglicht. Stark verunkrautete Bestände haben negative Auswirkungen auf den Knollenertrag.

Die Arbeitshypothese, dass durch eine höhere Bodenbedeckung mehr Unkraut unterdrückt und die Verdunstung des Wassers minimiert und somit mehr Knollenertrag erreicht wird, kann durch die vorliegenden Ergebnisse bestätigt werden.

Einfluss der Bodenbedeckung auf den Stärkegehalt und Stärkeertrag

Die Ergebnisse zeigen keinen signifikanten Einfluss auf den Stärkegehalt, daher hat die Bodenbedeckung keinen Einfluss. Mit zunehmender Bodenbedeckung wird der Stärkeertrag hingegen signifikant beeinflusst.

5.4. Einfluss des Standortes und des Produktionssystems auf den Käferbefall

MÖLLER (2003) beschreibt den Kartoffelkäfer als den wichtigsten tierischen Schädling im ökologischen Kartoffelbau. Besonders bei warmer und trockener Witterung kann dieser zu Ertragseinbußen führen. Es wird auch beschrieben, dass die Hauptschädigung weniger durch den Käfer, sondern durch den Reifungsfraß der Larven verursacht wird. NITSCH (2003) schreibt, dass durch die massive Vermehrung und einer unterbliebenen Bekämpfung ein Totalschaden möglich ist.

Im Kartoffelbau mit konventioneller Bewirtschaftung stehen einige Insektizide für die Bekämpfung zur Verfügung. Wesentlich weniger Möglichkeiten sind es im biologischen Kartoffelbau, diese werden im Anhang beschrieben.

Der Käferbefall wurde zum gleichen Termin mit der Bodenbedeckung bewertet. Der Käferbefall war an allen Versuchsstandorten und in allen Versuchsjahren sehr gering. Daraus lässt sich schließen, dass der Käferbefall keine Bedeutung hatte.

2007 konnte an den Standorten „Aderklaa“ und „Untermallebarn“ kein Käferbefall festgestellt werden. Im gleichen Jahr hingegen wurde am Standort „Sparbach“ starker Käferbefall festgestellt. Das Ergebnis kann auf den massiven Befall des Nachbarfeldes zurückgeführt werden. Trotz des stärkeren Befalls waren Sortenunterschiede deutlich erkennbar (signifikant verschieden). Beim Stamm 3857/99 wurde geringer Käferbefall festgestellt, während die Sorte Agata deutlich stärker befallen war.

Einfluss des Käferbefalls auf den Knollenertrag

Das Selektionskriterium Käferbefall beeinflusst den Knollenertrag, den Stärkegehalt und den Stärkeertrag signifikant.

Wie bereits angeführt, war der Käferbefall gering, also wurden nur wenige Käfer gesichtet. Daher konnte man bereits vermuten, dass wenig Assimilationsfläche durch den Reifungsfraß verloren ging und somit der Knollenertrag nur gering beeinflusst wurde. HEITEFUSS, KÖNIG, OBST und RESCHKE (2003) beschreiben die Bekämpfungsschwelle bei ca. 20 % Blattflächenverlust. Ist eine Bekämpfung notwendig, so können Insektizide bei Maßnahmen gegen die Krautfäule zugesetzt werden.

5.5. Einfluss des Standortes und des Produktionssystems auf den Phytophthorabefall

RADTKE, RIECKMANN und BRENDLER (2000) beschreiben die Kraut- und Knollenfäule als die gefährlichste Kartoffelkrankheit in allen kartoffelanbauenden Ländern. Besonders feuchte und warme Witterung (wie 2007 am Standort „Untermallebarn“) begünstigen die Verbreitung des Erregers.

Ein Befall mit der Kraut- und Knollenfäule (*Phytophthora infestans*) war im gesamten Versuchszeitraum zu beobachten.

Bei der 2. Bewertung des Phytophthorabefalls (ca. 2. Juliwoche) 2005 war der Phytophthorabefall deutlich höher (=Note 5) als 2006. 2007 konnte ein mittlerer bis starker Befall mit *Phytophthora* beobachtet werden. 2006 war am Standort „Sparbach“ der Phytophthorabefall geringer als in „Untermallebarn“ und „Aderklaa“. Die Ergebnisse zeigen einen signifikanten Unterschied zwischen den Versuchsstandorten und Versuchsjahren.

Bei Gegenüberstellung der Kartoffelstämme zu den Kartoffelsorten fällt auf, dass nur der Stamm NÖS 3857/99 geringen Befall aufwies und die Kartoffelsorten geschlossen hinter dem Stamm lagen. 2005 wurde am Standort „Aderklaa“ kein Befall mit *Phytophthora* bei der 2. Bonitierung festgestellt. Die Befallsgrade streuen stark.

Bei der 5. Bewertung des Phytophthorabefalls (ca. Ende Juli) konnte bereits ein deutlich höherer Befall festgestellt werden. Auffallend war der geringe Befall 2005 an den Standorten „Aderklaa“ und „Untermallebarn“. Der Trend im Versuchsjahr 2007 aus der 2. Bewertung setzte sich bei der 5. Bewertung fort und so war am Standort „Untermallebarn“ der Phytophthorabefall am stärksten.

Abbildung 41 und 42 zeigen zwei deutlich unterschiedliche Befallsverläufe. Am Standort „Aderklaa“ 2005 wurde an den ersten drei Terminen kein Befall, bei der 4., 5. und 6.

Bewertung wenig Phytophthorabefall gesichtet. Dieser Verlauf war völlig konträr dem Verlauf am Standort „Untermallebarn“ 2007. Der Befall war bereits bei der ersten Bewertung deutlich zu sehen und konnte im weiteren Vegetationsverlauf nicht gestoppt werden.

Einfluss des Phytophthorabefalls auf den Knollenertrag

Ertragseinbußen verursacht nicht nur die Krautfäule, sondern auch die Knollenfäule. Phytophthora schädigt bereits die Knollen durch Pilzsporen, die bei feuchter und warmer Witterung vom Laub in den Boden gelangen und die Knollen befallen (KOLBE 1999). NITSCH (2003) beschreibt, dass ohne Bekämpfung des Phytophthorabefalls vor 150 Jahren innerhalb weniger Tage ganze Kartoffelbestände vernichtet wurden. Hungersnöte waren die Folge.

Aus den Ergebnissen geht hervor, dass der Phytophthorabefall einen signifikanten Einfluss auf den Knollenertrag aufweist und somit von mehr Befall auf weniger Knollenertrag geschlossen werden kann.

Einfluss des Phytophthorabefalls auf den Stärkegehalt und Stärkeertrag

Die Ergebnisse zeigen, dass der Phytophthorabefall keinen signifikanten Einfluss auf den Stärkegehalt hat. Der Stärkeertrag hingegen wird signifikant beeinflusst.

5.6. Knollenertrag- und Stärkeertrag, Stärkegehalt

Knollenertrag

Sowohl KOLBE (2003) als auch NITSCH (2003) beschreiben die Wasserversorgung als einer der am stärksten begrenzenden Knollenertragsfaktoren. Der Knollenertrag der Stämme und Sorten war im Versuchszeitraum sehr unterschiedlich hoch. Das Jahr 2005 brachte beste Voraussetzungen für hohe Knollenerträge mit sich. Eine optimale Kombination der Niederschlagsverteilung und der Temperatur hatten zufolge, dass der Stamm 3483/99 in Aderklaa 2005 den höchsten Ertrag mit 51,30 t/ha erreichte. Generell waren in diesem Jahr an diesem Standort die Erträge sehr hoch, da der niedrigste Wert noch bei 32,50 t/ha lag. Im Jahr 2005 waren am Waldviertler Standort „Sparbach“ die Unterschiede betreffend der Temperatur und Niederschläge deutlich sichtbar. Hier lag der Höchstertrag bei 23,80 t/ha, der niedrigste

Wert bei 14,80 t/ha. Der Standort „Untermallebarn“ lag wie so oft zwischen den beiden Standorten. Hier konnte die Sorte Nicola den höchsten Knollenertrag mit 45,80 t/ha erreichen, die Sorte Agata hingegen hatte nur 28,20 t/ha Knollenertrag.

