

BÖLN

Bundesprogramm Ökologischer Landbau
und andere Formen nachhaltiger
Landwirtschaft

Tomaten für den ökologischen Anbau im Freiland - Züchtungsmethodik und regionale Sortenentwicklung

Tomatoes for organic outdoor production - Breeding methodology and regional development of varieties

FKZ: 03OE627

Projektnehmer:

Georg-August-Universität Göttingen
Department für Nutzpflanzenwissenschaften
Von-Siebold-Straße 8, 37075 Göttingen
Tel.: +49 551 394362
Fax: +49 551 394601
E-Mail: hbecker1@gwdg.de
Internet: <http://www.uni-goettingen.de>

Autoren:

Becker, Heiko C.; Horneburg, Bernd

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

Zuwendungsempfänger:

**Georg-August-Universität,
Department für Nutzpflanzenwissenschaften
Von Siebold Str. 8, 37075 Göttingen**

Prof. Heiko C. Becker und Dr. Bernd Horneburg

03OE627

**Tomaten für den ökologischen Anbau im Freiland.
Züchtungsmethodik und regionale Sortenentwicklung**

Laufzeit: 01.04.2004 - 31.3.2007

Berichtszeitraum: 01.04.2004 - 31.3.2007

Zusammenarbeit mit

Dreschflegel e.V.;
Prof. Maria R. Finckh, Fachgebiet ökologischer Pflanzenschutz, Universität Kassel;
Demeter Saatgut-Gärtnerei Schönhagen (Thüringen);
Bioland-Betrieb Wember in Ellingerode (Hessen) und
Naturland-Betrieb Ehentraut in Rhaderfehn (Niedersachsen).

Schlussbericht zum Vorhaben 03OE627 Tomaten für den ökologischen Anbau im Freiland. Züchtungsmethodik und regionale Sortenentwicklung

Georg-August-Universität Göttingen, Department für
Nutzpflanzenwissenschaften und Dreschflegel e.V.

Inhaltsverzeichnis

	Seite
1. Ziele und Aufgabenstellung des Projekts, Bezug des Vorhabens zum Programm zur Förderung von Forschungs- und Entwicklungsvorhaben sowie von Maßnahmen zum Technologie- und Wissenstransfer im ökologischen Landbau	3
1.1 Planung und Ablauf des Projekts	4
1.2 Wissenschaftlicher und technischer Stand, an den angeknüpft wurde	5
2. Material und Methoden	7
3. Ergebnisse	11
3.1 Ausführliche Darstellung der wichtigsten Ergebnisse	11
Teilprojekt 1: Sortenempfehlung und Bereitstellung von Saatgut für den ökologischen Anbau im Freiland	11
a) Der Ringversuch	11
b) Sortenempfehlung	15
c) Jungpflanzenbetriebe	15
Teilprojekt 2: Grundlagen für eine regionale ökologische Züchtung	21
2.1 Züchtungsmethodische Untersuchungen zur regionalen Differenzierung	
a) Regionale Standortfaktoren	21
b) Regionale Differenzierung durch Auslese	22
2.2 Phytomedizinische Analyse	31
2.3 Auslese auf Feldresistenz gegen <i>Phytophthora infestans</i>	31
2.4 a) Qualitätseigenschaften	39
b) Morphologie	43
c) Ertragsbildung	47
2.5 ErzeugerInnen und VerbraucherInnen	51
Teilprojekt 3 Ausgangsmaterial für ein ökologisches Züchtungsprogramm	52
3.2 Voraussichtlicher Nutzen und Verwendbarkeit der Ergebnisse; Möglichkeiten der Umsetzung oder Anwendung der Ergebnisse für eine Ausdehnung des ökologischen Landbaus; bisherige und geplante Aktivitäten zur Verbreitung der Ergebnisse	56
4. Zusammenfassung	57
5. Gegenüberstellung der ursprünglich geplanten zu den erreichten Zielen; Hinweise auf weiterführende Fragestellungen	61
6. Literaturverzeichnis	63
Anhang	66

1. Ziele und Aufgabenstellung des Projekts, Bezug des Vorhabens zum Programm zur Förderung von Forschungs- und Entwicklungsvorhaben sowie von Maßnahmen zum Technologie- und Wissenstransfer im ökologischen Landbau

Tomaten sind seit dem Beginn ihrer Verbreitung in Deutschland am Anfang des letzten Jahrhunderts zu einem der wichtigsten Gemüse geworden. Pro Jahr und Person werden über 14 kg Tomaten verzehrt, Tendenz steigend. Im Inland werden im Erwerbsanbau nicht einmal 10% des Bedarfs erzeugt (FAO 2003). Tomaten sind eines der wichtigsten Produkte des ökologischen Gemüsebaues. Sie werden in (fast) jeder Gärtnerei – zunehmend als Qualitätstomaten – angebaut. Viele Gärtnereien vermarkten in den Monaten April und Mai auch Jungpflanzen.

Nach Angaben des BMVEL (2003) nannten 14 Millionen Deutsche den Garten als Hobby und jeder zweite Haushalt verfügt über einen Garten. Über 1 Million Menschen waren im Bundesverband Deutscher Gartenfreunde organisiert. Davon ausgehend, dass in einem Großteil dieser Gärten Tomaten angebaut werden, wird die Breitenwirkung deutlich, die hochwertige Produkte aus ökologischer Züchtung (=Sorten) und ökologischem Anbau (=Jungpflanzen und Saatgut) haben können.

Begrenzender Faktor im Freilandanbau von Tomaten in Deutschland ist die Kraut- und Braunfäule geworden, die durch den Pilz *Phytophthora infestans* verursacht wird. Im ökologischen Betrieb findet deshalb praktisch kein Freilandanbau mehr statt und selbst unter Glas muss mitunter eine empfindliche Ertragsinbuße hingenommen werden.

Der ökologische Anbau von Freilandtomaten soll durch ein verbessertes und erweitertes Sortenspektrum wieder lohnen und das innovative Potential des ökologischen Anbaus einer breiten Schicht von Verbraucherinnen und Verbrauchern nahegebracht werden.

Durch den Anbau von Tomaten soll das Artenspektrum für Freilandgemüse erweitert werden. Durch Evaluierung und Wiedereinführung alter Sorten sowie die Neuzüchtung wird das Sortenspektrum erweitert. Die betriebswirtschaftlichen und ökologischen Kosten für Gewächshäuser / Folientunnel und die dazugehörige Technik sollen eingespart werden; dadurch wird der Betriebskreislauf stärker geschlossen. Bezüglich wertgebender Inhaltsstoffe sind Tomaten aus dem Freiland höher zu bewerten als aus geschütztem Anbau (Vogel 1996).

Um den Einfluss unterschiedlicher pedoklimatischer Gegebenheiten zu berücksichtigen, wird eine regional differenzierte Züchtung und Resistenzforschung in ökologischen Betrieben entwickelt.

Die Ziele im Einzelnen:

1. Bereitstellung von Saatgut eines mehrjährig regional geprüften Sortiments von modernen und alten Sorten mit Eignung für (i) die Erzeugung von Tomaten im ökologischen Freilandanbau und (ii) die Anzucht von Jungpflanzen für die Vermarktung an Erwerbs- und Kleingärtnerinnen und -gärtner.
2. Erarbeitung der methodischen Grundlagen für die regionale ökologische Züchtung von Freilandtomaten (i) Untersuchungen zur regionalen Differenzierung in der Anbaueignung; (ii) Phytomedizinische Analyse; (iii) Ausleseverfahren für die Feldresistenz gegen *Phytophthora*; (iv) Bestimmung der Erblichkeit und Entwicklung von Erfassungsmethoden für die Zuchtziele; (v) Bewertung der Zuchtziele aus der Sicht von ErzeugerInnen und VerbraucherInnen.
3. Bereitstellung eines genetisch breiten Pre-Breeding-Materials (mehrjährig geprüfte Eltern, Kreuzungsnachkommenschaften) für ein langfristiges Züchtungsprogramm zur Entwicklung *Phytophthora*-toleranter Freilandtomaten im ökologischen Anbau für den ökologischen Anbau.

Der Bezug zu den Zielen des Förderprogrammes ist insbesondere in den folgenden Punkten gegeben: Resistenzforschung wird im System Tomate – *Phytophthora infestans* betrieben. Die Stresstoleranz gegenüber Klima- und Umweltfaktoren in verschiedenen Regionen wird züchterisch verbessert. Die Sortenentwicklung und -sichtung findet unter Berücksichtigung hoher Konsumqualität in Praxisbetrieben des Öko-Landbaus statt. Auch alte Sorten werden unter diesen speziellen Bedingungen gesichtet und bei entsprechender Qualität vermehrt. Mit der Tomate wird eine im Freilandanbau unbedeutende Fruchtart weiterentwickelt; dadurch kann die Fruchtfolge im Feldgemüsebau erweitert werden. Züchtungs- und vermarktungsrelevante Merkmale werden erarbeitet und fließen in ein Pre-Breeding-Programm ein.

Die Ergebnisse werden der Fachöffentlichkeit in regelmäßigen Veröffentlichungen, Feldtagen an den Versuchsorten und auf Tagungen zugänglich gemacht. Durch Ringversuche ist der ständige fachliche Austausch gewährleistet. Die Vermehrung und Verbreitung geeigneter Sorten wird eingeleitet. Die Jungpflanzenvermarktung dient dem Wissenstransfer in die gärtnerische Praxis und der wirtschaftlichen Förderung von ökologisch wirtschaftenden Betrieben.

1.1 Planung und Ablauf des Projekts

Das Projekt konnte auf intensiven Vorarbeiten im Jahr 2003 aufbauen, die von der Rut- und Klaus-Bahlsen Stiftung gefördert wurden. In den Vorarbeiten wurden große Teile der Arbeitsstruktur aufgebaut. Für einige Projektteile wurden Ergebnisse aus 2003 in den Abschlussbericht miteinbezogen, um das Projektthema möglichst umfassend darstellen zu können.

Die Feldversuche des Projektes wurden in drei Betrieben in der Praxis des ökologischen Gemüsebaus durchgeführt, die im Abschnitt Material und Methoden näher beschrieben werden: Demeter Saatgut-Gärtnerei in Schönhagen (Thüringen), Bioland-Betrieb Wember in Ellingrode (Hessen) und Naturland-Betrieb Ehrentraut in Rhaderfehn (Niedersachsen). Alle Betriebe hatten umfangreiche Erfahrung im Anbau von (Freiland-) Tomaten, aber auch in ökologischer Züchtung und Vermehrung verschiedener Kulturen. Ihre Aufgaben im Projekt umfassten die Anlage der Versuche, ihre pflanzenbauliche und züchterische Betreuung, die Merkmalerfassung in den Versuchsgliedern und die Aufbereitung von Einzelpflanzensaatgut. Bonituren erfolgten in den relevanten Perioden wöchentlich an Einzelpflanzen. Außerdem wurden jährliche Feldtage ausgerichtet.

Es folgt die Übersicht über den zeitlichen Ablauf der einzelnen Versuchsteile und die Meilensteine:

	2004			2005				2006				2007
Quartal:	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1
1a) Ringversuch		1				2				3		
1b), 1c) Bereitstellung von Saatgut				4				5			6	
2.1 Untersuchungen zur regionalen Differenzierung		7				8				9		
2.2 Phytomedizinische Analyse							10					
2.3, 2.4 Auslese- und Erfassungsmethoden		11				12				13		
Planung und Auswertung der Feldversuche												
2.5 Bewertung der Zuchtziele durch VerbraucherInnen											14	
3 Kreuzungsprogramm, Pre-Breeding												15

Meilensteine 1-3: Ergebnisse zur Anbaueignung von 10 Sorten an 20 Orten liegen vor.

Meilensteine 4-6: Saatgut ausgewählter Sorten für ökologische Betriebe ist verfügbar.

Meilenstein 7: Ergebnisse zur regionalen Anbaueignung von 30 Sorten liegen vor.

Meilenstein 8: Ergebnisse zur regionalen Anbaueignung von 20 Sorten liegen vor.

Meilenstein 9: Ergebnisse zur regional durchgeführten Selektion von 3 Kreuzungen liegen vor.

Meilenstein 10: Differenzialset von Sorten zum lokalen Screening von *Phytophthora*-Populationsunterschieden liegt vor.

Meilensteine 11-13: Erkenntnisse zur Entwicklung von Ausleseverfahren auf Feldresistenz gegen *Phytophthora* liegen vor.

Meilenstein 14: Ein Sortiment geeigneter Sorten für den ökologischen Anbau und den Jungpflanzenverkauf ist erarbeitet.

Meilenstein 15: Die Basis für ein weiterführendes ökologisches Züchtungsprogramm ist geschaffen.

1.2 Wissenschaftlicher und technischer Stand, an den angeknüpft wurde

Das Sortenspektrum für den ökologischen Landbau geeigneter Freiland-Tomatensorten ist seit längerer Zeit ungenügend. Hauptgrund ist das verstärkte Auftreten des Pilzes *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary, der die Kraut- und Braunfäule der Tomate und die Krautfäule der Kartoffel verursacht. Die Bestände brechen ohne Einsatz von Fungiziden – besonders bei ungünstiger Witterung – früh zusammen und die Erträge bleiben entsprechend niedrig bis hin zum Totalverlust. Bisher darf *P. infestans* mit Kupfer-Präparaten bekämpft werden, deren Anwendung aber als problematisch zu bewerten ist (Weber 2000), da Kupfer als Schwermetall toxische Auswirkungen auf den Boden haben kann, eine Wartezeit einzuhalten ist, Kupfer-Beläge auf den Früchten vor der Vermarktung entfernt werden müssen und die Aufwandmenge auf 3 kg pro ha und Jahr beschränkt ist. Ertragseinbußen durch *Phytophthora*-Befallnahmen in den letzten Jahren auch im geschützten Anbau besorgniserregend zu (pers. Mitteilung U. Lindner, Gartenbauzentrum Köln-Auweiler, Abt. Biogemüsebau). Organische Düngung kann die Anfälligkeit für *Phytophthora*-Infektionen senken (Wang et al. 2000).

Die Sichtungen des Dreschflegel e.V. in den Jahren 1996-2003 haben gezeigt, dass in Projekten der On-farm Bewirtschaftung, aber auch in ex situ Sammlungen *Phytophthora*-tolerante Sorten zu finden sind, deren Ernteperiode auch an einem sehr ungünstigen Standort bis

zu den ersten Frösten reicht. Bisher sind dies allerdings meist relativ kleinfrüchtige Formen, die wegen zu geringer Erträge und aufgrund ihres Wuchstyps nicht erwerbsmäßig als Stabtomate angebaut werden können (Dreschflegel 2000). Der Ertrag für den Freilandanbau empfohlener Handelssorten befriedigte in diesen Vergleichen nicht.

Eine Methodik für die Kombination von *Phytophthora*-Toleranz mit hoher Produktqualität in der ökologischen Züchtung fehlte bei Projektbeginn. Ebenso fehlte ein Boniturschlüssel für *Phytophthora* an Tomaten. Die Schlüssel, die für die Bonitur von Kartoffeln entwickelt wurden (Cruickshank et al. 1982, James 1971), müssen erweitert werden, da bei Tomaten die Organe Blatt, Stängel und Frucht sortenspezifisch unterschiedlich befallen werden.

Mehrjährige Untersuchungsergebnisse aus Frankreich und den Niederlanden deuten auf große regionale Unterschiede in der Populationsstruktur von *Phytophthora infestans* hin (Andrивon et al. 1994; Andrивon 1994; Drenth et al. 1993a,b, 1994, 1995; Lebreton et al. 1998; Lebreton und Andrивon 1998). Aus Deutschland waren jedoch nur wenige Daten verfügbar. Die Untersuchungen der in Nordhessen seit 1999 getesteten *Phytophthora*-Isolate und verschiedene Reaktionen derselben Kartoffelsorten an verschiedenen Orten deuteten jedoch auf örtliche Unterschiede hin (Finckh und Mitarbeiter, Univ. Kassel, unveröffentlicht). Die Analyse von *Phytophthora*-Isolaten von beiden Wirtspflanzen aus den letzten 4 Jahrzehnten offenbarte starke Veränderungen der Populationen (Rullich et al. 2002, Lebreton und Andrивon 1998): Seit Ende der 70er Jahre wurden auch in Deutschland neue Haplotypen gefunden und seit Mitte der 80er Jahre trat geschlechtliche Vermehrung auf. Die Zunahme aggressiverer Stämme hält an.

Vielerorts bestanden Unterschiede in den *Phytophthora*-Populationen, die Tomaten und Kartoffeln befallen (Knapova und Gisi 2002; Lebreton und Andrивon, 1998; Legard et al., 1995, Wangsomboondee et al, 2002). Eine gezielte Nutzung von anderen Resistenzen in Tomaten als in Kartoffeln könnte so den Infektionsdruck auf Tomaten drastisch senken.

Das Interesse der VerbraucherInnen an qualitativ hochwertigen Tomaten - insbesondere in Bezug auf die Geschmacksqualität - hat zugenommen (Krumbein et al. 2000) und es können höhere Preise realisiert werden. Die sensorische Qualität wird bestimmt durch die Textur von Fruchtfleisch und Schale der Früchte und durch ihren Geschmack. Der Geschmack wiederum hängt ganz weitgehend von leicht flüchtigen Aromastoffen, Zucker- und Säuregehalt ab. Dabei bestand in sensorischen Tests eine enge Beziehung zwischen deskriptiven Eigenschaften und dem Zucker- und Säuregehalt (Krumbein und Auerswald 1998).

In der Züchtungspraxis wurden regionalspezifische Ansätze weitgehend vernachlässigt. Üblich ist es, Sorten in einer Zuchtstation zu entwickeln und sie vielortig zu testen. Damit wird auf eine Anpassung an regionale pedoklimatische Gegebenheiten bei der Sortenentstehung verzichtet. Einige experimentelle Arbeiten haben die Bedeutung einer Adaptation untermauert: Nach wenigen Generationen gab es deutliche standortspezifische Änderungen. In einem Beispiel erreichten 'composite crosses' nach etwa 20 Generationen das Ertragsniveau der besten Zuchtsorten (Suneson 1956, Allard 1988). In anderen Untersuchungen wurde sowohl mit spaltenden Populationen (Goldringer et al. 1998, Jana und Khangura 1986, Paillard et al. 2000a, 2000b) als auch mit Landsorten (Horneburg 2003, 2005) gearbeitet. Jana und Khangura (1986) wiesen eine Anpassung sowohl an das Anbausystem als auch an die Region nach.

2. Material und Methoden

Teilprojekt 1, Sortensichtung und Ringversuch.

Der erste Auswahlsschritt fand in den Vorarbeiten 2003 statt: In engem Kontakt mit Genbanken, Initiativen, dem Saatguthandel und privaten ErhalterInnen wurden aus ca. 3500 Akzessionen 92 Sorten für die dreiortige Sichtung in Schönhagen, Ellingerode und Rhaderfehn ausgewählt. Diese Zahl wurde im Verlauf der Auslese bis 2006 immer weiter reduziert; einige Sorten mit hervorragenden Eigenschaften in einortiger Sichtung wurden neu aufgenommen. Hervorragende Sorten aus der dreiortigen Sichtung wurden in den Ringversuch gegeben.

Am Ringversuch nahmen 2003 über Deutschland verteilt 34 Orte teil, 2004 waren es 31. 2005 fanden Versuche an 33 und 2006 an 25 Standorten statt. Für diese Versuche waren keine Projektmittel vorgesehen - sie mussten deswegen teilweise mit geringem Betreuungsaufwand vor Ort laufen. Getestet wurden pro Jahr 10-12 Genotypen in mindestens zwei Wiederholungen mit jeweils einer Pflanze. Die Pflanzen wurden eintrieblich als Stabtomaten im Abstand von 1x1 m gezogen. Ergänzend wurde an vielen Orten der Anbau von Wildtomaten erprobt. Anzucht und Düngung erfolgten ortsüblich. Ein Teil der Versuche war nicht quantitativ auswertbar, lieferte aber Hinweise zur Akzeptanz von Neuerungen und zur Öffentlichkeitsarbeit. Getestet wurden:

- 2003 die aus den Vorarbeiten bekannten Sorten mit interessanter Feldresistenz gegen *Phytophthora* inkl. Wildtomaten;
- 2004 Sorten weitgehend wie im Vorjahr sowie die beste Hybridsorte aus der dreiortigen Sichtung;
- 2005 die besten Sorten aus den dreiortigen Vergleichen 2003-2004 sowie erstmals zwei Kreuzungen aus dem Kreuzungsprogramm. Erkrankte Blätter und Früchte wurden nicht entfernt und es wurde der Ertrag braunfauler Früchte bestimmt, um die Stärke der *Phytophthora*-Infektion zu dokumentieren;
- 2006 die besten Sorten aus der Sortensichtung 2003-2005, dazu Kreuzungen aus dem Kreuzungsprogramm sowie die beiden besten Hybridsorten zum Vergleich.

