

Prüfung von Kartoffelsorten auf deren besondere Eignung für den Ökologischen Landbau

Assessment of the suitability of potato varieties for organic farming

FKZ: 09OE001

Projektnehmer:

Landwirtschaftskammer Niedersachsen
Fachbereich Ökologischer Landbau
Johannsenstraße 10, 30159 Hannover
Tel.: +49 511 3665-0
Fax: +49 511 3665-1507
E-Mail: info@lwk-niedersachsen.de
Internet: <http://www.lwk-niedersachsen.de>

Autoren:

Meyercordt, Armin; Scholvin, Andreas; Seidel, Kirsten, Peters, Rolf; Michel, Volker

Gefördert vom Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz
im Rahmen des Bundesprogramms Ökologischer Landbau und andere Formen nachhaltiger
Landwirtschaft (BÖLN)

Die inhaltliche Verantwortung für den vorliegenden Abschlussbericht inkl. aller erarbeiteten Ergebnisse und der daraus abgeleiteten Schlussfolgerungen liegt beim Autor / der Autorin / dem Autorenteam. Bis zum formellen Abschluss des Projektes in der Geschäftsstelle Bundesprogramm Ökologischer Landbau und andere Formen nachhaltiger Landwirtschaft können sich noch Änderungen ergeben.

Abschlussbericht

zum Vorhaben BOEL 2809OE001

Prüfung von Kartoffelsorten auf deren besondere Eignung für den Ökologischen Landbau



Zuwendungsempfänger:

Landwirtschaftskammer Niedersachsen
Fachbereich Ökologischer Landbau
Dipl.-Ing. agr. Armin Meyercordt
Johannssenstr. 10
30159 Hannover
und
der Versuchsstation Dethlingen
Dr. Rolf Peters
Dethlingen 14
29633 Munster

Vorhabenbezeichnung:

Prüfung von Kartoffelsorten auf deren besondere Eignung für den Ökologischen Landbau

Laufzeit:

01.04.2009 bis 15.05.2013

Berichtszeitraum:

01.04.2009 bis 15.05.2013

Autoren des Abschlussberichtes: Armin Meyercordt, Andreas Scholvin, Dr. Kirsten Seidel (LWK Niedersachsen)

Dr. Rolf Peters (LWK Niedersachsen, Versuchsstation Dethlingen)

Volker Michel (Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft und Fischerei MV)

**Gefördert aus Mitteln des Bundesministeriums für Ernährung,
Landwirtschaft und Verbraucherschutz (BMELV) im Rahmen des
Bundesprogramms Ökologischer Landbau (BÖLN)**

Kooperationspartner:

- Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen, Fachbereich Ökologischer Landbau,
Dr. Claudia Hof-Kautz
- Landwirtschaftskammer Schleswig-Holstein,
Gerd-Ulrich Krug
- Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft und Fischerei Mecklenburg-Vorpommern,
Dr. Harriet Gruber
- Landesbetrieb Landwirtschaft Hessen,
Dr. Ute Williges
- Landwirtschaftliches Technologiezentrum Augustenberg,
Gabi Schwittek

Impressum

Landwirtschaftskammer Niedersachsen
Fachbereich Ökologischer Landbau
Johannsenstr. 10
30159 Hannover
Armin Meyercordt
Tel.: 0511/3665-4394
E-Mail: armin.meyercordt@lwk-niedersachsen.de

Kurzfassung

Auf insgesamt sieben langjährig ökologisch bewirtschafteten Flächen wurden in den Jahren 2009 bis 2012 bundesweit Kartoffelsortenversuche in randomisierter Anlage durchgeführt. Insgesamt 18 Sorten der Reifegruppen sehr früh, früh, mittelfrüh und mittelspät/spät wurden als orthogonales Sortiment vorgekeimt ausgepflanzt. Das Vorhaben gliedert sich in zwei Abschnitte. Im ersten wurde das bestehende Datenbanksystem PIAF um wichtige Parameter für zusätzliche Bonituren und vorgezogene Erntetermine ergänzt. Mit Hilfe dreier vorgezogener Zeiternten wurde der Ertragsaufbau der einzelnen Sorten differenziert erfasst. Ergänzende Bonituren am Pflanzgut, im wachsenden Bestand und am Erntegut lieferten zusätzliche Hinweise zu Schädigungen und daraus resultierenden Beeinträchtigungen bei der Vermarktung. Die Zeiternten wurden jeweils 70, 80 und 90 Tage nach dem Pflanzen durchgeführt. Bereits zur ersten Zeiternte lag der mittlere Ertrag bei 200 dt/ha und steigerte sich bis zur dritten Zeiternte auf 343 dt/ha. Bei der Endernte, wie auch bei den Zeiternten, wurde neben dem Knollenertrag der Anteil an Über- und Untergrößen sowie der Marktwareanteil erfasst. Hinzu kam die Bestimmung des Nitratgehaltes in den Knollen der Endernte. Die Auswertung der Erträge erfolgte mit Hilfe der Hohenheim-Gülzower Methode, einem Verrechnungsverfahren, bei dem Datenlücken mit Hilfe adjustierter Werte geschlossen werden können.

In einem zweiten Teil wurden Endernteproben von 14 Sorten der sieben Standorte zentral in der Versuchsstation Dethlingen zeitnah nach der Ernte eingangsbonitiert und anschließend eingelagert. Die Lagerung erfolgte unter praxisnahen Bedingungen. Ausgelagert wurde Anfang Januar und Anfang April. Neben den Lagerungsverlusten wurde das Auftreten von *Helminthosporium solani* und *Colletotrichum coccodes* auf den Knollen bonitiert. Es zeigten sich sowohl Sorten- als auch Standort- und Jahresunterschiede.

Abstract

Throughout the years 2010-2012, nationwide potato variety trials were carried out on seven fields with a long history of organic farming in a completely randomized design. In total, 18 varieties of the maturity groups very early, early, medium early and late were planted as pre-sprouted tubers in an orthogonal assortment. In the first part of the project, some important assessments for plant development, tuber quality and earlier harvest times were added to the existing PIAF database. The assessments of seed tuber quality, plant development and quality of the harvested tubers gave important information about the commercialization of each crop variety. The three earlier harvest times (70, 80 and 90 days after planting) were used to characterize the yield development of the single varieties. 70 days after planting, the average tuber yield was 20 tons/hectare and increased up to 34.3 tons/hectare 90 days after planting. At all harvest times, the harvested quantity was divided into different grading sizes and the marketable yield was calculated. The nitrate content of the tubers was analyzed, too. For the statistical analysis, the "Hohenheim-Gülzower-Method" was used, which substitutes missing data with adjusted numbers.

The second part of the project was the storage of 14 varieties from the seven locations at the Potato Research Station in Dethlingen, Germany. The tubers were stored in closed pallet boxes at 4 °C and a letter box system was used for practice-oriented ventilation. The samples were unloaded after three and six months of storage at the beginning of January and April. The assessment of the tubers before storage and after unloading included weight loss, sprouting, dry and soft rot as well as the infestation with silver scurf (*Helminthosporium solani*) and black dot (*Colletotrichum coccodes*). The storage trials showed different results for each variety but also impacts of the growing season and the growing location.

Inhaltsverzeichnis

1.	Einführung.....	1
1.1	Gegenstand des Vorhabens.....	1
1.2	Ziele und Aufgabenstellung des Projekts.....	1
1.3	Planung und Ablauf des Projektes.....	2
2.	Wissenschaftlicher und technischer Stand des Wissens	4
3.	Material und Methoden.....	5
3.1	Standorte und Sortimente.....	5
3.2	Versuchsplan und -durchführung.....	10
3.2.1	Versuchsplan	10
3.2.2	Versuchsdurchführung	13
4.	Ausführliche Darstellung der wichtigsten Ergebnisse	25
4.1	Ergebnisse der Pflanzgutbonituren.....	25
4.2	Ergebnisse der Wachstumsbonituren	26
4.3	Ergebnisse der Erträge und Qualitäten.....	30
4.3.1	Knollenertrag.....	30
4.3.2	Größenverteilung	37
4.3.3	Marktwareertrag.....	39
4.3.4	Erträge der Reifegruppen.....	44
4.3.5	Bonituren am Erntegut der Zeiternten und der Endernte	46
4.3.6	Zusätzliche Bonituren am Erntegut der Endernte	50
4.4	Ergebnisse der Lagerbonituren	57
4.4.1	Lagerungsklima.....	57
4.4.2	Lagerungsverluste.....	60
4.4.3	Knollenqualität.....	69
5.	Diskussion der Ergebnisse	75
6.	Angaben zum voraussichtlichen Nutzen und zur Verwertbarkeit der Ergebnisse.....	93
7.	Gegenüberstellung der ursprünglich geplanten zu den tatsächlich erreichten Zielen; Hinweise auf weiterführende Fragestellungen	94
8.	Zusammenfassung.....	95
9.	Literaturverzeichnis	97
10.	Veröffentlichungen	98
11.	Anhang.....	102

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Übersicht der Versuchsstandorte	8
Abbildung 2:	Auspflanzung Zeiternten	11
Abbildung 3:	Vorgekeimtes Pflanzgut	14
Abbildung 4:	Versuchsanlage, Feldaufgang.....	15
Abbildung 5:	Versuchsanlage nach den Zeiternten.....	16
Abbildung 6:	Musterlageplan je Parzelle (Basis 2009)	16
Abbildung 7:	Durchführung der Zeiternte: Lockern der Knollen per Hand	18
Abbildung 8:	Durchführung der Zeiternte: Aufsammeln der Knollen	18
Abbildung 9:	Durchführung der Zeiternte mit dem Schwingsiebroder.....	18
Abbildung 10:	Lagenweise Anordnung der Lagerungsproben zwischen Füllkartoffeln in einer Großkiste.....	21
Abbildung 11:	Aufstellung von zwangsbelüfteten Großkisten mit Lagerproben vor einer praxisüblichen Belüftungswand im Lager der Versuchsstation Dethlingen.....	21
Abbildung 12:	Auswertung von Lagerproben in der Versuchsstation Dethlingen.....	23
Abbildung 13:	Rhizoctoniasklerotienbefall am Pflanzgut (2010 bis 2012).....	25
Abbildung 14:	Silberschorfbefall und sonstige Knollenschäden am Pflanzgut (2010 bis 2012)	26
Abbildung 15:	Fehlstellen durch Bearbeitung, Krankheiten und Kümmerlinge (%) ca. drei Wochen nach Aufgang (2010 bis 2012).....	27
Abbildung 16:	Mängel in der Jugendentwicklung und bei Reihenschluss (2010 bis 2012).....	27
Abbildung 17:	Pflanzen mit Wipfelrollern, Schwarzbeinigkeit, sonstigen schweren Virosen ab BBCH 50, Befall mit Alternaria ab BBCH 61 (2010 bis 2012).....	28
Abbildung 18:	Befall der Pflanzen mit Krautfäule an zwei Boniturterminen im Verlauf der Vegetation (1-9er Bonitur) (2010 bis 2012)	29
Abbildung 19:	Unterschiedlicher Krautfäulebefall.....	29
Abbildung 20:	Knollenerträge der drei Zeiternten und der Endernte (dt/ha) (2010 bis 2012).....	31
Abbildung 21:	Unterschiedlicher Knollenertrag zur zweiten Zeiternte.....	31
Abbildung 22:	Ertragsaufbau des Knollenertrages der Sorten in der sehr frühen Reifegruppe im Vergleich zum Durchschnitt der Reifegruppe (dt/ha)	32
Abbildung 23:	Ertragsaufbau des Knollenertrages der Sorten in der frühen Reifegruppe im Vergleich zum Durchschnitt der Reifegruppe (dt/ha)	33
Abbildung 24:	Ertragsaufbau des Knollenertrages der Sorten in der mittelfrühen Reifegruppe im Vergleich zum Durchschnitt der Reifegruppe (dt/ha)	33
Abbildung 25:	Knollenerträge relativ (%) der 18 Sorten (Bezugsbasis: Mittelwert Agila und Ditta) (2010 bis 2012)	34
Abbildung 26:	1. Zeiternte: Schätzwerte für Knollenerträge und 90%- Vertrauensintervalle für paarweise Vergleiche der Knollenerträge nach Hohenheim-Gülzower Serienauswertung (2009 bis 2012).....	35
Abbildung 27:	2. Zeiternte: Schätzwerte für Knollenerträge und 90%- Vertrauensintervalle für paarweise Vergleiche der Knollenerträge nach Hohenheim-Gülzower Serienauswertung (2009 bis 2012).....	35

Abbildung 28:	3. Zeiternte: Schätzwerte für Knollenerträge und 90%-Vertrauensintervalle für paarweise Vergleiche der Knollenerträge nach Hohenheim-Gülzower Serienauswertung (2009 bis 2012)	36
Abbildung 29:	Endernte: Schätzwerte für Knollenerträge und 90%-Vertrauensintervalle für paarweise Vergleiche der Knollenerträge nach Hohenheim-Gülzower Serienauswertung (2009 bis 2012)	37
Abbildung 30:	Anteil Knollen (%) mit einer Größe von < 35 mm aus dem Erntegut (2010 bis 2012)	38
Abbildung 31:	Anteil Knollen (%) mit einer Größe von > 60 mm aus dem Erntegut (2010 bis 2012)	38
Abbildung 32:	Unterschiedlicher Knollengröße zur zweiten Zeiternte.....	39
Abbildung 33:	Marktwareanteil (%) am Erntegut (2010 bis 2012).....	40
Abbildung 34:	Marktwareertrag (dt/ha) der 1. Zeiternte (2009 bis 2012) (nicht gleiche Buchstaben kennzeichnen signifikante Mittelwertdifferenzen, Tukey-Test $\alpha=0,05$).....	40
Abbildung 35:	Marktwareerträge (dt/ha) der drei Zeiternten und der Endernte (2010 bis 2012)	41
Abbildung 36:	Marktwareertrag (dt/ha) und Tage bis zum Aufgang bei den Sorten Sissi und Allians an den verschiedenen Standorten des Projektes (2010 bis 2012)	42
Abbildung 37:	Schätzwerte für Knollenertrag (dt/ha) und 90%-Vertrauensintervalle für paarweise Vergleiche der Knollenerträge der Reifegruppen in den drei Zeiternten nach Hohenheim-Gülzower Serienauswertung (2009 bis 2012) (in Klammern: Anzahl der geprüften Sorten je Reifegruppe)	45
Abbildung 38:	Schätzwerte für Marktwareanteil (%) und 90%-Vertrauensintervalle für paarweise Vergleiche der Marktwareanteile der Reifegruppen in den drei Zeiternten nach Hohenheim-Gülzower Serienauswertung (2009 bis 2012) (in Klammern: Anzahl der geprüften Sorten je Reifegruppe)	45
Abbildung 39:	Rhizoctoniasklerotienbefall des Erntegutes (Befallsstärke, %) (2010 bis 2012)	46
Abbildung 40:	Zusammenhang zwischen dem Rhizoctoniasklerotienbefall am Pflanzgut und der Befallsstärke zu den Zeiternten und zur Endernte sowie zum Anteil deformierter Knollen zur Endernte (2010 bis 2012).....	47
Abbildung 41:	Anteil Knollen am Erntegut mit Dry-Core-Symptomen (Befallshäufigkeit, %) (2010 bis 2012)	48
Abbildung 42:	Drahtwurmbefall an Knollen des Erntegutes (Befallshäufigkeit, %) (2010 bis 2012)	49
Abbildung 43:	Zusammenhang zwischen dem Stärkegehalt der Sorten und dem Drahtwurmbefall an den Knollen im Erntegut der Endernte (2010 bis 2012).....	49
Abbildung 44:	Stärkegehalt (%) in den Knollen zur Endernte (2010 bis 2012)	50
Abbildung 45:	Median, Quartile sowie Min- und Max-Werte der Nitratgehalte (ppm) der 18 Sorten im Erntegut der Endernte (2010 bis 2012)	51
Abbildung 46:	Median, Quartile sowie Min- und Max-Werte der Nitratgehalte (ppm) der sieben Standorte im Erntegut der Endernte (2010 bis 2012).....	52
Abbildung 47:	Schorfbefall auf den Knollen des Erntegutes zur Endernte (2010 bis 2012).....	52
Abbildung 48:	Rhizoctoniasklerotienbefall (Befallsstärke, %) sowie deformierte Knollen (Befallshäufigkeit, %) am Erntegut zur Endernte (2010 bis 2012).....	53

Abbildung 49:	Knollen mit Zwiewuchs im Erntegut zur Endernte (Befallshäufigkeit, %) (2010 bis 2012).....	54
Abbildung 50:	Grüne Knollen im Erntegut zur Endernte (Befallshäufigkeit, %) (2010 bis 2012).....	54
Abbildung 51:	Losschalige Knollen im Erntegut zur Endernte (Befallshäufigkeit, %) (2010 bis 2012).....	55
Abbildung 52:	Braun-, Nass- und Trockenfäule an Knollen im Erntegut der Endernte (Befallshäufigkeit, %) (2010 bis 2012).....	56
Abbildung 53:	Eisenfleckigkeit an Knollen im Erntegut der Endernte (Befallshäufigkeit, %) (2010 bis 2012).....	56
Abbildung 54:	Schematische Abfolge der Lagerungsphasen und des Temperaturverlaufs bei der Kartoffellagerung (PETERS, 2012).....	58
Abbildung 55:	Temperaturverlauf für Außenluft und Lagerkartoffeln während der Saison 2012-2013 am Standort Dethlingen.....	58
Abbildung 56:	Höhe der Gewichtsverluste zur Zwischen- (T1) und Endauslagerung (T2) im Mittel der sieben Standorte und der Jahre 2010 bis 2012.....	61
Abbildung 57:	Median, Quartile sowie Min- und Max-Werte der Gewichtsverluste der 14 Sorten aus drei Reifegruppen zum Endauslagerungstermin im Mittel der Jahre 2010 bis 2012.....	61
Abbildung 58:	Rangfolge der Sorten aufgrund ihrer Gewichtsverluste zum Endauslagerungstermin in den Jahren 2010 bis 2012.....	62
Abbildung 59:	Median, Quartile sowie Min- und Max-Werte der Gewichtsverluste an den sieben Standorte zum Endauslagerungstermin im Mittel der Jahre 2010 bis 2012.....	63
Abbildung 60:	Entwicklung des Keimgewichts der 14 Sorten aus drei Reifegruppen zum Zeitpunkt der Zwischen- (T1) und Endauslagerung (T2) im Mittel der sieben Standorte und der Jahre 2010 bis 2012.....	64
Abbildung 61:	Median, Quartile sowie Min- und Max-Werte Keimgewichts der 14 Sorten aus drei Reifegruppen zum Endauslagerungstermin im Mittel der Jahre 2010 bis 2012.....	65
Abbildung 62:	Intensität der Keimung in den Proben der Sorten Belana von den sieben Standorten in den Jahren 2010 bis 2012 zum Zeitpunkt der jeweiligen Endauslagerung.....	65
Abbildung 63:	Median, Quartile sowie Min- und Max-Werte der Keimung der sieben Standorte zum Endauslagerungstermin im Mittel der Jahre 2010 bis 2012.....	66
Abbildung 64:	Median, Quartile sowie Min- und Max-Werte des Trockenfäulebefalls der sieben Standorte zum Endauslagerungstermin im Mittel der Jahre 2010 bis 2012.....	67
Abbildung 65:	Median, Quartile sowie Min- und Max-Werte des Trockenfäulebefalls der 14 Sorten aus drei Reifegruppen zum Endauslagerungstermin im Mittel der Jahre 2010 bis 2012.....	67
Abbildung 66:	Median, Quartile sowie Min- und Max-Werte des Nassfäulebefalls der 14 Sorten aus drei Reifegruppen zum Endauslagerungstermin im Mittel der Jahre 2010 bis 2012.....	68
Abbildung 67:	Median, Quartile sowie Min- und Max-Werte des Nassfäulebefalls der sieben Standorte zum Endauslagerungstermin im Mittel der Jahre 2010 bis 2012.....	69
Abbildung 68:	Knolle mit Befall von Helminthosporium (Silberschorf) und Colletotrichum auf der Schalenoberfläche.....	70

Abbildung 69:	Entwicklung des Silberschorfbefalls zum Zeitpunkt der Ein- (T0), Zwischenaus- (T1) und Endauslagerung (T2) im Mittel der sieben Standorte und der Jahre 2010 bis 2012	71
Abbildung 70:	Median, Quartile sowie Min- und Max-Werte des Befalls der Knollenoberfläche mit Silberschorf der 14 Sorten aus drei Reifegruppen zum Endauslagerungstermin im Mittel der Jahre 2010 bis 2012	71
Abbildung 71:	Median, Quartile sowie Min- und Max-Werte der Silberschorfbefallsstärke auf der Knollenoberfläche für die sieben Standorte zum Endauslagerungstermin im Mittel der Jahre 2010 bis 2012.....	72
Abbildung 72:	Entwicklung des Knollenbefalls mit Colletotrichum zum Zeitpunkt der Ein- (T0), Zwischenaus- (T1) und Endauslagerung (T2) im Mittel der sieben Standorte und der Jahre 2010 bis 2012	73
Abbildung 73:	Median, Quartile sowie Min- und Max-Werte der Colletotrichum- Befallsstärke auf der Knollenoberfläche der 14 Sorten aus drei Reifegruppen zum Endauslagerungstermin im Mittel der Jahre 2010 bis 2012	73
Abbildung 74:	Median, Quartile sowie Min- und Max-Werte der Colletotrichum- Befallsstärke auf der Knollenoberfläche der sieben Standorte zum Endauslagerungstermin im Mittel der Jahre 2010 bis 2012	74

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Standortdaten	6
Tabelle 2:	Sorteneigenschaften	9
Tabelle 3:	Ausgangsmaterial für die Lagerung in den Jahren 2009 bis 2012	20
Tabelle 4:	Ein- und Auslagerungstermine in den Anbaujahren 2009-2012.....	22
Tabelle 5:	Beziehung zwischen „Tage Pflanzung bis Aufgang“ je Sorte und dem Marktwareertrag (dt/ha) je Sorte (2009 bis 2012)	42
Tabelle 6:	Stabilität (Ökovalenz) im Merkmal Knollenertrag (aufsteigend sortiert).....	43
Tabelle 7:	Stabilität (Ökovalenz) im Merkmal Marktwareanteil (aufsteigend sortiert).....	44
Tabelle 8:	Einflussfaktoren auf die Belüftung während der vier Lagerperioden am Standort Dethlingen.....	59
Tabelle 9:	Übersicht der Wachstumsbonituren	80
Tabelle 10:	Übersicht der Erträge der Zeiternten	81
Tabelle 11:	Übersicht der Bonituren der Zeiternten.....	82
Tabelle 12:	Übersicht der Bonituren der Endernte I	83
Tabelle 13:	Übersicht der Bonituren der Endernte II	84
Tabelle 14:	Charakterisierung der Lagereignung von 14 Sorten aus drei Reifegruppen auf der Basis von Daten aus drei Jahren und sieben Standorten	89

Verzeichnis der Anhangstabellen

Tabelle A1:	Knollenertrag (dt/ha) der 1. Zeiternte.....	103
Tabelle A2:	Knollenertrag (dt/ha) der 2. Zeiternte.....	104
Tabelle A3:	Knollenertrag (dt/ha) der 3. Zeiternte.....	105
Tabelle A4:	Knollenertrag (dt/ha) der Endernte	106
Tabelle A5:	Statistische Auswertung von RG*ZE des Knollenertrages (dt/ha) und des Marktwareanteils (%) der Reifegruppen (2009 bis 2012)	107
Tabelle A6:	Statistische Auswertung von S*RG*ZE des Knollenertrages (dt/ha) und des Marktwareanteils (%) der Sorten (2009 bis 2012)	108
Tabelle A7:	Gewichtsverluste (%) der 14 Sorten zum Endauslagerungstermin	109
Tabelle A8:	Keimgewichte (%) der 14 Sorten zum Endauslagerungstermin	110
Tabelle A9:	Trockenfäule (Gewichts-%) der 14 Sorten zum Endauslagerungstermin	111
Tabelle A10:	Nassfäule (Gewichts-%) der 14 Sorten zum Endauslagerungstermin.....	112
Tabelle A11:	Befallsstärke der 14 Sorten mit Helminthosporium solani zum Endauslagerungstermin	113
Tabelle A12:	Befallsstärke der 14 Sorten mit Colletotrichum coccodes solani zum Endauslagerungstermin	114

Abkürzungsverzeichnis

ABG	Anbaugebiet
AK	Arbeitskreis
BSA	Bundessortenamt
BSL	Beschreibende Sortenliste
BW	Baden-Württemberg
EE	Endernte
EPPO	European and Mediterranean Plant Protection Organisation
fr	früh
HE	Hessen
LSV	Landessortenversuche
LWKN	Landwirtschaftskammer Niedersachsen
Max	Maximum
mfr	mittelfrüh
Min	Minimum
msp	mittelspät
MV	Mecklenburg-Vorpommern
N	Stickstoff
Nmin	Pflanzenverfügbare Menge an Nitrat- und Ammoniumstickstoff
n	Anzahl
NI OS	Niedersachsen, Osnabrück
NI SCHM	Niedersachsen, Schmöllau
Nmin	Pflanzenverfügbare Menge an Nitrat- und Ammoniumstickstoff
NRW	Nordrhein-Westfalen
PAG	Projekt begleitende Arbeitsgruppe
PIAF	Planung, Information, Auswertung, Feldversuchswesen
PZ	Merkmal / Parzelle ermittelt
RG	Reifegruppe
RL BSA	Richtlinien für die Durchführung von landwirtschaftlichen Wertprüfungen und Sortenversuchen des Bundessortenamtes
SE	Standardfehler
sfr	sehr früh
SH	Schleswig-Holstein
sp	spät
V	Merkmal / Variante ermittelt
VLK	Verband der Landwirtschaftskammern
VSD	Versuchsstation Dethlingen
ZE 1	Zeiternte 70 Tage nach Pflanzung
ZE 2	Zeiternte 80 Tage nach Pflanzung
ZE 3	Zeiternte 90 Tage nach Pflanzung
ZE 4	Zeiternte 100 Tage nach Pflanzung

1. Einführung

1.1 Gegenstand des Vorhabens

Die Rahmenbedingungen des ökologischen Kartoffelanbaus unterscheiden sich erheblich von denen des konventionellen. So muss auf viele im konventionellen Anbau wesentliche und standardmäßig einsetzbare Produktionsmittel ganz oder zumindest zum Teil verzichtet werden. Chemisch-synthetische Pflanzenschutzmittel sind gänzlich von der Anwendung ausgeschlossen und der Einsatz von Düngemitteln unterliegt erheblichen Restriktionen. Die Kartoffel stellt unter den landwirtschaftlichen Kulturen im Ökologischen Landbau die mit Abstand deckungsbeitragsstärkste Kultur dar.

In der Regel wirkt der Infektionsdruck durch Phytophthora infestans ertragsbegrenzend und kann auch durch die im ökologischen Kartoffelbau aktuell noch zulässigen Kupferpräparate nur begrenzt aufgehalten werden. Durch das Vorkeimen des Pflanzgutes lässt sich zwar wertvolle Vegetationszeit zusätzlich gewinnen, das sehr aufwändige Verfahren ist allerdings in der Praxis noch längst keine Standardmaßnahme.

Zur Anfälligkeit gegenüber Rhizoctonia liefert die „Beschreibende Sortenliste“ nach wie vor keine ausreichenden Informationen für die Sortenwahl. Organische Düngung und fehlende Beizmöglichkeiten fördern den Befall mit verschiedenen Krankheiten und Schädlingen (u. a. Rhizoctonia, Helminthosporium (Silberschorf), Erwinia, Drahtwurmfraß), senken den Anteil marktfähiger Ware und beeinträchtigen dadurch die Vermarktbarkeit. Aus diesem Grund sind Bio-Kartoffelerzeuger an zusätzlichen Informationen außerordentlich interessiert. Befallsbonituren im wachsenden Bestand, wie sie bisher in der offiziellen Wertprüfung üblich sind, reichen nicht aus und sind um Knollenbonituren zu ergänzen.

Erhebliche Unterschiede zeigen sich auch in der N-Versorgung der Bestände. Auf mineralische N-Dünger müssen Biobetriebe gänzlich verzichten. Stattdessen setzen sie entweder eigene oder zugekaufte Wirtschaftsdünger oder aber ebenfalls zulässige, aber kostspielige organische Handelsdünger ein. Damit sind dem Stickstoffeinsatz vergleichsweise enge Grenzen gesetzt. In der Praxis wird auch schon mal von „Verwaltung des Mangels“ gesprochen. Aus Versuchen ist bekannt, dass die Zufuhr erheblicher Mengen organischer Substanz, gepaart mit einem vergleichsweise niedrigen N-Angebot, zu erhöhtem Rhizoctoniadruck führen kann. Bonituren am Erntegut könnten wertvolle zusätzliche Sorteninformationen liefern.

Wegen der erheblichen Unterschiede in der Düngung fordert die Praxis für den Bioanbau anspruchslöse Sorten, die vor allem mit weniger N im Boden auskommen können, ohne dass Ertrag und Qualität leiden. Die standardisierte Wertprüfung des BSA vermag zurzeit den Ansprüchen ökologisch wirtschaftender Betriebe nicht zu genügen. Dieses Defizit zu beheben, war das Ziel des geplanten Vorhabens.

Für eine optimale Umsetzung dieser Ergebnisse in der gesamten Wertschöpfungskette des ökologischen Speisekartoffelanbaus ist es jedoch notwendig, auch die Lagereignung der Sorten zu erfassen. Erst eine abgesicherte Bewertung beider Bereiche bietet die Möglichkeit zur Auswahl von Sorten, die sowohl dem Anforderungsprofil des ökologischen Anbaus (Umweltstabilität, Resistenzen gegen Schaderreger, frühe Ertragsbildung) als auch einer verlustarmen und qualitätserhaltenden Lagerung ohne chemische Keimhemmungsmittel gerecht werden.

1.2 Ziele und Aufgabenstellung des Projekts

Zweck dieses Vorhabens war es, Sortenunterschiede, die für die Ertrags- und Qualitätsbildung und damit die Sortenwahl unter ökologischen Anbaubedingungen besonders wichtig sind, herauszuarbeiten, für die ökologische Anbau- und Beratungspraxis entsprechend aufzuarbeiten und zu veröffentlichen. Die Umsetzung erfolgte als

überregionaler Ansatz mit weitgehend einheitlichem Sortiment, zusätzlichen Bonituren und bundesweiter Verrechnung.

Dazu wurden für den Anbauerfolg wesentliche Sorteneigenschaften, wie Zeitpunkt und Ertragsentwicklung des Knollenansatzes, Beeinträchtigungen der Qualität des Erntegutes zusätzlich zur amtlichen Wertprüfung ermittelt. Die Kenntnis der erhobenen Kriterien ist für Sortenwahl und damit Anbauerfolg ökologisch wirtschaftender Betriebe von außerordentlicher Bedeutung, da von ihr die Wirtschaftlichkeit maßgeblich beeinflusst wird. Derartige Informationen standen Beratern und Betriebsleitern bisher nicht zur Verfügung.

Die erarbeiteten Resultate stellen eine von Praxis und Beratung seit langem geforderte wesentliche Ergänzung zu den Aussagen der „Beschreibenden Sortenliste“ des Bundessortenamtes (BSA) dar.

Ziele des Vorhabens waren:

- Entwicklung, Umsetzung und Implementierung zusätzlicher Bonituren von Merkmalen in Öko-LSV und dem Datenbankprogramm PIAF
- Bewertung der sortenspezifischen Pflanzengesundheit
- Identifizierung sortenspezifischer Unterschiede im Bestands- und Ertragsaufbau
- Erweiterung der Ertragsermittlung um sortenspezifische Lagerverluste
- Schaffung von Voraussetzungen für eine länderübergreifende Verrechnung auf Anbaugebietsebene
- Nutzung der Resultate des ÖKO-LSV als Zusatzinformation zur Beschreibenden Sortenliste (BSL)

1.3 Planung und Ablauf des Projektes

Seit Jahren werden, koordiniert über den AK Ökologischer Landbau beim Verband der Landwirtschaftskammern (VLK), bundesweit Landessortenversuche auf ökologisch bewirtschafteten Flächen durchgeführt. Allein auf zehn Standorten wurden zu Beginn des Vorhabens Kartoffelsorten unter den Bedingungen des Ökologischen Landbaus geprüft. Daran wurde mit diesem Forschungsvorhaben angeknüpft.

Untersuchungsschwerpunkte:

1. Pflanzenbonituren
2. Zeiternten zur Ermittlung des sortenspezifischen Ertragsaufbaus
3. Ertragsermittlung
4. Knollenbonituren zur Feststellung die Qualität beeinflussender Pathogene
5. Knollenbonituren beim Auslagern zur Feststellung der Lagereignung

Die Festlegung des standardisierten Sortiments erfolgte so weit wie möglich gemeinschaftlich im Rahmen eines jährlich im ersten Quartal stattfindenden Treffens aller Projektbeteiligten. Ergänzungen um weitere Sorten waren innerhalb einzelner Anbaugebiete möglich. Bei diesem Treffen wurden auch alle weiteren für eine erfolgreiche Versuchsdurchführung wichtigen Fragen zentral geklärt. Dazu gab es auch bereits langjährige Erfahrung. Flächen, auf denen die Versuche angelegt wurden, mussten den Status anerkannter Flächen (A-Status) besitzen. Standorte mit Beregnungsmöglichkeit waren, soweit es möglich war, zu bevorzugen.

Die Pflanzgutbestellung sollte zunächst in der bisher praktizierten, bewährten Weise dezentral erfolgen, erfolgte dann aber doch zentral bei den Zuchtunternehmen. Vorkeimung, Auswahl des Pflanztermins sowie notwendige Pflegemaßnahmen und die Ernte lag in der Verantwortung der Versuchsbetreuer des jeweiligen Standortes. Für die drei Reifegruppen (früh, mittelfrüh, mittelspät) waren zunächst jeweils vier Zeiternten vorgesehen, die aber ab der Vegetationsperiode 2010 auf drei reduziert wurden. Mit dieser Veränderung wurde gleichzeitig die Zahl der Stauden/Zeiternteparzelle von 12 auf 16 hochgesetzt.

Die Anlage des Versuchs erfolgte mit vierfacher Wiederholung als randomisierte Anlage. Datentransport und Verrechnung wurden entsprechend den Gepflogenheiten bei den Landessortenversuchen (LSV) durchgeführt und im PIAF-Format verrechnet. Bei PIAF (**P**lanung, **I**nformation, **A**uswertung, **F**eldversuchswesen, Fa. Proplant Münster) handelt es sich um eine Spezialsoftware zur Standardverrechnung und -auswertung von Sortenversuchen. Auf deren Basis werden von allen Länderdienststellen die Daten verarbeitet. Auch das BSA bedient sich dieser Software. Die Entwicklung von PIAF wurde im Rahmen einer Bund-Länder-Vereinbarung finanziell gefördert.

Zur Ermittlung der Lagereigenschaften wurden die Knollenproben von 13 bzw. 14 Lagersorten aus der Ertragernte von allen sieben Standorte zentral im Versuchslager der Versuchsstation Dethlingen eingelagert und an zwei Terminen jeweils Anfang Januar und Anfang April nach mehrmonatiger Lagerung wieder ausgelagert und abschließend bonitiert.

2. Wissenschaftlicher und technischer Stand des Wissens

Die Sorteneigenschaften werden in Deutschland vom Bundessortenamt im Rahmen von Wertprüfungen amtlich festgestellt und über die bereits erwähnte „Beschreibende Sortenliste“ veröffentlicht. Die praktische Durchführung geschieht hauptsächlich durch Landwirtschaftskammern und Landesanstalten. Bisher erfolgen die Versuchsanstellungen zur Wertprüfung ausnahmslos auf konventionell bewirtschafteten Flächen, das heißt unter Verwendung chemisch-synthetischer Pflanzenschutzmittel und mineralischer N-Dünger. Dies gilt selbstverständlich auch für die Kartoffelprüfungen. Da sich die Anbaubedingungen im konventionellen und Ökologischen Landbau, wie bereits beschrieben, erheblich unterscheiden, lassen sich die Angaben, wie sie in der „Beschreibenden Sortenliste“ zu finden sind, nicht ohne weiteres auf die Bedingungen in Biobetrieben übertragen. Fundierte Aussagen zu Sorteneigenschaften basierend auf speziell im ökologischen Anbau gewonnenen Daten werden seit Jahren gefordert, stehen aber nach wie vor nicht zur Verfügung.

So beklagt HUSS (2006), dass viele der im Biolandbau verwendeten Sorten überhaupt nicht in der „Beschreibenden Sortenliste“ Berücksichtigung finden. Seine Aussage bezog sich auf Österreich, ist aber auch auf Deutschland übertragbar. Diese Aussage wird von HEIN (2006) geteilt, der sich ebenfalls Informationen über Sorten, die über das Spektrum der „Beschreibenden Sortenlisten“ hinausgehen, aus Exaktversuchen mit Kartoffeln wünscht. Immer wieder wird in Diskussionen mit Anbauern wie Vermarktern die Notwendigkeit gesunder Sorten für die Vermarktung betont. OBERFORSTER (2006) berichtet auf der gleichen Tagung, dass es in Österreich bereits separate Öko-Zulassungsprüfungen für Winterweizen und Sommergerste gibt. Bei der Kartoffel und auch weiteren Pflanzenarten erfolgt eine ergänzende Prüfung auf zwei Biostandorten. Das konventionelle und ökologische Sortiment waren in der Zusammensetzung identisch. Dabei zeigte sich, dass die sortenspezifischen Beziehungen zum Ertrag ein geringeres Bestimmtheitsmaß aufwiesen als beim Kochtyp oder der Neigung zum Verfärben.

Im Rahmen eines Workshops, gefördert aus Mitteln des BÖL (03OE010), wurde 2003 im Bundessortenamt erstmals über separate „Wertprüfungen für den Ökologischen Landbau“ diskutiert. Daraus entwickelte sich das vom Bundessortenamt (2008) in den Jahren 2004 bis 2007 durchgeführte BÖL-Forschungsvorhaben (03OE671), an dem sich bereits fast alle der oben genannten Projektbeteiligten im Rahmen der praktischen Versuchsdurchführung beteiligten. Die Kartoffel war eine der drei in diesem Vorhaben geprüften Arten. Trotz der nur zwei Vegetationsperioden zeichneten sich bereits merkliche Unterschiede in der Sortenbewertung zwischen den beiden sehr differenten Landbauformen ab. Auf Anregung von Seiten der Versuchsansteller wurde das Untersuchungsprogramm bereits 2005 um zwei Zeiternten und die Bonitur von Knollenkrankheiten erweitert. Daran soll mit diesem Vorhaben angeknüpft werden. Mit insgesamt sechs Standorten vergrößerte sich die Zahl der Versuche gegenüber dem BSA-Vorhaben um 50 %. Mit dem Versuch in Baden-Württemberg befand sich erstmals auch ein Standort in Süddeutschland. Die Verrechnung erfolgte zentral.

Die Literaturrecherche hatte ergeben, dass es ähnliche Ansätze so noch nicht gab, was bei der zitierten Tagung in Österreich sogar ausdrücklich beklagt wurde.

3. Material und Methoden

3.1 Standorte und Sortimente

An der Durchführung des Versuchs waren deutschlandweit sechs Versuchseinrichtungen beteiligt (siehe Überblick Seite II). Die Projektbeteiligten sind mit dem Arbeitskreis „Ökologischer Landbau“ des Verbandes der Landwirtschaftskammern (VLK) und dessen AG Ökokartoffeln eng verbunden und arbeiten in diesem Zusammenhang bereits seit vielen Jahren intensiv zusammen. In die Projekt begleitende Arbeitsgruppe war neben der Universität Kassel mit ihrem eigenständigen Projektteil (2009 bis 2011) auch das Bundessortenamt eingebunden.

Die Sortenversuche wurden auf insgesamt sieben Prüfstandorten angelegt. Aus Kosten- und Arbeitskapazitätsgründen ließen sich leider nicht mehr als zunächst 17, ab 2010 dann 18 Sorten berücksichtigen.

Eine detaillierte Beschreibung der Versuchsstandorte mit Bodenart, Ackerzahl, Höhenlage (m), Temperatur (langjähriges Mittel) und Niederschlag (langjähriges Mittel) sowie der Vorbewirtschaftung, Nmin-Vorrat im Boden, Gehalt an Grundnährstoffen und pH-Wert im Boden, Aussaat- und Erntetermine ist Tabelle 1 zu entnehmen.

Einen Überblick über die Lage der Versuchsstandorte gibt Abbildung 1.

Öko-Anbaugebiete

Von außerordentlicher Bedeutung für das Vorhaben war die länderübergreifende Bildung spezieller, kulturartenspezifischer Öko-Anbaugebiete (ABG) für die Kartoffel. Gebildet wurden sie auf der Basis mehrerer Bodenklimaräume, d.h. Regionen mit ähnlichen Standortbedingungen.

Tabelle 1: Standortdaten

Standort	Donaueschingen (BW)				Hofgeismar (HE)				Gülzow (MV)			
	2009	2010	2011	2012	2009	2010	2011	2012	2009	2010	2011	2012
Jahr												
Bodenart	sandiger Lehm	schluffiger Lehm	toniger Lehm	toniger Lehm	Lehm	schluffiger Lehm	schluffiger Lehm	schluffiger Lehm	anlehmiger Sand	anlehmiger Sand	anlehmiger Sand	anlehmiger Sand
Ackerzahl	40	44	44	44	70	70	70	70	35	35	33	33
Vorfrucht	Kleegras	Kleegras	Kleegras	Kleegras	Kleegras	Kleegras	Kleegras	Luzerne	Getreide-/Leg.-gemenge	Wintertriticale/Leg.-gemenge	Wintertriticale/Leg.-gemenge	Wintertriticale/Leg.-gemenge
Vorvorfrucht	Kleegras				Kleegras	Kleegras	Getreide	Luzerne	Getreide	Getreide	Getreide	Sommerweizen
Datum Nmin-Probenahme	20.05.09	27.05.10			20.05.09	23.04.10	02.05.11	07.05.12	03.06.09	10.06.10	10.3.11	23.05.12
Nmin (0-60 cm)	163	118	295	108	107	59**	85	105	43*	71	20	54
Bodenuntersuchung:												
- pH-Wert	5,3	6,7	5,5	7,1	6,5	6,8	6,3	6,9	6,6	6,0	5,9	5,8
- P (mg/100 g Boden)		13,5	10,0	53,0	5,2	9,1	6,5	4,4	6,6	10,0	7,0	8,0
- K (mg/100 g Boden)		23,2	31,0	29,0	2,5	7,4	7,0	6,6	16,0	16,0	10,0	5,0
- Mg (mg/100 g Boden)	10,0	13,0	13,0	9,0	9,0	4,0	4,0	4,0	12,0	10,0	9,0	8,0
org. Düngung	Gülle	Stallmist	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Beregnung	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Pflanztermin	21.04.09	27.04.10	21.04.11	03.05.12	26.04.09	22.04.10	15.04.11	21.04.12	28.04.09	28.04.10	28.04.11	25.04.12
Erntetermin	11.08.09	20.09.10	30.09.11	11.09.12	12.08.09	14.10.10	23.09.11	22.10.12	26.08.09	06.09.10	22.08.11	03.09.12

*: Nmin 0-30 cm

** : Nmin 0-90 cm

Standort	Osnabrück (NI)				Schmölau (NI)				Münster (NRW)				Lindhöft (SH)				
Jahr	2009	2010	2011	2012	2009	2010	2011	2012	2009	2010	2011	2012	2009	2010	2011	2012	
Bodenart	schluffiger Lehm	lehmgiger Sand	lehmgiger Sand	lehmgiger Sand	Sand	Sand	Sand	Sand	Sand	Sand	Sand	lehmgiger Sand	lehmgiger Sand	ausgefallen	sandiger Lehm	sandiger Lehm	
Ackerzahl	38	36	38	38	25	25	25	27	29	27	27	28	50		50	50	50
Vorfrucht	mehrere	Getreide	Klee gras	Klee gras	Klee gras	Klee gras	Klee gras	Klee gras	Winterroggen	Hafer	Wintertriticale	Winterroggen	Ölrettich		Klee gras	Klee gras	
Vorvorfrucht		Getreide -/Leg.-gem.	Klee gras	Klee gras	Winterroggen	Sommerweizen	Sommergerste	Hafer	Sommerweizen	Winterroggen	Silomais	Dinkel	Klee gras		Dinkel	Hafer	
Datum Nmin-Probenahme	26.05.09	04.05.10	19.05.11	04.05.12	10.06.09	18.05.10	03.05.11	09.05.12	13.05.09	25.05.10	25.05.10		04.06.09				
Nmin (0-60 cm)	188**	29	48	94	95	94	84	73	111	181	125	213	136			147	126
Bodenuntersuchung:																	
- pH-Wert	5,2	5,2	5,2	6,1	4,9	5,5	5,8	5,1	5,4	5,9	6	5,2	6,6			6,8	6,7
- P (mg/100 g Boden)	8,5	4,5	8,9	15,0	4,0	5,0	5,0	4,0	19,0	10,5	7,0	10,9	7,9			13,0	15,0
- K (mg/100 g Boden)	6,1	7,4	9,6	9,0	9,0	9,0	7,0	5,0	9,0	15,0	13,3	13,3	14,1			11,0	17,0
- Mg (mg/100 g Boden)	4,2	4,2	3,2	4,0	2,0	3,0	2,0	2,0	3,0	5,0	3,6	5,0	13,1		11,0	11,0	
org. Düngung	-	-	-	-	Stallmist	Jauche, Stallmist	Stallmist	Stallmist	-	-	-	-	-		-	-	
Berechnung	-	-	-	-	ja	ja	ja	ja	-	-	-	-	-		-	-	
Pflanztermin	16.04.09	28.04.10	19.04.11	16.04.12	16.04.09	15.04.10	19.04.11	17.04.12	09.04.09	16.04.10	15.04.11	20.04.12	28.04.09		12.04.11	02.05.12	
Erntetermin	18.08.09	20.09.10	18.08.11	15.08.12	10.09.09	07.09.10	14.09.11	28.08.12	24.08.09	21.08.10	04.09.11	17.08.12	10.09.09		27.09.11	12.09.12	

*: Nmin 0-30 cm

** : Nmin 0-90 cm



Abbildung 1: Übersicht der Versuchsstandorte

Sortimente

In der nachfolgenden Tabelle 2 sind die Sorten mit ihren Einstufungen laut Bundessortenliste (BSL) bzw. bei fehlender Eintragung in die BSL mit den Beschreibungen von den Züchtern aufgeführt. Eine ausführliche Beschreibung der Sorten erfolgt im Kapitel 5 ab Seite 79.

Es wurden vier Sorten der Reifegruppe sehr früh, 9 bzw. ab 2010 zehn Sorten der Reifegruppe früh, vier Sorten der Reifegruppe mittelfrüh und eine Sorte der Reifegruppe mittelspät untersucht. Die Sorte Annabelle, eigentlich in der frühen Reifegruppe eingestuft, wurde hier aufgrund ihrer sehr frühen Reife bei den sehr frühen Sorten aufgeführt. Davon waren elf bzw. ab 2010 zwölf Sorten festkochend, vier waren vorwiegend festkochend und zwei mehlig kochend.

Tabelle 2: Sorteneigenschaften

Nr.	Sortenbezeichnung	Nematodenresistenz Pathoty(en) (Resistenzgrad)	BSA-Nr.	Züchter/Vertreter	Zugelassen seit	Reife-gruppe	Koch-typ	Ertrag (i.d. Reifegruppe)	Stärkegehalt	Fleischfarbe	Knollenform	Schalenfarbe	Anfälligkeit für					Beschädigungs-empfindlichkeit	Keimfreiheit
													Virus BR	Virus Y	Krautfäule	Eisen-fleckigkeit	Schorf		
1	Annabelle	Ro 1-3		Weuthen	EU	sfr	f		n-m	tg	lg	g		m	m	m	m	m	h
2	Anuschka	Ro 1, 4		Europlant	EU	sfr	f		n-m	g	rd	g	g	g	m	m	g	m	m
3	Salome	Ro 1, 4	3369	Norika	2001	sfr	f	n-m	n-m	g	ov	g	3	1	6	3	4	4	2
4	Biogold	Ro 1		KWS	EU	sfr-fr	m		h	hg	ov	g		m	g	m	m	m	h
5	Agila	Ro 1, 4	3582	Norika	2006	fr	f	h-sh	n	hg	lgov	g	6	2	5	3	4	5	4
6	Belana	Ro 1, 4	3340	Europlant	2000	fr	f	m-h	n-m	g	ov	g	5	1	4	3	3	4	3
7	Princess	Ro 1		Saka	EU	fr	f		n	g	ov	g	h	g	g	g	g	g	m
8	Mirage	Ro 1, 4	3533	Saka	2005	fr	f	m-h	n	g	lgov	g	5	2	5	4	6	3	4
9	Elfe	Ro 1, 4	3456	Europlant	2003	fr	vf	h	n	g	ov	g	4	3	4	4	4	5	4
10	Primadonna	Ro 1-5	3659	Uniplanta Saat-zucht	2007	fr	vf	m-h	n	g	ov	g	6	3	6	4	3	5	4
11	Franciska	Ro 1, 4	3688	Saka	2008	fr	vf	h	n	g	ov	g	6	7	6	4	3	2	6
12	Miranda	Ro 1, 4		Saka	EU	fr	m		m	g	ov	g	m	h	m	m	m	m	m
13	Finessa	Ro 1, 4		Saka	EU	mfr	f		m	g	lgov	g	m	g	m	g	g	g	g
14	Ditta	Ro 1, 4	2821	Europlant	1991	mfr	f	m	n-m	g	lgov	g	7	7	5	4	4	4	3
15	Allians	Ro 1, 4		Europlant	EU	mfr	f		n-m	tg	lgov	g	g	h	m	g	h	m	m
16	Adelina	Ro 1, 4	3704	Europlant	2008	mfr	f	m-h	n	g	ov	g	6	1	4	4	5	5	2
17	Jelly	Ro 1, 3-5	3423	Europlant	2002	mfp	vf	sh	n-m	g	ov	g	6	2	4	3	3	4	3
18	Sissi	Ro 1-5	3642	Bavaria-Saat	2007	fr	f	m-h	n	tg	lgov	g	5	2	4	3	3	5	4

grau hinterlegt: laut BSA; weiß hinterlegt: laut Züchterangaben

Reifegruppe: sfr = sehr früh, fr = früh, mfr = mittelfrüh, msp = mittelspät

Kochtyp: f = festkochend, vf = vorwiegend festkochend, m = mehligkochend

Ertrag/Stärkegehalt: n = niedrig, m = mittel, h = hoch

Fleisch- und Schalenfarbe: tg = tiefgelb, g = gelb, hg = hellgelb

Knollenform: rd = rund, lg = lang, ov = oval, lgov = langoval

Anfälligkeit für ...: 1 = sehr gering bis 9 = sehr stark (bei Angaben laut BSA), bzw. g = gering, m = mittel, h = hoch (bei EU-Sorten)

Quelle: Saatguterzeugergemeinschaft Niedersachsen, 2012

3.2 Versuchsplan und -durchführung

Auf insgesamt sieben Standorten in sechs Bundesländern wurden von 2009 bis 2012 Sortenprüfungen mit identischen Sortimenten in Exaktversuchen auf langjährig ökologisch bewirtschafteten Praxisschlägen durchgeführt. Das Sortiment umfasste 17 Sorten 2009 und wurde ab 2010 ergänzt um die Sorte Sissi.

3.2.1 Versuchsplan

Teilprojekt Feldanbau

Der nachfolgend dargestellte Versuchsplan stellt die Endfassung aus dem Jahr 2012 dar. In den insgesamt drei Sitzungen der Projekt begleitenden Arbeitsgruppen (PAG, 24.02.2010, 07.02.2011, 08.02.2012 jeweils in Hannover) wurden einige Veränderungen beschlossen, die sich aus den Erkenntnissen des vergangenen Versuchsjahres ergeben hatten. Auf die vierte Zeiternte (100 Tage nach Pflanzung) wurde ab 2010 wegen ihrer geringen Ertragsunterschiede zur Endernte zugunsten vergrößerter Parzellen bei den Zeiternten 1 bis 3 verzichtet. Desgleichen gab es Konkretisierungen bei der Formulierung der neu geschaffenen Boniturmethode (Zweitwachstum, Rhizoctoniabonitur).

Die Versuchsplanung und -durchführung orientierte sich an den „Richtlinien für die Durchführung von landwirtschaftlichen Wertprüfungen und Sortenversuchen“ (BSA 2000), der Methodensammlung Kartoffeln der norddeutschen Landwirtschaftskammern und den EPPO- Richtlinien. Die erste Fassung des Planes wurde zur Auspflanzung 2009 erstellt und besaß für alle sieben Standorte Gültigkeit. Für alle Folgefassungen galt dies in gleicher Weise.

Versuchsanlage

Wiederholungen: 4 (je Wiederholung mindestens 50 Knollen bei der Endernte und 16 Knollen bei den Zeiternten)

Anlagemethode: einfaktorielle Blockanlage

Versuchsbeschreibende Daten:

Anbaubedingungen, Termine (Pflanzen, Beregnen, Ernten, usw.), Düngung, Pflanzenschutz und Pflegemaßnahmen, dazu Textbericht vollständig ausfüllen.

Bodenproben:

Grundnährstoffuntersuchung (pH, P, K, Mg) vor Vegetationsbeginn (März)

N-min Probe 0-60 cm (zwei Tiefen) beim Aufgang der Kartoffeln (Mai)

Bonituren am Pflanzgut: (10 Knollen, gewaschen)

- Anzahl Rhizoctonia-befallene Knollen (PZ)
- Bonitur Rhizoctonia-Sklerotien (zw. 1- 9) (PZ)
- Anzahl Silberschorf befallene Knollen (> 25% d. Oberfläche befallen) (PZ)
- sonstige sichtbare Knollenschäden (im Textbericht vermerken) (PZ)

Wachstumsbeobachtungen im Bestand:

- Datum Aufgang (RL BSA 6.1); ca. 75 % der Pflanzen haben den Boden durchstoßen (Variante)

- Kümmerlinge (*RL BSA 6.3*: Pflanzen, die 3 Wochen nach Aufgang nur bis ca. 30 % Blattmasse haben) (PZ)
- Anzahl Fehlstellen durch Bearbeitung und Krankheiten (*RL BSA 6.2*) (PZ)
- Bonitur Stand Jugendentwicklung (Methodensammlung 2.4) (PZ)
- Anzahl schwarzbeinige Pflanzen (*RL BSA 6.8*) (PZ)
- Anzahl Pflanzen mit Rhizoctonia-Wipfelroller (*RL BSA 6.7*) (PZ)
- Mängel im Reihenschließen (BBCH 55) (*RL BSA 6.4*) (PZ)
- Viruskrankheiten (1. Zählung BBCH 55; 2. bei BBCH 61) (*RL BSA 6.5*) (PZ)
- Alternaria (BBCH 61 oder später) (*RL BSA 6.10*) (PZ)
- Krautfäule (2 Boniturtermine, abhängig von Befallsbeginn und Verlauf) (*RL BSA 6.9*) (PZ)
- Datum der Absterbens (*RL BSA 6.12*) (Variante)

Zeiternten:

Beerntung Zeiternten: alle Reifegruppen gleich behandeln; Datenerfassung /Parzelle

1. Beerntung 70 Tage nach Legen
 2. Beerntung 80 Tage nach Legen
 3. Beerntung 90: Tage nach Legen
- Knollen über 2 cm, mit Handquadratmaß ermittelt, zählen und wiegen
 - Sortierung entsprechend Endernte



Abbildung 2: Auspflanzung Zeiternten

Knollenbonituren an Durchschnittsprobe: 50 Knollen Sortierung Marktware; gewaschen: Achtung: keine Losschaligkeit produzieren!

- prozentuale Bedeckung mit Rhizoctonia-Sklerotien gem. EPPO Richtlinien (PZ)
- Anzahl Knollen mit Dry-core Löchern (befallene Knollen schneiden) (PZ)
- Anzahl Knollen mit Drahtwurm Löchern (befallene Knollen schneiden) (PZ)
- Anzahl Knollen mit sonstigen Fraßschäden(PZ)

An den meisten Standorten wurden Zeiternten von Hand durchgeführt und nahmen sehr viel Zeit in Anspruch.

Endernte:

a) Sortier- und Ertragsprobe ziehen für

- Knollenertrag je Parzelle
- Sortierung / Parzelle (*RL BSA 7.4*)
 - Untergrößen (rd- oval: < 35 mm, lg.oval- lang: < 30 mm)
 - Marktware (rd-oval: 35 – 60 mm, lg-oval – lang: 30 – 55 mm)
 - Übergrößen(> 60 bzw. 55 mm)
- Anzahl losschaliger Knollen (*RL BSA 7.5*)
- Messen Stärkegehalt (*RL BSA 7.3*)

b) Lager- und Boniturprobe (100 Knollen/Wdh.) ziehen und einlagern für Bonituren (s. unten)

Feststellungen am Erntegut: nach 4- 6 Wochen Zwischenlager an gewaschenen Lager- und Boniturproben

- Wachstumsrisse (*RL BSA 8.5*) (PZ)
- Zwiewuchs (*RL BSA 8.6*) (PZ)
- Anzahl Rhizoctonia-deformierte Knollen (*RL BSA 8.7*) (PZ)
- Schorf (4 Befallsklassen) (*RL BSA 8.4*) (PZ)
- Rhizoctonia-Sklerotien, prozentuale Bedeckung *gem. EPPO-Richtlinie* (PZ)
- Anzahl Knollen mit Dry-Core Schäden (befallene Knollen schneiden) (PZ)
- Anzahl Knollen mit Drahtwurmschäden (befallene Knollen schneiden) (PZ)
- Anzahl Knollen sonstige Fraßschäden (PZ)
- Anzahl Knollen mit Silberschorf > 25 % (PZ)
- Anzahl Knollen mit sichtbaren Beschädigungen (PZ)
- Anzahl grüne Knollen (PZ)
- Anzahl faule Knollen (Nass-, Braun-, Trockenfäule) (PZ)
- Anzahl Knollen mit Eisenflecken (PZ)
- Anzahl Knollen mit Pfropfenbildung (PZ)
- Anzahl Knollen mit YNTN-Virus (PZ)
- Bonituren Zweitwachstum (wie in Methodensammlung beschrieben)
- Nitrachek-Schnellanalyse (wie in Methodensammlung beschrieben)

Teilprojekt Kartoffellagerung

- Transport eines Teils des aufbereiteten Erntegutes (Mischprobe 30 kg/Sorte aus der mittleren Sortierung) von 13 bzw. 14 Lagersorten der 7 Anbaustandorte zur Versuchsstation Dethlingen; die Sorten Annabelle, Anuschka, Salome und Biogold aus dem Grundsortiment sind der sehr frühen Reifegruppe zuzuordnen und werden in der Praxis nicht gelagert, so dass sie für den Lagerversuch unberücksichtigt bleiben
- Aufteilung des Erntegutes in 5 Lagerproben pro Sorte und Standort, Einwaage der Proben (ca. 5 kg), Einlagerung der Proben mit Füllkartoffeln in zwangsbelüfteten Großkisten
- Beschickung des Lagers, prozessorgesteuerte Belüftung, regelmäßige Lagerkontrollen
- Auslagerungstermin 1: Anfang Januar, 2 Wiederholungen, Bonitur auf Gewichtsverlust, Keimung und Fäulnis sowie Silberschorf und Colletotrichum
- Auslagerungstermin 2: Anfang April, 3 Wiederholungen, Bonitur auf Gewichtsverlust, Keimung und Fäulnis sowie Silberschorf und Colletotrichum
- Auswertung der Versuchsergebnisse und Weiterleitung der Daten an LWK Niedersachsen
- Zusammenfassung der Versuchsergebnisse, Charakterisierung der Sorten
- Veröffentlichung der Ergebnisse nach Abschluss der zweiten Lagersaison

3.2.2 Versuchsdurchführung

Projektbeteiligte/ Zahl der Standorte

Die Zahl der Projektbeteiligten blieb gemäß der Antragstellung im gesamten Projektzeitraum unverändert. Die Versuche wurden an allen Standorten in jedem der vier Jahre Laufzeit angelegt. Mit dem Aufstockungsantrag vom Juli 2009 und dessen Bewilligung durch die BLE wurde das Versuchsvorhaben um die zentrale Lagerung der Ernteproben aller sieben Standorte in der Versuchsstation Dethlingen (VSD) erweitert.