Der Knollenertrag ist stark vom Knollenabsatz abhängig und dieser wiederum bestimmt meist die Größe der Knollen. Werden viele Tochterknollen gebildet, so bleiben diese etwas kleiner, als bei einem niedrigen Knollenansatz, bei dem die Knollen deutlich größer sind. Dieser Effekt muss bei der Produktion von Kartoffeln für die diversen Verwertungsrichtungen unbedingt beachtet werden.

Die Knollenerträge in der konventionellen Bewirtschaftung liegen deutlich über jenen der biologischen Bewirtschaftung. Die Sorte Nicola ergab am Standort „Naglern“ einen Knollenertrag von über 70 t/ha. Der Standortunterschied ist gewaltig. So lagen die Knollenerträge im Schnitt am Standort „Naglern“ bei 50 t/ha während am Standort „Meires“ die Knollenerträge bei 30 t/ha lagen. Nur 2007 wurde am Standort „Meires“ mehr Knollenertrag geerntet als am Standort „Naglern“. Juni und Juli waren in Meires doch niederschlagsreicher und somit konnten die Stämme und Sorten ihr Ertragspotential deutlich besser ausschöpfen.

Stärkegehalt

Der Stärkegehalt ist bei vielen Sorten für verschiedene Verwertungsrichtungen von großer Bedeutung. So benötigt die Kartoffelstärkefabrik der Agrana in Gmünd (Waldviertel) vor allem Stärkesorten, mit einem hohen Stärkegehalt, also mindestens über 18,5 %. Die Devise im Werk Gmünd lautet: je höher, desto besser (ANNONYM 2010).

Einige Verwertungsrichtungen stellen entgegengesetzte Anforderungen an den Stärkegehalt. Für die Herstellung von Pommes werden Kartoffelknollen mit einem Stärkegehalt zwischen 15 und 17 % benötigt (PIMBERGER 2005). Bei Chips soll der Stärkegehalt zwischen 16 und 19 % liegen (ANNONYM 2005). LEMBACHER (2005) beschreibt, dass außergewöhnlich hohe Stärkegehalte der Knollen Probleme mit Kocheigenschaften und Verfärbungen mit sich bringen.

Die Versuchsmittelwerte der Stärkegehalte gemittelt über die Stämme und Sorten ergaben keine großen Unterschiede innerhalb der Standorte und Versuchsjahre. Die Mittelwerte lagen

zwischen 13,0 und 15,8 %. Der Marchfelder Standort „Aderklaa“ lag mit den Stärkegehalten unter den andern beiden Standorten „Sparbach“ und „Untermallebarn. KOLBE (2003) beschreibt, dass der Stärkegehalt in niederschlagsreichen Jahren niedriger als in trockenen Jahren ist.

Große Unterschiede waren zwischen den Stämmen und Sorten erkennbar. Der Stamm 3857/99 lag gemeinsam mit der Sorte Ponto im oberen Bereich. Der Stamm 132/98 und die Sorte Agata hingegen, waren meist am unteren Tabellenende.

Eine Bewertung des Stärkegehalts zeigte, dass in keinem anderen Versuchsjahr so hohe Stärkegehalte wie am Standort „Naglern“ 2007 gemessen wurden. Der Durchschnitt lag bei 17,5 %. Im Versuchszeitraum wurden an den Versuchsstandorten Stärkegehalte zwischen 14,4 % und 17,5 % gemessen. Die Unterschiede der Stärkegehalte zwischen den Sorten und Stämmen reichten von ca. 10 % bis über 20 %.

Stärkeertrag

Der Stärkeertrag errechnet sich aus dem Knollenertrag und dem Stärkegehalt. Der Stärkeertrag ist bei Stärkekartoffelsorten wichtig und dieser sollte bei mindestens 10 t/ha liegen (ANNONYM 2010). In Versuchen der Agrana ist erkennbar, dass spätreifende Sorten deutlich höhere Knollenerträge und somit weit höhere Stärkeerträge als frühreifende Sorten bringen. Die wichtigste Stärkesorte in Österreich ist die Sorte Kuras und diese Sorte liefert Stärkeerträge von ca. 13 t/ha.

Die Stärkeerträge variierten relativ weit. Lagen die Werte am Standort „Sparbach“ bei rund 3 t/ha, so wurden am Standort „Aderklaa“ und „Untermallebarn“ zwischen 4 und 6 t/ha ermittelt. Wiederum spielten Temperatur und Wasserversorgung eine wichtige Rolle.

Aufgrund der hohen Knollenerträge und der guten Stärkegehalte wurden 2005 am Standort „Naglern“ die höchsten Stärkeerträge ermittelt. Im Schnitt lagen diese bei 10 t/ha. Der Durchschnitt der Versuchsjahre und Standorte ergab knapp 6 t/ha.

6. Zusammenfassung

Durch die große Nachfrage nach biologisch hergestellten Produkten in Österreich wurde die Kartoffelzüchtung in den letzten Jahren vor neue Herausforderungen gestellt. Die Konsumenten stellen hohe Qualitätsanforderungen an biologisch produzierte Produkte. Diese Anforderungen können vom Landwirt nur mit auch für die biologische Bewirtschaftung geeigneten Kartoffelsorten erfüllt werden.

In Österreich wird seit 1996 biologisches Kartoffelpflanzgut produziert. Vermehrt handelt es sich bei den Kartoffelsorten um jene, die am konventionellen Markt bekannt und gefragt sind. Nicht jede Sorte ist für den Biolandbau geeignet und daher muss dies bereits im Rahmen der Kartoffelzüchtung berücksichtigt werden.

In einem mehrjährigen Projekt wurde der Frage nachgegangen, welche Kriterien für eine Kartoffelsorte ausschlaggebend sein könnten, um für den Biolandbau geeignet zu sein. Dazu wurden Kriterien betreffend der Kartoffelpflanzen ausgewählt, die vor allem in der Vegetation von Bedeutung sind. Da im Biolandbau die Möglichkeit gewisse Schwächen durch mineralischen Dünger oder chemischen Pflanzenschutz ausgleichen zu können relativ gering ist, muss die Kartoffelsorte bzw. die Kartoffelpflanze robust und widerstandsfähig sein.

Drei Versuchsstandorte mit biologischer und zwei Versuchsstandorte mit konventioneller Bewirtschaftung wurden in den wichtigsten Kartoffelanbauregionen gewählt.

Bei den konventionellen Kartoffelzüchtungskriterien werden seit langer Zeit der Feldaufgang und das Krautwachstum bewertet. Für die biologische Bewirtschaftungsweise wurden zusätzliche Kriterien wie die Bodenbedeckung, der Käferbefall und die Phytophthoraanfälligkeit gewählt.

Folgende Ergebnisse wurden erzielt (Teile in der Arbeit nicht angeführt):

- Die Versuchsstandorte und Versuchsjahre unterscheiden sich signifikant.
- Die Kartoffelstämme und Kartoffelsorten unterscheiden sich signifikant.