Teilprojekt 2, Grundlagen für eine regionale ökologische Züchtung.

Die Versuchsorte Schönhagen, Ellingerode und Rhaderfehn.

Die Jungpflanzenanzucht erfolgte für alle Orte gemeinsam im ökologisch geführten Gewächshaus des Departments für Nutzpflanzenwissenschaften in Göttingen. Gepflanzt wurde in jedem Jahr am gleichen Tag; 2003 am 19.5., 2004 am 19.5., 2005 am 25.5. und 2006 am 19.5.. 2004 wurden die Versuche in Schönhagen und Ellingerode durch Spätfröste in den Nächten zum 22., 23. und 24.5. geschädigt. Dadurch wurde die Bonitur der ersten reifen Frucht und die Ertragsenerhebung vereitelt und die Auslese erschwert. Auch die Probenahme und die Merkmalerfassung für die Versuchsteile 2.1 a) und b), 2.3 und 2.4 war durch die direkten Frostschäden sowie durch mangelnden Fruchtansatz bzw. sehr ungleichmäßige Früchte behindert.

Die Düngung der Feldversuche erfolgte durch eingepflügten Mistkompost oder Tiefstallmist. Die Versuchspflanzen wurden im 1x1m-Raster angebaut, um Wechselwirkungen zwischen unterschiedlichen Sortentypen zu vermeiden. Als Stütze wurden halbzöllige Rohre von 75cm Länge zur Hälfte in den Boden geschlagen, in die 2m-Spiralstäbe gesteckt wurden. So wurde eine stabile Führung der Tomaten bis 2m Höhe gewährleistet. Abgesehen vom großzügig bemessenen Standraum wurden bewusst suboptimale Bedingungen geschaffen: Erkrankte Blätter und Früchte wurden nicht entfernt und die Ernte erfolgte 14-tägig, um Infektionen deutlich

werden zu lassen. In Schönhagen und Ellingerode wurden Kartoffeln in der Nähe der Versuche auf der Windseite angebaut. Es folgt die Beschreibung der Versuchsflächen:

- Demeter Saatgut-Gärtnerei in 37318 Schönhagen (Thüringen): 310 m über NN, 550 mm mittlerer Niederschlag, mittlere Temperatur 7,5 °C. Tiefgründiger toniger Auenlehm, 45 Bodenpunkte.
- Bioland-Betrieb Wember in 37217 Ellingerode (Hessen): 200 m über NN, 650 mm mittlerer Niederschlag, mittlere Temperatur 8,5 °C. Braunerde auf Buntsandstein-Lockergestein in Südhanglage, 27 Bodenpunkte. 2003 Hangzugswasser, 2004 trocken.
- Naturland-Betrieb Ehrentraut in 26817 Rhauferdehn (Niedersachsen): 2 m über NN, 780 mm mittlerer Niederschlag. Humoser Sand, von Knicks umfasst, 32 Bodenpunkte. Grundwassereinfluss ab 60 cm Tiefe.

Merkmale wurden wie folgt erfasst:

Phytophthora-Befall an Blatt, Stängel und Frucht wurde nach dem im Projekt entwickelten Schlüssel (siehe Anhang 8) bonitiert. Die Fläche unter der Befallskurve (FUBK) wurde nach der folgenden Formel berechnet (Kranz 1996):

$$FUBK = \sum_{i=1}^{n-1} \left(\frac{x_{i+1} + x_i}{2} \right) (t_{i+1} - t_i)$$

wo x_i = Boniturnote in der jeweiligen Bonitur i , t_i = Abstand in Tagen zwischen den Bonituren und n = Anzahl der Bonituren ist.

Die Höhe der Pflanzen in cm wurde im Früh- und im Hochsommer gemessen. Die Daten waren 2003: Schönhagen 25.6.+9.9.; Ellingerode 25.6.+18.9.; Rhauferdehn 26.6.+12.9.. 2004: Schönhagen 9.7.+26.8.; Ellingerode 9.7.+24.8.; Rhauferdehn 8.7.+25.8.. 2005: Schönhagen 13.7.+25.8.; Ellingerode 14.7.+25.8.; Rhauferdehn 13.7.+24.8.. 2006: Schönhagen 13.7.+21.8.; Ellingerode 15.7.+18.8.; Rhauferdehn 13.7.+18.8..

Die Ernteperiode in Tagen wurde aus der minimal wöchentlich erfolgten Bonitur der ersten reifen Frucht und dem letzten Erntetermin errechnet. In Jahren mit frühen Frösten im Herbst kann es sein, dass die Tomatenpflanzen bereits Mitte September absterben. Deshalb wurden die Erträge bis zum 15.9. als ‚sichere Erträge‘ angegeben und bis zum 15.10. - dem Ende der Versuche – als ‚mögliche Erträge‘.

Der Austrieb aus Blättern und Frucht-(Blüten-)ständen wurde von 1=kein Austrieb bis 9=extremer Austrieb bonitiert.

Der Anteil geplatzter Früchte wurde von 1=keine Platzer bis 9=alle Früchte geplatzt bonitiert. Die Verrechnung der Daten erfolgte mit Plabstat, Version 2N (Utz 1997).

2.1 a) Regionale Standortfaktoren

Für die Vergleiche anderer Jahre mit 2006 wurden die Orte zunächst einzeln verrechnet, da 2003-2005 zwei Wiederholungen mit je zwei Pflanzen angelegt wurden, 2006 aber 3x2 Pflanzen. Für die Verrechnung über mehrere Jahre wurde der Versuchsfehler nicht gepoolt; daher enthält die Dreifachinteraktion einen Teil des Versuchsfehlers.

2.1 b) Regionale Auslese

Der Effekt regionaler Auslese wurde an 3 Kreuzungen in Schönhagen, Ellingerode und Rhau-derfehn erfasst. Verwendet wurden pro Ort:

- Celsior x Matina (2004: 20 F5-Nachkommenschaften je 2x2 Pflanzen)
- Golden Currant x Matina (2004: 9 F3-Nachkommenschaften je 5 Pflanzen)
- Rote Murrel x Campari F1 (2004: 30 F2-Pflanzen)

Die jeweils besten 4-11 Einzelpflanzen wurden 2004 und 2005 nach *Phytophthora*-Toleranz, Ertrag und sonstiger Anbauwürdigkeit an jedem der drei Orte selektiert. Der dreiertige Vergleichsanbau der Nachkommenschaften wurde im Folgejahr als randomisierte Blockanlage mit jeweils 2 Pflanzen in 3 Wiederholungen angelegt. Für Celsior x Matina wurde der Vergleichsanbau bereits 2005 durchgeführt, da aufgrund der fortgeschrittenen Generation eine weitere Differenzierung nicht zu erwarten war.

Die Auslese in Celsior x Matina F5 war 2004 in Schönhagen und Ellingerode durch Spätfrostschäden stark beeinträchtigt: Frühreife und Frühertrag konnten nicht beurteilt werden und auch der Ertrag in Haupt- und Spätsaison war nur begrenzt zu erfassen. Zusätzlich war der Blatt- und Fruchtbefall-Befall durch *Phytophthora* in Schönhagen weniger differenziert, als an den beiden anderen Orten. Deshalb konnte in Schönhagen entgegen der Planung nur schwach selektiert werden (11 statt 5 Pflanzen). Der Vergleich 2005 war dreiertig mit je 2 Pflanzen in 3 Wiederholungen pro Eltersorte und jeder der 13 selektierten Nachkommenschaften angelegt. War aus einer Nachkommenschaft mehr als eine Pflanze selektiert worden, wurden diese Pflanzen zu gleichen Anteilen berücksichtigt.

2.2. Phytomedizinische Analyse

Dieser Versuchsteil ist komplett in Anhang 11 dargestellt.

2.3 Auslese auf *Phytophthora*-Feldresistenz

Um die Auslese auf Feldresistenz gegen *Phytophthora* zu optimieren, wurden Untersuchungen an 3 Kreuzungen unterschiedlich anfälliger Eltern durchgeführt. Angebaut wurden Rote Murrel x Zuckertraube (Schönhagen), Golden Currant x Paprikaförmige (Ellingerode) und Celsior x Paprikaförmige (Rhau-derfehn). Je 10 Elternpflanzen, 10 F₁- und 30 F₂-Pflanzen wurden 2004 nebeneinander angebaut und einzelpflanzenweise bonitiert, um so die Anzahl beteiligter Gene (Castle-Wright-Index) an der *Phytophthora*-Resistenz zu ermitteln und die Hypothese zu überprüfen, dass es sich bei der Feldresistenz um ein komplexes polygenes Merkmal handelt. In Schönhagen und Ellingerode waren die Versuche durch Spätfrost geschädigt.

2005 wurden beide Eltern und Nachkommenschaften der jeweils 5 besten und 5 schlechtesten F₂-Pflanzen aus 2004 verglichen, um zu überprüfen, ob an Einzelpflanzen bereits in der F₂ zuverlässig erblich bedingte Unterschiede in der Feldresistenz gegen *Phytophthora* zu erkennen sind. Die Versuche wurden als randomisierte Blockanlage mit drei Wiederholungen mit jeweils zwei Pflanzen angelegt.

2.4 Auslese auf weitere Zuchtziele

a) Qualitätseigenschaften

Untersucht wurden in Schönhagen F2-Einzelpflanzen (2004) und ihre F3-Nachkommenschaften (2005) der Kreuzungen Rote Murrel x Zuckertraube und Rote Murrel x Campari, sowie die Kreuzung Matina x Golden Currant F4 (2005).

Die sensorische Bonitur wurde 2004 und 2005 von zwei Personen an jeweils zwei Früchten pro Einzelpflanze durchgeführt. Für Süße und Säure bezeichnet 1 die schwächste und 2 die stärkste Ausprägung des Merkmals.

Die Analyse löslicher Feststoffe im Fruchtsaft wurde nach Troost (1980) im Refraktometer Krüss HR 18 durchgeführt.

Die Festigkeit mit und ohne Epidermis wurde an zwei Früchten pro Einzelpflanze mit dem Texture AnalyserTAXT2, Stable Micro Systems, Surrey, England, durchgeführt. Verwendet wurde eine 8mm-Spitze in der Äquatorialebene der Früchte.

Der Ascorbinsäure-Gehalt wurde nach Roe (1961) an gefriergetrocknetem Material bestimmt. Der Lycopene-Gehalt wurde nach George et al. (2004) an gefriergetrocknetem Material bestimmt.

b) Morphologie

Dieser Aspekt wurde untersucht an Golden Currant x Matina F3 und F4 in Ellingerode. 2004 wurden je 5 F3-Pflanzen aus 8 Nachkommenschaft angebaut. Aus jeder Nachkommenschaft wurde eine Einzelpflanze selektiert und 2005 in 2 Wiederholungen mit je 2 Pflanzen in einer randomisierten Blockanlage nachgebaut. Ergänzend wurde eine Rückkreuzung mit Matina untersucht.

Die Messung der Länge der Geiztriebe wurde am 26.8.2004 und 14.7.2005 durchgeführt; davor wurde 14 Tage nicht ausgezeit.

c) Ertragsbildung

Untersucht wurde die Kreuzung Celsior x Matina F5 in Rhaderfehn 2004 in einer randomisierten Blockanlage mit 2 x 2 Pflanzen pro Nachkommenschaft sowie der Nachbau 2005 mit 3 x 2 Pflanzen.

Rückblickend war es nicht sinnvoll, diesen Versuchsteil an einem Ort mit sehr starkem *Phytophthora*-Befall zu bearbeiten. 2006 wurde deshalb zusätzlich in Ellingerode ein Versuch angelegt, in dem F2, F3 und F4 der Kreuzungen 1. Cerise rot groß x Quedlinburger Frühe Liebe und 2. Cerise gelb x Zuckertraube verglichen wurden. Vollständig randomisiert wurden 3 Wiederholungen mit jeweils 5 Pflanzen pro Generation angelegt. Die F3 war dabei aus 2 (1.) bzw. 1 (2.) Nachkommenschaften gemischt, die F4 aus 3 (1.) bzw. 1 (2.).

3. Ergebnisse

3.1 Ausführliche Darstellung der wichtigsten Ergebnisse

Teilprojekt 1: Sortenempfehlung und Bereitstellung von Saatgut für den ökologischen Anbau im Freiland

a) Der Ringversuch

Durch den Ringversuch konnte ein breites Spektrum an fachlichem und sozialem Hintergrund abgedeckt werden. Die Versuchsorte umfassten über Deutschland verteilt Hausgarten, Schau-garten, botanischen Garten, Freilichtmuseum und Jungpflanzen-Gärtnerei bis zum Gemüsebau-Betrieb und zur Forschungseinrichtung.

Frappierend waren die Unterschiede in Erträgen, Ernteperiode und der Fruchtqualität zwischen den Jahren. *Phytophthora* war 2003 an vielen Orten nicht aufgetreten. Während 2004 in Rhaderfehn im feuchten Klima viele Sorten früh abstarben und die Erträge extrem niedrig waren, spielte *Phytophthora* als ertragsbegrenzender Faktor an Orten wie Wiesbaden und Nürtingen erneut keine wesentliche Rolle. Alle im Ringversuch getesteten Genotypen sind in Anhang 1 aufgeführt.

Zur Illustration werden ausgewählte Daten des Ringversuchs 2005 in Tabelle 1 gegeben. Dargestellt sind die minimalen, maximalen und mittleren Erträge je Ort sowie jeweils die Ertrags-Rangfolge aller Sorten. Die Orte sind von Nord nach Süd aufgeführt. Bei der Betrachtung der Werte ist zu berücksichtigen, dass die Versuche unter bewusst suboptimalen Bedingungen angelegt wurden, um Unterschiede in der Feldresistenz gegen *Phytophthora* deutlich werden zu lassen. Erkrankte Pflanzenteile wurden nicht konsequent entfernt. Darüber hinaus erfolgte die Kultur ortsüblich, inkl. großer Unterschiede in der Jungpflanzenanzucht. Die mittleren Erträge pro Pflanze reichten ortsabhängig von weit unter einem halben Kilogramm pro Pflanze bis zu weit über zwei Kilogramm. Die Sorte Hybrid-2 Tarasenko erreichte in Barga sogar einen Ertrag von über 5 kg. Der Einfluss der *Phytophthora*-Infektion auf den Ertrag wird aus dem ebenfalls in Tabelle 1 für einige Orte angegebenen Anteil gesunder Früchte am Gesamtgewicht ‚erntereifer‘ Früchte deutlich: Der marktfähige Anteil konnte fast 80% betragen (Sudershausen, Pillnitz) und im anderen Extrem - bei den Orten mit den niedrigsten Erträgen - unter 20% liegen (Rhaderfehn, Dachau). Unterschiede in der Ernteperiode (Daten nicht gezeigt) spiegeln ebenfalls die unterschiedlichen Standortbedingungen wider. Jede der Sorten belegte sehr unterschiedliche Ränge in der Ertrags-Rangfolge; die Unterschiede nahmen mit der Fruchtgröße zu. Der Ringversuch 2006 (Tab. 2) bestätigte Orts-, Sorten- und Rangfolgenunterschiede. Das Ertragsniveau lag – bedingt durch Witterung und verbessertes Sortenspektrum – fast doppelt so hoch wie 2005. Die Orte sind nach ansteigendem mittlerem Ertrag geordnet; so wird die Interaktion der Genotypen mit der Umwelt deutlich: Phantasia, Z 21, Quadro und Zuchtstamm waren bei niedrigem Ertragsniveau (oberes Drittel der Tab. 2) relativ weniger ertragreich, während Matina, Cerise rot und Resi relativ mehr Ertrag brachten. Die Sorte Celsior ist für den Freiland-Tomatenanbau interessant, weil sie den Ertragsschwerpunkt spät in der Saison hat. Seit 2004 wurden umweltabhängige Wachstumsanomalien beobachtet. Beobachtungen im Ringversuch 2005 sind in Anhang 2 aufgeführt. In Schönhagen wurden 2006 verschiedene Herkünfte und Generationen verglichen. Wachstumsanomalien traten auch an altem Material auf, zu dem es aus dem jeweiligen Anbaujahr keinen Hinweis auf Probleme gab. Nur wenige Einzelpflanzen entwickelten sich normal. Der Einfluss der Umwelt scheint deutlich stärker als eine mögliche erbliche Komponente zu sein; das Phänomen wird weiter verfolgt werden.

Fazit:

Anbauempfehlungen müssen stark gemäß lokaler Standortfaktoren entwickelt werden, da der Mikrostandort einen stärkeren Einfluss haben kann, als die Region. Wir konnten in vier Gemeinden jeweils im Umkreis von maximal 30 km benachbarte Versuche im gleichen Klimaraum beobachten: 1) Die Angaben für Süderstapel und Barga 2005 sind in der Tabelle 1 enthalten. 2) Infektionsverlauf und Ertragsniveau in Rhaderfehn und Wieboldsbur (nicht dargestellt) unterschieden sich 2005 extrem. 3) Der Infektionsbeginn in Emmendingen und Eichsteden 2005 variierte um mehrere Wochen, resultierte in ähnlichen mittleren Erträgen, aber unterschiedlichem Anteil markfähiger Früchte (Tab. 1). 4) Unterschiede zwischen Schönhagen, Witzhausen und Ellingerode sind in den Tabellen 1 und 2 zu finden. Pflanzenbaulich sind diese Beobachtungen nicht einfach zu erklären, da Anzucht und Pflege in diesen Praxis-tests ortsüblich durchgeführt wurden.

Wenn *Phytophthora*-Infektionen bei geringem Befallsdruck nicht der begrenzende Faktor der Produktion sind, kommt eine deutlich größere Gruppe von Sorten für den Anbau in Frage. Darunter sind auch potenziell sehr ertragreiche Sorten, die aber nach Infektionen schnell zusammenbrechen würden; als Beispiel sei Hybrid-2 Tarasenko aus Tabelle 1 genannt. Da die Jahreswitterung nicht absehbar ist, sollte das Risiko zwischen jeweils geeigneten Sorten gestreut werden.

Im Ringversuch deutlich geworden sind viele Sortencharakteristika, wie das typische und nicht krankhafte Blattrollen von Cerise rot und Cerise gelb oder der geringe Fruchtansatz von Resi mit sehr leckeren Früchten und gesundem Laub. Die Versuche haben dazu geführt, fundierte Sortenempfehlungen auszusprechen (siehe Teilprojekt 1 b). Deutlich geworden ist auch, dass diese Empfehlungen differenziert zu geben sind: Geschmacklich werden viele Sorten sehr unterschiedlich bewertet. Sensorische Tests wurden bei vielen Gelegenheiten durchgeführt; sie sind in die Beurteilung der Sorten eingeflossen, sind aber nicht sinnvoll tabellarisch darzustellen. Auch die allgemeine Anbauwürdigkeit ist ortsabhängig; so wurde die Paprikaförmige teilweise als ertragreichste Sorte und leckere Fleischtomate gesehen, während an anderen Orten weder Ertrag noch Qualität akzeptabel waren. Es wäre sinnvoll, durch die Fortführung des Züchtungsprogramms (Teilprojekt 3) mehr Auswahl zu schaffen.

Es bestand bei der Planung der Versuche die Erwartung, dass mit Abnahme der Standortgüte der Ertragsvorteil großfrüchtiger Sorten abnimmt, bzw. im Extrem nur noch kleinfrüchtige Sorten anbauwürdig sind. Diese Erwartung wird aus dem Ringversuch nur begrenzt bestätigt. Es gibt Kombinationen von Ort x Sorte in denen Erträge erreicht wurden, die auch für den Erwerbsanbau interessant sind; an wenigen Orten findet Erwerbsanbau bereits statt.

Intensiv bearbeitet wurde der Anbau der Wildtomaten Rote Murmel und Golden Currant: Die robusten Pflanzen brauchen Raum für ihr starkes Wachstum (mehrtriebiger Anbau am Stab, frei wachsend, im Trichter, am Zaun ...), dann werden sie auch und gerade an Orten mit sehr starker *Phytophthora*-Infektion ertraglich interessant für den Direktverzehr. Mit dem Beitrag von Horneburg und Watschong (2005) „Wildtomaten – mehr als eine Spielerei?“ (Anhang 3) liegen Sorten- und Kulturempfehlungen vor.