Sortiment

Grundlage der Versuchsdurchführung war und blieb ein orthogonales Sortiment, wie es künftig auf der Basis der gerade vom AK „Ökologischer Landbau“ erarbeiteten Anbaugebiete „Öko-Kartoffeln“ auch in der Versuchspraxis umgesetzt werden sollte. Statt der beantragten 18 Sorten kamen im ersten Versuchsjahr nur insgesamt 17 zur Auspflanzung. Auf Grund des äußerst begrenzten Zeitraums zwischen Bewilligung und Auspflanzung war die Aufstockung um eine weitere Sorte und die dafür notwendige neuerliche Abstimmung mit den Partnern nicht mehr rechtzeitig umsetzbar. Die erforderliche Vorkeimzeit wäre nicht mehr zu realisieren gewesen und hätte zu einer Verfälschung der gewonnenen Versuchsdaten geführt.

Die Ergänzung des Sortiments um die 18. Sorte erfolgte dann im Rahmen des Treffens der VLK-AG im Januar 2010. Alle für eine solide länderübergreifende Verrechnung und spezielle Sortenbeschreibung für den ökologischen Kartoffelbau notwendigen Voraussetzungen waren damit geschaffen und blieben auch über den gesamten Projektzeitraum erhalten.

Versuchspflanzgutbehandlung und -bonitur

Das Versuchssaatgut wurde zentral bestellt, um sicherzustellen, dass von den Zuchtunternehmen weitgehend identische Pflanzgutherkünfte an die verschiedenen Standorten geliefert werden. Unterschiede in der Saatgutqualität sollten so möglichst vermieden werden. Auf diese Weise sollte sichergestellt werden, dass es wirklich zu einer Sorten- und nicht zu einer Herkunftsprüfung kommt. Um unnötige Verzögerungen und damit eine Verkürzung der vorgesehenen Vorkeimzeit – idealerweise 6 Wochen - zu vermeiden, sollte die Lieferung des Pflanzguts direkt an die Versuchsstationen erfolgen. Diese Vorgehensweise war 2009 auf Grund des äußerst knapp bemessenen Zeitfensters erforderlich, verursacht durch die vergleichsweise späte Bewilligung. Vorgekeimt wurde immer vor Ort. Das Pflanzgut von Salome und Agila traf im ersten Versuchsjahr jedoch derart spät ein, dass die geplante Vorkeimzeit nicht mehr eingehalten werden konnte. 2010 und 2011 traf deren Pflanzgut erneut sehr viel später als das der übrigen Sorten ein. Die Lieferung der Sorte Biogold erfolgte 2009 versehentlich zentral an einen Versuchsstandort. Dadurch ergab sich ebenfalls Zeitverlust für die Vorkeimung. Abbildung 3 zeigt vorgekeimtes Pflanzgut verschiedener Sorten.

Am Pflanzgut war zusätzlich zur gängigen Versuchspraxis eine Rhizoctonia- und Silber-schorfbonitur vorzunehmen. Der Besatz mit Rhizoctonia-Sklerotien hat erheblichen Einfluss auf das Erscheinungsbild und damit auch auf die Qualität des Erntegutes. Im ersten Versuchsjahr 2009 wurde die Bonitur vor dem Hintergrund der bereits erwähnten äußerst knapp bemessenen Vorbereitungszeit nur an drei Standorten durchgeführt. 2011 zeigte sich bei den beiden Norika-Sorten starker Rhizoctoniabefall. Die Vermutung (PAG 2011), dass trotz zentraler Bestellung das Pflanzgut aus unterschiedlichen Partien stammen könnte, ließ sich nicht erhärten. Sicherheitshalber wurde aber beschlossen, in den Folgejahren die Etiketten der Pflanzgutsäcke aufzubewahren um ggf. eine Rückverfolgbarkeit gewährleisten zu können. Weiteres Ergebnis der PAG 2011 war, dass aus phytosanitären Gründen die für die Pflanzgutbonitur gewaschenen Knollen anschließend nicht mehr als Pflanzgut verwendet werden sollen.



Abbildung 3: Vorgekeimtes Pflanzgut

Wegen untypischer Blüten und eine abweichender Knollenform in Schmölau wurde 2010 bei Finessa eine Elektrophorese-Untersuchung erforderlich. Es zeigte sich, dass das gelieferte Pflanzmaterial an zwei Standorten kaum Finessa enthielt. Diese wurden bei den Auswertungen daher nicht berücksichtigt. Aber auch an den anderen Standorten war, bis auf den Standort Osnabrück, die Vermischung mit anderen Herkünften möglich. Bei den Auswertungen der Lagerungsbonituren wurde daher in 2010 die Sorte Finessa nicht berücksichtigt.

Versuchsplan

Auf allen Standorten wurde nach dem zentral von der LWK Niedersachsen vorgegebenen Versuchsplan vorgegangen. Um unnötige Verzögerungen zu vermeiden, musste der Versand 2009 zeitnah nach Eingang der Bewilligung per Mail ohne vorherige Abstimmung im Rahmen einer PAG erfolgen. Die Gestaltung des Planes orientierte sich weitgehend an den Gepflogenheiten der Versuchspraxis der Länderdienststellen und den Anforderungen, die sich durch die geplante Nutzung von PIAF ergaben.

Die Versuchsdurchführung der Öko-Landessortenversuche erfolgte in der Regel auf Praxisschlägen und dann grundsätzlich im Fruchtfolgeglied Kartoffel. Zur Bestimmung der Nährstoffversorgung der Versuchsfläche wurden Bodenproben gezogen (Grundnährstoffe, N-min 0-60 cm). Spezielle Vorgaben zu Vorfrüchten gab es nicht. Analog zur üblichen LSV-Praxis und entsprechend dem Plan wurden vier Wiederholungen in Blockanlage angelegt.

Als Grundlage für Bonituren dienen in erster Linie die Richtlinien für die Durchführung von landwirtschaftlichen Wertprüfungen und Sortenversuchen des Bundessortenamtes (BSA). Einzige Ausnahme waren die zusätzlich vorgesehenen Rhizoctoniabonituren, die in den BSA-Richtlinien nicht enthalten sind und deshalb gemäß EPPO-Richtlinien erfolgen mussten. Rhizoctoniabefall ist im einschlägigen Handel mittlerweile der häufigste Grund, um Partien zu „stoßen“. Deshalb hat die Feststellung möglicher sortenspezifischer Unterschiede in der Rhizoctoniaanfälligkeit für die Vermarktbarkeit des Erntegutes eine außerordentlich hohe Bedeutung.

Während bei EPPO die Prüfung von Pflanzenschutzmitteln im Vordergrund steht, beziehen sich die Richtlinien des BSA explizit auf Sortenprüfungen, wie sie auch im Rahmen der Landessortenversuche durchgeführt werden. Aus diesem Grund wurde bei der Vorgabe der im Rahmen der Projektarbeit zu verwendenden Methoden, soweit es ging, den Richtlinien des BSA der Vorzug gegeben. Zur zusätzlichen Information wurde den Versuchsbetreuern

zusätzlich die 2008 von der AG der norddeutschen Landwirtschaftskammern herausgegebene „Methodensammlung zur Durchführung von Feldversuchen – Kartoffel“ zur Verfügung gestellt. Darin wird in sehr anschaulicher Weise unter Berücksichtigung der PIAF-Eingabemaske geschildert, wie bei der Dateneingabe zu verfahren ist. Darüber hinaus konnten Nachfragen auch direkt an die Projektmitarbeiter gerichtet werden.

Bereits bald nach Projektbeginn erwiesen sich die höchst unterschiedlichen Vorkenntnisse des Versuchspersonals, die Verwendung von PIAF betreffend (von nicht vorhanden bis perfekt), als nicht ausreichend bei der Vorplanung berücksichtigtes Problem. Während einige ausgesprochene Versuchsspezialisten, durch täglichen Umgang mit PIAF mit der Dateneingabe kaum Probleme hatten, mussten sich andere, deren Schwerpunkt mehr die Ökoberatung war, erst zeitaufwändig mit PIAF vertraut machen. Um Fehleinträge, unnötige Fehler und daraus resultierend Mehraufwand möglichst zu vermeiden, war zusätzlich im ersten Projektjahr auch die Weitergabe der Aufzeichnungen auf Excel-Basis möglich.

Die Eingabe der zusätzlich vorzunehmenden Zeiternten war in der bestehenden PIAF-Fassung ursprünglich nicht möglich, so dass hier zunächst eine Erweiterung des Programms erfolgen musste und zeitnah auch erfolgte.

Versuchsanlage

Die Versuchsanlage wurde nicht an allen Standorten deckungsgleich mit den Vorgaben des modellhaft mitgeschickten Lageplanes (Abbildung 6) angelegt, hat sich im Prinzip aber bewährt. So wurden 2009 an mindestens zwei Standorten die Zeiternten nicht in der gewünschten „Bruttoparzelle“ gemeinsam mit der Endernteparzelle angelegt. Ursächlich dafür war ein ungünstiger Flächenzuschnitt. Zumindest in Versuchsbetrieben beginnt die Bepflanzung der zur Verfügung stehenden Versuchsfläche bereits mit den Planungen für die Winterungen, d. h. im Sommer des Vorjahres. Um diese Zeit stand die Beantragung des Kartoffelprojekts noch ziemlich am Anfang.

Beispielhaft zeigen die Abbildungen 4 und 5 die Versuchsanlage in Schmölau zum Zeitpunkt des Feldaufgangs und der Zeiternten.



Abbildung 4: Versuchsanlage, Feldaufgang



Abbildung 5: Versuchsanlage nach den Zeiternten

leer	leer	leer	leer
rot	rot	rot	rot
ZE 1	ZE 1	ZE 1	ZE 1
ZE 1	ZE 1	ZE 1	ZE 1
ZE 1	ZE 1	ZE 1	ZE 1
rot	rot	rot	rot
ZE 2	ZE 2	ZE 2	ZE 2
ZE 2	ZE 2	ZE 2	ZE 2
ZE 2	ZE 2	ZE 2	ZE 2
rot	rot	rot	rot
SV	SV	SV	SV
SV	SV	SV	SV
SV	SV	SV	SV
SV	SV	SV	SV
SV	SV	SV	SV
SV	SV	SV	SV
SV	SV	SV	SV
SV	SV	SV	SV
SV	SV	SV	SV
SV	SV	SV	SV
SV	SV	SV	SV
SV	SV	SV	SV
SV	SV	SV	SV
SV	SV	SV	SV
rot	rot	rot	rot
ZE 3	ZE 3	ZE 3	ZE 3
ZE 3	ZE 3	ZE 3	ZE 3
ZE 3	ZE 3	ZE 3	ZE 3
rot	rot	rot	rot
ZE 4	ZE 4	ZE 4	ZE 4
ZE 4	ZE 4	ZE 4	ZE 4
ZE 4	ZE 4	ZE 4	ZE 4
rot	rot	rot	rot
leer	leer	leer	leer

Abbildung 6: Musterlageplan je Parzelle (Basis 2009)

- Anlagedarstellung einer Parzelle, vier Wiederholungen erforderlich.
- Jedes Kästchen entspricht einer Pflanzstelle.

leer = Trennung, als Weg zu verwenden

rot = rote Knolle, um Abgrenzung ohne Randeffekte zu erreichen

ZE = Knollen, die zu den Zeiternteterminen entnommen werden

SV = Ernteknollen Sortenversuch

Versuchsdurchführung

- Bonituren

Pflanzgutbonituren erfolgten im ersten Versuchsjahr, wie bereits erwähnt, nur an insgesamt drei Standorten (Frankenhausen, Schmörlau, Osnabrück).

Einzelne Lücken in den Aufzeichnungen zeigten sich 2009 auch bei den Wachstumsbeobachtungen im Bestand. Es handelt sich um eher weniger wichtige Merkmale, deren Angaben unvollständig blieben, möglicherweise aber auch auf fehlende Befunde zurückzuführen waren. Das konnte den zur Verfügung gestellten Unterlagen nicht zweifelsfrei entnommen werden und war im Nachhinein auch nicht eindeutig rekonstruierbar. In der ersten PAG-Sitzung wurde deshalb beschlossen, dass für solche Fälle zumindest eine kurze Erwähnung im Kommentar vorzusehen ist. Am Standort Lindhöft fiel der Betreuer aus gesundheitlichen Gründen über Wochen aus. Daher blieben von dem Standort die Angaben zum Vegetationsverlauf unvollständig. 2010 musste dort wegen extremem Beikrautdruck der Versuch abgebrochen werden. Basierend auf Anregungen der PAG 2011 war es erforderlich, zwei zusätzliche Methoden (Zweitwachstum, Nitracheck-Verfahren) zu beschreiben und einzuführen. Das Nitracheck-Verfahren dient der Nitratbestimmung in der Knolle und war zuvor nicht bei allen Projektpartnern im Einsatz. Das Zweitwachstum trat in den letzten Jahren witterungsbedingt verstärkt auf. Knollen mit Zweitwachstum schränken die Vermarktbarkeit des Erntegutes erheblich ein. Es gab Hinweise auf deutliche Sortenunterschiede bei diesem Merkmal.

Alle wesentlichen Bonituren wurden durchgeführt.

- Zeiternten (ZE)

Die im ersten Versuchsjahr geforderten vier Zeiternten erfolgten an fast allen Standorten. Krautfäulebedingt blieb es wegen des frühen Absterbens des Bestandes in Donaueschingen bei insgesamt drei Zeiternten. Die Zeiternte 100 Tage nach dem Pflanzen wurde für 2010 auf Empfehlung der PAG ersatzlos gestrichen, so dass in den Folgejahren nur noch insgesamt drei Zeiternten durchgeführt wurden. Begründet wurde es mit den nicht immer sicher realisierbaren Ertragszuwächsen gegenüber der Endernte. Stattdessen wurde die Zahl der Pflanzstellen pro ZE und Sorte von 12 auf 16 erhöht, um eine noch bessere statistische Absicherung zu erreichen. Diese Veränderungen erwiesen sich überschlägig als kostenneutral.

Die bereits im Januar 2009, noch vor Projektbeginn, bestellte Pflanzgutmenge (400 Knollen/Variante) erwies sich als sehr knapp bemessen und führte besonders an zwei Standorten, die maschinell pflanzten, zu erheblichen Einschränkungen in der Versuchsanlage. In Frankenhausen wurde deshalb auf die Auswertung der Sorte Annabelle auch ganz verzichtet. In Lindhöft reichte bei der Sorte das Pflanzgut nicht einmal für eine vollständige 4. Wiederholung der Endernteparzellen. Auch die Abweichung von der Sollpflanzanzahl war hier am größten. Statt der bei den Zeiternten geforderten 12 wurden nur vier Pflanzen je Parzelle geerntet und gewogen. Ab 2010 wurden daher 500 Knollen je Variante bestellt und geliefert.

Es zeigte sich, dass die beteiligten Versuchseinrichtungen trotz ähnlicher Fragestellungen mit unterschiedlichen Versuchsunterlagen arbeiteten. Die im April 2009 versandte Fassung des Versuchsplans wurde teils aus Platz-, teils aber auch aus arbeitswirtschaftlichen Gründen nicht immer in Gänze umgesetzt. Einige Bonituren blieben unberücksichtigt und auch bei der Anlage der Zeiternteparzellen wurden Kompromisse eingegangen, die sich so aber 2010 nicht wiederholt haben.

Die aufwändige Handerte (Abbildungen 7 und 8 per Hand, Abbildung 9 mit dem Schwingsiebender) und das anstrengende Herausragen des ZE-Erntegutes in Säcken entlang oder quer zu den Kartoffelreihen wurden bemängelt. Dies traf vor allem für die späten Zeiterntetermine zu.



Abbildung 7: Durchführung der Zeiternte: Lockern der Knollen per Hand



Abbildung 8: Durchführung der Zeiternte: Aufsammeln der Knollen



Abbildung 9: Durchführung der Zeiternte mit dem Schwingsiebroder

- Endernte

Die Endernte erfolgte ohne Ausnahme mit einem Roder. Die Ermittlung und Eingabe der Enderntemengen in PIAF waren erwartungsgemäß unproblematisch. Alle dazu notwendigen Voraussetzungen waren gegeben. Die geforderten Proben konnten gezogen werden.

- Dateneingabe und Verrechnung:

Nicht unerwartet ergaben sich zunächst Probleme bei der Eingabe in PIAF. Diese erwiesen sich allerdings als erheblich größer als zunächst angenommen. Einige der geforderten Merkmale waren noch nicht in PIAF angelegt, so dass zunächst erst einmal Erweiterungen veranlasst werden mussten. Andere Merkmale waren bereits in PIAF angelegt, wurden aber von den Technikern nicht entsprechend identifiziert, so dass fehlerhafte Einträge die Folge waren. Das führte dazu, dass eine die Standorte übergreifende Verrechnung zunächst nicht möglich war, später aber nachgeholt wurde. Fehlende oder nicht eindeutig zuordbare Merkmale in PIAF wurden identifiziert und entsprechend im Programm ergänzt bzw. konkretisiert. Entsprechende Hinweise, um die Dateneingabe künftig sicherer zu machen, wurden in den Versuchsplan 2010 eingearbeitet.

Da die Ergänzungen in PIAF erst vergleichsweise spät abgeschlossen waren, konnte die zentrale Verrechnung der Ergebnisse auch erst spät beginnen und verursachte erheblichen Zeitdruck. Als Biometriker zusätzlich hinzugenommen wurde Herr Michel von der Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft in Gülzow (Mecklenburg-Vorpommern). Durch die Anwendung der Hohenheim-Gülzower-Methode bei der statistischen Verrechnung der Daten war es möglich, fehlende Werte durch die Bildung adjustierter Mittelwerte zu schätzen. So konnte auch das Jahr 2009, welches wie oben erwähnt durch eine lückige Datenbasis gekennzeichnet war, mit verrechnet werden.

Der Kommunikationsbedarf zwischen den beteiligten Versuchstechnikern und der Zentrale in Hannover und die daraus resultierende zeitliche Inanspruchnahme des Fachbereichs Versuchswesen der Landwirtschaftskammer Niedersachsen erwies sich deshalb als sehr viel größer als geplant. Damit kam dem FB 3.11 (Versuchswesen) in Hannover, was Auskünfte zur praktischen Eingabe in PIAF angeht, eine zunächst sehr viel größere Bedeutung im Projekt zu, als ursprünglich vorgesehen war. Das Mehr an Arbeitsaufwand (Stundenbasis) dürfte sich in der Projektleitung um 25 bis 33 % bewegt haben.

- Zentrale Lagerung in Dethlingen:

Der Transport der zunächst an den Versuchsstandorten zwischengelagerten Proben wurde nach Eingang der Bewilligung (August 2009) unverzüglich veranlasst und verlief in den folgenden Jahren 2010 bis 2012 völlig problemlos. Vor der Einlagerung erfolgte in Dethlingen eine Eingangsbonitur des angelieferten Materials.

Ausgangsmaterial für Lagerung:

Zur Ermittlung der Lagereignung wurden in Abstimmung mit den Projektpartnern aus dem Prüfsortiment die 13 (2009) bzw. 14 Sorten (2010-2012) der Reifegruppen II-IV ausgewählt (Tabelle 3). Die vier Sorten Annabelle, Anuschka, Salome und Biogold aus der sehr frühen Reifegruppe blieben in diesem Teilvorhaben unberücksichtigt, da sie in der Praxis nicht gelagert, sondern ausschließlich direkt nach der Ernte vermarktet werden.

Die für die Lagerung vorgesehenen Kartoffeln wurden aus dem Erntegut der Endernte an den sieben Standorten entnommen und als eine Mischprobe von 35 kg aus allen vier Wiederholungen jeder Sorte zusammengestellt. Der Transport des Probenmaterials erfolgte im ersten Versuchsjahr durch den verspäteten Beginn des Teilprojektes erst in der letzten Oktoberdekade, während in den drei nachfolgenden Versuchsjahren eine relativ kurze Zeitspanne zwischen Ernte und Einlagerung eingehalten werden konnte. Vor diesem

Hintergrund wurde die Einlagerung im Anbaujahr 2011 auch an zwei Terminen vorgenommen, da die Wetterbedingungen auf einigen Standorten eine Endernte erst im Verlauf der zweiten Septemberhälfte zuließen.

Tabelle 3: Ausgangsmaterial für die Lagerung in den Jahren 2009 bis 2012

Sorte	Agila	Belana	Eife	Francisca	Mirage	Miranda	Primadonna	Princess	Sissi	Adelina	Allians	Ditta	Finessa	Jelly
Reife- gruppe	fr	fr	fr	fr	fr	fr	fr	fr	fr	mfr	mfr	mfr	mfr	msh - sp
Jahr/ Standort														
2009														
BW	x	x	x	x	x	x	x	x	-	x	x	x	x	x
HE	x	x	x	x	x	x	x	x	-	x	x	x	x	x
MV	x	x	x	x	x	x	x	x	-	x	x	x	x	x
NI OS	x	x	x	x	x	x	x	x	-	x	x	x	x	x
NI SCHM	x	x	x	x	x	x	x	x	-	x	x	x	x	x
NRW	x	x	x	x	x	x	x	x	-	x	x	x	x	x
SH	x	x	x	x	x	x	x	x	-	x	x	x	x	x
2010														
BW	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	-	x
HE	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	-	x
MV	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	-	x
NI OS	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	-	x
NI SCHM	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	-	x
NRW	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	-	x
SH	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2011														
BW	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
HE	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
MV	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
NI OS	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
NI SCHM	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
NRW	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
SH	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
2012														
BW	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
HE	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
MV	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
NI OS	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
NI SCHM	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
NRW	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
SH	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x

Probenaufbereitung:

Die in Netzsäcken transportierten Mischproben wurden in der Versuchsstation Dethlingen zunächst gesammelt und in einem klimatisierten Lagerraum bei einer Temperatur von 13 bis

15 °C zwischengelagert, um die weitere Wundheilung an den Knollen zu fördern. Direkt nach dem Eintreffen wurde von jeder Sorte eine Probe à 50 Knollen entnommen und der Befall der Schalenoberfläche mit den beiden Erregern *Helminthosporium solani* und *Colletotrichum coccodes* visuell bonitiert.

Nach Vorlage des Erntegutes aller Standorte wurden die Mischproben in jeweils fünf Lagerproben mit einem Einlagerungsgewicht von ca. 4,5 kg aufgeteilt und dabei evtl. noch vorhandene Knollen mit sichtbaren Fäulnissymptomen aussortiert. Diese Vorgehensweise ist auch in der Praxis üblich, um die Lagerfähigkeit der Partien abzusichern. Die Proben wurden anschließend gemeinsam mit ertefrischen Füllkartoffeln lagenweise in 42 Großkisten eingelagert (Abbildung 10) und vor einer Belüftungswand im Dethlinger Versuchslager platziert.



Abbildung 10: Lagenweise Anordnung der Lagerungsproben zwischen Füllkartoffeln in einer Großkiste

Lagerungsregime:



Abbildung 11: Aufstellung von zwangsbelüfteten Großkisten mit Lagerproben vor einer praxisüblichen Belüftungswand im Lager der Versuchsstation Dethlingen

Die Lagerung und Klimatisierung der Proben erfolgte unter praxisnahen Bedingungen über eine Zwangsbelüftung von Großkisten und ein prozessorgesteuertes Belüftungsregime. Zur Abtrocknung und Kühlung der Kartoffeln wurde kältere Außenluft benutzt, die sich über eine Belüftungswand auf den Kistenstapel verteilte und dann vollständig durch den Kisteninhalt strömte (Abbildung 11).

Der Temperaturverlauf im Lager wird maßgeblich durch die jahreszeitliche Temperaturentwicklung der Außenluft bestimmt. Über die automatische Prozessorsteuerung sind die kühlen Nachtstunden für die Belüftung der Kartoffeln nutzbar und die tageszeitlichen Schwankungen weitgehend ausgleichbar. Vor diesem Hintergrund ist die angestrebte Dauerlagerungstemperatur von 4 °C am Standort Dethlingen im Mittel der letzten Jahre erst ab Mitte November realisierbar. Über eine stufenlose Mischung der Außenluft mit wärmerer Raumluft ist eine Belüftung der Kartoffeln mit der angestrebten Temperaturdifferenz von 2 bis 3 °C zwischen Erntegut und Belüftungsluft auch bei Frost möglich. Längere Warmphasen lassen sich dagegen nur passiv durch eine möglichst gute Wärmedämmung des Gebäudes und ein lediglich kurzzeitiges Öffnen der Lüftungsklappen zur täglichen Erfrischungsbelüftung (Kohlendioxidabfuhr) abmildern.

Tabelle 4: Ein- und Auslagerungstermine in den Anbaujahren 2009-2012

Anbaujahr	Einlagerung	Zwischenauslagerung	Endauslagerung
2009	2.11.2009	1.02.2010	6.04.2010
2010	2.10.2010	7.01.2011	4.04.2011
2011	14. + 30.09.2011	3.01.2012	2.04.2012
2012	25.09.2012	3.01.2013	10.04.2013

Während der jährliche Lagerungsbeginn im Projekt vom Vegetationsverlauf im Feld und dem Zeitpunkt der Ernte abhängig war, wurde die Endauslagerung in allen Versuchsjahren in der ersten Aprildekade realisiert (Tabelle 4). Dieser Endauslagerungstermin wurde gewählt, da erfahrungsgemäß im April deutlich ansteigende Außentemperaturen eine Qualitätslagerung von Kartoffeln nur in Kombination mit einer maschinellen Kühlung oder dem Einsatz von Keimhemmungsmitteln ermöglichen.

Lagerungsverluste und Qualitätsbonitur:

Zum ersten Auslagerungstermin (Tabelle 4) wurden die Großkisten entleert, die zwei Proben pro Sorte und Standort enthielten. Die Großkisten wurden anschließend wieder vor die Belüftungswand gestellt, um die Temperaturdynamik des gesamten Stapels über die Lagerungsdauer möglichst einheitlich zu gestalten. Zur Endauslagerung wurden dann die drei restlichen Proben je Sorte und Standort ausgewertet, da nach fünf bzw. sechs Monaten Lagerung eine stärkere Differenzierung der Varianten zu erwarten war.

Die Erfassung der Knollenqualitäten bei der Anlieferung sowie der Zwischen- und Endauslagerung (Abbildung 12) orientierte sich an den bereits etablierten Richtlinien des Bundessortenamtes und der EPPO (European and Mediterranean Plant Protection Organization). Für die Bonituren der untersuchten Parameter wurde auf folgende Richtlinien zurückgegriffen:

- Gewichtsverlust: EPPO-Richtlinie PP1/164(2) – Keimhemmung bei Kartoffeln
- Keimung: EPPO-Richtlinie PP1/164(2) – Keimhemmung bei Kartoffeln
- Trockenfäule: EPPO-Richtlinie PP1/66(2) – Pilzliche Lagerfäulen an Kartoffeln
- Nassfäule: EPPO-Richtlinie PP1/66(2) – Pilzliche Lagerfäulen an Kartoffeln
- Helminthosporium: EPPO-Richtlinie PP1/66(2) – Pilzliche Lagerfäulen an Kartoffeln

- Colletotrichum: in Anlehnung an die Bonitur von Helminthosporium nach der EPPO-Richtlinie PP1/66(2) – Pilzliche Lagerfäulen an Kartoffeln, da bisher keine spezielle Richtlinie zu Kartoffeln vorliegt



Abbildung 12: Auswertung von Lagerproben in der Versuchsstation Dethlingen

Zur Bonitur von Helminthosporium und Colletotrichum werden aus den zwei bzw. drei Mischproben pro Sorte und Standort je zwei Mal 50 Knollen ausgewählt und bei 4 °C zwischengelagert. Für die sehr zeitaufwendige Bewertung der Befallshäufigkeit und der Befallsstärke beider Schaderreger auf der Knollenoberfläche werden die Kartoffeln gewaschen und mit Hilfe von Lichtlupe und Binokular bonitiert.

Die aufbereiteten Daten wurden nach Abschluss der Lagerungsversuche jeweils zeitnah an die Landwirtschaftskammer Niedersachsen weitergeleitet.

3.3 Witterungsverlauf 2009 bis 2012

Die Projektjahre wiesen in der Witterung und zwischen den Standorten erhebliche Unterschiede auf (vgl. hierzu die entsprechenden Versuchsveröffentlichungen der Länderdienststellen). Nachfolgend kann nur relativ allgemein darauf eingegangen werden.

2009 konnte nach langem sehr kaltem Winter mit Frosteindringtiefen von bis zu 35 cm im wärmsten April seit Beginn der Wetteraufzeichnungen in gut vorbereitete Böden gepflanzt werden. Wechselnde Witterung mit teils unterdurchschnittlichen Niederschlägen prägten den Vegetationsverlauf. Im deutlich zu warmen August eines Jahres mit einer um 1 °C höheren Durchschnittstemperatur als sie das langjährige Mittel aufwies, mit deutlich mehr Sonnenstunden und deutlich höherem Niederschlag im mittleren und südlichen Mitteldeutschland, konnte die Ernte unter vergleichsweise günstigen Bedingungen erfolgen.

2010 dagegen lag die Temperatur bis auf den Südwesten um 0,5 °C niedriger als das Mittel und es fiel in einigen Bundesländern (MV, BB, SN, TH, BW und BY) mehr Niederschlag als im langjährigen Mittel. Entsprechend gab es auch weniger Sonnenscheinstunden. Der Winter reichte bis weit in den März hinein. Danach wechselten sich ein trockener April und ein nasser Mai ab, dem dann Juni und Juli mit viel Sonne und Hitze folgten. Der August wiederum war der nasseste seit Beginn der Aufzeichnungen. Der November war ebenfalls geprägt durch Feuchtigkeit, blieb aber relativ mild.

2011 lagen bundesweit Temperatur und Sonnenscheinstunden auf Rekordniveau. Die Temperatur lag teils weit mehr als 1 °C über dem Standortmittel. Bis auf MV, SH und BB lag die Niederschlagshöhe erstaunlicherweise aber ebenfalls über dem Durchschnitt. Nach einem schneereichen Winter häuften sich Hochdruckgebiete im Frühjahr mit entsprechenden Trockenphasen. Im Norden und Osten kam es sogar zu Extrem-Niederschlägen. Den Abschluss der Vegetationszeit bildete der trockenste November seit Beginn der Wetteraufzeichnungen.

Beginnend im Norden mit einer um ein halbes Grad höheren Durchschnittstemperatur in **2012**, war es in der Mitte bereits eine um 1 °C höhere Durchschnittstemperatur. Im Süden lag sie sogar noch höher. Generell war es somit im Versuchszeitraum überdurchschnittlich warm, es zeigte sich erhebliches Regendefizit, teils Extremwetter und ein rasches Auf und Ab zu Vegetationsbeginn im Frühjahr. Markant auch die eisige Kälte im Februar, und die extreme Hitze im August 2012.

3.4 Projektbegleitende Arbeitsgruppe

Es fanden insgesamt drei Sitzungen der Projekt begleitenden Arbeitsgruppe in Hannover statt (24.2.2010, 7.02.2011 und 8.02.2012). Neben den Kooperationspartnern nahm auch Dr. Steinberger vom Bundessortenamt aus Hannover an den Sitzungen teil. Die Terminierung der Treffen wurde so gewählt, dass zum einen aus der abgeschlossenen Versuchssaison berichtet werden konnte und zum anderen die Anregungen aus der Runde noch in die laufende Versuchsplanung einbezogen werden konnten. Zwischenergebnisse wie auch vorgesehene weitere Schritte wurden in beiden Gremien, deren Teilnehmer größtenteils identisch waren, vorgestellt und auch diskutiert. Die Ausgestaltung der Anbaugelände, Fragen zur praktischen Umsetzung der Zeiternten und Bonituren sowie Eingabemöglichkeiten in PIAF nahmen breiten Raum ein.

Darüber hinaus war auch in der jährlich stattfindenden bundesweiten Sitzung der VLK-AG Ökologischer Kartoffelbau die Projektarbeit immer Thema. Von Anbeginn war schließlich vorgesehen, die Ergebnisse des Vorhabens so zeitnah wie möglich einer breiteren Fachöffentlichkeit zugänglich zu machen.

4. Ausführliche Darstellung der wichtigsten Ergebnisse

4.1 Ergebnisse der Pflanzgutbonituren

Bei den Auswertungen der Bonituren am Pflanzgut wurden nur die Daten der Versuchsjahre 2010 bis 2012 berücksichtigt, da die Vorgehensweise bei der Umsetzung der Bonituren im ersten Versuchsjahr 2009 durch die verschiedenen Versuchsansteller oft sehr unterschiedlich war und in der projektbegleitenden Arbeitsgruppe erst konkretisiert werden musste.

Bei den Bonituren wurden zum einen die Befallshäufigkeiten, ausgedrückt in Prozent der untersuchten Knollen, und zum anderen Befallsstärken mit einer Boniturnote von 1 bis 9 erhoben. Dabei nimmt die Befallsstärke zu, je höher die Boniturnote ist.

Rhizoctoniasklerotien am Pflanzgut wurde im Mittel über die Jahre und Sorten bei gut 8 % der Knollen mit einer Boniturnote von durchschnittlich 1,7 festgestellt (Abbildung 13). Am stärksten betroffen waren die Sorten Salome, Ditta und Allians mit Boniturnoten von durchschnittlich 2,5. Die meisten mit Rhizoctonia befallenen Knollen im Pflanzgut wurden bei der Sorte Salome mit 22 % gefolgt von Annabelle, Agila, Belana und Ditta ermittelt. Dagegen waren die Pflanzknollen der Sorten Anuschka, Princess, Mirage, Elfe, Primadonna und Finessa nur sehr selten mit Rhizoctoniasklerotien besetzt.

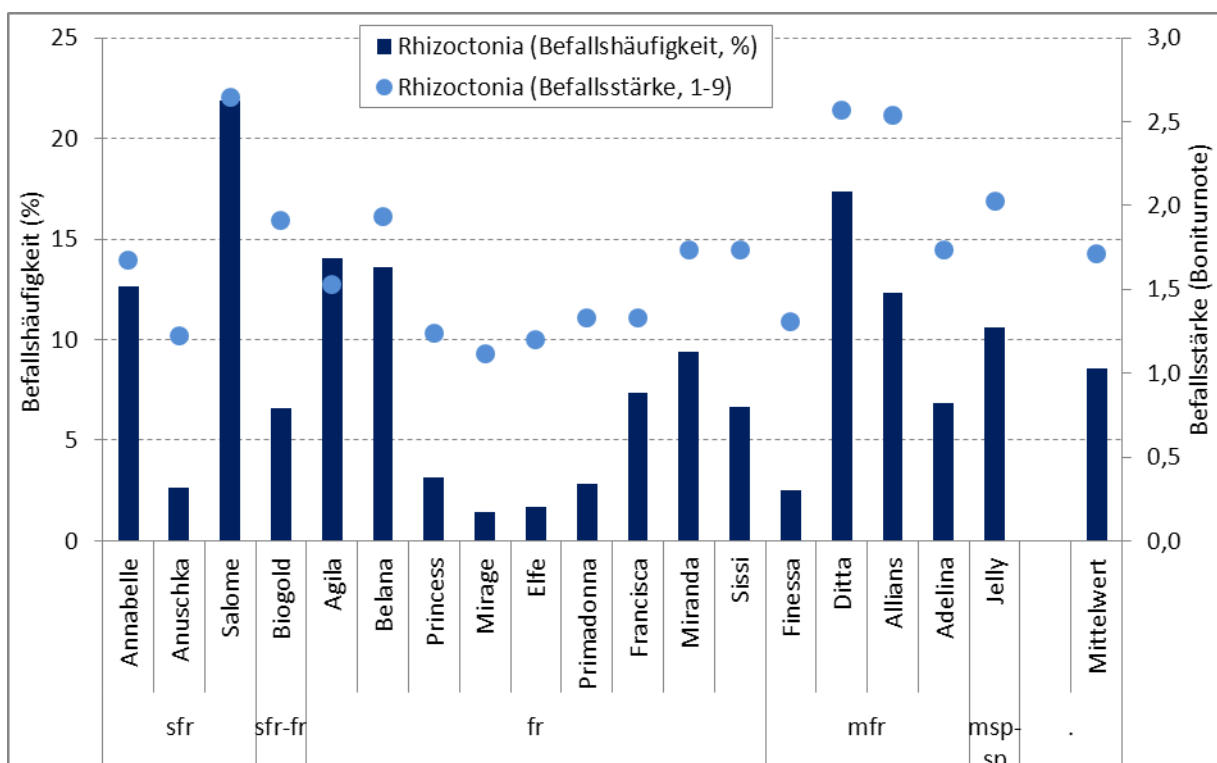


Abbildung 13: Rhizoctoniasklerotienbefall am Pflanzgut (2010 bis 2012)

Der Befall mit Silberschorf wurde für die Pflanzkartoffeln erfasst, wenn mindestens 25 % der Knollenoberfläche befallen war. Hier waren im Durchschnitt 23 % der untersuchten Knollen betroffen (Abbildung 14). Am stärksten war der Befall bei Miranda, Sissi und Ditta. Das Pflanzgut von Annabelle und Belana wies den geringsten Befall auf. Sonstige sichtbare Knollenschäden wurden nur in geringem Umfang festgestellt und entsprechend bonitiert.

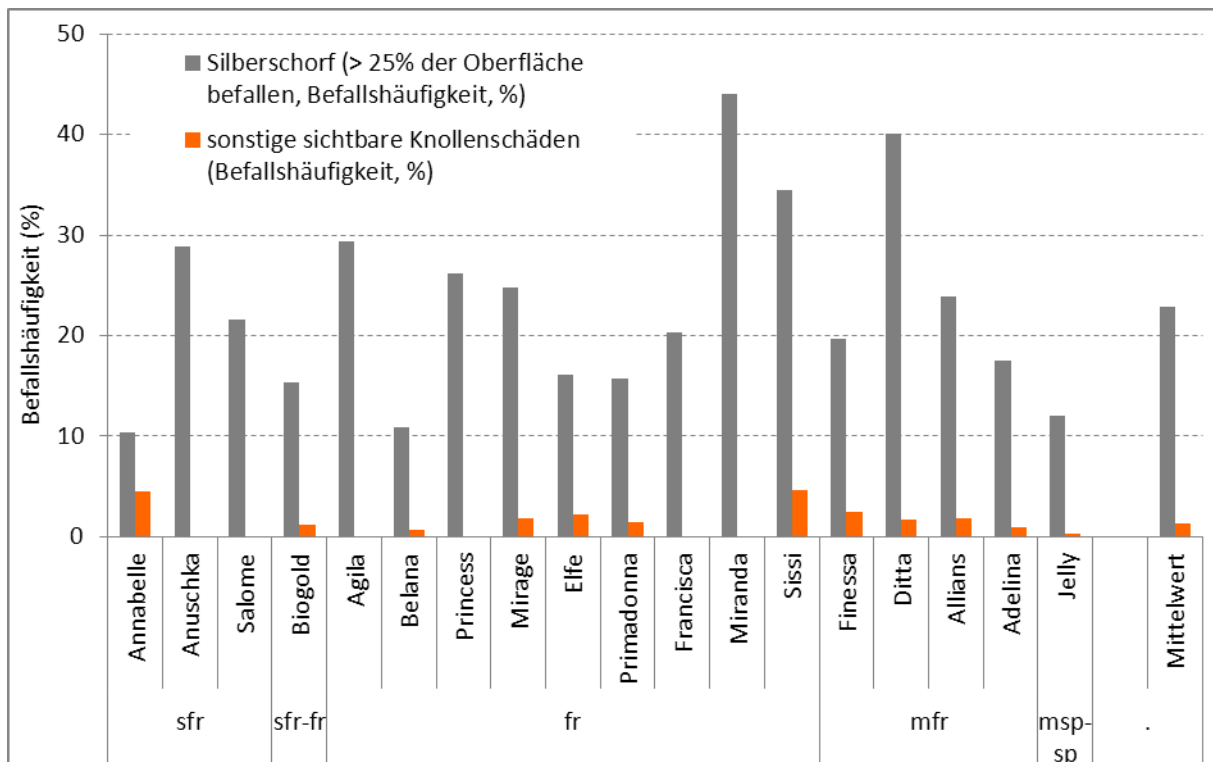


Abbildung 14: Silberschorfbefall und sonstige Knollenschäden am Pflanzgut (2010 bis 2012)

4.2 Ergebnisse der Wachstumsbonituren

Bei den Auswertungen der Wachstumsbonituren wurden aufgrund der unterschiedlichen Vorgehensweise im ersten Versuchsjahr ebenfalls nur die Daten der Versuchsjahre 2010 bis 2012 berücksichtigt. Die Wachstumsbeobachtungen im Bestand wurden an jeweils mindestens 50 Stauden pro Sorte in den Endernteparzellen durchgeführt.

Nach dem Aufgang erfolgte zunächst die Erfassung der Fehlstellen. Deren Ursache kann sehr unterschiedlich sein. Vergleichsweise selten (< 1%) war dafür die Bearbeitung, z. B. durch Striegeln oder Häufeln, ursächlich. Krankheiten spielten mit bis zu 5 % (Sissi) schon eher eine Rolle. Erheblich war der Anteil an Kümmerlingen, d. h. von Pflanzen, die 3 Wochen nach dem Aufgang nur bis ca. 30 % Blattmasse besaßen (Abbildung 15). Bei den Sorten Sissi und Adelina waren Fehlstellen durch Krankheiten mit 5 bzw. 3 % der Pflanzstellen etwas häufiger zu beobachten. Die Zahl der Kümmerlinge war bei diesen Sorten mit fast 10 % ebenfalls am höchsten.

Die Mängel in der Jugendentwicklung und beim Reihenschluss wurden mit durchschnittlich 3,4 bzw. 3,3 (1 bis 9er Bonitur, höhere Boniturnote bedeutet größere Mängel) bonitiert (Abbildung 16). Erwartungsgemäß hatten, nachdem sie auch bereits die meisten Fehlstellen und Kümmerlinge aufwiesen, die Sorten Sissi und Adelina in der Jugendentwicklung mit Boniturnoten von über 4 die größten Mängel. Primadonna und Finessa schnitten mit Boniturnoten von 2,5 in der Jugendentwicklung am besten ab. Die Bonitur bei Reihenschluss ergab für die Sorten Biogold, Belana, Princess, Mirage, Elfe und Sissi mit Boniturnoten von über 3,5 etwas stärkere Mängel als sie die restlichen Sorten im Sortiment aufwiesen. Primadonna hatte mit einer Boniturnote von 2 mit Abstand die wenigsten Mängel beim Reihenschluss.

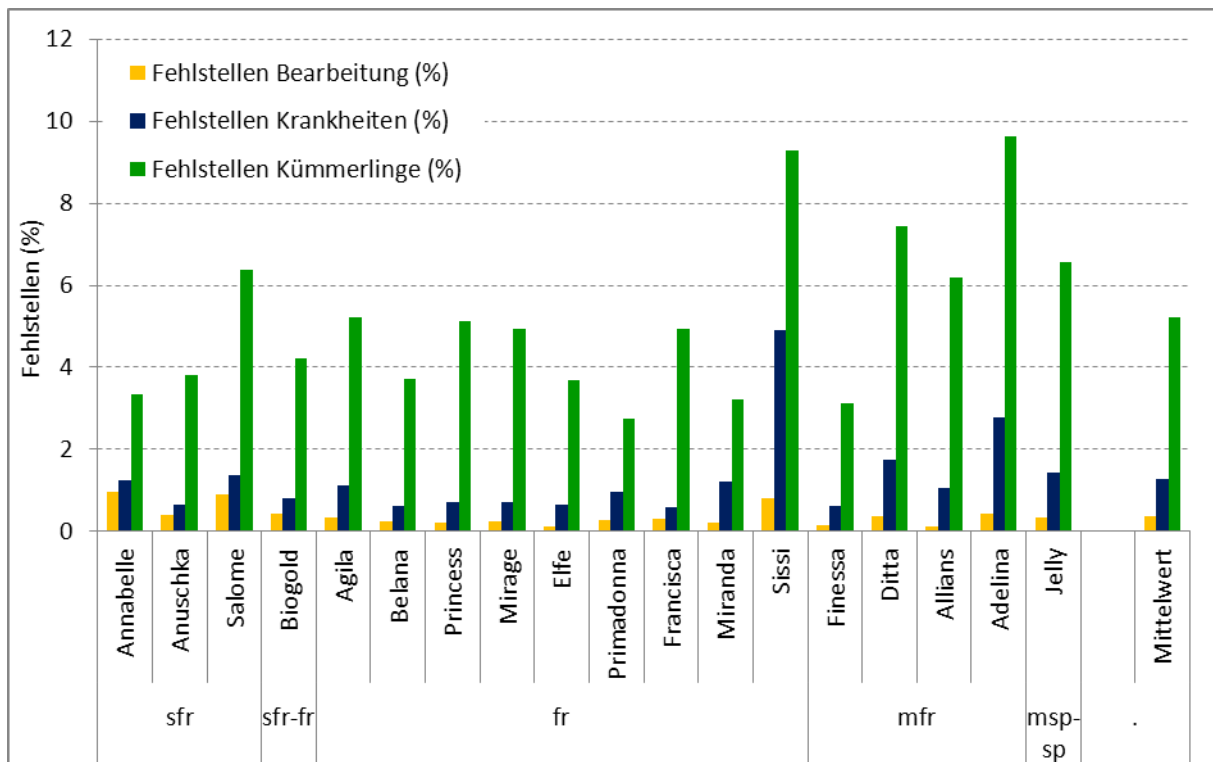


Abbildung 15: Fehlstellen durch Bearbeitung, Krankheiten und Kümmerlinge (%) ca. drei Wochen nach Aufgang (2010 bis 2012)

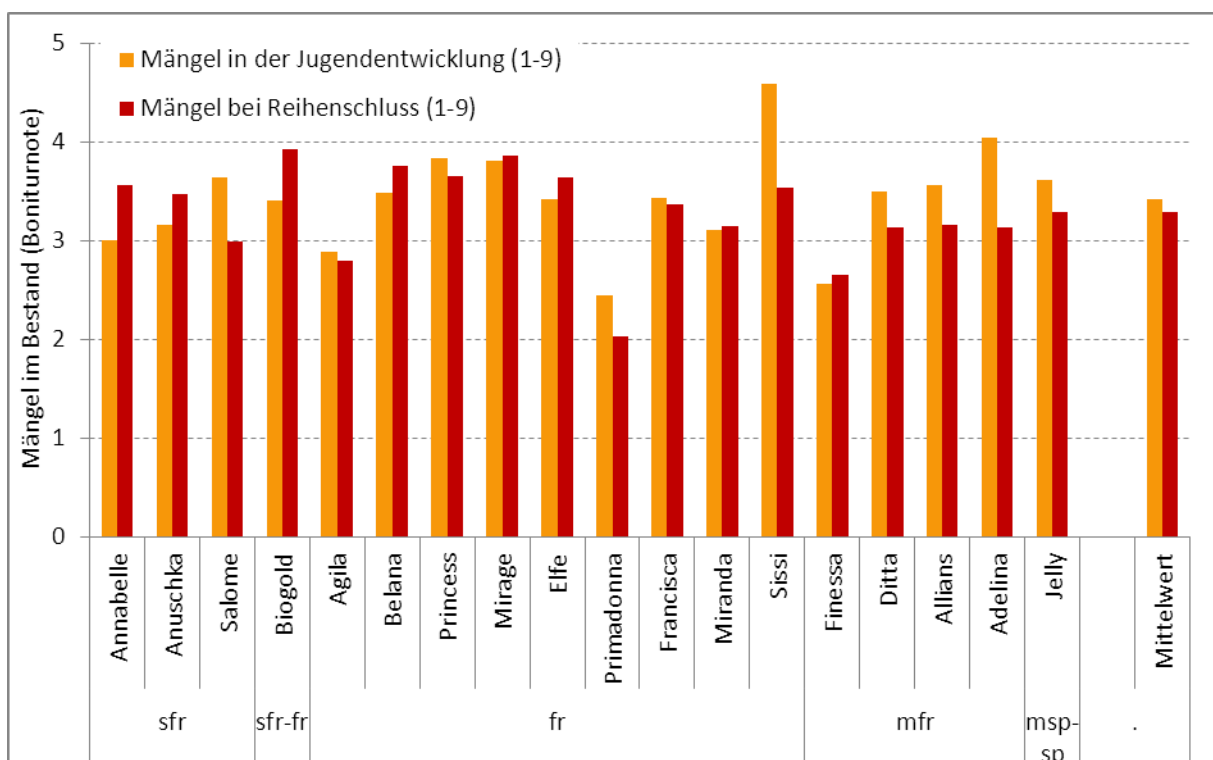


Abbildung 16: Mängel in der Jugendentwicklung und bei Reihenschluss (2010 bis 2012)

Die Befallshäufigkeit der durch *Rhizoctonia* verursachten Wipfelroller lag bei durchschnittlich knapp 3 % (Abbildung 17). Die Sorten Salome, Elfe und Sissi waren hier am stärksten betroffen. Schwarzbeinigkeit trat in den Versuchen kaum auf, mit Ausnahme der Sorte

Allians. Sonstige schwere Virosen wurden bei durchschnittlich knapp 2 % der Stauden bonitiert. Am stärksten war der Befall bei der Sorte Francisca mit über 5 %. Dieser resultiert in erster Linie aus einem starken Befall in MV im Jahr 2010 mit 77 %. In anderen Jahren und an den anderen Standorten wurden sonstige schwere Virosen kaum bonitiert. Die Bonitur von *Alternaria* erfolgte ab BBCH 61 mit einer durchschnittlichen Boniturnote von 1,7. Den stärksten Befall, wenn überhaupt davon gesprochen werden kann, wies mit einer Boniturnote von 2,7 die Sorte Biogold auf.

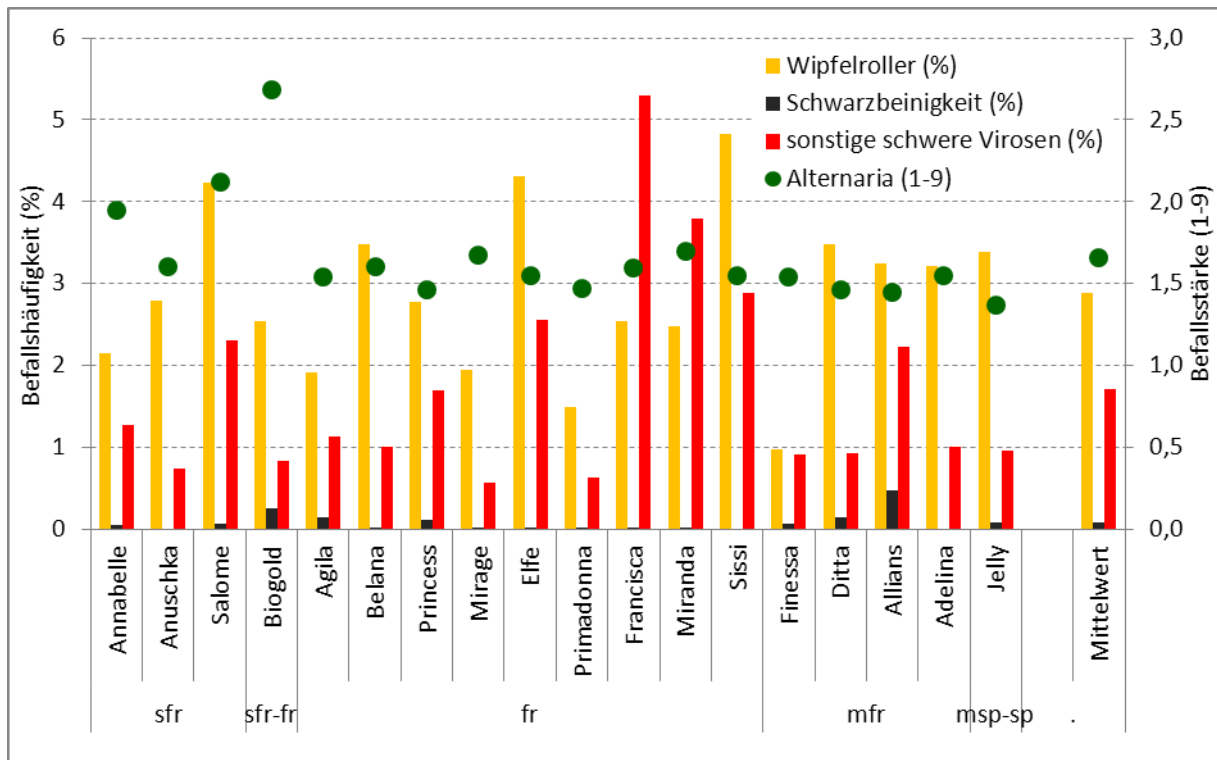


Abbildung 17: Pflanzen mit Wipfelrollern, Schwarzbeinigkeit, sonstigen schweren Virose ab BBCH 50, Befall mit *Alternaria* ab BBCH 61 (2010 bis 2012)

Krautfäule wurde in Abhängigkeit vom Befallsbeginn und Verlauf an jeweils zwei Terminen bonitiert (Abbildung 18). Am ersten Boniturtermin war mit einer Boniturnote von durchschnittlich 2,3 noch keine nennenswerte Krautfäule aufgetreten und größere Sortenunterschiede noch nicht festzustellen. Allein die beiden mittelfrühen Sorten Allians und Adelina sowie die mittelspäte Jelly waren hier deutlich weniger stark befallen. Der zweite Boniturtermin ergab eine durchschnittliche Boniturnote von 5,2. Am stärksten war der Befall bei den Sorten Salome, Primadonna, Francisca und Miranda mit einer Boniturnote von über 6. Allians und Adelina gefolgt von Jelly und der frühen Sorte Biogold wiesen erneut den geringsten Befall auf.

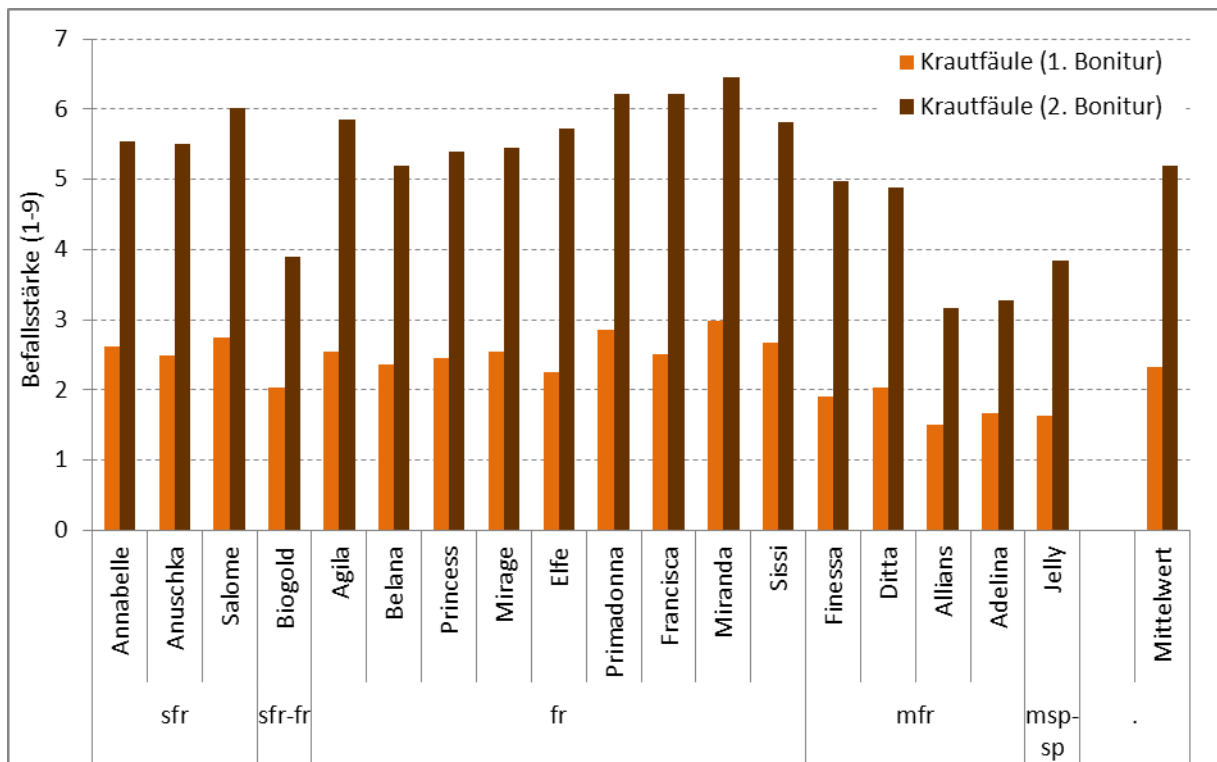


Abbildung 18: Befall der Pflanzen mit Krautfäule an zwei Boniturterminen im Verlauf der Vegetation (1-9er Bonitur) (2010 bis 2012)

Die folgende Abbildung zeigt beispielhaft einen unterschiedlichen Krautfäulebefall verschiedener Sorten.



Abbildung 19: Unterschiedlicher Krautfäulebefall

4.3 Ergebnisse der Erträge und Qualitäten

Bei der Auswertung der Erträge wurden in einem ersten Schritt ebenfalls nur die Jahre 2010 bis 2012 ausgewertet, da im ersten Versuchsjahr 2009 die Sorte Sissi noch nicht mit im Sortiment stand. Zusätzlich erfolgte eine statistische Auswertung mit der Hohenheim-Gülzower-Methode, bei der auch das erste Versuchsjahr 2009 berücksichtigt wurde, da hier adjustierte Mittelwerte mit einbezogen werden konnten. Gänzlich unberücksichtigt blieb hierbei die vierte ZE 100 Tage nach dem Legen aus 2009, da sie in den nachfolgenden Jahren nicht mehr durchgeführt wurde.

4.3.1 Knollenertrag

Um bei den verschiedenen Sorten den Ertragsaufbau im Laufe der Wachstumsperiode zu ermitteln, waren Zeiternten vorgesehen. Die Ertragsermittlung erfolgte jeweils zu den drei Terminen 70, 80 und 90 Tage nach dem Legen sowie zur Endernte, die im Mittel der Versuchsjahre 141 Tage nach dem Legen erfolgte.

Abbildung 20 zeigt die Knollenerträge zu den verschiedenen Ernteterminen im Durchschnitt über die drei Versuchsjahre 2010 bis 2012. Im Mittel der Sorten bewegten sich die Erträge zur ersten Zeiternte um 200 dt/ha, bei der zweiten Zeiternte um 280 dt/ha und bei der dritten Zeiternte um 335 dt/ha. Der mittlere Knollenertrag zum Enderntetermin lag bei 343 dt/ha. Der Zuwachs nahm im Laufe der Zeit im Mittel deutlich ab, wies aber große Sortenunterschiede auf. Bei den meisten Sorten war von der dritten Zeiternte bis zur Endernte kaum noch ein Ertragszuwachs zu verzeichnen. Nur die späteren Sorten Allians, Adelina und Jelly konnten mit durchschnittlich 40 dt/ha noch einen deutlichen Zuwachs realisieren. In einigen Fällen sind die Erträge der letzten Zeiternte sogar höher als die der Endernte. Mögliche Gründe hierfür sind:

- Knollen mit einer Größe bis ca. 20 mm werden, besonders bei Hitze, resorbiert
- Unterschied in der Erntetechnik (Zeiternten von Hand, Endernte mit dem Vollernter)
- befallene Knollen verfaulen zwischen letzter Zeiternte und Endernte
- je weniger Pflanzstellen in die Auswertung eingehen, desto stärker wirken sich prozentuale Abweichungen aus.

Letztendlich war in diesem Versuch eine Klärung nicht abschließend möglich, es wurde daher mit den ermittelten Werten gearbeitet.