- Der Zeitpunkt des Feldaufganges beeinflusst in der biologischen Bewirtschaftung den Knollenertrag und den Stärkeertrag signifikant. Je schneller der Feldaufgang, desto höher der Knollenertrag und Stärkeertrag. Der Stärkegehalt wird durch den Feldaufgang nicht signifikant beeinflusst.
- Der Zeitpunkt des Feldaufganges beeinflusst in der konventionellen Bewirtschaftung den Knollenertrag, den Stärkegehalt und den Stärkeertrag nicht signifikant. Von einem schnellen Feldaufgang kann nicht auf höhere Erträge und Stärkegehalte geschlossen werden.
- Wärmere Standorte mit höheren Bodentemperaturen beeinflussen den Feldaufgang positiv.
- Das Krautwachstum beeinflusst in der biologischen Bewirtschaftung den Knollenertrag und den Stärkeertrag signifikant. Es gilt: Je stärker das Krautwachstum, desto höher der Knollenertrag und Stärkeertrag. Durch ein unterschiedlich starkes Krautwachstum wird der Stärkegehalt nicht signifikant beeinflusst.
- Das Krautwachstum beeinflusst in der konventionellen Bewirtschaftung den Knollenertrag und den Stärkeertrag signifikant. Bei einem stärkeren Krautwachstum kann mit einem höheren Knollenertrag und Stärkeertrag gerechnet werden. Der Stärkegehalt wird durch das Krautwachstum nicht signifikant beeinflusst.
- Die Bodenbedeckung beeinflusst den Knollenertrag und den Stärkeertrag signifikant. Es kann von einer hohen Bodenbedeckung auf einen hohen Knollenertrag und Stärkeertrag geschlossen werden. Der Stärkegehalt wird durch die Bodenbedeckung nicht signifikant beeinflusst.
- Der Käferbefall beeinflusst den Knollenertrag, den Stärkegehalt und den Stärkeertrag signifikant. Je geringer der Befall mit Kartoffelkäfern, desto höher der Knollenertrag, der Stärkegehalt und der Stärkeertrag.

- Der Phytophthorabefall beeinflusst den Knollenertrag und den Stärkeertrag signifikant. Ein geringerer Befall mit Phytophthora bedeutet einen höheren Knollen- und Stärkeertrag. Der Stärkegehalt wird durch den Phytophthorabefall nicht signifikant beeinflusst.

- Der Verlauf des Phytophthorabefalls ist von Jahr zu Jahr verschieden. Feuchte und warme Witterung beeinflussen den Befall negativ und führen zu Ertragsverlusten.

- Die Waldviertler Standorte Meires und Sparbach sind den Weinviertler Standorten Naglern und Untermallebarn, sowie dem Marchfelder Standort Aderklaa ertragsmäßig deutlich unterlegen.

- An den konventionell bewirtschafteten Versuchsflächen wurden deutlich höhere Knollenerträge als an den biologisch bewirtschafteten Feldern erzielt.

Aus den vorliegenden Ergebnissen geht hervor, dass es sinnvoll ist, die ausgewählten Selektionskriterien neben anderen in der Züchtungsarbeit einzusetzen.

7. Abstract

Due the large demand for organically produced products in Austria, the potato breeding has posed new challenges in the last years. Consumers have high demands on the quality of organic food. These requirements can be achieved by the farmers with potato varieties, which are suitable for organic farming.

Since 1996 in Austria organic seed potatoes are produced. Increasingly are this potato varieties which are produced in conventional farming. Not every variety is suitable for organic farming and therefore the potato breeding is very important.

In a multi year project the question was, which criteria could be important for organic farming suitable varieties. These criteria were selected on the potato plants, which are especially important in the vegetation. In organic farming there are no possibilities to certain weaknesses through mineral fertilizers and chemical pesticides. So the potato variety has to be very robust and resilient.

Three locations with organic farming and two locations with conventional farming were selected in the major potato growing regions.

In conventional potato breeding criteria the field emergence and the cabbage growth will be assessed for a long period. For organic farming additional criteria like soil cover, the beetle infestation the susceptibility for *Phytophthora infestans*.

The following results were obtained (some parts are not unquoted in this work):

- The experimental locations and experimental years are significantly different.
- The potato varieties and potato clones are significantly different.
- The date of field emergence affected in organic farming the tuber yield and starch yield significantly. The faster the field emergence, the higher the tuber yield and starch yield. The starch content is not significantly affected by the field emergence.

- The date of field emergence influenced in the conventional farming the tuber yield, starch content and starch yield are not significant. A rapid field emergence does not conclude higher yields and starch contents.
- Warmer locations with higher soil temperatures affected the field emergence positive.
- The cabbage growth affect in organic farming the tuber yield and starch yield. The rule is: The stronger the cabbage growth, the higher the tuber yield and starch yield. By various cabbage growth the starch content is not significantly affected.
- The soil cover influenced the tuber yield and the starch yield significantly. It can be concluded from a high soil cover on a high tuber yield and starch yield. The starch content is not significantly affected by the soil cover.
- The beetle infestation affected the tuber yield, the starch content and the starch yield significantly. The lower the infestation, the higher the tuber yield, starch content and starch yield.
- The infestation with Phytophthora influenced the tuber yield and the starch yield significantly. A smaller infestation means a higher tuber and starch yield. The starch content is not significantly affected by the infestation with Phytophthora.
- The different course of the infestation with Phytophthora varies from year to year. Humidity and warm weather lead to yield losses.
- The locations „Meires“ and „Sparbach“ are inferior to the locations „Naglern“ and „Untermallebarn“, as well as „Aderklaa“ excessively.
- At the conventional locations the tuber yields are higher than on the organic farmed locations.

The available results arise, that it is expedient, to introduce the chosen selection criteria in addition to others in breeding work.

8. Anhang

Beurteilung von Koch- und Speiseeigenschaften bei Kartoffeln

In der AGES (Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit GmbH) wird das von der EAPR (Europäische Gesellschaft für Kartoffelforschung) ausgearbeitete Verfahren zur Beurteilung der Speisequalität angewendet. Ein international verwendbares Beurteilungssystem muss jede subjektive Bewertung einer Eigenschaft vermeiden, da solche Bewertungen je nach Region und Geschmacksrichtung sehr unterschiedlich ausfallen würden. Erstrebenswert sind objektive physikalische Messverfahren. Es ist jedoch derzeit noch nicht möglich, alle jene Parameter, welche in ihrer Gesamtheit die „Speisequalität“ ausmachen, durch physikalische und chemische Daten zu erfassen.

Die Zuordnung eines Kartoffelmusters zu einem bestimmten Kochtyp erfolgt aufgrund beschreibender Kriterien, die an den gekochten Knollen ermittelt werden. Die zur Typisierung berücksichtigten Eigenschaften betreffen das Zerkochen, die Konsistenz, die Mehligkeit, die Feuchtigkeit und die Struktur der Knolle. Farbe und Geschmack berühren die Einreihung zum Kochtyp nicht, haben aber wesentlichen ergänzenden Charakter. Sie sind für die Bewertung einer Sorte innerhalb des Kochtyp bedeutsam (AGES Beschreibende Sortenliste 2010).

1. Probenahme und Vorbereitung

Es werden Knollen mit einem durchschnittlichen Gewicht von etwa 100 g ausgewählt. Nach den Richtlinien der APR wird die Gare der geschälten Kartoffeln in einem Kochtopf mittels Dampf, jedoch ohne Druck und ohne Salzbeigabe erreicht. Um die vorzeitige Gare der äußeren Knollenschicht zu vermeiden, sollen die Kartoffelproben nur mit kaltem Wasser auf die Wärmequelle gebracht werden. Bis dieses Wasser heiß ist haben die Knollen durch die im Topf allmählich ansteigende Temperatur die Möglichkeit einer langsamen Erwärmung, ohne dass ihr Äußeres verbrüht wird (AGES Beschreibende Sortenliste 2010).