Tabelle 1: Erträge im Ringversuch 2005 und Ertrags-Rangfolge

Orte von Nord nach Süd (Minimaler / Maximaler Ertrag in g pro Pflanze/ Anteil gesunder Früchte in %)	Paprikaformige	Z21	Lämpchen	Hybrid-2 Tara- senko	Ouadro	Matina	DF2	Cerise gelb	Cerise rot	Celsior	S 030a	mittlerer Ertrag in g/Pflanze
<i>mittleres Fruchtgewicht in g:</i>	194	101	71	66	57	48	25	17	15	13	3	
Langenhorn (66/1816/*)	2	1	10	11	4	5	3	6	7	8	9	444
Süderstapel (494/3771/*)	4	3	6	1	2	8	5	10	7	9	11	1682
Bargen (835/5088/*)	2	6	9	1	3	5	4	8	7	10	11	2841
Stubbendorf (368/1673/*)	6	1	9	3	2	5	7	4	10	8	11	882
Pulow (782/100/*)	4	2	*	*	3	6	1	9	7	5	8	341
Hamburg (316/1312/*)	2	1	8	9	3	4	7	5	10	6	11	911
Rodenskrug (139/1514/35,9)	9	1	10	2	3	7	5	4	6	8	11	490
Rhauderfehn (0/253/15/*)	5	10	8	10	9	3	6	7	4	1	2	81
Nienburg (0/1261/27,6)	11	1	5	4	2	8	6	9	3	7	10	355
Libbenichen (488/4335/*)	1	5	6	7	2	3	9	8	4	10	11	2488
Berlin (413/3178/*)	1	7	5	6	2	3	4	8	9	10	11	2130
Telgte (530/2915/*)	1	8	11	3	6	2	5	7	4	9	10	1188
Sudershausen (123/785/78,6)	8	1	2	7	3	11	4	6	5	9	10	377
Peckelsheim (216/1358/52,6)	4	3	1	2	6	5	11	7	8	9	10	624
Witzenhausen (618/2076/31,4)	2	1	11	4	3	10	5	7	6	8	9	1159
Schönhagen (445/2447/75,0)	1	4	11	2	6	5	3	8	7	9	10	1257
Ellingerode (380/1670/36,0)	3	2	7	9	6	8	1	4	5	10	11	876
Pillnitz (163/2510/75,9)	3	1	7	4	2	5	6	*	8	9	10	1589
Bonn (870/3606/*)	4	1	2	9	3	5	*	7	6	8	10	2379
Bad Vilbel (310/2905/74,9)	2	3	7	8	1	4	5	9	6	10	11	1851
Nürtingen (125/2334/*)	1	4	8	5	3	2	7	9	6	10	11	942
Dachau (18/255/12,0)	1	2	8	5	3	4	6	9	10	11	7	77
Emmendingen (519/2488/49,4)	1	5	10	3	8	2	9	6	4	7	*	978
Eichstetten (382/815/71,5)	2	7	9	3	5	6	4	8	1	11	10	1035
Salem (74/815/*)	6	1	11	7	5	2	9	4	3	8	10	363
Mittel über alle Orte	2	1	9	5	3	4	6	8	7	10	11	1094

* nicht untersucht

Tabelle 2: Erträge im Ringversuch 2006 und Ertrags-Rangfolge

Orte in aufsteigender Rangfolge nach mittlerem Ertrag (Minimaler / Maximaler Ertrag in g pro Pflanze)	Phantasia	Z21	Quadro	Harz 4	Matina	Zuchtstamm QxM	DF3	DF2	Cerise rot	Resi	Cerise gelb	Philovita	Mittlerer Ertrag
<i>mittleres Fruchtgewicht in g:</i>	100	90	70	65	60	60	40	30	25	20	20	15	
Rhauderfehn (417/1857)	7	5	11	4	3	6	2	12	8	10	9	1	944
Langenhorn (415/2432)	10	4	11	1	2	5	3	6	7	12	8	9	1096
Telgte (585/1613)	10	11	9	1	2	12	7	6	4	5	3	8	1099
Sudershausen(516/2148)	4	3	1	7	2	9	5	8	11	12	10	6	1311
Bonn (732/2123)	1	6	3	10	5	2	4	7	*	11	8	9	1420
Witzenhausen (494/3144)	1	7	8	12	9	4	3	5	2	11	6	10	1454
Bargen (601/2132)	8	3	1	4	6	2	5	10	11	12	7	9	1512
Dachau (698/2215)	1	3	5	9	10	6	2	7	11	12	8	4	1564
Schönhagen (833/2818)	1	2	6	11	4	7	3	8	10	12	9	5	1752
Hamburg (1159/2662)	1	2	9	10	5	4	*	7	8	11	6	3	1941
Berlin (576/4162)	3	9	*	1	2	4	10	7	8	11	5	6	2131
Rodenskrug (1045/3368)	2	5	3	8	6	4	1	7	10	12	9	11	2388
Emmendingen (1035/3873)	2	3	8	1	6	4	9	7	11	12	10	5	2592
Ellingerode (1013/3358)	4	6	7	1	8	5	2	10	11	12	3	9	2594
Bad Vilbel (1000/4660)	1	7	3	4	5	2	9	6	11	12	10	8	2672
Süderstapel (1286/4693)	5	2	7	4	3	8	9	1	11	12	10	6	3343
Libbenichen (924/6682)	1	6	*	3	5	4	7	8	9	11	10	2	3764
Mittlerer Rang über alle Orte	3,6	4,9	6,1	5,4	4,9	5,2	5,1	7,2	8,4	11,2	7,7	6,5	1975
Ertrags-Rangfolge	1	2	7	6	2	5	4	9	11	12	10	8	

* nicht untersucht

b) Sortenempfehlung

Als praktisches Ergebnis des Ringversuches (1 a) und der regionalen Sortenvergleiche (2.1 a) wurden Sortenempfehlungen erarbeitet und Saatgut verfügbar gemacht.

In den Tabellen 3 und 4 sind Ergebnisse der Sortenvergleiche 2005 und 2006 dargestellt, die die Grundlage der abschließenden Sortenempfehlung bilden. Daten der Jahre 2003-2004 sind ergänzend in Anhang 8 (Horneburg 2007a) zu finden. Als allgemeine Tendenz sank mit zunehmender Fruchtgröße die Wuchshöhe, die Reife setzte später ein und die Anfälligkeit für Braunfäule nahm zu. Frühzeitigkeit ist im Freilandanbau von immenser Bedeutung, da die Saison oft witterungsbedingt begrenzt ist; Cerise Gelb und Rot, Quedlinburger Frühe Liebe, Matina und die extrem großfrüchtige Paprikaförmige waren in ihrer jeweiligen Gruppe hervorstechende Sorten. In der engen Auswahl von 44 Sorten befanden sich, verglichen mit der Standardsorte Matina, überdurchschnittlich viele langwüchsige Sorten mit Höhen über zwei Metern zum Messzeitpunkt; Z 21 und Lämpchen sollen speziell genannt werden. Der Braunfäule-Befall in der jeweiligen Größenklasse war 2003-2004 bei Celsior, LYC 2466 und Z 21 am geringsten.

Der Anteil der Handelssorten betrug 2004 11,4% und sank in der Auswahl für 2005 auf 9,1%. Der Anteil der Herkünfte von Initiativen und privat machte 50,0 bzw. 59,1% aus und entsprechend lag der Anteil der Genbank-Akzessionen bei 38,6 bzw. 31,8%. Für Fruchtgrößen unter 48 g (Wild-, Cocktail- und kleine Salattomaten) gab es keine Handelssorten in dieser engeren Auswahl. Neuere Handelssorten waren ausschließlich Hybriden, die nicht nachbau- und entwicklungsfähig sind. Aus dieser Gruppe blieb nur eine Sorte in der Auswahl für 2005.

In Anhang 1 sind alle im Ringversuch 2003-2006 angebauten Sorten und Kreuzungen beschrieben. Die folgenden Sorten sind die ‚Top Ten‘ von ca. 3500 Akzessionen der Sortensichtung. Saatgut aus regionaler ökologischer Produktion ist erhältlich über die Dreschflegel GbR, Witzenhausen. Für jede Nutzungsform von Wildtomate bis Fleischtomate ist mindestens eine Sorte empfehlenswert. Nicht jede ist für jeden Standort geeignet! Angegeben ist jeweils das mittlere Fruchtgewicht:

- Wildtomate **Rote Murrel**, ca. 2g
- Wildtomate **Golden Currant**, ca. 6g
- Cocktailltomate **Celsior**, ca. 10-15g
- Cocktailltomate **Resi Gold**, ca. 20g
- Cocktailltomate **Cerise gelb**, ca. 20g
- Cocktailltomate **Cerise rot**, ca. 25g
- Salattomate **Matina**, ca. 60g
- Kochtomate **Quadro/ de Berao** ca. 70g
- Salattomate **Rote Zora (Z21)**, ca. 90g
- Fleischtomate **Paprikaförmige**, ca. 200g

c) Jungpflanzenbetriebe

Um für den Hausgarten geeignete Sorten speziell vermarkten zu können, wurde eine Zusammenarbeit mit Jungpflanzenbetrieben aufgebaut. Bis zum Frühjahr 2007 war die Zahl der Gärtnereien bzw. Initiativen, die Jungpflanzen anbieten, auf 13 angestiegen. Die Einrichtungen liegen im Bundesgebiet verteilt in 14195 Berlin, 25842 Langenhorn, 26624 Wiegboldsbur, 29416 Riebau, 29614 Soltau, 33619 Bielefeld (konventionell), 35085 Ebsdorfer Grund, 37202 Witzenhausen, 37345 Silkerode, 38162 Schandelah, 65191 Wiesbaden, 74379 Ingersheim und 97877 Wertheim. Als Versuchsballon ist dabei die Zusammenarbeit mit der konventionellen Gärtnerei in Bielefeld zu betrachten: Erstmals kamen Wildtomaten in das Sortiment von Baumärkten; angeboten wurden Jungpflanzen der besonders empfehlenswerten Sorte Golden Currant.

Für die Stände wurde seit Beginn des Projektes ein Poster mit Projekt- und Sortenbeschreibungen verwendet. Aus den Projektergebnissen wurde ein Faltblatt entwickelt (siehe Anhang 12), das die Spitzensorten beschreibt sowie Hintergründe und Anbautipps gibt. Auch dieser Projektteil wurde in der Fachpresse vorgestellt (Horneburg 2007c).

In der Saison 2005 wurde beim Jungpflanzenverkauf eine Rückmelde-Postkarte an die KundInnen verteilt, um zu prüfen, ob das feedback aus der kleingärtnerischen Praxis noch zu verbessern ist. Dieser Weg hat sich als nicht gangbar erwiesen: Der Zeitraum zwischen Erhalt der Karte im Mai und dem Ende der Saison in September oder Oktober ist zu lang, um einen auswertbaren Rücklauf zu gewährleisten. Ein zuverlässiges feedback muss weiterhin über Ringversuche und Jungpflanzenbetriebe laufen.

Die Bachelorarbeit von Magdalena Siebold (2006) „Gläserne Produktion am deutschen Tomatensaatgutmarkt? Aktuelle Saatgutflüsse und Bedarfskalkulationen“ konnte eindrucksvoll die Bedeutung eines qualifizierten Sortenangebots für den Selbstversorgungs-Anbau belegen: Während erwerbsmäßig in Deutschland etwa 10 Mio. Pflanzen angebaut wurden, waren es im ‚Hobby‘-Bereich ca. 30 Mio. Pflanzen. Das erzeugte Gesamtgewicht an Früchten lag in beiden Bereichen bei ca. 60.000 t.

Tabelle 3: Dreiertiger Vergleich von 38 Sorten und Kreuzungen 2005 – Ertrag, Ernteperiode und Befall durch Kraut- und Braunfäule (Fläche unter der Befallskurve) in Schönhagen (S), Ellingerode (E) und Rhauderfehn (R)
Die Auswahl für 2006 ist **fett und kursiv** markiert. Sortierung nach zunehmendem Fruchtgewicht

Nr.	Sorte/Kreuzung	Her- kunft ¹⁾	Mittleres Fruchtge- wicht in g S	Ertrag bis 15.9. in g				Ertrag bis 15.10. in g				Ernteperiode in Tagen				Kraut- fäule FUBK dreiertig	Braun- fäule FUBK dreiertig
				S	E	R	Mittel	S	E	R	Mittel	S	E	R	Mittel		
2	S 030a	GB	3	290	248	93	210	445	402	174	340	85	71	68	74	253	77
66	LYC 2470	Gat	8	110	286	136	177	276	350	184	270	57	61	57	58	175	125
153	LYC 2410	Gat	12	269	291	27	196	433	339	34	269	49	50	24	41	290	206
8	Celsior	DF	13	373	361	150	295	545	503	253	433	68	57	44	56	277	147
7	Resi	GB	15	305	391	72	256	433	595	149	392	58	57	39	51	169	116
9	Cuban Pink	GB	16	148	624	188	320	334	952	224	504	58	50	44	51	237	151
10	Galina Siberian Cherry	GB	17	508	441	69	339	513	511	69	364	51	53	16	40	322	233
14	Cerise gelb	DF	17	573	756	47	459	1032	1099	55	728	73	64	35	57	191	132
226	Philovita F1	DR	20	1270	1118	434	940	1735	1795	660	1397	64	57	51	57	233	120
13	Cerise rot	DF	23	808	765	65	546	1107	918	114	713	66	71	62	66	210	162
167	Celsior x Matina F6	X	26	1031	1355	271	886	1366	1844	408	1206	69	68	41	59	252	181
168	Golden Currant x Matina F4	X	26	1665	1163	45	958	2104	1658	49	1270	75	61	24	53	259	213
65	LYC 2469	Gat	31	258	368	0	209	435	508	0	314	51	43	0	31	235	184
83	Quedlinburger Frühe Liebe	Gat	32	1138	674	53	621	1146	681	53	627	57	32	12	34	352	315
62	LYC 2466	Gat	37	124	356	0	160	209	356	0	188	31	21	0	17	263	219
61	LYC 2465	Gat	37	236	455	0	230	266	555	0	274	49	43	0	31	255	211
129	Rosa Roma	JK	46	788	1168	37	664	1073	1451	37	854	49	54	11	38	273	193
50	Matina	DF	50	1489	435	79	668	1492	466	79	679	52	57	17	42	318	265
73	Ostravske Rane	Gat	51	1651	1063	126	946	1658	1136	126	973	51	43	25	40	344	305
91	Harz IV	X	57	2199	654	23	959	2209	770	23	1000	38	54	7	33	324	283
227	Goldene Königin	SQ	58	975	363	25	454	984	413	25	474	38	43	2	28	313	291
49a	Zuchtstamm 4.9-3/04	SM	65	1097	1434	0	843	1626	1766	0	1131	59	57	0	39	209	190
146	Pfirsichhäutige	AN	72	964	739	0	568	964	764	0	576	21	22	0	14	297	291
131	Baumtomate	Zo	73	891	641	121	551	1319	825	121	755	47	39	2	29	220	184
69	Hybrid-2 Tarasenko	GB	74	1726	448	0	725	2097	539	0	879	45	29	0	25	252	194
198	Harzfeuer F1	BN	77	1282	1220	0	834	1295	1220	0	838	48	35	0	28	331	306

Tabelle 3 (Fortsetzung)

Nr.	Sorte/Kreuzung	Her- kunft 1)	Mittleres Fruchtge- wicht in g S	Ertrag bis 15.9. in g				Ertrag bis 15.10. in g				Ernteperiode in Tagen				Kraut- fäule FUBK dreiertig	Braun- fäule FUBK dreiertig
				S	E	R	Mittel	S	E	R	Mittel	S	E	R	Mittel		
140	LYC 2454	Gat	85	835	233	0	356	1412	474	0	629	45	29	0	25	222	217
49b	Zuchtstamm 22.5-4/04	SM	87	1112	613	0	575	1328	871	0	733	45	43	0	29	223	195
48	Quadro	SM	89	590	513	0	368	1119	904	30	684	50	43	0	31	211	189
92	Lämpchen	GB	91	299	554	36	296	304	666	36	335	14	29	0	14	286	226
68	Z 21	GB	98	1186	946	0	711	1622	1476	0	1033	55	36	0	30	230	160
228	Phantasia F1	BN	101	1182	1041	507	910	1595	2194	684	1491	53	50	50	51	231	148
42	Vitella F1	BN	105	748	810	0	519	748	810	0	519	15	18	0	11	300	290
75	Catalana	Gat	123	480	0	0	160	480	31	0	170	16	0	0	5	326	316
184	Ferline F1	TM	130	1233	660	0	631	1667	815	0	827	30	25	0	18	218	216
43	Paprikaförmige	DF	211	2422	1138	63	1207	2447	1138	63	1216	35	15	4	18	282	229
117	Schlesische Himbeer	AN	221	2166	2010	0	1392	2278	2085	0	1454	41	32	0	24	290	251
119	Domaca Pfarrgarten	AN	247	934	159	0	364	1014	159	0	391	19	4	0	8	219	261
	Mittel		67	930	697	70	566	1134	896	96	709	48	42	17	36	260	210

1) AN=Arche Noah, BN=Bruno Nebelung, DF=Dreschflegel, DR=De Ruiter, Gat=Genbank des IPK Gatersleben, GB=Privates SamenArchiv Gerhard Bohl, JK=Jürgen Koch, SM=Spieß/Matthes, SQ=Saatzucht Quedlinburg, TM=Thomson&Morgan, Zo=Zollinger X=im Projekt entstanden

In Ellingerode wurde bei mindestens einer Pflanze der Sorten 75, 119, 140, 184 keine Frucht geerntet. In Schönhagen konnten alle Pflanzen beerntet werden. In Rhaudefehn wurde bei mindestens einer Pflanze der Sorten 14, 42, 43, 48, 49b, 50, 61, 62, 65, 68, 69, 75, 91, 92, 117, 119, 129, 131, 140, 146, 153, S 168-2, 198, 227 keine Frucht geerntet.

Tabelle 4: Dreiertiger Vergleich von 30 Sorten und Kreuzungen 2006 – Ertrag, Ernteperiode und Befall durch Kraut- und Braunfäule (Fläche unter der Befallskurve) in Schönhagen (S), Ellingerode (E) und Rhauferhn (R)

Im Projekt entstandene Kreuzungen sind **fett** markiert

Nr.	Sorte/Kreuzung	Herkunft 1)	Mittleres Frucht- gewicht in g	Ertrag bis 15.9. in g				Ertrag bis 15.10. in g				Ernteperiode in Tagen				Kraut- fäule FUBK dreiertig	Braun- fäule FUBK dreiertig
				S	E	R	Mittel	S	E	R	Mittel	S	E	R	Mittel		
264	Sliwowidnij	GB	10	1189	1142	837	1056	2311	2390	863	1855	57	65	29	50	233	153
232-2-1	Rote Murrel x Cerise rot groß F4	X	14	351	569	439	453	675	824	588	696	65	68	61	65	186	106
226	Philovita F1	DR	18	622	1081	880	861	1677	2420	1857	1985	70	69	71	70	190	99
14	Cerise gelb	DF	22	732	845	593	723	1442	1860	659	1320	75	71	49	65	165	107
7	Resi	GB	22	360	419	298	359	833	1013	655	834	61	61	61	61	118	93
225-4-1	Cerise gelb x Zuckertraube F4	X	24	953	1361	603	972	2408	3271	690	2123	72	70	51	64	158	116
13	Cerise rot	DF	24	526	827	632	662	1259	1722	869	1283	72	70	70	70	169	107
S 167-3-1	Celsior x Matina F7	X	29	662	1005	705	791	1739	2351	844	1645	71	69	59	66	228	119
219-2-1	Cerise rot gr. x Quedlinb. Fr. Liebe F4	X	29	657	1107	809	858	1666	2664	898	1743	78	77	62	72	203	121
168-2	Golden Currant x Matina F6 gelb	X	31	577	794	376	582	1595	2320	417	1444	77	77	57	70	169	112
217-2	(Golden Currant x Campari F1) F4	X	31	403	759	374	512	1138	1992	472	1200	76	66	39	60	183	117
168-3	Golden Currant x Matina F6 rot	X	37	995	1840	1162	1332	2253	3330	1353	2312	70	66	64	67	187	111
129	Rosa Roma	JK	49	617	1250	715	860	1109	2481	741	1444	71	64	40	59	239	115
49a	Zuchtstamm QxM 4.9 2-1.9-05	SM	60	625	1134	860	873	1531	2878	907	1772	61	63	46	57	173	106
263	Kr. 4	SM	62	853	1253	888	998	2331	3021	1034	2129	66	63	52	60	183	115
227	Goldene Königin	SQ	62	528	1289	712	843	1408	2608	712	1576	68	64	25	52	252	148
50	Matina	DF	62	976	1511	1110	1199	1977	2510	1113	1867	71	69	35	58	246	143
73	Ostravske Rane	Gat	62	600	871	482	651	1165	2261	482	1303	76	76	32	61	261	160
198	Harzfeuer F1	BN	64	894	1499	1093	1162	2107	2596	1093	1932	71	70	31	57	252	163
91	Harz IV	X	65	678	1555	1050	1094	1164	3129	1050	1781	71	71	31	58	252	148
131	Baumtomate	Zo	75	498	1236	462	732	1209	3358	481	1683	56	56	25	46	179	114
48	Quadro	SM	84	585	1000	524	703	1735	2520	635	1630	50	56	31	45	181	109
69	Hybrid-2 Tarasenko	GB	85	626	1063	471	720	1100	2351	471	1307	40	48	15	35	207	113
201-10-1	Celsior x Paprikaförmige F4	X	89	1105	1690	1308	1367	1896	2885	1374	2052	69	61	60	63	239	112

Tabelle 4 (Fortsetzung)

Nr.	Sorte/Kreuzung	Herkunft 1)	Mittleres Frucht- gewicht in g	Ertrag bis 15.9. in g				Ertrag bis 15.10. in g				Ernteperiode in Tagen				Kraut- fäule FUBK dreiertig	Braun- fäule FUBK dreiertig
				S	E	R	Mittel	S	E	R	Mittel	S	E	R	Mittel		
265	Moneymaker	Gat	90	450	777	357	528	1267	2246	357	1290	51	48	13	37	226	158
68	Z 21	GB	92	701	1094	742	846	1688	2560	944	1730	53	57	38	49	192	105
228	Phantasia F1	BN	102	662	917	607	729	2818	3229	874	2307	52	60	49	54	212	105
200-2	Golden Currant x Paprikaförmige F5	X	109	383	1740	127	750	1253	2967	127	1449	76	66	21	54	203	133
117	Schlesische Himbeer	AN	209	838	2067	1457	1454	1123	2449	1457	1676	35	40	21	32	224	130
43	Paprikaförmige	DF	212	960	2238	1537	1579	1291	2683	1537	1837	42	46	23	37	241	127
	Mittelwert		64	687	1198	740	874,9	1572	2496	852	1640	64	64	42	56	205	122

1) AN=Arche Noah, BN=Bruno Nebelung, DF=Dreschflegel, DR=De Ruitter, Gat=Genbank des IPK Gatersleben, GB=Privates SamenArchiv Gerhard Bohl, JK=Jürgen Koch, SM=Spieß/Matthes, SQ=Saatzucht Quedlinburg, TM=Thomson&Morgan, Zo=Zollinger X=im Projekt entstanden

Teilprojekt 2: Grundlagen für eine regionale ökologische Züchtung

2.1 Züchtungsmethodische Untersuchungen zur regionalen Differenzierung

- a) Wie stark ist die Anbaueignung von Sorten durch regionale Standortfaktoren bestimmt?