Zur ersten Zeiternte konnten die Sorten Primadonna, Francisca und Miranda mit knapp 250 dt/ha die höchsten Erträge verzeichnen (Abbildung 20). Sissi, Adelina und Jelly lagen mit einem Knollenertrag von ca. 150 dt/ha deutlich zurück. Der Ertragszuwachs zwischen der ersten und zweiten Zeiternte lag im Mittel bei gut 75 dt/ha. Am geringsten war der Zuwachs hier bei Salome und Biogold mit 54 bzw. 45 dt/ha. Die höchsten Ertragszuwächse in diesem Zeitraum konnten die Sorten Allians, Adelina und Jelly mit über 90 dt/ha verzeichnen. Der Ertragszuwachs bis zur dritten Zeiternte lag im Mittel bei 55 dt/ha. Kaum noch Ertragszuwächse - unter 40 dt/ha - gab es bei Annabelle, Belana, Mirage und Miranda, wohingegen bei Allians und Adelina noch über 80 bzw. 90 dt/ha Ertragszuwachs zu verzeichnen waren. Die höchsten Erträge zur Endernte mit über 370 dt/ha erzielten die Sorten Francisca, Allians und Adelina. Annabelle, Salome und Sissi lagen ertraglich im unteren Bereich.

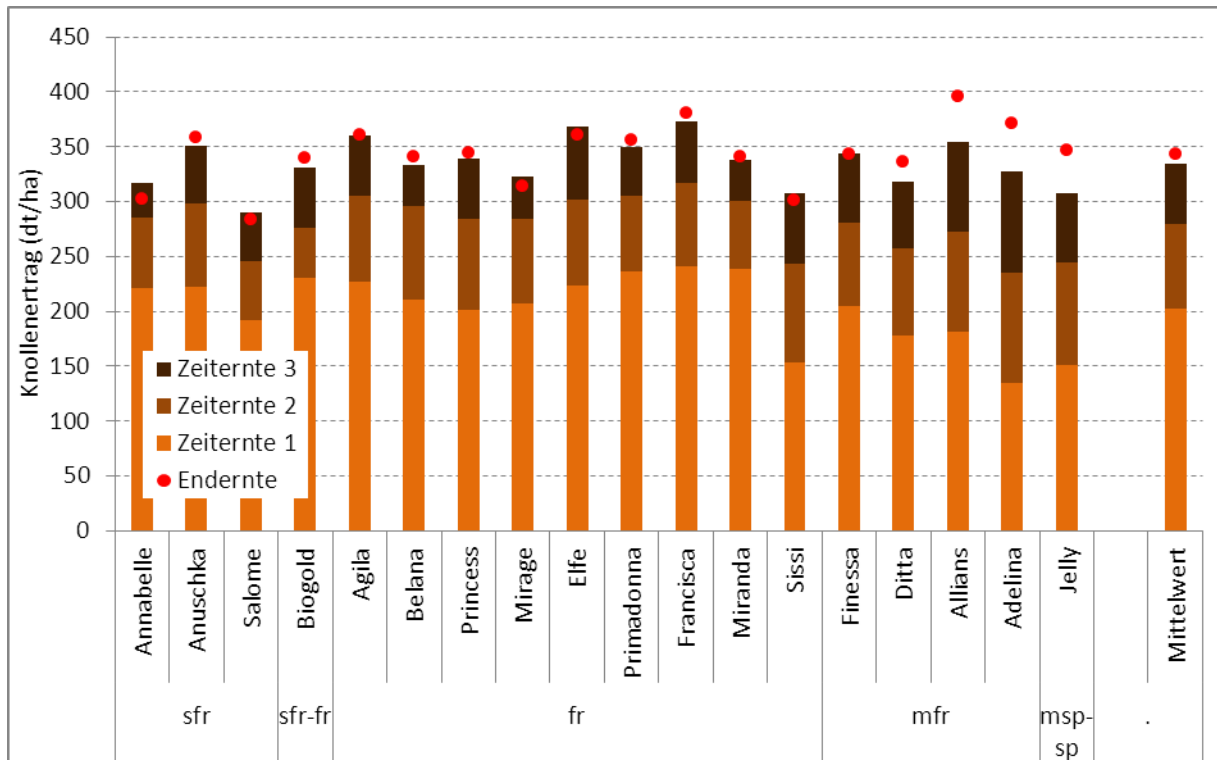


Abbildung 20: Knollenerträge der drei Zeiternten und der Endernte (dt/ha) (2010 bis 2012)

Abbildung 21 zeigt exemplarisch stark unterschiedlicher Knollenerträge zum Zeitpunkt der zweiten Zeiternte.



Abbildung 21: Unterschiedlicher Knollenertrag zur zweiten Zeiternte

Den Ertragsaufbau einzelner Sorten im Vergleich zur dazugehörigen Reifegruppen zeigen die nachfolgenden Abbildungen 22 bis 24 für die Reifegruppen sehr früh, früh und mittelfrüh.

Von Biogold als EU-Sorte fehlt eine verbindliche Reifegruppeneinstufung und Jelly war die einzige Vertreterin des mittelspäten Sortiments im Projekt.

In der sehr frühen Reifegruppe (Abbildung 22) zeigt Salome eine deutlich verzögerte Ertragsentwicklung, die letztlich auch geringere Erträge bei der Endernte zur Folge hat. Wie bereits erwähnt, dürfte dieser Rückstand auch auf die in drei von vier Jahren erheblich zu späte Bereitstellung des Pflanzgutes durch den Züchter zurückzuführen sein. Die Vorkeimzeit reduzierte sich dadurch erheblich und das Pflanzgut konnte in einem Jahr sogar kaum als keimgestimmt bezeichnet werden.

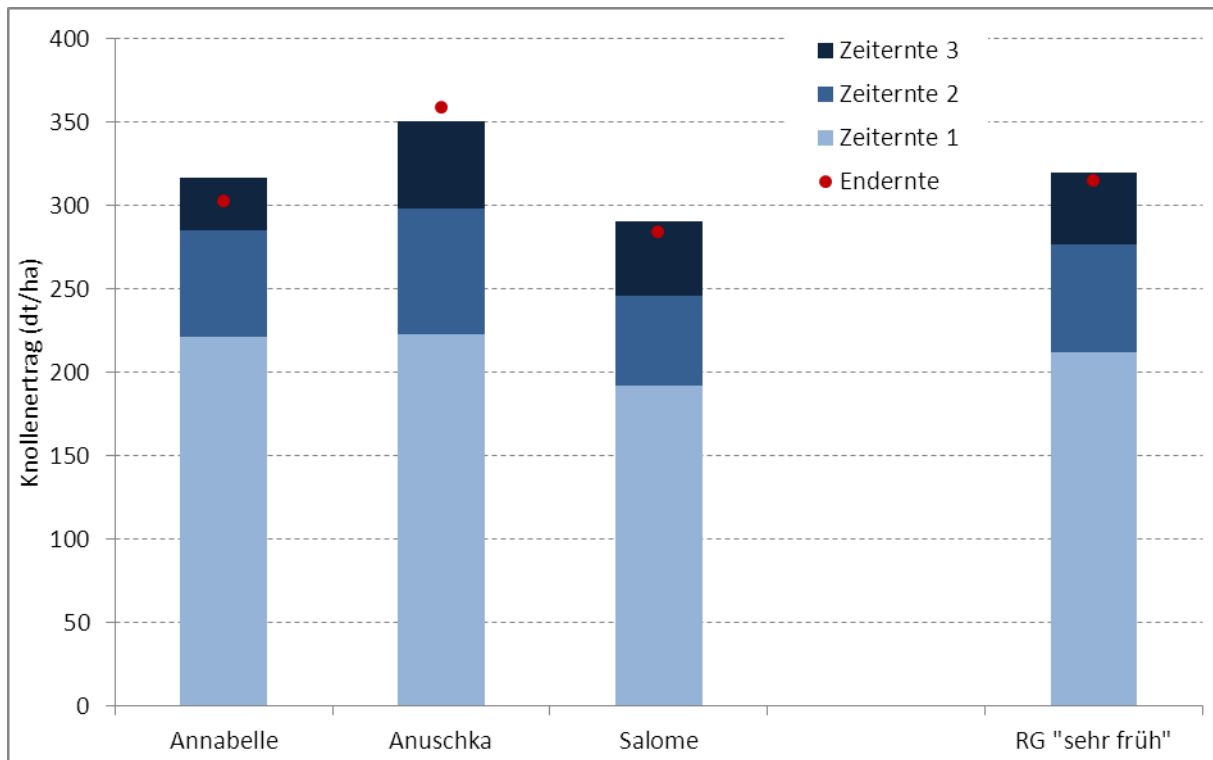


Abbildung 22: Ertragsaufbau des Knollenertrages der Sorten in der sehr frühen Reifegruppe im Vergleich zum Durchschnitt der Reifegruppe (dt/ha)

In der frühen Reifegruppe zeigten die Sorten Primadonna, Francisca und Miranda einen, im Vergleich zu den anderen Sorten dieser Reifegruppe, zügigeren Ertragsaufbau bis zur ersten Zeiternte (Abbildung 23). Weit abgeschlagen dagegen Sissi mit zu diesem Zeitpunkt deutlich unterdurchschnittlichem Ertrag. Elfe vermochte zwischen zweiter und dritter Zeiternte noch einen erfreulichen Ertragszuwachs zu realisieren und bildete bei der Endernte im frühen Sortiment mit Francisca die Spitzengruppe. Auch Sissi legte in dieser Phase noch erheblich an Ertrag zu, konnte aber das ertragliche Mittel der Reifegruppe nicht annähernd erreichen.

Im Sortiment der mittelfrühen Reifegruppe konnte Finessa beim frühen Rodetermin den größten Knollenertrag realisieren, während die Ertragsbildung bei der Sorte Adelina deutlich verzögert einsetzte (Abbildung 24). Allians bewegte sich ähnlich wie Ditta zunächst im Mittelfeld, legte aber später vor allem zwischen 2. und 3. ZE und auch danach noch bis zur Endernte zu. Sie lag dann trotz ihres zunächst verhaltenen Ertragsaufbaus bei der Endernte an der Spitze.

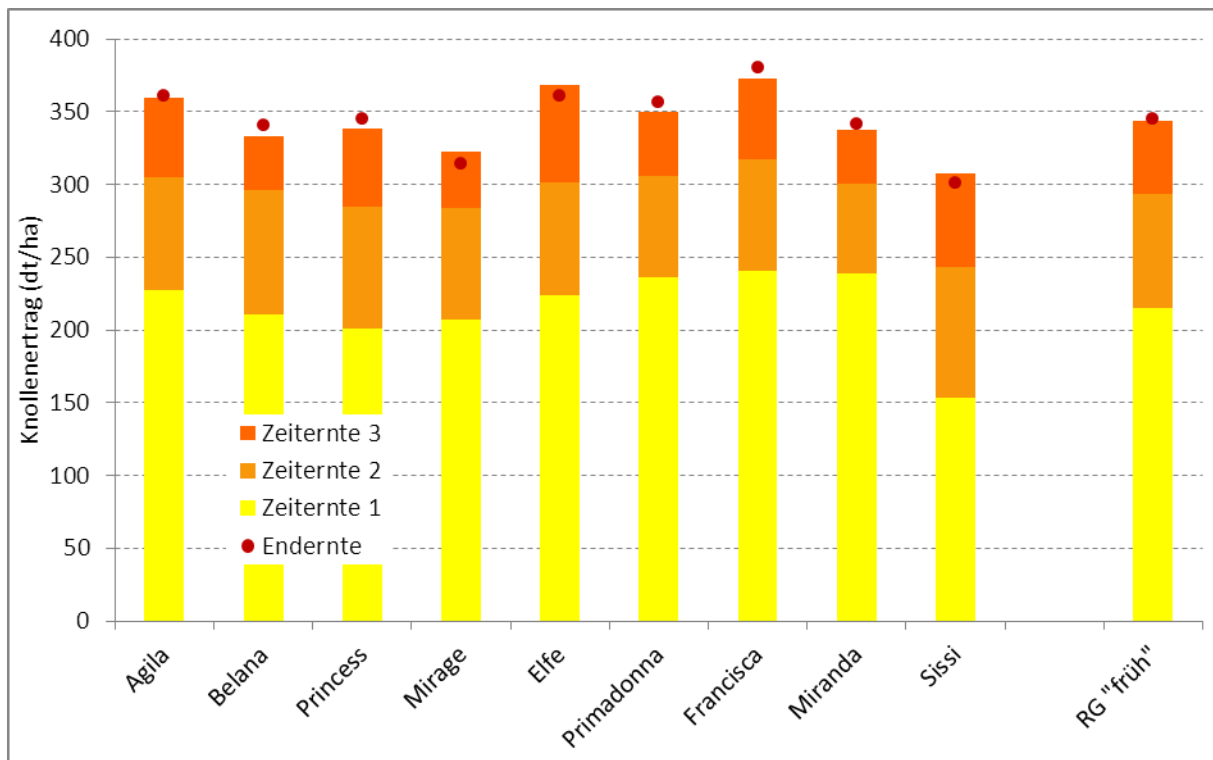


Abbildung 23: Ertragsaufbau des Knollenertrages der Sorten in der frühen Reifegruppe im Vergleich zum Durchschnitt der Reifegruppe (dt/ha)

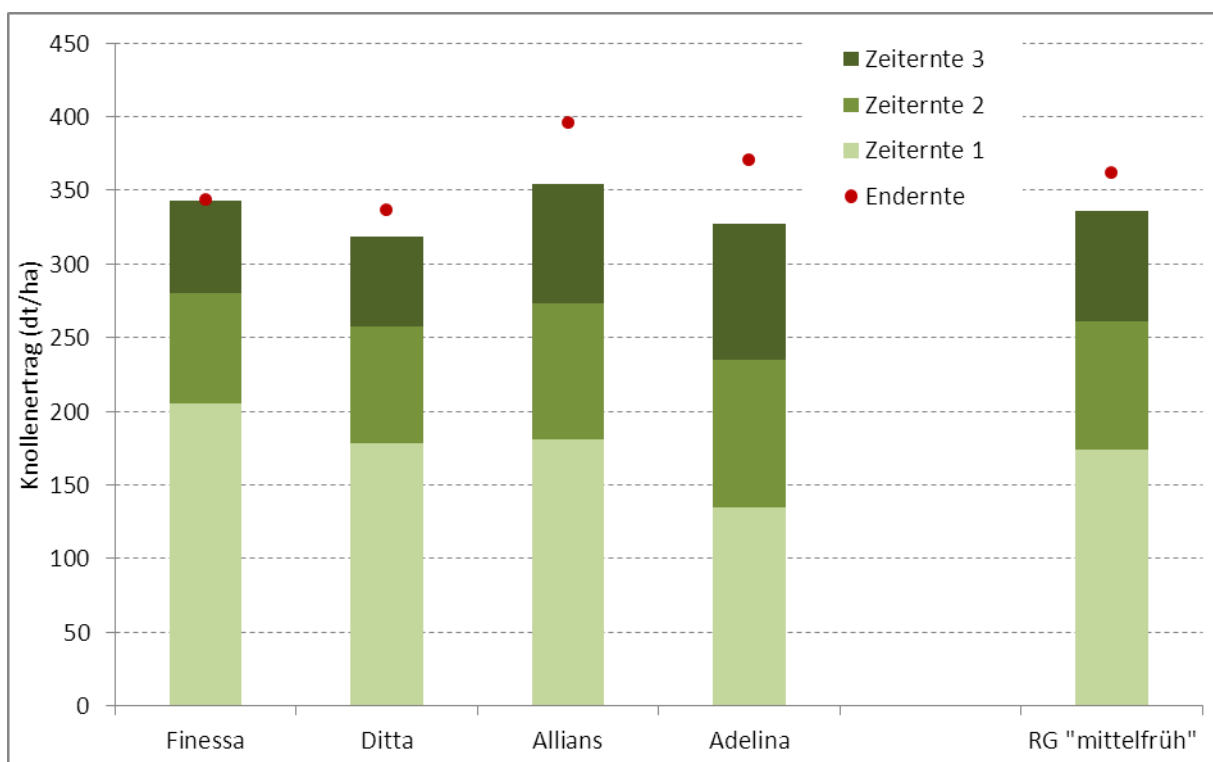


Abbildung 24: Ertragsaufbau des Knollenertrages der Sorten in der mittelfrühen Reifegruppe im Vergleich zum Durchschnitt der Reifegruppe (dt/ha)

Das gesamte Sortiment betrachtend lagen die Relativerträge bezogen auf den Mittelwert der Erträge der Sorten Agila (RG früh) und Ditta (RG mittelfrüh) bei der ersten Zeiternte in der

sehr frühen und frühen Reifegruppe vorn (Abbildung 25). Ditta und Agila wurden wegen ihres recht stabilen Ertragsniveaus als Verrechnungssorten ausgewählt.

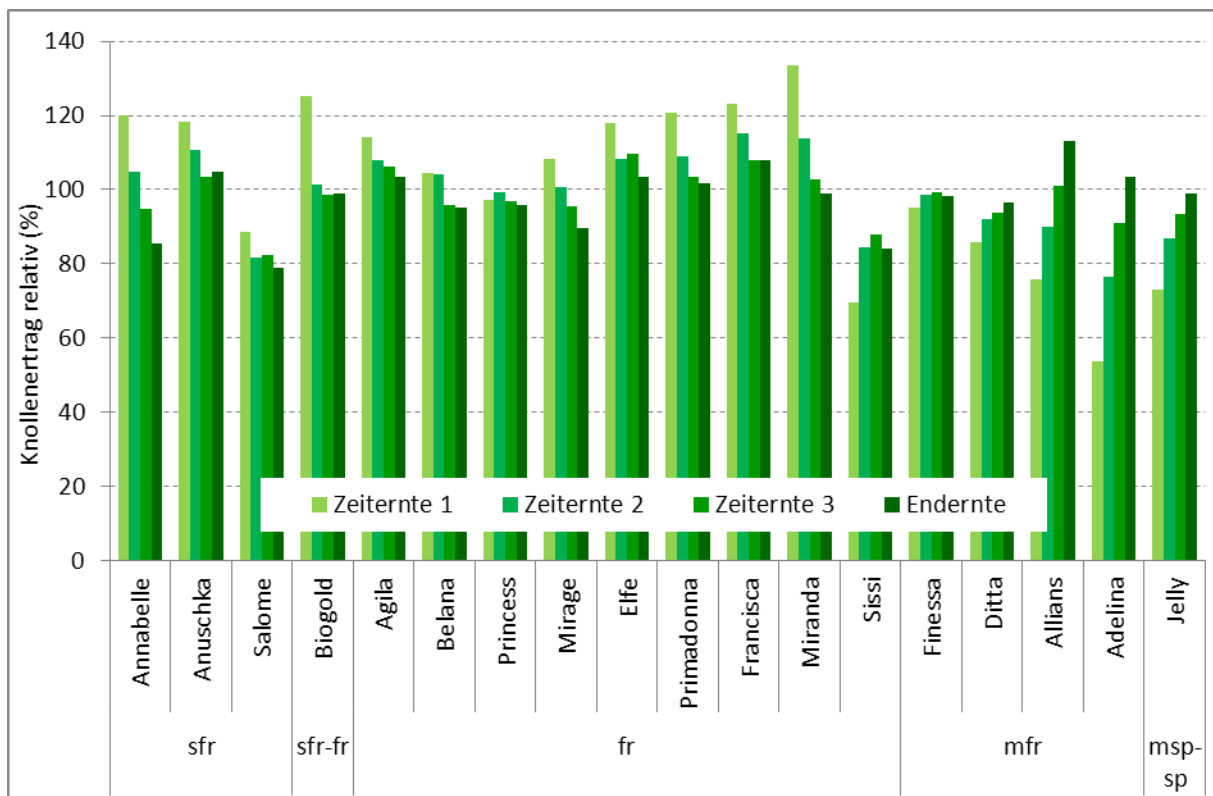


Abbildung 25: Knollenerträge relativ (%) der 18 Sorten (Bezugsbasis: Mittelwert Agila und Ditta) (2010 bis 2012)

In der ersten und zweiten ZE haben die sehr frühen und frühen Reifegruppen bei den Relativerträgen die Nase vorn (Abbildung 25). Während bei den genannten beiden Reifegruppen die Relativerträge bis zur dritten ZE kontinuierlich sinken, steigen sie von einem vergleichsweise geringen Niveau bei den Sorten des mittelfrühen und mittespäten Sortiments kontinuierlich an. Am deutlichsten zeigt es sich bei den beiden sehr verhalten startenden Sorten Adelina und Jelly. In Jahren mit geringem oder spätem Krautfäuleddruck sind die späteren Sorten auch im Ökolandbau in der Lage, ihr Ertragspotential zur Wirkung zu bringen. Das traf für die gesamte Projektdauer zu.

Die statistische Verrechnung der Erträge der sieben zu berücksichtigenden Standorte bedurfte bei Einbeziehung des Jahres 2009 der Verwendung eines speziellen Verrechnungsverfahrens, der Hohenheim-Gülzower-Methode (MICHEL et al. 2007). Die adjustierten Mittelwerte und Vertrauensintervalle (90 %) für den paarweisen Vergleich werden nachfolgend grafisch dargestellt. Sorten, deren Vertrauensbereiche sich nicht überlappen, unterscheiden sich im langjährigen Erwartungswert signifikant voneinander. Diese Darstellungsweise hat sich in der Praxis sehr gut bewährt, da hier Mittelwert und Schätzgenauigkeit der Sortenunterschiede ohne Spezialkenntnisse intuitiv richtig und sinnvoll interpretiert werden können (MICHEL et al. 2007).

Die Ertragsergebnisse der Knollenerträge der drei Zeiternten sowie der Endernte sind in den folgenden Abbildungen 27 bis 30 dargestellt. In der 1. Zeiternte lag der durchschnittliche Ertrag bei 194 dt/ha (Abbildung 26). Die Sorten Annabelle, Biogold, Agila, Primadonna, Francisca und Miranda konnten einen statistisch absicherbaren überdurchschnittlichen Ertrag erzielen. Bei Sissi, Ditta, Allians, Adelina und Jelly waren die Erträge zu diesem frühen Erntetermin absicherbar unterdurchschnittlich.

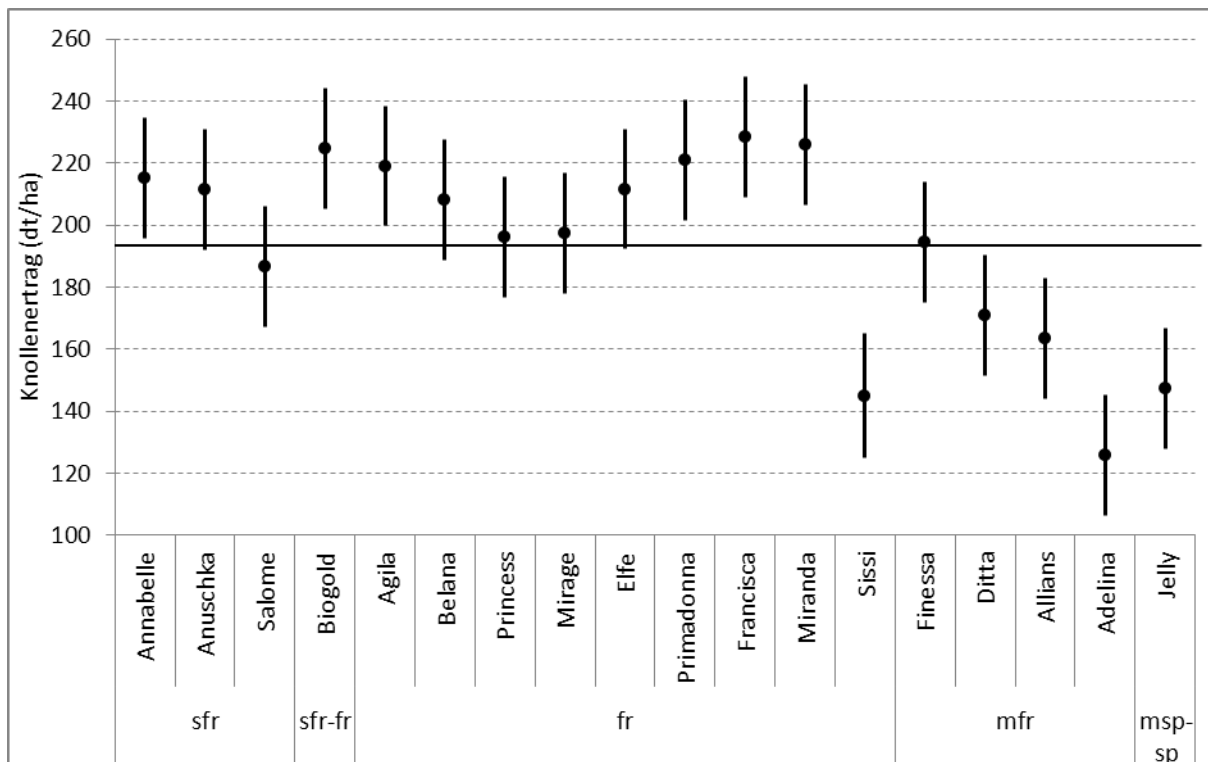


Abbildung 26: 1. Zeiternte: Schätzwerte für Knollenerträge und 90%-Vertrauensintervalle für paarweise Vergleiche der Knollenerträge nach Hohenheim-Gülzower Serienauswertung (2009 bis 2012)

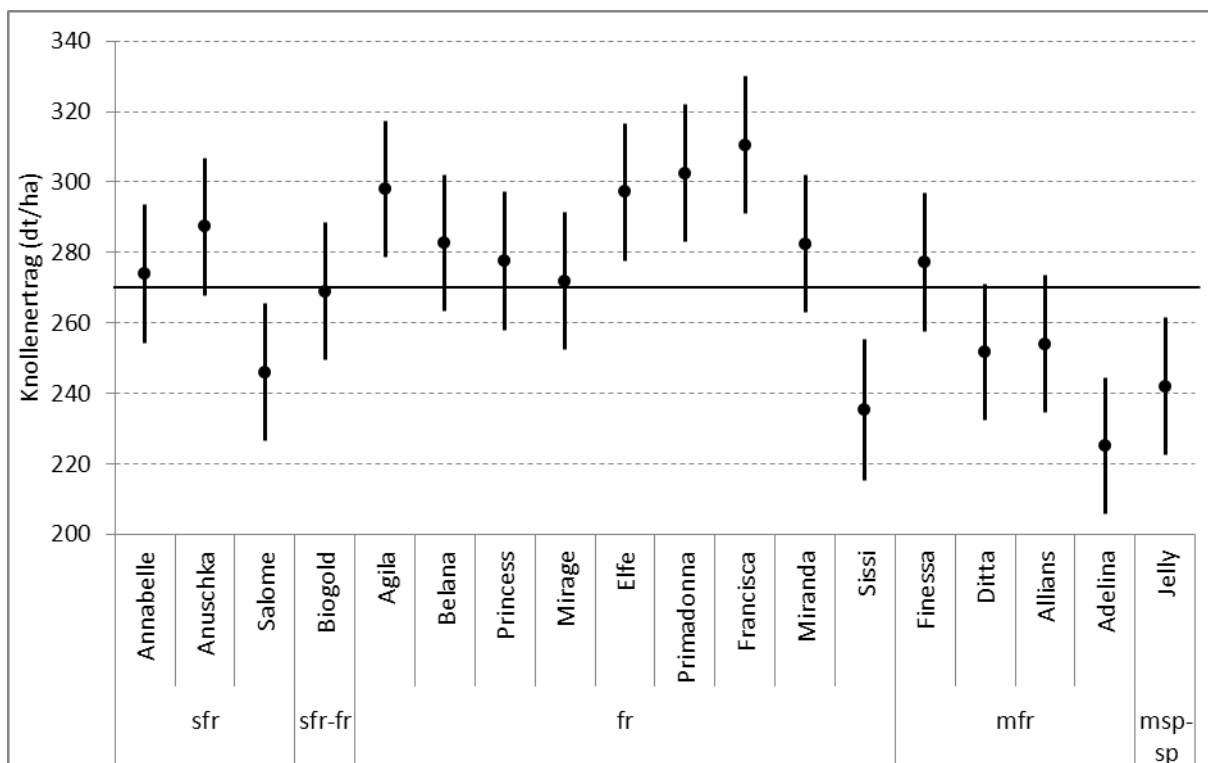


Abbildung 27: 2. Zeiternte: Schätzwerte für Knollenerträge und 90%-Vertrauensintervalle für paarweise Vergleiche der Knollenerträge nach Hohenheim-Gülzower Serienauswertung (2009 bis 2012)

Die Knollenerträge der 2. Zeiternte lagen durchschnittlich bei 271 dt/ha (Abbildung 27). Agila, Elfe, Primadonna und Francisca erreichten statistisch absicherbare, überdurchschnittliche Erträge. Die Sorten Salome sowie wie auch schon in der 1. Zeiternte Sissi, Adelina und Jelly erbrachten dagegen nur unterdurchschnittliche Erträge.

In der 3. Zeiternte wurde ein durchschnittlicher Knollenertrag von 328 dt/ha erreicht (Abbildung 28). Zu diesem Zeitpunkt waren die Erträge der einzelnen Sorten insgesamt bereits dichter um den Mittelwert gruppiert. Salome und Sissi erreichten wieder nur unterdurchschnittliche Erträge, während Agila, Elfe, Primadonna und Francisca überdurchschnittlich abschnitten.

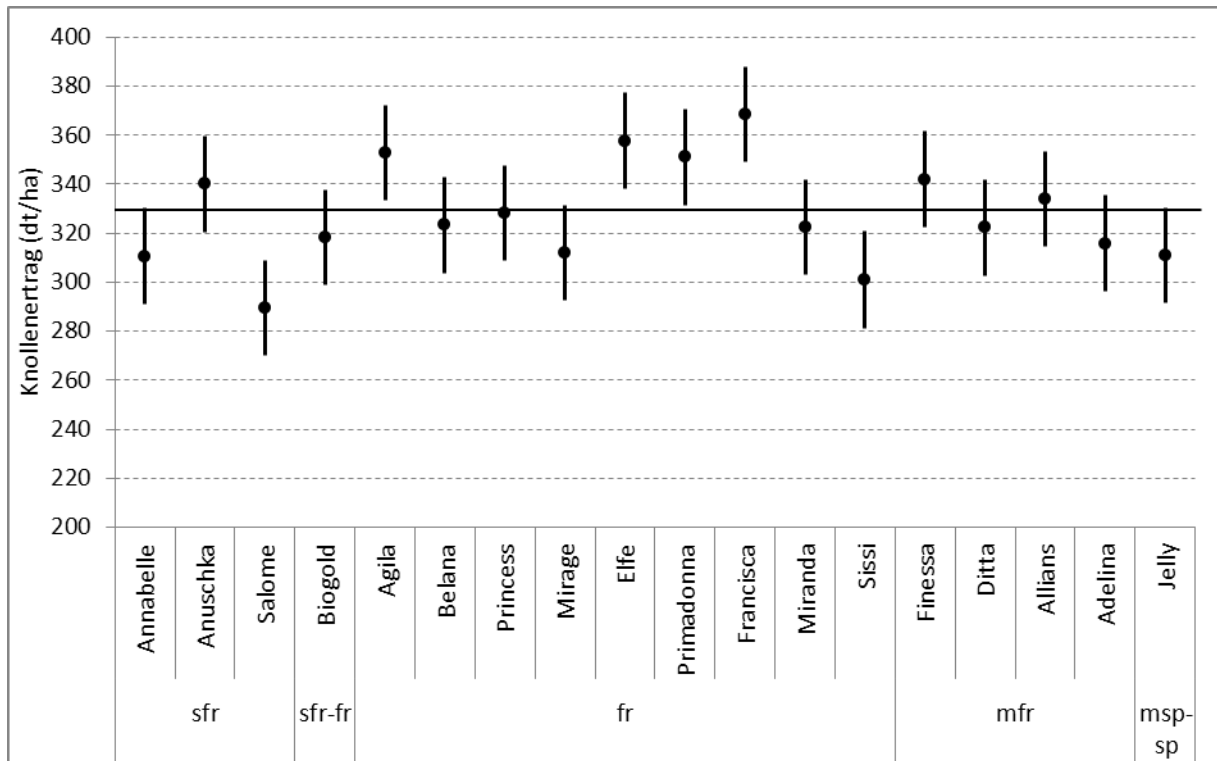


Abbildung 28: 3. Zeiternte: Schätzwerte für Knollenerträge und 90%-Vertrauensintervalle für paarweise Vergleiche der Knollenerträge nach Hohenheim-Gülzower Serienauswertung (2009 bis 2012)

Bei der Endernte, bei der ein durchschnittlicher Knollenertrag von 350 dt/ha erzielt wurde, erreichten wiederum Annabelle, Salome, Mirage und Sissi nur unterdurchschnittliche Erträge, während Primadonna, Francisca und Allians statistisch abgesicherte, überdurchschnittliche Erträge realisieren konnten (Abbildung 29).

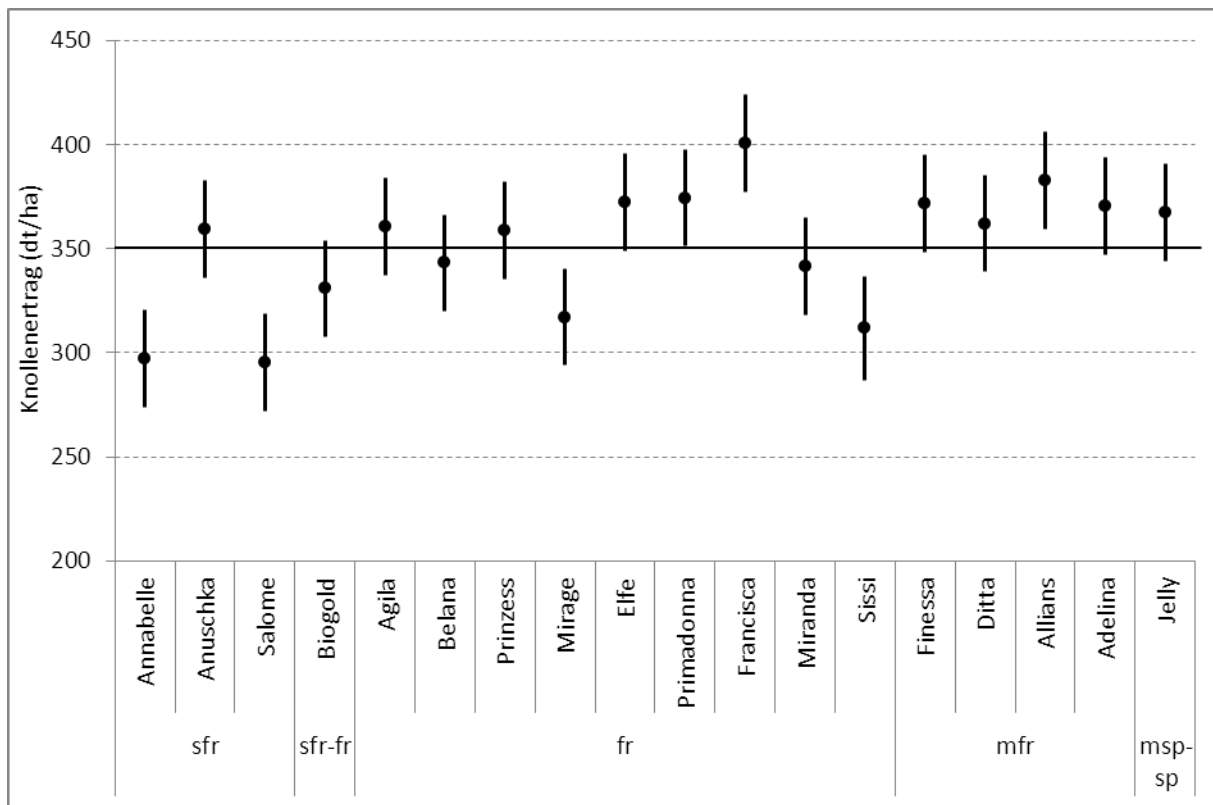


Abbildung 29: Endernte: Schätzwerte für Knollenerträge und 90%-Vertrauensintervalle für paarweise Vergleiche der Knollenerträge nach Hohenheim-Güzlöwer Serienauswertung (2009 bis 2012)

4.3.2 Größenverteilung

Die Knollengrößen wurden zu den drei Zeiternten und zur Endernte mit einer Größenverteilung von kleiner als 35 mm, 35 bis 60 mm und Übergrößen mit größer als 60 mm erfasst. Auf eine knollenformspezifische Unterscheidung der Größenklassen wurde verzichtet, da die überwiegende Mehrheit der Sorten eine runde bis ovale Knollenform aufwies. Es wurden alle Knollen mit einer Größe von über 2 cm berücksichtigt.

Die Knollen mit einer Größe bis 35 mm (Untergröße) nahmen zum Zeitpunkt der ersten Zeiternte im Mittel der Sorten einen Anteil von 22 % ein (Abbildung 30). Bis zur Endernte ging dieser Anteil auf durchschnittlich 5 % zurück. Zwischen den einzelnen Sorten bestanden in der Knollengrößenverteilung große Unterschiede. Der Anteil kleiner Knollen unter 35 mm betrug bei den Sorten Allians und Adelina zum Zeitpunkt der ersten Zeiternte noch über 30 bzw. sogar 45 %, während er bei Anuschka und Miranda nur bei 10 bis 12 % lag. Auch zur zweiten Zeiternte war der Anteil kleiner Knollen bei Salome, Allians und Adelina mit rund 20 % noch recht hoch. Zum Zeitpunkt der Endernte wurde der größte Anteil kleiner Knollen bei Salome, Princess und Adelina ermittelt, Sorten die allen drei Reifegruppe angehören.

Der Anteil an Übergrößen über 60 mm lag zum Enderntetermin bei durchschnittlich 8,5 % (Abbildung 31). Die meisten Übergrößen mit jeweils über 10 % wurden bei den Sorten Anuschka, Biogold, Agila und Jelly ermittelt. Die Sorte Jelly wurde seinerzeit auch als Verarbeitungssorte und damit für die Produktion großer Knollen gezüchtet. Auch in der dritten Zeiternte war hier der Anteil an Übergrößen schon recht hoch. Mit weniger als 6 % lieferten die Sorten Salome, Belana, Princess, Mirage und Primadonna nur wenig Übergrößen.

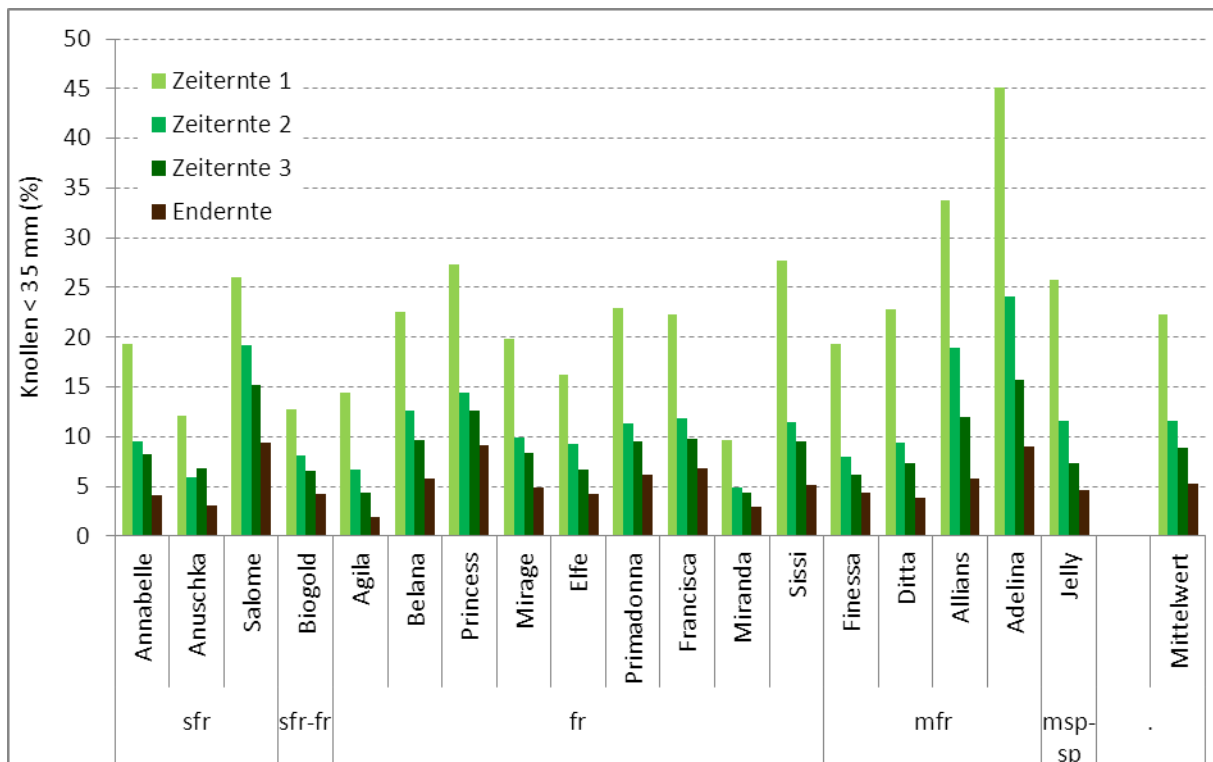


Abbildung 30: Anteil Knollen (%) mit einer Größe von < 35 mm aus dem Erntegut (2010 bis 2012)

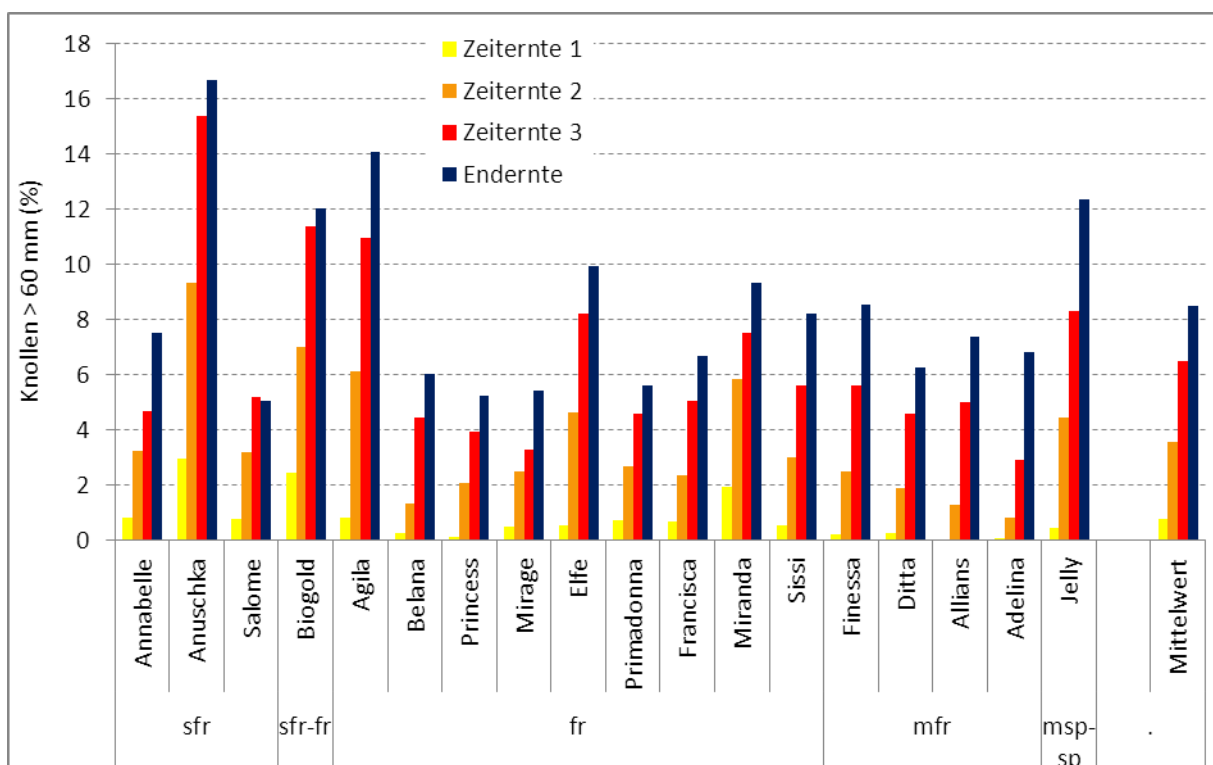


Abbildung 31: Anteil Knollen (%) mit einer Größe von > 60 mm aus dem Erntegut (2010 bis 2012)

Die folgende Abbildung 32 zeigt die deutlich unterschiedliche Knollengrößenverteilung zweier Sorten zum Zeitpunkt der zweiten Zeiternte.



Abbildung 32: Unterschiedlicher Knollengröße zur zweiten Zeiternte

4.3.3 Marktwareertrag

Der Anteil an Marktware, d. h. der Knollenertrag abzüglich der Kartoffeln < 35 mm, ist die für den wirtschaftlichen Erfolg des Kartoffelanbaus bestimmende Größe. Zum Enderntetermin lag der Marktwareanteil über alle Sorten bei knapp 95 % (Abbildung 33). Am niedrigsten war er mit insgesamt 91 % bei Salome, Princess und Adelina, die auch bereits die meisten Untergrößen aufwiesen. Am höchsten war der Marktwareanteil bei Anuschka, Agila und Miranda mit 97 bis 98 %.

Die Entwicklung der Marktwarefraktion über die Zeiternten zeigt deutliche Sortenunterschiede. So konnten die Sorten Annabelle, Anuschka, Biogold, Agila und Miranda schon bei der ersten Zeiternte 70 Tage nach dem Legen mit über 85 bis 90 % einen sehr hohen Marktwareanteil realisieren und hätten so auch in Jahren mit frühem Krautfäulebefall viel vermarktbar Ware zu bieten. Allians und Adelina hätten mit unter 70 bzw. sogar nur 60 % Marktwareanteil hingegen unter diesen ungünstigen Rahmenbedingungen sehr viel ungünstiger abgeschnitten. Zur 3. ZE lag der Schnitt des gesamten Sortimentes bei > 90 % Marktwareanteil, Spitzensorten waren Agila und Miranda mit über 95 %, gefolgt von Finessa (93,8 %), Biogold (93,4 %) und Elfe (93,4 %), Anuschka (93,2 %), Ditta (92,7 %) und sogar Jelly (92,7 %) als späteste Sorte des Sortimentes. Die Zuwächse bis zur Endernte bewegten sich nur noch um durchschnittlich 3,6 %.

Im Mittel über die Jahre 2009 bis 2012 und die sieben Standorte wurden in der ersten Zeiternte signifikant unterschiedliche Marktwareerträge festgestellt (Tukey-Test, alpha=5%) (Abbildung 34). Es konnten sieben Signifikanzgruppen ausgewiesen werden, wobei sich die Gruppen überlappen. In der Abbildung zeigen unterschiedliche Buchstaben signifikant unterschiedliche Erträge an. Insgesamt wiesen die Sorten Miranda gefolgt von Agila, Biogold, Anuschka, Elfe und Francisca mehrjährig betrachtet bereits zum ersten ZE-Termin überdurchschnittlich hohe Marktwareerträge auf. Der mittlere Marktwareertrag der Sorte Adelina lag aufgrund des hohen Anteils Untergrößen zu diesem Zeitpunkt statistisch abgesichert am niedrigsten.

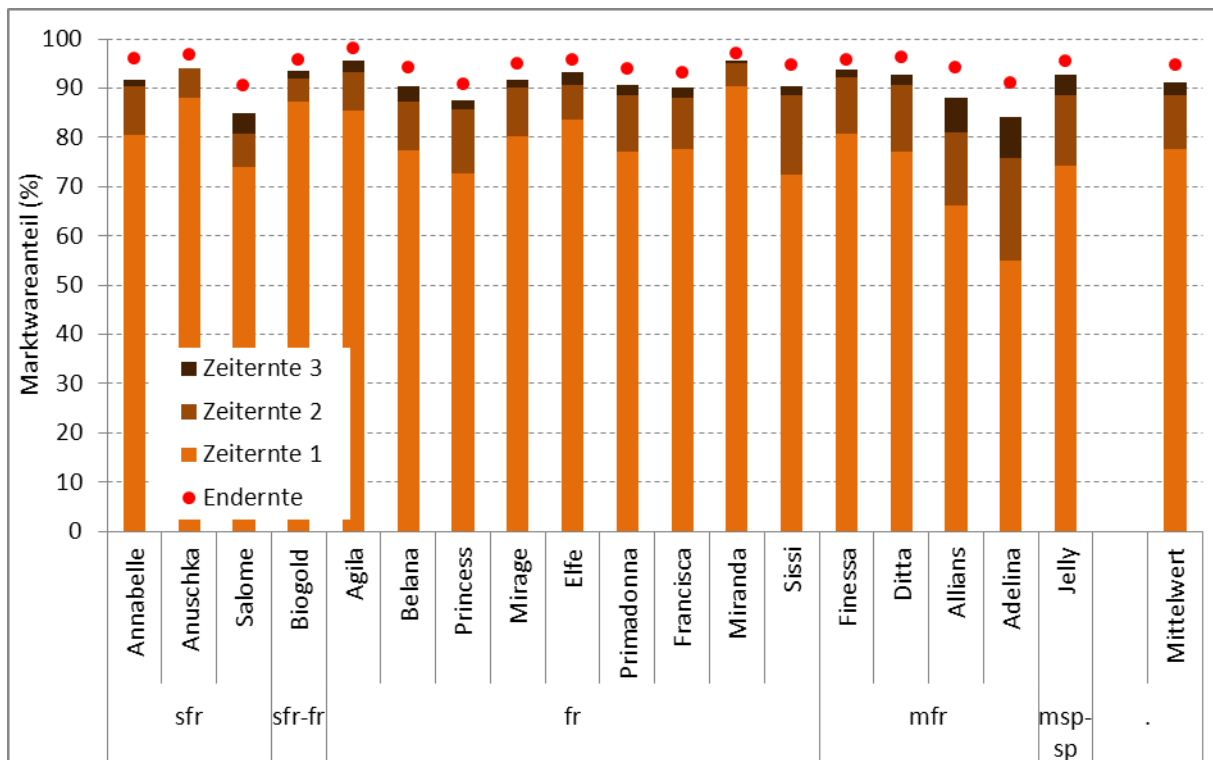


Abbildung 33: Marktwareanteil (%) am Erntegut (2010 bis 2012)

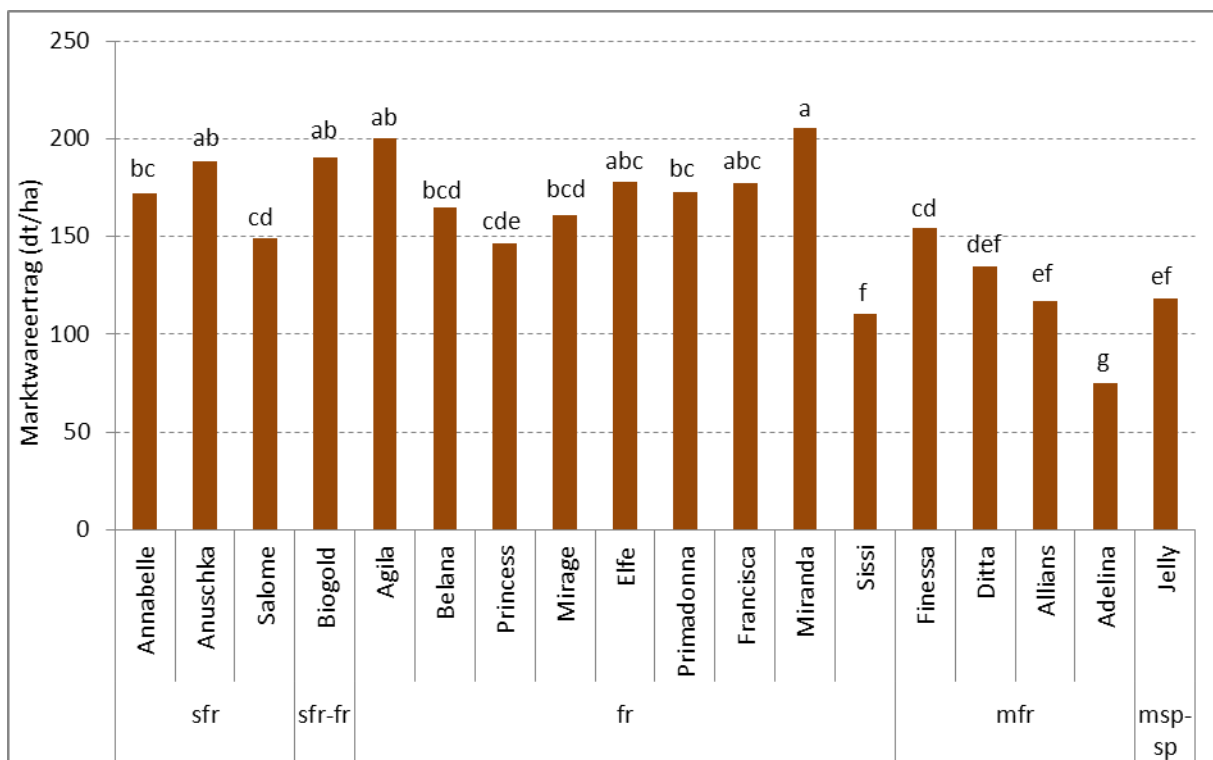


Abbildung 34: Marktwareertrag (dt/ha) der 1. Zeiternte (2009 bis 2012) (nicht gleiche Buchstaben kennzeichnen signifikante Mittelwertdifferenzen, Tukey-Test $\alpha=0,05$)

Die Entwicklung der Marktwareerträge für die Jahre 2010 bis 2012 über die drei Zeiternten bis zur Endernte zeigt Abbildung 35. Während die späteren Sorten mit Ausnahme von Finessa zum Zeitpunkt der ersten ZE nur einen geringen Marktwareertrag erzielen konnten,

war der Zuwachs an marktfähiger Ware von der dritten ZE bis zur Endernte im Vergleich zu den früheren Sorten noch beachtlich, so dass sie bei der Endernte ertraglich im oberen Bereich lagen.

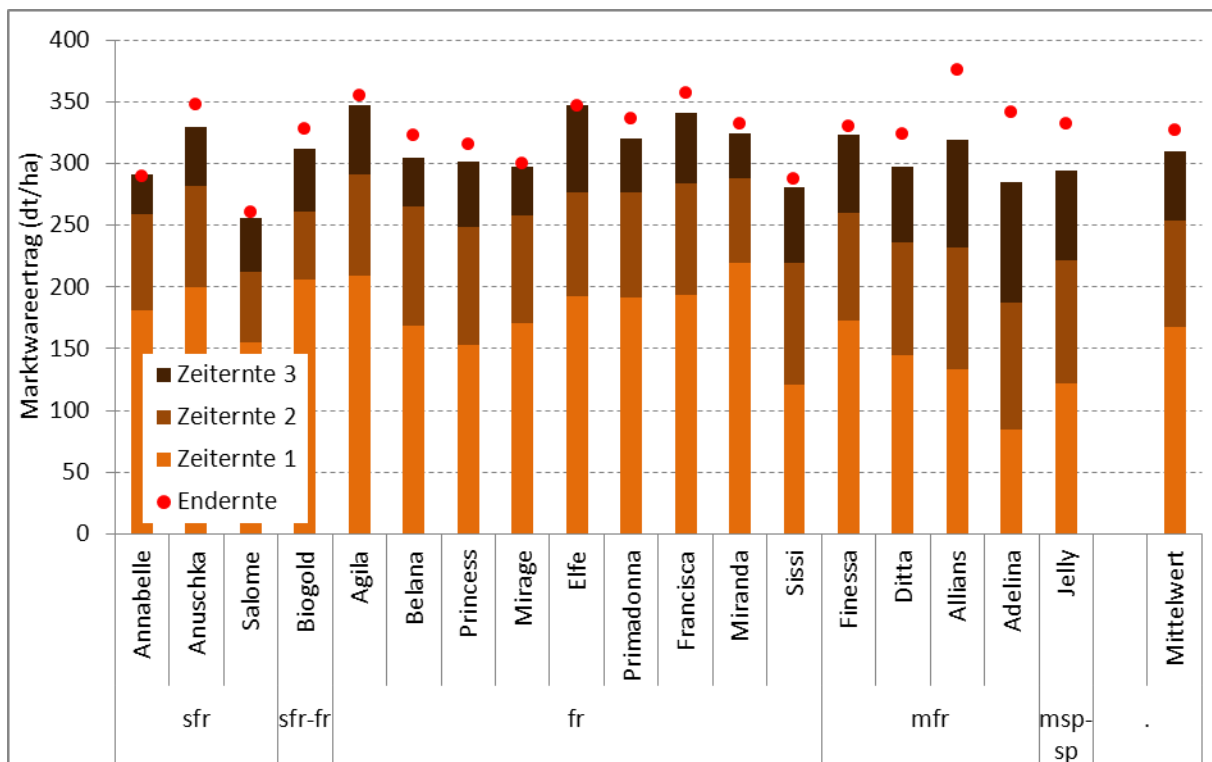


Abbildung 35: Marktwareerträge (dt/ha) der drei Zeiternten und der Endernte (2010 bis 2012)

Eine Auswertung der Dauer vom Legen der Knollen bis zum Aufgang erbrachte einen deutlichen Zusammenhang zu den Erträgen der verschiedenen Zeiternten (Tabelle 5). Dabei lassen sich die Daten wie folgt interpretieren:

Die Erträge aller drei Zeiternten sind im Mittel der Sorten umso größer, je schneller der Aufgang des Pflanzgutes erfolgte. Dabei fällt dieser Zusammenhang bei der ZE 3 ($r = -0,57$) schwächer aus, als bei der ZE1 ($r = -0,68$) und der ZE 2 ($r = -0,69$). Dies ist darauf zurückzuführen, dass mit dem schnelleren Aufbau photosynthetisch aktiver Blattmasse auch früher und in größerem Umfang Assimilate in die Knollen transportiert werden können. Nach Ausbildung des vollständigen Blattapparates gewinnt die sortenspezifische Aktivität der Photosynthese zunehmend an Bedeutung und damit können eventuelle Entwicklungsverzögerung im Laufe der weiteren Vegetationszeit noch ausgeglichen werden. Vor diesem Hintergrund korrelieren dann auch die weiteren Ertragszuwächse von ZE 1 zu ZE2 ($r = 0,23$) und besonders von ZE 2 zu ZE 3 ($r = 0,43$) erwartungsgemäß entgegengesetzt. Die Endernte wurde nicht analysiert, da aufgrund des Methodensprungs die Erträge nicht vergleichbar sind zu den ZE-Erträgen.