2. Beurteilung der Eigenschaften

2.1 Zustand der Rinde, Zerkochen: Die Beurteilung des äußeren Zustandes ist von den Kommissionsmitgliedern an der gesamten, vorgelegten Probe vorzunehmen, bevor noch die Knollen auf den eigenen Teller überführt werden (AGES Beschreibende Sortenliste 2010).

2.2 Konsistenz des Fleisches, Festigkeit: Die Beurteilung bezieht sich auf das Zusammenhaltevermögen des gekochten Fleisches. Dabei werden die garen Knollen mit der Seite einer Gabel geteilt, so kann der innere Widerstand des Fleisches besser beurteilt werden. Die Festigkeit kann auch durch Brechen mit der Hand oder Zerdrücken mit der Zunge am Gaumen geprüft werden (AGES Beschreibende Sortenliste 2010).

2.3 Mehligkeit: Die Mehligkeit wird visuell am Äußeren und an der Bruchfläche der garen Knolle vorgenommen. Bei nicht mehligen Proben sind keine weißen, körnigen, lichtbrechenden Teilchen, bei stark mehligen viele weiße, körnige Teilchen sichtbar. Wichtig ist die Empfindlichkeit der Mehligkeit während des Kostvorganges im Mund, dasselbe gilt auch für die beiden folgenden Punkte (AGES Beschreibende Sortenliste 2010).

2.4 Feuchtigkeit: Die an Bruch- oder Schnittflächen der garen Knolle feststellbare Feuchtigkeit wird in Abstufungen von sehr feucht (= Austritt kleiner Saftperlen) bis sehr trocken (= oft krümelige Oberfläche ohne erkennbare Feuchtigkeit) beurteilt (AGES Beschreibende Sortenliste 2010).

2.5 Struktur des Kornes, Körnigkeit: Während des Kostens soll die Probe mit der Zunge am Gaumen verrieben werden. Eine feine Kornstruktur bewirkt am Gaumen das Empfinden einer einheitlichen, feinzelligen, glatten Masse, eine grobe Struktur fühlt sich dagegen stark körnig und rau an (AGES Beschreibende Sortenliste 2010).

2.6 Kochtyp: Der Kochtyp wird aufgrund der bonitierten Eigenschaften der Punkte 2.1 bis 2.5 ermittelt. Darauf beruht die Zuordnung der Sorten zu den vier international vereinbarten Kochtypklassen der EAPR (siehe Pkt. 3) (AGES Beschreibende Sortenliste 2010).

2.7 Farbe: Die äußere Farbe der gegarten Knollen wird zu Beginn der Prüfung vor dem Zerteilen festgehalten. Die Farbe ist möglichst bei Tageslicht oder unter einer Beleuchtung festzustellen, die ein dem Tageslicht ähnliches Spektrum aussendet. Die Verwendung einer Farbskala mit der die Farbabstufungen der Knollen verglichen werden, ist zu empfehlen (AGES Beschreibende Sortenliste 2010).

2.8 Verfärbung, Kochdunkelung: Die Beurteilung wird kurz nach Entnahme der Probe aus dem Kochtopf vorgenommen. Kochdunkelung zeigt sich in Form einer mehr oder weniger starken Graufärbung der Knollenoberfläche (AGES Beschreibende Sortenliste 2010).

2.9 Solaningeschmack: Die Alkaloide der Kartoffel, vorwiegend Solanin, die in ihrer Zusammensetzung je nach Sorte variieren, sind für den Geschmack der Kartoffel bedeutend und werden daher in der Speiseprüfung exakt erfasst. Charakteristisch dafür ist ein bitterer bis brennender Geschmack, der häufig erst im Abgang deutlich spürbar wird (AGES Beschreibende Sortenliste 2010).

2.10 Geschmacksmängel: Dabei soll die subjektive Beurteilung des geschmacklichen Gesamteindrucks auch unter Berücksichtigung des Nachgeschmackes festgehalten werden.

Mit **Geschmacksmängel „fehlend“** wird eine Probe beurteilt, wenn eine harmonische Abstimmung zwischen Geschmack und Nachgeschmack mit einer leichten Tendenz zu „süßlich“ vorliegt. Die Probe ist voll, würzig, abgerundet, der Prüfer hat weder sauer, noch bitter, noch salzig wahrgenommen (AGES Beschreibende Sortenliste 2010).

„**Gering**“ sind die Geschmacksmängel, wenn eine angenehm, aber weniger neutrale direkte Geschmacksempfindung ohne bestimmten Nachgeschmack gegeben ist (AGES Beschreibende Sortenliste 2010).

„**Mittel**“ ist ein Kartoffelgeschmack, wenn irgendein Geschmacksstoff hervortritt und der Nachgeschmack deutlich wird, ohne jedoch unangenehm zu sein (AGES Beschreibende Sortenliste 2010).

Bei „**starken**“ Geschmacksmängeln ist ein kräftiger Kartoffelgeschmack gegeben, der bereits ein Kratzen am Gaumen hinterlässt, ohne dass er schon als unangenehmer Nachgeschmack verbucht werden muss. Auch Proben ohne jeglichen Geschmack oder Nachgeschmack werden hier eingereiht (AGES Beschreibende Sortenliste 2010).

„**Sehr starke**“ Geschmacksmängel liegen vor, wenn ein sehr kräftiger Geschmack oder sonstiger, unangenehmer Nachgeschmack auftritt. Zumeist geht damit eine grobe, körnige oder gar faserige Struktur einher (AGES Beschreibende Sortenliste 2010).

Je nach Herkunft können bei manchen Sorten starke Koch- und Geschmacksunterschiede auftreten, während andere Sorten relativ koch- und geschmackstreu sind. Zu Koch- und Geschmacksprüfungen sollte man, um zu einem brauchbaren, objektiven Urteil zu kommen, stets mehrere verschiedene Herkünfte von stark unterschiedlichen Bodenarten prüfen (AGES Beschreibende Sortenliste 2010).

Nachfolgend wird das Bonitierungsschema, das in Meires zur Anwendung gelangt, aufgelistet:

Fleischfarbe 8 = dunkelgelb
7 = gelb
6 = hellgelb
5 = creme

4 = weiß

Graugrüne Beifärbung

8 = keine

7 = gering

6 = mittel

5 = stark

4 = sehr stark

Farbreinheit

8 = rein

7 = fast rein

6 = etwas ungleich

5 = ungleich (starke Farbunterschiede)

4 = sehr ungleich (sehr starke Farbunterschiede)

Zerkochen

8 = ganz bleibend

7 = wenig aufspringend

6 = mittel aufspringend

5 = stark aufspringend

4 = zerkocht

Konsistenz

8 = fest

7 = mäßig fest

6 = ziemlich weich

5 = weich

4 = sehr weich

Struktur

8 = fein

7 = ziemlich fein

6 = etwas grob

5 = ziemlich grob

4 = grob

Feuchtigkeit

(Mehligkeit) 8 = feucht (nicht mehlig)

7 = ziemlich feucht (kaum mehlig)

6 = wenig feucht (etwas mehlig)

5 = ziemlich trocken (mehlig)

4 = trocken (stark mehlig)

Geschmack

8 = sehr gut

7 = gut

6 = mittelmäßig

5 = schlecht

4 = sehr schlecht

Verfärbung

8 = keine Verfärbung

7 = geringe Verfärbung

6 = mittlere Verfärbung

5 = starke Verfärbung

4 = sehr starke Verfärbung

Gesamtnote

8 = sehr gut

7 = gut

6 = mittelmäßig

5 = schlecht

4 = sehr schlecht

Frites, Chips

8 = sehr gut

7 = gut

6 = mittelmäßig

5 = schlecht

4 = sehr schlecht

Zuckerbestimmung

Mit Harnzuckerstreifen, Bonitierung erfolgt nach ca. 3 Minuten

Angabe in % laut Tabelle auf der Verpackung

(FUCHS 2010)

3. Einteilung in Kochtypen

Auf Grund der festgestellten Eigenschaften lässt sich eine Sorte oder Probe folgenden Kochtypen zuordnen:

Kochtyp A, Festkochende Salatkartoffel: Nicht zerkochend und festbleibend, nicht mehlig, feucht und feinkörnig. Der Geschmack ist fein, der Stärkegehalt niedrig. Kartoffeln dieses Typs eignen sich vorwiegend für Kartoffelsalat, kommen aber auch für diverse andere Gerichte in Frage (AGES Beschreibende Sortenliste 2010).