Die Jahreswitterung variierte im Versuchszeitraum erheblich:

2003 war für den Anbau von Tomaten im Freiland sehr günstig. Hohe Temperaturen und geringe Niederschläge im heißesten Sommer seit Beginn der Aufzeichnungen begünstigten die Tomaten in der Interaktion Pflanze-Pilz. *Phytophthora* trat in Ellingerode nicht auf.

2004 war geprägt durch Kälte in Mai und Juni. Die Versuche in Ellingerode und Rhaderfehn wurden durch Spätfröste geschädigt.

2005 gab es eine Kälteperiode in der ersten Augushälfte, die in Schönhagen und Ellingerode zur Schwächung der Tomaten und anschließendem *Phytophthora*-Befall führte.

2006 gab es ebenfalls eine kalte Periode im August, aber anschließend einen langen, warmen und sonnigen Herbst mit sehr guten Erträgen, soweit es noch Ertragspotential gab.

Einige Ergebnisse zu diesem Thema wurden bereits oben unter 1 a) Ringversuch dargestellt. Für eine detaillierte statistische Analyse wurden die Daten der Sortenvergleiche in Schönhagen, Ellingerode und Rhaderfehn in den Jahren 2003-2006 ausgewertet. Betrachtet werden konnten 4 Zeiträume von 2-4 Jahren mit 10-44 Sorten.

In Tabelle 5 sind zusammengefasste Ergebnisse der varianzanalytischen Auswertung dargestellt. Die gesamte Varianzanalyse findet sich in Anhang 4-7.

Für den Krautfäulebefall waren die Interaktionen der Sorten mit Orten und mit den Jahren im Verhältnis zur Sortenvarianz relativ klein. Für den Braunfäulebefall waren die Interaktionen der Sorten mit den Jahren größer; die Interaktionen der Sorten mit den Orten waren unbedeutend. Für beide Merkmale waren die Interaktionen zwischen Sorten, Orten und Jahren groß, insbesondere durch das Jahr 2003. In Ellingerode traten 2003 weder Kraut- noch Braunfäule auf. Die Heritabilität war insgesamt hoch und für den Krautfäulebefall größer als für den Braunfäulebefall; tendenziell ist also die Selektion auf Feldresistenz gegen Krautfäule effektiver durchzuführen als Braunfäule.

Für den prozentualen Zuwachs gab es lediglich 2005-2006 nennenswerte Interaktionen der Sorten mit den Orten; die Interaktionen mit den Jahren waren teilweise erheblich. Für den Ertrag der Jahre 2005-2006 gab es keine Interaktion der Sorten mit den Orten oder Jahren, aber die Dreifachinteraktion war sehr groß. Große Interaktionen der Sorten mit den Orten gab es für die Merkmale Ernteperiode und maximal beerntete Etage.

Zusammenfassend waren für den *Phytophthora*-Befall an Blatt und Frucht die Sortenunterschiede der wichtigste Aspekt. Standortspezifische Sorteneignung trat nur in geringem Maß auf. Für die Auslese auf Braunfäule-Feldresistenz war der mehrjährige Test zielgerichteter als der mehrortige Test. Am Merkmal prozentualer Zuwachs war keine standortspezifische Anpassung zu erkennen. Die hohen Werte für die Heritabilität belegen, dass in dem gegebenen Versuchsumfang die Variabilität für alle Merkmale zuverlässig beurteilt werden konnte.

Tabelle 5: Varianzkomponenten für Krautfäule, Braunfäule, prozentualen Zuwachs und Ertragsparameter in 4 Zeiträumen und Sortengruppen.

Jahre	Zahl Sorten	Varianzkomponenten				Heritabilität
		Sorten	Sorten x Orte	Sorten x Jahre	Sorten x Orte x Jahre	
Krautfäule						
2003-2004	44	1051**	0	266.8**	1053**	86.61
2003-2005	22	1588**	57.02	224.6**	605.0**	94.31
2003-2006	10	1772**	146.8*	76.85	629.5 ¹⁾	96.11
2005-2006	17	1993**	206.3*	49.32	373.8 ¹⁾	95.82
Braunfäule						
2003-2004	44	969.8**	0	354.9**	1291**	81.74
2003-2005	22	1512**	74.31	653.9**	708.5**	85.86
2003-2006	10	784.7**	84.41+	429.4**	481.1 ¹⁾	84.18
2005-2006	17	1284**	77.12	734.1**	483.4 ¹⁾	74.15
Prozentualer Zuwachs						
2003-2004	44	819.9**	23.78	200.5**	64.66	83.20
2003-2005	22	530.8**	0	195.4**	128.9*	84.55
2003-2006	10	217.5**	0	0	424.1 ¹⁾	87.11
2005-2006	17	113.5*	30.16*	87.34**	72.18 ¹⁾	67.07
Ernteperiode						
2005-2006	17	129.5**	35.92*	6.606	55.73 ¹⁾	91.14
Maximal beerntete Etage						
2005-2006	17	1.958**	0.236+	0	0.717 ¹⁾	95.61
Ertrag bis 15.9.						
2005-2006	17	67175**	0	0	105564 ¹⁾	85.26
Ertrag bis 15.10.						
2005-2006	17	73574**	0	0	186407 ¹⁾	79.04

0 wurde eingesetzt, wo die Schätzwerte negativ waren

¹⁾ Der Schätzwert enthält einen Teil des Versuchsfehlers und wurde nicht statistisch geprüft

b) Führt die Auslese an mehreren Orten zu einer regionalen Differenzierung?

Die Ergebnisse der dreierortigen Selektion sind in den Tabellen 6 bis 8 dargestellt. Der Auslese-Ort Rhauferfeln war geprägt durch die gute Wasserversorgung mit hoch anstehendem Grundwasser (Ortsbeschreibungen siehe auch Material und Methoden): Die Höhe der Pflanzen nahm in der Reihenfolge Rhauferfeln > Schönhagen > Ellingerode ab. Bei der Kreuzung Celsior x Matina waren die Werte durch Wachstumsanomalien überlagert; dabei war das Längenwachstum stark reduziert und die Blätter brachen am Blattgrund leicht ab. Das Ertragsniveau war in Ellingerode am höchsten, gefolgt von Schönhagen. In Rhauferfeln wurde der Ertrag durch *Phytophthora*-Infektionen deutlich begrenzt, erkennbar an der stark verkürzten Ernteperiode. Interessant ist die unterschiedliche Dynamik der Ertragsbildung der Kreuzungen Golden Currant x Matina und Rote Murrel x Campari F1: Erst mit dem Spätertrag war der Standort Schönhagen ertragreicher als Rhauferfeln. In Rhauferfeln traten deutlich mehr geplatze Früchte auf.

Der *Phytophthora*-Blattbefall war in der Auslese Schönhagen in zwei Fällen verstärkt (Celsior x Matina, Rote Murrel x Campari F1); die Auslese in Ellingerode führte bei Rote Murrel x Campari F1 zu reduziertem Befall. Braunfäule der Früchte trat in Golden Currant x Matina und Rote Murrel x Campari F1 in der Auslese Rhauferfeln am wenigsten auf; in Celsior x Matina und Rote Murrel x Campari F1 war der Befall in der Auslese Schönhagen am stärksten. Eine standortspezifische Anpassung, d.h. relativ bessere Eigenschaften einer Auslese am Ort ihrer Selektion, war lediglich im Braunfäulebefall in Rote Murrel x Campari F1 in Ellingerode zu beobachten.

Die Ertragsmessungen zeigten für beide Zeiträume (bis 15.9. bzw. 15.10.) im Mittel aller drei Orte bei allen drei Kreuzungen eine Überlegenheit der Auslese Ellingerode. In Celsior x Matina hatte die Auslese Schönhagen die geringsten Erträge; in den beiden anderen Kreuzungen war die Auslese Rhauferfeln teilweise deutlich ertragsschwächer. In einigen Fällen ist ein standortspezifisch positiver Effekt der Auslese dokumentiert: In der Kreuzung Golden Currant x Matina waren die Auslesen Schönhagen und Ellingerode jeweils am Ort der Auslese in beiden Zeiträumen am ertragreichsten. Die Auslese Rhauferfeln war bei der Prüfung in Rhauferfeln relativ ertragreicher, als an den anderen Orten, erreichte den Ertrag der Auslese Ellingerode jedoch nicht. In der Kreuzung Rote Murrel x Campari F1 war die Auslese Schönhagen in Schönhagen bis Mitte September am ertragreichsten. In beiden Kreuzungen war die Auslese Rhauferfeln bei der Prüfung in Rhauferfeln relativ ertragreicher, als an den anderen Orten, erreichte aber den Ertrag der Auslese Ellingerode nicht. Eine Standortanpassung, die sich allerdings nicht im Ertrag spiegelte, war auch in Celsior x Matina zu beobachten: In vier Nachkommenschaften, die in Schönhagen bzw. Ellingerode selektiert worden waren, gab es Pflanzen, die in Rhauferfeln einen satten Nullertrag einfuhren, während alle Pflanzen der Auslese Rhauferfeln beerntet werden konnten.

Für das Merkmal erste erntebare Frucht gab es an jedem Ort der Auslese positive wie negative Effekte.

In den Kreuzungen Golden Currant x Matina und Rote Murrel x Campari F1 resultierte die Selektion in Rhauferfeln in der längsten Ernteperiode; in Celsior x Matina war die Auslese Ellingerode bevorzugt. Teilweise war die längere Ernteperiode durch den früheren Erntebeginn bedingt.

In Rhauferfeln wurde in jedem Fall indirekt auf geringeres Fruchtgewicht selektiert. Besonders deutlich war das in der Kreuzung Rote Murrel x Campari F1. Hier könnte die Selektion kleinfrüchtiger Genotypen das Ertragsniveau negativ beeinflusst haben. In Schönhagen wurden in Celsior x Matina etwas größere Früchte ausgewählt, als an den übrigen Orten und in Ellingerode deutlich größere Früchte in Golden Currant x Matina.

Die Auslese resultierte in geringfügig größerer Höhe der Pflanzen in Schönhagen (Celsior x Matina, Golden Currant x Matina) bzw. Rhauferfeln (Rote Murrel x Campari F1).

In Celsior x Matina erhöhte die Auslese in Ellingerode die Zahl der maximal beernteten Etagen leicht. In Golden Currant x Matina und Rote Murrel x Campari F1 war die Auslese in Rhauferfeln erfolgreicher; dieser Effekt trat besonders deutlich bei der Prüfung in Rhauferfeln hervor und deutet eine standortspezifische Anpassung an.

Für die Merkmale Austrieb aus den Blättern und Austrieb aus den Blütenständen gab es an jedem der Auslese-Orte positive wie negative Effekte.

Die Bonitur der geplatzten Früchte ergab deutlich niedrigere Werte für die Auslese Rhaudefehn. Für Celsior x Matina liegen keine Beobachtungen vor.

Die unterschiedlichen Selektionsbedingungen an den drei Orten werden beim Vergleich von Ertrags- und *Phytophthora*-Befallsdaten deutlich (Tab. 9): Der *Phytophthora*-Befall war in Rhaudefehn in den Jahren der Auslese und im Jahr der Prüfung deutlich höher, als an den beiden anderen Orten. Die kleinfrüchtige Sorte Celsior war dort in beiden Jahren (2004 und 2005) der zweiten Elternsorte Matina im Gegensatz zu beiden anderen Orten überlegen. Im Vergleichsanbau 2006 war das Ertragsniveau deutlich höher, als in beiden Jahren der Auslese. Bei niedrigem Ertragsniveau ist der experimentelle Fehler entsprechend groß. Auslesekriterien können unterschiedlich gewichtet sein.

Nach einem Ausleseschritt in Celsior x Matina bzw. zwei Ausleseschritten in Golden Currant x Matina und Rote Murre x Campari F1 ergab sich ein differenziertes Bild: Die Auslese in Rhaudefehn, dem Ort mit dem stärksten *Phytophthora*-Infektionsdruck, führte nicht direkt zu erhöhter Feldresistenz; Ernteperiode und maximal beerntete Etage wurden jedoch verbessert. Die aus der dreierartigen Auslese resultierenden relativen Unterschiede im Ertrag waren deutlich größer, als Unterschiede im Befall durch Kraut- und Brautfäule. In Rhaudefehn, dem Ort mit dem höchsten Anteil an geplatzten Früchten, wurde indirekt auf platzfestere Früchte selektiert. In Ellingerode, einem Ort mit flachgründigem und trockenem Boden, waren das hohe Ertragsniveau und die erfolgreiche Auslese auf Ertrag überraschend. Eine denkbare Erklärung könnte die unterschiedliche Gewichtung der Auslesekriterien sein: Wenn bei geringem Infektionsdruck selektiert, bzw. der Vergleichsanbau durchgeführt wird, wird der Ertrag stärker gewichtet. Teilweise standortspezifische Anpassung wurde für Ertrag - deutlich bei Golden Currant x Matina - Ernteperiode und maximal beerntete Etage beobachtet, aber kaum für Kraut- und Brautfäule-Feldresistenz.

Tabelle 6: Effekt dreierortiger Auslese in der Kreuzung Celsior x Matina F5: Ertrag und *Phytophthora*-Befall Reifezeit, Ernteperiode und mittleres Fruchtgewicht in der F6-Generation 2005

Unterstrichen: Leistung am Ort der Auslese

Prüfort 2005	Ort der Auslese 2004			Mittel aller Nachkommenschaften
	Schönhagen (11 Nachkommenschaften)	Ellingerode (4 Nachkommenschaften)	Rhauderfehn (4 Nachkommenschaften)	
Krautfäule Fläche unter der Befallskurve				
Schönhagen	<u>258</u>	251	224	255
Ellingerode	227	<u>223</u>	244	225
Rhauderfehn	397	380	<u>379</u>	396
Mittel	294	285	282	292
Braunfäule Fläche unter der Befallskurve				
Schönhagen	<u>138</u>	116	118	134
Ellingerode	159	<u>154</u>	157	158
Rhauderfehn	383	364	<u>367</u>	382
Mittel	227	211	214	225
Ertrag pro Pflanze bis 15.9. in g				
Schönhagen	<u>831</u>	1051	950	856
Ellingerode	1115	<u>1383</u>	1271	1150
Rhauderfehn	87	129	<u>114</u>	102
Mittel	678	854	778	703
Ertrag pro Pflanze bis 15.10. in g				
Schönhagen	<u>1058</u>	1370	1206	1090
Ellingerode	1335	<u>1742</u>	1568	1375
Rhauderfehn	98	153	<u>136</u>	115
Mittel	830	1088	970	860
Zahl der Früchte bis 15.9.				
Schönhagen	<u>34,2</u>	44,2	40,6	35,3
Ellingerode	37,8	<u>45,9</u>	43,2	39,0
Rhauderfehn	4,2	6,3	<u>5,2</u>	5,0
Mittel	25,4	32,1	29,6	26,4
Zahl der Früchte bis 15.10.				
Schönhagen	<u>44,9</u>	60,5	53,2	46,6
Ellingerode	46,9	<u>60,5</u>	55,4	48,5
Rhauderfehn	5,2	8,4	<u>6,8</u>	6,0
Mittel	32,3	43,1	38,5	33,7
Mittleres Fruchtgewicht in g				
Schönhagen	<u>25,9</u>	23,0	23,0	25,4
Ellingerode	31,8	<u>29,4</u>	29,1	31,3
Rhauderfehn	*	*	<u>21,8</u>	*
Mittel	*	*	26,1	*
Erste erntebare Frucht, Tage nach Pflanzung				
Schönhagen	<u>70,4</u>	66,9	68,0	70,1
Ellingerode	75,7	<u>75,8</u>	75,2	76,5
Rhauderfehn	*	*	<u>80,4</u>	*
Mittel	*	*	74,5	*
Ernteperiode in Tagen				
Schönhagen	<u>64,2</u>	71,3	69,6	65,0
Ellingerode	56,8	<u>62,4</u>	60,5	56,5
Rhauderfehn	21,1	34,3	<u>28,2</u>	24,2
Mittel	47,4	56,0	52,8	48,6

Tabelle 6 (Fortsetzung)

Prüfort 2005	Ort der Auslese 2004			Mittel aller Nachkommenschaften
	Schönhagen (11 Nachkommenschaften)	Ellingerode (4 Nachkommenschaften)	Rhauderfehn (4 Nachkommenschaften)	
Höhe im Frühsommer in cm				
Schönhagen	<u>96</u>	88	84	94
Ellingerode	110	<u>103</u>	101	108
Rhauderfehn	101	92	<u>90</u>	99
Mittel	102	94	91	100
Höhe im Hochsommer in cm				
Schönhagen	<u>170</u>	154	149	166
Ellingerode	194	<u>178</u>	179	191
Rhauderfehn	150	135	<u>133</u>	146
Mittel	171	155	153	167
Austrieb Blatt				
Schönhagen	<u>3,3</u>	3,3	3,8	3,1
Ellingerode	2,3	<u>2,8</u>	3,0	2,2
Rhauderfehn	3,7	3,4	<u>3,8</u>	3,6
Mittel	3,1	3,2	3,5	3,0
Austrieb Fruchtstand				
Schönhagen	<u>0,0</u>	0,0	0,0	0,0
Ellingerode	4,8	<u>6,2</u>	6,3	5,1
Rhauderfehn	2,5	<u>2,5</u>	<u>2,8</u>	2,5
Mittel	2,4	2,9	3,0	2,5
Bonitur der Deformationen				
Schönhagen	<u>1,2</u>	1,2	1,2	1,2
Ellingerode	1,0	<u>1,0</u>	1,0	1,0
Rhauderfehn	1,7	1,9	<u>1,8</u>	1,8
Mittel	1,3	1,4	1,3	1,3

* In den in Schönhagen bzw. Ellingerode selektierten Einzelpflanzen-Nachkommenschaften 5, 11, 15 und 20 wurde teilweise keine Frucht geerntet

Ergänzende Beobachtungen im Vergleichsanbau: Starkes Blattrollen zeigten im August in Schönhagen fünf Pflanzen der Nachkommenschaft 8 und zwei Pflanzen der Nachkommenschaft 15. An den beiden anderen Orten trat das Phänomen nicht auf.

Stängelumfassender *Phytophthora*-Befall wurde in Schönhagen an jeweils einer Pflanze der Nachkommenschaften 7 und 14 festgestellt, in Rhauderfehn wie folgt: Bei Matina, Nachkommenschaften 5 und 15 an je vier Pflanzen, Nachkommenschaft 19 an einer und Nachkommenschaft 20 an zwei Pflanzen. Es bestand keine Übereinstimmung zwischen den Orten.