Tabelle 5: Beziehung zwischen „Tage Pflanzung bis Aufgang“ je Sorte und dem Marktwareertrag (dt/ha) je Sorte (2009 bis 2012)

Sorte	Tage bis Aufgang	Marktwareertrag (dt/ha)				
		ZE1	ZE2	ZE3	ZE2-ZE1	ZE3-ZE2
Annabelle	22,2	169,9	246,3	284,7	76,4	38,3
Finessa	23,1	145,0	248,0	316,7	103,0	68,8
Elfe	23,6	170,5	265,3	336,0	94,9	70,7
Anuschka	23,7	183,3	269,3	318,3	85,9	49,0
Miranda	24,2	198,2	267,1	308,6	68,9	41,5
Francisca	24,4	167,5	271,4	332,1	103,9	60,7
Primadonna	24,6	160,9	264,9	318,9	103,9	54,0
Princess	24,7	138,3	235,5	288,6	97,3	53,1
Biogold	24,9	185,0	245,5	296,3	60,5	50,8
Allians	25,3	99,8	201,5	292,6	101,8	91,1
Mirage	25,3	154,6	242,8	286,9	88,2	44,0
Agila	25,4	186,2	277,8	338,5	91,6	60,7
Belana	26,1	159,9	247,5	294,6	87,6	47,1
Jelly	26,7	108,1	212,9	289,4	104,8	76,5
Ditta	26,8	126,7	227,2	300,3	100,5	73,2
Salome	26,8	138,8	202,7	249,5	63,9	46,8
Adelina	27,7	63,9	165,7	263,4	101,8	97,8
Sissi	28,4	101,2	206,9	273,1	105,7	66,3
Korrelation Tage bis Aufgang zu Marktwareertrag		-0,68	-0,69	-0,57	0,23	0,43

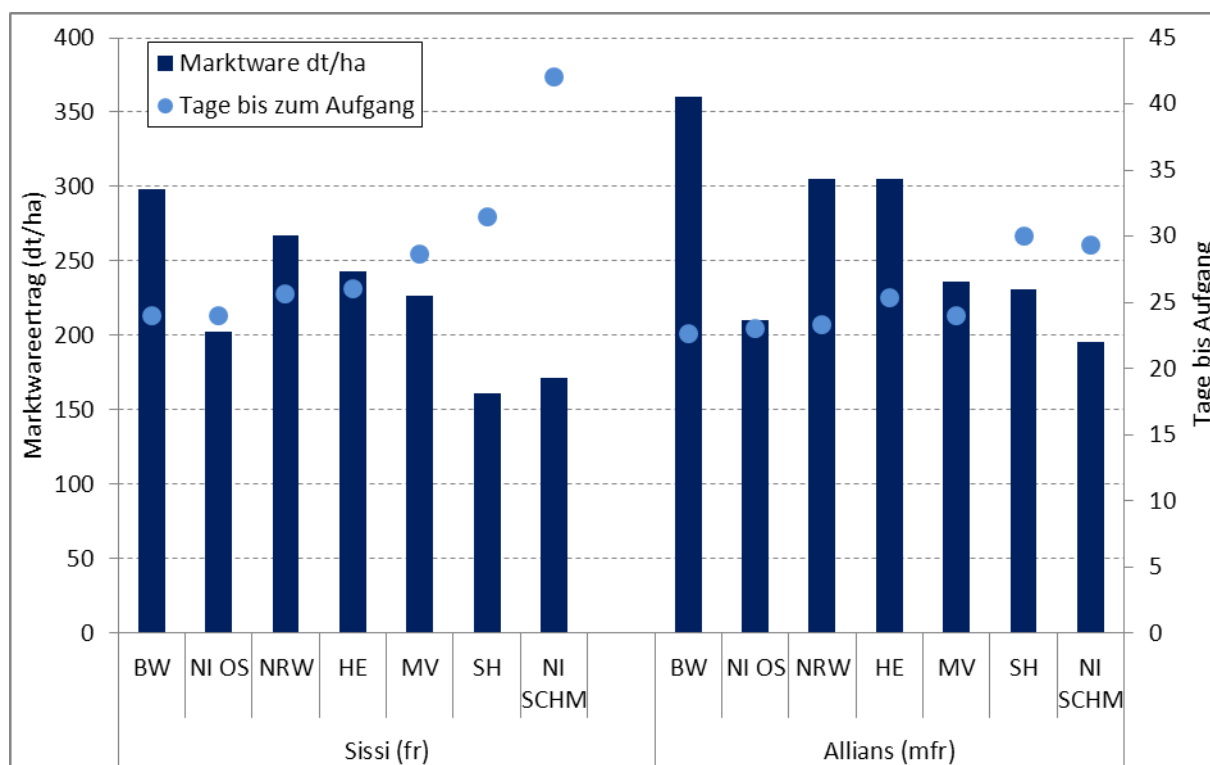


Abbildung 36: Marktwareertrag (dt/ha) und Tage bis zum Aufgang bei den Sorten Sissi und Allians an den verschiedenen Standorten des Projektes (2010 bis 2012)

Die Zeitspanne vom Legen der Kartoffeln bis zum Aufgang wird stark vom Standort beeinflusst, so dass diese Parameter in Abbildung 36 exemplarisch für die frühe Sorte Sissi sowie die mittelfrühe Sorte Allians für die verschiedenen Versuchsstandorte aufgeführt sind. Den schnellsten Aufgang konnten beide Sorten in BW und NI OS realisieren, während der Aufgang in NI SCHM besonders bei der Sorte Sissi mit durchschnittlich über 40 Tagen deutlich länger dauerte.

Als Stabilitätsmaß für den Knollenertrag sowie den Marktwareanteil wurde die Ökovalenz herangezogen, bei der davon ausgegangen wird, dass die Umwelt die Ertragsbildung beeinflusst. Die Ökovalenz ist eine Maßzahl, die die relative Stabilität der Sorten (Genotyp) über die Umwelten (hier also über die Versuche) zeigt. Es wird hier nicht die ertragreichste Sorte gefunden, sondern die mit der größten relativen Konstanz. Je niedriger die Ökovarianz ausfällt, desto stabiler sind die Leistungen der jeweiligen Sorte zu bewerten.

Die in der Tabelle 6 dargestellten Berechnungen der Ökovalenz beziehen sich auf den Knollenertrag über die Jahre und Standorte. Mit Annabelle (sfr), Jelly (msp/sp), Ditta (mfr), Finessa (mfr) und Mirage (fr) führen bezogen auf die Reifegruppeneinteilung recht unterschiedlich eingestufte Sorten die Tabelle an. Auch die weitere Reihenfolge lässt keinen Trend bezogen auf die Reifegruppeneinteilung zu.

Die Tabelle 7 bezieht sich auf die Stabilität (Ökovalenz) beim Marktwareanteil und zeigt eine deutlich veränderte Reihenfolge. Hier führen mit Miranda und Anuschka zwei beim Knollenertrag nur im Mittelfeld gelegene Sorten die Einstufung des Sortiments an. Mit deutlichem Abstand folgen Annabelle, Mirage und Elfe, relativ dicht gefolgt von Biogold und Belana, die zumeist auch bereits beim Knollenertrag weiter vorn rangierten.

Tabelle 6: Stabilität (Ökovalenz) im Merkmal Knollenertrag (aufsteigend sortiert)

Sorte	n	Ökovalenz
Annabelle	78	4061
Jelly	81	5062
Ditta	81	5329
Finessa	75	5770
Mirage	81	5830
Sissi	60	6823
Biogold	81	7034
Salome	80	7337
Anuschka	80	7421
Miranda	81	7450
Primadonna	81	7617
Adelina	81	7717
Francisca	81	7908
Princess	80	8252
Belana	81	8715
Elfe	81	8963
Allians	81	10069
Agila	81	10649

Tabelle 7: Stabilität (Ökovalenz) im Merkmal Marktwareanteil (aufsteigend sortiert)

Sorte	n	Ökovalenz
Miranda	78	47
Anuschka	77	59
Annabelle	75	83
Mirage	78	92
Elfe	78	93
Biogold	78	108
Belana	78	113
Agila	78	136
Ditta	78	156
Francisca	78	159
Finessa	72	161
Primadonna	78	166
Princess	77	172
Jelly	78	195
Sissi	60	220
Salome	77	273
Allians	78	321
Adelina	78	422

4.3.4 Erträge der Reifegruppen

Neben den Erträgen der einzelnen Sorten wurden auch die durchschnittlichen Erträge der Reifegruppen ausgewertet. Als etwas problematisch ist jedoch dabei zu werten, dass bei insgesamt nur 18 Sorten insgesamt fünf Reifegruppen gegeneinander getestet werden und die Besetzung im Extremfall nur eine Sorte je Reifegruppe ist.

Zudem ist zu bedenken, dass die Einteilung der Sorten in Reifegruppen immer ein definierter, statischer Schnitt in einer übergreifenden Variation ist, wobei die Unterschiede innerhalb einer Reifegruppe größer sein können als bei Sorten, die im jeweiligen Grenzbereich zweier Reifegruppen liegen. Daher ist es auch wahrscheinlich, dass ein erheblicher Anteil der hier diskutierten sortenspezifischen Reaktionen innerhalb von Reifegruppen ebenfalls in Reifeunterschieden zwischen den Sorten begründet ist.

Der Einfluss der Reifegruppe auf die Ertragsentwicklung über die drei Zeiternten ist hoch signifikant ($P < 0,01\%$). Die Sorten innerhalb einer Reifegruppe zeigten keine durchgängig einheitliche Ertragsentwicklung über die drei Zeiternten ($P < 0,01\%$). Daher sind auch spezifische Aussagen zur Beurteilung einer Sorte von Beratungsinteresse. Die Reifeeinstufung hatte also gegenüber der Sorte (innerhalb einer Reifegruppe) einen deutlich dominanteren Einfluss auf den Knollenertrag.

Erwartungsgemäß ist zu erkennen, dass späte Reifegruppen umso schlechter abschneiden, je früher der Erntetermin ist (Abbildung 37). Im Verlauf der Vegetationsentwicklung gleichen sich die Erträge der verschiedenen Reifegruppen aber einander an.

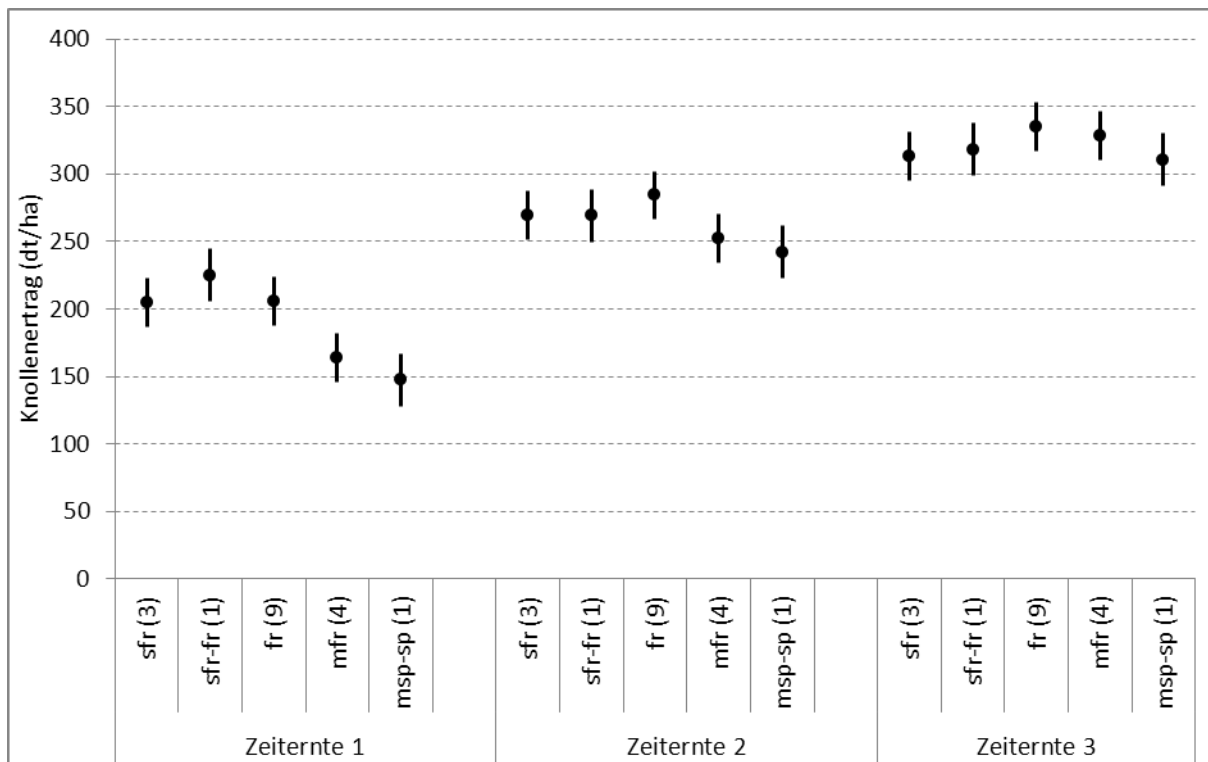


Abbildung 37: Schätzwerte für Knollenertrag (dt/ha) und 90%-Vertrauensintervalle für paarweise Vergleiche der Knollenerträge der Reifegruppen in den drei Zeiternten nach Hohenheim-Güzlöwer Serienauswertung (2009 bis 2012) (in Klammern: Anzahl der geprüften Sorten je Reifegruppe)

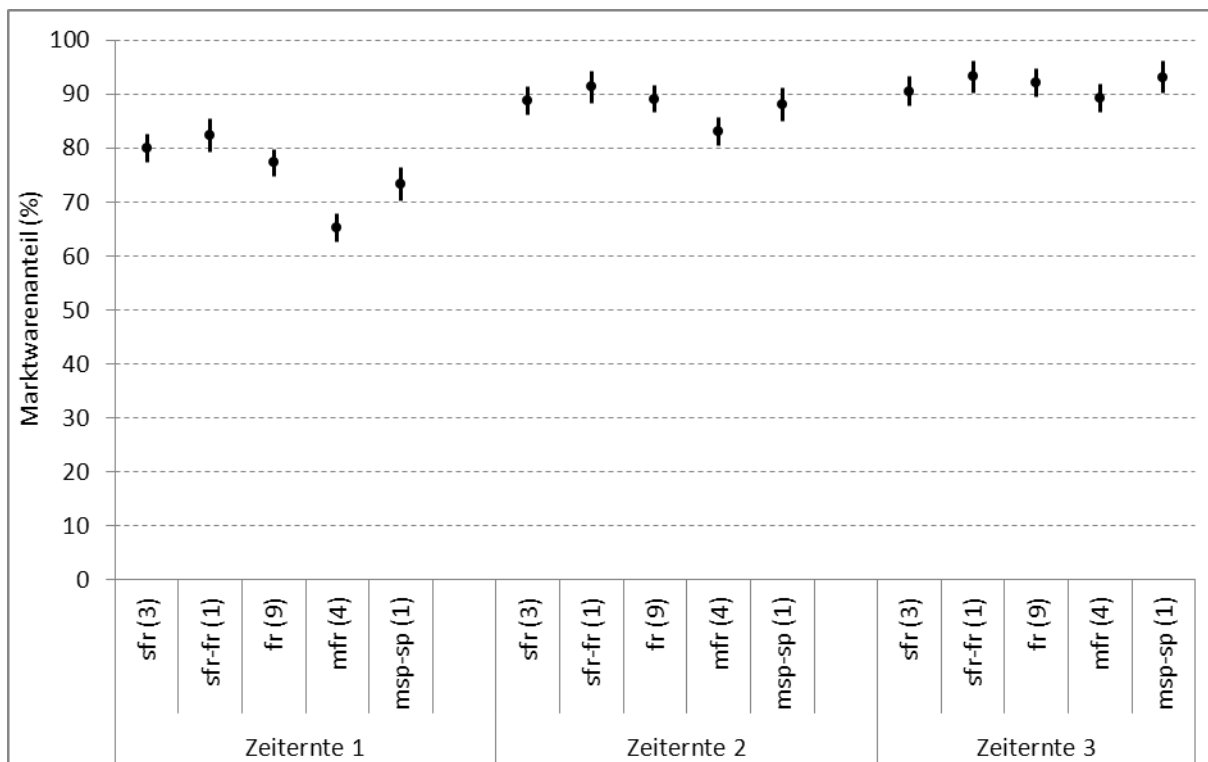


Abbildung 38: Schätzwerte für Marktwareanteil (%) und 90%-Vertrauensintervalle für paarweise Vergleiche der Marktwareanteile der Reifegruppen in den drei Zeiternten nach Hohenheim-Güzlöwer Serienauswertung (2009 bis 2012) (in Klammern: Anzahl der geprüften Sorten je Reifegruppe)

Einen sehr ähnlichen Verlauf weist die Entwicklung des Marktwareanteils auf, allerdings zeigen sich die Unterschiede bei der 1. ZE erwartungsgemäß sehr viel deutlicher als beim Knollenertrag (Abbildung 38). Der weitere Verlauf der Marktwareentwicklung gleicht dem Knollenertrag und führt am Termin der 3. ZE zu einem noch ausgeglicheneren Bild. Die Sorte Jelly als einzige Vertreterin der mittelspäten-späten Reifegruppe schiebt sich durch ihre relativ frühe Ausbildung größerer Knollen an der mittelfrühen Reifegruppe vorbei, da hier mehrere Sorten mit unterschiedlicher Ertragsbildung gemittelt wurden.

4.3.5 Bonituren am Erntegut der Zeiternten und der Endernte

Die Bonituren bei den Zeiternten und Endernten wurden immer am gesamten Sortiment durchgeführt, unabhängig von den Reifegruppen. Eine Durchschnittsprobe von 50 Knollen des Erntegutes der Zeiternten und der Endernte wurde gewaschen und auf folgende Schadbilder untersucht:

- prozentuale Bedeckung mit Rhizoctonia-Sklerotien
- Anzahl Knollen mit Dry-core Löchern
- Anzahl Knollen mit Drahtwurm Löchern
- Anzahl Knollen mit sonstigen Fraßschäden

Die Befallsstärke mit Rhizoctoniasklerotien nahm im Laufe der Vegetationszeit und hier vor allem von der 3. Zeiternte zur Endernte deutlich zu (Abbildung 39). Während zur ZE 1 eine prozentuale Bedeckung der Knollenoberfläche mit Rhizoctoniasklerotien von im Durchschnitt nur 0,4 % ermittelt wurde und diese bis zur 3. ZE auch nur auf 1 % stieg, wiesen die Knollen bei der Endernte im Mittel 2,3 % auf. Besonders starken Befall zeigten die vergleichsweise späten Sorten Ditta, Allians und Adelina mit jeweils über 4 % Bedeckung zur Endernte, während Princess und Elfe mit unter 1 % den geringsten Befall aufwiesen. Damit zeigt sich ein deutlich höherer Befall in der mittelfrühen Reifegruppe und bei der mittelspäten Sorte Jelly. Salome fällt als frühe Sorte mit einem ebenfalls deutlich höheren Befall bei der Endernte etwas aus dem Rahmen.

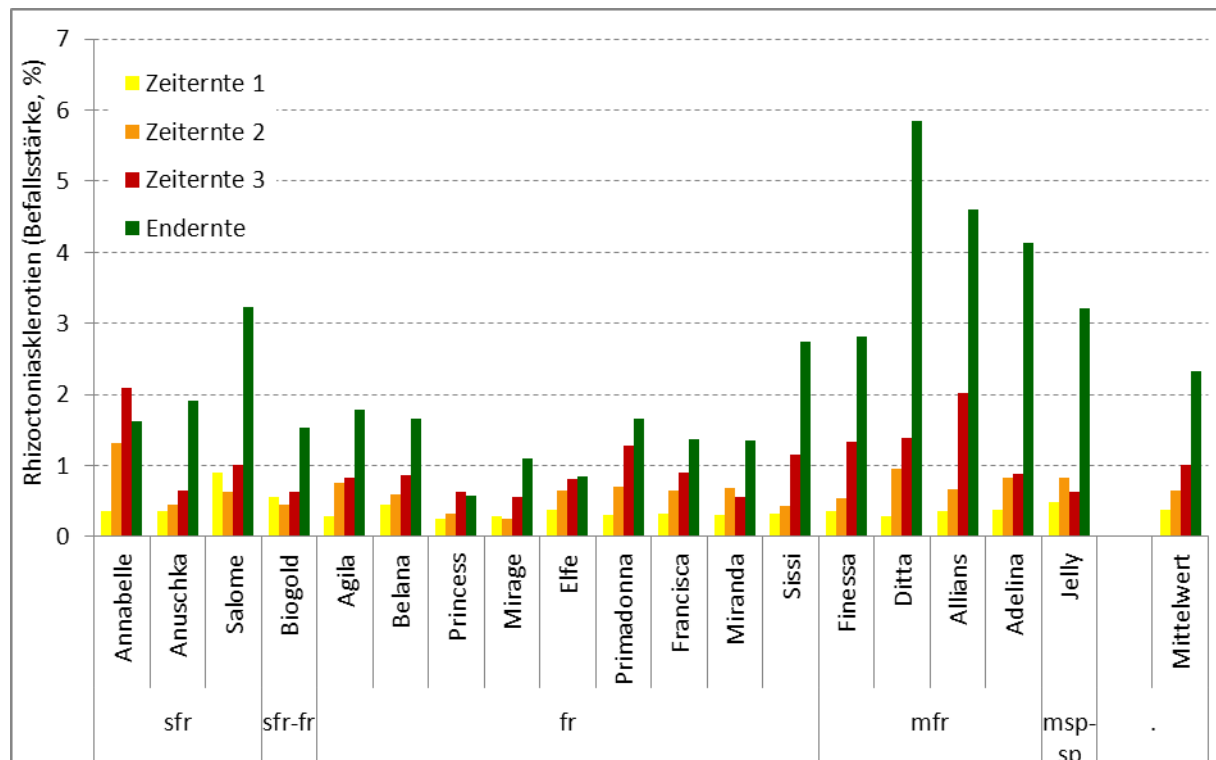


Abbildung 39: Rhizoctoniasklerotienbefall des Erntegutes (Befallsstärke, %) (2010 bis 2012)

Der Zusammenhang zwischen dem Rhizoctoniabefall des Pflanzgutes und dem Befall in den drei Zeiternten ist mit Korrelationskoeffizienten zwischen 0,36 und 0,56 weniger stark ausgeprägt (Abbildung 40). Zur Endernte ist der Zusammenhang zwischen dem Pflanzgutbefall und der Befallsstärke des Ernteguts mit Rhizoctoniasklerotien sowie dem Anteil durch Rhizoctonia deformierter Knollen mit Korrelationskoeffizienten von 0,75 bzw. 0,74 deutlich größer.

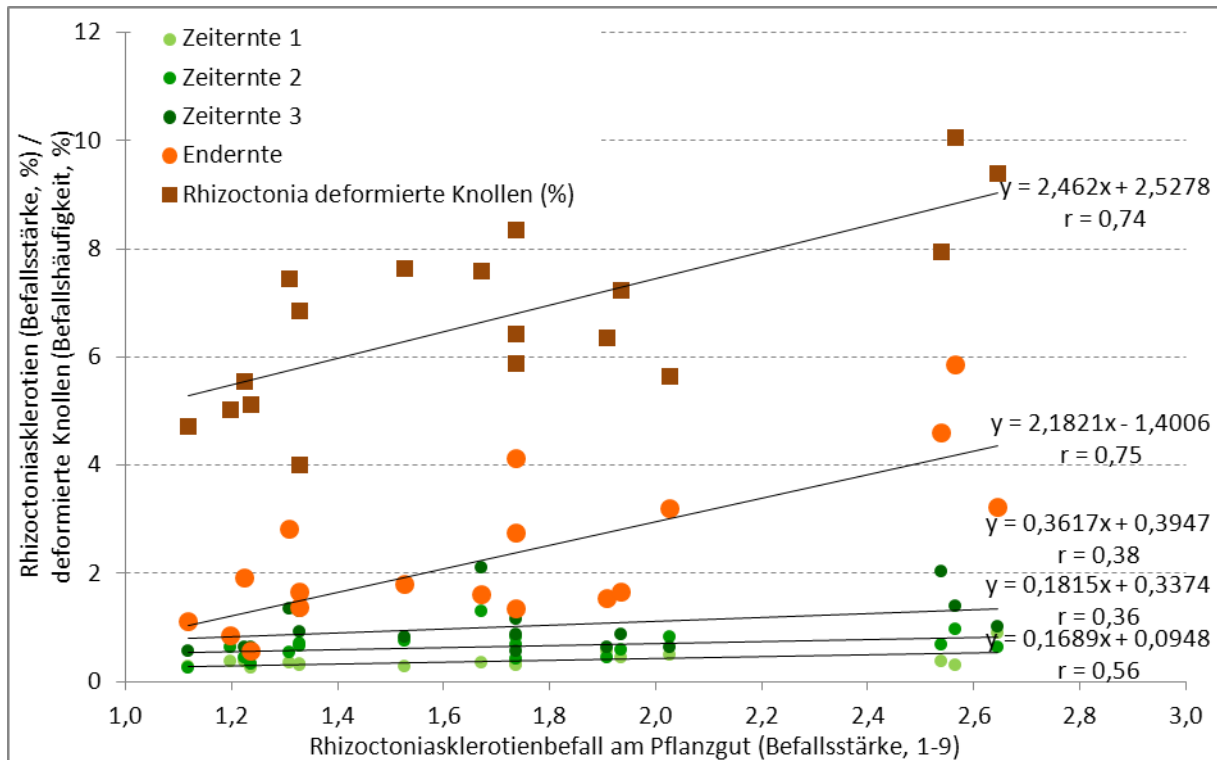


Abbildung 40: Zusammenhang zwischen dem Rhizoctoniasklerotienbefall am Pflanzgut und der Befallsstärke zu den Zeiternten und zur Endernte sowie zum Anteil deformierter Knollen zur Endernte (2010 bis 2012)

Das Auftreten von Knollen mit Dry-Core-Symptomen war bis zur 3. Zeiternte mit durchschnittlich 7 % sehr gering und wies nur wenige Unterschiede zwischen den Sorten auf (Abbildung 41). Zur Endernte nahmen das Auftreten und auch die Differenzierung zwischen den Sorten deutlich zu. Mit knapp 10 % befallener Knollen trat bei der Sorte Miranda am wenigsten Dry-Core auf, während Francisca und Ditta mit über 16 % am stärksten betroffen waren. Eine reifegruppenspezifische Befallsverteilung war nicht feststellbar.

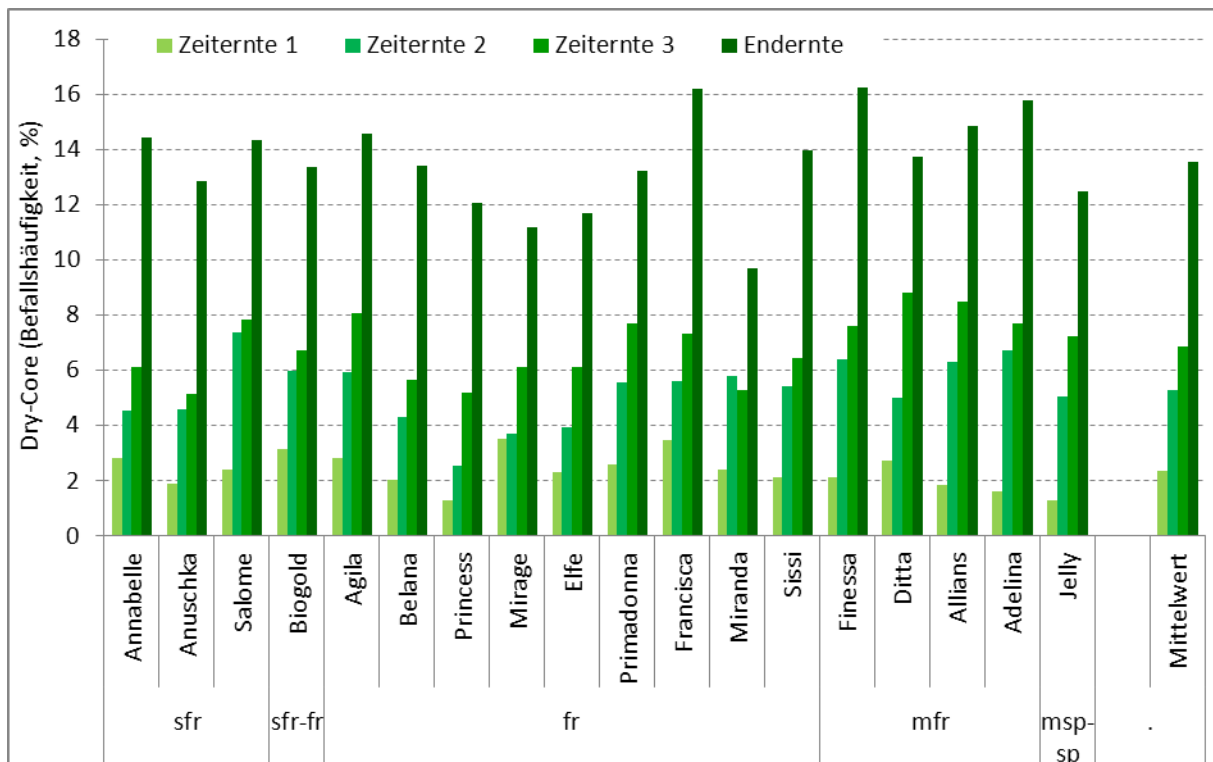


Abbildung 41: Anteil Knollen am Erntegut mit Dry-Core-Symptomen (Befallshäufigkeit, %) (2010 bis 2012)

Drahtwurmbefall wurde in der 3. ZE und der Endernte bei durchschnittlich 4,5 % der Knollen festgestellt (Abbildung 42). Den stärksten Befall zum Zeitpunkt der Endernte hatte die Sorte Princess mit über 7 % geschädigter Knollen gefolgt von Elfe, Finessa, Mirage und Anuschka mit jeweils noch über 5 % der Knollen. Besonders gering war der Befall bei Biogold und Miranda. Sehr deutlich fiel der Anstieg des Befalls zwischen der 3. ZE und der Endernte bei Princess, gefolgt von den Sorten Elfe, Anuschka, Agila und Finessa aus.

Insgesamt zeigte sich beim Drahtwurmbefall ein großer Jahreseinfluss. Im Jahr 2010 wurde mit durchschnittlich 2 % befallener Knollen in der Endernte der geringste Befall festgestellt, während 2011 6 % der Knollen Schäden durch Drahtwurm aufwies. Auffallend hoch war der Drahtwurmbefall in BW und NRW mit Befallshäufigkeiten von durchschnittlich knapp 8 bzw. 15 %. Hier handelt es sich jeweils um Flächen viehstarker Betriebe mit einem hohen Kleeanteil in der Fruchtfolge. Auch in NIOS war der Drahtwurmbefall mit durchschnittlich 5 % noch recht hoch, während in HE, NI SCHM und SH mit unter 1 % kaum Drahtwurmschäden auftraten. Ein direkter Zusammenhang zwischen der Vorfrucht der Schläge (Klee) und der Befallshäufigkeit konnte aufgrund einer zu geringen Datengrundlage nicht festgestellt werden.

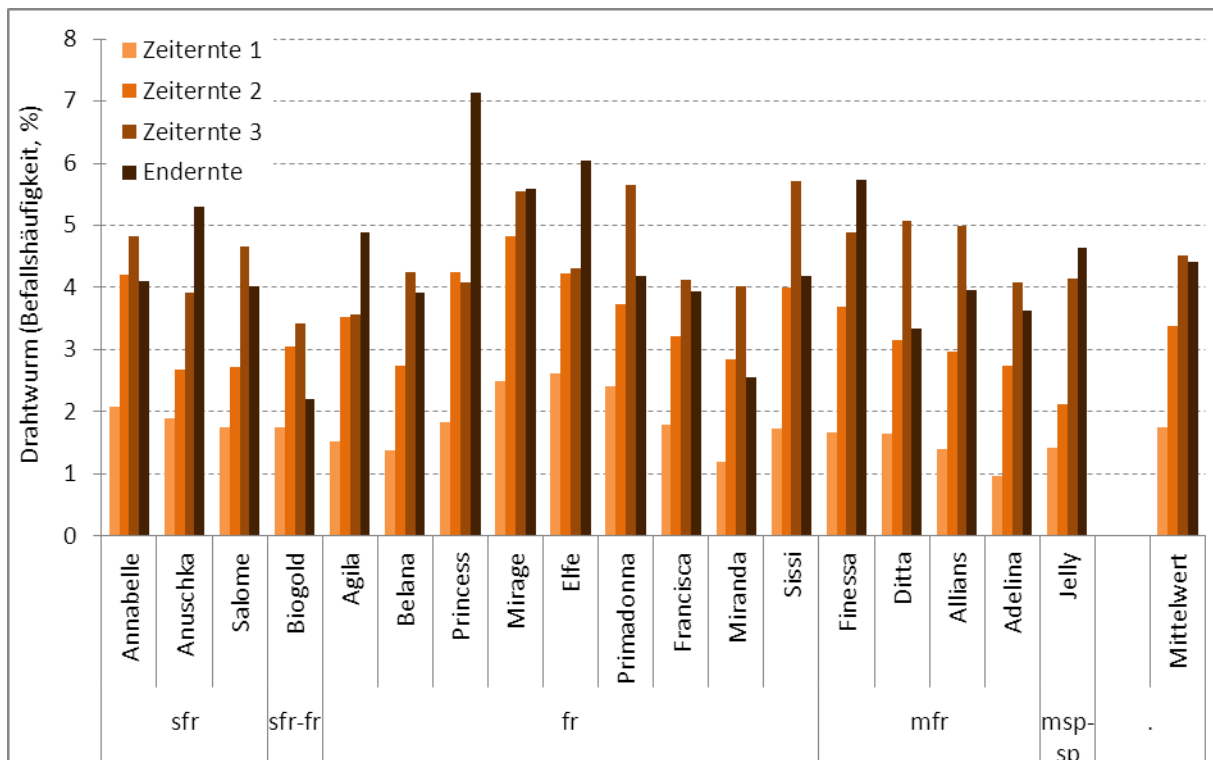


Abbildung 42: Drahtwurmbefall an Knollen des Erntegutes (Befallshäufigkeit, %) (2010 bis 2012)

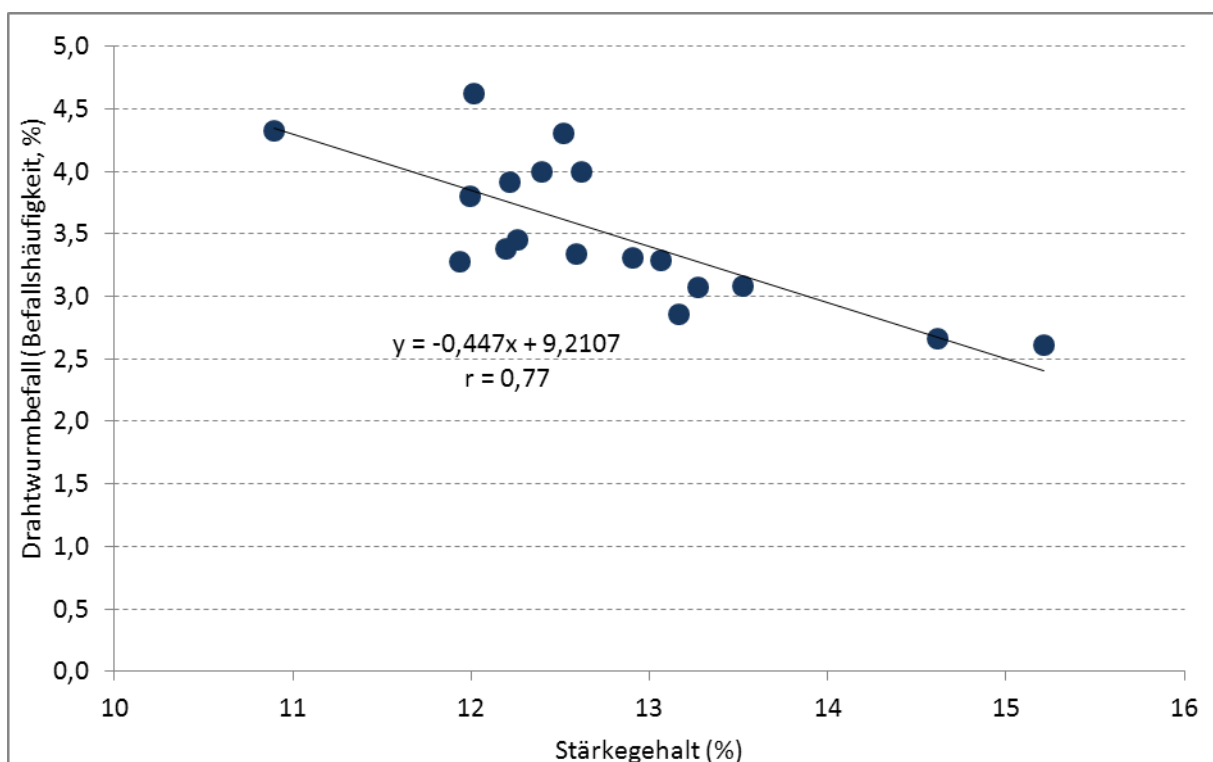


Abbildung 43: Zusammenhang zwischen dem Stärkegehalt der Sorten und dem Drahtwurmbefall an den Knollen im Erntegut der Endernte (2010 bis 2012)

Insgesamt war der Drahtwurmbefall bei Sorten mit einem geringeren Stärkegehalt tendenziell höher (Abbildung 43). Die Sorten Miranda und Biogold hatten bei einem

Stärkegehalt von über 14 bzw. 15 % mit 2,6 bzw. 2,7 % den geringsten Anteil an Knollen mit Drahtwurmschäden. Im Gegensatz dazu wies Princess mit knapp 11 % Stärke den höchsten Drahtwurmbefall auf. Eine Klärung dieser Zusammenhänge konnte mit der vorliegenden Datengrundlage nicht vorgenommen werden.

Sonstige Fraßschäden wurden zu den verschiedenen Ernteterminen im Mittel der Sorten nur bei 1,4 bis 1,8 % der Knollen festgestellt.

4.3.6 Zusätzliche Bonituren am Erntegut der Endernte

Der Stärkegehalt in den Knollen zum Zeitpunkt der Endernte unterscheidet sich nach dem Kochtyp der Kartoffeln, schwankt aber in diesen Bereichen auch sortenspezifisch. Bei festkochenden Sorten sollte der Stärkegehalt bei 10 bis 13 % liegen, bei vorwiegend festkochenden Sorten bei 12 bis 15 % und bei mehlig kochenden Sorten bei 14 bis 17 %. Weitere Einflussfaktoren auf den Stärkegehalt sind die Jahreswitterung, insbesondere Sonnenscheindauer, Temperatur und Niederschläge, die Wasserversorgung des Bodens, die Bodenart und die Nährstoffversorgung. Der Stärkegehalt lag im Mittel der Standorte und Jahre bei den mehlig-kochenden Sorten Biogold und Miranda mit über 14 % erwartungsgemäß am höchsten (Abbildung 44). Princess wies wie erwartet den niedrigsten Stärkegehalt von deutlich unter 12 % auf. Bei einem Großteil der Sorten wurden Stärkegehalte im Bereich von 12 bis 13,5 % gemessen.

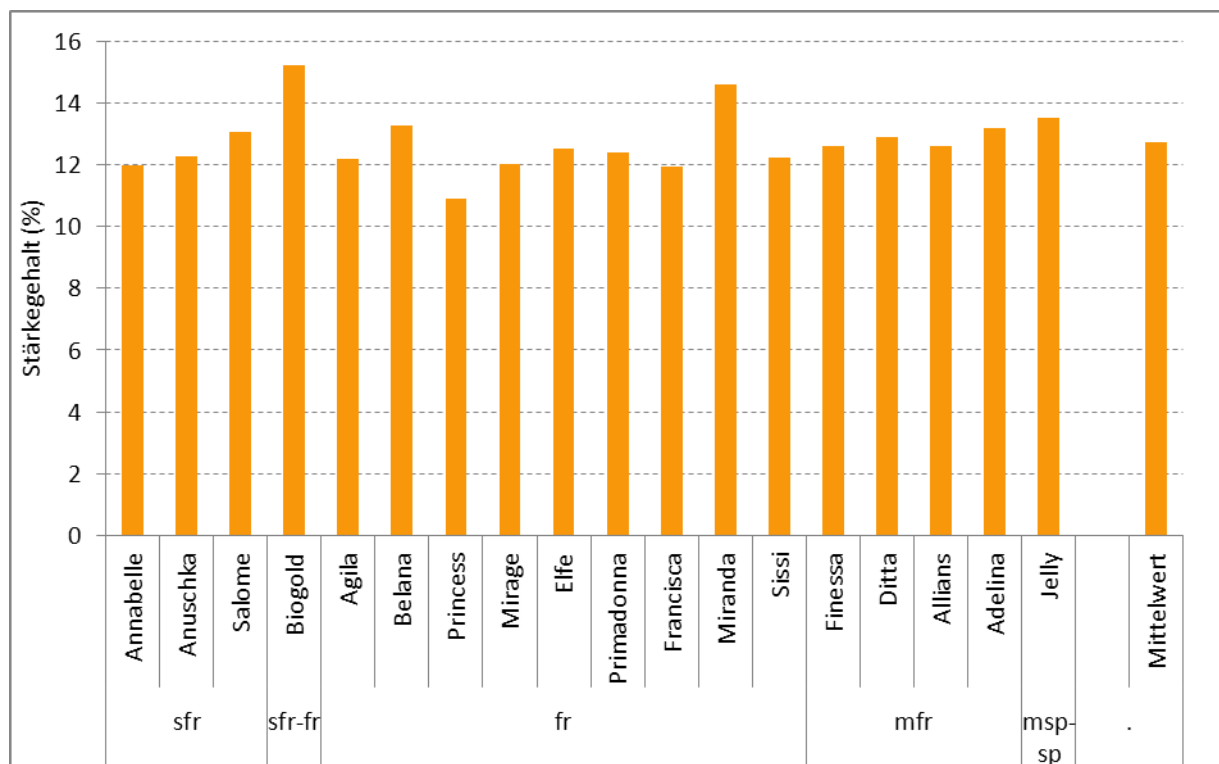


Abbildung 44: Stärkegehalt (%) in den Knollen zur Endernte (2010 bis 2012)

Der Nitratgehalt spielt vor allem bei der Verwendung in der Lebensmittel verarbeitenden Industrie eine Rolle. Vor allem Babykostproduzenten orientieren sich an einem Grenzwert von max. 100 ppm. Der kann nicht immer sicher eingehalten werden. Hohe Düngungsintensität und frühes Absterben des Bestandes, bewirken von Sorte zu Sorte unterschiedlich stark höhere Nitratwerte. Ein genereller Grenzwert für Speisekartoffeln existiert nicht.

Bei einem Vergleich des Medians der Nitratgehalte für die 18 Sorten wies die Sorte Princess mit 105 ppm Nitrat den höchsten und Adelina mit 27 ppm den geringsten Wert auf (Abbildung 45). Deutlich unterdurchschnittliche Mediane waren auch für die Sorten Anuschka (35,13 ppm), Sissi (39 ppm), Finessa (31 ppm) und Allians (30 ppm) festzustellen. Eine besonders große Differenz der Minimal- und Maximalwerte zeigte sich bei Agila, Princess, Elfe und Miranda.

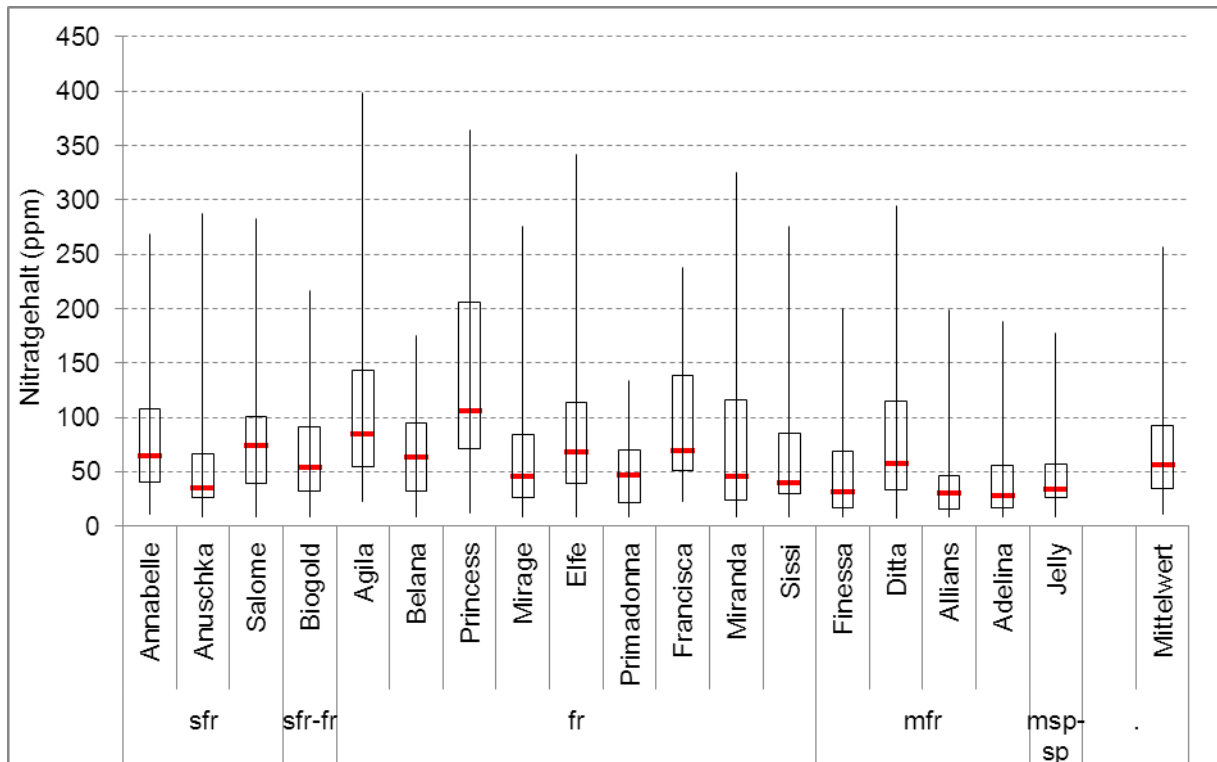


Abbildung 45: Median, Quartile sowie Min- und Max-Werte der Nitratgehalte (ppm) der 18 Sorten im Erntegut der Endernte (2010 bis 2012)

Die höchsten Nitratgehalte mit einem Median von durchschnittlich über 100 ppm wurden im Erntegut des Standortes BW festgestellt (Abbildung 46). Auch in NI OS lag der Median der Nitratgehalte im Mittel noch bei über 100 ppm, wobei hier hohe Nitratgehalte von über 250 ppm nur im Jahr 2010 aufgetreten sind, während die andern beiden Jahre durchschnittliche Nitratgehalte aufwiesen. In HE, MV und SH (nur 2011 und 2012) waren die Nitratgehalt in allen Jahren unterdurchschnittlich und damit für jede Form der Verwendung des Ernteguts unproblematisch.

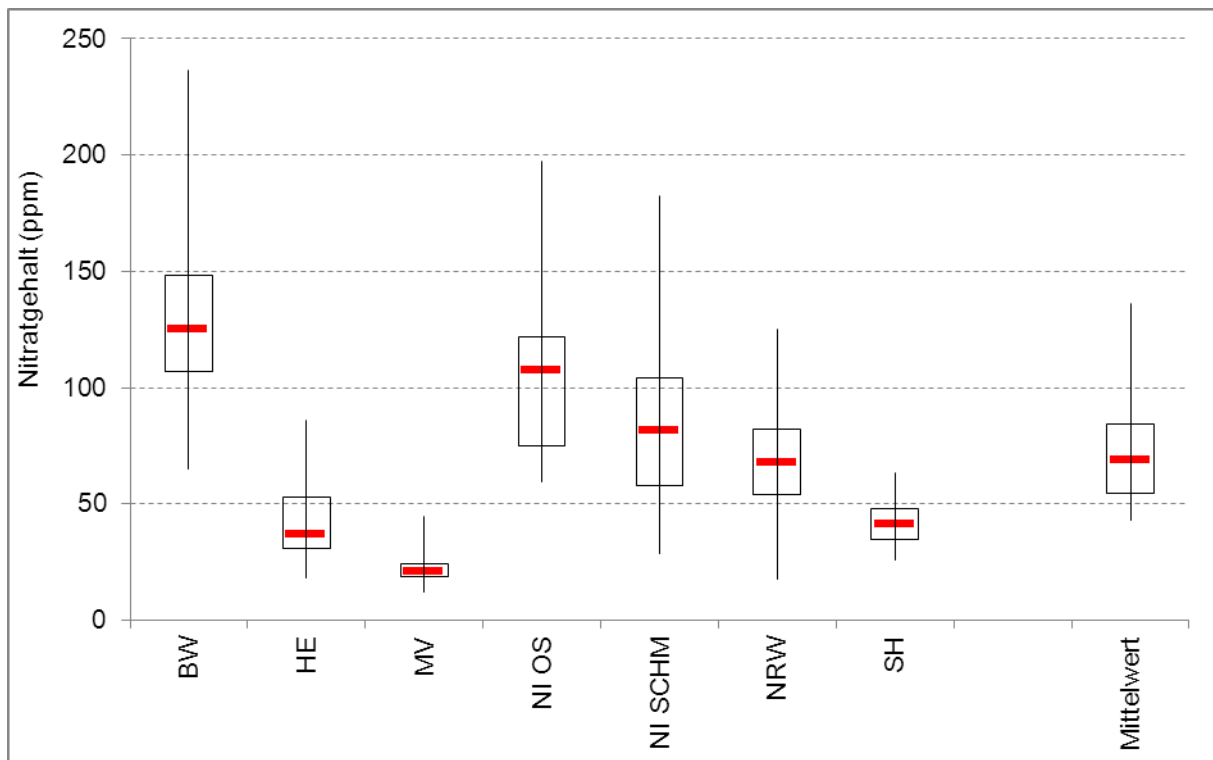


Abbildung 46: Median, Quartile sowie Min- und Max-Werte der Nitratgehalte (ppm) der sieben Standorte im Erntegut der Endernte (2010 bis 2012)

Der Schorfbefall des Erntegutes wurde in vier Befallsklassen erfasst, d. h. eine Befallsstärke von 5 bis 15 %, von 16 bis 30 %, von 31 bis 45 % sowie von über 45 % der Knollenoberfläche, und in % befallene Knollen (Befallshäufigkeit) angegeben (Abbildung 47).

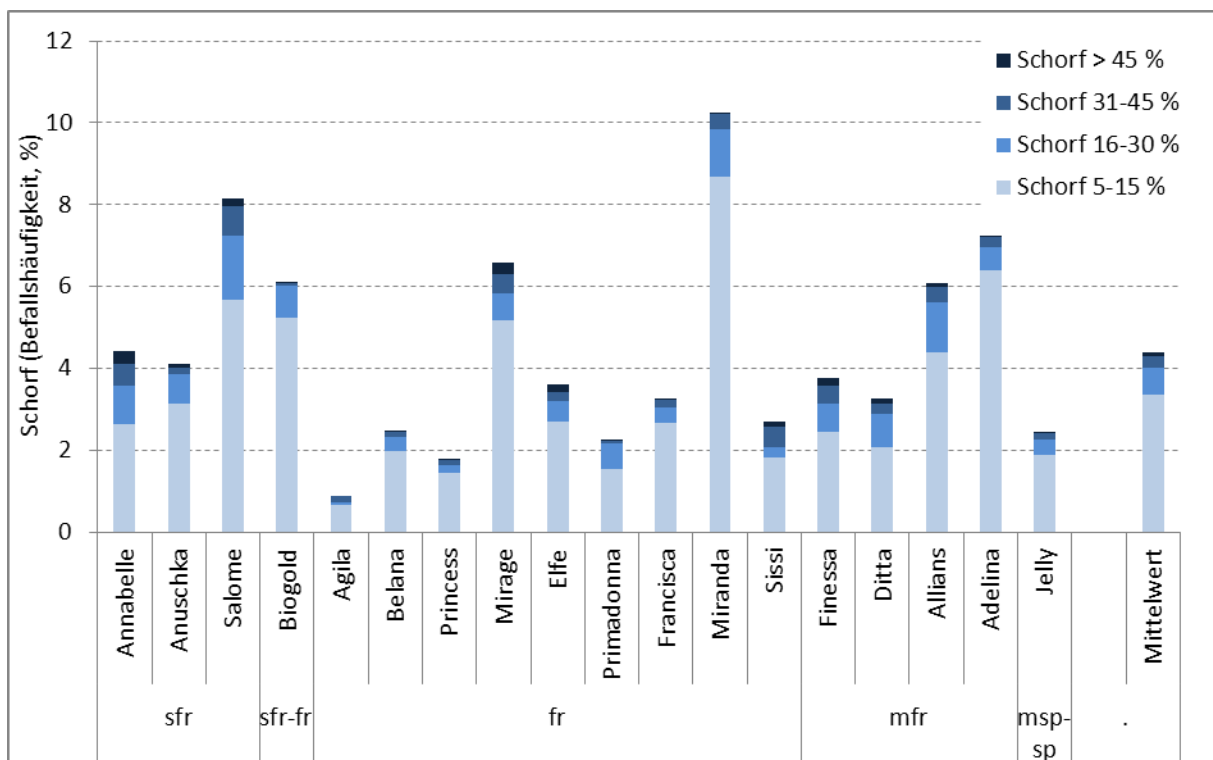


Abbildung 47: Schorfbefall auf den Knollen des Erntegutes zur Endernte (2010 bis 2012)

Insgesamt waren im Mittel der Sorten gut 4 % der Knollen mit Schorf befallen, wobei der Großteil (3,4 %) nur eine geringe Befallsstärke von bis zu 15 % der Knollenoberfläche aufwies. Die Sorte Miranda zeigte insgesamt den stärksten Schorfbefall. Hier wiesen gut 10 % der Knollen Schorf auf, der allerdings bezogen auf die Befallsstärke zumeist nur schwach ausfiel. Den geringsten Befall mit Schorf wiesen die Sorten Agila und Princess mit jeweils unter 2 % der Knollen auf. Auch beim Schorfbefall war ein deutlicher Jahreseinfluss zu erkennen. Während 2012 die Befallshäufigkeit mit durchschnittlich gut 2 % sehr gering war, wurde Schorf in 2010 bzw. 2011 mit über 4 % bzw. 6 % deutlich häufiger festgestellt.

Die durchschnittliche Befallsstärke mit Rhizoctoniasklerotien lag zum Zeitpunkt der Endernte bei 2,3 %. Besonders starken Befall auf der Knollenoberfläche zeigten die spätreiferen Sorten Ditta, Allians und Adelina mit jeweils über 4 % Bedeckung, während Princess und Elfe mit unter 1 % den geringsten Befall aufwiesen. Aus den im Projekt ermittelten Daten ist ein weitgehend paralleler Verlauf der Befallsstärke mit Rhizoctoniasklerotien und dem Anteil an Knollen mit einer Deformation durch Rhizoctonia-Befall deutlich erkennbar. Deformationen traten bei durchschnittlich knapp 7 % der Knollen auf (Abbildung 48). Am stärksten betroffen waren die Sorten Salome und Ditta mit knapp 10 % deformierter Knollen. Das mittelfrühe Sortiment mit Ausnahme von Finessa zeigte sich besonders anfällig. Princess, Mirage, Elfe und Primadonna wiesen dagegen mit 4 - 5 % der Knollen die geringsten Veränderungen auf.

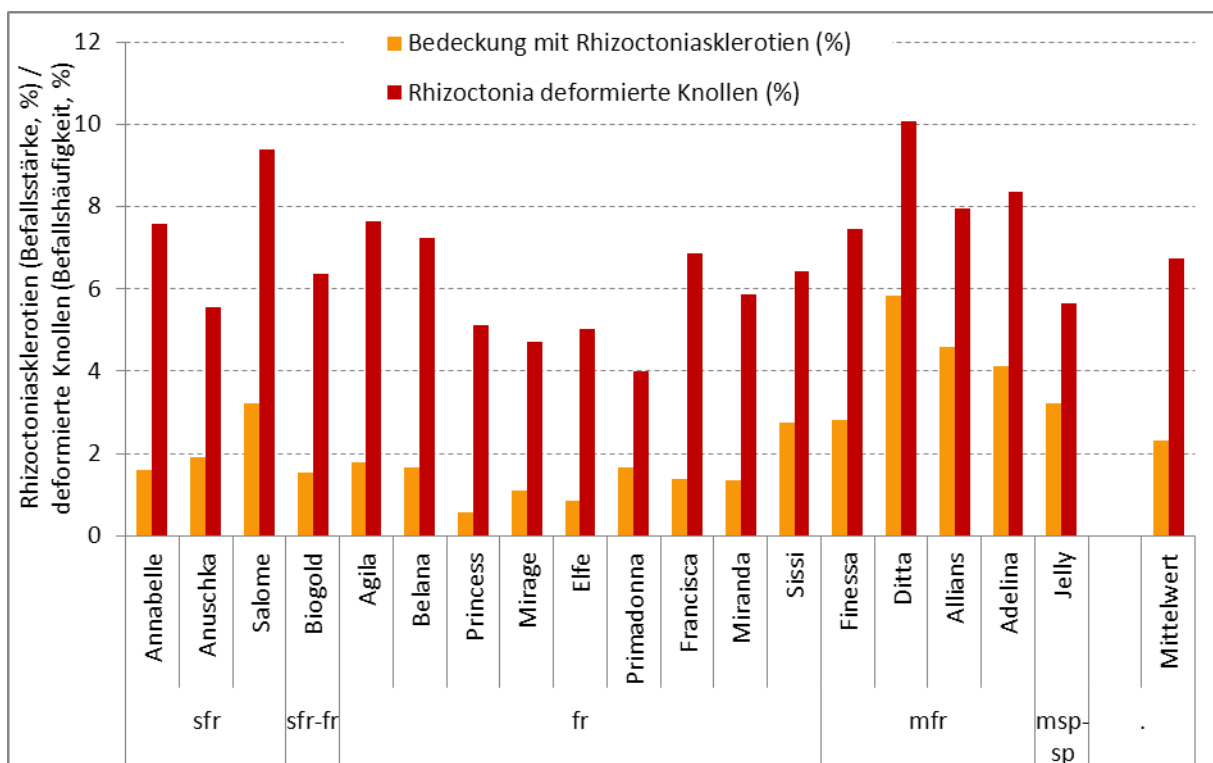


Abbildung 48: Rhizoctoniasklerotienbefall (Befallsstärke, %) sowie deformierte Knollen (Befallshäufigkeit, %) am Erntegut zur Endernte (2010 bis 2012)

Zwiewuchs trat bei durchschnittlich 1,5 % der Knollen auf (Abbildung 49). Mit Abstand am stärksten betroffen war die Sorte Annabelle mit einer Befallshäufigkeit von knapp 4 % gefolgt von Agila, Princess und Allians. Wenige Knollen mit Zweitwachstum waren im Erntegut der Sorten Elfe, Jelly, Anuschka und Salome zu finden. Darüber hinaus zeigten sich deutliche Standort- und Jahreseffekte.