Kochtyp B, Vorwiegend feste Kartoffel für alle Zwecke geeignet: Beim Kochen wenig aufspringend und mäßig festbleibend. Schwach mehlig, wenig feucht und ziemlich feinkörnig. Dank der vielseitigen Verwendbarkeit und des feinen Geschmacks gehören Sorten vom Typ B zu den bevorzugten Speisekartoffeln (AGES Beschreibende Sortenliste 2010).

Kochtyp C, Mehlig Kartoffel: Sie springen beim Kochen im Allgemeinen auf, sind im Fleisch ziemlich weich, mehlig und trocken. Die Struktur ist grob und der Geschmack bereits kräftig (AGES Beschreibende Sortenliste 2010).

Kochtyp D, Stark mehlig Kartoffel: Vertreter dieses Typs können vollständig zerkochen und im Fleisch weich oder ungleich hart sein. Zudem sind sie stark mehlig, trocken und im Geschmack rau. Sorten dieses Typs werden so wie in vielen Ländern auch in Österreich nicht zu den Speisekartoffeln gezählt (AGES Beschreibende Sortenliste 2010).

Manche Sorten oder Proben lassen sich nicht in einen reinen Kochtyp einreihen, sondern bilden Zwischentypen. Die Zuordnung zum Kochtyp B-C bedeutet, dass die Eigenschaften des Typs B vorherrschen. Verwendet man dagegen die Bezeichnung C-B, so liegt das Schwergewicht beim Kochtyp C.

4. Qualitätsklassenverordnung

Die Beurteilung der Koch- und Speiseeigenschaften bei Kartoffeln durch die AGES bildet die Grundlage für die Sorteneinteilung nach dem Kochtyp in der österreichischen Qualitätsklassenverordnung idF BGBl. II Nr. 404/2003 für Speisekartoffeln (AGES Beschreibende Sortenliste 2010).

Tab. 43: Einteilung des Kochtyps in der österreichischen Qualitätsklassenverordnung (AGES 2010)

Kochtypen der Sortenwertprüfung (EAPR)		Österreichische Qualitätsklassenverordnung
A, A-B	Festkochende Sorte	Festkochend, speckig
B-A, B	Vorwiegend festkochende, schwach mehlig Sorten	Vorwiegend festkochend
B-C, C-B, C	Lockere, mehlig und Leicht trockene Sorte	Mehligkochend, mehlig
C-D, D	Sehr lockere bis zerfallende, stark mehlig und stark trockene Sorte	Stärkesorte, kein Kochtyp im Sinne der Qualitätsklassenverordnung

5. Einteilung der Kartoffelsorten nach dem Kochtyp (AGES Beschreibende Sortenliste 2010):

a) Festkochende (speckige) Kartoffelsorten:

Agata+, Almera, Amorosa, Anuschka+, Ditta, Erika, Evita, Exquisa, Linzer Delikatess, Naglerner Kipfler, Nicola, Sigma (AGES Beschreibende Sortenliste 2010).

b) Vorwiegend festkochende Kartoffelsorten:

Adora+, Berber+, Bettina, Bionta, Christa+, Fabiola, Frieslander+, Gina+, Husar, Impala, Martina, Minerva+, Quarta, Roko, Romina, Timate, Tosca, Ukama.

+ sehr frühreifende Sorte (AGES Beschreibende Sortenliste 2010).

c) Mehligkochende (mehlige) Kartoffelsorten:

Agria, Ares, Asterix, Donald, Fontane, Hermes, Pandora, Remarka (AGES Beschreibende Sortenliste 2010).

d) Mehligkochende bis zerfallende Stärkesorten, keine Speisesorten:

Ackra, Bonza, Jumbo, Komet, Kuras, Logo, Merkur, Pluto, Ponto, Skonto, Tomensa. (AGES Beschreibende Sortenliste 2010)

Einfluss des Stärkegehaltes auf den Kochtyp

Die Kocheigenschaften der Kartoffeln werden maßgeblich durch ihren Stärkegehalt bestimmt.

Die exakte chemische Bestimmung des Stärkegehaltes ist sehr aufwendig und darum für die Serienanalyse unter den Bedingungen der landwirtschaftlichen Praxis ungeeignet.

Mit Hilfe der Unterwasserwägung wird die Dichte bestimmt. Dieser Wert wird als „Stärkewert“ und nicht als „Stärkegehalt“ bezeichnet. Diese Bezeichnung hat sich aber noch nicht durchgesetzt.

Ergebnisse der Sortenprüfung des Bundesamtes zeigen jedoch große Streubreiten der Stärkewerte der einzelnen Sorten und somit kann daraus geschlossen werden, dass neben dem Stärkewert noch andere Eigenschaften den Kochtyp einer Kartoffelsorte bestimmen (Kartoffelbau 9/10/2003).

Beurteilung der Speisequalität von Kartoffelsorten nach dem Kochtyp

Tab. 44: Beurteilung der Speisequalität von Kartoffelsorten nach dem Kochtyp (AGES 2010)

Eigenschaften	1	2	3	4
Zerkochen ZERK	Ganz bleibend	Wenig aufspringend	Stark aufspringend	Ganz zerkochend
Konsistenz d. Fleisches KONS	Fest	Mäßig fest	Ziemlich weich	Weich m. ungl. Konsistenz
Mehligkeit MELK	Nicht mehlig	Schwach mehlig	Mehlig	Stark mehlig
Feuchtigkeit FEUC	Feucht	Wenig feucht	Ziemlich trocken	Trocken
Struktur d. Kornes STRU	Fein	Ziemlich fein	Ziemlich grob	Grob
Farbe FARB	1 = rein weiß, 2 = graulich weiß, 3 = graulich gelb, 4 = gelblich weiß, 5 = hellgelb, 6 = gelb, 7 = tiefgelb			
Geschmack GESM	Ohne	Schwach	Kräftig	Sehr kräftig
Verfärbung VFAB	Nicht verfärbt	Wenig verfärbt	Ziemlich verfärbt	Stark verfärbt
Individuelle Beurteilung GESI	Sehr gut	Gut	Mäßig	Schlecht

Der Kochtyp lässt sich aufgrund dieser Einteilung errechnen:

$$KTYP = \frac{ZERK + KONS + MELK + FEUC + STRU}{5}$$

$$KTYP A < 1,3$$

$$AB = 1,4 - 1,6 \quad \text{feste Salatkartoffel}$$

$$BA = 1,7 - 1,9$$

$$B = 2,0 - 2,2$$

$$BC = 2,3 - 2,5$$

$$CB = 2,6 - 2,8$$

ziemlich feste Kartoffel

für alle Zwecke geeignet

$$C = 2,9 - 3,1$$

$$CD = 3,2 - 3,4$$

$$DC = 3,5 - 3,7$$

mehlige Kartoffel

$$D > 3,8$$

stark mehlige Kartoffel

(FUCHS 2010)