Blütenendfäule trat 2004 lediglich in Rhauderfehn an jeweils einer Pflanze der Nachkommenschaft 2 und 8 auf. 2005 wurden am gleichen Ort zwei Pflanzen in der Nachkommenschaft 2 registriert. Diese Beobachtung könnte eine gute Selektionsmöglichkeit gegen die Blütenendfäule andeuten. Insgesamt ist die Auslese schwierig, da Blütenendfäule nur selten eine Rolle spielt.

Starke Wachstumsstauchungen wurden in Rhauderfehn 2004 an allen vier Pflanzen der Nachkommenschaft 12 beobachtet. In Ellingerode wurden teilweise Stauchungen beobachtet (aber nicht bonitiert), in Schönhagen nicht.

Tabelle 7: Effekt dreierortiger Auslese in der Kreuzung Golden Currant x Matina F3 und F4: Ertrag und *Phytophthora*-Befall Reifezeit, Ernteperiode und mittleres Fruchtgewicht in der F5-Generation

Unterstrichen: Leistung am Ort der Auslese

Prüfört 2006	Ort der Auslese 2004 und 2005			Mittel aller Nachkommenschaften
	Schönhagen (5 Nachkommenschaften)	Ellingerode (5 Nachkommenschaften)	Rhauderfehn (3 Nachkommenschaften)	
Krautfäule Fläche unter der Befallskurve				
Schönhagen	<u>89</u>	92	99	92
Ellingerode	108	<u>112</u>	120	112
Rhauderfehn	135	143	<u>128</u>	136
Mittel	111	115	115	114
Braunfäule Fläche unter der Befallskurve				
Schönhagen	<u>36</u>	35	33	35
Ellingerode	34	<u>35</u>	31	34
Rhauderfehn	162	163	<u>156</u>	161
Mittel	77	78	73	77
Ertrag pro Pflanze bis 15.9. in g				
Schönhagen	<u>677</u>	576	393	572
Ellingerode	1024	<u>1164</u>	729	1010
Rhauderfehn	848	1004	<u>853</u>	909
Mittel	849	915	658	830
Ertrag pro Pflanze bis 15.10. in g				
Schönhagen	<u>1697</u>	1571	1225	1539
Ellingerode	2475	<u>2920</u>	1884	2510
Rhauderfehn	1019	1095	<u>1037</u>	1052
Mittel	1730	1862	1382	1700
Zahl der Früchte bis 15.9.				
Schönhagen	<u>30,0</u>	22,9	22,5	25,6
Ellingerode	39,3	<u>33,1</u>	33,2	35,5
Rhauderfehn	31,1	28,4	<u>32,2</u>	30,3
Mittel	33,5	28,1	29,3	30,5
Zahl der Früchte bis 15.10.				
Schönhagen	<u>65,9</u>	51,7	56,1	58,2
Ellingerode	85,3	<u>73,9</u>	71,0	77,6
Rhauderfehn	36,9	31,0	<u>40,7</u>	35,5
Mittel	62,7	52,2	55,9	57,1
mittleres Fruchtgewicht				
Schönhagen	<u>25,7</u>	30,1	22,6	26,7
Ellingerode	29,4	<u>39,5</u>	27,9	32,9
Rhauderfehn	27,6	34,8	<u>26,7</u>	30,1
Mittel	27,5	34,8	25,7	29,9
Erste erntebare Frucht, Tage nach Pflanzung				
Schönhagen	<u>63,9</u>	61,1	59,5	61,8
Ellingerode	64,5	<u>62,8</u>	60,0	62,8
Rhauderfehn	61,1	62,7	<u>62,3</u>	62,0
Mittel	63,2	62,2	60,6	62,2
Ernteperiode in Tagen				
Schönhagen	<u>75,1</u>	77,9	78,7	77,0
Ellingerode	73,5	75,2	79,8	75,6
Rhauderfehn	64,8	54,8	<u>62,8</u>	60,5
Mittel	71,1	69,3	73,8	71,0

Tabelle 7 (Fortsetzung)

Prüfort 2006	Ort der Auslese 2004 und 2005			Mittel aller Nachkommenschaften
	Schönhagen (5 Nachkommenschaften)	Ellingerode (5 Nachkommenschaften)	Rhauderfehn (3 Nachkommenschaften)	
Höhe im Frühsommer in cm				
Schönhagen	<u>78</u>	67	71	72
Ellingerode	95	<u>90</u>	86	91
Rhauderfehn	110	102	<u>107</u>	107
Mittel	94	87	88	90
Höhe im Hochsommer in cm				
Schönhagen	<u>186</u>	168	182	178
Ellingerode	197	<u>192</u>	178	191
Rhauderfehn	245	229	<u>233</u>	236
Mittel	210	196	198	202
maximal beerntete Etage				
Schönhagen	<u>8,8</u>	8,2	8,9	8,6
Ellingerode	9,2	<u>9,2</u>	9,3	9,2
Rhauderfehn	5,9	5,1	<u>6,3</u>	5,7
Mittel	8,0	7,5	8,2	7,8
Austrieb Blatt				
Schönhagen	<u>1,3</u>	1,1	1,3	1,2
Ellingerode	3,8	<u>3,4</u>	4,1	3,7
Rhauderfehn	4,5	2,7	<u>3,3</u>	3,5
Mittel	3,2	2,4	2,9	2,8
Austrieb Fruchtstand				
Schönhagen	1,8	1,6	1,9	1,7
Ellingerode	4,1	<u>4,3</u>	2,9	3,9
Rhauderfehn	4,8	4,8	<u>3,7</u>	4,5
Mittel	3,6	3,6	2,8	3,4
geplatzte Früchte				
Schönhagen	<u>3,8</u>	3,4	3,8	3,6
Ellingerode	4,7	<u>4,6</u>	2,5	4,2
Rhauderfehn	4,8	4,9	<u>4,5</u>	4,8
Mittel	4,5	4,3	3,6	4,2

Tabelle 8: Effekt dreierortiger Auslese in der Kreuzung (Rote Murmel x Campari F1) F2 und F3:
 Ertrag und *Phytophthora*-Befall Reifezeit, Ernteperiode und mittleres Fruchtgewicht in
 der F4-Generation
 Unterstrichen: Leistung am Ort der Auslese

Prüfart 2006	Ort der Auslese 2004 und 2005			Mittel aller Nachkommenschaften
	Schönhagen (5 Nachkommenschaften)	Ellingerode (3 Nachkommenschaften)	Rhauderfehn (5 Nachkommenschaften)	
Krautfäule Fläche unter der Befallskurve				
Schönhagen	<u>106</u>	98	121	110
Ellingerode	118	<u>96</u>	126	116
Rhauderfehn	141	88	<u>94</u>	111
Mittel	122	94	114	112
Braunfäule Fläche unter der Befallskurve				
Schönhagen	<u>35</u>	35	31	33
Ellingerode	30	<u>25</u>	29	28
Rhauderfehn	159	136	<u>126</u>	141
Mittel	75	65	62	68
Ertrag pro Pflanze bis 15.9. in g				
Schönhagen	<u>437</u>	419	224	351
Ellingerode	656	<u>783</u>	471	614
Rhauderfehn	503	<u>568</u>	<u>390</u>	474
Mittel	532	590	362	480
Ertrag pro Pflanze bis 15.10. in g				
Schönhagen	<u>925</u>	1008	454	763
Ellingerode	1345	<u>1684</u>	1021	1299
Rhauderfehn	562	694	<u>549</u>	587
Mittel	944	1129	675	883
Zahl der Früchte bis 15.9.				
Schönhagen	<u>23,2</u>	24,8	26,8	25,0
Ellingerode	34,7	<u>32,5</u>	38,2	35,5
Rhauderfehn	25,4	31,3	<u>33,0</u>	29,7
Mittel	27,8	29,5	32,7	30,1
Zahl der Früchte bis 15.10.				
Schönhagen	<u>48,4</u>	58,6	54,8	53,2
Ellingerode	66,2	<u>69,8</u>	78,8	71,9
Rhauderfehn	29,5	37,8	<u>49,9</u>	39,3
Mittel	48,0	55,4	61,2	54,8
mittleres Fruchtgewicht				
Schönhagen	<u>20,9</u>	17,1	8,0	15,1
Ellingerode	23,8	<u>25,3</u>	13,9	20,3
Rhauderfehn	21,0	17,8	<u>12,3</u>	16,9
Mittel	21,9	20,1	11,4	17,4
Erste erntebare Frucht, Tage nach Pflanzung				
Schönhagen	<u>63,0</u>	67,0	62,3	63,7
Ellingerode	65,1	<u>70,8</u>	69,2	68,0
Rhauderfehn	63,0	67,3	<u>65,1</u>	64,8
Mittel	63,7	68,4	65,5	65,5
Ernteperiode in Tagen				
Schönhagen	<u>75,5</u>	72,0	76,9	75,2
Ellingerode	72,9	<u>67,4</u>	68,5	69,9
Rhauderfehn	54,1	53,7	<u>66,9</u>	59,0
Mittel	67,5	64,4	70,8	68,0

Tabelle 8 (Fortsetzung)

Prüfart 2006	Ort der Auslese 2004 und 2005			Mittel aller Nachkommenschaften
	Schönhagen (5 Nachkommenschaften)	Ellingerode (3 Nachkommenschaften)	Rhauderfehn (5 Nachkommenschaften)	
Höhe im Frühsommer in cm				
Schönhagen	<u>79</u>	73	78	77
Ellingerode	88	<u>93</u>	91	90
Rhauderfehn	111	100	<u>104</u>	106
Mittel	93	89	91	91
Höhe im Hochsommer in cm				
Schönhagen	<u>177</u>	170	190	180
Ellingerode	184	<u>196</u>	199	193
Rhauderfehn	228	223	<u>233</u>	228
Mittel	196	196	207	200
maximal beerntete Etage				
Schönhagen	<u>7,7</u>	8,4	9,1	8,4
Ellingerode	8,7	<u>8,9</u>	8,9	8,8
Rhauderfehn	5,2	5,4	<u>7,0</u>	5,9
Mittel	7,2	7,6	8,3	7,7
Austrieb Blatt				
Schönhagen	<u>1,0</u>	1,0	1,2	1,1
Ellingerode	1,8	<u>1,8</u>	3,1	2,3
Rhauderfehn	1,7	1,7	<u>1,8</u>	1,8
Mittel	1,5	1,5	2,0	1,7
Austrieb Fruchtstand				
Schönhagen	<u>1,4</u>	1,3	1,4	1,4
Ellingerode	2,1	<u>1,4</u>	2,5	2,1
Rhauderfehn	2,2	2,7	<u>3,3</u>	2,7
Mittel	1,9	1,8	2,4	2,1
geplatzte Früchte				
Schönhagen	<u>2,7</u>	5,1	1,3	2,7
Ellingerode	3,7	<u>4,1</u>	1,7	3,0
Rhauderfehn	4,2	5,8	<u>3,2</u>	4,2
Mittel	3,5	5,0	2,1	3,3

Tabelle 9: Celsior 2004-2005 und Matina 2004-2006 im dreiortigen Vergleich: Ertrag und *Phytophthora*-Befall

	Ertrag bis 15.9. in g pro Pflanze ¹⁾			Ertrag bis 15.10. in g pro Pflanze ¹⁾			Krautfäule Fläche unter der Befallskurve			Braunfäule Fläche unter der Befallskurve		
	S	E	R	S	E	R	S	E	R	S	E	R
Celsior 2004	*	240	160	*	395	192	146	250	457	33	50	378
Matina 2004	*	759	112	*	845	112	129	284	573	64	130	578
Celsior 2005	358	558	134	581	842	164	216	201	379	97	108	354
Matina 2005	896	1022	72	946	1114	72	313	255	446	228	197	447
Matina 2006	976	1511	1110	1977	2510	1113	222	207	309	67	62	300

¹⁾ 2004: Frühertrag fehlt durch Frostschäden für Ellingerode; in Schönhagen war keine Ertragsmessung möglich
Datengrundlage: 2004, 2005, 2006 Sortenvergleich

2.2 Phytomedizinische Analyse

Dieser Projektteil wurde wie geplant 2005 abgeschlossen. Er soll an dieser Stelle zusammenfassend beschrieben werden; die ausführliche Darstellung ist in Anhang 11 zu finden.

Im Jahr 2004 wurden 112 Isolate von *Phytophthora infestans* gesammelt. Zu Beginn der Infektion von Tomaten (Ende Juli) wurden 30 Isolate von Kartoffeln, die neben den Tomaten standen genommen. Bis Oktober wurden dann 92 Isolate von verschiedenen Tomatensorten gesammelt. Alle Isolate wurden auf den bekannten Kartoffeldifferentialsorten auf Virulenz gegenüber R1-R11 getestet und auf 10 Tomatensorten sowohl auf Virulenz als auch auf Aggressivität (befallene Blattfläche). Alle Tests wurden an abgetrennten Blättern durchgeführt. Einige Isolate, die von Kartoffeln stammten (3), und auch Isolate, die von Tomaten stammten (24), waren nicht imstande, die R0 Sorte ohne bekannte Resistenz zu befallen, obwohl sie Virulenzen gegenüber anderen Sorten aufwiesen. Die Kartoffelisolat waren insgesamt weniger aggressiv auf Tomaten als die Tomatenisolate und umgekehrt. Isolate, die einheitlich gegenüber den Kartoffeln reagierten, waren in der Regel nicht einheitlich auf Tomaten. Dies zeigt, dass die Resistenzen in den Tomaten deutlich verschieden von denen der Kartoffeln sind.

Insgesamt 28 Tomatenherkünfte wurden mit einem repräsentativen Set von 12 Isolaten, die alle gefundenen Virulenzen und auch verschiedene quantitative Eigenschaften der Aggressivität repräsentierten, getestet. Weitere 68 Herkünfte wurden erfolgreich mit zwischen 6 und 11 Isolaten getestet. Die Herkünfte wiesen eine hohe Diversität an qualitativen wie quantitativen Resistenzreaktionen auf. Nur 16 der 28 mit allen zwölf Isolaten getesteten Tomatensorten hatten eine oder mehrere qualitative Resistenzen. Die meisten Resistenzen hatte die Sorte T35 'Matt's Wild Cherry', die gegen neun von zehn getesteten Isolate resistent war. Jedoch war keine Sorte vollständig resistent. Auch bei den quantitativen Resistenzen zeigt sich ein breites Spektrum innerhalb der Resistenzreaktion. Das gefundene breite Resistenzspektrum bietet interessante Möglichkeiten für die Resistenzzucht.

Im Gewächshaus wurde zusätzlich zu den abgetrennten Blatinokulationen noch eine Methode der Ganzpflanzeninokulation entwickelt und mit Inokulationen abgetrennter Blätter verglichen. Anstatt mit einzelnen Inokulum Tropfen wurde flächig besprüht, was den Bedingungen im Feld oder Gewächshaus näher kommt. Auch wird so eine Verletzung der Pflanzen vermieden. Ganzpflanzeninokulationen konnten in den Sommermonaten nicht zuverlässig durchgeführt werden, da es nicht möglich war, das Gewächshaus zuverlässig kühl genug und feucht genug zu halten. Im Winter waren die Inokulationen erfolgreich. Insgesamt stimmten die Ergebnisse der abgetrennten Blätter und der ganzen Pflanzen sehr gut überein, wobei der Befall der abgetrennten Blätter immer höher lag. Selbst wenn Pflanzenstärkungsmittel eingesetzt wurden, waren die Ergebnisse zwischen ganzen Pflanzen und abgetrennten Blättern nicht verschieden.

2.3 Entwicklung geeigneter Ausleseverfahren auf Feldresistenz gegen *Phytophthora infestans* in der ökologischen Züchtung

a) Schätzung der Anzahl beteiligter Gene

Die Berechnung des Castle-Wright-Indexes fußt auf den Annahmen, dass die Effekte einzelner Gene gleich groß sind, keine Dominanzeffekte auftreten und die beteiligten Gene zwischen beiden Eltern gerichtet verteilt sind (Hill et al. 1998). Dadurch wird die minimale Genzahl ermittelt. In den untersuchten Kreuzungen Rote Murre x Zuckertraube (Schönhagen), Golden Currant x Paprikaförmige (Ellingerode) und Celsior x Paprikaförmige (Rhauderfehn) war die Voraussetzung der gerichteten Verteilung beteiligter Resistenzgene offenbar nicht gegeben: Die Berechnung der Castle-Wright-Indices ergab nur für Braunfäule in der Kreuzung Rote Murre x Zuckertraube einen sinnvollen Wert; mit 7,28 kann die Hypothese der komplexen Vererbung der Feldresistenz als bestätigt gelten (Daten in den Tab. 10, 12 und 14). Golden Currant, Paprikaförmige und Celsior wurden im Laufe des Projektes als Sorten mit besonderer *Phytophthora*-Feldresistenz erkannt; dadurch trafen

die Grundannahmen der Berechnung der Genzahl nicht zu. Zuckertraube ist dagegen eine reine Gewächshaussorte.

b) Effizienz der Auslese

Die Daten der Jahre 2004 (Auslese) und 2005 (Prüfung im Nachbau) sind in den Tabellen 10 bis 15 sowie Horneburg 2007 b (Anhang 9) dargestellt. Im Jahr 2004 lag der mittlere Fruchtbefall der 10 F1- und 30 F2-Pflanzen für alle drei Kreuzungen erwartungsgemäß zwischen den Elternsorten. Blattbefall trat bei Rote Murre x Zuckertraube F1 und F2 sowie bei Celsior x Paprikaförmige F1 in geringerem Umfang auf, als bei der jeweils gesünderen Elternsorte. Positiv- und Negativ-Auslese in der F2 unterschieden sich deutlich im Blatt- und Fruchtbefall; beim Blattbefall gab es in allen drei Kreuzungen Überlappungen: Bei der Auslese wurde das aktuelle Erscheinungsbild der F2-Pflanzen zusammen mit den Bonituren berücksichtigt; die Berechnung der Fläche unter der Befallskurve lag nicht vor. Im Nachbau 2005 war in jedem Fall die Positiv- der Negativ-Auslese in der Feldresistenz gegen *Phytophthora* überlegen. Überlappungen zwischen positiv und negativ selektierten Nachkommenschaften gab es in Schönhagen (Rote Murre x Zuckertraube) nicht, in Ellingerode (Golden Currant x Paprikaförmige) nur marginal beim Blattbefall, aber in Rhaderfehn (Celsior x Paprikaförmige) für den Befall an beiden Organen. Wie auch im Vorjahr waren die Unterschiede im Frucht- deutlicher als im Blattbefall. In allen Kreuzungen war die kleinfrüchtigere Sorte die weniger anfällige für *Phytophthora*-Infektionen. Die Positiv-Auslese auf *Phytophthora*-Feldresistenz führte in Rhaderfehn und Ellingerode zu geringerem Fruchtgewicht; in Schönhagen war es umgekehrt. Das Ertragsniveau der ertragreicheren Elternsorte wurde in Schönhagen deutlich überschritten – auch von der Negativ-Auslese. In Ellingerode erreichte keine der Nachkommenschaften den Ertrag der Paprikaförmigen; in Rhaderfehn waren eine positiv und zwei negativ ausgelesene Nachkommenschaften ertragreicher als Celsior.

Als Schlussfolgerung war die Auslese auf *Phytophthora*-Feldresistenz bereits in der F₂ durchgehend erfolgreich, obwohl zwei der Standorte durch Spätfrost geschädigt waren. Möglicherweise war die Effizienz in Rhaderfehn, der Umwelt mit dem höchsten Infektionsdruck, geringer. Mit der Auslese in der F₂ und anschließender Nachkommenschaftsprüfung steht ein effektives züchterisches Mittel zur Auslese im ökologischen Praxisbetrieb zur Verfügung.

Die Auswirkung auf Ertragseigenschaften – auf die in diesem Versuch nicht selektiert wurde – war Orts- bzw. Kreuzungsspezifisch unterschiedlich. Es gibt deutliche Hinweise, dass auf wichtige andere Eigenschaften wie Frühzeitigkeit und Länge der Pflanzen auch in sehr weiten Kreuzungen (Wildtomate x Fleischtomate) erfolgreich ausgelesen werden kann.

Der Boniturschlüssel für den *Phytophthora*-Befall an Blatt, Stängel und Frucht wurde fortlaufend verbessert und auch publiziert (Horneburg 2006, Anhang 8). Er ermöglicht, den Befallsverlauf an allen drei Organen befallener Pflanzen auch in größeren Feldversuchen zuverlässig zu dokumentieren. Nach den Ergebnissen der Jahre 2003 und 2004 konnte das Vorgehen bei der Bonitur optimiert werden: An vier Terminen werden Blatt- und Fruchtbefall bonitiert. Die Bonitur beginnt, sobald deutlicher Befall im Versuch zu erkennen ist (ca. 30% der Pflanzen befallen). In den meisten Fällen beginnt der Blattbefall deutlich vor dem Fruchtbefall. Die übrigen Termine werden entweder gleichmäßig über den Rest der Saison verteilt oder auf Phasen stark zunehmender Ausbreitung von *Phytophthora* gelegt. Die Ergebnisse werden als Fläche unter der Befallskurve (FUBK) dargestellt.