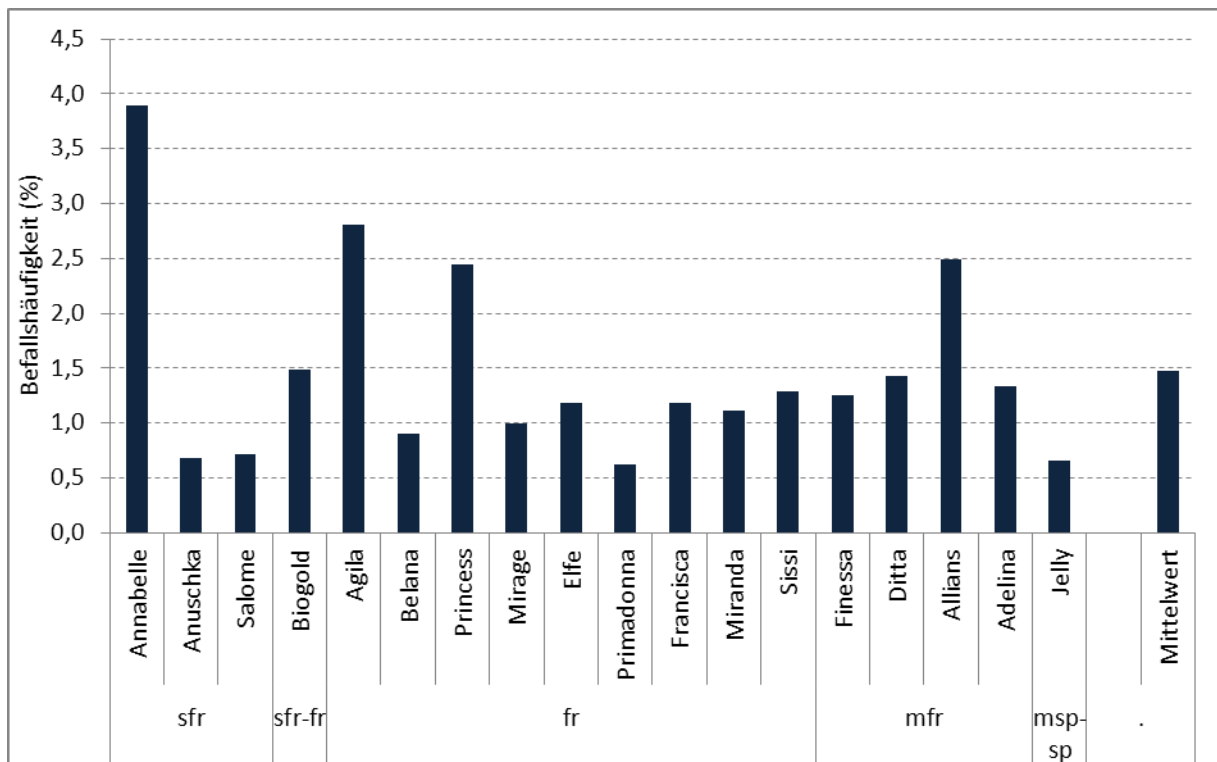


Abbildung 49: Knollen mit Zwiewuchs im Erntegut zur Endernte (Befallshäufigkeit, %) (2010 bis 2012)

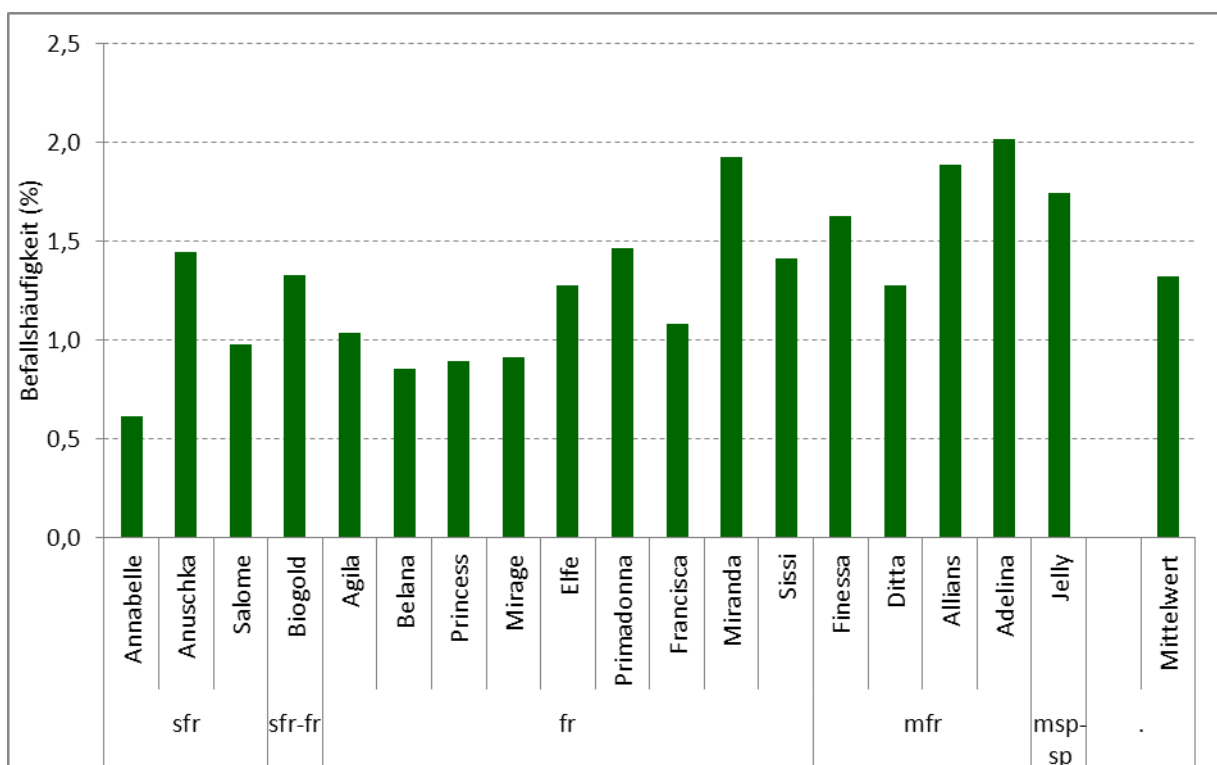


Abbildung 50: Grüne Knollen im Erntegut zur Endernte (Befallshäufigkeit, %) (2010 bis 2012)

Grüne Knollen traten mit einer durchschnittlichen Befallshäufigkeit von 1,3 % im Erntegut der Endernte auf (Abbildung 50). Häufiger waren grüne Knollen in der mittelfrühen Reifegruppe anzutreffen, aber auch bei der frühen Sorte Miranda wurden mit 2 % etwas häufiger grüne

Knollen bonitiert. Dabei war die Befallshäufigkeit an den Standorten in BW und MV mit durchschnittlich über 2 % deutlich höher als an den übrigen Standorten. Der geringste Anteil an grünen Knollen wurde in SH und HE ermittelt. Ein eindeutiger Jahreseinfluss war dabei nicht zu erkennen.

Losschaligkeit am Erntegut der Endernte wurde über die Jahre und Standorte bei knapp 3 % der Knollen und am häufigsten bei den Sorten Sissi, Ditta und Jelly mit jeweils deutlich über 5 % ermittelt (Abbildung 51). Den geringsten Anteil losschaliger Knollen wiesen die Sorten Anuschka und Adelina auf. Ein Einfluss der Reifegruppe auf die Losschaligkeit war nicht zu erkennen. Allerdings trat ein deutlicher Standorteffekt hervor, da auf den sieben Versuchsfeldern nur in BW ein nennenswerter Anteil losschaliger Knollen ermittelt wurde. Hier betrug der Anteil im Durchschnitt der drei Jahre über die Sorten 13 % und war in 2010 mit über 17 % am höchsten. Am meisten betroffen war in diesem Jahr die Sorte Ditta (79,5 %) vor Jelly (60,5 %), Sissi (28,3 %), Princess (22,3 %) und Biogold (21 %). Bei den anderen Sorten betrug die Befallshäufigkeit unter 20 %. Mit einer durchschnittlichen Befallsstärke von 4,7 wich die Krautfäule in diesem Jahr nicht deutlich von den Jahren 2011 und 2012 (5,3 bzw. 5,6) ab.

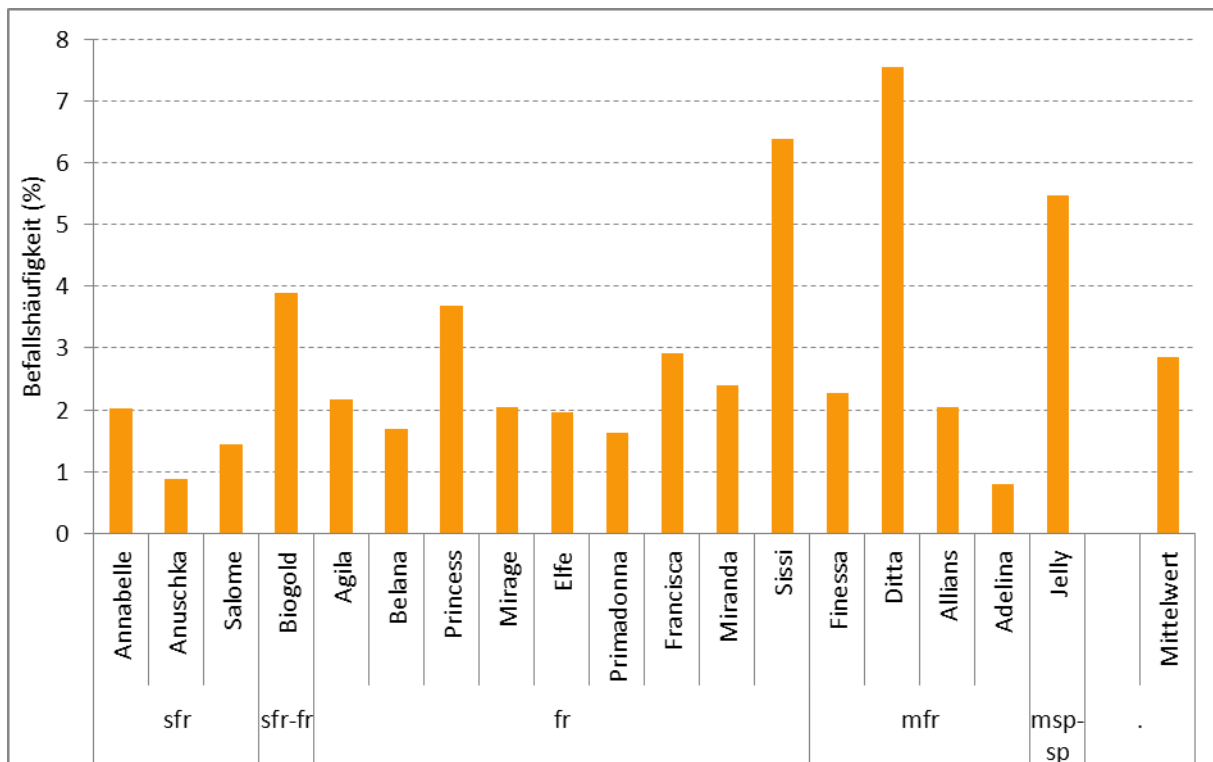


Abbildung 51: Losschalige Knollen im Erntegut zur Endernte (Befallshäufigkeit, %) (2010 bis 2012)

Ein Befall des Erntegutes mit Braun-, Nass- und Trockenfäule war kein Problem und nur bei einem geringen Anteil der Knollen von durchschnittlich deutlich unter 1 % festzustellen (Abbildung 52). Am häufigsten wurde Braunfäule bei den Sorten Annabelle, Princess und Adelina mit Anteilen von bis zu 2,5 % bonitiert. Dabei trat dieser Befall in erster Linie im Jahr 2010 und auf den Standorten in BW und NI OS auf. Bei Annabelle waren in 2010 über die Standorte durchschnittlich 5,6 % der Knollen betroffen, bei Princess 3,8 % und bei Adelina 2,3 %.

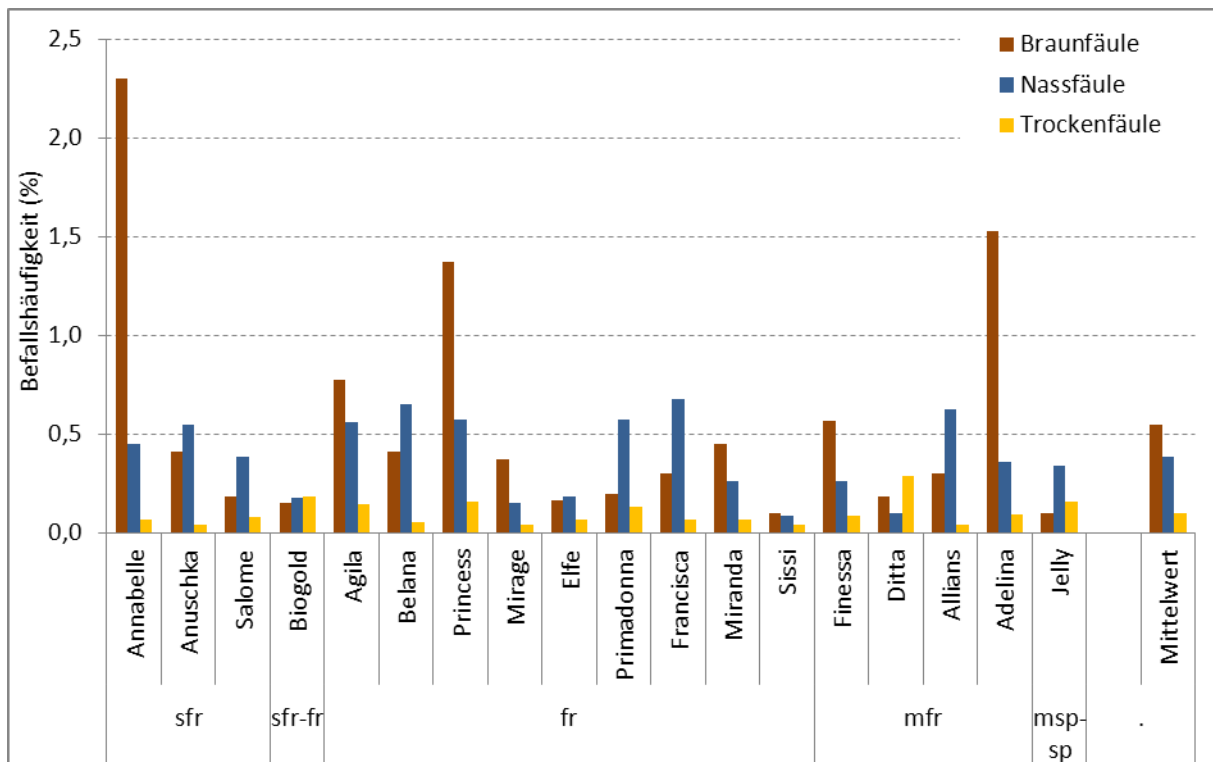


Abbildung 52: Braun-, Nass- und Trockenjüfung an Knollen im Erntegut der Endernte (Befallshäufigkeit, %) (2010 bis 2012)

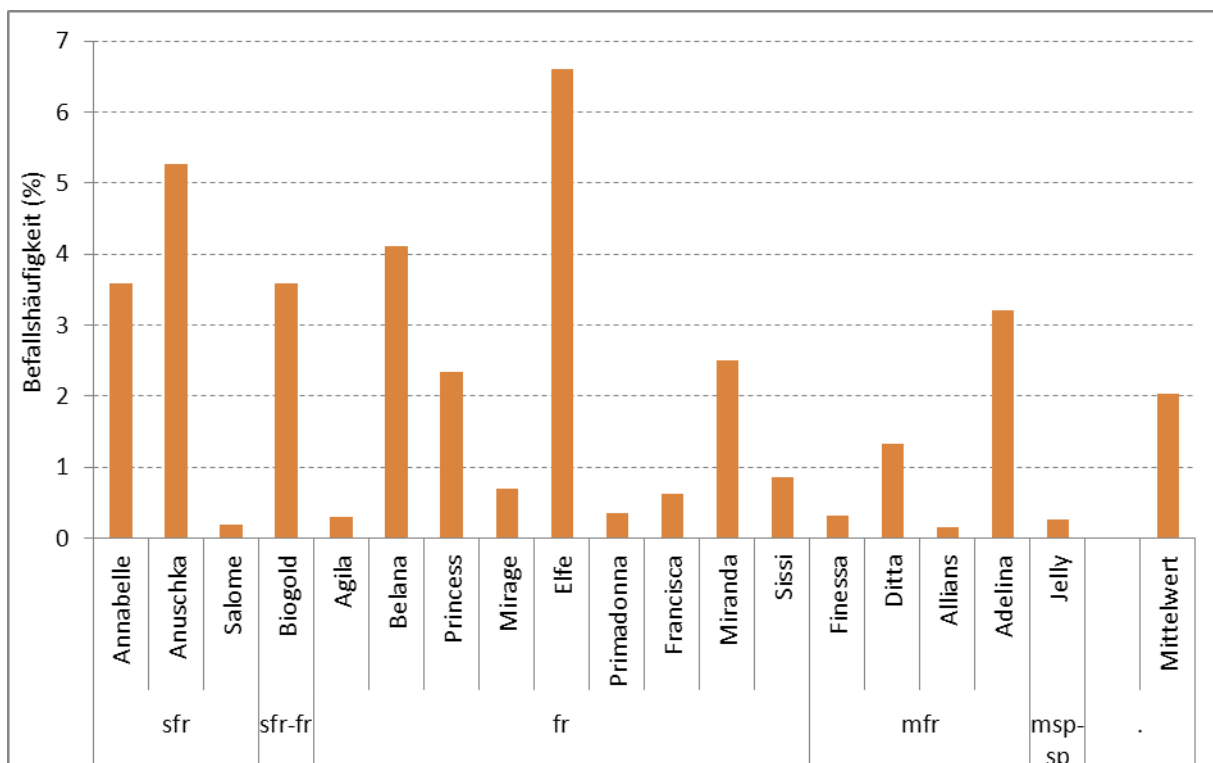


Abbildung 53: Eisenfleckigkeit an Knollen im Erntegut der Endernte (Befallshäufigkeit, %) (2010 bis 2012)

Eisenfleckigkeit trat bei durchschnittlich 2 % der Knollen auf (Abbildung 53). Bei dem Großteil der Sorten wurde Eisenfleckigkeit nur in geringem Umfang festgestellt, während

Anuschka und Elfe mit über 5 % der Knollen etwas stärker betroffen waren. Eisenfleckigkeit trat in nennenswertem Umfang nur an den Standorten MV und NRW bei durchschnittlich 7,1 % bzw. 4,8 % der Knollen auf.

Weiterhin wurden an den Knollen der Endernte Bonituren zur Pfropfenbildung und zum Befall mit Y^{NTN}-Virus durchgeführt. Der Befall war hier mit unter 0,2 % so gering, so dass auf eine grafische Darstellung der Ergebnisse verzichtet wird.

4.4 Ergebnisse der Lagerbonituren

4.4.1 Lagerungsklima

Bei der in der Praxis vorherrschenden Belüftung von Kartoffeln ausschließlich über die Außenluft ist das Lagerungsergebnis in erheblichem Maße von dem Temperaturverlauf während der Lagerungssaison abhängig. Darüber hinaus haben auch die Sorte sowie die Wachstumsbedingungen während des Feldanbaus, z. B. durch ungleichmäßige Nährstoffversorgung, Hitze und Wasserstress oder hohen Krankheitsdruck, einen nachhaltigen Einfluss auf die Lagerfähigkeit der Kartoffeln. Eine zusätzliche Erschwernis erfährt die Lagerung ökologischen angebauter Kartoffeln, wenn durch einen sehr frühen Befall der Bestände mit *Phytophthora infestans* physiologisch überaus unreife und evtl. noch mit Braunfäule infizierte Knollen vorliegen. Diese Situation kam auf den sieben Standorten in den vier Versuchsjahren jedoch nicht ausgeprägt zum Tragen.

Für die Abtrocknung und Abkühlung der Lagerkartoffeln ist eine Außenluft erforderlich, die etwa 2-3 °C kälter als die Knollen ist. Diese kältere Luft kann beim Durchströmen der Großkisten Wärme und Feuchtigkeit von den Knollen abführen und damit möglichen Schaderregern auf der Schale die Lebensgrundlage entziehen. Gleichzeitig kommt es mit einer Temperaturabsenkung zu einer Reduktion der Stoffwechselfvorgänge, deren Minimum bei Kartoffeln im Bereich von 4 °C liegt. Wird dieser Temperaturbereich weiter unterschritten, steigen die Stoffwechselfvorgänge in den Knollen als Schutz vor einem Erfrieren des wasserhaltigen Gewebes wieder deutlich an.

Die Lagerung bei Kartoffeln kann in mehrere Phasen unterteilt werden (Abbildung 54), in denen über die Belüftung und das Temperaturregime jeweils möglichst optimale Rahmenbedingungen geschaffen werden sollen. Die Abtrocknung, als erste und wichtigste Lagerungsphase für die Gesunderhaltung des Erntegutes, erfolgte in den ersten Tagen nach der Ernte an den Versuchsstandorten der Projektpartner. Die sich anschließende Wundheilungsphase zur Stabilisierung der Knollenschale wurde nach dem Transport und der Aufteilung der Proben in Dethlingen noch einmal wiederholt, um das Fäulnisrisiko während der späteren Dauerlagerung zu minimieren. Der für die Wundheilung günstige Temperaturbereich von 12 bis 15 °C war in allen vier Jahren über die kühleren Nachttemperaturen im Herbst einzuhalten.

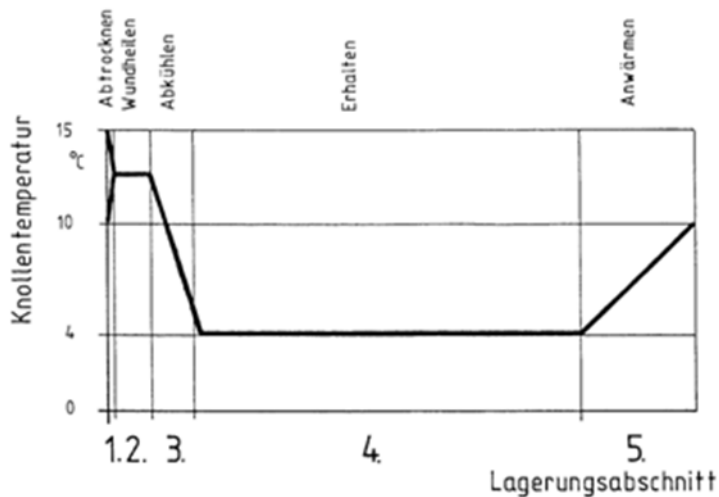


Abbildung 54: Schematische Abfolge der Lagerungsphasen und des Temperaturverlaufs bei der Kartoffellagerung (PETERS, 2012)

Für die weitere Abkühlung der Kartoffeln auf die angestrebte Dauerlagerungstemperatur von 4 °C ist eine nachhaltige Änderung der Außentemperaturen erforderlich, die am Standort Dethlingen erfahrungsgemäß Mitte November eintritt (Abbildung 55). Werden die Kartoffeln bereits in den vorhergehenden Kältephasen zu schnell und zu tief abgekühlt, kommt es in den nachfolgenden Wärmeperioden zu einer Wiedererwärmung und erneuten Kondensation von Feuchtigkeit auf den Knollen, die einer früheren Keimung und einer stärkeren Entwicklung von Schaderregern Vorschub leisten.

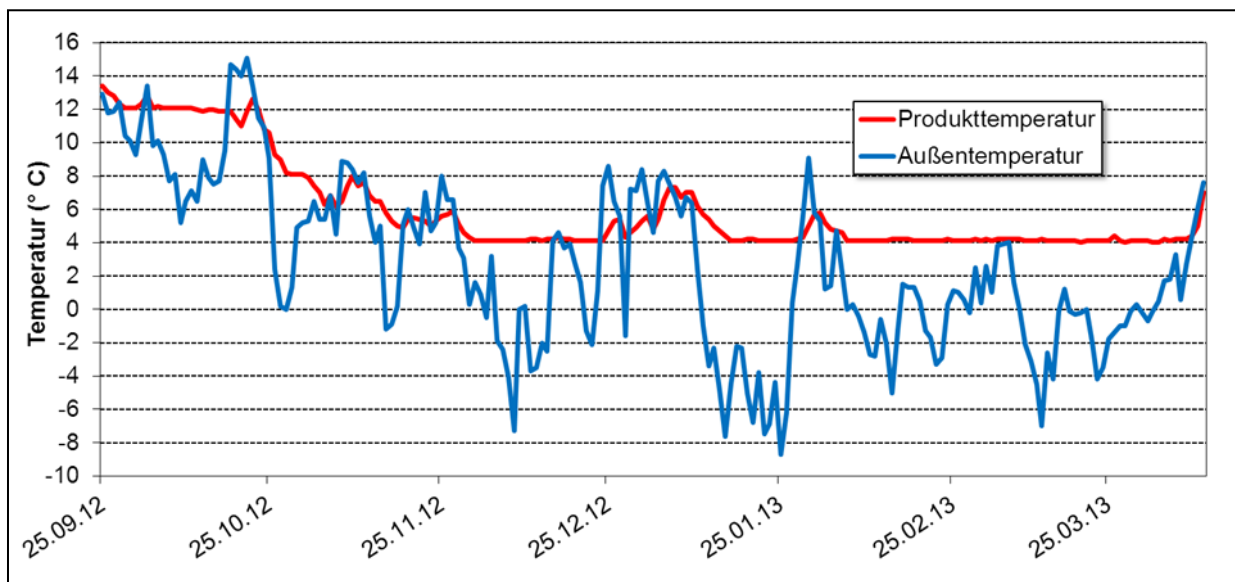


Abbildung 55: Temperaturverlauf für Außenluft und Lagerkartoffeln während der Saison 2012-2013 am Standort Dethlingen

Zum besseren Vergleich der Wetterbedingungen in den vier Lagerungsperioden 2009-2012 wurde die Lagerungssaison weiter in die Tage

- von der Einlagerung (E) bis zum Erreichen der Dauerlagerungstemperatur (DAT)
- von DAT bis zur Zwischenauslagerung (T1)
- von T1 bis zur Endauslagerung (T2)

unterteilt. In diesen Zeiträumen wurde außerdem die jeweilige Temperatursumme für die Lagerproben als auch die Anzahl der Tage erfasst, an denen durch eine Außenlufttemperatur unter 2 °C die erforderliche Temperaturdifferenz für eine effektive Belüftung zumindest über eine Stunde vorlag (Tabelle 8).

Tabelle 8: Einflussfaktoren auf die Belüftung während der vier Lagerperioden am Standort Dethlingen

Lagerungssaison	2009/10	2010/11	2011/12	2012/13
Einlagerung (E)	2.11.2009	2.10.2010	14.+30.09.2011	25.09.2012
Tage von E bis Dauerlagerungstemperatur (DAT)	41	60	68 // 52	65
Temperatursumme (Gradtage) von E bis DAT	338,8	617,7	702,1 // 475,3	608,8
Temperatursumme pro Tag von E bis DAT	8,26	10,3	10,83 // 9,14	9,37
Tage von DAT bis Zwischenauslagerung (T1)	48	34	40	32
Temperatursumme (Gradtage) von DAT bis T1	215,2	170,9	212,6	150,4
Temperatursumme pro Tag von DAT bis T1	4,48	5,03	5,32	4,70
Tage mit Außentemperatur < 2 °C von DAT bis T1	48	34	39	28
Tage von T1 bis Endauslagerung (T2)	65	86	88	96
Temperatursumme (Gradtage) von T1 bis T2	306,5	422,2	473,7	435,9
Temperatursumme pro Tag von T1 bis T2	4,72	4,91	5,38	5,45
Tage mit Außentemperatur < 2 °C von T1 bis T2	62	81	85	89

Aufgrund des in der Lagersaison 2009 projektbedingt deutlich abweichenden Einlagerungs- und Zwischenauslagerungstermins beziehen sich die weiteren Ausführungen vorrangig auf die drei nachfolgenden Versuchsjahre 2010 bis 2012. Die Dauerlagerungstemperatur von 4 °C wurde in den drei Jahren vom 20. November bis zum 2. Dezember erreicht, so dass die Kartoffeln je nach Einlagerungstermin bis zu 68 Tage oberhalb des Optimums gelagert werden mussten. Dabei schwankte die durchschnittliche tägliche Temperatursumme zwischen 9,1 und 10,8 °C. Diese Strategie einer späteren, aber nachhaltigen Abkühlung bestätigt sich auch darin, dass an 87-100 % der nachfolgenden Tage bis zur ersten Zwischenauslagerung eine weitere Lüftungsmöglichkeit mit mindestens 2 °C kälterer Außenluft bestand. So gab es die Möglichkeit, der natürlichen Wärmeproduktion der Kartoffeln und damit dem mittleren Temperaturanstieg von etwa 0,2 bis 0,3 °C pro Tag zumindest teilweise entgegenzuwirken. Dennoch ergaben sich in dieser Phase auch Schwankungen in der durchschnittlichen Temperatur von bis zu 0,6 °C, die sich bei den späteren Verlusten auswirken können.

In der zweiten Lagerungsphase von Anfang Januar bis Anfang April lag die durchschnittliche tägliche Temperatursumme mit 4,9 bis 5,5 °C kaum höher als im Dezember. Dies ist für die letzten drei Versuchsjahre vor allem auf die jeweils lang anhaltende Frühjahrskälte zurückzuführen. Erst in den letzten beiden Wochen vor der Auslagerung kam es zu einem deutlichen Temperaturanstieg im Lager. Dieser Temperaturverlauf kann jedoch nicht in jedem Jahr vorausgesetzt werden und hat in der Praxis zu einem vermehrten Einbau von außenluftunabhängigen, maschinellen Kühlanlagen geführt.

Darüber hinaus ist bei der Bewertung der nachfolgenden Verlust- und Qualitätsparameter zu berücksichtigen, dass die Großkisten mit den Proben über ein hoch effektives Zwangsbelüftungssystem belüftet wurden. Bei den in der Praxis stärker verbreiteten Raumbelüftungssystemen ist ein deutlich längerer Belüftungsbedarf einzuplanen, da hier der Wärmeaustausch vorrangig über die Kistenoberfläche erfolgt. Für die nach eigenen Untersuchungen etwa zwei- bis dreimal so lange Laufzeit der Lüfter in raumbelüfteten Großkistenlagern steht gerade in kurzen Warmphasen aber nicht immer ausreichend kalte Außenluft zur Verfügung, so dass die Knollentemperaturen früher ansteigen und vor allem langsamer wieder reduziert werden können. Dies wirkt sich über die Temperatursummen sowohl auf das physiologische Alter als auch auf die Lagerstabilität der Kartoffeln aus.

4.4.2 Lagerungsverluste

Bei der Bewertung der nachfolgenden Lagerungsergebnisse ist zunächst grundlegend zu berücksichtigen, dass die Kartoffeln aus dem Projekt nicht erntefrisch, sondern erst standort- und jahresspezifisch mehrere Tage nach der Ernte eingelagert wurden. Während dieser versuchstechnisch nicht zu umgehenden Zeitverzögerung kommt es bereits zu einer deutlichen Abtrocknung der Schalenoberfläche der Knollen, die in den nachfolgenden Ergebnissen zu den Gewichtsverlusten nicht erfasst ist. Dies führt zu geringeren Absolutwerten, die daher nicht direkt mit Versuchsergebnissen verglichen werden dürfen, bei denen erntefrische Ware eingelagert wurde. Grundlage der weiteren Ausführungen sind die Versuchsjahre 2010 bis 2012, da die Daten aus dem Jahr 2009 projektbedingt nur in einer deutlich kürzeren und zeitlich versetzten Lagerungssaison ermittelt werden konnten (Tabelle 8).

Gewichtsverlust

Mit dem Gewichtsverlust wird vorrangig die Wasserabgabe über die Schale erfasst, während die Atmungsverluste bei gesunden Knollen von untergeordneter Bedeutung sind. Im Mittel aller Standorte, Sorten und der drei Jahre 2010 bis 2012 stiegen die Gewichtsverluste vom ersten zum zweiten Auslagerungstermin um 1,87 % auf 4,14 % an. Dabei schwankte die Verlustzunahme zwischen den beiden Auslagerungsterminen von 1,43 % bei der Sorte Adelina bis zu 2,34 % bei der Sorte Princess (Abbildung 56).

Die erfahrungsgemäß deutlich höheren Gewichtsverluste in den ersten Lagerungsmonaten spiegeln sich in den Ergebnissen nicht so ausgeprägt wider, da die Proben im Gegensatz zu erntefrischen Kartoffeln aufgrund der mehrtägigen Zeitspanne zwischen Ernte und Einlagerung bereits vorgetrocknet eingewogen worden waren.

Bei einem sortenspezifischen Vergleich der Gewichtsverluste zum Endauslagerungstermin (T2) wies in der frühen Reifegruppe die Sorte Miranda den geringsten (3,34 %) und die Sorte Princess den höchsten Median (5,30 %) auf (Abbildung 57). In der mittelfrühen Reifegruppe markierten die Sorten Adelina (3,41 %) und Allians (4,96 %) den niedrigsten sowie den größten Median. Die Sorte Jelly lag als einziger Vertreter der mittelspäten-späten Reifegruppe mit ihrem Median des Gewichtsverlustes von 4,84 % etwa 0,6 % über dem Median des Durchschnittes aller Sorten von 4,24 %.

Eine sehr geringe Bandbreite der minimalen und maximalen Gewichtsverluste zeigten die Sorten Adelina, Ditta und Sissi, während die ermittelten Werte der Sorten Princess und Elfe eine große Streubreite beinhalteten.

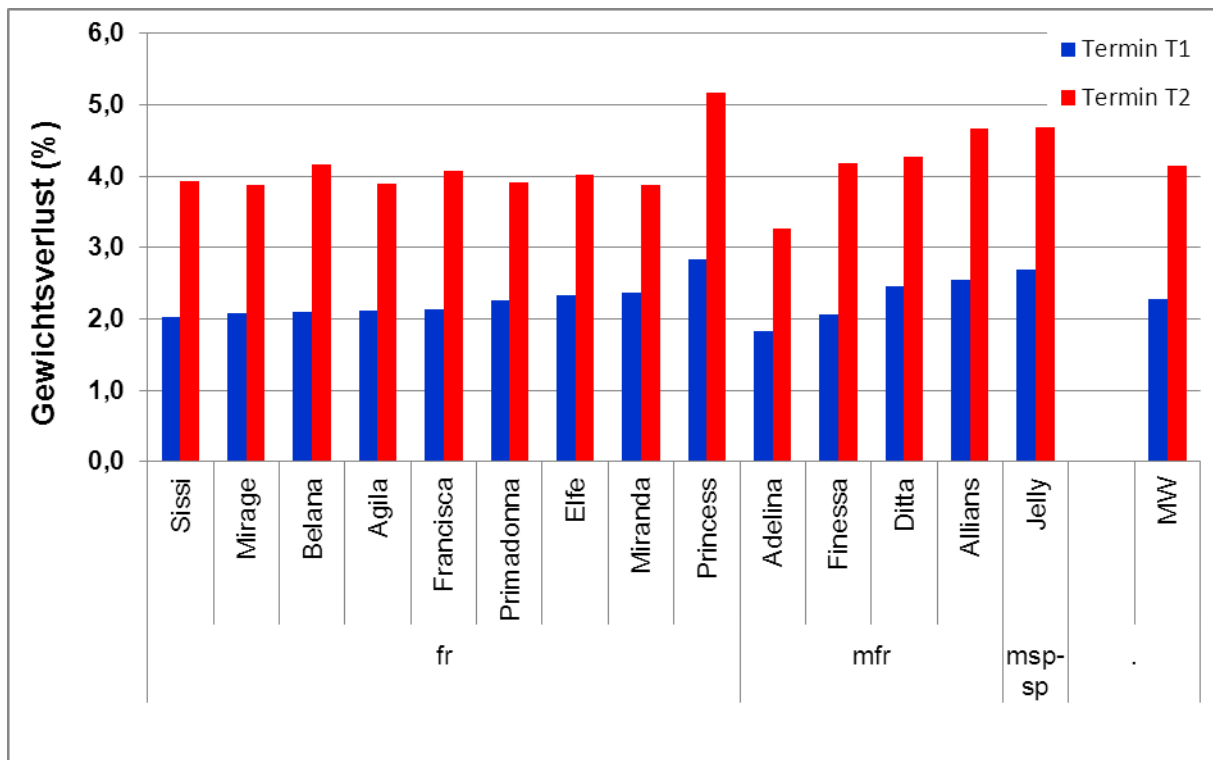


Abbildung 56: Höhe der Gewichtsverluste zur Zwischen- (T1) und Endauslagerung (T2) im Mittel der sieben Standorte und der Jahre 2010 bis 2012

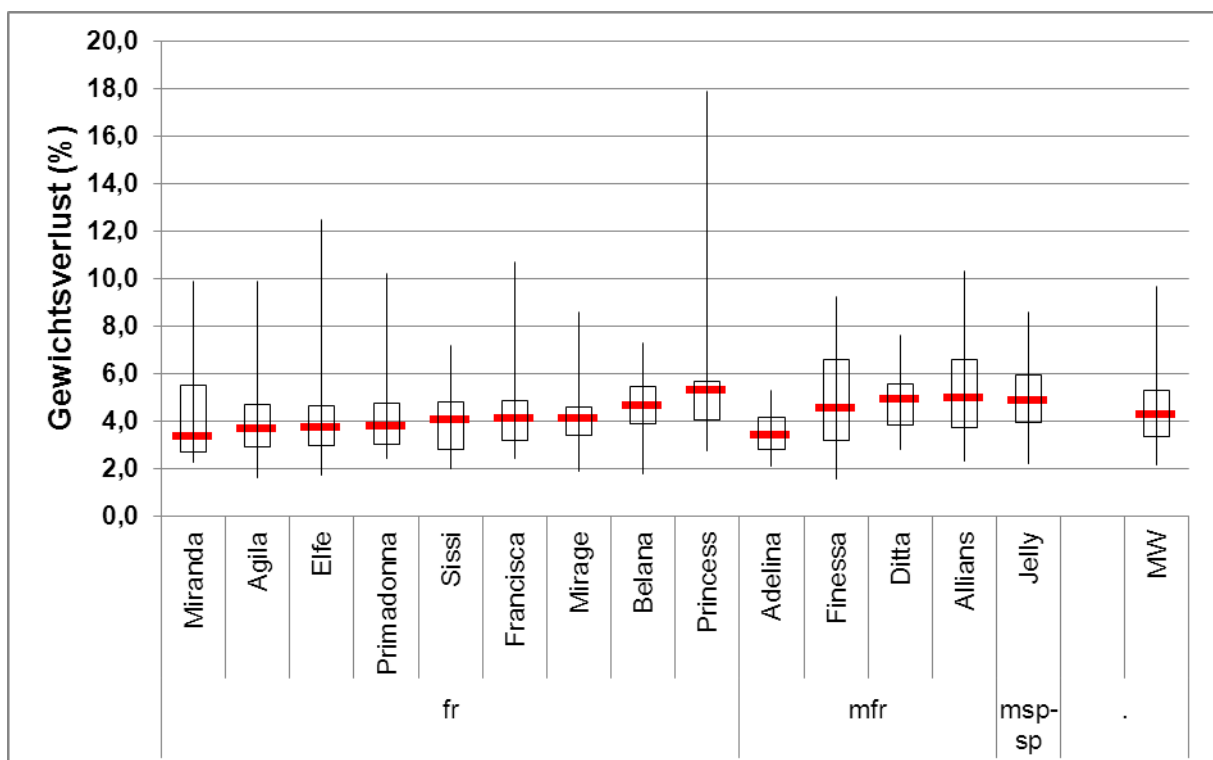


Abbildung 57: Median, Quartile sowie Min- und Max-Werte der Gewichtsverluste der 14 Sorten aus drei Reifegruppen zum Endauslagerungstermin im Mittel der Jahre 2010 bis 2012

Zur besseren Darstellung des jahreszeitlichen Einflusses wurde auf der Basis des jeweiligen Gewichtsverlustes eine Rangfolge der Sorten aufgestellt. Der fehlende Originalwert für die Sorte Finessa aus dem Jahr 2010 wurde durch den Mittelwert der Ränge aus den Anbaujahren 2011 und 2012 ergänzt. Bei einer Addition der drei Rangzahlen ergab sich eine Sortenrangfolge, bei der die Sorte Adelina (Rangsumme 6) an der Spitze und die Sorte Princess (Rangsumme 38) am unteren Ende liegt (Abbildung 58). Dazwischen bildeten die Sorten Agila, Miranda, Sissi, Mirage, Elfe sowie Primadonna eine Gruppe (Rangsumme 13-18), deren Gewichtsverluste zumeist unterhalb des Mittelwertes lagen, während die Gruppe mit den Sorten Ditta, Allians, Jelly und Finessa (Rangsumme 30-34) vorrangig überdurchschnittliche Gewichtsverluste aufwies. Eine sehr heterogene Einstufung über die drei Jahre von Rang 3 bis 13 besaßen die Sorten Francisca und Belana und lagen damit im Mittelfeld zwischen den beiden größeren Sortenblöcken. Gerade diese beiden Sorten zeigten, dass neben den Sorteneigenschaften auch Jahres- und Standortfaktoren die Höhe der Gewichtsverluste beeinflussen können.

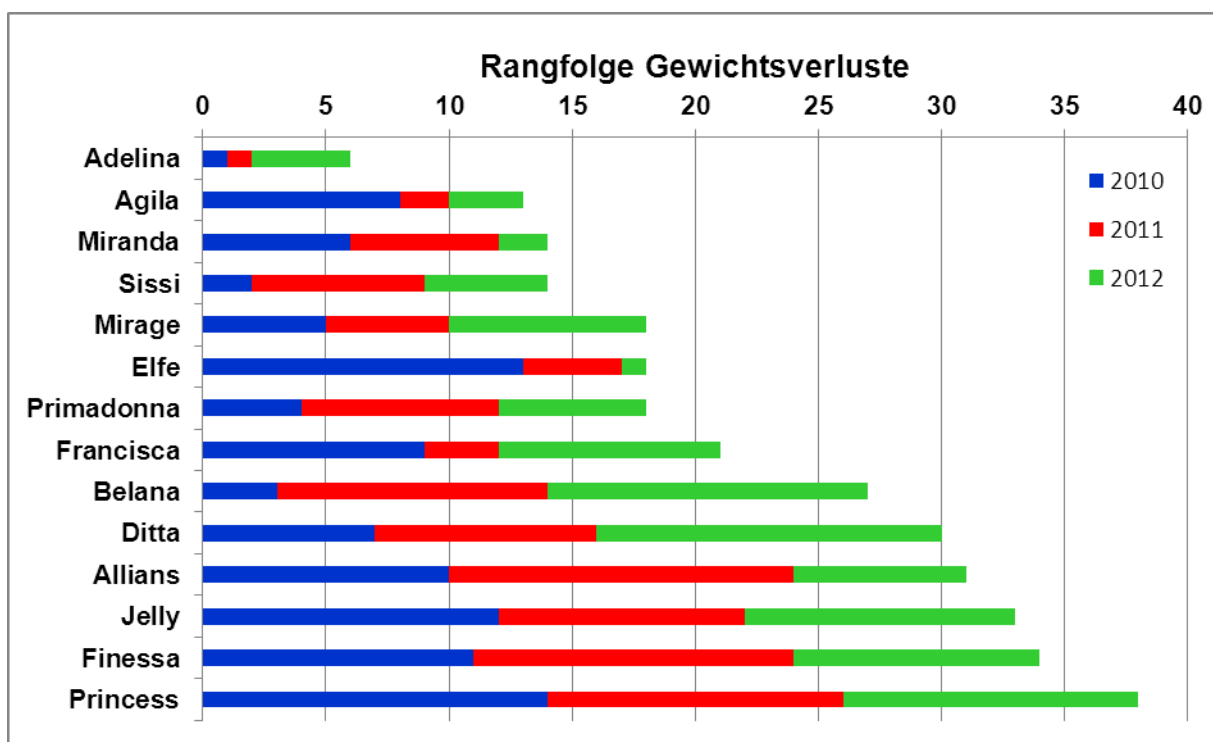


Abbildung 58: Rangfolge der Sorten aufgrund ihrer Gewichtsverluste zum Endauslagerungs-termin in den Jahren 2010 bis 2012

Bei einem Vergleich der sieben Standorte über die drei Anbaujahre 2010-2012 zeichneten sich die Kartoffeln vom Standort NRW durch die geringste Spannweite der Gewichtsverluste zum Zeitpunkt der Endauslagerung aus, während am Standort NI OS die größte Variation der Gewichtsverluste auftrat (Abbildung 59). Am Standort NRW war zudem der kleinste Median (3,33 %) zu verzeichnen, während der Median der Gewichtsverluste an den Standorten SH (5,17 %), NI OS (4,80 %) und NI SCHM (4,76 %) zum Teil deutlich oberhalb des durchschnittlichen Medians von 4,29 % lag.

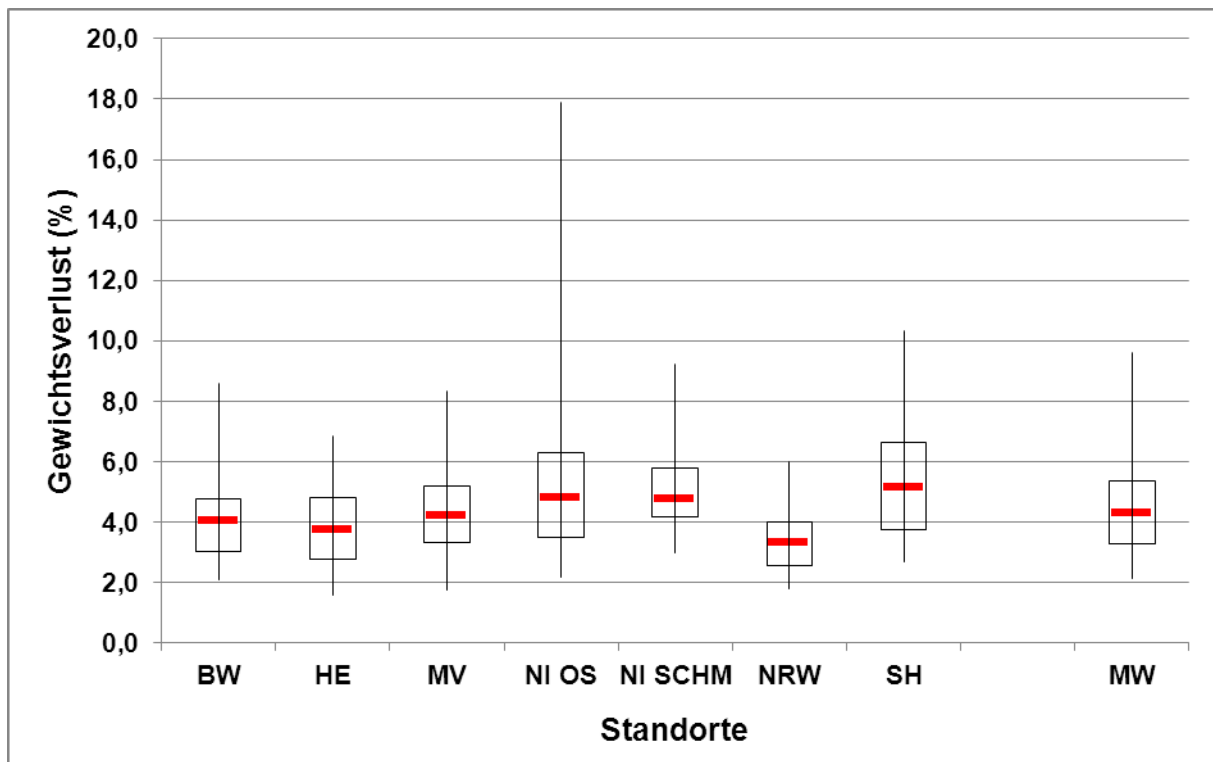


Abbildung 59: Median, Quartile sowie Min- und Max-Werte der Gewichtsverluste an den sieben Standorte zum Endauslagerungstermin im Mittel der Jahre 2010 bis 2012

Keimung

Nach dem Ende der natürlichen Keimruhe zeigen die Kartoffeln eine sortenspezifische Keimbereitschaft, die mit der Lagerungsdauer zunimmt. Daneben beeinflussen sowohl die Wachstumsbedingungen auf dem Feld als auch die Temperaturführung im Lager die Keimung der Knollen. In dem Projekt wurden die unterschiedlichen Vegetationsbedingungen durch die bundesweit sieben Standorte sehr gut abgedeckt. Die Temperaturführung im Lager gestaltete sich durch die langanhaltend kühlen Außenluftbedingungen bis zur Endauslagerung in allen drei Lagerperioden relativ günstig (Tabelle 8). Dies ist bei der Bewertung der Versuchsergebnisse zur Keimungsneigung der Sorten (Gewichtsprozent Keime) im Lager zu berücksichtigen.

Während sich zum Zeitpunkt der Zwischenauslagerung (T1) das Keimgewicht im Mittel der Sorten, Standorte und Jahre 2010-2012 auf nur 0,08 % belief, war bei der Endauslagerung ein merklicher Anstieg auf 0,27 % festzustellen (Abbildung 60). Dabei zeigten die Sorten eine sehr unterschiedliche Keimungsneigung, die sich aber nur in einigen Fällen schon beim ersten Termin abzeichnete.

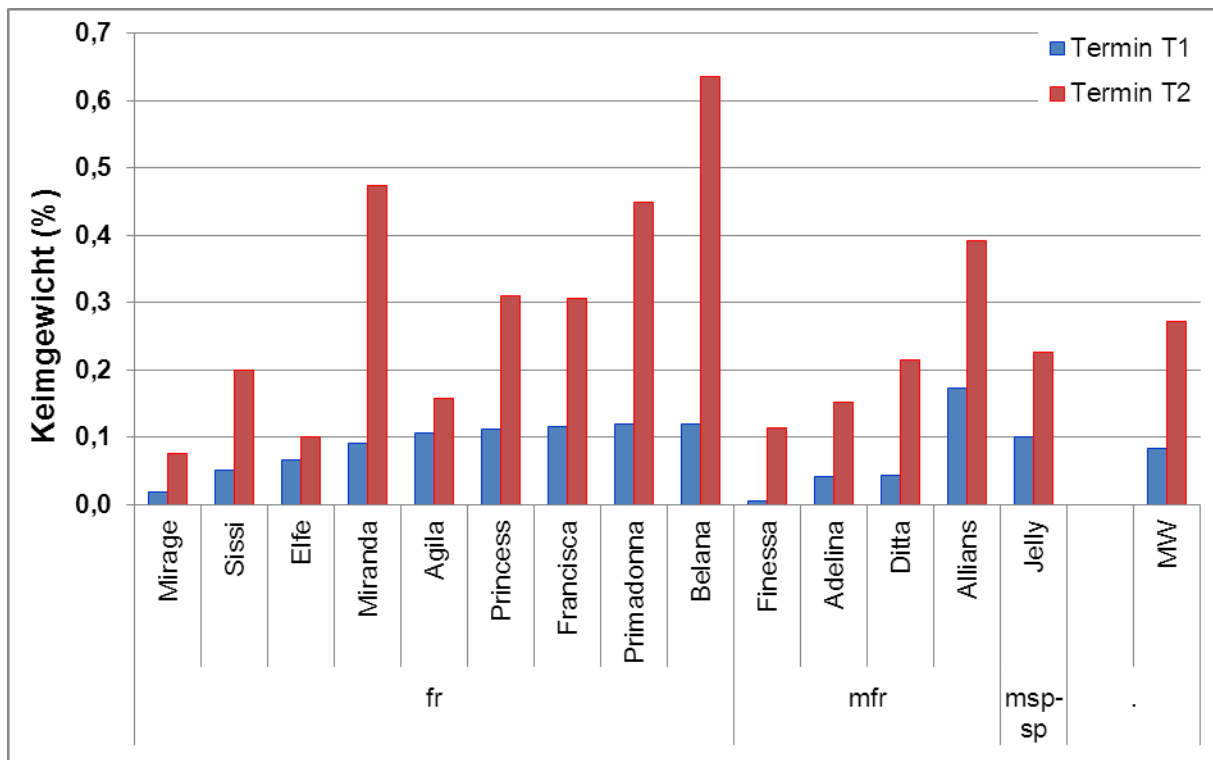


Abbildung 60: Entwicklung des Keimgewichts der 14 Sorten aus drei Reifegruppen zum Zeitpunkt der Zwischen- (T1) und Endauslagerung (T2) im Mittel der sieben Standorte und der Jahre 2010 bis 2012

In der mittelfrühen Reifegruppe lag der Median des Keimgewichts für die Sorten Ditta, Finessa sowie Adelina unter dem Median des Versuchsdurchschnittes (0,15 %) und nur bei der Sorte Allians war der Wert mit 0,37 % höher (Abbildung 61). Eine stärkere Sortendifferenzierung war in der frühen Reifegruppe zu beobachten. Die Sorten Agila, Mirage, Elfe und Sissi wiesen fast keine Keimung auf, während Princess (0,21 %), Primadonna (0,24 %), Francisca (0,25 %) und vor allem Miranda (0,38 %) gemessen an ihrem Median eine intensivere Keimung zeigten. Einer sehr starken Differenzierung der Minimal- und Maximalwerte unterlag die Sorte Ditta, Primadonna, Sissi, Miranda sowie Allians.

Für die Sorte Belana ergab sich beim Keimgewicht ein relativ hoher Median (0,33 %) und zudem die größte Differenz des Minimal- (0,00 %) und Maximalwertes (4,40 %), obwohl diese Sorte in der offiziellen Einstufung des Bundessortenamtes (Tabelle 2) und auch in der Praxis als äußerst keimruhig eingestuft wird. Die Darstellung der Mittelwerte des Keimgewichts an den sieben Standorten (Abbildung 62) macht deutlich, dass im Anbaujahr 2010 kaum eine Keimung zu beobachten war. In den Jahren 2011 und 2012 war die Keimung dagegen an den Knollen der Standorte BW, NI OS und NRW mit Gewichten von bis zu 4,40 % sehr stark ausgeprägt.

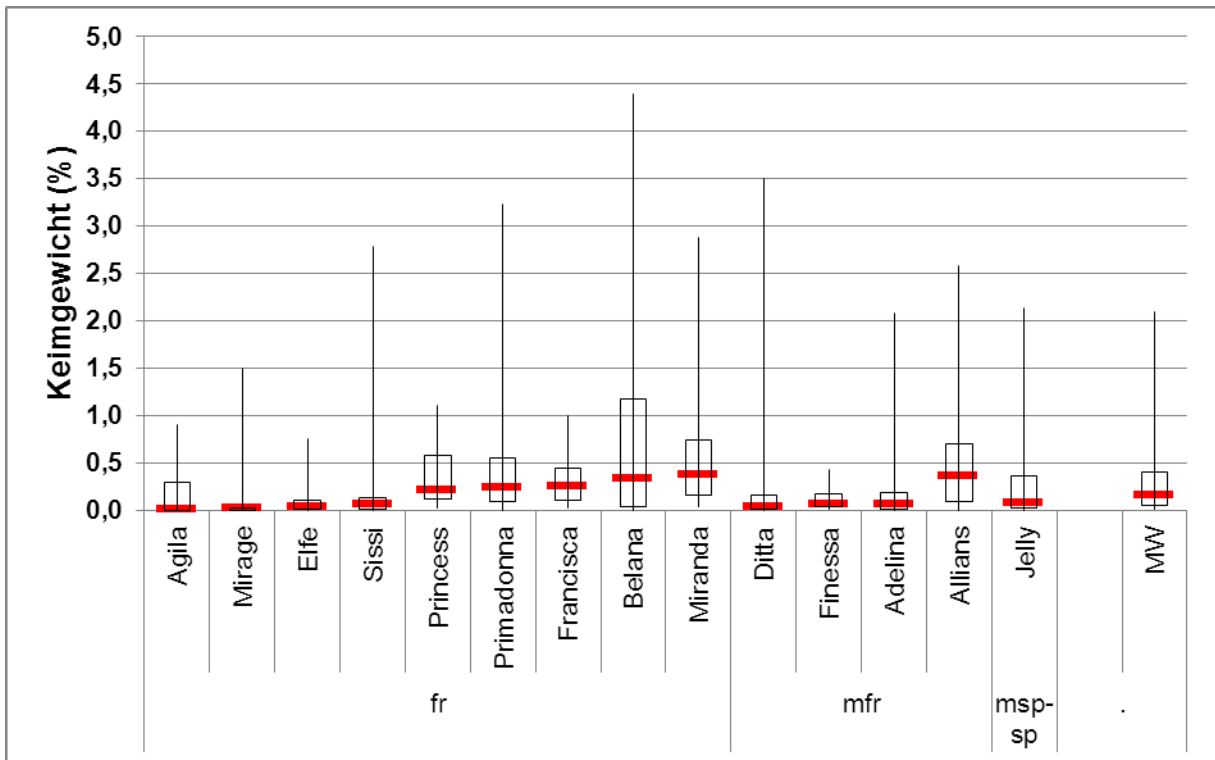


Abbildung 61: Median, Quartile sowie Min- und Max-Werte Keimgewichts der 14 Sorten aus drei Reifegruppen zum Endauslagerungstermin im Mittel der Jahre 2010 bis 2012

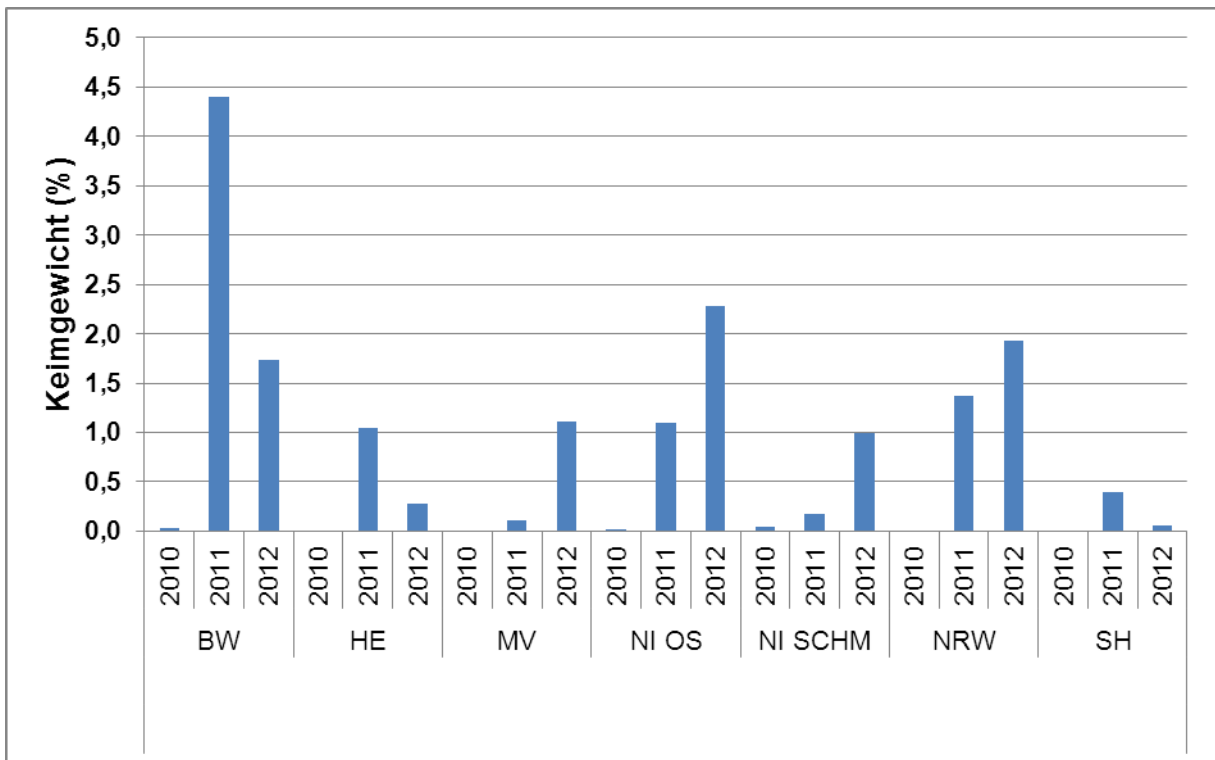


Abbildung 62: Intensität der Keimung in den Proben der Sorten Belana von den sieben Standorten in den Jahren 2010 bis 2012 zum Zeitpunkt der jeweiligen Endauslagerung

Bei einem Vergleich der sieben Standorte im Mittel der 14 Sorten fällt vor allem BW auf, da hier bei der Endauslagerung sowohl der höchste Median des Keimgewichts (0,43 %) als auch die größte Streubreite der Einzelwerte festzustellen war (Abbildung 63). Oberhalb der Vergleichswerte des Versuchsdurchschnitts war auch der Standort NI OS einzuordnen. Ein relativ einheitliches Bild bei den Keimverlusten zeigten die Standorte MV, NI SCHM und HE. Der Standort SH ist durch die Vorlage von nur zweijährigen Ergebnissen in der Aussagekraft eingeschränkt.

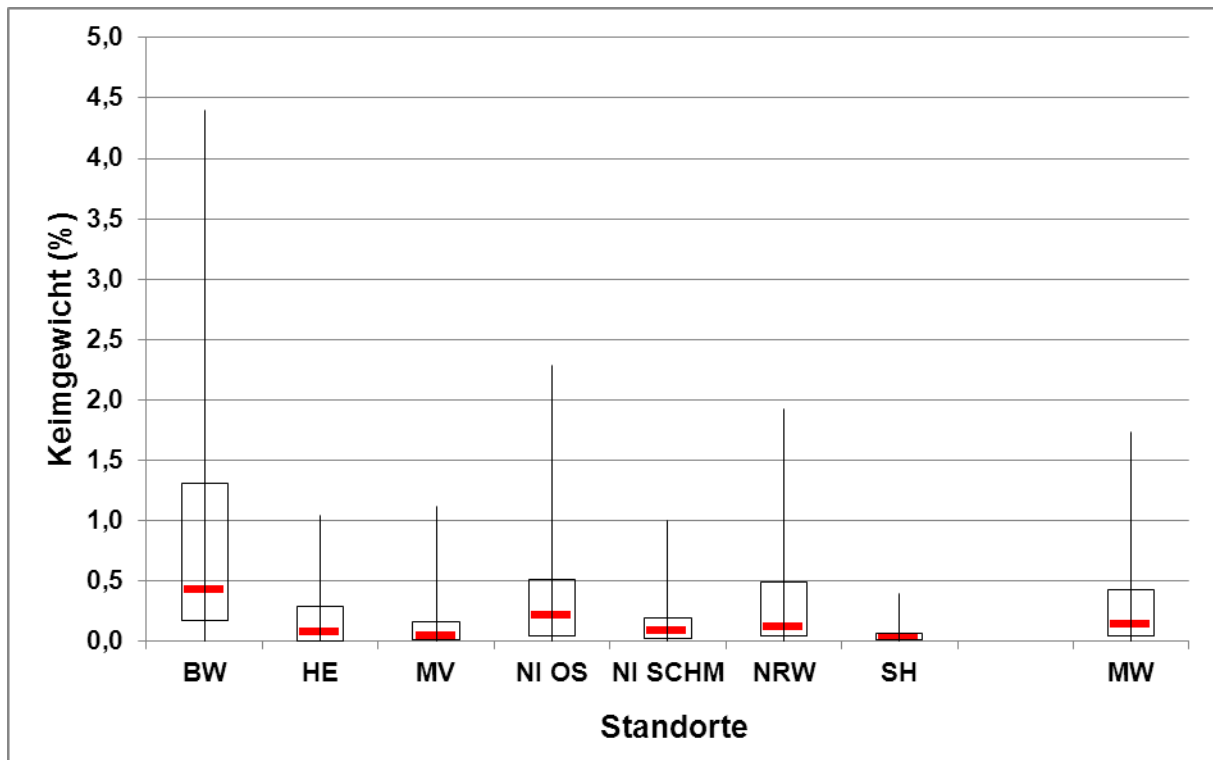


Abbildung 63: Median, Quartile sowie Min- und Max-Werte der Keimung der sieben Standorte zum Endauslagerungstermin im Mittel der Jahre 2010 bis 2012

Fäulnis

Unter den Fäulnisverlusten werden die Knollen zusammengefasst, die eine erkennbare Symptomausprägung von Trocken- oder Nassfäule aufweisen. Die Trockenfäule ist zumeist dem Erreger *Fusarium* spp. zuzuordnen, während für die Nassfäule unterschiedliche Pilze, wie z. B. *Phytophthora infestans*, oder Bakterien, wie z. B. *Pectobacterium* spp., verantwortlich sein können, die bei der Auslagerung befallener Knollen häufig keine eindeutige Zuordnung mehr ermöglichen.