9. Abbildungsverzeichnis

- Abb. 1: Weltweite Kartoffelanbaufläche in 1.000 ha (FAO 2007)
- Abb. 2: Weltweite Gesamterntemenge in 1.000 t (FAO 2007)
- Abb. 3: Weltweiter durchschnittlicher Hektarertrag in dt/ha (FAO 2007)
- Abb. 4: Anbaufläche in 1.000 ha in Deutschland, Polen Frankreich und den Niederlanden (Eurostat, Stat. Bundesamt, ZMP Marktbilanz Kartoffeln 2008)
- Abb. 5: Erntemengen in 1.000 t in Deutschland, Polen Frankreich und den Niederlanden (Eurostat, Stat. Bundesamt, ZMP Marktbilanz Kartoffeln 2008)
- Abb. 6: Hektarerträge in dt/ha in Deutschland, Polen Frankreich und den Niederlanden (Eurostat, Stat. Bundesamt, ZMP Marktbilanz Kartoffeln 2008)
- Abb. 7: Entwicklung der Kartoffelanbaufläche in Ö und NÖ seit 1960 (NÖS, LK NÖ 2010)
- Abb. 8: Entwicklung der Durchschnittserträge in Ö und NÖ seit 1960 (NÖS, LK NÖ)
- Abb. 9: Entwicklung der Gesamterntemenge in Ö und NÖ seit 1960 (NÖS, LK NÖ)
- Abb. 10: Durchschnittliche Hektarerträge in NÖ der einzelnen Verwertungsrichtungen (NÖS, LK NÖ 2009)
- Abb. 11: Anteil der bewirtschafteten Anbaufläche in Europa im Jahr 2007 (ZMP 2007)
- Abb. 12: Pro-Kopf-Ausgaben für biologische Lebensmittel in Europa im Jahr 2007 (ZMP 2007)
- Abb. 13: Marktvolumen biologischer Lebensmittel in Europa (ZMP 2007)
- Abb. 14: Entwicklung der Biobetriebe in Österreich von 2000 bis 2008 (BMLFUW 2009)
- Abb. 15: Landwirtschaftlich genutzte BIO-Fläche (ohne Almen) von 2000 bis 2008 (BMLFUW 2009)
- Abb. 16: Biologische Kartoffelanbaufläche in Niederösterreich von 2000 bis 2007 (LK NÖ 2009)
- Abb. 17: Kartoffelblüte (NÖS 2009)
- Abb. 18: Kreuzung zweier Kartoffelsorten bei der Kartoffelzüchtung (NÖS 2009)
- Abb. 19: Gesamtwurzellänge von Kartoffeln im Wurzelraum – 96 Tage nach der Pflanzung (Ende der Blüte) (MÖLLER 2003)
- Abb. 20: Wurzelbildung einer keimenden Kartoffel im Damm (SCHMIDTKE 1999)
- Abb. 21: Entwicklungsstadien der Kartoffel nach einheitlicher Codierung – erweiterte BBCH - Skala (Gemeinschaftsarbeit der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, des Bundessortenamtes und des Industrieverbandes Agrar 1994)
- Abb. 22: Entwicklungsstadien der Kartoffel (Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Merkblatt Nr. 27/5 1980)
- Abb. 23: Idealer Kartoffeldamm (SPECHT 1999)
- Abb. 24: Erfolgreiche Krautabtötung (Landwirtschaftskammer Niedersachsen 2010)
- Abb. 25: Stärkekartoffelbestand der Sorte AMADO mit einigen Pflanzen der Sorte KURAS (BUXBAUM 2009)
- Abb. 26: Entwicklungszyklus von Phytophthora infestans (HEPTING 2006)

- Abb. 27: Lage der fünf Versuchsstandorte
- Abb. 28: Sorte AGATA (NÖS 2010)
- Abb. 29: Sorte DITTA (NÖS 2010)
- Abb. 30: Sorte NICOLA (NÖS 2010)
- Abb. 31: Sorte PONTO (NÖS 2010)
- Abb. 32: Versuchsmittelwerte der Feldbonituren des Kriteriums Aufgang
- Abb. 33: Versuchsmittelwerte der Feldbonituren des Kriteriums Krautwachstum
- Abb. 34: Versuchsmittelwerte der Feldbonituren des Kriteriums Bodenbedeckung
- Abb. 35: Versuchsmittelwerte der Feldbonituren des Kriteriums Käferbefall
- Abb. 36: Versuchsmittelwerte der Feldbonituren des Kriteriums Phytophthorabefall (2. Bonitierung)
- Abb. 37: Versuchsmittelwerte der Feldbonituren des Kriteriums Phytophthorabefall (5. Bonitierung)
- Abb. 38: Versuchsmittelwerte der Feldbonituren des Kriteriums Phytophthorabefall (1. - 6. Bonitierung) in Aderklaa im Versuchsjahr 2005
- Abb. 39: Versuchsmittelwerte der Feldbonituren des Kriteriums Phytophthorabefall (1. - 6. Bonitierung) in Untermallebarn im Versuchsjahr 2007
- Abb. 40: Versuchsmittelwerte der Knollenerträge auf den Versuchsstandorten in den Versuchsjahren gemittelt über alle Sorten und Stämme
- Abb. 41: Versuchsmittelwerte der Stärkegehalte auf den Versuchsstandorten in den Versuchsjahren gemittelt über alle Sorten und Stämme
- Abb. 42: Versuchsmittelwerte der Stärkeerträge auf den Versuchsstandorten in den Versuchsjahren gemittelt über alle Sorten und Stämme
- Abb. 43: Knollenerträge in t/ha in Abhängigkeit der Feldboniturnote des Aufgangs
- Abb. 44: Stärkegehalte in % in Abhängigkeit der Feldboniturnote des Aufgangs
- Abb. 45: Stärkeertrag in t/ha in Abhängigkeit der Feldboniturnote des Aufgangs
- Abb. 46: Knollenerträge in t/ha in Abhängigkeit der Feldboniturnote des Krautwachstums
- Abb. 47: Stärkegehalte in % in Abhängigkeit der Feldboniturnote des Krautwachstums
- Abb. 48: Stärkeertrag in t/ha in Abhängigkeit der Feldboniturnote des Krautwachstums
- Abb. 49: Knollenerträge in t/ha in Abhängigkeit der Feldboniturnote der Bodenbedeckung
- Abb. 50: Stärkegehalte in % in Abhängigkeit der Feldboniturnote der Bodenbedeckung
- Abb. 51: Stärkeertrag in t/ha in Abhängigkeit der Feldboniturnote der Bodenbedeckung
- Abb. 52: Knollenerträge in t/ha in Abhängigkeit der Feldboniturnote des Käferbefalls
- Abb. 53: Stärkegehalte in % in Abhängigkeit der Feldboniturnote des Käferbefalls
- Abb. 54: Stärkeertrag in t/ha in Abhängigkeit der Feldboniturnote des Käferbefalls
- Abb. 55: Knollenerträge in t/ha in Abhängigkeit der Feldboniturnote der 5. Phytophthorabonitierung am Standort Sparbach