Tabelle 10: Bonitur von Rote Murrel, Zuckertraube, den F1- und F2-Generationen der Kreuzung sowie auf *Phytophthora*-Feldresistenz positiv und negativ selektierten Einzelpflanzen im Jahr 2004 in Schönhagen

2004	Krautfäule FUBK	Braunfäule FUBK	Zahl Blütenstände 9.7.	Höhe 9.7. in cm	Höhe 26.8. in cm	Austrieb Blütenstände	Austrieb Blätter	2004	Parzelle	Krautfäule FUBK	Braunfäule FUBK	Zahl Blütenstände 9.7.	Höhe 9.7. in cm	Höhe 26.8. in cm	Austrieb Blütenstände	Austrieb Blätter
Zuckertraube	149,5	67,7	0,6	45,5	100,6	1,7	1,0	Positiv-	310	85,2	34,5	4,0	52,0	158,4	0,9	1,0
F1	112,0	35,4	2,9	57,8	191,1	3,8	1,3	Auslese	352	117,9	27,5	3,0	65,0	219,7	1,2	1,0
F2	115,4	35,3	2,3	56,7	194,6	2,4	1,4		370	102,4	32,5	2,0	49,0	199,7	1,2	1,0
s ² Rote Murrel	200,8	13,6							371	102,4	27,5	4,0	57,0	211,7	2,2	1,0
s ² Zuckertraube	158,0	175,2						Mittel		99,6	31,3	2,8	53,0	192,9	2,0	1,0
s ² F1	195,0	20,3						F2	292	127,7	43,0	3,0	64,0	184,4	0,9	1,0
s ² F2	258,5	67,0						Negativ-	301	129,7	44,5	3,0	67,0	214,4	4,9	5,0
Castle-Wright-								Auslese	362	110,9	27,5	3,0	52,0	189,7	1,2	5,0
Index	0,69	7,28							364	120,9	65,0	1,0	55,0	165,7	1,2	1,0
									380	115,9	41,0	2,0	59,0	203,7	1,2	1,0
								Mittel		121,0	44,2	2,4	59,4	191,5	1,8	2,6

Tabelle 11: Bonitur von Rote Murrel, Zuckertraube sowie F3-Nachkommenschaften (EPN) der Kreuzung, die 2004 auf *Phytophthora*-Feldresistenz positiv und negativ selektiert wurden. Schönhaben 2005

2005	Kraut- fäule FUBK	Braun- fäule FUBK	Tage Pflan- zung bis Reife	Ernte- periode in Tagen	Tage Pflan- zung bis letzte Ernte	Zahl Blüten- stände 13.7.	Höhe 13.7. in cm	Zahl Blüten- stände 25.8.	Höhe 25.8. in cm	Austrieb Blätter und Blü- tenstände	Mittle- res Frucht- gewicht	Max. beern- tete Etage	Früchte bis 15.9.	Ertrag bis 15.9.	Früchte gesamt	Ertrag gesamt
LSD5	42,2	43,9	5,8	9,8	6,9	1,1	8,6	1,2	17,4	2,4	2,8	1,2	10,5	195,9	24,6	219,3
Mittel	224,5	148,5	65,9	62,8	127,7	4,1	96,1	9,3	181,6	3,0	10,2	6,8	44,3	415,3	56,2	500,9
Rote Murrel	142,3	57,2	63,0	77,0	139,0	4,2	86,8	9,7	186,7	2,8	2,2	8,0	47,2	97,0	78,7	172,2
Zuckertraube	322,0	270,7	71,8	38,8	109,7	3,0	91,0	7,0	145,7	1,8	22,5	4,0	16,7	342,3	16,7	342,3
EPN 3	175,0	113,2	61,3	69,7	130,0	4,3	102,7	9,2	179,7	1,8	13,7	6,5	51,7	693,5	62,7	845,0
EPN 4	192,5	131,8	67,5	65,5	132,0	3,7	88,0	9,2	169,3	3,3	9,8	6,3	39,8	391,8	48,0	464,8
EPN 5	172,7	102,7	63,8	76,2	139,0	4,7	118,7	10,7	230,5	5,3	6,2	8,7	53,0	337,0	89,8	468,0
EPN 6	178,5	87,5	63,0	74,5	136,5	4,2	96,0	10,0	179,8	2,0	11,7	8,2	49,7	549,0	66,8	784,7
EPN 7	129,5	95,7	64,7	75,3	139,0	4,2	106,2	9,5	205,3	2,3	13,8	7,8	47,5	655,7	61,2	844,5
Pos. Mittel	169,6	106,2	64,1	72,2	135,3	4,2	102,3	9,7	192,9	3,0	11,1	7,5	48,3	525,4	65,7	681,4
EPN 8	311,5	247,3	70,5	46,5	116,0	3,8	95,7	8,8	179,8	2,5	10,9	6,3	40,8	444,0	41,5	452,3
EPN 9	264,8	172,7	66,7	54,3	120,0	3,8	94,5	9,0	185,7	2,3	8,3	6,3	47,0	390,8	48,5	401,8
EPN 10	262,5	149,3	69,3	56,2	124,5	3,8	91,8	9,5	183,7	5,7	5,4	6,7	36,2	195,5	41,5	221,2
EPN 11	285,8	206,5	67,2	53,8	120,0	4,2	81,3	9,3	154,5	2,5	10,3	6,0	34,7	365,7	37,3	391,3
EPN 12	256,7	147,0	62,5	65,5	127,0	4,8	100,7	9,7	179,0	4,0	7,9	6,7	67,3	521,0	82,2	622,5
Neg. Mittel	276,3	184,6	67,2	55,3	121,5	4,1	92,8	9,3	176,5	3,4	8,6	6,4	45,2	383,4	50,2	417,8

Tabelle 12: Bonitur von Golden Currant, Paprikaförmige, den F1- und F2-Generationen der Kreuzung sowie auf *Phytophthora*-Feldresistenz positiv und negativ selektierten Einzelpflanzen im Jahr 2004 in Ellingerode

2004	Krautfäule FUBK	Braunfäule FUBK	Zahl Blütenstände 9.7.	Höhe 9.7. in cm	Höhe 24.8. cm	Austrieb Blütenstände	Austrieb Blätter	2004	Parzelle	Krautfäule FUBK	Braunfäule FUBK	Zahl Blütenstände 9.7.	Höhe 9.7. in cm	Höhe 24.8. cm	Austrieb Blütenstände	Austrieb Blätter
Paprikaförmige	205,2	56,3	2,7	52,0	115,9	1,0	1,0	Positiv-	245	62,4	42,9	3,8	56,3	177,4	9	1
F1	111,0	50,2	4,3	63,7	186,4	3,7	2,2	Auslese	325	144,1	45,1	6,2	69,8	194,7	9	9
F2	111,0	54,6	3,4	55,3	163,2	4,5	3,3		343	98,6	45,1	4,2	59,8	179,7	5	5
s ² Golden Currant	508,5	16,1							359	75,6	45,1	4,2	53,8	156,7	1	1
s ² Paprikaförmig	1081,4	40,1						Mittel		90,1	44,2	4,6	61,0	178,3	5,8	4,2
s ² F1	634,7	23,1						F2	215	230,4	67,4	2,8	64,3	186,4	9	1
s ² F2	2457,8	378,1						Negativ-	230	91,9	59,9	0,8	30,3	155,4	5	5
Castle-Wright-								Auslese	247	91,9	51,4	2,8	53,3	177,4	1	1
Index	0,89	0,03							324	234,6	45,1	3,2	60,8	168,7	5	1
									357	254,1	148,1	4,2	63,8	183,7	5	1
								Mittel		180,6	74,4	2,8	54,5	174,3	5,0	1,8

Tabelle 13: Bonitur von Golden Currant, Paprikaförmige sowie F3-Nachkommenschaften (EPN) der Kreuzung, die 2004 auf *Phytophthora*-Feldresistenz positiv und negativ selektiert wurden. Ellingerode 2005

2005	Kraut- fäule FUBK	Braun- fäule FUBK	Tage Pflan- zung bis Reife	Ernte- periode in Tagen	Tage Pflan- zung bis letzte Ernte	Zahl Blüten- stände 14.7.	Höhe 14.7. in cm	Höhe 25.8. in cm	Austrieb Blüten- stände	Austrieb Blätter	Mittleres Frucht- gewicht	Max. beerntet e Etage	Früchte bis 15.9.	Ertrag bis 15.9.	Früchte gesamt	Ertrag gesamt
LSD5	27,1	38,9	9,4	18,1	13,0	1,0	9,7	25,8	2,3	3,6	25,6	1,9	11,7	549,0	16,3	706,7
Mittel	136,5	104,1	79,3	49,4	127,7	4,8	106,8	188,3	4,8	4,3	59,4	5,5	28,5	979,8	35,4	1190,6
Golden Currant	108,4	45,2	70,0	64,0	133,0	6,7	105,8	194,2	8,3	9,0	6,7	7,3	57,3	363,3	70,2	472,5
Paprikaförmige	176,1	174,3	86,3	23,5	108,8	3,5	96,7	145,0	1,0	1,0	248,4	1,7	7,5	1876,7	7,5	1876,7
EPN 3	100,8	61,4	74,7	57,0	130,7	4,8	111,7	202,5	5,7	5,7	23,0	6,7	36,5	847,5	51,0	1212,5
EPN 4	119,6	97,8	84,0	50,0	133,0	4,3	108,3	188,3	4,3	3,0	62,3	5,8	21,5	1056,7	29,7	1504,2
EPN 5	121,4	84,6	74,7	61,7	135,3	5,0	103,3	183,3	5,7	7,0	15,7	6,5	45,2	689,2	55,0	883,3
EPN 6	112,9	76,4	79,3	47,5	125,8	4,7	109,2	190,0	5,0	3,0	38,2	4,8	18,3	669,2	21,3	804,2
EPN 7	91,2	61,4	72,3	66,3	137,7	5,0	107,5	185,8	6,3	3,0	19,2	6,3	32,2	607,5	47,0	955,0
Pos. Mittel	109,2	76,3	77,0	56,5	132,5	4,8	108,0	190,0	5,4	4,3	31,7	6,0	30,7	774,0	40,8	1071,8
EPN 8	170,6	121,4	84,0	42,7	125,7	4,3	115,0	209,2	3,7	5,7	46,0	5,5	27,3	1086,7	32,2	1280,0
EPN 9	132,0	134,5	91,0	28,7	118,7	4,0	110,8	199,2	3,7	3,7	111,9	3,7	9,0	938,3	12,0	1274,2
EPN 10	119,4	98,0	74,7	59,3	133,0	5,5	110,8	200,8	3,7	3,0	47,0	6,0	29,2	1384,2	32,3	1529,2
EPN 11	168,1	127,1	77,0	49,5	125,5	5,3	102,5	173,3	6,3	4,3	39,2	6,3	40,3	1392,5	44,3	1471,7
EPN 12	217,2	166,9	83,8	42,7	125,5	4,2	100,0	188,3	4,3	3,0	55,2	4,8	18,0	845,8	22,8	1024,2
Neg. Mittel	161,5	129,6	82,1	44,6	125,7	4,7	107,8	194,2	4,3	3,9	59,8	5,3	24,8	1129,5	28,7	1315,8

Tabelle 14: Bonitur von Celsior, Paprikaförmige, den F1- und F2-Generationen der Kreuzung sowie auf *Phytophthora*-Feldresistenz positiv und negativ selektierten Einzelpflanzen im Jahr 2004 in Rhaudeferh

2004	Krautfäule FUBK	Braunfäule FUBK	Tage Pflanzung bis Reife	Zahl Blüten- stände 8.7.	Höhe 8.7.	Höhe 25.8.	Aus- trieb Blüten- stände	Aus- trieb Blätter	2004	Par- zelle	Krautfäule FUBK	Braun- fäule FUBK	Zahl Blüten- stände 8.7.	Höhe 8.7. in cm	Höhe 25.8. cm	Austrieb Blüten- stände	Aus- trieb Blätter
Paprikaförmige	437,8	401,7	79,8	3,9	81,5	162,0	1,5	1,0	Positiv-	369	405,4	371,1	4,0	72,9	210,8	0,6	0,9
F1	388,8	368,0	76,9	3,5	84,4	199,5	2,2	2,1	Auslese	392	367,6	350,5	3,0	74,1	154,2	1,4	1,1
F2	402,6	385,9	80,0	3,3	80,7	185,9	2,1	1,1		397	393,1	326,5	4,0	79,1	189,2	1,4	1,1
s ² Celsior	306,3	1076,5								398	412,1	353,0	4,0	81,1	199,2	1,4	1,1
s ² Paprikaförmige	156,4	1496,3							Mittel		394,3	345,6	3,6	76,6	190,8	1,1	1,0
s ² F1	1005,3	617,9							F2	371	391,9	431,1	3,0	72,9	175,8	4,6	0,9
s ² F2	559,5	1184,5							Negativ-	379	445,4	454,1	3,0	60,9	100,8	0,6	0,9
Castle-Wright-									Auslese	389	418,6	426,5	4,0	82,1	169,2	1,4	1,1
Index	0	0,84								390	427,1	434,5	3,0	89,1	229,2	4,4	2,1
										399	427,1	447,0	1,0	55,1	*	1,4	1,1
									Mittel		422,0	438,6	2,8	72,0	168,8	2,5	1,2

Tabelle 15: Bonitur von Celsior, Paprikaförmige sowie F3-Nachkommenschaften (EPN) der Kreuzung, die 2004 auf *Phytophthora*-Feldresistenz positiv und negativ selektiert wurden. Rhaderfehn 2005

2005	Kraut- fäule FUBK	Braun- fäule FUBK	Tage Pflan- zung bis Reife	Ernte- periode in Tag- en	Tage Pflan- zung bis letzte Ernte	Zahl Blüten- stände 13.7.	Höhe 13.7. in cm	Zahl Blüten- stände 30.8.	Höhe 24.8. in cm	Austrieb Blüten- stände	Austrieb Blätter	Mittleres Frucht- gewicht	Max. beern- tete Etage	Früchte bis 15.9.	Ertrag bis 15.9.	Früchte gesamt	Ertrag gesamt
LSD5	38,7	48,2	15,8	25,4	60,6	1,0	9,1	1,1	19,7	2,1	2,3	0,0	1,3	2,6	105,5	3,9	138,0
Mittel	358,2	338,7	90,1	15,8	81,1	3,9	82,1	5,5	132,1	2,8	4,0	41,3	1,8	2,6	80,7	4,0	115,9
Celsior	379,7	314,7	85,7	35,8	126,3	3,8	72,3	5,5	106,0	3,5	5,0	13,8	3,3	9,7	130,2	14,0	176,8
Paprikaförmige	405,5	406,2	87,8	0,0	0,0	4,2	93,7	5,0	142,7	2,0	2,0	*	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
EPN 3	347,7	320,5	86,5	24,0	106,5	4,5	82,3	5,7	137,3	3,0	4,0	43,0	2,3	4,2	180,8	5,5	233,0
EPN 4	351,8	365,8	102,8	17,7	17,5	3,2	70,7	4,3	119,0	3,0	4,0	74,6	0,2	0,2	12,2	0,2	12,2
EPN 5	330,5	286,5	95,0	22,5	103,2	3,0	63,7	5,0	103,7	4,5	5,2	19,8	2,3	3,5	87,0	6,3	138,0
EPN 6	352,2	310,3	97,7	23,5	111,2	3,3	80,2	5,7	129,3	3,5	4,0	33,8	2,0	1,0	40,0	3,2	99,8
EPN 7	340,2	310,2	95,3	19,8	125,3	3,8	83,5	5,8	141,3	2,0	4,0	31,7	2,7	3,3	93,7	5,0	138,2
Pos. Mittel	344,5	318,7	95,5	21,5	92,7	3,6	76,1	5,3	126,1	3,2	4,2	40,6	1,9	2,4	82,7	4,0	124,2
EPN 8	349,7	342,0	92,7	0,5	58,2	3,5	77,7	5,8	116,3	2,5	4,0	35,0	1,2	0,8	30,5	1,2	36,3
EPN 9	353,2	353,2	86,0	7,5	51,2	4,0	80,8	6,0	139,8	2,0	3,0	68,9	1,0	0,8	42,8	1,8	84,8
EPN 10	340,0	340,7	75,2	26,7	90,3	4,5	94,0	6,2	143,2	3,0	4,5	53,5	1,8	2,0	122,5	4,5	203,0
EPN 11	379,5	365,7	89,1	6,3	73,0	4,3	93,3	5,2	164,3	2,0	3,5	36,1	1,5	1,3	51,2	1,8	75,5
EPN 12	368,7	348,3	88,0	5,7	110,0	4,7	92,8	5,3	142,5	3,0	5,2	43,9	2,8	4,0	177,3	4,3	193,3
Neg. Mittel	358,2	350,0	86,2	9,3	76,5	4,2	87,7	5,7	141,2	2,5	4,0	47,5	1,7	1,8	84,9	2,7	118,6

2.4 Bestimmung der Erbllichkeit und Entwicklung von Erfassungsmethoden für weitere Zuchtziele

In Nachkommenschaften von 3 Kreuzungen verschiedener Generationen sollte geprüft werden, wie sich erwünschte und unerwünschte Eigenschaften fortpflanzen und früh auszulesen sind. Die entscheidenden Parameter waren a) Qualitätseigenschaften, b) Morphologie der Pflanzen und c) die Ertragsbildung.

- a) Qualitätseigenschaften (Geschmack und Schalenstabilität). Untersucht in Schönhagen an Rote Murrel x Zuckertraube und Rote Murrel x Campari F2 und F3, sowie Golden Currant x Matina F4

Dieser Versuchsteil wurde im Rahmen der Bachelorarbeit von Griebel (2006) in der Abteilung Produktqualität pflanzlicher Erzeugnisse in Zusammenarbeit mit der Abteilung Pflanzenzüchtung des Departments für Nutzpflanzenwissenschaften umfangreich ausgewertet. Dadurch wurde ergänzend zum ursprünglichen Arbeitsplan ein Blick auf die Korrelationen von Qualitätsmerkmalen möglich (Tab. 16). Fruchtgewicht und Trockenmassegehalt waren bei allen drei Kreuzungen wie erwartet negativ korreliert. Teilweise sank auch der Gehalt einzelner Inhaltsstoffe mit dem Fruchtgewicht. Die Lycopren-Konzentration war nicht an den Trockenmassegehalt gekoppelt; positive bis negative Korrelationen wurden beobachtet. Eine stark positive Korrelation wurde in allen Kreuzungen zwischen Lycopren in Frisch- und Trockenmasse festgestellt. Die Korrelation zwischen Ascorbinsäure in Frisch- und Trockenmasse war weniger stark. Sensorisch erfasste Süße und Säure waren bei den Kreuzungen Rote Murrel x Zuckertraube und Golden Currant x Matina positiv mit dem Gehalt an löslichen Feststoffen korreliert. Durch das Fehlen einer deutlichen Korrelation bei Rote Murrel x Campari F1 bleibt die Frage nicht eindeutig geklärt, wie weit von der Analyse löslicher Feststoffe auf sensorische Eigenschaften geschlossen werden kann und umgekehrt.

Untersuchungen zur Auslese auf Geschmacksparameter sind in den Tabellen 17 und 18 dargestellt. Verglichen werden die sensorische Bonitur von Süße und Säure in der F2 (2004) und F3 (2005) und die Analyse löslicher Feststoffe in der F3 in zwei Kreuzungen. In Rote Murrel x Zuckertraube (Tab. 17) ist Selektionspotenzial – Nachkommen mit besseren Eigenschaften, als der bessere Elter – deutlich vorhanden. Die Korrelation der Bonituren 2004 und 2005 war für beide Merkmale deutlich. Bei der Kreuzung Rote Murrel x Campari F1 (Tab. 18) war Campari F1 im Sensoriktest besser als alle Nachkommen; lediglich im Gehalt löslicher Feststoffe gab es Selektionspotenzial. Die Korrelation der Bonituren 2004 und 2005 war für Säure nicht gegeben und für Süße schwach. Auch im Kreuzungsprogramm (Teilprojekt 3) brachte diese Kreuzung keinen Fortschritt.

Insgesamt bleibt anzumerken, dass die sensorische Bonitur 2004 durch Frostschäden behindert war; es waren zu wenig geeignete Früchte zu finden. Die Bonitur der Süße war bei beiden Kreuzungen zuverlässiger, als die Bonitur der Säure.