Das Befallsniveau für Trockenfäule bewegte sich insgesamt auf einem sehr geringen Niveau. Bei einem Vergleich der Trockenfäule in den Proben von den sieben Standorten zeigte sich zur Endauslagerung im Mittel der 14 Sorten und der Jahre 2010-2012 an allen Standorten ein Median für das Gewicht trockenfauler Knollen von 0 % (Abbildung 64). Das untere und obere Quartil lagen bei den Standorten HE, MW, NI SCHM, NRW und SH ebenfalls bei null, während BW, MV und NI OS ein oberes Quartil zwischen 0,14 % und 0,37 % aufwiesen. Die stärkste Streuung mit einem Maximalwert von 3,29 % wies das Merkmal Trockenfäule am Standort NI OS auf. Ein höheres Niveau der Maximalwerte war auch für die Standorte BW, SH und MV zu verzeichnen.

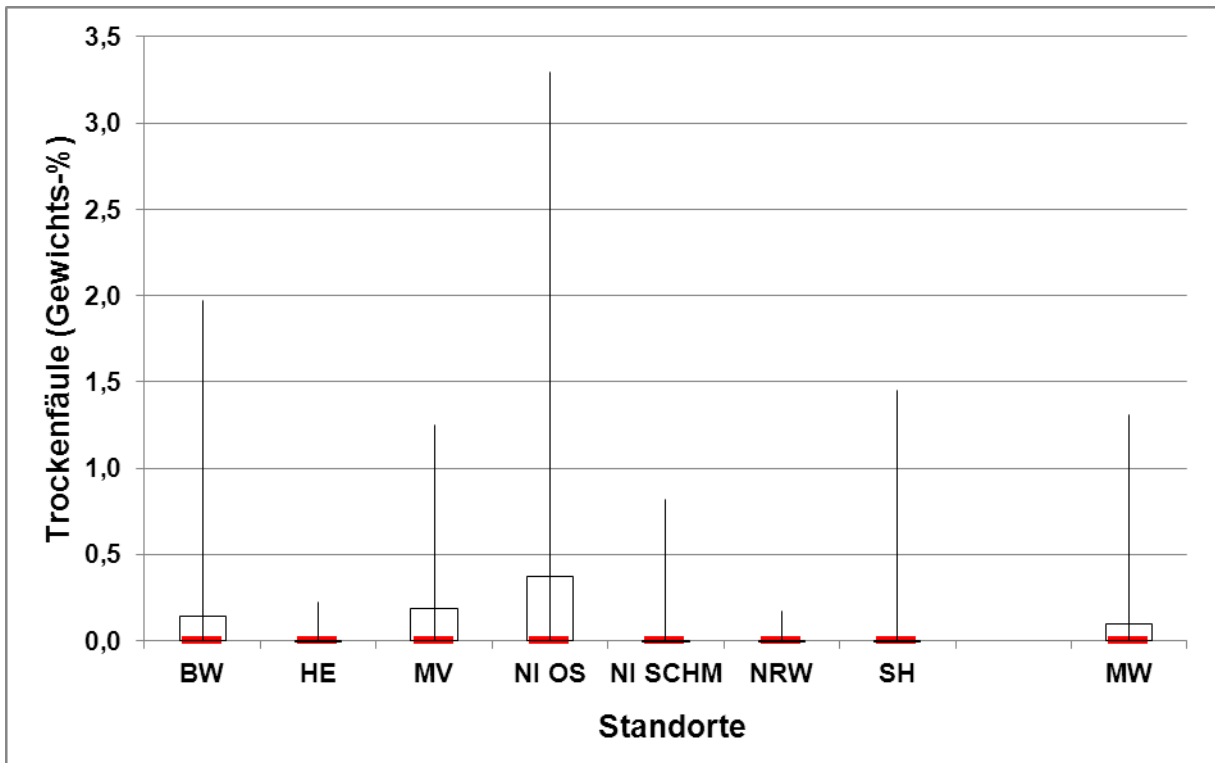


Abbildung 64: Median, Quartile sowie Min- und Max-Werte des Trockenfäulebefalls der sieben Standorte zum Endauslagerungstermin im Mittel der Jahre 2010 bis 2012

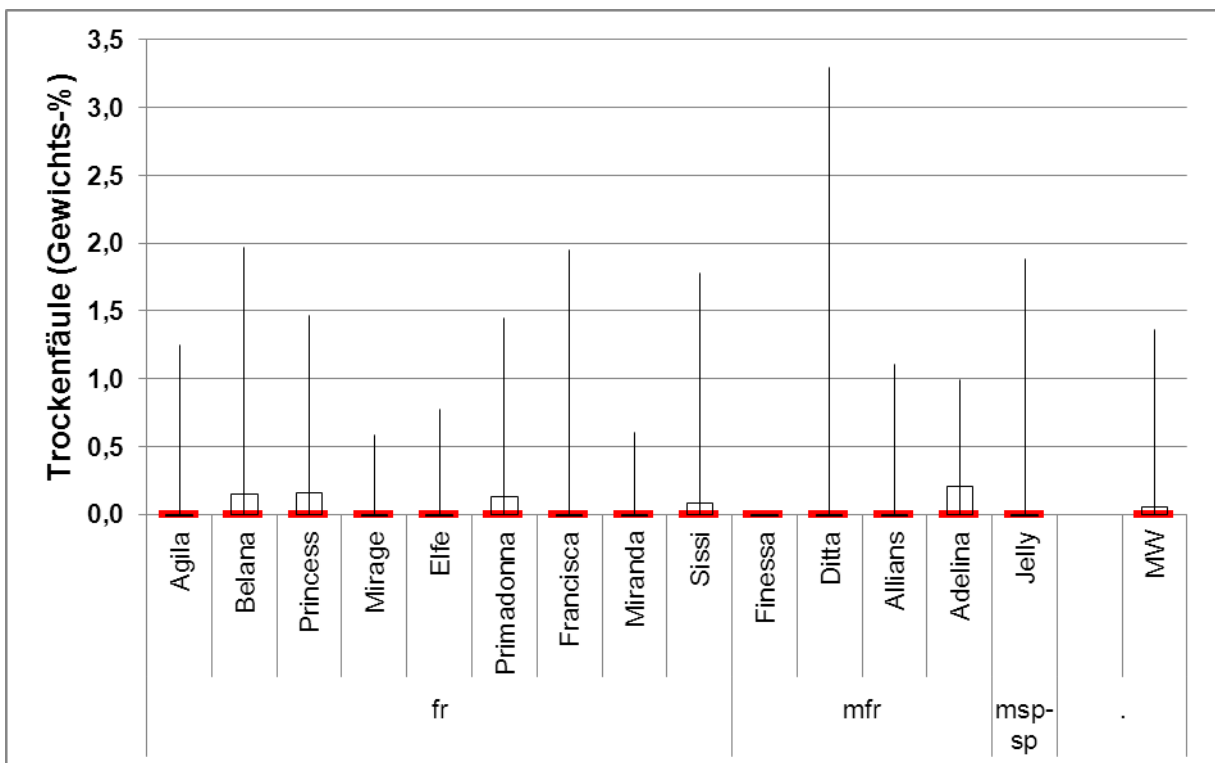


Abbildung 65: Median, Quartile sowie Min- und Max-Werte des Trockenfäulebefalls der 14 Sorten aus drei Reifegruppen zum Endauslagerungstermin im Mittel der Jahre 2010 bis 2012

Innerhalb des untersuchten Sortenspektrums lag der Median und auch das untere Quartil für die Trockenfäule am Endauslagerungstermin im Mittel der Jahre 2010-2012 bei null Gewichtsprozent (Abbildung 65). Einen Wert von 0 % für das obere Quartil ergab sich bei den Sorten Agila, Mirage, Elfe, Francisca, Miranda, Finessa, Ditta, Allians und Jelly, während dieser Wert für die Sorten Sissi, Primadonna, Belana, Princess und Adelina über dem Versuchsmittel von 0,05 % lag. Bei der Sorte Finessa ist zu berücksichtigen, dass der Auswertung nur die Jahre 2011 und 2012 zugrunde liegen, in denen kein Befall mit Trockenfäule auftrat. Die stärkste Spreizung der Minimal- und Maximalwerte war bei der Sorte Ditta zu verzeichnen, die auf einen sehr starken Trockenfäulebefall (3,29 %) im Jahr 2010 zurückzuführen war. Auch bei den anderen Sorten konzentriert sich das Befallsgeschehen verstärkt auf einzelne Jahre und einzelne Standorte.

Ein starker Jahreseffekt ergab sich auch bei den Befallswerten zum Auftreten nassfauler Knollen am Endauslagerungstermin im Mittel der Standorte und Jahre 2010-2012. Vor allem im Jahr 2010 kam es aber bei fast allen Sorten, mit Ausnahme von Primadonna, Ditta und Adelina, zur Entwicklung von Nassfäule, die bei den Sorten Princess und Agila bis auf 4,4 % bzw. 6,5 % anstieg. In den beiden nachfolgenden Jahren war nur bei der Sorte Ditta (2011) ein erhöhter Befall von maximal 1,12 % nassfauler Knollen feststellbar. Der Median sowie das untere und obere Quartil aller 14 gelagerten Sorten lagen bei einem Nassfäulebefall von null Gewichtsprozent (Ausnahme: Sorte Agila, oberes Quartil = 0,01 %) (Abbildung 66). Die Maximalwerte schwankten dagegen zwischen 0,04 % bei der Sorte Adelina und 6,50 % bei der Sorte Agila.

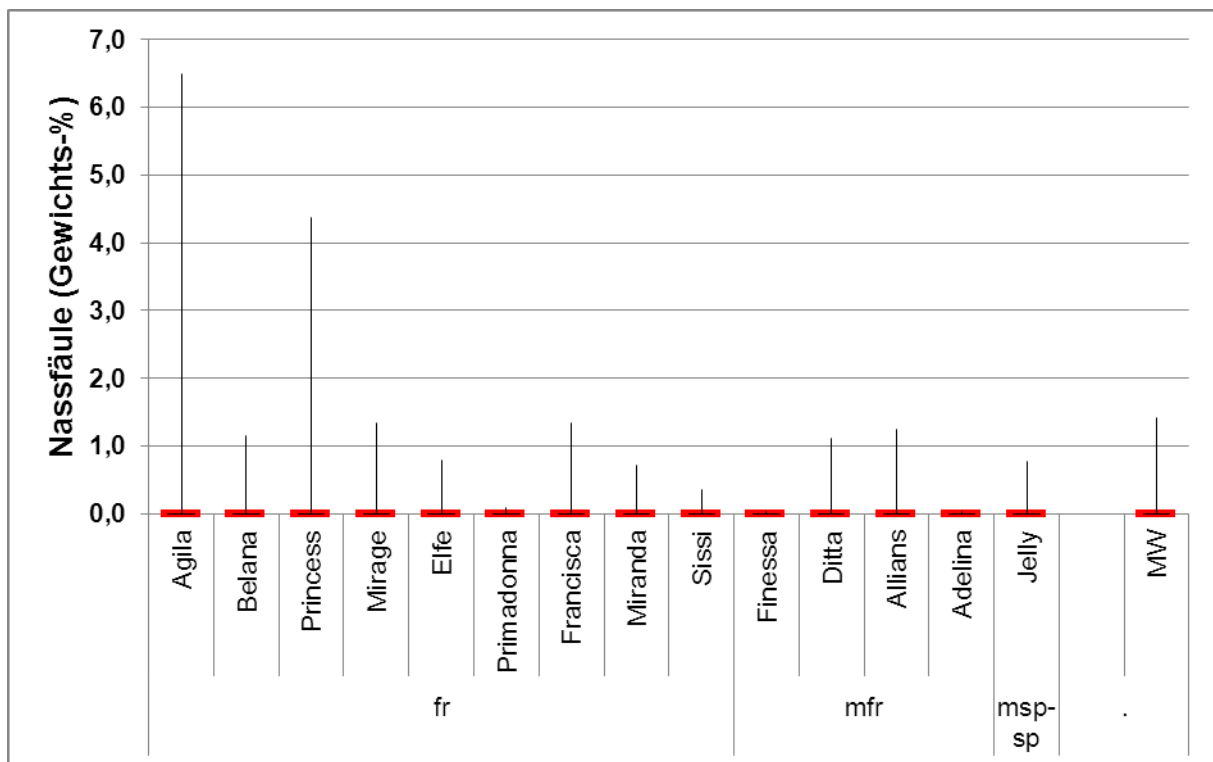


Abbildung 66: Median, Quartile sowie Min- und Max-Werte des Nassfäulebefalls der 14 Sorten aus drei Reifegruppen zum Endauslagerungstermin im Mittel der Jahre 2010 bis 2012

Basierend auf dem durchschnittlichen Median und unteren Quartil von null Gewichtsprozent für den Befall der Proben mit nassfaulen Knollen bei der Endauslagerung wies lediglich der Standort BW mit 0,06 % ein erhöhtes oberes Quartil auf (Abbildung 67). Dieser war auf einen

in allen drei Jahren zu bonitierenden Befall mit nassfaulen Knollen zurückzuführen. An den restlichen sechs Standorten traten lediglich im Jahr 2010 nassfaule Kartoffeln bei der Endauslagerung auf. Am Standort NI OS wurden im Jahr 2010 trotz intensiver Vorauslese bei der Einlagerung nach der Lagerung im Mittel alle Sorten noch 1,28 % Nassfäule festgestellt, die den Standort- und Jahreseffekt bei diesem Lagerungsparameter deutlich dokumentieren.

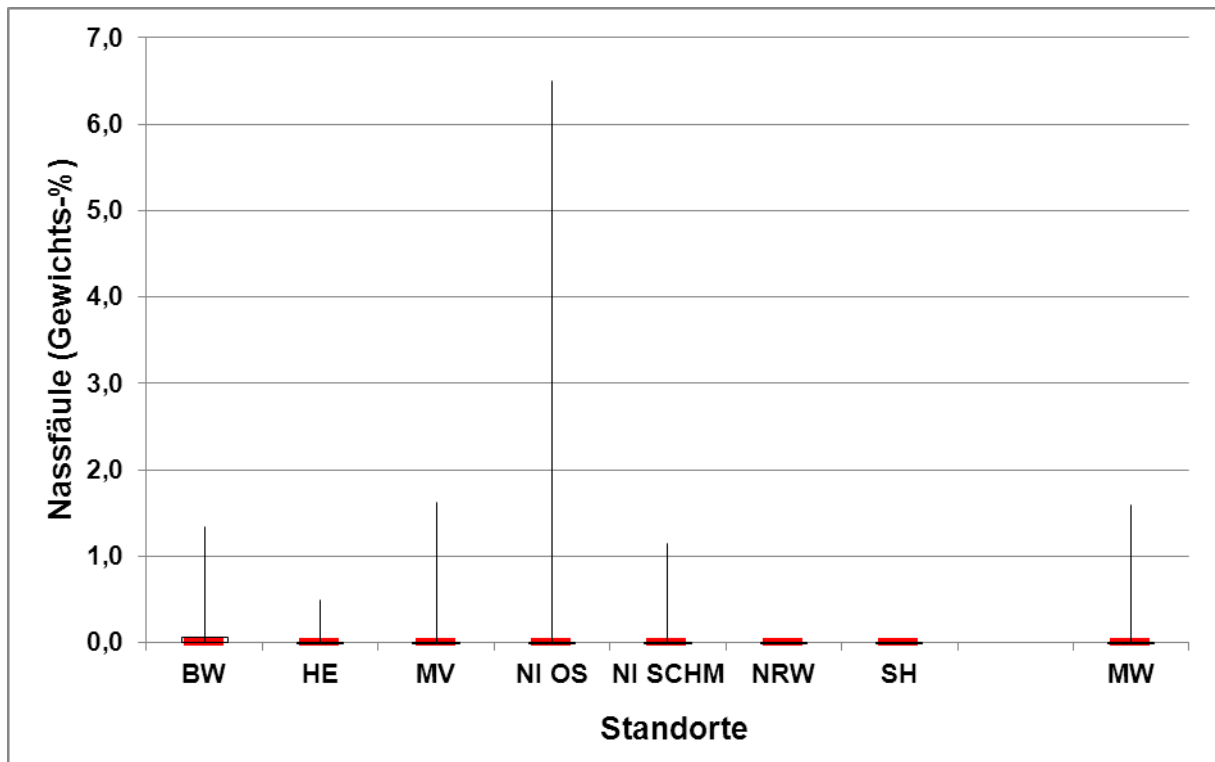


Abbildung 67: Median, Quartile sowie Min- und Max-Werte des Nassfäulebefalls der sieben Standorte zum Endauslagerungstermin im Mittel der Jahre 2010 bis 2012

4.4.3 Knollenqualität

Während der Lagerung kann die Qualität der Kartoffeln im günstigsten Fall auf dem Niveau des Erntegutes gehalten, aber nicht verbessert werden. Diese generelle Aussage muss für die einzelnen Qualitätsparameter weiter differenziert werden, da sie sich, wie z. B. beim Stärkegehalt, durch die Stoffwechselaktivitäten der Knollen während der Lagerung unweigerlich verändern. Dem gegenüber ist beispielsweise der Schorfbefall auf der Knollenoberfläche schon im Feld festgelegt und ändert sich im Laufe der Lagersaison nicht mehr.

Für dieses Projekt wurden mit den beiden Pilzen *Helminthosporium solani* und *Colletotrichum coccodes* zwei Schaderreger ausgewählt, die im Laufe der letzten Jahre in Bezug auf die Schalenbeschaffenheit von Speisekartoffeln immer mehr an Bedeutung gewonnen haben. Beide Erreger führen zu einer Ausbildung silbrig erscheinender Flecken auf der Schalenoberfläche, die das Aussehen vor allem gewaschener Knollen negativ beeinflussen können (Abbildung 68).

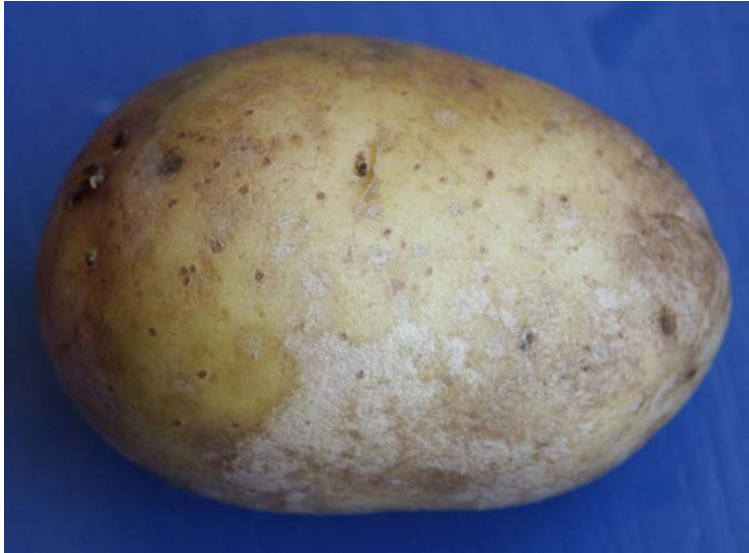


Abbildung 68: Knolle mit Befall von *Helminthosporium* (Silberschorf) und *Colletotrichum* auf der Schalenoberfläche

Ein Großteil der Infektionen wurde schon im Feld gesetzt, ist aber bei der Einlagerung noch gar nicht oder nur in Ansätzen erkennbar. Vor allem die Zeit bis zum Erreichen der Dauerlagerungstemperatur, aber auch länger anhaltende Warmphasen mit Kondensation an den Knollen im Laufe der Lagerungssaison fördern die weitere Entwicklung. Insbesondere der Pilz *Helminthosporium solani* kann sich unter diesen für ihn günstigen Bedingungen über ein Wachstum vorhandener Befallsstellen, aber auch durch die Neuinfektion von Knollen mittels Sporen ausbreiten und damit das als Silberschorf bezeichnete Schadbild deutlich verstärken. Mit dem Einsatz einer maschinellen Kühlanlage zusätzlich zur Kühlung über Außenluft besteht die Möglichkeit, die Knollen nach der Wundheilung sehr schnell auf die Dauerlagerungstemperatur abzukühlen und dort ohne weitere Schwankungen bis zur Auslagerung zu bewahren, so dass sich beide Schaderreger auf den gelagerten Kartoffeln nur sehr eingeschränkt weiter entwickeln können.

Die Bonitur auf beide Erreger erfolgte sowohl möglichst zeitnah nach der jeweiligen Anlieferung der Lagerproben von den sieben Versuchsstandorten am Erntegut (T0) als auch nach der Zwischen- (T1) und Endauslagerung (T2). Beim Silberschorf wurde am Erntegut im Mittel der 14 Sorten, sieben Standorte und Jahre 2010-2012 eine Befallsstärke von 1,57 % der Knollenoberfläche bonitiert (Abbildung 69). Bei der Zwischenauslagerung stieg dieser Durchschnittswert auf 3,87 % und betrug bei der Endauslagerung 5,45 %.

Bei einem Vergleich der Silberschorfbefallsstärke nach der Endauslagerung im Mittel der sieben Standorte und der Jahre 2010 bis 2012 wiesen die Sorten innerhalb der frühen und mittelfrühen Reifegruppe eine deutliche Variationsbreite auf (Abbildung 70). In der frühen Reifegruppe lag der Median für die Befallsstärke bei den Sorten Princess (3,00 %), Francisca (3,79 %), Agila (3,84 %), Sissi (4,05 %), Miranda (4,45 %) und Belana (4,62 %) unterhalb des durchschnittlichen Medians (4,69 %). Bei der mittelfrühen Reifegruppe erreichte der Median der Sorten Finessa (4,00 %) und Adelina (4,47 %) einen unterdurchschnittlichen Wert. Eine größere Differenzierung der Minimal- und Maximalwerte war bei den Sorten Miranda, Jelly, Allians, Belana, Ditta, Primadonna und Francisca zu beobachten, während sie bei Sissi und Finessa relativ eng zusammen lagen. Bei der Sorte Finessa ist zu berücksichtigen, dass nur Boniturergebnisse aus den Jahren 2011 und 2012 vorlagen.

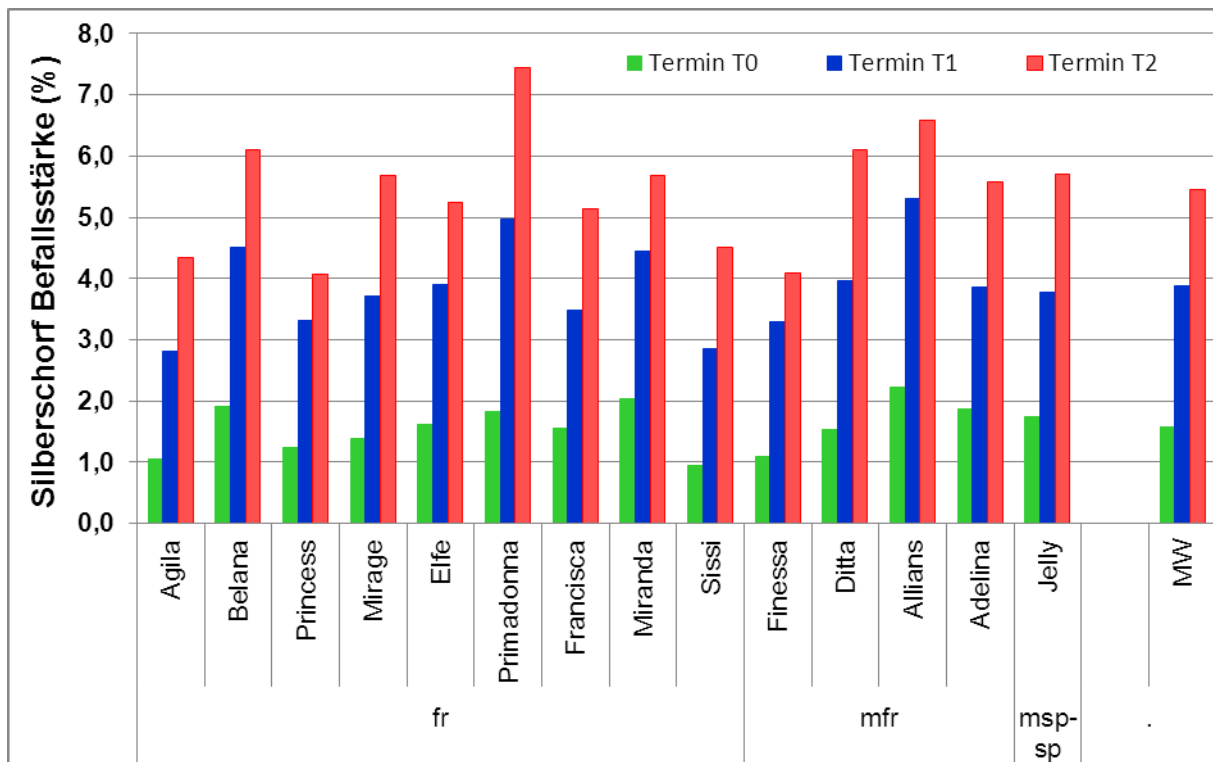


Abbildung 69: Entwicklung des Silberschorfbefalls zum Zeitpunkt der Ein- (T0), Zwischenaus- (T1) und Endauslagerung (T2) im Mittel der sieben Standorte und der Jahre 2010 bis 2012

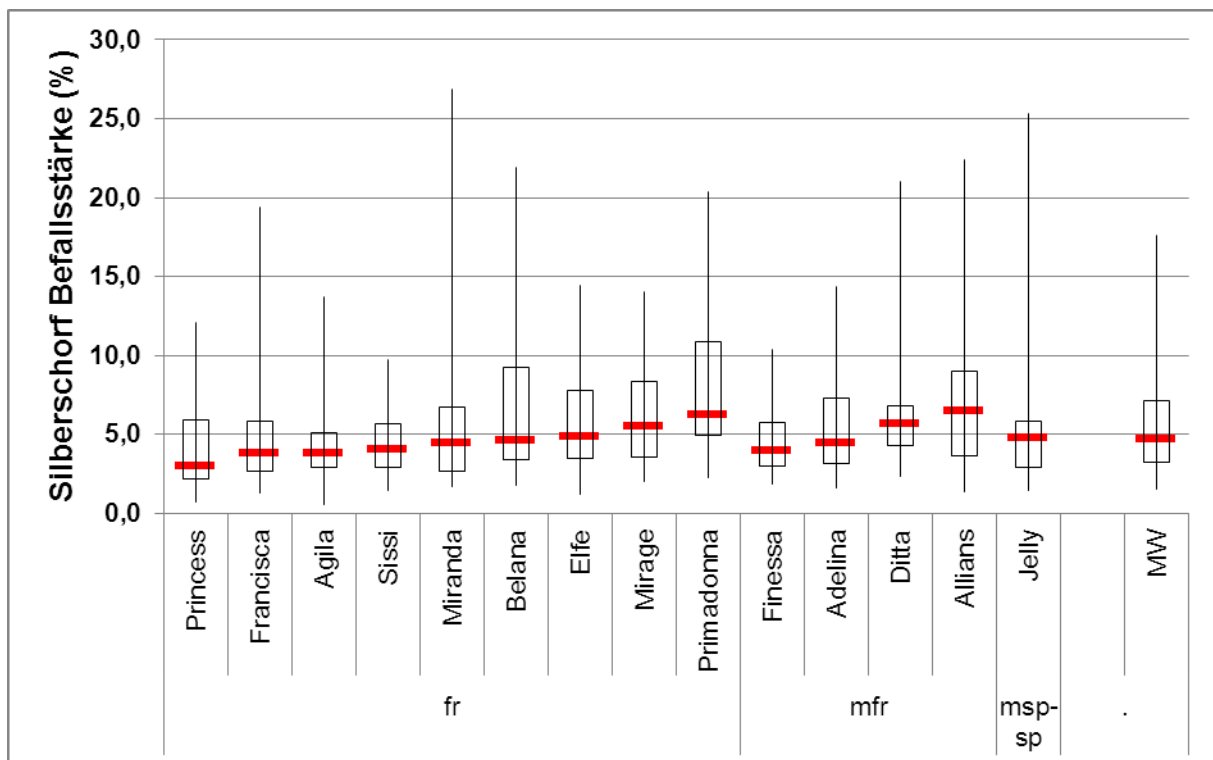


Abbildung 70: Median, Quartile sowie Min- und Max-Werte des Befalls der Knollenoberfläche mit Silberschorf der 14 Sorten aus drei Reifegruppen zum Endauslagerungstermin im Mittel der Jahre 2010 bis 2012

Bei einem Vergleich des Medians der Silberschorfbefallsstärke für die sieben Standorte nach der Endauslagerung wies der Standort NI OS mit 8,07 % den höchsten und der Standort NRW mit 3,00 % den geringsten Wert auf (Abbildung 71). Unterdurchschnittliche Mediane waren auch für die Standorte BW (3,52 %) und MV (3,54 %) festzustellen. Die stärkste Spreizung der Quartile war am Standort SH zu beobachten, wobei nur zwei Lagerperioden in die Berechnungen einfließen. Eine besonders große Differenz der Minimal- und Maximalwerte zeigte sich an den Standorten NI SCHM und MV, während NRW und BW ein deutlich einheitlicheres Bild boten.

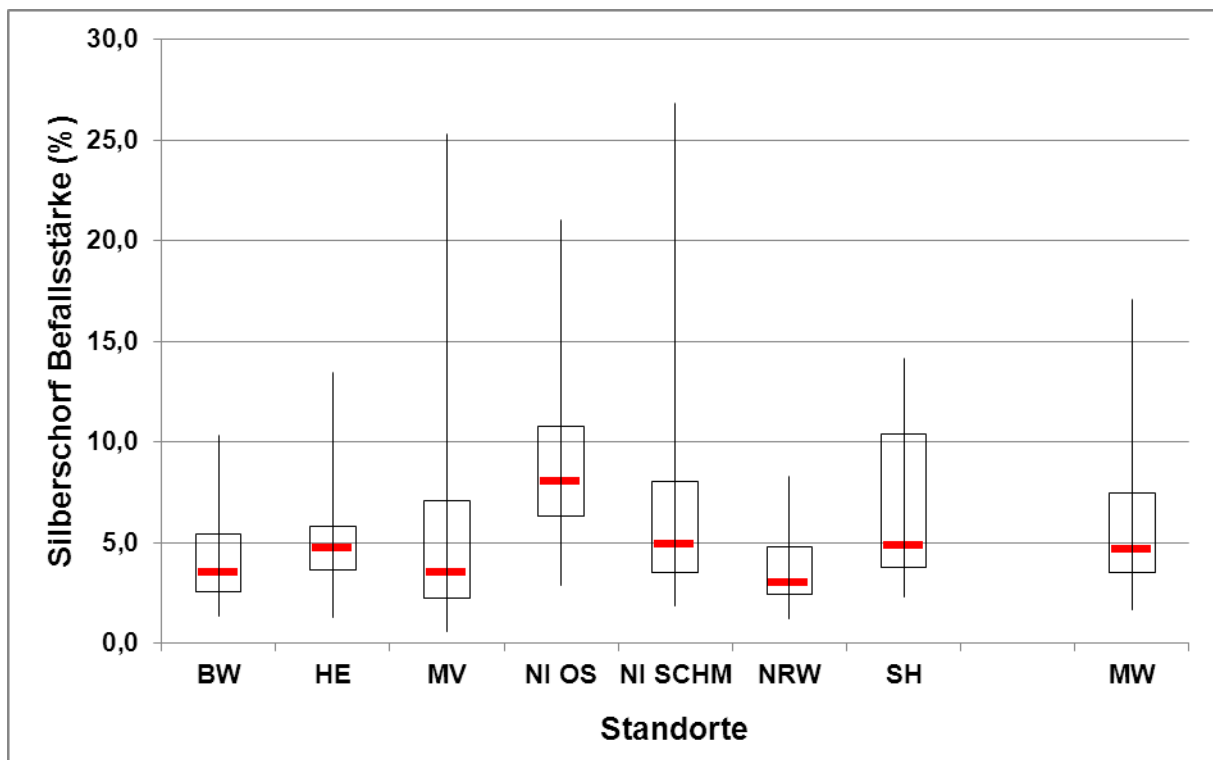


Abbildung 71: Median, Quartile sowie Min- und Max-Werte der Silberschorfbefallsstärke auf der Knollenoberfläche für die sieben Standorte zum Endauslagerungstermin im Mittel der Jahre 2010 bis 2012

Die Bonitur der Knollenoberfläche auf dem Befall mit *Colletotrichum* erfolgte ebenfalls an den Proben der 14 Sorten, sieben Standorte und drei Jahre 2010-2012 an den drei Terminen Kartoffelanlieferung (T0), Zwischen- (T1) und Endauslagerung (T2). Bei einem mittleren Befallsniveau zwischen 1,08 % und 1,45 % ist eine Sortendifferenzierung nur bei deutlichen Abweichungen nach unten und oben vertretbar (Abbildung 72). Den geringsten Befall zeigte an allen drei Terminen die Sorte Sissi, während die Sorte Adelina zumeist sehr hohe Werte aufwies. Bei den anderen Sorten war die Entwicklung zwischen den drei Boniturterminen aufgrund des geringen Befallsniveaus zum Teil uneinheitlich.

Bei einem Vergleich des Befalls mit *Colletotrichum* nach der Endauslagerung im Mittel der sieben Standorte und drei Jahre 2010-2012 lag der Median für den Großteil der Sorten aus der frühen Reifegruppe unter dem Durchschnittswert von 0,55 % und nur für die Sorten Elfe (0,59 %) und Miranda (0,81 %) darüber (Abbildung 73). In der mittelfrühen Reifegruppe wiesen die Sorten Allians (0,71 %) und Adelina (1,01 %) einen deutlich über dem Durchschnitt liegenden Median auf. Die Schwankungsbreite innerhalb des unteren und oberen Quartils war bei der Sorte Miranda am höchsten, gefolgt von den Sorten Adelina, Agila und Allians. Bei den Sorten Adelina, Primadonna, Miranda, Allians, Agila und Francisca lieferten die mehrjährigen Bonituren relativ starke Abweichungen zwischen den Minimal- und Maximalwerten.

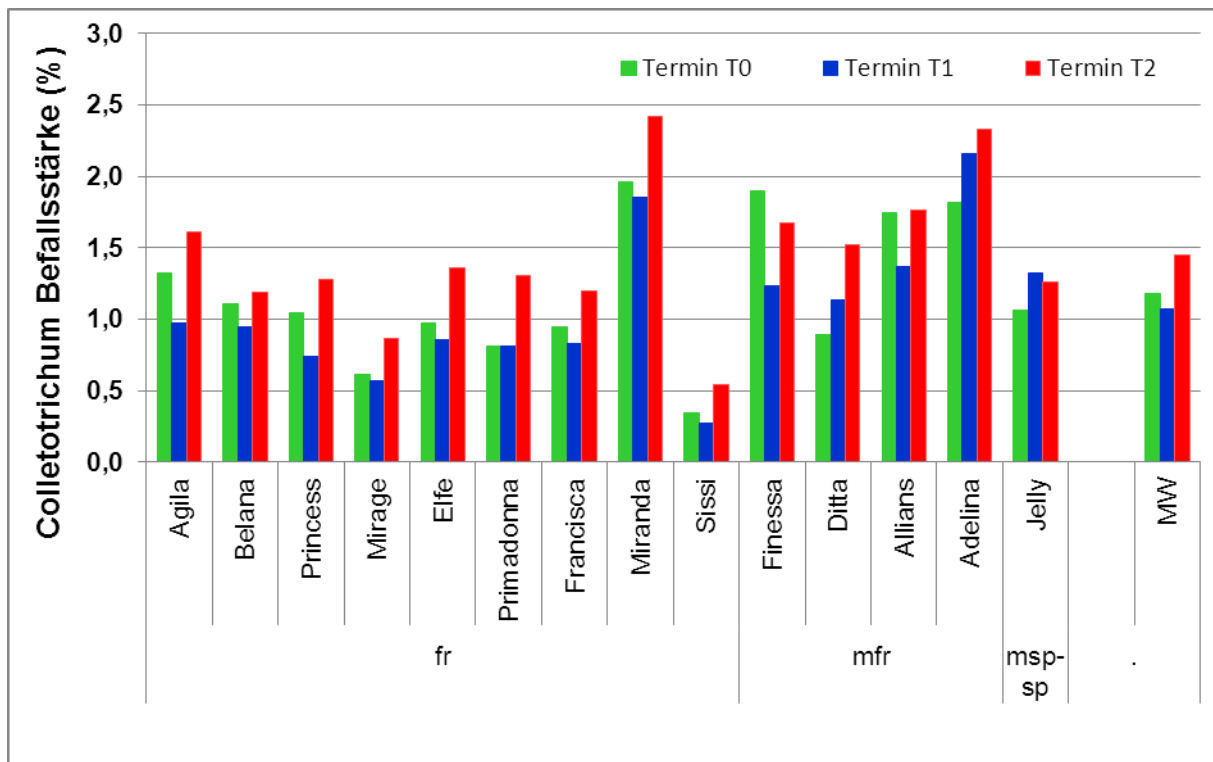


Abbildung 72: Entwicklung des Knollenbefalls mit Colletotrichum zum Zeitpunkt der Ein- (T0), Zwischenaus- (T1) und Endauslagerung (T2) im Mittel der sieben Standorte und der Jahre 2010 bis 2012

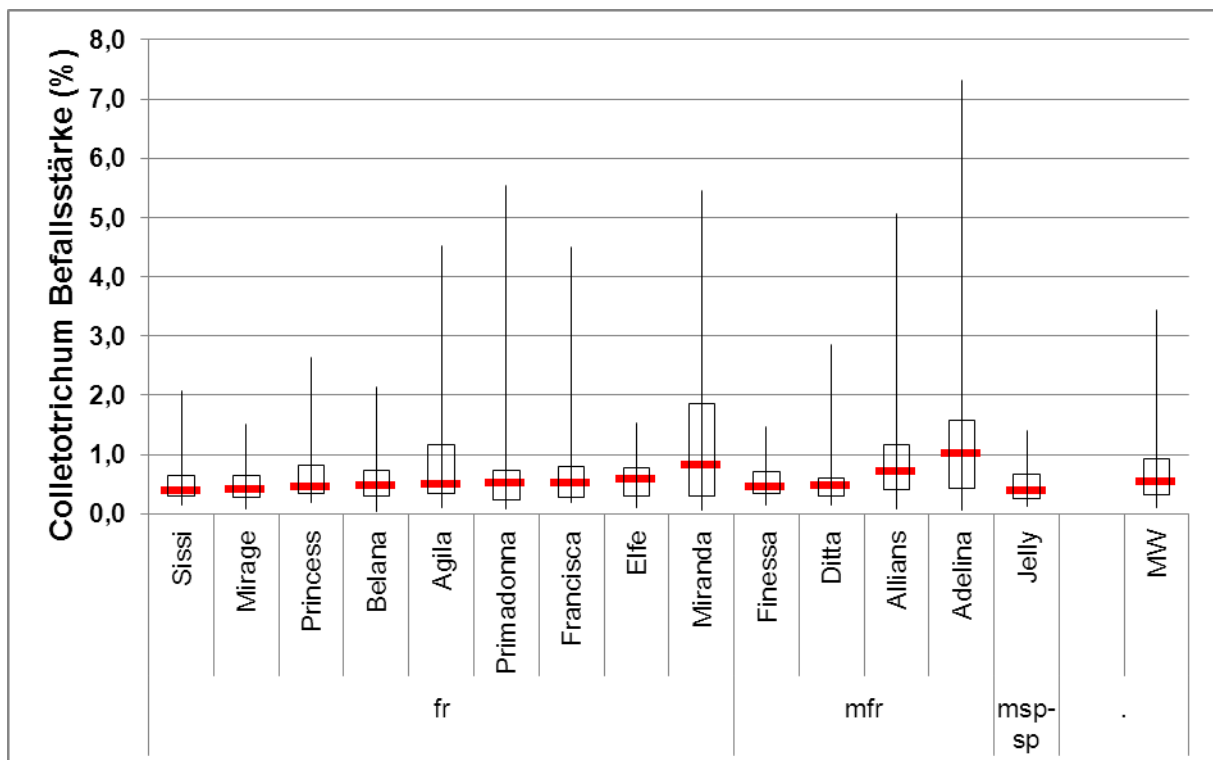


Abbildung 73: Median, Quartile sowie Min- und Max-Werte der Colletotrichum-Befallsstärke auf der Knollenoberfläche der 14 Sorten aus drei Reifegruppen zum Endauslagerungstermin im Mittel der Jahre 2010 bis 2012

Von den sieben Versuchsstandorten wiesen nach der Endauslagerung die Proben aus BW die größte Differenz des Minimal- und Maximalwertes im Befall mit Colletotrichum auf (Abbildung 74), während in NI OS ein relativ einheitliches Befallsniveau über die drei Jahre 2010-2012 zu verzeichnen war. Den größten Median beim Colletotrichumbefall gab es am Standort SH (0,99 %) und über dem durchschnittlichen Median (0,54 %) lagen auch noch NRW (0,60 %) und NI SCHM (0,79 %). Einen geringeren Befallsmedian ergaben die Colletotrichum-Bonituren für die Standorte MV (0,26 %), HE (0,36 %), BW (0,37 %) und NI OS (0,49 %).

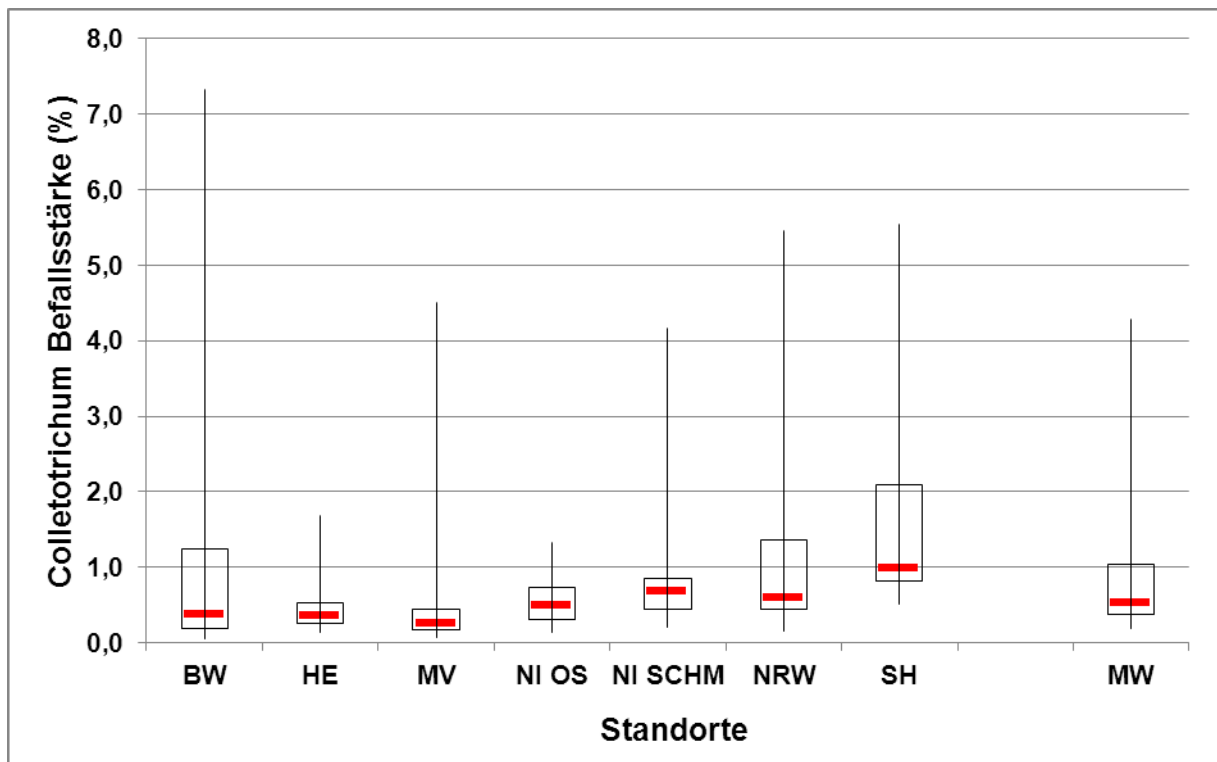


Abbildung 74: Median, Quartile sowie Min- und Max-Werte der Colletotrichum-Befallsstärke auf der Knollenoberfläche der sieben Standorte zum Endauslagerungstermin im Mittel der Jahre 2010 bis 2012

5. Diskussion der Ergebnisse

Die Kartoffel ist, abgesehen vom Feldgemüseanbau, die mit Abstand deckungsbeitragsstärkste Kultur in ökologisch wirtschaftenden landwirtschaftlichen Betrieben. Vom einschlägigen Handel wird berichtet, dass mittlerweile mehr als Zweidrittel der Ök kartoffeln gewaschen in Gebindegrößen von 1 bis 2,5 kg über Discounter oder den konventionellen Lebensmittel-Einzelhandel vermarktet werden. Damit entstanden Ansprüche an die Qualität und die Lieferfähigkeit, die sich in besonderer Weise auf die Kartoffelerzeugung auswirken. Der Absatz ungewaschener Ware beschränkt sich inzwischen weitgehend auf den Absatz ab Hof, Marktstände und den spezialisierten Naturkostfachhandel.

Kartoffelerzeugung im Biobetrieb bedeutet Berücksichtigung spezieller Richtlinien, die EU-weit gesetzlich geregelt sind. Hervorzuheben ist vor allem die Verwendung ökologischen Saatgutes, der Verzicht auf mineralische Stickstoffdünger und chemisch-synthetische Pflanzenschutzmittel. Das erheblich geringere Düngungsniveau gepaart mit dem weitgehenden Verzicht auf Pflanzenschutzmitteln haben besondere Produktionsbedingungen geschaffen, denen mit speziellen Landessortenversuchen in den Bundesländern versucht wird, zu entsprechen.

In einem Vorläuferprojekt (BÖL 03OE 671) des Bundessortenamtes wurde bereits in diese Richtung speziell zur Wertprüfung gearbeitet. Schon damals wurden für Kartoffeln zusätzliche Feststellungen zu Dry core, Rhizoctoniasklerotien sowie vorgezogenen Ernteterminen (50 und 60 Tage nach Aufgang) durch Anregungen aus der PAG mit einbezogen. Allerdings lagen zum Projektende nur einjährige Ergebnisse vor, so dass eine abschließende Beurteilung nicht möglich war und vom BSA weitere Untersuchungen für sinnvoll erachtet wurden. Daran knüpft das vorliegende Vorhaben fachlich an.

Standorte, Sortimentsgestaltung, Versuchsplan und -durchführung

Die Öko-LSV zu Kartoffeln werden seit Jahren bundesweit koordiniert durch die AG Ökologischer Kartoffelbau vom Verband der Landwirtschaftskammern. Diesem Kreis gehören auch alle Projektbeteiligten an. Der Bewilligungsbescheid für das aktuelle Vorhaben traf 2009 erst Anfang Juni ein. Vorsorglich hatte sich die VLK-AG bereits auf mögliche Standorte und ein gemeinsames orthogonales Sortiment, bestehend aus 17 Sorten, geeinigt, das auch ausgepflanzt wurde. 2010 kam Sissi als 18. Sorte hinzu. Die Erstellung gemeinsamer, länderübergreifender Prüfsortimente ist inzwischen Praxis. Auf Anbaugebietsebene wird je nach Größe zwischen zwei bis drei Bundesländern eine entsprechende Festlegung getroffen. Dazu hat das jetzt abgeschlossene Vorhaben ganz maßgeblich beigetragen.

Die Erstellung des gemeinsamen Versuchsplanes erwies sich als besonders schwierig. Sie musste unter extremem Zeitdruck ohne intensive Abstimmung mit den Partnern nach dem Eintreffen des Bewilligungsbescheides binnen kürzester Zeit nachgeholt werden. Es zeigte sich erwartungsgemäß ein erheblicher Klärungs- bzw. Abstimmungsbedarf, dem nicht immer zeitnah entsprochen werden konnte. Ein Lageplan, als Vorschlag für die Anordnung der Parzellen, wurde zentral erstellt und per Mail versandt. In zum Teil auch leicht modifizierter Form wurde er an den meisten Standorten so umgesetzt.

Als unerwartet schwierig erwiesen sich die Eingaben in PIAF, einem bundesweit von Ländereinrichtungen und BSA genutzten Datenbankprogramm. Nur wenige der beteiligten Versuchsbetreuer verfügten bereits über entsprechende Erfahrung mit diesem System. Auch bei der praktischen Durchführung der Sortenversuche zeigten sich Defizite, die Datenlücken hinterließen. Aus diesem Grund wurde die Verlängerung des Vorhabens um ein Jahr beantragt, der auch entsprochen wurde.

Im Rahmen des Vorhabens zusätzlich erfasste Merkmale, wie z. B. Zeiternten, wurden in PIAF ergänzt. Ebenso wurde bei den Boniturparametern verfahren, so dass nunmehr beste Voraussetzungen für die Zusammenarbeit und den Datentransfer von Versuchsergebnissen

über Bundeslandgrenzen hinweg gegeben sind. Bei den Bonituren wurde soweit wie möglich auf bereits vorhandene Methoden (BSA-RL, EPPO-RL) zurückgegriffen. Die Methodensammlung Kartoffel der Landwirtschaftskammern im Norddeutschen Bund wurde den Projektpartnern ergänzend zur Verfügung gestellt. Sie wurde für das Vorhaben um die beiden Methoden Nitratbestimmung im Knollensaft und Zweitwachstum, der aber nur 2010 stark auftrat, ergänzt.

Pflanzgut

Durch die zentrale Bestellung des vorgesehenen Pflanzgutes sollte sichergestellt werden, dass alle Standorte über einheitliches Ausgangsmaterial verfügen. Zweifel daran sind aufgekommen, nachdem sich im Jahr 2010 nicht an allen Standorten das gelieferte Pflanzgut der Sorte Finessa tatsächlich auch als sortenrein erwies. Bei der Verrechnung der Ergebnisse blieben daher die Ergebnisse der bedenklichen Standorte aus dem Jahr 2010 unberücksichtigt. Dieser Ansatz eines einheitlichen Pflanzgutbezuges ist es jedoch wert, weiter verfolgt zu werden. Allerdings erfordert dieser Anspruch im Frühjahr zusätzliche Zeit, die bei einer späten Lieferung des Pflanzgutes zulasten der Vorkeimzeit gehen kann. Alle Sorten sollten zur Pflanzung ausreichend (> 4 Wochen) vorgekeimt sein, was bei den beiden Norika-Sorten Salome und Agila trotz frühzeitiger Bestellung nur 2012 der Fall war. Mit entsprechender Vorsicht sind deshalb die Ertragsergebnisse beider Sorten im Gesamtkontext des Vorhabens zu bewerten.

Die Bonituren des Pflanzgutes ergaben, dass mehr als 20 % der Pflanzknollen der Sorte Salome einen Rhizoctoniabefall aufwiesen. Insgesamt waren die Sorten Salome, Ditta und Allians mit Boniturnoten um 2,5 am stärksten vom Rhizoctoniabefall betroffen. Ebenso wurde die Befallshäufigkeit mit Silberschorf und sonstige Knollenschäden bonitiert. Sortenunterschiede waren zwar erkennbar, aber auf vergleichsweise niedrigem Niveau. Aus anderen Arbeiten ist bekannt, dass der Befall des Pflanzgutes, vor allem mit Rhizoctonia, erheblichen Einfluss auf den Befall des Erntegutes hat. Da im Ökolandbau weder geeignete Beizmittel noch sicher wirkende Pflanzenbehandlungsmittel zur Verfügung stehen, hat die Ermittlung der Pflanzgutqualität größte Bedeutung. Es zeigten sich auch deutliche Sortenunterschiede, die aber auch auf Herkunftsunterschiede zurückzuführen sein könnten.

Bonituren im Bestand

Umfassend bonitiert wurde an den sieben Standorten vor allem im Bestand. Die Aufnahme von Fehlstellen durch Bearbeitung (<1 %) ergab keine Sortendifferenzierung. Auffällig und einander bedingend waren die Fehlstellen durch Krankheiten und Kümmerlinge. Bei beiden Merkmalen am stärksten betroffen war mit nahezu 5 % die Sorte Sissi, gefolgt von Adelina. Beide fielen auch durch Mängel in der Jugendentwicklung auf.

Die Schwankungsbreite des Krautfäulebefalls zwischen den Sorten unterschied sich erwartungsgemäß zwischen den beiden Boniturterminen erheblich. Zum ersten Termin lag die Spannbreite in den Bonituren zwischen 2 und 3 noch vergleichsweise dicht beieinander. Beim 2. Termin bewegten sich die Mittelwerte bereits zwischen 3 und 6,5. Grundsätzlich ist festzustellen, dass sich Bonituren dieser Merkmale nicht selten erheblich unterschieden, so dass offensichtlich auch die Standorte nicht ohne Einfluss blieben. Windoffene Lagen sind bekanntermaßen sehr viel weniger stark betroffen als Tallagen mit Hecken oder Wald umgeben. Bereits mit der Auswahl des Standortes kann der potentielle Phytophthorabefall maßgeblich beeinflusst werden.

Extreme Ausreißer gab es an einigen wenigen Standorten bei den Bonituren von Wipfelrollern und sonstigen schweren Virose. Die Spannbreite des Befalls reichte beim Wipfelroller von 5-42 % und bei den sonstigen Virose von 4-77 %. Bei Schwarzbeinigkeit und Alternaria erwies sich der Befallsdruck als nur gering und differenzierte wenig. Alles in allem macht es aber durchaus Sinn, die beschriebenen Bonituren auch künftig in Sortenversuchen vorzusehen. Vor allem vor dem Hintergrund einer künftig breiteren

Datenbasis durch den intensiveren Austausch von Ergebnissen zwischen den Versuchsanstellern werden sich sortenspezifische Trends auf der Grundlage solche Bonituren besser identifizieren und bewerten lassen.

Zeiternten

Ein besonders wichtiges, zusätzliches Kriterium für die Bewertung von Kartoffelsorten stellen die Zeiternten dar. Erstmals einjährig erprobt wurden sie im bereits erwähnten Vorläuferprojekt des BSA. Terminlich festgelegt waren sie seinerzeit auf 50 und 60 Tage nach dem Auflaufen. In der Versuchspraxis zeigt sich jedoch seit Jahren, dass es in der Geschwindigkeit des Auflaufens erhebliche Sortenunterschiede gibt. Um diesen Umstand mit zu berücksichtigen, wurde in diesem Vorhaben beschlossen, die Zeiterntetermine auf den Legetermin zu beziehen. Mit einer sorten- und jahresspezifischen Differenz zwischen 3 und 20 Tagen wies der Zeitraum zwischen Legen und Auflauf je nach Standort eine erhebliche Streuung auf, die sicherlich nicht ohne Einfluss auf die spätere Pflanzengesundheit und die weitere Ertragsbildung sein dürfte. Für die Terminierung der Zeiternten bietet das Legedatum gegenüber dem Auflaufdatum deutliche Vorteile, da über diesen Weg sehr viel mehr vergleichbare Informationen zum Versuchsverlauf für die spätere Bewertung der Ergebnisse zur Verfügung stehen.

Drei aufeinander folgende Zeiternten durchzuführen erfordert Personal und bindet Arbeitskräfte. Der Arbeitsaufwand in dem Vorhaben war zwar insgesamt sehr groß, lohnte sich aber. Vorrangiges Ziel war es, aus den gewonnenen Ergebnissen zum einen ganz generell den Ertragsaufbau des Sortiments abbilden zu können. Bereits im ersten Jahr zeigte sich allerdings, dass zwischen der 4. ZE und der Endernte wesentliche Veränderungen in der Sortenleistung ausblieben. Als Ersatz für die aufgegebenen 4. ZE wurde zur besseren statistischen Absicherung die Zahl der zu beerntenden Stauden/ZE-Parzelle von 12 auf 16 heraufgesetzt. Ein weiteres Ziel war es herauszufinden, zu welchem Zeitpunkt, wenn dauerhaft nur noch eine ZE durchgeführt würde, diese anzusetzen ist. Erste Vorerfahrungen hatten bereits gezeigt, dass zur besseren Sortenbewertung eine ZE dauerhaft im Rahmen der Öko-Kartoffel-LSV durchgeführt werden sollte. Praktiker, denen das Projekt vorgestellt wurde, waren sich einig: Kurz vor Beginn der Krautfäuleinfektion. Dieser Termin kann aber von Jahr zu Jahr und von Standort zu Standort sehr unterschiedlich sein und trat im Projektzeitraum in der Regel nur sehr spät auf.

Im Projekt war zum Zeitpunkt der ersten ZE die Differenzierung des Sortenspektrums eindeutig am größten. Belastbare Schlussfolgerungen auf die nachfolgend zu erwartende Ertragsentwicklung ließ dieser recht frühe Termin jedoch nicht zu. Zu unterschiedlich entwickelten sich Erträge und vor allem die Marktwareanteile der verschiedenen Reifegruppen und erst recht die der einzelnen Sorten im weiteren Verlauf der Bestandesentwicklung. Eine andere Überlegung war, sich in der Terminierung der ZE besser am langjährig ermittelten Beginn der Krautfäuleinbrüche an den Versuchsstandorten zu orientieren. Fehlende langjährige Aufzeichnungen und ganz generell die extrem starke Abhängigkeit von den Standortgegebenheiten lassen aber in diesem Zusammenhang keine pauschale Festlegung zu.

Bereits am Erntegut der Zeiternten wurden Krankheitsbonituren durchgeführt. Es zeigte sich erwartungsgemäß ein kontinuierlicher Anstieg des Befalls über die drei Termine. Besonders deutlich wurde dies beim Drahtwurmbefall. Bereits bei der 1. ZE waren, wenn auch nur in geringem Umfang, Fraßschäden feststellbar. Diese nahmen bis zur 3. ZE kontinuierlich zu.

Hochinteressant sind die Unterschiede zwischen der ersten und zweiten ZE beim Marktwareanteil. Mit 55 bis 90 % Marktwareanteil lagen die Sorten bei der 1. ZE sehr weit auseinander. In der 2. ZE hatte sich die Differenz zwischen den Extremwerten bereits nahezu halbiert. Nur noch 19 % betrug die Differenz zwischen der Sorte mit dem geringsten (76 %) und dem höchsten Anteil (95 %). Vor diesem Hintergrund und unter Berücksichtigung eines nicht auszuschließenden sehr frühen Befalls mit Phytophthora ist nach gegenwärtigem Kenntnisstand eine optimale Terminierung der Zeiternte etwa 75 Tage nach dem Legen

gegeben. Die Legetermine im Projekt lagen mit einer Spannbreite von 14 Tagen fast alle in der 2. und 3. Aprildekade. Hinzuzurechnen ist noch die Zeit bis zum Auflaufen, die im Mittel zwischen 22 und 29 Tagen betrug. Im Extremfall dauerte es bei einzelnen, zumeist späteren Sorten jedoch mehr als doppelt so lange, bis 75 % des gelegten Pflanzgutes den Boden durchstoßen hatte. Aufgrund dieser Erfahrungen ist der Bezug auf den Legetermin bei der Terminierung der Zeiternten sicherlich besser.