- Abb. 56: Knollenerträge in t/ha in Abhängigkeit der Feldboniturnote der 5. Phytophthorabonitierung am Standort Untermallebarn
- Abb. 57: Stärkegehalte in % in Abhängigkeit der Feldboniturnote der 5. Phytophthorabonitierung am Standort Sparbach
- Abb. 58: Stärkegehalte in % in Abhängigkeit der Feldboniturnote der 5. Phytophthorabonitierung am Standort Untermallebarn
- Abb. 59: Stärkeerträge in t/ha in Abhängigkeit der Feldboniturnote der 5. Phytophthorabonitierung am Standort Sparbach
- Abb. 60: Stärkeerträge in t/ha in Abhängigkeit der Feldboniturnote der 5. Phytophthorabonitierung am Standort Untermallebarn
- Abb. 61: Versuchsmittelwerte der Feldbonituren des Kriteriums Aufgang
- Abb. 62: Versuchsmittelwerte der Feldbonituren des Kriteriums Krautwachstum
- Abb. 63: Versuchsmittelwerte der Knollenerträge auf den Versuchsstandorten in den Versuchsjahren gemittelt über alle Sorten und Stämme
- Abb. 64: Versuchsmittelwerte der Stärkegehalte in % auf den Versuchsstandorten in den Versuchsjahren gemittelt über alle Sorten und Stämme
- Abb. 65: Versuchsmittelwerte der Stärkeerträge in t/ha auf den Versuchsstandorten in den Versuchsjahren gemittelt über alle Sorten und Stämme
- Abb. 66: Knollenerträge in t/ha in Abhängigkeit der Feldboniturnote des Aufgangs
- Abb. 67: Stärkegehalt in % in Abhängigkeit der Feldboniturnote des Aufgangs
- Abb. 68: Stärkeerträge in t/ha in Abhängigkeit der Feldboniturnote des Aufgangs
- Abb. 69: Knollenerträge in t/ha in Abhängigkeit der Feldboniturnote des Krautwachstums
- Abb. 70: Stärkegehalt in % in Abhängigkeit der Feldboniturnote des Krautwachstums
- Abb. 71: Stärkeerträge in t/ha in Abhängigkeit der Feldboniturnote des Krautwachstums

10. Tabellenverzeichnis

- Tab. 1: Pro-Kopf-Verbrauch in Österreich ab 1959 (Statistik Austria, Versorgungsbilanzen, LK NÖ 2007)
- Tab. 2: Selbstversorgungsgrad in Österreich seit 1972 (Statistik Austria, Versorgungsbilanzen, LK NÖ 2007)
- Tab. 3: Entwicklung der biologischen Landwirtschaft in Niederösterreich (BMLFUW 2009)
- Tab. 4: Reifegruppen (NITSCH 2003)
- Tab. 5: Temperaturansprüche der Kartoffelknollen (DIEPENBROCK et al. 2005)
- Tab. 6: Entwicklungsstadien der Kartoffel – 2 stellige BBCH Code (Code der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft Braunschweig 1980)
- Tab. 7: Bestandesdichten und Ablagenweiten in Abhängigkeit der Produktionsrichtung (Landwirtschaftskammer Nordrhein – Westfalen 2009)
- Tab. 8: Pflanzgutbedarf in dt/ha in Abhängigkeit der Sortierung (Landwirtschaftskammer Nordrhein – Westfalen 2009)
- Tab. 9: Arbeitsschritte bei der Kartoffelpflege auf leichten und schweren Böden (KAINZ 2003)
- Tab. 10: Kurzbeschreibung der Versuchsstandorte
- Tab. 11: Boniturtermine in den Versuchsjahren 2005, 2006 an den Versuchsstandorten Aderklaa, Sparbach, Untermallebarn, Meires und Naglern
- Tab. 12: Boniturtermine vom Phytophthorabefall im Jahr 2005
- Tab. 13: Boniturtermine vom Phytophthorabefall im Jahr 2006
- Tab. 14: Boniturtermine vom Phytophthorabefall im Jahr 2007
- Tab. 15: Versuchsmittelwerte der Feldbonituren des Kriteriums Aufgang gemittelt über alle Sorten und Stämme
- Tab. 16: Versuchsmittelwerte unterschiedlicher Sorten und Stämme der Feldbonituren Aufgang an den Versuchsstandorten in den Jahren 2005 bis 2007
- Tab. 17: Versuchsmittelwerte der Feldbonituren des Kriteriums Krautwachstum gemittelt über alle Sorten und Stämme
- Tab. 18: Versuchsmittelwerte unterschiedlicher Sorten und Stämme der Feldbonituren Krautwachstum an den Versuchsstandorten in den Jahren 2005 bis 2007
- Tab. 19: Versuchsmittelwerte der Feldbonituren des Kriteriums Bodenbedeckung gemittelt über alle Sorten und Stämme
- Tab. 20: Versuchsmittelwerte unterschiedlicher Sorten und Stämme der Feldbonituren Bodenbedeckung an den Versuchsstandorten in den Jahren 2005 bis 2007
- Tab. 21: Versuchsmittelwerte der Feldbonituren des Kriteriums Käferbefall gemittelt über alle Sorten und Stämme
- Tab. 22: Versuchsmittelwerte unterschiedlicher Sorten und Stämme der Feldbonituren Käferbefall an den Versuchsstandorten in den Jahren 2005 bis 2007
- Tab. 23: Versuchsmittelwerte der Feldbonituren des Kriteriums Phytophthorabefall (2. Boniturung) gemittelt über alle Sorten und Stämme

- Tab. 24: Versuchsmittelwerte unterschiedlicher Sorten und Stämme der 2. Feldbonitur Phytophthorabefall an den Versuchsstandorten in den Jahren 2005 bis 2007
- Tab. 25: Versuchsmittelwerte der Feldbonituren des Kriteriums Phytophthorabefall (5. Bonitierung) gemittelt über alle Sorten und Stämme
- Tab. 26: Versuchsmittelwerte unterschiedlicher Sorten und Stämme der 5. Feldbonitur Phytophthorabefall an den Versuchsstandorten in den Jahren 2005 bis 2007
- Tab. 27: Knollenerträge an den Versuchsstandorten und in Versuchsjahren gemittelt über alle Sorten und Stämme
- Tab. 28: Knollenerträge unterschiedlicher Sorten und Stämme an den Versuchsstandorten in den Jahren 2005 bis 2007
- Tab. 29: Stärkegehalte an den Versuchsstandorten und in Versuchsjahren gemittelt über alle Sorten und Stämme
- Tab. 30: Stärkegehalte unterschiedlicher Sorten und Stämme an den Versuchsstandorten in den Jahren 2005 bis 2007
- Tab. 31: Stärkeerträge an den Versuchsstandorten und in Versuchsjahren gemittelt über alle Sorten und Stämme
- Tab. 32: Stärkeerträge unterschiedlicher Sorten und Stämme an den Versuchsstandorten in den Jahren 2005 bis 2007
- Tab. 33: Versuchsmittelwerte der Feldbonituren des Kriteriums Aufgang gemittelt über alle Sorten und Stämme
- Tab. 34: Versuchsmittelwerte unterschiedlicher Sorten und Stämme der Feldbonituren Aufgang an den Versuchsstandorten in den Jahren 2005 bis 2007
- Tab. 35: Versuchsmittelwerte der Feldbonituren des Kriteriums Krautwachstum gemittelt über alle Sorten und Stämme
- Tab. 36: Versuchsmittelwerte unterschiedlicher Sorten und Stämme der Feldbonituren Krautwachstum an den Versuchsstandorten in den Jahren 2005 bis 2007
- Tab. 37: Knollenerträge an den Versuchsstandorten und in Versuchsjahren gemittelt über alle Sorten und Stämme
- Tab. 38: Knollenerträge unterschiedlicher Sorten und Stämme an den Versuchsstandorten in den Jahren 2005 bis 2007
- Tab. 39: Stärkegehalte in % an den Versuchsstandorten und in Versuchsjahren gemittelt über alle Sorten und Stämme
- Tab. 40: Stärkegehalte unterschiedlicher Sorten und Stämme an den Versuchsstandorten in den Jahren 2005 bis 2007
- Tab. 41: Stärkeerträge in t/ha an den Versuchsstandorten und in Versuchsjahren gemittelt über alle Sorten und Stämme
- Tab. 42: Stärkeerträge in t/ha unterschiedlicher Sorten und Stämme an den Versuchsstandorten in den Jahren 2005 bis 2007
- Tab. 43: Einteilung des Kochtyps in der österreichischen Qualitätsklassenverordnung (AGES 2010)
- Tab. 44: Beurteilung der Speisequalität von Kartoffelsorten nach dem Kochtyp (AGES 2010)

11. Literaturverzeichnis

AGENTUR FÜR GESUNDHEIT UND ERNÄHRUNGSSICHERHEIT (2010):

Österreichische Beschreibende Sortenliste. Kartoffel.