Tabelle 16: Korrelationen von Fruchtmerkmalen in den Tomaten-Kreuzungen Rote Murrel x Zuckertraube (K1), Golden Currant x Matina (K2) und Rote Murrel x Campari F1 (K3) 2005. Dargestellt sind Korrelationskoeffizienten ab 0,5.

	Trockenmassegehalt (TM)	Lösliche Feststoffe (LF)	Lycopen in Frischmasse (LyFM)	Ascorbinsäure Frischmasse (AsFM)	Festigkeit mit Epidermis (FmE)
LF	0,94 (K2) 0,90 (K3)				
LyFM	0,52 (K1) -0,55 (K2) 0,74 (K3)	-0,55 (K2) 0,60 (K3)			
LyTM	-0,59 (K2)	-0,55 (K2)	0,79 (K1) 1,00 (K2) 0,75 (K3)	-0,60 (K3)	
AsFM	0,72 (K1) 0,8 (K2, K3)	0,67 (K2) 0,55 (K3)	-0,60 (K2) 0,57 (K3)		
AsTM				0,79 (K1) 0,69 (K2) 0,66 (K3)	
FmE	-0,57 (K1)				
FoE ¹⁾		0,54 (K1)			
SSü ²⁾		0,64 (K1) 0,84 (K2)			
SSa ³⁾		0,67 (K1) 0,68 (K2)			
FrGew ⁴⁾	-0,81 (K1) -0,73 (K2) -0,57 (K3)	-0,66 (K2)	-0,60 (K1)	-0,64 (K1) -0,59 (K3)	0,77 (K1)

¹⁾ Festigkeit ohne Epidermis; ²⁾ Sensoriktest Süße; ³⁾ Sensoriktest Säure; ⁴⁾ Fruchtgewicht

Tabelle 17: Sensorische Bonitur von Süße und Säure in Früchten der F2- (2004) und F3- Generation (2005) der Kreuzung Rote Murrel x Zuckertraube und Gehalt an löslichen Feststoffen 2005

	Säure ¹⁾ 2004	Säure ¹⁾ 2005	Süße 2004	Süße 2005	Lösliche Feststoffe [°Brix] 2005
Rote Murrel	2,2	3,33	1	1,33	5,97
Zuckertraube	1,50	5,00	4	5,67	6,33
199-3	3	5,00	5	6,67	7,42
199-4	*	5,67	*	4,83	7,38
199-5	3	5,33	5	5,83	7,97
199-6	3	5,33	5	5,17	7,37
199-7	3	5,67	5	4,33	8,08
199-8	5	5,60	5	7,40	8,83
199-9	3	5,00	3	4,67	6,57
199-10	1	3,83	3	1,83	6,93
199-11	5	5,00	3	3,67	6,95
199-12	3	4,00	3	3,67	7,10

Korrelation der Nachkommenschaften Säure 2004/2005: 0,57; Süße 2004/2005: 0,75

¹⁾ 1=niedrigster Wert, 9=höchster Wert

* nicht untersucht

Tabelle 18: Sensorische Bonitur von Süße und Säure in Früchten der F2- (2004) und F3-Generation (2005) der Kreuzung Rote Murmel x Campari F1 und Gehalt an löslichen Feststoffen 2005

	Säure ¹⁾ 2004	Säure ¹⁾ 2005	Süße 2004	Süße 2005	Lösliche Feststoffe [°Brix] 2005
Rote Murmel	1	6,33	5	4,33	6,67
Campari F ₁	1	6,00	5	6,33	6,00
S202-1	1	5,67	3	4,33	5,87
S202-2	1	3,67	5	4,33	7,33
S202-3	1	1,00	5	1,00	6,23
S202-4	1	2,00	5	3,00	5,30
S202-5	1	4,67	1	4,00	7,00
S202-6	5	4,67	9	4,33	7,47
S202-7	3	3,50	3	4,50	5,77
S202-8	1	3,67	5	4,33	6,33
S202-9	3	3,67	3	4,33	6,63
S202-10	1	1,67	1	3,00	6,30
S202-11	5	4,00	5	5,00	5,87
S202-12	5	6,00	5	4,67	7,70

Korrelation der Nachkommenschaften Säure 2004/2005: 0,08; Süße 2004/2005: 0,47

¹⁾ 1=niedrigster Wert, 9=höchster Wert

Statistisch signifikante Unterschiede in der Schalenfestigkeit wurden lediglich in der Kreuzung Golden Currant x Matina gefunden (Abb. 2). Das Auslesepotenzial war für die drei Kreuzungen unterschiedlich: In der Kreuzung Rote Murmel x Zuckertraube (Abb. 1) lag die Schalenfestigkeit mit Epidermis aller F3-Nachkommenschaften zwischen den Elternsorten. Alle F4-Nachkommenschaften der Kreuzung Golden Currant x Matina hatten eine festere Schale, als die Eltern; für eine der Nachkommenschaften war der Unterschied signifikant. In der Kreuzung Rote Murmel x Campari F1 (Abb. 3) hatten zwei der zwölf F3-Nachkommenschaften eine festere Schale als Campari F1, die hartschaligste der Elternsorten. Eine Nachkommenschaft mit mürber Schale wie Rote Murmel gab es nicht.

Es ist wichtig, bei der Auslese sowohl die Festigkeit der Epidermis, als auch die des Fruchtfleisches zu berücksichtigen, da beide Faktoren einen erheblichen Einfluss haben können.

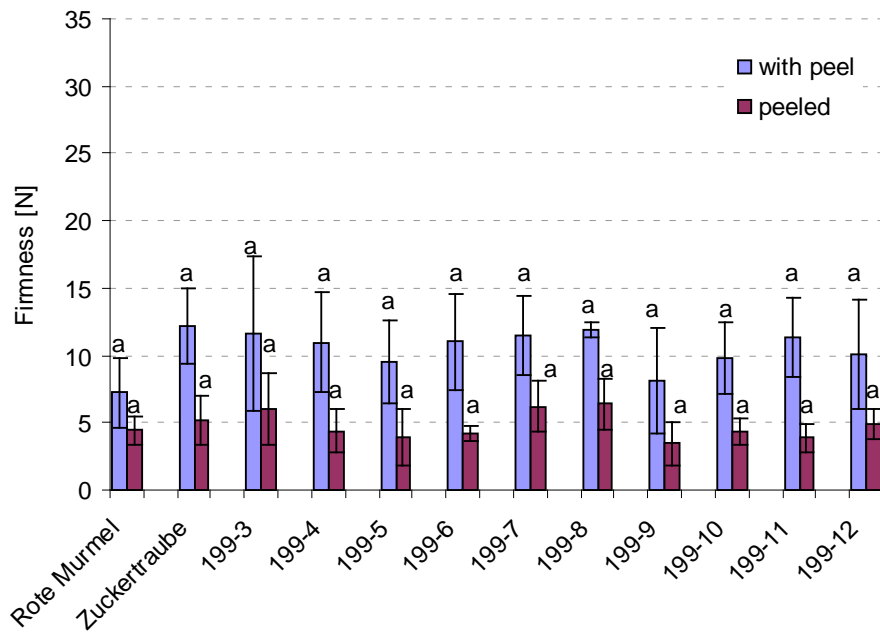


Abb. 1: Fruchtfestigkeit mit und ohne Epidermis von Eltern und F₃-Nachkommenschaften (199-3 bis 199-12) der Kreuzung Rote Murrel x Zuckertraube

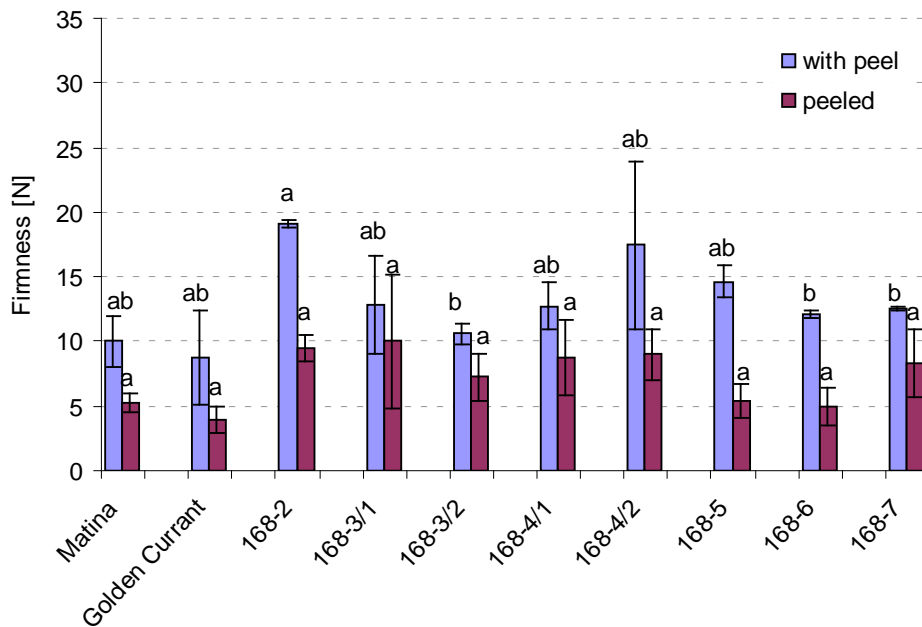


Abb. 2: Fruchtfestigkeit mit und ohne Epidermis von Eltern und F₃-Nachkommenschaften (168-2 bis 168-7) der Kreuzung Golden Currant x Matina

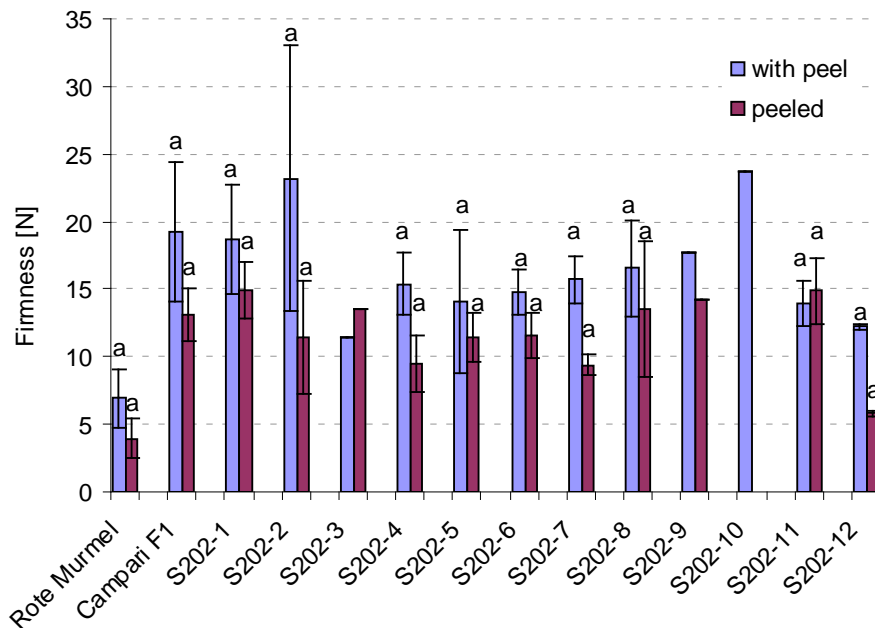


Abb. 3: Fruchtfestigkeit mit und ohne Epidermis von Eltern und F₃-Nachkommenschaften (S 202-1 bis S 202-12) der Kreuzung Rote Murrel x Campari F₁

- b) Morphologie: Kann bereits in frühen Generationen an Einzelpflanzen auf für den Anbau wichtige Merkmale (Internodienlänge, Seitentriebbildung) ausgelesen werden?

Für alle untersuchten Merkmale - Internodienlänge, Anzahl Geiztriebe und Gesamtlänge der Geiztriebe – gab es 2004 Variation innerhalb und zwischen Nachkommenschaften (Tab. 19). Im Nachbau 2005 bestätigten sich die Messungen von 2004 nicht. Am deutlichsten war dies für das im Anbau bedeutendste Merkmal, die Gesamtlänge der Geiztriebe: Z.B. hatten die Pflanzen 3/219 und 4/345 im Jahr 2004 niedrige Werte und stammten aus entsprechenden Nachkommenschaften. Im Nachbau wurden die ungünstigsten Werte gemessen. Die Rückkreuzung mit Matina wies 2004 die stärkste Geiztriebentwicklung auf. Im Nachbau bestätigte sich auch diese Beobachtung nicht.

Zusätzlich wurden morphologische, agronomische und phänologische Eigenschaften von Nachkommenschaften der 2004 selektierten Einzelpflanzen im Vergleich mit den Elternsorten und einer Rückkreuzung betrachtet. Die Daten sind in den Tabellen 20 und 21 zu sehen. Die Frühzeitigkeit der beiden Elternsorten wurde von keiner der Nachkommenschaften erreicht. Im Längenwachstum und der Anzahl geernteter Früchte überschritten mehrere Nachkommenschaften die Höchstwerte der Eltern. Die beste Nachkommenschaft hatte einen Ertragszuwachs von über 50% gegenüber der ertragsstärkeren Elternsorte. In der Fruchtgröße konnte das Mittel der Eltern nicht erreicht werden. Die Feldresistenz gegen *Phytophthora* näherte sich der resistenteren Elternsorte an, ohne sie zu erreichen. Durch die Rückkreuzung mit Matina stieg die Fruchtgröße an, blieb aber hinter Matina zurück bei nur leichter Ertragssteigerung. Die *Phytophthora*-Anfälligkeit war groß und dadurch die Ernteperiode stark reduziert.

Insgesamt konnten die Wildtomaten-Eigenschaften von Golden Currant weitgehend erfolgreich integriert werden. Die entscheidende Hürde blieb die Kombination von Großfrüchtigkeit mit möglichst ausgeprägter Feldtoleranz gegen *Phytophthora*.

Tabelle 19: Morphologische Merkmale von Nachkommenschaften (EPN) und Einzelpflanzen (EP) in der Kreuzung Golden Currant x Matina F3 im Jahr 2004 und im Nachbau 2005

Nr. EPN / EP	Internodienlänge (cm)			Anzahl Geiztriebe			Gesamtlänge Geiztriebe (cm)		
	EPN 2004	EP 2004	EPN 2005	EPN 2004	EP 2004	EPN 2005	EPN 2004	EP 2004	EPN 2005
18/280	7,8	7,7	7,7	5,0	6	3,0	60,7	88	31,0
3/219	7,4	7,7	7,3	2,8	2	4,8	30,4	9	72,3
3/283	7,4	7,7	7,2	2,8	2	4,0	30,4	16	46,3
4/313	6,9	8,0	9,9	3,2	2	4,5	25,2	7	48,5
4/345	6,9	6,7	7,8	3,2	4	5,5	25,2	23	73,0
4/361	6,9	8,7	8,3	3,2	4	4,8	25,2	54	57,3
6/347	5,9	5,0	8,4	4,6	3	5,0	52,4	17	61,5
6/363	5,9	5,7	7,8	4,6	5	4,0	52,4	40	42,8
7/409	6,7	7,3	7,8	3,6	4	5,3	36,4	46	44,8

Die EPN 18 ist eine Rückkreuzung mit Matina

Tabelle 20: *Phytophthora*-Befall und morphologische Eigenschaften von F4-Nachkommenschaften der Kreuzung Golden Currant x Matina und der Elternsorten in Ellingerode 2005

Sorte / Nach- kommen-schaft	Krautfäule FUBK	Braunfäule FUBK	Austrieb Blütenstände	Austrieb Blätter	Länge 2 Internodien 5.10. in cm	Länge 3 Internodien 27.10. in cm	Geiztriebe Anzahl 27.5.	Geiztriebe gesamt 27.5. in cm	Geiztriebe Anzahl 14.7.	Geiztriebe gesamt 14.7. in cm
Golden Currant	93	58	9,0	9,0	12,5	23,0	*	*	7,5	77,0
Matina	250	178	2,0	1,0	14,0	21,8	*	*	2,8	18,0
18	221	183	2,0	1,0	13,0	21,5	2,0	9,0	3,0	31,0
3/1	142	107	4,0	4,0	18,5	29,8	2,3	8,0	4,8	72,3
3/2	111	74	3,0	3,0	17,3	23,3	2,0	9,0	4,0	46,3
4/1	134	73	5,0	1,0	16,3	24,8	2,8	10,5	4,5	48,5
4/2	134	100	3,0	1,0	13,8	25,3	1,3	4,8	5,5	73,0
4/3	100	88	6,0	3,0	16,8	23,5	1,8	12,0	4,8	57,3
6/1	128	84	6,0	4,0	16,5	23,3	2,3	9,3	5,0	61,5
6/2	120	75	6,0	4,0	12,8	25,0	1,5	9,0	4,0	42,8
7	128	96	1,0	2,0	15,3	23,3	2,3	6,8	5,3	44,8
Grenzdifferenz	41,5	32,5	4,0	2,9	3,8	3,1	0,0	0,0	2,1	44,6
Mittel	141,7	101,4	4,3	3,0	15,1	24,0	2,0	8,7	4,6	52,0

Die Nachkommenschaft 18 ist eine Rückkreuzung mit Matina

Tabelle 21: Längenwachstum und Ertragsparameter von F4-Nachkommenschaften der Kreuzung Golden Currant x Matina und der Elternsorten in Ellingerode 2005

Sorte / Nachkommenschaft	Tage Pflanzung bis Reife	Ernteperiode in Tagen	Höhe 14.7. in cm	Zahl Blütenstände 14.7.	Höhe 25.8. in cm	Maximal beerntete Etage	Früchte bis 15.9.	Ertrag bis 15.9.	Früchte gesamt	Ertrag gesamt	Mittleres Fruchtgewicht
Golden Currant	70	69	100	6,0	189	8,5	55,3	389	79,3	586	7,4
Matina	70	48	115	4,0	173	4,8	26,5	1910	27,0	1953	71,4
18	81	30	103	4,3	160	3,8	35,3	2065	35,3	2065	59,4
3/1	74	55	118	5,0	226	7,0	51,8	1355	66,8	1724	29,3
3/2	81	59	114	4,3	220	8,0	73,0	2068	114,8	3049	27,8
4/1	74	59	129	5,3	243	7,3	54,5	1546	65,3	1891	29,1
4/2	74	62	121	5,3	238	8,0	54,3	1700	63,5	2001	32,1
4/3	74	51	119	5,0	228	7,5	52,0	1824	58,0	2183	35,9
6/1	74	59	99	5,3	184	7,5	64,5	1616	81,8	2053	25,2
6/2	77	59	116	5,0	239	7,8	50,5	1541	60,0	1866	32,7
7	74	59	106	4,3	215	6,5	49,5	1875	64,5	2416	37,5
Grenzdifferenz	9,6	21,1	22,5	1,1	26,0	3,8	25,6	862,3	33,7	1010,7	8,7
Mittel	74,5	55,1	112,6	4,9	210,2	7,0	51,5	1626,3	65,1	1980,6	35,2

Die EPN 18 ist eine Rückkreuzung mit Matina

- c) Ertragsbildung: Kann bereits in frühen Generationen an Einzelpflanzen auf für den Ertrag wichtige Eigenschaften (Fruchtgröße und Fruchtzahl, Ernteperiode) ausgelesen werden?

Untersucht wurde die Kreuzung Celsior x Matina F5 in Rhaderfehn 2004 mit 2 x 2 Pflanzen pro Nachkommenschaft sowie der Nachbau 2005 mit 3 x 2 Pflanzen.

Für die Tage von Pflanzung bis Erntebeginn und die Ernteperiode gab es nur eine teilweise Übereinstimmung der Beobachtungen 2004 mit dem Nachbau 2005 (Tab. 22 und 23). Alle die Ernteperiode bestimmenden Parameter waren stark durch die *Phytophthora*-Infektion beeinflusst: Der Erntebeginn war verzögert, wenn die ersten Früchte der Braunfäule zum Opfer fielen, z.B. bei der Nachkommenschaft 11/273 in 2005. Wenn nach einer Zeit ohne marktfähige Früchte noch eine einzelne gesunde Frucht gebildet wurde, erschien die Ernteperiode täuschend lang. Für die Erträge und die Zahl marktfähiger Früchte war kein Zusammenhang zwischen den Messungen in 2004 und 2005 festzustellen; dabei ist zu berücksichtigen, dass das Ertragsniveau 2005 – bedingt durch den Kälteeinbruch im August - sehr niedrig war und nur wenige Früchte gebildet wurden.