Der Informationswert einer ZE ist vor allem dann besonders hoch, wenn er auch Entscheidungshilfen für eine anstehende Kupferanwendung zur Krautfäulebekämpfung bietet. Lässt der Ertragsaufbau einer gut terminierten Zeiternte keinen nennenswerten Ertragszuwachs oder höheren Marktwareanteil mehr erwarten, so sollte eine Kupferanwendung unterlassen werden. Ist aber z. B. bei spät Ertrag bildenden Sorten noch ein deutlicher Ertragszuwachs zu erwarten, so könnte diese Maßnahme, sofern überhaupt eine Kupferanwendung in Frage kommt, durchgeführt werden. Die Ertragsentwicklung über die drei ZE steht in engem Zusammenhang zur Reifegruppe. Allerdings unterscheiden sich die Sorten innerhalb der RG erheblich in ihrer Ertragsbildung. Das verwundert auch nicht, da die RG-Einteilung einen bewussten Schnitt bei der Sortimentseinteilung darstellt. Im Vorhaben glich sich der Marktwareanteil bezogen auf die Reifegruppen über die Zeiternten kontinuierlich an. Zur dritten ZE lagen die Reifegruppen mit einem Marktwareanteil von 90 % bereits auf einem sehr ähnlichen Niveau.

Ertragserten

Die Witterung in der gesamten Projektlaufzeit wies keine Extremsituationen auf. In der Vergangenheit durchaus nicht seltene, frühe Krautfäuleeinbrüche blieben aus, so dass auch den Sorten des mittelfrühen und mittelspäten Sortimentes in ihrer Ertragsentwicklung kaum Grenzen gesetzt wurden und von wenigen Ausnahmen abgesehen erst ab Anfang August abstarben.

Der Anteil Rhizoctonia befallener und auch deformierter Knollen stieg bei der Endernte mit zunehmendem Befall des Pflanzgutes kontinuierlich an ($r = 0,74$ bzw. $0,75$). Vor diesem Hintergrund muss bereits beim Pflanzgutkauf auf ein möglichst gesundes Pflanzgut geachtet werden. Sorten der mittelspäten und späten RG zeichneten bei diesem Merkmal besonders deutlich. Ohne dass es ausdrücklich im Vorhaben geprüft wurde, sollte möglichst zeitnah nach dem Erreichen der Schalenfestigkeit gerodet werden, um einen zusätzlichen Rhizoctoniabefall am Erntegut zu vermeiden.

Überraschend war eine Beziehung, die sich zwischen Drahtwurmbefall und Stärkegehalt der Knolle zeigte ($r = 0,77$). Je höher der Stärkegehalt, desto weniger werden die Knollen vom Drahtwurm befallen. Eine Erklärung für dieses Phänomen konnte allerdings aus den vorliegenden Daten noch nicht abgeleitet werden.

Bonitiert wurden auch Braun-, Nass- und Trockenfäule. Sorteneffekte zeigten sich nur bei drei Sorten aus unterschiedlichen RG. Zwei Standorte zeichneten hierbei deutlicher und auch nur im Jahr 2010. Ein weiterer Beleg dafür, dass es sich während der Projektlaufzeit um Jahre mit geringem Krankheitsdruck gehandelt hat.

Deutliche Sortenunterschiede, wenn auch zumeist auf unproblematischem Niveau, zeigten sich beim Nitratgehalt in den Knollen der Endernte. Die mit Abstand höchsten Werte, gepaart mit den niedrigsten Stärkegehalten über alle Jahre und Standorte, wies die Sorte Princess auf. Es zeigten sich allerdings auch Standorteffekte. In allen vier Jahren lag der Sortimentsdurchschnitt am Standort in BW weit über 100 mg Nitrat/kg. 2010 fielen auch der westfälische (NRW) und besonders der Osnabrücker Standort (NI OS) mit hohen Werten auf. Für Rohstoffe für die Babykostindustrie gilt ein Grenzwert von 100 mg/kg, so dass nicht jede Sorte in dieser Vermarktungsschiene verwendbar gewesen wäre. Im Speisekartoffelmarkt spielt diese Grenzziehung bisher keine Rolle.

Im Folgenden werden die geprüften Sorten zusammenfassend in Tabellenform für die verschiedenen Ertrags- und Qualitätsparameter sowie die Wachstums- und Krankheitsbonituren beurteilt (Tabellen 9 bis 13). Da Braunfäule, Nassfäule, Trockenfäule, Pfropfenbildung und Befall mit dem Y^{NTN}-Virus nur bei unter einem Prozent der Knollen aufgetreten ist, bleiben diese Bonituren in den folgenden Tabellen unberücksichtigt.

Anschließend erfolgt eine kurze Beschreibung der Sorten, die die wichtigsten pflanzenbaulichen Eigenschaften der jeweiligen Sorte zusammenfasst. Die Diskussion der Lagereigenschaften der Sorten erfolgt dann im Anschluss.

Die Beurteilung und Beschreibung der Sorten beruht dabei auf den Ergebnissen des vorliegenden Versuches für die Jahre 2010 bis 2012.

Tabelle 9: Übersicht der Wachstumsbonituren

Sorte	Reife- gruppe	Vitalität, da wenig				Widerstand gegenüber				
		Fehlstellen Krankheiten (%)	Fehlstellen Kümmerlinge (%)	Mängel in der Jugend- entwicklung (1-9)	Mängel bei Reihen- schluss (1-9)	Wipfelroller (%)	sonstige schwere Virosen (%)	Krautfäule (1. Bonitur)	Krautfäule (2. Bonitur)	Alternaria (1-9)
Annabelle	sfr	0	++	+	0	++	++	-	0	-
Anuschka	sfr	++	++	0	0	0	++	0	0	0
Salome	sfr	0	--	0	0	--	--	-	-	--
Biogold	sfr-fr	++	+	0	-	+	++	+	++	--
Agila	fr	+	0	+	+	++	++	0	-	0
Belana	fr	++	++	0	-	--	++	0	0	0
Princess	fr	++	0	-	-	0	0	0	0	+
Mirage	fr	++	0	-	-	++	++	0	0	0
Elfe	fr	++	++	0	-	--	--	0	-	0
Primadonna	fr	++	++	++	++	++	++	--	-	+
Francisca	fr	++	0	0	0	+	--	0	-	0
Miranda	fr	0	++	0	0	+	--	--	--	0
Sissi	fr	--	--	--	0	--	--	-	-	0
Finessa	mfr	++	++	++	+	++	++	+	0	0
Ditta	mfr	--	--	0	0	--	++	+	0	+
Allians	mfr	+	-	0	0	-	--	++	++	+
Adelina	mfr	--	--	-	0	-	++	++	++	0
Jelly	m-sp-sp	0	--	0	0	-	++	++	++	+

0: durchschnittlich, +: überdurchschnittlich, ++: stark überdurchschnittlich, -: unterdurchschnittlich, --: stark unterdurchschnittlich

Tabelle 10: Übersicht der Erträge der Zeiternten

Sorte	Reife- gruppe	Knollenertrag dt/ha				Marktware dt/ha				Marktware %			
		ZE 1	ZE 2	ZE 3	EE	ZE 1	ZE 2	ZE 3	EE	ZE 1	ZE 2	ZE 3	EE
Annabelle	sfr	+	0	-	--	+	0	-	--	0	0	0	0
Anuschka	sfr	+	+	0	0	++	++	+	+	++	+	0	0
Salome	sfr	-	--	--	--	-	--	--	--	0	-	-	0
Biogold	sfr-fr	++	0	0	0	++	0	0	0	++	0	0	0
Agila	fr	++	+	+	+	++	++	++	+	+	+	0	0
Belana	fr	0	+	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Princess	fr	0	0	0	0	-	0	0	0	-	0	0	0
Mirage	fr	0	0	0	-	0	0	0	-	0	0	0	0
Elfe	fr	++	+	++	+	++	+	++	+	+	0	0	0
Primadonna	fr	++	+	0	0	++	+	0	0	0	0	0	0
Francisca	fr	++	++	++	++	++	++	++	+	0	0	0	0
Miranda	fr	++	+	0	0	++	++	0	0	++	+	0	0
Sissi	fr	--	--	-	--	--	--	-	--	-	0	0	0
Finessa	mfr	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ditta	mfr	--	-	0	0	--	-	0	0	0	0	0	0
Allians	mfr	--	0	+	++	--	-	0	++	--	-	0	0
Adelina	mfr	--	--	0	+	--	--	-	0	--	--	-	0
Jelly	mfp-sp	--	--	-	0	--	--	0	0	0	0	0	0

0: durchschnittlich, +: überdurchschnittlich, ++: stark überdurchschnittlich, -: unterdurchschnittlich, --: stark unterdurchschnittlich

Tabelle 11: Übersicht der Bonituren der Zeiternten

Sorte	Reife- gruppe	Widerstandsfähigkeit gegenüber															
		Rhizoctonia (Befallsstärke, %)				Drahtwurm (%)				Dry-Core (%)				sonstige Fraßschäden (%)			
		ZE 1	ZE 2	ZE 3	EE	ZE 1	ZE 2	ZE 3	EE	ZE 1	ZE 2	ZE 3	EE	ZE 1	ZE 2	ZE 3	EE
Annabelle	sfr	0	--	--	++	-	--	0	0	-	+	+	0	--	--	--	--
Anuschka	sfr	0	++	++	+	0	++	+	--	+	+	++	0	--	0	--	++
Salome	sfr	--	0	0	--	0	+	0	0	0	--	-	0	++	0	-	0
Biogold	sfr-fr	--	++	++	++	0	0	++	++	--	-	0	0	-	--	+	0
Agila	fr	++	-	+	++	+	0	++	-	--	-	-	0	--	--	-	0
Belana	fr	-	0	+	++	++	+	0	+	+	+	+	0	--	--	--	+
Princess	fr	++	++	++	++	0	--	0	--	++	++	++	+	-	--	+	+
Mirage	fr	++	++	++	++	--	--	--	--	--	++	+	+	0	0	+	0
Elfe	fr	0	0	++	++	--	--	0	--	0	++	+	+	-	+	0	-
Primadonna	fr	++	0	--	++	--	-	--	0	0	0	-	0	++	++	+	+
Francisca	fr	+	0	+	++	0	0	0	+	--	0	0	-	++	0	--	0
Miranda	fr	+	0	++	++	++	+	+	++	0	-	++	++	--	0	+	-
Sissi	fr	+	++	-	-	0	-	--	0	0	0	0	0	+	++	++	++
Finessa	mfr	0	+	--	--	0	0	0	--	+	--	-	-	0	++	0	++
Ditta	mfr	++	--	--	--	0	0	-	++	-	0	--	0	0	++	-	0
Allians	mfr	0	0	--	--	++	+	-	0	++	-	--	0	++	+	+	--
Adelina	mfr	0	--	+	--	++	+	0	+	++	--	-	-	++	++	++	0
Jelly	mfp-sp	--	--	++	--	+	++	0	0	++	0	0	0	0	+	++	--

0: durchschnittlich, +: überdurchschnittlich, ++: stark überdurchschnittlich, -: unterdurchschnittlich, --: stark unterdurchschnittlich

Tabelle 12: Übersicht der Bonituren der Endernte I

Sorte	Reife- gruppe	Kocheigenschaft	Stärkegehalt (%)	Nitratgehalt
Annabelle	sfr	fest	12,00	hoch
Anuschka	sfr	fest	12,26	sehr gering
Salome	sfr	fest	13,06	sehr hoch
Biogold	sfr-fr	mehlig	15,22	mittel
Agila	fr	fest	12,20	sehr hoch
Belana	fr	fest	13,27	mittel
Princess	fr	fest	10,90	sehr hoch
Mirage	fr	fest	12,01	gering
Elfe	fr	vorwiegend fest	12,52	hoch
Primadonna	fr	vorwiegend fest	12,40	sehr gering
Francisca	fr	vorwiegend fest	11,94	sehr hoch
Miranda	fr	mehlig	14,61	mittel
Sissi	fr	fest	12,22	gering
Finessa	mfr	fest	12,62	sehr gering
Ditta	mfr	fest	12,91	mittel
Allians	mfr	fest	12,59	sehr gering
Adelina	mfr	fest	13,17	sehr gering
Jelly	msp-sp	vorwiegend fest	13,53	sehr gering

Tabelle 13: Übersicht der Bonituren der Endernte II

Sorte	Reife- gruppe	Widerstandsfähigkeit gegenüber													
		Schorf 5-15 %	Schorf 16-30 %	Schorf 31-45 %	Schorf > 45 %	Bedeckung mit Rhizoctonia-Sklerotien (%)	Rhizoctonia deformierte Knollen (%)	Drahtwurm (%)	Dry-Core (%)	sonstige Fraßschäden (%)	Zwiewuchs (%)	Losschalige Knollen (%)	Grüne Knollen (%)	Silberschorf (%)	Eisenfleckige Knollen (%)
Annabelle	sfr	++	--	--	--	++	-	0	0	--	--	++	++	+	--
Anuschka	sfr	0	0	++	0	+	+	--	0	++	++	++	0	--	--
Salome	sfr	--	--	--	--	--	--	0	0	0	++	++	++	0	++
Biogold	sfr-fr	--	--	++	++	++	0	++	0	0	0	--	0	++	--
Agila	fr	++	++	++	++	++	-	-	0	0	--	++	++	+	++
Belana	fr	++	++	++	++	++	0	+	0	+	++	++	++	++	--
Princess	fr	++	++	++	++	++	++	--	+	+	--	--	++	++	-
Mirage	fr	--	0	--	--	++	++	--	+	0	++	++	++	+	++
Elfe	fr	+	++	++	--	++	++	--	+	-	+	++	0	-	--
Primadonna	fr	++	0	++	++	++	++	0	0	+	++	++	-	--	++
Francisca	fr	++	++	++	++	++	0	+	-	0	+	0	+	+	++
Miranda	fr	--	--	--	++	++	+	++	++	-	++	+	--	--	--
Sissi	fr	++	++	--	--	-	0	0	0	++	+	--	0	++	++
Finessa	mfr	++	0	--	--	--	-	--	-	++	+	++	--	++	++
Ditta	mfr	++	--	0	-	--	--	++	0	0	0	--	0	--	++
Allians	mfr	--	--	--	++	--	-	0	0	--	--	++	--	--	++
Adelina	mfr	--	+	+	++	--	--	+	-	0	0	++	--	--	--
Jelly	mfp-sp	++	++	++	++	--	+	0	0	--	++	--	--	-	++

0: durchschnittlich, +: überdurchschnittlich, ++: stark überdurchschnittlich, -: unterdurchschnittlich, --: stark unterdurchschnittlich

Mehr als 90 % der in Biobetrieben angebauten Kartoffeln sind Speisekartoffeln, die größtenteils nur als gewaschene Ware vermarktet werden. Das Waschen stellt besondere Ansprüche an die Kartoffel. Zum einen bedarf es einer Festigkeit gegen Fäulen, die sowohl sorten- als auch jahresbedingt unterschiedlich ausgeprägt ist. Zum anderen macht das Waschen sehr viele Schalenunregelmäßigkeiten sichtbar, die zwar zumeist die Speisequalität nicht beeinträchtigen, aber in viel deutlicherem Maß als optischer Mangel wahrnehmbar sind, als es bei ungewaschenen Knollen der Fall ist. Fakt ist, dass auch bei der Ökokartoffelvermarktung die optische Qualität von herausragender Bedeutung ist.

Vom Handel besonders begehrt sind festkochende Sorten. Regional werden jedoch auch vorwiegend festkochende und mehligere Sorten nachgefragt, die deshalb ihrer Anbaubedeutung entsprechend in der Sortimentsgestaltung Berücksichtigung finden. In den Anbauversuchen werden vor allem neuere Sorten mit diesen Kocheigenschaften, aber auch die eine oder andere Veredelungssorte geprüft.

Das Sortiment des BÖLN-Öko-Kartoffelversuchs war überwiegend mit Sorten bestückt, die in den Jahren zwischen 2000 und 2008 eingeführt wurden (Jahr der Zulassung durch das Bundessortenamt bzw. Aufnahme des Vertriebs von EU-Sorten).

Auffallend ist der zunehmende Anteil an EU-Sorten, die keine Wertprüfung beim Bundessortenamt durchlaufen haben, so dass bei der Sortenwahl überwiegend auf Züchterangaben zurückgegriffen werden musste (Tabelle 2). Daraus resultiert eine gewisse Unsicherheit, z. B. bei der Zuordnung zu den deutschen Reifegruppen. Der BÖLN-Versuch hat hier bezüglich der Einstufung von Annabelle des holländischen Züchters HZPC Klarheit gebracht. Sie ist nicht, wie häufig angetroffen, der frühen Reifegruppe zuzuordnen, sondern verfügt hinsichtlich ihrer Keimfreudigkeit, schnellen Ertragsbildung und frühzeitigen Abreife über alle Eigenschaften einer ausgesprochenen „Frühkartoffel“ (Reifegruppe sehr früh).

Einen Unterschied dazu bildet Biogold, eine Sorte des Nutzungsberechtigten KWS Potato/NL, der diese Sorte in der sehr frühen Reifegruppe platziert. Nach den Versuchsergebnissen werden zwar auch einige marktfähige Knollen relativ früh gebildet, der Ertrag mit entsprechender Sortierung wird jedoch erst deutlich später erreicht.

Der Versuchsplan gliederte sich in Reifegruppen, in denen zuerst die festkochenden Sorten und danach die vorwiegend festkochenden und mehligeren aufgeführt wurden. Die Nennung innerhalb der Gruppen erfolgte in alphabetischer Reihenfolge.

Reifegruppe sehr früh

Kochtyp festkochend

Annabelle ist eine ausgesprochene Frühkartoffel mit hoher Keimfreudigkeit. Für dieses Segment bringt sie außerordentlich ansprechende Knollen mit guten Speiseeigenschaften. Für eine Vermarktung über den Großhandel ist sie aufgrund mangelnder Robustheit gegenüber mechanischer Beanspruchung und Lagerfähigkeit nicht zu empfehlen. Eine Sorte vorrangig für die sehr frühe und frühe Direktvermarktung. Ertrag über Standorte und Jahre unterdurchschnittlich. Auf Standorten mit Eisenfleckenvorkommen zeichnete die Sorte deutlich.

Anuschka von Europlant ist schon einige Jahre in der Prüfung (EU-Sortiment). Da sie sehr keimruhig ist, sollte sie für ein zügiges Wachstum zumindest sorgfältig keimgestimmt werden. Dann ist sie auch zu schneller Ertragsbildung in der Lage. Möglicherweise steht die eher grob fallende Form einer weiteren Verbreitung entgegen. Der Ertrag ist zumeist überdurchschnittlich, häufig gepaart mit Übergrößen. Auf Standorten mit Eisenfleckenvorkommen zeichnete die Sorte deutlich.

Salome von Norika wurde 2001 zugelassen. Für eine normale Ertragsbildung muss sie sorgfältig vorgekeimt werden, zählt aber auch dann nicht zu den Frühesten. Trotz früher

Abreife ist sie gut lagerfähig. Eine besondere Eignung für den Ökobereich zeichnet sich nicht ab. Ertrag über alle Standorte und Jahre unterdurchschnittlich, teilweise erhöhter Untergrößenanteil.

Kochtyp vorwiegend festkochend

Biogold, eine vom Züchterhaus van Rijn/KWS als sehr früh eingestufte EU-Sorte, soll eine herausragende Krautfäuletoleranz besitzen. Im direkten Vergleich mit anderen Sorten aus den früheren Reifegruppen waren diese Unterschiede auch erkennbar. Ertraglich lag sie über die Jahre und Standorte eher im Durchschnitt. Helle Fleischfarbe und runde Knollenform stehen einer Vermarktung im deutschen Speisekartoffelsegment eher im Wege. Auf Standorten mit Eisenfleckenvorkommen zeichnete auch diese Sorte deutlich. In der Reife ist sie, wie bereits erwähnt, eher dem frühen Sortiment zuzuordnen.

Reifegruppe früh

Kochtyp festkochend

Agila ist eine neuere festkochende Sorte des Züchters Norika. Nach den Erfahrungen der letzten Jahre bringt sie auch ohne Vorkeimung schnell sichere Marktwareerträge. Bei langer Vegetationszeit kann das auch zu erhöhtem Übergrößenanteil führen. Wegen heller Fleischfarbe und eines zu häufig unbefriedigenden Speisewertes ist ihre Vermarktbarkeit eingeschränkt. Hinsichtlich zügiger Ertragsbildung und Knollengesundheit eine für den ökologischen Anbau ansonsten gut geeignete Sorte. Der Ertrag liegt meist über dem Durchschnitt. Übergrößenbildung tritt nicht immer auf.

Belana von Europlant steht bei der Speisequalität weit vorne. Wegen des starken Knollenansatzes, schwierigen Auflaufverhaltens, eher langsamer Ertragsbildung und geringer Krautfäuletoleranz ist sie für den ökologischen Anbau nicht unbedingt prädestiniert. Ihr bekanntermaßen hoher Speisewert, die gute Lagereignung und die geringe Schorfanfälligkeit haben dennoch ein steigendes Anbauinteresse bewirkt. Der Ertrag liegt über die Jahre und Standorte knapp im Durchschnitt bei wenig Übergrößen. Auf gefährdeten Standorten mit Eisenfleckenvorkommen zeichnete auch diese Sorte deutlich.

Mirage von Solana blieb bei verhaltener vegetativer Entwicklung im Marktwareertrag über alle Jahre und Standorte unter dem Durchschnitt. Die formschönen, eher kleinfallenden Knollen können in der Geschmacksbewertung mithalten. Eine erhöhte Schorfempfindlichkeit (BSA-Note 6) ist allerdings zu berücksichtigen! Die Sorte zeigt keine besondere Eignung für den Anbau im ökologischen Landbau.

Princess von Solana ist im Ökokartoffelanbau eine bedeutende Sorte. Unter eher schwachem Laub bildet sie durchschnittlich früh Erträge mit durchschnittlichem Marktwareanteil. Problematische Eigenschaften, wie unzureichende Keimruhe, Durchwuchsneigung und der bei geringem Stärkegehalt mangelhafte Geschmack, sind mittlerweile bekannt. Dennoch ist sie begehrt für die frühe Vermarktung in der Abpackung direkt vom Feld bzw. nach Zwischenlagerung und dürfte auch weiter im für dieses Segment benötigten Umfang nachgefragt werden. Die Erträge sind je nach Vegetationsverlauf schwankend, erhöhter Untergrößenanteil kommt vor, Übergrößen eher selten. Eisenflecken traten eher selten auf.

Sissi von der Bavaria Saat ist eine neue festkochende Sorte mit sehr guten Speiseeigenschaften. Nach Sortenliste und ersten Erfahrungen sind kaum besondere Schwächen zu erkennen. Für eine Sorte der frühen Reifegruppe hat sie eine vergleichsweise langsame Ertragsentwicklung. Auch das Ertragsniveau blieb über alle Standorte und Jahre deutlich unter dem Durchschnitt, die Größensortierung war jedoch zumeist ausgeglichen.

Kochtyp vorwiegend festkochend

Elfe ist eine frühe Sorte von Europlant mit hohem Ertragspotential und formschönen Knollen. Sie gilt als Nachfolgerin der Marabel. Sie reicht im Ertrag unter Öko-Anbaubedingungen bei wenigen Übergrößen allerdings nicht an diese heran. Auch eine Empfindlichkeit für Eisenflecken ist nach unseren Versuchsergebnissen deutlich ausgeprägt.

Francisca von Solana ist eine vorwiegend festkochende Sorte mit ovaler Knollenform. Sie brachte über alle Jahre und Standorte teils deutlich überdurchschnittliche Marktwareerträge. Die Lagerfähigkeit ist durch ihre ausgeprägte Keimfreudigkeit eingeschränkt.

Primadonna von Solana bewegt sich über alle Jahre und Standorte auf mindestens durchschnittlichem Marktwareertragsniveau. Sie ergibt formschöne Knollen und eine gleichmäßige Sortierung. Die Ertragsbildung war zügig. In Geschmackstests erhielt sie teils überdurchschnittliche Noten. Im Feld fiel das zügige und üppige Laubwachstum auf, allerdings auch eine überdurchschnittliche Krautfäuleempfindlichkeit.

Kochtyp mehlig

Miranda ist eine frühe, mehlig kochende Solana-Sorte mit Verarbeitungseignung zu Pommes Frites. Bei geringem Knollenansatz bringt sie sehr schnell großfallende Marktwareerträge. Im Gesamtertrag erreichte sie über alle Orte und Jahre zumeist den Versuchsdurchschnitt. Damit unterscheidet sie sich von den meisten bekannten mehligem Speisesorten, die eher langsam im Ertragsaufbau und kleinfallend sind. Eher durchschnittliche Speisewertbeurteilung, eingeschränkte Lagerfähigkeit und etwas stärkere Anfälligkeit für Eisenflecken, Schorf und Silberschorf könnten die Eignung für Frischvermarktung einschränken.

Reifegruppe mittelfrüh

Kochtyp festkochend

Adelina ist eine festkochende Sorte von Europlant in der mittelfrühen Reifegruppe. Bereits bei den Zeiternten wurde deutlich, dass diese Sorte extrem spät mit der Ertragsbildung beginnt. Der erhöhte Anteil Untergrößen zeigt, dass die Ertragsbildung einen langen Zeitraum benötigt. Die Krautbildung ist sehr üppig und auch die Krautfäuletoleranz ist überdurchschnittlich. Häufig erhöhter Untergrößenanteil und überwiegend unterdurchschnittliche Erträge zeigten, dass die Sorte im Ökolandbau ihr Ertragspotential oft nicht umsetzen kann. Aufgrund dieser Eigenschaftskombination erscheint die Sorte für den ökologischen Anbau weniger geeignet.

Allians, eine EU-Sorte der Europlant, bringt lange, tiefgelbe Knollen mit überdurchschnittlicher Geschmacksbeurteilung. Aufgrund ausgeprägter Keimruhe, hohen Knollenansatzes und eines langsamen Ertragsaufbaus benötigt sie eine lange Vegetationszeit. Die hohe Krautfäuletoleranz des Laubes hilft zumindest in Jahren mit mäßigem Krautfäuledruck, diese zu sichern. Die Versuchsergebnisse zeigen, dass bei langer Wachstumszeit hohe Erträge realisiert werden können, diese aber bei ungünstigen Bedingungen unter dem Durchschnitt bleiben. Erwähnenswert ist die Schorfempfindlichkeit und Empfindlichkeit gegenüber Rhizoctonia. Vom Speisewert her ist sie eine interessante Sorte, jedoch nicht für jeden Ökostandort und jeden Vegetationsverlauf geeignet.

Ditta von Europlant bestätigt über Jahre ihre Bedeutung für den Ökokartoffelmarkt in Norddeutschland. Mit nur knapp durchschnittlichen, aber auf vielen Standorten sicheren Marktwareerträgen zählt sie im Ökologischen Landbau zu den Standardsorten. Wenn Ernte und Abtrocknung optimal durchgeführt werden können, ist eine Lagerung bis weit ins Frühjahr möglich. Überdurchschnittlich hohe Anteile verformter Knollen führen in manchen Jahren zu Absortierungen.

Finessa ist eine EU-Sorte der Solana. Bei relativ starkem Knollenansatz zeigte sie in den Versuchen einen zügigen Ertragsaufbau und in vielen Fällen durchschnittliche Erträge mit günstiger Sortierung. Da sie auch in Speisewerttests nicht negativ auffiel, zeigen sich Anbauer und Vermarkter interessiert. Ein Durchbruch hin zur „Standardsorte“ zeichnet sich jedoch nicht ab.

Reifegruppe mittelspät

Kochtyp vorwiegend festkochend

Jelly von Europlant aus der mittelspäten Reifegruppe ist schon einige Jahre auf dem Markt verfügbar. Mit ihrer Neigung zu großen Knollen bei nicht allzu langsamer Ertragsentwicklung und überdurchschnittlicher Krautfäuletoleranz kann sie auch unter Bedingungen des Ökolandbaus häufig befriedigende Marktwareerträge erzielen. Ihr Potential kann sie zumeist aber nicht voll entfalten. In den Versuchen blieb sie über die Standorte und Jahre häufig unter dem Durchschnitt. Die Ergebnisse demonstrieren, dass Sorten der Reifegruppe 4 nur in Ausnahmefällen Eignung für den Anbau im ökologischen Anbau zeigen.

Lagerung

Im Rahmen dieses Vorhabens war es zudem erstmals möglich, eine Vielzahl mehrjährig und mehrortig ökologisch angebauter Kartoffelsorten an einem Standort unter praxisnahen Bedingungen zu lagern und damit neben den vielfältigen Parametern im Feldanbau auch die Lagerfähigkeit differenzierter zu beschreiben. Ein immer größerer Teil auch der ökologisch erzeugten Kartoffeln wird heute über einen längeren Zeitraum gelagert, so dass die Knollen zum Teil mehr Zeit im Lager als im Feld verbringen. Vor diesem Hintergrund sind nachhaltige Aussagen zum sortenspezifischen Verhalten während der Lagerung wichtig, um über eine gezielte Auswahl die Qualitätserhaltung bis zum geplanten Vermarktungszeitpunkt zu sichern. Bisher stehen jedoch weder im konventionellen noch im ökologischen Kartoffelanbau solche auf neutraler Basis ermittelten Daten zur Verfügung, da das Bundessortenamt bei der Sortenzulassung lediglich die Keimfreudigkeit erfasst, während weitere wichtige Lagerungsparameter unberücksichtigt bleiben. In den Landessortenversuchen wird die Lagerfähigkeit der Sorten ebenfalls nicht näher untersucht. Im Rahmen eines zweijährigen Projektes mit ausgewählten Stärkekartoffelsorten konnte Peters (2008) zeigen, dass nach einer sechsmonatigen Lagerung bei einer Dauerlagerungstemperatur von 4 °C die Gesamtverluste zwischen etwa 5 und 10 Prozent schwanken können. Bei einer höheren oder stärker schwankenden Lagerungstemperatur und der damit verbundenen Keimung der Knollen wurden diese Differenzen noch verstärkt.

Die in dem aktuellen Projekt gewonnenen Daten zu den Gewichtsverlusten können jedoch nicht direkt mit Verlustangaben aus anderen Versuchen, z. B. aus der Stärkekartoffeluntersuchung, verglichen werden. Durch den Anbau an den sieben Standorten entstand zwangsläufig eine Zeitspanne zwischen Ernte und Einlagerung, da das Erntegut erst aufbereitet und dabei dann das Probenmaterial für die nachfolgende Lagerung herausgesucht wurde. Innerhalb dieser Zeit war es nicht zu vermeiden, dass die Knollen abtrockneten und zum Teil auch noch anhaftende Erde verloren, während bei der Einlagerung erntefrischer Ware diese nicht unerheblichen Gewichtsverluste in den ersten Lagerungstagen vollständig mit erfasst werden. Die vorliegenden Gewichts- und Lagerungsverluste der 13 bzw. 14 Sorten bewegen sich daher auf einem niedrigeren Niveau als in der Praxis, eignen sich aber dennoch sehr gut für den angestrebten Vergleich der Sorten untereinander. Diese Aussagekraft wird durch die Einbeziehung von Probenmaterial aus den sieben Standorten nachhaltig gestärkt, da so neben den Jahres- auch differenzierte Umwelteinflüsse während des Feldanbaus mit erfasst wurden, die die sortenspezifische Eignung zum Teil deutlich überdecken können.

Bei einer vergleichenden Bewertung der in dem Projekt gewonnenen Daten ist zudem zu berücksichtigen, dass sich der Winter mit entsprechend tiefen Temperaturen in allen vier Lagerperioden zumindest bis Mitte März erstreckte und so eine fast durchgängig Einhaltung der Dauerlagerungstemperatur von 4 °C ermöglichte. Gleichzeitig unterstützt das in der Versuchsstation Dethlingen vorhandene Zwangsbelüftungssystem für Großkisten eine äußerst effektive Ausnutzung der kalten Außenluft für die Temperaturführung der Kartoffeln. In der Praxis wird dagegen aus arbeitswirtschaftlichen Gründen eine Raumbelüftung der Großkisten favorisiert, deren geringere Effektivität aber jeden Tag deutlich längere Gebläselaufzeiten und damit auch längere Kaltphasen erforderlich macht, die nicht immer gegeben sind. Dies kann zu deutlicheren Temperaturschwankungen im Lager führen und eine verstärkte Keimung sowie eine intensivere Entwicklung von Schaderregern nach sich ziehen.

Das für den ökologischen Anbau charakteristische Risiko eines frühen und intensiven Befalls der Pflanzen mit *Phytophthora infestans* trat in den Anbaujahren 2009 bis 2012 nicht in nennenswertem Umfang auf, so dass die sortenspezifische Lagerfähigkeit unreifer und physiologisch sehr junger Knollen im Rahmen des Projektes nicht beantwortet werden konnte.

Die weiteren Ausführungen beziehen sich auf die in den Anbaujahren 2010 bis 2012 gewonnenen Ergebnisse, da das erste Versuchsjahr durch den verspäteten Einlagerungsbeginn und die damit verbundene zeitliche Verschiebung der Auslagerungstermine zu einer tendenziellen Schwächung der Datenbasis beitragen würde.

Tabelle 14: Charakterisierung der Lagereignung von 14 Sorten aus drei Reifegruppen auf der Basis von Daten aus drei Jahren und sieben Standorten

Sorte	Reife-gruppe	Gewichts-verlust	Kei-mung	Trocken-fäule	Nass-fäule*	Colleto-trichum	Silber-schorf
Agila	fr	+ // 0	+ // +	0 // +	- // -	+ // 0	+ // +
Belana	fr	0 // +	(-) // -	0 // 0	0 // +	+ // +	0 // -
Elfe	fr	+ // +	+ // +	0 // +	0 // +	0 // +	0 // 0
Francisca	fr	0 // +	0 // 0	0 // +	0 // +	+ // +	+ // 0
Mirage	fr	0 // +	+ // +	+ // +	0 // +	+ // +	0 // 0
Miranda	fr	+ // 0	- // 0	0 // +	0 // +	0 // -	0 // 0
Primadonna	fr	+ // 0	0 // 0	- // 0	+ // +	+ // +	- // -
Princess	fr	- // +	0 // 0	0 // -	- // 0	+ // +	+ // 0
Sissi	fr	0 // 0	+ // +	0 // 0	0 // +	+ // +	0 // +
Adelina	mfr	+ // +	+ // +	0 // -	+ // +	- // 0	0 // -
Allians	mfr	- // -	- // 0	0 // +	0 // +	0 // 0	- // -
Ditta	mfr	- // +	+ // +	0 // +	+ // +	+ // +	- // +
Finessa	mfr	0 // -	+ // +	0 // +	k. A. // +	+ // +	0 // +
Jelly	mfp-sp	- // 0	+ // 0	0 // +	0 // +	+ // +	0 // +

Angaben: Bewertung der Resistenz gegen ... // Schwankungsbreite

Einstufung: + = hoch; 0 = mittel; - = gering

* Einstufung der **Resistenz gegenüber Nassfäule:** nur auf Basis der Ergebnisse von 2010

Bei einem Vergleich der im Projekt ermittelten Gewichtsverluste spiegeln die Mediane geringe Unterschiede von maximal knapp 2 % zwischen der für dieses Merkmal besten (Miranda) und schlechtesten Sorte (Princess) wider. Diese Spannweite ist im Vergleich zu den untersuchten Stärkekartoffelsorten (PETERS, 2008) deutlich geringer und bestätigt die vergleichsweise größere Bedeutung des Zuchtziels Lagereignung bei der Selektion neuer Speisesorten. Um diese beiden Grenzsorten lassen sich mit Adelina, Agila, Elfe und Primadonna im verlustarmen und Allians, Ditta und Jelly im verlustreichen Bereich weitere

Sorten gruppieren, die über ihren Median ähnlich einzustufen sind. Die restlichen Sorten Sissi, Francisca, Mirage, Finessa und Belana orientieren sich als dritte Sortengruppe um den mittleren Median des Versuchs. Die Schwankungsbreite der sortenspezifischen Quartile sowie die Differenzen zwischen den Minimal- und Maximalwerten machen dabei deutlich, dass das Jahr und der Standort ebenfalls einen Einfluss auf den mittleren Gewichtsverlust haben, die bei stärkeren Abweichungen im Einzelfall zu analysieren sind.

Eine geringe Keimungsneigung der Sorte hat bei der Lagerung von ökologisch erzeugten Kartoffeln einen besonderen Stellenwert, da gegenwärtig in Deutschland keine alternativen Keimhemmungsmittel für diesen Anwendungsbereich zugelassen sind und eine maschinelle Kühlung dem Keimungsprozess nur verlangsamen, aber nicht gänzlich unterdrücken kann. Dies trifft umso mehr zu, je später der anvisierte Vermarktungszeitraum liegt.

Das über das Gewicht der von den Knollen abgebrochenen Keime quantifizierte Merkmal schwankte im Vorhaben vor allem bei der Sorte Belana äußerst stark. Zudem weist diese Sorte im dreijährigen Mittel den dritthöchsten Median auf, obwohl sie in der Praxis als ausgesprochene keimruhige Lagersorte bekannt ist und auch das Bundessortenamt die Keimfreudigkeit mit „gering“ eingestuft hat. Bei einer nach Jahren und Standorten differenzierten Betrachtung zeigt sich, dass einzelne Ergebnisse, wie z. B. 2011 am Standort BW mit 4,40 % Keimgewicht, sehr stark überzeichnen und damit das Gesamtniveau der Sorte nach oben ziehen. Bei einer Analyse der Bonituren aus der Ernte für das Jahr 2011 am Standort BW wurde erkennbar, dass die Sorte Belana in dem Jahr mehr losschalige und vor allem deutlich mehr faule Knollen aufwies als im Jahr 2010, wo das Keimgewicht mit 0,03 % praktisch zu vernachlässigen war. Dieser risikobehaftete Zustand des Erntegutes spiegelte sich dann auch in wesentlich höheren Verlusten für das Gewicht, die Keimung und die Trockenfäule bei der Endauslagerung der Proben vom Standort BW aus dem Jahr 2011 wider.

Dieses Beispiel verdeutlicht die Stärke des Projektes, das durch den mehrortigen Anbau unterschiedliche Vegetationsbedingungen integrieren konnte, die auch die Grenzen für die Lagereignung einer Partie aufzeigen. Verstärkte Losschaligkeit beinhaltet nicht nur einen höheren Wasserverlust der Kartoffeln bis zum Abschluss der Wundheilung, sondern auch das stellenweise Fehlen des natürlichen Schutzschildes der Knollen gegen pilzliche und bakterielle Schaderreger. Treffen dann, wie 2011 am Standort BW, Losschaligkeit und hoher Fäulnisdruck zusammen, steigt das Lagerrisiko überproportional an. Zudem steigern die Knollen als Gegenreaktion auf die Schaderreger ihren Stoffumsatz und produzieren dabei mehr Wärme, die wiederum zu einem schnelleren Abbau der natürlichen Keimruhe führt. Um dieses Risikopotential zu minimieren, sollte auch im ökologischen Anbau nur schalenfeste Ware gerodet werden. Eine nachhaltige Krautminderung sowie eine bedarfsgerechte organische Stickstoffdüngung unterstützen dieses Ziel.

Bei der Bewertung der Keimungsneigung der 14 Sorten zeigen neben der Sorte Belana auch die Sorten Allians und Miranda einen sehr hohen Median. Dem gegenüber stehen die Sorten Agila, Mirage, Ditta, Elfe, Sissi, Finessa, Adelina und Jelly mit einem deutlich unterdurchschnittlichen Median des Keimgewichts. Die positive Einstufung der Keimungsneigung der Sorte Finessa auf der Basis lediglich zweijähriger Ergebnisse wird durch vergleichbare Werte aus dem Anbaujahr 2009 bestätigt. Über mittlere Mediane für das Keimgewicht verfügen die Sorten Princess, Primadonna und Francisca. Die größte Differenz zwischen dem unteren und oberen Quartil weist die Sorte Belana auf, während die Sorten Francisca, Jelly, Primadonna, Princess, Miranda und Allians einer mittleren Schwankungsbreite zuzuordnen sind. Überwiegend einheitliche Ergebnisse beim Keimgewicht erbrachten im Mittel der Jahre und Standorte die Sorten Mirage, Elfe, Sissi, Finessa, Ditta, Adelina und Agila.

Der Befall mit Trockenfäule bewegte sich innerhalb der drei Versuchsjahre zum Zeitpunkt der Endauslagerung insgesamt auf einem sehr niedrigen Niveau, was sich auch in einem durchgängigen Median von null Prozent widerspiegelt. Die Sorte Ditta wies zwar im Jahr 2010 mit 3,29 Gewichtsprozent den maximalen Befallswert auf, das untere und obere Quartil aus den drei Versuchsjahren und sieben Standorten bleiben jedoch bei null

Gewichtsprozent. Eine identische Quartilkombination von null Prozent ist auch bei den Sorten Agila, Mirage, Elfe, Francisca, Miranda, Finessa, Allians und Jelly zu verzeichnen. Die größte Schwankungsbreite der beiden Quartile gibt es bei den Sorten Adelina und Princess, gefolgt von den der mittleren Gruppe zuzuordnenden Sorten Belana, Primadonna und Sissi. An den Proben der Sorten Mirage, Francisca und Jelly trat nur in einem von drei Jahren Trockenfäule auf. Ähnlich verhielt es sich für die Sorte Finessa, wenn das Ergebnis der nicht dargestellten Saison 2009 hinzugezogen und damit die gute Einstufung der Jahre 2011 und 2012 etwas relativiert wird. Befallene Knollen waren in allen drei Jahren bei den Sorten Adelina, Belana, Ditta, Elfe, Primadonna und Sissi zu finden.

Der Trockenfäulebefall in den Proben der Standorte HE und NRW war in allen drei Jahren äußerst gering. Dagegen lag an den Standorten BW, MV und vor allem NI OS die Streuung der Einzelwerte aufgrund starker Jahreseinflüsse deutlich höher. Für den Standort SH schränken lediglich zweijährige Ergebnisse die Aussagekraft ein. Aus einer Kombination aller Teilaspekte des Knollenbefalls mit Trockenfäule lässt sich eine erste Differenzierung der Sorten vornehmen, die jedoch immer im Zusammenhang mit den Jahres- und Standorteinflüssen gesehen werden muss.

In deutlicher Ausprägung stellen sich die Jahres- und Standeinflüsse auch beim Auftreten von Knollennassfäule dar. An allen sieben Standorten liegt der Median für den Nassfäulebefall im Mittel der drei Lagerperioden bei null Gewichtsprozent. Im Jahr 2010 waren aber in den Proben fast aller Standorte und Sorten vermehrt nassfaule Knollen zu finden, wobei der Standort NI OS mit einem Maximalwert von 6,50 % besonders deutlich differenzierte. Eine Sortenunterscheidung auf der Basis des Medians von null Gewichtsprozent bei der Endauslagerung im Mittel der drei Jahre 2010 bis 2012 und sieben Standorte ist so nicht möglich. Wird aber nur das Ergebnis der Lagersaison 2010 zur Bewertung herangezogen, können die Sorten Adelina, Primadonna und mit Einschränkungen Ditta als weitgehend unempfindlich eingestuft werden. Für die Sorte Finessa ist diese Einstufung aufgrund der fehlenden Datengrundlage im kritischen Jahr 2010 gegenwärtig nicht möglich. In einer mittleren Gruppe lassen sich die Sorten Sissi, Miranda, Elfe, Allians, Mirage, Jelly und Belana zusammenfassen, während die Sorten Princess und Agila mit durchschnittlichen Befallswerten von über 1 % als deutlich empfindlicher einzuordnen sind.

Während bei den bisherigen Parametern zur Charakterisierung der Lagereignung Messungen des Proben- und Knollengewichtes zur Datengrundlage führten, ist die Erfassung des Befalls mit den Erregern *Helminthosporium solani* und *Colletotrichum coccodes* nur durch eine visuelle Bonitur der Knollenoberfläche möglich. Zur Schalenbonitur werden in Dethlingen Teams mit drei bis fünf Personen eingesetzt, deren Bewertungsmaßstab immer wieder an Referenzknollen aus den einzelnen Sorten- und Standortproben abgeglichen wurde. Dennoch ist eine Bonitur im Bereich des Befallsniveaus von *Colletotrichum* bei der Endauslagerung mit einem durchschnittliche Median von 0,55 % der Knollenoberfläche mit einem gewissen Fehler behaftet, der eine Differenzierung eines Großteils der Sorten kaum möglich macht. Dies spiegelt sich auch in den geringen, zum Teil gegenläufigen Differenzen der Befallswerte für die drei Bonituren bei der Einlagerung, Zwischen- und Endauslagerung wider. Die mittleren Befallswerte in den drei Jahren 2010 bis 2012 liegen auf einem vergleichbaren Niveau und auch die Mediane für die *Colletotrichum*befallsstärke schwanken an den sieben Standorte lediglich zwischen 0,37 % und 0,99 %.

Wird unter dem Vorbehalt des geringen Befallsniveaus dennoch eine Differenzierung der Sorten an Hand des Medians der befallenen Knollenoberfläche zum Zeitpunkt der Endauslagerung im Mittel der Jahre und Standorte vorgenommen wird, hebt sich die Sorte Adelina durch eine höhere Sensitivität gegenüber dem Befall mit *Colletotrichum coccodes* ab. Dem gegenüber weisen die Sorten Jelly, Sissi, Mirage, Princess, Finessa, Belana, Ditta, Agila, Primadonna und Francisca einen vergleichsweise geringen Median der Befallswerte auf. Die Sorten Elfe, Allians und Miranda sind von der Stärke des Befalls zwischen beiden Gruppen einzuordnen. Die Sorte Miranda weist die größte Differenz zwischen dem unteren

und oberen Quartil auf. Eine geringe Streuung der Befallsstärke trat bei den Sorten Ditta, Sissi, Finessa, Mirage, Jelly, Belana, Princess, Elfe, Francisca sowie Primadonna und mit Einschränkungen bei Finessa auf. Die Sorten Allians, Agila und Adelina sind zwischen diesen beiden Gruppen einzuordnen.

Bei dem als Silberschorf bezeichneten Schadbild des Pilzes *Helminthosporium solani* lag das Befallsniveau des in Dethlingen angelieferten Erntegutes bereits auf Höhe der mittleren Befallsstärke der Schalenoberfläche mit dem Pilz *Colletotrichum coccodes* zum Zeitpunkt der Endauslagerung. Mit zunehmender Lagerungsdauer stieg der mittlere Silberschorfbefall weiter merklich bis auf 5,45 % bei der Endauslagerung an. Einen vergleichsweise geringen Median der Silberschorfbefallsstärke weisen die Sorten Princess, Francisca und Agila im Mittel der sieben Standorte und drei Jahre auf. Deutlich heben sich davon die Sorten Ditta, Primadonna und Allians ab, während die Sorten Finessa, Sissi, Miranda, Adelina, Belana, Jelly, Elfe und Mirage über den Median ihrer Befallsstärke einer mittleren Resistenz gegenüber dem Befall mit *Helminthosporium solani* zuzuordnen sind.

Bei der Befallsbonitur auf Silberschorf wiesen die Sorten Agila, Ditta, Sissi, Finessa und Jelly eine relativ geringe Differenz zwischen den mit dem unteren und oberen Quartil eingefassten Einzelwerten auf. Eine um den Durchschnitt liegende Schwankungsbreite der Befallsstärken zeigen die Proben der Sorten Francisca, Princess, Miranda, Adelina, Elfe und Mirage. Stärke Unterschiede zwischen den beiden Quartilen ergeben sich bei den Befallsstärken für die Sorten Allians, Belana und Primadonna, wobei im Jahr 2010 tendenziell die höchsten Werte zu verzeichnen waren. Von den sieben Standorten zeichnen sich NI OS durch den höchsten (8,07 %) und NRW durch den niedrigsten (3,82 %) Median der Silberschorfbefallsstärke aus. Eine überdurchschnittliche Spreizung der Quartile ist an den Standorten NI SCHM, MV und SH zu beobachten, während die Proben aus HE, NRW und BW bei der Bonitur des Silberschorfbefalls auf der Knollenoberfläche in der Masse der Einzelwerte sehr dicht zusammen lagen.

6. Angaben zum voraussichtlichen Nutzen und zur Verwertbarkeit der Ergebnisse

Die Durchführung von Sortenversuchen im Öko-Kartoffelanbau hat in den meisten Bundesländern bereits eine lange Tradition. Die Zusammenarbeit zwischen den Länderdienststellen reduzierte sich vor Beginn des Vorhabens auf Sortimentsabsprachen. Mit diesem Projekt wurde in Bezug auf eine Bundesland übergreifende Zusammenarbeit ein großer Schritt voran getan. Durch die Erweiterung der Versuchsarbeit um Zeiternten, zusätzliche Bonituren und Bewertungen im Lager konnten wertvolle zusätzliche Erkenntnisse gewonnen werden, die sich künftig in der praktischen Versuchsarbeit und darüber hinaus auch in der Anbauberatung und Vermehrungsplanung auswirken werden.

Die für den bundesweiten Versuchsdatentransfer genutzte Datenbank PIAF wurde um die zusätzlich entstandenen Merkmale erweitert, so dass der gewonnenen Daten in Zukunft zügig zwischen den verschiedenen Versuchsanstaltern ausgetauscht werden können. Einzelne Methoden wie z. B. die Bestimmung des Nitratgehaltes in der Knolle oder die Bonitur des Zweitwachstums mussten erst formuliert werden, sind aber in die Methodensammlung Kartoffel der norddeutschen Landwirtschaftskammern einbezogen worden.

Durch das Entstehen fester Anbaugelände hat sich die Möglichkeit einer intensiveren Zusammenarbeit ergeben. Für das Erstellen weitgehend orthogonaler Sortimente und abgestimmter Versuchspläne zur besseren statistischen Absicherung gewonnener Ergebnisse war dieses Vorhaben außerordentlich wichtig, so dass wesentliche Teile dieses Projektes sicherlich fester Bestandteil der künftigen Versuchsarbeit im ökologischen Kartoffelanbau sein werden. Dank der Verrechnung mit Hilfe der Hohenheim-Gülzower Methode, die leider bisher nur in wenigen Bundesländern Anwendung findet, konnte trotz Lücken bei den Werten aus 2009 über adjustierte Werte eine Verrechnung erfolgen. Die Resonanz auf die Projektarbeit im Nachgang zu Feldtagen, Vorträgen oder Veröffentlichungen war sehr positiv. Dies gilt für die Kartoffelerzeuger aber auch Vermarkter gleichermaßen.

Die Arbeit in Dethlingen hat wichtige Erkenntnisse über Lagerverluste erbracht. Auf diesem Sektor wurde bisher wenig gearbeitet. Gewichts- und Qualitätsverluste durch sorgfältiges Sortieren vor der Lagerung und optimale Führung der Lagerung haben erheblichen Einfluss auf den wirtschaftlichen Erfolg. Die Praxis hat die Bedeutung der guten Lagerung sehr wohl verstanden, das war aus vielen Rückmeldungen auf Veranstaltungen festzustellen.

Soviel ist sicher: Zumindest eine Zeiternte wird es wohl in mehreren Bundesländern, so auch in Niedersachsen, weiterhin geben. Der Termin wird zwischen den Beteiligten eines Anbaugeländes festzulegen sein. Für Norddeutschland dürfte er sich zwischen dem 75. und 80. Tag nach dem Legen bewegen.

7. Gegenüberstellung der ursprünglich geplanten zu den tatsächlich erreichten Zielen; Hinweise auf weiterführende Fragestellungen

Alle zu Beginn des Vorhabens gesteckten Ziele wurden voll erreicht. Die Anlaufschwierigkeiten im ersten Versuchsjahr waren bedingt durch den vergleichsweise späten Bewilligungstermin. Es blieb vor dem Pflanzen keine Zeit mehr für ein in das Projekt einführendes Treffen. So blieben 2009 einige Lücken in der Datenaufnahme, die allerdings durch die Bewilligung eines vierten Versuchsjahres geschlossen werden konnten.

8. Zusammenfassung

Kartoffeln sind, abgesehen vom Feldgemüseanbau die mit Abstand deckungsbeitragsstärkste Kultur im ökologischen Landbau. Entscheidend für den wirtschaftlichen Erfolg ist vor allem der Anteil an Marktware. Die einschlägigen Richtlinien der Verordnungen (EU) 834/2007 und 889/2008 sowie der Verbände geben den Rahmen für die Produktionsweise vor. Durch Vorgaben, wie z. B. Verwendung ökologisch erzeugten Pflanzgutes und den Verzicht auf chemisch-synthetische Pflanzenschutzmittel, sind die Einwirkungsmöglichkeiten auf Rhizoctoniabefall, Drahtwurmfraß sowie Fäulniserreger äußerst gering. Entsprechend sorgsam ist bei der Anbauplanung, der Pflanzgutauswahl sowie der Bestandesführung vorzugehen. Mit Hilfe von speziellen, auf langjährig ökologisch bewirtschafteten Flächen von den Länderdienststellen durchgeführten Versuchen werden seit vielen Jahren Sorteneignungen geprüft.

Im Rahmen eines vierjährig bundesweit auf insgesamt sieben Standorten durchgeführten Versuchsvorhabens wurde ein orthogonales Sortiment von im ersten Jahr 17 und den drei Folgejahren 18 Kartoffelsorten unterschiedlicher Reifegruppen und Kocheigenschaften umfassend auf deren Produktions- und Lagereigenschaften geprüft. Gearbeitet wurde nach einem einheitlichen Versuchsplan, der neben mehreren vorzeitigen Ernten (Zeiternten) umfangreiche Bonituren an Pflanzgut, Bestandesentwicklung und Erntegut vorsah. Mit Hilfe der Zeiternten sollte u. a. der Ertragsaufbau der einzelnen Sorten abgebildet und bewertet werden. Von der anschließenden zentralen Lagerung der Ernteproben in der Versuchsstation Dethlingen wurden wichtige Erkenntnisse über das Lagerverhalten einzelner Sorten und daraus ableitbarer Standorteinflüsse erwartet. Viele der vorgesehenen Bonituren, Ertragsermittlungen sowie die gesamte Prüfung der Lagerung und daraus entstehender Verluste gelten nicht als Standardmaßnahmen in der Kartoffelsortenprüfung, sondern wurden in dieser Ausführlichkeit erstmals im Rahmen dieses Forschungs- und Entwicklungsvorhabens umgesetzt.

Das Pflanzgut wurde zentral bestellt, um sicherzustellen, dass möglichst einheitliche Partien zum Einsatz kamen. Über Pflanzgutbonituren wurde bereits bestehender Infektionsdruck, bspw. durch Rhizoctonia, erhoben, um darüber Folgebonituren im Bestand und am Erntegut der verschiedenen Erntetermine besser bewerten zu können. Die Termine der Zeiternten sahen jeweils 70, 80, 90 und 100 Tage nach dem Legen vor. Die 100-Tage-Zeiternte differenzierte nicht mehr ausreichend und wurde deshalb im zweiten Jahr zugunsten einer größeren Zahl Pflanzstellen/Zeiternteparzelle fallengelassen. Deutliche Sortenunterschiede im Rahmen der Wachstumsbonituren zeigten sich bei den Fehlstellen durch Kümmerlinge, Wipfelrollern und schweren Virose sowie den Krautfäulebonituren zu zwei Terminen.

Im Mittel der Zeiternten wurden zum ersten Termin 200 dt/ha, zum zweiten bereits 280 dt/ha und zum dritten 343 dt/ha geerntet. 40 dt/ha wuchsen dann noch zwischen dritter Zeiternte und Endernte dazu. Etwa 85 bis 90 % Marktwareanteil wurden im sehr frühen Sortiment bereits zur ersten Zeiternte erreicht. Dagegen lagen die später abreifenden Sorten größtenteils noch unter 70 %. Die Marktwareanteile stiegen über die zweite zur dritten Zeiternte kontinuierlich an, so dass das gesamte Sortiment zu diesem Zeitpunkt bereits die 90%-Marke teils erheblich überstieg.

Bonituren auf Rhizoctoniasklerotien an den Knollen über die verschiedenen Erntetermine ergaben einen kontinuierlichen Anstieg des Befalles. Dies traf besonders für die mittelfrühen sowie die mittelspäten Sorten zwischen der dritten Zeiternte und der Endernte zu. Es zeigte sich ein deutlicher Zusammenhang zwischen dem Ausgangsbefall am Pflanzgut und dem Erntegut der Endernte. Die Sorten differenzierten deutlich, bei den Reifegruppen war ein tendenziell höherer Befall in der mittelfrühen Reifegruppe zu erkennen. Auch die Zahl Rhizoctonia deformierter Knollen war bei den späteren Sorten am höchsten. Es zeigte sich ferner ein deutlicher Anstieg des Drahtwurmbefalles zur Endernte, der allerdings mit einem erheblichen Jahres- und Standorteinfluss verbunden war. Ein Zusammenhang zwischen Vorfrüchten und Befallshäufigkeit war aber mangels ausreichender Datengrundlage nicht feststellbar.

Im zweiten Jahr wurde ins Untersuchungsprogramm zusätzlich die Nitratbestimmung aus dem Saft von Endernteknollen mit dem Nitracheck-Verfahren aufgenommen. Es zeigten sich zwar sehr deutliche Sortenunterschiede, die aber teilweise erheblich durch Standort- und Jahreseffekte überlagert wurden. Ähnliches gilt für den Schorfbefall. Zwiewuchs und auch grüne Knollen traten zwar auf, ihr Anteil blieb aber gering. Bei den grünen Knollen scheint auch der Standort nicht ohne Einfluss zu sein. Die ebenfalls bonitierte Losschaligkeit ist nur am Standort Baden-Württemberg in nennenswertem Umfang aufgetreten. Bonitiert wurden auch Braun-, Nass- und Trockenfäule. Am häufigsten feststellbar war Braunfäule. Das Auftreten von Eisenfleckigkeit blieb unbedeutend. Die Standorte in Mecklenburg-Vorpommern und Nordrhein-Westfalen waren am stärksten betroffen.

Ein zweiter Schwerpunkt des Vorhabens war die zentrale Prüfung des Lagerungsverhaltens von 14 Sorten in der Versuchsstation Dethlingen. Auf die sehr frühen Sorten wurde verzichtet, da sie in der Praxis ausschließlich für die Vermarktung ab Feld angebaut werden. Es wurde eine möglichst zeitnahe Anlieferung der Ernteproben nach der Rodung angestrebt. Am Erntegut erfolgte direkt eine Eingangsbonitur auf Silberschorf und Colletotrichum. Anschließend wurden die Proben in Großkisten umgeben von Füllkartoffeln eingelagert. Dank des sehr effektiven Zwangslüftungssystems wurde die Dauerlagerungstemperatur (4 °C) in der Regel ab Mitte November erreicht. Zu zwei Auslagerungsterminen (Anfang Januar und Anfang April) wurden die Lagerungsverluste erfasst und die Entwicklung der beiden Schaderreger auf der Schale bonitiert.

Die Gewichtsverluste lagen im Mittel der Jahre 2010 bis 2012 zur ersten Termin mit 2,27 % und zum zweiten Termin mit 4,14 % vergleichsweise niedrig, da die nicht unerheblichen Verluste in den ersten Tagen nach der Ernte verfahrensbedingt unberücksichtigt bleiben mussten. Es gab beim Gewichtsverlust erkennbare Sortenunterschiede mit z. T. erheblichen Streubreiten der Einzelwerte. Zudem wurden Jahreseinflüsse deutlich.

Bei nahezu idealer Temperaturführung im Lager bis zur Endauslagerung fielen die Keimverluste (Gewichtsprozent Keime) vergleichsweise niedrig aus. Es zeigten sich aber erhebliche Sorten-, Standort- und Jahresunterschiede. Dabei waren die Sorten der frühen Reifegruppe tendenziell etwas keimfreudiger als die mittelfrühen Sorten. Ein besonders ausgeprägtes Bild stärker differenzierender Einzelwerte ergab sich bei der Sorte Belana mit einer Spreizung zwischen nahezu 0 und 4,5 % Keimgewichtsverlusten am Versuchsstandort in Baden-Württemberg. Die Ursachen für die sehr intensive Keimung der an sich keimruhigen Sorte sind vorrangig im Zustand des Erntegutes zu suchen, das in den beiden abweichenden Jahren z. B. vermehrte Losschaligkeit und Fäulnis aufwies. Die während der Lagerung hervorgerufenen Verluste an Fäulnis (Nass- und Trockenfäule) bewegten sich auf einem sehr geringen Niveau. Ein deutlicher Jahreseffekt, verbunden mit einem abgeschwächten Standorteffekt zeigte sich bei der Nassfäule im Jahr 2010.