AGRARMARKT AUSTRIA MARKETING GESMBH (2010): Bio – Kontrollstellen.

<http://www.bioinfo.at/jart/prj3/bioinfo/main.hart?content-id=1219668368489&rel=de>,
10.02.2010.

ANNONYM (2008): Agrarmärkte Jahresheft 2008 Teilauszug Kartoffeln. 5. Jahrgang,

Bayrische Landesanstalt für Landwirtschaft.

BIO AUSTRIA (2010): BIO – Richtlinien garantieren BIO – Qualität. [http://www.bio-](http://www.bio-austria.at/konsumenten_1/was_ist_bio_1/richtlinien/bio_richtlinien_garantieren_bio_)

[austria.at/konsumenten_1/was_ist_bio_1/richtlinien/bio_richtlinien_garantieren_bio_](http://www.bio-austria.at/konsumenten_1/was_ist_bio_1/richtlinien/bio_richtlinien_garantieren_bio_)
[qualitaet](http://www.bio-austria.at/konsumenten_1/was_ist_bio_1/richtlinien/bio_richtlinien_garantieren_bio_), 10.02.2010.

BIOLAND BERATUNG GmbH; KOMPETENZZENTRUM ÖKOLANDBAU

NIEDERSACHSEN; BIO AUSTRIA; FORSCHUNGSINSTITUT FÜR

BIOLOGISCHEN LANDBAU – FiBL (2007): Biokartoffeln – Qualität mit jedem
Anbauschnitt. Merkblatt.

BROUWER, W. (1976): Handbuch des speziellen Pflanzenbaus. Band II, Verlag Paul Pary

Berlin und Hamburg.

BUNDESMINISTERIUM FÜR LAND- UND FORSTWIRTSCHAFT, UMWELT- UND

WASSERWIRTSCHAFT – BMLUF (2009): Biologische Landwirtschaft in

Österreich. 5. Überarbeitete Auflage.

BUNDESMINISTERIUM FÜR LAND- UND FORSTWIRTSCHAFT, UMWELT- UND

WASSERWIRTSCHAFT – BMLUF (2010): Grüner Bericht 2010. 51. Auflage. Wien.

DIEPENBROCK, W.; F. ELLMER und J. LÉON (2005): Ackerbau, Pflanzenbau und

Pflanzenzüchtung. Eugen Ulmer Verlag, Stuttgart.

FUCHS, F. (2010): mündliche Mitteilung.

GRÖSCHL K. (2009): Pflanzgutvorbereitung. Kartoffelbau 12/2009 (60. Jg.).

HEITEFUSS, R.; K. KÖNIG; A. OBST und M. RESCHKE (2003): Pflanzenkrankheiten und Schädlinge im Ackerbau. 4. überarbeitete und erweiterte Auflage, DLG – Verlags – GmbH, Frankfurt am Main.

HEPTING, L. (2006): Pflanzliche Erzeugung – Hackfruchtbau. 12. Auflage, BLV Buchverlag, München.

HERYNEK, M. (2010): mündliche Mitteilung.

HOFFMANN, G. M. und H. SCHMUTTERER (1983): Parasitäre Krankheiten und Schädlinge an landwirtschaftlichen Kulturpflanzen. 2. erweiterte und ergänzte Auflage, Eugen Ulmer Verlag, Stuttgart.

KEYDEL, F.; H. KUPFER und B. KILLERMANN (2006): Pflanzliche Erzeugung – Pflanzenzüchtung und Saatgutwesen. 12. Auflage, BLV Buchverlag, München.

KOLBE, W. (1999): Kulturgeschichte der Kartoffel und ihrer Schaderreger. 3. Auflage, Dr. Wilhelm, Kolbe Verlag, Burscheid.

KÜRZINGER, W. (2010): Schadinsekten und ihre Bekämpfung im Kartoffelbau. Kartoffelbau 5/2010 (61. Jg.).

LANDWIRTSCHAFTLICHES TECHNOLOGIEZENTRUM AUGUSTENBERG (2007): Bekämpfung des Kartoffelkäfers im ökologischen Anbau.

LELLEY, T. (2009): Kartoffelzüchtung. Skriptum Spezielle Pflanzenzüchtung, Universität für Bodenkultur, Wien.

LUGAUER, H. (2010): mündliche Mitteilung.

- MAYER, M. (2006): Einfluss unterschiedlicher Kalidüngermengen und Kalidüngerformen auf den Ertrag und ausgewählte Qualitätsparameter bei der Kartoffel. Diplomarbeit Universität für Bodenkultur, Wien.
- MÖLLER, K.; H. KOLBE; H. BÖHM; W. KARALUS und M. KAINZ (2003): Handbuch Ökologischer Kartoffelbau. 1. Auflage, Österreichischer Agrarverlag, Leopoldsdorf.
- NITSCH, A. (2003): Kartoffelbau. Agrimedia GmbH, Bergen/Dumme.
- RACCA, P. und C. HODEL (2009): Untersuchungen zum Fraßschaden durch den Kartoffelkäfer. Kartoffelbau (60. Jg.).
- RADTKE W. und W. RIECKMANN (1990): Krankheiten und Schädlinge der Kartoffel. Th. Mann Verlag, Gelsenkirchen – Buer.
- RADTKE W.; W. RIECKMANN und F. BRENDLER (2000): Kartoffel Krankheiten Schädlinge Unkräuter. Th. Mann Verlag, Gelsenkirchen – Buer.
- REUST, W. (1986): Das physiologische Alter von Kartoffeln und Möglichkeiten der Beeinflussung bei Pflanzgut und Speisekartoffeln. Kartoffelbau 37.
- SCHMIDTKE, K. et al. (1999): Wurzelwachstum von Kartoffeln. Kartoffelbau 50.
- SCHÖBER-BUTIN B.; V. GARBE und G. BARTELS (1999): Farbatlas Krankheiten und Schädlinge an landwirtschaftlichen Kulturpflanzen – Kartoffel, Zuckerrübe, Raps, Getreide, Mais, Sonnenblume, Hanf. Eugen Ulmer Verlag, Stuttgart.
- SCHUHMANN P. (1997): Die Erzeugung von Pflanzkartoffeln. Alfred Strothe Verlag, Holm.
- TROLLDENIER, G. (1990): Mineraldüngung und mikrobielle Aktivität in der Rhizosphäre, Kalibriefe 20 (1).
- WORMANN, G. und T. HOFFMANN (2003): Objektive Ermittlung des Kochtyps. Kartoffelbau 9/10/2003 (54. Jg.).