Silberschorf- und Colletotrichumbonituren fanden sowohl am Erntegut als auch nach der Zwischen- und Endauslagerung statt. Beim Silberschorfbefall zeigte sich auf den Knollen ein klarer Anstieg im Laufe der Lagerung. Die Sortenunterschiede waren oftmals mit einer erheblichen Differenz zwischen den Minimal- und Maximalwerten verbunden. Zudem traten Standortunterschiede auf. Beim Knollenbefall mit Colletotrichum war die Zunahme im Laufe der Lagerung nicht immer festzustellen und das mittlere Befallsniveau lag mit 0,5 % bei der Endauslagerung auf einem äußerst geringen Niveau. Dies erschwerte eine deutliche Sortendifferenzierung, die noch z. T. von Standort- und Jahresunterschieden überlagert wurde.

Die zusätzlich im Rahmen des Vorhabens entwickelten und durchgeführten Bonituren und Zeiternten sind in der bundesweit genutzten Datenbank (PIAF) hinterlegt und können für den schnellen Datentransfer auch weiterhin genutzt werden. Zwei Hochschulen haben sich in das System bereits eingearbeitet, so dass für eine organisationsübergreifende Zusammenarbeit beste Voraussetzungen geschaffen sind.

9. Literaturverzeichnis

- BUNDESSORTENAMT (2008): Abschlussbericht Wertprüfungen für den Ökologischen Landbau.
- HEIN, W. (2006): Erste Bio-Sortenversuchsergebnisse aus der Prüfung von Kartoffeln. In: Bericht österreichische Fachtagung für biologische Landwirtschaft, Teil: Bio-Sortenwertprüfung für Ackerkulturen, 21. – 22. März 2006, HBLFA Gumpenstein.
- HUSS, H. (2006): Die Bedeutung der Krankheitsresistenz im biologischen Pflanzenschutz. In: Bericht österreichische Fachtagung für biologische Landwirtschaft, Teil: Bio-Sortenwertprüfung für Ackerkulturen, 21. – 22. März 2006, HBLFA Gumpenstein.
- MICHEL, V., ZENK, A., MÖHRING, J. BÜCHSE, A., PHEPHO, H.-P., 2007: Die Hohenheim-Gülzower-Serienauswertung als bundesweites Basisverfahren im regionalisierten Sortenwesen. Mitteilungen der Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft und Fischerei Mecklenburg-Vorpommern 37, 72-82.
- OBERFORSTER, M. (2006): Ist die Sortenzulassungsprüfung biogerecht? In: Bericht österreichische Fachtagung für biologische Landwirtschaft, Teil: Bio-Sortenwertprüfung für Ackerkulturen, 21. – 22. März 2006, HBLFA Gumpenstein.
- PETERS, R. (2008): Lagerung von Stärkekartoffeln. Kartoffelbau 59, H. 8, S. 334-337
- PETERS, R. (2012): Lagerung von Kartoffeln. In: Lagerung gartenbaulicher Produkte – KTBL-Schrift 493, Hrsg.: Geyer, M. und U. Praeger, KTBL, Darmstadt, 2012, S. 84-92

10. Veröffentlichungen

Veröffentlicht wurden die Ergebnisse laufend über die jeweiligen beteiligten Länderdienststellen in der üblichen Weise über Fachzeitschriften und Internet. Darüber hinaus gab es Vorträge auf Feldtagen, in denen über das Projekt berichtet wurde.

Bisherige Veröffentlichungen:

ABEL, M. (2012): Kupfer gegen Krautfäule. Landwirtschaftliches Wochenblatt 4, 25.

GROSS, J. (2011): Prüfung von Kartoffelsorten auf deren besondere Eignung für den ökologischen Anbau. Landinfo 1/2011, 23-25.

GROßE-ENKING, J. (2011): Schwieriges Kartoffeljahr. Landwirtschaftliches Wochenblatt 2, 30-31.

GROßE-ENKING, J. (2011): Bisher kaum Krautfäule. Landwirtschaftliches Wochenblatt 28, 25-26.

GRUBER, H. (2010): Frühe Proberodungen zeigen Unterschiede im Knollenertrag. Vortrag Kartoffeltag in Gülzow am 07.07.2010

GRUBER, H. (2010): Möglichkeiten der Auswertung von Zeiternten im Kartoffelsortenversuch. Vortrag, Arbeitstreffen der Bundesländer zum Öko-Kartoffelanbau. 14.12.2010 in Hannover

GRUBER, H. und ZENK, A. (2010) Landessortenversuche Ökologischer Landbau 2009 Mecklenburg-Vorpommern - Getreide, Körnerleguminosen, Kartoffeln.
<http://orgprints.org/16779/>

GRUBER, H.: Sortenempfehlung Öko-Kartoffelsorten, Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft und Fischerei Mecklenburg-Vorpommern,
<http://lfamv.de/index.php?/content/view/full/2060>

GRUBER, H. (2011): Sortenempfehlung Kartoffeln 2011, Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft und Fischerei Mecklenburg-Vorpommern.

GRUBER, H. und ZENK, A. (2011): Landessortenversuche Ökologischer Landbau 2011.
<http://www.landwirtschaft-mv.de/Öko-Sortenberichte/index.jsp?&artikel=1984>

GRUBER, H. (2012): Sortenempfehlung Öko-Kartoffeln 2012, Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft und Fischerei Mecklenburg-Vorpommern, [www.landwirtschaft-mv](http://www.landwirtschaft-mv.de)

GRUBER, H., WUTTKE, M. und KNÖLCK, I. (2012): Auswertung der Zeiternten 2012 im Kartoffelsortenversuch unter ökologischen Anbaubedingungen. http://www.landwirtschaft-mv.de/cms2/LFA_prod/LFA/content/de/Fachinformationen/Oekologischer_Landbau/index.jsp?&artikel=4104

GRUBER, H. und WUTTKE, M. (2012) Prüfung von Kartoffelsorten auf deren besondere Eignung für den ökologischen Landbau. [Assessment of the suitability of potato varieties for organic farming.] Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft und Fischerei Mecklenburg-Vorpommern, Institut für Pflanzenproduktion und Betriebswirtschaft.
<http://orgprints.org/21239/>

GRUBER, H. und ZENK, A. (2012): Landessortenversuche Ökologischer Landbau 2012.
<http://www.landwirtschaft-mv.de/Öko-Sortenberichte/index.jsp?&artikel=1984>

GRUBER, H. (2013): Feldversuche zu Öko-Kartoffeln. Vortrag, Arbeitstagung des Saatgutverbandes MV am 28.05.2013 in Gülzow

GRUBER, H. (2013): Sortenempfehlung Öko-Kartoffeln 2013, Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft und Fischerei Mecklenburg-Vorpommern, [www.landwirtschaft-mv](http://www.landwirtschaft-mv.de)

HOF-KAUTZ, C. (2011): Alles rund um die Öko-Knolle. LZ 3, 27-28.

HOF-KAUTZ, C. (2011): Kartoffelsortenprüfung 2011 & ausgewertete und aktuelle Versuche der LWK NRW im Öko-Kartoffelbau. Feldbegehung am 05. Juli 2011, Betrieb Vollmer in Rheda-Wiedenbrück.

HOF-KAUTZ, C. (2012): Aktuelle Versuchsfragen im ökologischen Ackerbau. Schülergruppe der HTW Dresden am 19. November 2012, GBZ Köln-Auweiler.

HOF-KAUTZ, C. (2012): Feldtag rund um die Ökokartoffel. LZ 26, 28-29.

HOF-KAUTZ, C. (2012): Kartoffeln – Landessortenprüfung 2012. Feldbegehung, 21.06.2012, Betrieb Vollmer, Rheda-Wiedenbrück.

HOF-KAUTZ, C. (2012): Kartoffel-Versuche im ökologischen Ackerbau 2011. 13. Kartoffeltag. Anbauseminar zur ökologischen Kartoffelproduktion. 11. Januar 2012, Landwirtschaftszentrum Haus Düsse, Bad Sassendorf.

HOF-KAUTZ, C. (2012): Ökosorten im Versuch. Landwirtschaftliches Wochenblatt 26, 23-24.

HOF-KAUTZ, C. (2012): Schwieriges Kartoffeljahr. LZ 3, 37-38.

HOF-KAUTZ, C. (2012): Versuche im ökologischen Ackerbau sowie Produktion & Sortenwahl bei Öko-Kartoffeln. Koreanische Besuchergruppe am 29. Oktober 2012, GBZ Köln-Auweiler.

HOF-KAUTZ, C. (2012): Welche Sorten für den Öko-Anbau? LZ 7, 17-20.

HOF-KAUTZ, C. (2012): Wenn die Kartoffel nicht von alleine abstirbt – Möglichkeiten der Krautabtötung für Ökobetriebe. Kartoffelseminar, 17.01.2012, LVHS Freckenhorst.

HOF-KAUTZ, C. (2012): 477 dt Ökokartoffeln. Landwirtschaftliches Wochenblatt 5, 30-32.

HOF-KAUTZ, C. und SCHULTE, H. (2012): Öko-Kartoffeln einen Vorsprung verschaffen. LZ 8, 29-32.

HOF-KAUTZ, C. und SCHULTE, H. (2012): Vorkeimen bringt Vorsprung. Landwirtschaftliches Wochenblatt 8, 22-24.

KARALUS, W., GÜNTHER, K. und GRUBER, H. (2010): Bioknollen – LSV-Ergebnisse Kartoffeln für Öko-Landbau. Bauernzeitung 51(2010)12 S. 30-31

KARALUS, W., GÜNTHER, K. und GRUBER, H. (2012): Öko-Knollen im Test. LSV-Ergebnisse zu Öko-Speisekartoffeln. Bauernzeitung 53(2012)12 S. 28-30

KARALUS, W., GÜNTHER, K. und GRUBER, H. (2013): Öko-Knollen im Test. LSV-Ergebnisse zu Öko-Speisekartoffeln. Bauernzeitung 54(2013)12 S. 29-31

KRUG, G.-U (2011): Vorstellung des Öko-Kartoffelversuches im Rahmen „Tag des offenen Hofes auf dem Lindhof 2011“. Uni-Betrieb Lindhof, Versuchsfläche der LK SH, 03.07.2011.

KRUG, G.-U (2011): Vorstellung des Öko-Kartoffelversuches (Züchterführung). Uni-Betrieb Lindhof, Versuchsfläche der LK SH, 03.08.2011.

LANDWIRTSCHAFTSKAMMER NRW (2010): 11. Kartoffeltag. Anbauseminar zur ökologischen Kartoffelproduktion. 6. Januar 2010, Landwirtschaftszentrum Haus Düsse, Bad Sassendorf.

LANDWIRTSCHAFTSKAMMER NRW (2011): 12. Kartoffeltag. Anbauseminar zur ökologischen Kartoffelproduktion. 07. Januar 2011, Landwirtschaftszentrum Haus Düsse, Bad Sassendorf.

LANDWIRTSCHAFTSKAMMER NRW (2011): Kartoffel-Feldbegehung am 05. Juli 2011, Betrieb Vollmer in Rheda-Wiedenbrück.

LANDWIRTSCHAFTSKAMMER NRW (2012): 13. Kartoffeltag. Anbauseminar zur ökologischen Kartoffelproduktion. 11. Januar 2012, Landwirtschaftszentrum Haus Düsse, Bad Sassendorf.

LANDWIRTSCHAFTSKAMMER NRW (2012): Kartoffel-Feldbegehung am 21. Juni 2012, Betrieb Vollmer in Rheda-Wiedenbrück.

MEHL, W. (2012): Versuchstätigkeit im ökologischen Ackerbau. Technikertagung am 20./21. November 2012, Haus Düsse, Bad Sassendorf.

- MEYERCORDT, A. und SCHOLVIN, A. (2010): Ökokartoffeln stehen unter Druck. Land & Forst 2/2010.
- MEYERCORDT, A. (2011): Erste Ergebnisse aus dem BÖLN-Versuch – Eignung von Kartoffelsorten für den Öko-Landbau. Öko-Kartoffeltag am 7. Juli 2011, Schmölau.
- MEYERCORDT, A. und SCHOLVIN, A. (2011): Festkochende Sorten sind erste Wahl. Land & Forst 2/2011.
- MEYERCORDT, A. und SCHOLVIN, A. (2012): Übergrößen auch in Ökokartoffeln. Land & Forst 1/2012.
- MEYERCORDT, A. und SCHOLVIN, A. (2013): Ein normales Jahr für Ökokartoffeln. Land & Forst 1/2013.
- PAFFRATH, A. (2010): Aktuelle Ergebnisse der Sortenversuche 2009, 11. Kartoffeltag am 6. Januar 2010 auf Haus Düsse, Bad Sassendorf
- PAFFRATH, A. (2010): Das Simpyth-Prognose-Modell-Ergebnisse zur Krautfäuleregulierung im ökologischen Kartoffelbau, 11. Kartoffeltag am 6. Januar 2010 auf Haus Düsse, Bad Sassendorf
- PAFFRATH, A. und PÜTZ, T. (2010): Feldbegehung Ökologischer Kartoffelanbau am 29. Juni 2010 in Rheda-Wiedenbrück
- PAFFRATH, A. und PÜTZ, T. (2011): Öko-Kartoffeln mit mäßigem Ertrag? Landwirtschaftliches Wochenblatt 3, 24-26.
- PAFFRATH, A. und PÜTZ, T. (2011): Welche Sorte für den Öko-Kartoffelanbau? LZ 3, 22-26.
- PÜTZ, T. (2011): Rückblick auf die Saison 2010. 12. Kartoffeltag. Anbauseminar zur ökologischen Kartoffelproduktion. 07. Januar 2011, Landwirtschaftszentrum Haus Düsse, Bad Sassendorf.
- PÜTZ, T. und HOF-KAUTZ, C. (2011): Aktuelle Versuchsergebnisse aus dem ökologischen Kartoffelbau. Kartoffelsortenversuche & Keimabbruchversuch. 12. Kartoffeltag. Anbauseminar zur ökologischen Kartoffelproduktion. 07. Januar 2011, Landwirtschaftszentrum Haus Düsse, Bad Sassendorf.
- PÜTZ, T. (2012): Rückblick auf die Saison 2011. 13. Kartoffeltag. Anbauseminar zur ökologischen Kartoffelproduktion. 11. Januar 2012, Landwirtschaftszentrum Haus Düsse, Bad Sassendorf.
- SCHLIEPHAKE, U. und TRAUTZ, D. (2013): Prüfung von Kartoffelsorten auf deren besondere Eignung für den ökologischen Landbau; Forschung für nachhaltige Innovation/Coala; Hochschule Osnabrück, 2013, S. 57
- SCHMIDT, R. (2010): Gute Erträge, aber sehr hohe Stärkegehalte; Sortenversuch Öko-Kartoffeln in Hessen 2009. Hessenbauer 2/2010
- SCHMIDT, R. (2011): Gute Erträge bei sehr differenziertem Zuwachs; Ergebnisse aus dem Landessortenversuch Öko-Kartoffeln 2010. Hessenbauer 5/2011
- SCHMIDT, R. (2012): Viele Bestände litten unter Trockenheit; Kartoffelversuchsergebnisse ökologischer Landbau 2011. Hessenbauer 2/2012
- SCHMIDT, R. (2013): Später Frost hat die Entwicklung gebremst; Kartoffelversuchsergebnisse ökologischer Landbau 2012. Hessenbauer 6/2013
- SCHOLVIN, A. (2012): Besichtigung der Öko-Kartoffelsortenversuche der LWK Niedersachsen. Öko-Kartoffeltag am 17. Juli 2012, Schmölau.
- TIEDEMANN, G. und KRUG, G.-U (2011): Vorstellung des Öko-Kartoffelversuches. Uni-Betrieb Lindhof, Versuchsfläche der LK SH, 14.06.2011.

TIEDEMANN, G. (2012): Landessortenversuch für den ökologischen Landbau (2011): "Krankheitsresistenz von Vorteil". Bauernblatt Schleswig-Holstein 18.02.2012, S. 49.

TIEDEMANN, G. und KRUG, G.-U (2012): Vorstellung des Öko-Kartoffelversuches. Uni-Betrieb Lindhof, Versuchsfläche der LK SH, 20.06.2012.

TIEDEMANN, G. und KRUG, G.-U (2012): Vorstellung des Öko-Kartoffelversuches. Uni-Betrieb Lindhof, Versuchsfläche der LK SH, 27.07.2012.

TIEDEMANN, G. (2013): Landessortenversuch für Ökokartoffeln (2012): "Gute Ernte eingefahren". Bauernblatt Schleswig-Holstein 26.01.2013, S. 31.

YAKOVLYUK, A. (2011): Auswertung eines zweijährigen Kartoffelzeiternterversuches (2009/2010) auf dem ökologischen Versuchsbetrieb Waldhof der Hochschule Osnabrück. Hochschule Osnabrück, Diplomarbeit.

Geplante Veröffentlichungen:

Kartoffelbau

Land & Forst

Andere landwirtschaftliche Wochenblätter

11. Anhang

Tabelle A1: Knollenertrag (dt/ha) der 1. Zeiternte

Sorte	Reife- gruppe	BW				HE				MV				NI OS				NI SCHM				NRW				SH		
		2010	2011	2012	Mittel	2010	2011	2012	Mittel	2010	2011	2012	Mittel	2010	2011	2012	Mittel	2010	2011	2012	Mittel	2010	2011	2012	Mittel	2011	2012	Mittel
Annabelle	sfr	214,6	192,7	252,4	219,9	276,7	263,5	272,6	270,9	170,8	279,9	183,3	211,3	150,9	147,0	187,0	161,6	113,0	247,3	224,4	194,9	268,8	306,2	278,2	284,4	132,6	259,1	195,9
Anuschka	sfr	185,0	239,6	308,2	244,2	253,4	354,8	258,0	288,7	142,4	302,1	160,8	201,7	91,8	177,0	180,4	149,7	68,2	275,4	181,5	175,0	208,1	315,4	337,1	286,9	135,5	282,2	208,8
Salome	sfr	100,4	218,1	255,1	191,2	219,5	300,0	256,4	258,7	110,4	265,9	155,1	177,1	72,3	131,1	201,5	135,0	11,9	264,6	184,4	153,6	117,9	375,2	236,1	243,0	114,5	246,8	180,7
Biogold	sfr-fr	213,4	250,7	363,9	276,0	240,4	289,8	275,7	268,6	172,2	290,3	142,9	201,8	132,4	190,1	221,5	181,3	69,5	336,1	169,7	191,8	185,7	352,3	335,2	291,1	166,5	217,2	191,9
Agila*	fr	157,8	231,1	250,7	213,2	246,1	329,9	296,2	290,7	125,7	244,4	215,6	195,2	72,3	178,1	227,3	159,3	15,3	295,6	228,6	179,8	148,9	475,5	344,2	322,9	147,6	318,4	233,0
Belana	fr	161,0	232,4	256,5	216,6	251,9	306,1	265,4	274,5	167,4	267,4	180,2	205,0	83,3	166,8	196,0	148,7	51,4	244,6	178,9	158,3	180,9	335,3	291,1	269,1	123,2	274,4	198,8
Prinzess	fr	145,8	196,0	238,6	193,5	274,6	327,9	263,7	288,7	125,0	278,5	139,6	181,0	99,7	158,2	165,8	141,2	67,8	235,6	163,0	155,5	226,6	377,5	198,0	267,4	119,1	214,9	167,0
Mirage	fr	193,2	196,0	283,9	224,3	237,1	282,7	269,4	263,1	167,4	279,2	151,7	199,4	109,4	140,1	219,1	156,2	73,4	201,6	185,7	153,6	211,6	306,7	234,7	251,0	159,0	244,2	201,6
Elfe	fr	173,6	265,6	330,7	256,7	268,3	312,6	292,0	291,0	127,1	284,7	147,0	186,3	108,4	179,8	208,0	165,4	63,4	279,2	212,6	185,1	231,1	321,3	245,3	265,9	179,8	244,6	212,2
Primadonna	fr	188,8	254,6	227,9	223,7	274,6	345,2	289,8	303,2	151,4	352,8	217,0	240,4	119,8	173,3	201,8	165,0	78,9	328,0	133,6	180,1	260,4	413,7	237,9	304,0	153,9	315,1	234,5
Francisca	fr	203,3	230,5	276,7	236,8	273,6	337,4	285,1	298,7	120,2	336,8	221,5	226,2	168,8	163,9	271,6	201,4	71,1	283,0	190,0	181,3	263,7	440,4	253,9	319,4	166,9	260,6	213,8
Miranda	fr	215,9	280,6	364,6	287,0	261,4	288,4	288,8	279,5	134,7	335,5	163,9	211,4	134,7	190,1	240,6	188,5	92,6	334,7	229,2	218,8	186,0	417,9	259,1	287,7	166,3	193,0	179,6
Sissi	fr	105,4	205,7	163,2	158,1	196,2	267,9	223,3	229,1	132,7	216,0	130,4	159,7	76,0	116,2	108,9	100,4	23,2	149,2	78,1	83,5	132,8	284,1	215,1	210,7	110,1	136,7	123,4
Finessa	mfr	159,7	209,6	226,7	198,7	-	298,8	260,5	279,7	140,3	307,6	174,3	207,4	117,3	153,8	132,9	134,7	-	294,0	169,7	231,9	208,9	336,5	199,5	248,3	117,2	186,9	152,1
Ditta*	mfr	164,1	185,5	284,2	211,3	229,4	250,7	238,0	239,4	118,1	228,1	183,8	176,7	75,3	103,3	145,5	108,0	55,5	208,3	190,4	151,4	194,1	248,1	201,6	214,6	78,0	177,9	127,9
Allians	mfr	144,6	195,3	302,6	214,1	208,6	351,4	263,8	274,6	102,8	286,8	153,1	180,9	76,7	128,6	146,5	117,3	15,3	183,5	113,4	104,1	208,1	310,1	186,4	234,9	61,7	185,4	123,6
Adelina	mfr	94,1	132,2	207,8	144,7	188,5	231,4	186,6	202,2	82,6	230,7	113,5	142,3	71,8	88,1	92,0	83,9	13,7	170,9	68,6	84,4	158,6	236,7	167,3	187,6	42,4	110,8	76,6
Jelly	mfr-sp	126,9	140,0	222,4	163,1	193,7	271,2	231,6	232,2	91,7	219,4	159,9	157,0	81,0	125,6	116,9	107,8	27,1	123,7	111,5	87,5	110,9	237,4	158,2	168,8	90,7	181,1	135,9
Mittel		163,8	214,2	267,6	215,2	240,8	300,5	262,0	268,3	132,4	278,1	166,3	192,3	102,3	150,6	181,3	144,7	53,6	247,5	167,4	158,1	194,6	338,4	243,3	258,7	125,8	225,0	175,4
Standardmittel		161,0	208,3	267,4	212,2	237,8	290,3	267,1	265,0	121,9	236,3	199,7	185,9	73,8	140,7	186,4	133,6	35,4	252,0	209,5	165,6	171,5	361,8	272,9	268,7	112,8	248,1	180,5

*: Sorten des Standardmittels

Tabelle A2: Knollenertrag (dt/ha) der 2. Zeiternte

Sorte	Reife- gruppe	BW				HE				MV				NI OS				NI SCHM				NRW				SH		
		2010	2011	2012	Mittel	2010	2011	2012	Mittel	2010	2011	2012	Mittel	2010	2011	2012	Mittel	2010	2011	2012	Mittel	2010	2011	2012	Mittel	2011	2012	Mittel
Annabelle	sfr	271,5	276,0	393,2	313,6	353,3	302,0	273,3	309,5	226,4	323,5	216,9	255,6	157,5	239,7	307,3	234,8	160,2	336,0	273,3	256,5	297,4	418,9	340,3	352,2	226,3	307,5	266,9
Anuschka	sfr	291,0	334,0	403,0	342,7	339,9	371,9	285,1	332,3	215,3	363,2	185,8	254,8	171,1	272,3	315,5	252,9	134,5	383,8	265,9	261,4	277,7	312,0	450,3	346,6	260,6	322,7	291,7
Salome	sfr	196,3	304,0	337,9	279,4	290,5	319,8	239,2	283,2	165,3	283,6	174,5	207,8	88,1	251,3	285,3	208,2	52,9	270,2	246,3	189,8	137,2	405,8	393,2	312,1	178,3	287,1	232,7
Biogold	sfr-fr	224,1	322,3	357,4	301,3	299,9	332,0	316,8	316,2	220,1	303,5	149,3	224,3	137,3	288,3	309,8	245,1	120,1	294,2	214,5	209,6	224,8	344,6	466,4	345,3	288,1	310,5	299,3
Agila*	fr	242,4	367,2	343,8	317,8	295,8	362,1	316,2	324,7	183,3	381,3	254,5	273,1	90,7	301,8	347,4	246,6	66,4	395,6	337,6	266,5	206,1	459,1	446,3	370,5	303,5	398,9	351,2
Belana	fr	247,5	349,0	335,3	310,6	313,6	295,8	262,0	290,4	220,2	334,7	203,5	252,8	106,7	614,6	319,3	346,9	99,4	370,1	254,9	241,4	272,7	347,8	396,4	339,0	229,8	355,1	292,4
Prinzess	fr	235,5	312,5	319,7	289,2	352,6	369,9	255,3	325,9	189,6	357,6	177,8	241,7	119,5	245,8	269,4	211,5	121,6	389,5	223,7	244,9	353,1	400,0	443,0	398,7	239,4	311,2	275,3
Mirage	fr	249,4	291,0	388,0	309,5	290,1	333,5	269,2	297,6	213,2	341,6	177,1	244,0	134,6	274,4	328,5	245,8	111,7	336,0	267,2	238,3	281,9	374,5	416,6	357,6	297,2	308,5	302,9
Elfe	fr	238,0	397,1	434,9	356,7	321,1	369,1	298,6	329,6	193,1	331,9	189,6	238,2	133,4	220,5	303,6	219,2	132,4	378,8	280,0	263,7	329,0	444,5	403,8	392,4	301,5	335,8	318,6
Primadonna	fr	272,7	388,0	301,4	320,7	330,1	366,8	300,9	332,6	204,2	388,2	248,3	280,2	142,5	289,6	299,2	243,8	109,4	361,6	276,2	249,1	360,5	498,7	427,1	428,8	243,4	309,0	276,2
Francisca	fr	306,8	341,8	382,1	343,6	380,1	328,6	248,4	319,0	203,5	420,1	239,2	287,6	178,6	279,8	302,2	253,5	173,0	413,3	281,3	289,2	339,0	463,8	426,1	409,6	293,9	338,5	316,2
Miranda	fr	286,0	343,1	405,0	344,7	287,8	317,2	280,0	295,0	206,3	354,9	192,8	251,3	170,8	297,9	298,2	255,6	160,4	442,2	282,5	295,0	321,5	430,4	350,4	367,4	286,4	294,1	290,3
Sissi	fr	203,3	351,6	264,3	273,0	267,7	302,3	231,7	267,2	192,4	309,2	198,2	233,2	97,1	208,7	236,1	180,6	81,8	293,7	170,3	181,9	234,8	355,4	398,4	329,5	194,7	272,5	233,6
Finessa	mfr	243,7	319,0	265,0	275,9	-	354,8	267,6	311,2	227,8	395,0	195,5	272,7	145,6	255,1	239,5	213,4	-	391,2	258,0	324,6	256,3	392,9	267,9	305,7	265,7	305,1	285,4
Ditta*	mfr	251,3	292,3	348,7	297,4	316,6	274,3	264,2	285,0	192,4	262,2	226,7	227,1	94,7	249,1	300,2	214,7	120,2	328,0	255,7	234,6	235,9	270,4	413,2	306,5	207,3	256,6	231,9
Allians	mfr	246,8	329,4	356,8	311,0	267,8	404,2	320,6	330,9	179,9	395,1	193,0	256,0	106,0	248,2	200,0	184,7	63,7	386,9	193,6	214,7	242,6	385,2	426,4	351,4	204,3	310,1	257,2
Adelina	mfr	190,7	283,9	282,7	252,4	285,2	342,4	265,7	297,8	175,0	286,1	173,0	211,4	114,8	239,9	300,1	218,3	60,9	265,7	161,2	162,6	227,6	320,9	368,2	305,6	139,1	219,5	179,3
Jelly	mfr-sp	209,6	294,3	326,8	276,9	280,4	310,0	292,4	294,3	157,6	304,9	192,0	218,2	98,7	246,5	232,1	192,4	105,3	292,5	197,9	198,6	241,0	317,9	337,4	298,8	187,5	269,1	228,3
Mittel		244,8	327,6	347,0	306,5	310,2	336,5	277,1	307,9	198,1	340,9	199,3	246,1	127,1	279,1	288,5	231,6	110,2	351,6	246,7	238,6	268,8	385,7	398,4	351,0	241,5	306,2	273,9
Standardmittel		246,8	329,8	346,2	307,6	306,2	318,2	290,2	304,9	187,8	321,8	240,6	250,1	92,7	275,5	323,8	230,7	93,3	361,8	296,7	250,6	221,0	364,7	429,7	338,5	255,4	327,7	291,6

*: Sorten des Standardmittels

Tabelle A3: Knollenertrag (dt/ha) der 3. Zeiternte

Sorte	Reife- gruppe	BW				HE				MV				NI OS				NI SCHM				NRW				SH		
		2010	2011	2012	Mittel	2010	2011	2012	Mittel	2010	2011	2012	Mittel	2010	2011	2012	Mittel	2010	2011	2012	Mittel	2010	2011	2012	Mittel	2011	2012	Mittel
Annabelle	sfr	341,3	394,2	378,0	371,2	347,7	293,2	248,2	296,4	268,1	365,6	221,9	285,2	195,1	292,3	309,6	265,7	206,8	425,6	361,5	331,3	357,2	379,0	374,7	370,3	263,9	307,3	285,6
Anuschka	sfr	339,6	491,2	452,5	427,8	369,7	376,6	284,7	343,7	229,2	409,6	202,8	280,5	179,2	287,9	539,3	335,5	207,3	463,8	317,4	329,5	363,3	371,8	480,1	405,1	340,9	303,1	322,0
Salome	sfr	238,3	369,7	324,2	310,7	304,1	317,8	274,4	298,7	186,1	322,9	206,6	238,5	118,6	258,4	426,2	267,7	144,5	441,5	319,9	302,0	200,0	435,0	378,8	337,9	276,5	261,6	269,1
Biogold	sfr-fr	327,6	440,8	413,2	393,8	310,0	331,3	309,7	317,0	234,7	353,5	161,4	249,9	160,9	288,2	420,0	289,7	210,1	499,9	272,1	327,4	264,1	393,3	520,9	392,8	342,9	363,1	353,0
Agila*	fr	338,8	527,4	354,9	407,0	328,0	367,1	325,7	340,3	230,6	415,3	251,4	299,1	131,1	345,4	466,6	314,4	145,4	465,0	438,1	349,5	249,8	573,2	527,8	450,3	336,1	377,9	357,0
Belana	fr	289,4	502,9	457,7	416,6	350,9	339,5	274,4	321,6	225,0	376,4	243,5	281,6	113,8	285,6	472,4	290,6	155,5	453,6	342,5	317,2	293,1	382,6	416,7	364,1	315,2	370,5	342,8
Prinzess	fr	326,9	530,9	414,7	424,2	377,2	377,7	251,7	335,5	222,9	425,7	206,3	284,9	162,6	276,1	527,3	322,0	194,4	478,3	305,8	326,2	354,8	423,0	320,4	366,1	306,6	292,2	299,4
Mirage	fr	315,4	401,8	436,9	384,7	316,1	337,0	272,2	308,4	247,9	372,1	194,8	271,6	168,2	256,0	457,0	293,8	218,7	399,8	307,6	308,7	327,7	358,0	396,5	360,7	342,7	322,0	332,3
Elfe	fr	327,8	582,8	487,0	465,9	367,9	399,5	301,0	356,1	240,3	382,6	208,7	277,2	168,6	357,8	527,2	351,2	209,9	513,3	366,4	363,2	357,4	409,7	395,3	387,5	403,0	369,1	386,0
Primadonna	fr	306,8	528,3	337,2	390,8	360,1	394,9	285,2	346,7	247,3	424,7	268,8	313,6	191,6	293,0	406,1	296,9	216,2	531,0	375,0	374,1	381,6	492,4	276,0	383,3	371,2	302,4	336,8
Francisca	fr	428,1	478,5	394,7	433,8	388,5	429,6	289,1	369,0	238,2	453,5	288,5	326,7	79,3	319,9	524,3	307,8	253,2	490,2	380,5	374,6	461,5	482,3	331,7	425,2	391,7	347,5	369,6
Miranda	fr	348,1	455,3	434,9	412,8	334,7	345,4	270,3	316,8	211,1	378,5	202,4	264,0	186,2	314,6	469,4	323,4	208,2	506,4	370,7	361,8	365,9	366,8	358,7	363,8	334,6	292,2	313,4
Sissi	fr	255,3	527,0	389,8	390,7	297,9	315,0	228,3	280,4	241,0	336,8	225,7	267,8	136,2	273,2	545,5	318,3	164,9	357,6	275,6	266,0	289,1	351,0	353,1	331,1	265,2	331,9	298,5
Finessa	mfr	322,7	486,0	350,3	386,3	-	360,2	254,8	307,5	273,6	429,9	246,9	316,8	180,0	289,0	469,7	312,9	-	437,6	349,3	393,4	333,4	421,7	296,6	350,6	375,3	303,5	339,4
Ditta*	mfr	280,4	440,5	377,5	366,1	358,8	352,6	251,8	321,1	222,9	325,7	238,9	262,5	152,4	267,4	483,7	301,2	187,6	441,0	363,4	330,6	328,7	335,9	390,1	351,5	295,5	276,6	286,0
Allians	mfr	292,0	587,7	422,5	434,1	300,1	471,0	355,1	375,4	210,4	469,4	222,6	300,8	143,9	274,7	437,5	285,4	181,0	479,9	327,8	329,6	299,6	404,0	519,9	407,9	279,3	408,6	344,0
Adelina	mfr	301,2	518,2	371,0	396,8	343,3	391,4	220,5	318,4	213,9	389,6	207,6	270,4	138,8	246,3	528,1	304,4	157,0	495,2	294,6	315,6	341,8	332,7	522,5	399,0	237,9	299,9	268,9
Jelly	mfp-sp	295,3	492,0	379,6	389,0	339,2	357,2	292,8	329,7	170,2	361,2	248,6	260,0	148,1	311,1	361,7	273,6	157,2	305,2	322,3	261,6	308,6	354,2	338,3	333,7	309,6	309,9	309,8
Mittel		315,3	486,4	398,7	400,1	340,8	364,3	277,2	327,2	228,5	388,5	224,9	280,6	153,0	290,9	465,1	303,0	189,3	454,7	338,4	330,1	326,5	403,7	399,9	376,7	321,5	324,4	323,0
Standardmittel		309,6	483,9	366,2	386,6	343,4	359,9	288,7	330,7	226,8	370,5	245,1	280,8	141,8	306,4	475,1	307,8	166,5	453,0	400,7	340,1	289,2	454,5	459,0	400,9	315,8	327,3	321,5

*: Sorten des Standardmittels

Tabelle A4: Knollenertrag (dt/ha) der Endernte

Sorte	Reife-gruppe	BW				HE				MV				NI OS				NI SCHM				NRW				SH		
		2010	2011	2012	Mittel	2010	2011	2012	Mittel	2010	2011	2012	Mittel	2010	2011	2012	Mittel	2010	2011	2012	Mittel	2010	2011	2012	Mittel	2011	2012	Mittel
Annabelle	sfr	105,1	271,5	505,2	293,9	362,5	303,4	279,8	315,2	307,0	324,1	219,5	283,6	176,2	237,5	382,3	265,3	285,4	407,7	303,4	332,1	333,3	367,1	370,4	357,0	218,9	285,7	252,3
Anuschka	sfr	379,0	424,6	556,2	453,3	347,0	353,5	292,1	330,9	278,6	389,3	188,8	285,6	264,5	319,5	494,2	359,4	309,3	487,1	326,7	374,4	333,2	343,1	415,1	363,8	328,2	332,5	330,3
Salome	sfr	238,1	338,8	400,6	325,8	295,3	315,0	255,4	288,6	200,4	314,1	189,0	234,5	138,0	267,4	397,0	267,5	224,9	403,4	283,5	303,9	225,6	377,2	298,8	300,5	222,0	285,9	254,0
Biogold	sfr-fr	393,7	431,0	569,8	464,9	320,9	324,2	309,7	318,3	237,2	332,7	157,3	242,4	258,5	232,3	440,1	310,3	265,8	456,0	282,3	334,7	273,9	325,4	493,4	364,2	331,7	362,5	347,1
Agila*	fr	299,3	406,5	514,1	406,6	359,3	367,1	305,0	343,8	309,6	393,6	273,1	325,4	152,2	289,8	491,5	311,2	270,1	453,9	407,5	377,2	314,8	493,9	419,2	409,3	329,3	372,9	351,1
Belana	fr	311,6	481,5	507,2	433,4	344,5	348,7	274,8	322,7	284,4	356,2	256,0	298,9	108,5	333,2	467,2	303,0	275,9	427,0	331,6	344,8	308,9	384,3	407,3	366,8	260,2	345,8	303,0
Prinzess	fr	349,1	504,8	532,5	462,1	386,2	367,8	264,3	339,4	241,5	414,5	222,5	292,8	142,0	273,1	410,1	275,0	344,7	473,6	291,5	369,9	333,5	382,8	364,8	360,4	301,3	296,6	299,0
Mirage	fr	326,9	365,8	458,7	383,8	302,9	317,8	286,7	302,4	227,6	362,3	187,8	259,2	165,6	259,3	434,3	286,4	259,1	388,4	312,0	319,9	299,5	329,1	374,3	334,3	292,9	339,5	316,2
Elfe	fr	333,3	490,0	560,1	461,1	361,6	368,8	282,5	337,6	282,3	359,4	216,2	286,0	246,4	282,2	495,7	341,4	311,2	500,5	368,2	393,3	330,5	371,0	401,3	367,6	294,9	360,2	327,5
Primadonna	fr	351,6	473,3	435,5	420,1	330,2	375,4	288,7	331,5	334,4	392,0	249,0	325,1	228,7	308,5	409,6	315,6	310,1	487,2	345,9	381,0	405,6	434,3	353,9	397,9	288,5	330,5	309,5
Francisca	fr	418,2	432,1	493,2	447,8	381,3	402,1	271,8	351,8	289,5	425,9	257,9	324,4	279,5	301,0	471,1	350,5	357,4	477,1	375,7	403,4	384,8	481,8	412,0	426,2	328,9	373,3	351,1
Miranda	fr	381,7	411,9	516,8	436,8	315,6	335,3	289,1	313,3	219,2	364,3	205,9	263,1	217,4	282,3	409,8	303,2	347,0	491,9	339,2	392,7	335,7	412,1	355,4	367,7	289,1	306,6	297,8
Sissi	fr	289,6	427,9	512,3	409,9	313,1	303,4	235,7	284,1	374,4	323,2	259,4	319,0	177,9	254,1	426,4	286,1	246,9	336,1	251,0	278,0	252,3	342,5	288,1	294,3	215,5	198,7	207,1
Finessa	mfr	337,6	420,2	483,3	413,7	-	346,4	258,3	302,4	344,1	405,3	232,9	327,4	253,2	308,5	389,9	317,2	-	468,1	312,4	390,3	326,1	398,6	304,0	342,9	308,1	283,6	295,9
Ditta*	mfr	308,7	380,8	461,8	383,7	410,8	330,8	245,2	328,9	319,9	334,3	256,4	303,5	268,6	327,9	416,6	337,7	314,6	396,1	315,7	342,2	364,1	372,4	353,9	363,5	256,7	287,9	272,3
Allians	mfr	381,3	619,4	619,2	540,0	307,8	443,0	336,1	362,3	301,1	432,7	232,3	322,0	266,7	351,6	507,0	375,1	276,4	483,6	282,5	347,5	296,8	380,8	576,8	418,1	405,7	407,7	406,7
Adelina	mfr	311,8	606,5	609,0	509,1	373,2	401,3	253,2	342,6	250,4	384,3	257,1	297,3	223,2	338,3	473,7	345,1	289,4	453,3	324,0	355,6	273,9	322,6	526,7	374,4	386,9	355,8	371,3
Jelly	mfp-sp	283,4	488,1	498,0	423,2	422,1	355,3	248,8	342,0	213,7	356,3	269,2	279,7	269,7	374,1	439,0	360,9	276,1	400,6	326,5	334,4	336,9	380,5	342,6	353,3	312,2	344,9	328,5
Mittel		322,2	443,0	513,0	426,1	349,1	353,3	276,5	325,9	278,6	370,3	229,5	292,8	213,1	296,7	442,0	317,3	292,0	444,0	321,1	353,5	318,3	383,3	392,1	364,6	298,4	326,2	312,3
Standardmittel		304,0	393,6	487,9	395,2	385,0	349,0	275,1	336,4	314,7	364,0	264,7	314,5	210,4	308,8	454,1	324,4	292,4	425,0	361,6	359,7	339,5	433,2	386,5	386,4	293,0	330,4	311,7

*: Sorten des Standardmittels

Tabelle A5: Statistische Auswertung von RG*ZE des Knollenertrages (dt/ha) und des Marktwareanteils (%) der Reifegruppen (2009 bis 2012)

Reifegruppe	Zeiternte	Knollenertrag (dt/ha)	Standardfehler	Marktwareanteil (%)	Standardfehler
sfr	1	204,5	15,6	80,0	2,3
	2	269,1	15,6	88,7	2,3
	3	313,3	15,6	90,5	2,3
sfr-fr	1	224,8	16,7	82,3	2,6
	2	268,9	16,7	91,3	2,6
	3	318,1	16,7	93,2	2,6
fr	1	205,8	15,2	77,2	2,2
	2	284,2	15,2	89,1	2,2
	3	335,2	15,2	92,1	2,2
mfr	1	163,6	15,5	65,2	2,2
	2	252,0	15,5	83,1	2,2
	3	328,4	15,5	89,2	2,2
m-sp	1	147,4	16,7	73,3	2,6
	2	242,0	16,7	88,0	2,6
	3	310,7	16,7	93,1	2,6

Tabelle A6: Statistische Auswertung von S*RG*ZE des Knollenertrages (dt/ha) und des Marktwareanteils (%) der Sorten (2009 bis 2012)

Sorte	Reife- gruppe	Zeit- ernte	Knollenertrag (dt/ha)	Standard- fehler	Marktware- anteil (%)	Standard- fehler
Annabelle	sfr	1	215,2	16,7	79,0	2,6
		2	274,0	16,7	89,9	2,6
		3	310,5	16,7	91,7	2,6
Anuschka	sfr	1	211,5	16,7	86,7	2,6
		2	287,3	16,7	93,7	2,6
		3	339,9	16,7	93,6	2,6
Salome	sfr	1	186,7	16,7	74,3	2,6
		2	246,1	16,7	82,4	2,6
		3	289,4	16,7	86,2	2,6
Biogold	sfr-fr	1	224,8	16,7	82,3	2,6
		2	268,9	16,7	91,3	2,6
		3	318,1	16,7	93,2	2,6
Agila	fr	1	219,1	16,7	85,0	2,6
		2	298,0	16,7	93,2	2,6
		3	352,8	16,7	95,9	2,6
Belana	fr	1	208,1	16,7	76,8	2,6
		2	282,7	16,7	87,6	2,6
		3	323,3	16,7	91,1	2,6
Prinzess	fr	1	195,9	16,7	70,6	2,6
		2	277,6	16,7	84,9	2,6
		3	328,0	16,7	88,0	2,6
Mirage	fr	1	197,3	16,7	78,4	2,6
		2	271,9	16,7	89,3	2,6
		3	312,0	16,7	91,9	2,6
Elfe	fr	1	211,6	16,7	80,5	2,6
		2	297,2	16,7	89,3	2,6
		3	357,6	16,7	94,0	2,6
Primadonna	fr	1	221,0	16,7	72,8	2,6
		2	302,5	16,7	87,6	2,6
		3	350,9	16,7	90,9	2,6
Francisca	fr	1	228,4	16,7	73,4	2,6
		2	310,5	16,7	87,4	2,6
		3	368,4	16,7	90,2	2,6
Miranda	fr	1	225,9	16,7	87,7	2,6
		2	282,5	16,7	94,6	2,6
		3	322,5	16,7	95,7	2,6
Sissi	fr	1	144,8	17,2	69,9	2,7
		2	235,2	17,2	87,9	2,7
		3	300,9	17,2	90,8	2,7
Finessa	mfr	1	194,5	16,8	74,5	2,6
		2	277,2	16,8	89,4	2,6
		3	341,9	16,8	92,6	2,6
Ditta	mfr	1	170,8	16,7	74,2	2,6
		2	251,8	16,7	90,2	2,6
		3	322,2	16,7	93,2	2,6
Allians	mfr	1	163,2	16,7	61,1	2,6
		2	254,0	16,7	79,3	2,6
		3	333,9	16,7	87,6	2,6
Adelina	mfr	1	125,8	16,7	50,8	2,6
		2	225,2	16,7	73,6	2,6
		3	315,8	16,7	83,4	2,6
Jelly	msp-sp	1	147,4	16,7	73,3	2,6
		2	242,0	16,7	88,0	2,6
		3	310,7	16,7	93,1	2,6

Tabelle A7: Gewichtsverluste (%) der 14 Sorten zum Endauslagerungstermin

Jahr	2010							2011							2012						
	BW	HE	MV	NI OS	NI SCHM	NRW	SH	BW	HE	MV	NI OS	NI SCHM	NRW	SH	BW	HE	MV	NI OS	NI SCHM	NRW	SH
Agila	4,78	4,95	6,07	9,88	4,44	3,99		3,25	3,72	3,47	3,49	4,68	2,96	7,40	2,49	1,64	1,81	2,82	3,67	2,55	3,76
Belana	2,69	4,10	5,45	5,03	6,18	1,77		7,28	5,49	3,98	6,78	5,17	4,80	6,60	5,33	2,45	4,19	3,65	3,42	3,98	4,49
Princess	5,67	5,58	6,55	17,89	5,64	3,12		4,57	5,10	4,19	5,40	5,53	5,81	9,52	2,98	2,77	2,75	5,66	4,18	3,71	5,20
Mirage	4,52	3,40	5,76	8,60	4,52	1,86		3,97	4,20	4,34	5,22	4,76	3,66	5,13	4,11	2,50	3,82	2,74	4,08	2,82	3,43
Elfe	4,04	4,36	5,98	12,47	7,47	3,33		3,01	3,43	4,20	4,05	5,52	4,30	5,81	2,58	2,47	1,73	2,76	3,08	1,89	3,38
Primadonna	3,01	3,18	4,74	10,21	4,76	2,42		4,03	4,68	4,68	6,07	5,65	3,91	6,89	2,53	3,67	2,89	3,66	2,97	2,43	3,65
Francisca	4,88	3,25	7,18	10,68	5,59	2,92		3,48	4,24	3,41	4,47	3,93	4,89	5,12	2,85	3,50	2,70	2,97	4,62	2,44	4,46
Miranda	3,64	2,49	6,94	9,92	6,57	2,59		3,24	4,80	3,43	5,45	5,78	3,58	5,92	2,76	2,26	2,49	2,84	2,96	2,33	2,90
Finessa								4,02	6,09	6,78	5,29	9,23	4,88	8,74	3,04	1,58	2,69	3,53	6,75	2,96	4,15
Ditta	5,02	3,85	6,23	7,62	6,73	4,33		6,64	5,02	4,35	4,86	5,36	3,43	6,33	4,14	5,18	3,11	2,81	3,86	3,78	5,29
Allians	5,15	3,76	8,33	6,53	6,00	5,32		6,90	6,86	5,19	4,39	8,56	4,76	10,34	2,57	2,31	4,03	2,90	4,47	2,48	3,64
Adelina	4,50	2,76	3,90	4,52	4,60	3,49		4,11	3,88	3,34	4,09	4,38	2,70	5,30	2,10	3,10	2,85	2,18	3,05	2,44	3,12
Jelly	8,60	5,33	4,78	6,28	5,14	5,99		7,11	5,19	4,34	4,80	5,91	4,87	6,80	3,58	3,96	3,81	2,19	4,03	3,66	3,97
Sissi	4,73	2,93	4,27	5,96	4,61	2,09		4,74	4,37	5,00	3,83	5,89	2,86	7,21	2,34	2,22	2,02	2,90	4,96	3,00	2,70

Tabelle A8: Keimgewichte (%) der 14 Sorten zum Endauslagerungstermin

Jahr	2010							2011							2012						
	BW	HE	MV	NI OS	NI SCHM	NRW	SH	BW	HE	MV	NI OS	NI SCHM	NRW	SH	BW	HE	MV	NI OS	NI SCHM	NRW	SH
Agila	0,91	0,41	0,35	0,29	0,29	0,78		0,25	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,02	0,03	0,00	0,00	0,00
Belana	0,03	0,00	0,00	0,01	0,04	0,00		4,40	1,04	0,11	1,10	0,18	1,37	0,39	1,73	0,28	1,12	2,29	1,00	1,92	0,06
Princess	0,22	0,06	0,20	0,13	0,26	0,54		0,38	0,11	0,02	0,81	0,04	1,08	0,02	0,70	0,30	1,08	1,11	0,20	0,11	0,20
Mirage	0,17	0,01	0,01	0,02	0,04	0,05		1,50	0,00	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,02	0,09	0,02	0,02	0,03
Elfe	0,76	0,10	0,08	0,14	0,14	0,37		0,18	0,00	0,01	0,00	0,01	0,06	0,00	0,02	0,03	0,05	0,04	0,02	0,08	0,00
Primadonna	0,69	0,10	0,00	0,04	0,12	0,05		3,23	0,29	0,11	0,51	0,19	0,35	0,09	1,31	0,06	0,33	2,22	0,68	0,46	0,11
Francisca	1,00	0,31	0,06	0,21	0,20	0,12		0,43	0,37	0,02	0,30	0,06	0,48	0,04	0,51	0,16	0,49	0,29	0,13	0,77	0,04
Miranda	0,38	0,35	0,04	0,16	0,27	0,39		2,88	0,38	0,15	0,80	0,27	0,42	0,11	1,19	0,12	0,63	1,38	0,73	1,41	0,16
Finessa								0,42	0,23	0,01	0,06	0,03	0,09	0,02	0,12	0,18	0,05	0,42	0,04	0,06	0,04
Ditta	0,00	0,00	0,00	0,01	0,08	0,04		3,50	0,04	0,00	0,04	0,01	0,00	0,08	0,32	0,02	0,15	0,74	0,17	0,49	0,05
Allians	0,01	0,39	0,16	0,47	0,52	1,25		2,59	0,67	0,05	0,38	0,09	0,35	0,00	0,78	0,08	0,34	0,82	0,13	0,99	0,03
Adelina	0,00	0,00	0,01	0,01	0,07	0,00		2,08	0,08	0,01	0,16	0,02	0,10	0,02	0,45	0,03	0,06	0,26	0,25	0,40	0,07
Jelly	0,02	0,00	0,02	0,27	0,04	0,04		2,14	0,37	0,01	0,36	0,06	0,72	0,05	0,23	0,00	0,39	0,58	0,11	0,29	0,00
Sissi	0,23	0,00	0,02	0,08	0,08	0,01		2,78	0,14	0,00	0,13	0,01	0,07	0,05	0,07	0,03	0,16	0,15	0,01	0,01	0,03

Tabelle A9: Trockenfäule (Gewichts-%) der 14 Sorten zum Endauslagerungstermin

Jahr	2010							2011							2012							
	BW	HE	MV	NI OS	NI SCHM	NRW	SH	BW	HE	MV	NI OS	NI SCHM	NRW	SH	BW	HE	MV	NI OS	NI SCHM	NRW	SH	
Agila	0,06	0,00	1,25	0,37	0,00	0,00		0,00	0,00	0,46	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Belana	0,00	0,00	0,27	0,75	0,00	0,00		1,97	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,67	0,00	0,00	0,00	0,00	0,49	0,00	0,11	
Princess	1,46	0,00	0,28	0,14	0,00	0,00		0,00	0,00	0,28	0,74	0,22	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Mirage	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,59	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Elfe	0,00	0,00	0,00	0,78	0,00	0,00		0,00	0,00	0,19	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,22	0,00	0,00	0,45	0,00	0,00	
Primadonna	0,00	0,00	0,00	1,20	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,82	0,00	1,45	0,00	0,00	0,54	1,17	0,00	0,00	0,00	
Francisca	0,00	0,00	0,00	1,95	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Miranda	0,00	0,00	0,00	0,61	0,00	0,00		0,16	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Finessa								0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ditta	0,00	0,00	0,00	3,29	0,00	0,00		0,14	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,22	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Allians	0,00	0,00	0,00	0,75	0,00	0,00		1,11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Adelina	0,38	0,00	0,40	0,31	0,10	0,18		0,24	0,00	0,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,99	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Jelly	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		1,88	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Sissi	0,33	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	0,94	0,00	0,00	0,00	0,74	0,00	0,00	0,00	1,78	0,00	0,00	0,00	0,60

Tabelle A10: Nassfäule (Gewichts-%) der 14 Sorten zum Endauslagerungstermin

Jahr	2010							2011							2012							
	BW	HE	MV	NI OS	NI SCHM	NRW	SH	BW	HE	MV	NI OS	NI SCHM	NRW	SH	BW	HE	MV	NI OS	NI SCHM	NRW	SH	
Agila	0,26	0,00	1,62	6,50	0,40	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Belana	0,00	0,00	0,34	0,54	1,15	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,07	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Princess	0,95	0,00	0,00	4,37	0,78	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Mirage	0,00	0,00	0,17	1,34	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Elfe	0,40	0,00	0,00	0,79	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Primadonna	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,09	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Francisca	1,34	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Miranda	0,42	0,00	0,00	0,71	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,07	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Finessa								0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ditta	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		1,12	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Allians	0,00	0,00	0,00	1,24	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,08	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Adelina	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Jelly	0,00	0,49	0,28	0,76	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Sissi	0,00	0,00	0,26	0,36	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Tabelle A11: Befallsstärke der 14 Sorten mit Helminthosporium solani zum Endauslagerungstermin

Jahr	2010							2011							2012						
	BW	HE	MV	NI OS	NI SCHM	NRW	SH	BW	HE	MV	NI OS	NI SCHM	NRW	SH	BW	HE	MV	NI OS	NI SCHM	NRW	SH
Agila	3,52	4,79	7,16	5,70	2,71	2,93		3,05	4,73	3,78	8,62	4,89	4,70	13,74	2,29	2,18	0,58	6,12	3,54	1,54	3,90
Belana	4,59	12,35	9,74	16,48	4,64	4,87		1,99	3,54	1,75	9,07	2,70	2,86	2,40	5,43	4,34	4,26	10,16	21,90	4,33	6,40
Princess	2,84	4,11	5,22	6,35	3,02	1,88		2,34	5,78	2,97	10,02	9,61	6,22	12,06	1,74	1,69	0,69	2,87	4,07	1,52	2,33
Mirage	3,56	5,68	6,72	9,55	2,41	2,11		1,99	5,32	6,48	8,50	5,14	8,29	3,50	9,77	4,04	3,21	7,51	14,03	4,31	10,67
Elfe	10,32	10,29	9,32	14,42	3,81	6,15		3,52	3,89	4,60	7,65	7,38	5,02	2,86	3,23	2,29	2,83	5,76	8,05	1,20	4,67
Primadonna	6,04	13,45	11,24	20,36	8,49	4,82		2,70	11,75	5,03	10,79	2,93	5,18	6,36	5,63	4,93	2,25	7,68	10,12	2,90	14,17
Francisca	5,74	9,09	8,78	19,40	4,25	6,09		3,32	5,07	1,50	9,69	2,49	2,71	3,19	4,33	1,31	2,12	4,97	2,86	1,96	3,02
Miranda	5,35	4,62	8,38	12,44	6,69	2,73		1,75	6,88	2,12	6,86	2,87	4,93	4,28	2,60	1,72	2,74	4,04	26,85	2,49	6,56
Finessa								1,88	4,35	3,15	7,11	8,86	5,52	3,42	2,91	3,65	2,16	5,86	10,40	2,16	4,42
Ditta	5,15	5,09	7,08	21,05	5,73	4,69		5,97	8,30	6,09	12,60	4,32	2,62	6,70	5,87	3,75	2,33	8,07	5,53	3,24	4,27
Allians	8,69	7,33	8,62	13,33	4,29	3,23		1,37	1,65	9,93	5,98	22,44	4,79	11,82	6,36	3,64	3,54	6,62	7,35	2,83	10,38
Adelina	4,14	4,80	7,76	14,00	3,57	2,40		2,13	6,73	3,29	14,34	7,11	3,93	10,36	4,92	2,84	2,14	5,15	3,73	1,62	14,01
Jelly	8,01	5,15	25,32	8,54	5,53	4,84		2,03	4,72	1,43	6,63	1,87	3,16	4,05	5,29	3,06	2,51	4,70	5,56	1,71	6,56
Sissi	4,13	6,68	5,44	9,75	8,96	2,97		3,03	5,13	2,82	6,76	3,96	3,00	4,69	2,56	2,11	1,85	6,48	3,38	1,43	5,00

Tabelle A12: Befallsstärke der 14 Sorten mit Colletotrichum coccodes solani zum Endauslagerungstermin

Jahr	2010							2011							2012						
	BW	HE	MV	NI OS	NI SCHM	NRW	SH	BW	HE	MV	NI OS	NI SCHM	NRW	SH	BW	HE	MV	NI OS	NI SCHM	NRW	SH
Agila	1,24	0,25	0,48	0,49	0,61	0,64		0,10	1,28	0,23	0,70	1,90	2,91	4,52	0,20	0,35	0,37	0,29	0,44	0,51	1,13
Belana	1,27	0,15	0,80	0,31	0,83	0,47		0,05	0,41	0,15	0,26	0,42	2,14	0,72	0,33	0,46	0,07	0,71	0,71	0,70	0,92
Princess	0,93	0,35	0,45	0,39	0,43	0,38		0,43	1,68	0,20	0,73	0,88	2,63	2,56	0,31	0,63	0,26	0,18	0,34	0,45	0,79
Mirage	0,28	0,16	0,52	0,59	0,51	0,25		0,11	0,40	0,18	0,35	0,82	1,51	0,90	0,42	0,40	0,09	0,53	0,32	0,96	0,89
Elfe	1,54	0,62	0,38	0,64	0,55	0,85		0,20	0,73	0,11	0,30	1,08	0,70	0,98	0,53	0,29	0,18	0,24	0,80	0,41	0,77
Primadonna	0,61	0,23	0,49	1,17	0,76	0,64		0,09	0,53	0,13	0,73	0,22	2,02	1,07	0,26	0,26	0,46	0,14	0,52	0,16	5,54
Francisca	1,73	0,36	4,51	1,33	0,74	0,71		0,19	0,96	0,24	0,25	0,32	0,27	0,84	0,29	0,29	0,28	0,78	0,53	0,57	0,52
Miranda	2,52	0,20	0,26	0,85	1,02	0,53		0,05	0,53	0,10	0,30	0,21	1,71	0,83	2,34	1,13	0,68	0,79	2,52	5,46	3,81
Finessa								0,14	0,44	0,24	0,32	0,45	1,47	0,78	0,41	0,44	0,21	0,37	0,85	0,45	1,19
Ditta	2,85	0,14	0,52	0,80	0,69	0,49		0,17	0,31	0,26	0,47	0,33	0,36	0,79	0,37	0,22	0,27	0,56	0,55	0,54	1,09
Allians	5,06	0,17	0,43	0,90	1,09	0,42		0,08	0,95	0,29	0,35	4,16	1,37	2,39	0,84	0,41	0,52	0,57	0,86	0,57	2,16
Adelina	7,32	0,25	0,42	1,07	1,47	0,60		0,06	0,97	0,24	0,36	1,26	1,88	1,04	2,91	0,42	0,45	0,53	1,92	1,42	3,18
Jelly	1,40	0,29	0,65	0,84	0,70	0,55		0,24	0,25	0,14	0,17	0,23	0,78	0,54	0,29	0,35	0,36	0,13	0,49	0,41	1,00
Sissi	0,62	0,31	0,19	0,67	0,71	0,41		0,17	1,20	0,15	0,31	0,59	0,64	2,08	0,38	0,36	0,16	0,43	0,26	0,37	0,86