Rückblickend war es nicht sinnvoll, diesen Versuchsteil an einem Ort mit sehr starkem *Phytophthora*-Befall zu bearbeiten. 2006 wurde deshalb in Ellingerode ein Versuch angelegt, in dem F2, F3 und F4 der Kreuzungen 1. Cerise rot groß x Quedlinburger Frühe Liebe und 2. Cerise gelb x Zuckertraube verglichen wurden. Die Ergebnisse sind in Tabelle 24 dargestellt. Die Selektion in der Kreuzung Cerise gelb x Zuckertraube führte im Vergleich zu Cerise rot groß x Quedlinburger Frühe Liebe zu deutlicheren Unterschieden. Bei beiden Kreuzungen nahm der Ertrag in der Reihenfolge $F2 < F3 < F4$ zu. Heterosis kann in der F2 eine Rolle gespielt und den Selektionserfolg überlagert haben. Das Fruchtgewicht war in der 1. Kreuzung in der F4 und in der 2. Kreuzung in der F3 geringer bei gleichzeitig höherer Anzahl der Früchte. Es konnten in der F4 geringfügig mehr Etagen beerntet werden, aber die Erntereife setzte überraschenderweise später ein; dadurch wurde auch die Ernteperiode reduziert. Die Krautfäule- und im Fall der 2. Kreuzung auch die Braunfäule-Anfälligkeit nahm durch die Auslese zu. Der Austrieb aus Blättern und Fruchtständen nahm bei der 1. Kreuzung zur F4 zu; bei der 2. nahm der Blattaustrieb ab und der Austrieb aus Fruchtständen fiel in der F3 negativ auf. Die Neigung zum Platzen der Früchte ist bei der 2. Kreuzung zu stark und wurde bei der Auslese möglicherweise zu wenig berücksichtigt.

Als Fazit scheint die Ertragsauslese in F2 und F3 möglich, aber die Ergebnisse sind wegen der geringen Zahl der untersuchten Nachkommenschaften nur begrenzt aussagefähig. Vor einem umfangreichen routinemäßigen Einsatz sollte die Methode noch genauer untersucht werden. Insbesondere die Untersuchung in bzgl. Ertrag und Stärke der *Phytophthora*-Infektion differenzierten Umwelten steht aus. Bei der Auslese sind morphologische Parameter und die *Phytophthora*-Feldresistenz mit zu berücksichtigen.

Tabelle 22: Effekt der Auslese auf Parameter der Ertragsbildung in der Kreuzung Celsior x Matina: Ernteperiode und *Phytophthora*-Befall in Nachkommenschaften (EPN) und Einzelpflanzen (EP)

Nr. EPN / EP	Tage von Pflanzung bis Erntebeginn			Tage bis letzte Ernte			Ernteperiode			Krautfäule Fläche unter der Befallskurve			Braunfäule Fläche unter der Befallskurve		
	EPN	EP	EPN	EPN	EP	EPN	EPN	EP	EPN	EPN	EP	EPN	EPN	EP	EPN
	2004	2004	2005	2004	2004	2005	2004	2004	2005	2004	2004	2005	2004	2004	2005
Celsior	86,0	-	94,5	-	-	120,7	-	-	26,2	457	-	379,0	378	-	354,2
Matina	76,0	-	56,7	-	-	71,0	-	-	13,2	573	-	446,2	578	-	447,0
1/198	78,8	84	*	133,0	141	*	55,3	58	38,0	465	454	367,7	412	402	353,7
2/253	80,5	84	84,5	116,0	141	133,1	36,5	58	27,5	477	454	372,5	474	508	377,4
7/210	70,0	72	65,3	114,3	141	136,5	45,3	70	28,8	436	433	384,7	407	361	379,0
10/216	79,3	91	92,3	137,5	141	109,2	59,3	51	17,2	439	444	393,2	405	359	393,7
11/273	72,0	72	99,3	128,5	141	131,0	57,5	70	32,0	450	430	391,8	439	438	364,5
11/274	72,0	72	75,3	128,5	141	121,7	57,5	70	46,3	450	408	375,8	439	395	366,3
Grenzdifferenz	7,03	-	-	47,74	-	-	31,07	-	31,9	50,89	-	21,7	73,49	-	34,0

Die Grenzdifferenz 2004 wurde zwischen 20 Nachkommenschaften berechnet; die Grenzdifferenz 2005 wurde ebenfalls ohne Eltern berechnet. Die Werte für Celsior und Matina 2004 wurden im benachbarten Sortenvergleich bestimmt.

* In der Nachkommenschaft 1 wurde 2005 von einer Pflanze keine Frucht geerntet

Tabelle 23: Effekt der Auslese auf Parameter der Ertragsbildung in der Kreuzung Celsior x Matina: Ertrag, Fruchtzahl und Fruchtgewicht in Nachkommenschaften (EPN) und Einzelpflanzen (EP)

Nr. EPN / EP	Ertrag bis 15.9. in g			Ertrag bis 15.10. in g			Früchte bis 15.9.			Früchte gesamt			Mittleres Fruchtgewicht in g		
	EPN	EP	EPN	EPN	EP	EPN	EPN	EP	EPN	EPN	EP	EPN	EPN	EP	EPN
	2004	2004	2005	2004	2004	2005	2004	2004	2005	2004	2004	2005	2004	2004	2005
Celsior	160	-	134	192	-	164	-	-	11,2	16,3	-	14,3	11,8	-	11,4
Matina	112	-	72	112	-	72	-	-	2,2	2,5	-	2,2	44,6	-	38,1
1/198	362	404	115	442	457	173	31,9	28	8,2	39,3	33	13,2	11,4	13,8	13,5
2/253	773	745	47	835	909	53	31,5	27	0,9	35,0	34	1,3	23,4	26,7	33,4
7/210	719	554	158	818	757	172	32,0	28	6,7	36,5	38	7,5	22,4	19,9	23,4
10/216	964	1053	133	1070	1193	144	35,4	37	5,5	43,8	44	6,3	24,5	27,1	23,9
11/273	1105	1229	157	1249	1374	179	39,8	41	6,5	50,8	54	8,7	25,1	25,4	20,2
11/274	1105	1676	102	1249	1916	125	39,8	65	4,5	50,8	83	6,8	25,1	23,1	21,7
Grenz- differenz	395,64	-	142,3	409,05	-	157,8	15,47	-	6,5	16,95	-	7,6	4,44	-	-

Die 2004 wurde zwischen 20 Nachkommenschaften berechnet; die Grenzdifferenz 2005 wurde ebenfalls ohne Eltern berechnet.
Die Werte für Celsior und Matina 2004 wurden im benachbarten Sortenvergleich bestimmt.

Tabelle 24: Ertragsparameter, *Phytophthora*-Befall und morphologische Parameter zweier Kreuzungen in der F2-, F3- und F4-Generation in Ellingerode 2006 als Ergebnis der Varianzanalyse unter besonderer Berücksichtigung einer komplizierten Tabellenüberschrift

	Cerise rot groß x Quedlinburger Frühe Liebe						Cerise gelb x Zuckertraube					
	Signifikante Unterschiede	F2	F3	F4	Mittel	Grenz-differenz	Signifikante Unterschiede	F2	F3	F4	Mittel	Grenz-differenz
Ertrag bis 15.9. in g/Pflanze	-	1178	1298	1343	1273	206	**	1017	1082	1291	1130	132
Ertrag bis 15.10. in g/Pflanze	-	2813	2948	3007	2923	428	*	2405	2632	2719	2585	207
Zahl Früchte bis 15.9.	*	31,6	32,9	41,5	35,3	7,2	**	43,5	52,5	56,2	50,7	6,1
Zahl Früchte bis 15.10.	**	69,5	67,6	91,3	76,1	10,6	**	94,3	127,1	117,2	112,8	8,9
Fruchtgewicht in g	**	41,3	47,3	33,9	40,8	7,24	**	25,6	20,7	23,1	23,1	1,22
Maximal beerntete Etage	-	8,8	8,8	9,0	8,88	0,37	+	8,5	8,9	9,2	8,87	0,48
Tage Pflanzung bis Reife	*	64,6	66,2	67,5	66,1	1,73	-	68,5	69,1	70,1	69,3	2,61
Ernteperiode in Tagen	*	73,4	71,8	70,5	71,9	1,73	-	69,5	68,9	67,9	68,7	2,61
Krautfäule ¹⁾	-	188,1	201,9	203,2	197,7	23,28	*	173,3	174,3	188,9	178,8	9,93
Braunfäule ¹⁾	**	46,0	60,9	51,8	52,9	7,03	*	52,8	46,0	54,6	51,2	5,15
Höhe in cm am 15.7.	+	99	93	100	97,32	6,43	*	109	106	100	105,0	6,25
Höhe in cm am 18.8.	-	194	186	191	190,4	13,73	**	207	199	210	205,5	5,92
Austrieb Blatt ²⁾	-	1,54	1,27	2,07	1,62	0,91	*	2,33	1,27	1,00	1,53	1,07
Austrieb Frucht ²⁾	-	1,55	2,07	2,33	1,98	1,02	*	2,60	5,00	2,87	3,49	1,48
Platzer ²⁾	-	1,73	1,27	1,40	1,46	0,49	+	5,20	4,47	5,47	5,04	0,95

¹⁾ Fläche unter der Befallskurve

²⁾ 1=geringste Ausprägung, 9=stärkste Ausprägung

2.5 Bewertung der Zuchtziele aus der Sicht von ErzeugerInnen und VerbraucherInnen

Über viele Kontakte im Ringversuch wurde eine enge Verzahnung mit ErzeugerInnen und NutzerInnen von Freilandtomaten erreicht. Das Vorgehen ist in im Teilprojekt 1 a) beschrieben.

Versuchsweise wurde zum Jungpflanzenverkauf 2006 eine Rückmelde-Postkarte entworfen und durch die kooperierenden Betriebe mit den Jungpflanzen verteilt. Der Rücklauf war so sparsam, dass eine Wiederholung nicht sinnvoll ist. Vermutlich ist der Zeitraum zwischen dem Kauf der Pflanzen im Mai und dem Ende der Saison im September oder Oktober viel zu lang, um eine Erfolgskontrolle zu gewährleisten. In Zukunft sollte der Kontakt zu Jungpflanzenbetrieben weiter intensiviert werden, um auch auf dieser Ebene eine effektive Erfolgskontrolle zu gewährleisten. Bei den Rückmeldungen fiel die überaus positive Bewertung der Wildtomaten auf.

An den Standorten der regionalen Sortenvergleiche, Schönhagen, Ellingerode und Rhaderfehn, wurden jährlich Feldtage durchgeführt (siehe auch Anhang 10). Die Termine wurden in Perioden starker *Phytophthora*-Infektion gelegt, damit eine kritische Bewertung der Sorten bzw. Kreuzungen möglich war. Mehrfach wurden Sensorik-Tests ausgewählter Genotypen angeboten und vom Publikum engagiert wahrgenommen. Beispielhaft sind in Tabelle 25 die Ergebnisse des Beliebtheitstests in Schönhagen 2006 dargestellt. Es war für alle Tests bezeichnend, dass für alle Sorten ein Großteil des Notenspektrums ausgeschöpft wurde. Auch die Ergebnisse verschiedener Jahre variierten teilweise erheblich.

Tabelle 25: 18 Genotypen aus dem Vergleich in Schönhagen im Beliebtheitstest am 9.9.2006.
1=schlechteste Note, 9=beste Note

Sorte/Kreuzung	Note									Summe Nennungen	mittlere Note	Rang
	1	2	3	4	5	6	7	8	9			
Cerise rot	0	2	3	12	16	10	5	3	1	52	5,17	11
Cerise gelb	3	1	2	13	7	8	9	6	1	50	5,32	8
Resi Gold	0	0	4	1	10	5	14	9	9	52	6,67	2
Philovita F1	1	1	0	2,5	11,5	4,5	4,5	8,5	16,5	50	6,91	1
Cerise rot groß x Quedlinburger Frühe Liebe F4	1	3	5	13	10	8	7	3	2	52	5,06	12
Cerise gelb x Zuckertraube F4	0	1	5	7	4	9	10	13	3	52	6,15	3
Golden Currant x Matina	1	1	7	9	12	4	9	6	3	52	5,42	7
Golden Currant x Matina	0	1	1	8	12	10	9	10	0	51	5,88	5
Celsior x Matina F7	0	2	1	7	12	9	10	6	2	49	5,82	6
Matina	0	1	1	6	10	9	17	2	5	51	6,14	4
Goldene Königin	1	4	3	10	11	11,5	5,5	5	1	52	5,18	10
Quadro / De Berao	4	6	9	13	6	6	4	2	0	50	4,10	17
Harz IV aufessen!	1	4	8	14	12	5	5	2	0	51	4,51	16
Harzfeuer F1	0	2,5	8,5	14	9	10	3	4	0	51	4,79	15
Rosa Roma	1	1	7	6	14	6	9	4	1	49	5,27	9
Zuchtstamm	3	0	8	7	16	3,5	8,5	3	1	50	4,97	13
Rote Zora	2	3	8	9	11	7	5	6	1	52	4,94	14
Phantasia F1	6	2	10	10	11	7	2	0	1	49	4,08	18

Teilprojekt 3: Bereitstellung eines genetisch breiten Ausgangsmaterials für ein langfristiges ökologisches Züchtungsprogramm

Während des gesamten Projektzeitraumes wurden entsprechend dem jeweils aktuellen Wissensstand Kreuzungen zwischen verschiedensten Typen durchgeführt und weiter bearbeitet. Um den Prozess zu beschleunigen, wurden jeweils im Winter im Bio-Gewächshaus Kreuzungen durchgeführt. Zur Saatguternte für Feldversuche wurde die F1 der Kreuzungen von Sorten ebenfalls im Gewächshaus gezogen.

In die Materialentwicklung flossen Fleisch-, Salat-, Cocktail- und Wildtomaten ein. Seit 2005 lag der Fokus auf der Erhöhung des mittleren Fruchtgewichtes, ohne Fruchtqualität und Feldresistenz gegen *Phytophthora* zu vernachlässigen. In der Tabelle 26 sind die bisher gelungenen Kreuzungen aufgelistet. Mit 32 Elternsorten wurden 62 Einfach- und 58 Mehrfachkreuzungen hergestellt. Von diesen 120 Kreuzungen wurden 72 bereits mindestens einortig und einjährig getestet; 23 von ihnen waren für die weitere Materialentwicklung nicht geeignet. Nach bisherigen Beobachtungen kann – übereinstimmend mit Erfahrungen mit anderen Arten - aus den Eigenschaften der Eltern nicht automatisch auf die Eigenschaften ihrer Kreuzung geschlossen werden. Als Beispiel sei die Kreuzung Rote Murrel x Campari F1 genannt, in der weder die Resistenzeigenschaften von Rote Murrel, noch die gute Fruchtqualität beider Elternsorten selektiert werden konnte. Die Verbesserung der Elternwahl wird eine wichtige Aufgabe eines zukünftigen Projektes sein. Eine entscheidende Hürde für das Kreuzungsprogramm bleibt die negative Korrelation von Fruchtgewicht und Feldresistenz gegen *Phytophthora infestans*.

Einzelne der ältesten Kreuzungen wurden im Ringversuch der Jahre 2005 und 2006 sowie im Sortenvergleich 2005 mit wechselndem Erfolg getestet (siehe Tab. 1, 2 und 3). Im Sortenvergleich 2006 wurden weitere Kreuzungen der zweiten Generation aufgenommen, die teilweise hervorragende Ergebnisse in Ertrag und Fruchtqualität brachten (Tab. 4 und 25) und so den Erfolg des Züchtungsprogramms zeigten.

Tabelle 26: Gelungene Kreuzungen bis 2006

In **fett** Kreuzungen, die weiter bearbeitet werden sollten

	Nr.	von wann?	zuletzt angebaut	aktueller Zustand (März 2007)
Rote Murrel x Zuckertraube	199	2003	2006	F5-Saat
Rote Murrel x Cerise rot	171, 172	?	2003	F3-Saat, nicht interessant
Rote Murrel x Cerise rot groß	232	2003	2006	F5-Saat
Lämpchen x (Rote Murrel x Cerise rot groß F4)	324	2005/06		F1-Saat
(Golden Currant x Campari F1 2 F4) x (Rote Murrel x Cerise rot groß F4)	268	2005/06	2006	F1-Saat, zu anfällig
(Rote Murrel x Cerise rot groß, F4) x (Celsior x Paprikaförmige F4)	270	2005/06	2006	F2-Saat
(Rote Murrel x Cerise rot groß, F4) x (Golden Currant x Campari F1 2 F4)	269	2005/06	2006	F2-Saat , Eignung unklar
Rote Murrel x Matina	169	2001	2003	F3-Saat; Fruchtgröße und Ertrag unbefriedigend
Rote Murrel x Campari F1	202	2002	2006	F5-Saat, schmeckt schlecht, Fertilitätsstörungen
Rote Murrel x Varida (Buschtomate)	--	2003	2003/04	F2-Saat, nicht erprobt
Rote Murrel x Cristal F1	215	2003	2005	F4-Saat, uninteressant
Rote Murrel x Paprikaförmige	218	2003	2004	F2-Saat, uninteressant
Cerise gelb x S 030a	214	2003	2006	F5-Saat
(Cerise gelb x S 030 a F4) x Lämpchen	325	2005/06	2006	F1-Saat, zu anfällig
(Cerise gelb x S 030 a F4) x (Rote Murrel x Cerise rot groß)	267	2005/06	2006	F1-Saat, Geschmack unbefriedigend
Harz IV x (Cerise gelb x S 030 a F4)	314	2005/06		F1-Saat
(Cerise gelb x S 030 a F4) x (Resi Gold x ((Celsior x Matina F4) x Matina F2))	308	2005/06	2006	F2-Saat
S 030a x Matina	244	2004/05	2005	F2-Saat
S 030a x Lämpchen	243	2004/05	2005	F2-Saat
S 030a x Orange Favourite	245	2004/05	2005	F2-Saat
(S 030 a F4 x Lämpchen F2) x (Golden Currant x Paprikaförmige F4)	343	2005/06	2006	F1-Saat
Matts Wild Cherry x Ferline F1	235	2004/05	2005	F2-Saat
Matts Wild Cherry x Hybrid-2 Tarasenko	246	2004/05	2005	F2-Saat
Golden Currant x Celsior	--	2000	2002	F4-Saat, nur gelbe, liegt auf Eis
Golden Currant x Cerise gelb	233	2003	2006	F4-Saat, zu anfällig
Golden Currant x Yellow Plum	170	?	2003	F3-Saat
Golden Currant x Matina (inkl. Rückkreuzung)	168	2001	2006, 2006/07	F6-Saat, F7-Saat
(Golden Currant x Matina F4) x Schlesische Himbeer	238	2004/05	2006	F2-Saat, zu anfällig
(Golden Currant x Matina F4) x Hybrid-2 Tarasenko	240	2004/05	2005	F2-Saat, uninteressant
(Golden Currant x Matina F5) x Paprikaförmige	273	2005/06		F1-Saat
(Golden Currant x Matina, F5) x Harz IV	274	2005/06		F1-Saat
(Golden Currant x Matina F5) x (Resi Gold x ((Celsior x Matina F4) x Matina F2))	275	2005/06		F1-Saat
(Golden Currant x Matina F5) x (Cerise gelb x Zuckertraube F2)	276	2005/06		F1-Saat
Golden Currant x Matina F5) x Paprikaförmige	344	2005/06		F1-Saat
Golden Currant x Campari F1	217	2003	2006	F5-Saat
(Golden Currant x Campari F1 2 F4) x Harz IV	283	2005/06		F1-Saat
(Golden Currant x Campari F1 2 F4) x Lämpchen	284	2005/06		F1-Saat
Golden Currant x Sungella	--	2003	2003/04	F2-Saat, nicht erprobt
Golden Currant x Paprikaförmige	200	2003	2006	F5-Saat
(Golden Currant x Paprikaförmige F4) x Paprikaförmige	277	2005/06		F1-Saat
(Golden Currant x Paprikaförmige F4) x Domaca Pfarrgarten	278	2005/06		F1-Saat
(Golden Currant x Paprikaförmige F4) x (Resi Gold x Zuchtstamm F2)	279	2005/06		F1-Saat
(Golden Currant x Paprikaförmige F4) x (Resi Gold x Zuchtstamm F2)	280	2005/06		F1-Saat
(Golden Currant x Paprikaförmige F4) x (Resi Gold x Paprikaförmige, F2)	281	2005/06		F1-Saat
Celsior x Galina Siberian Cherry	247	2004/05	2005	F2-Saat

Celsior x Zuckertraube	220	2003	2005	F4-Saat, uninteressant
Celsior x Cerise rot groß	--	2003	2003/04	F2-Saat, nicht erprobt
Celsior x Quedlinburger Frühe Liebe	248	2004/05	2005	F2-Saat
Celsior x Matina (inkl. Rückkreuzung)	167	2000	2006, 2006/07	F8-Saat, F9-Saat
Celsior x Rosa Roma	250	2004/05	2005	F2-Saat
Celsior x Campari	175	2002	2005	F4-Saat, uninteressant
Celsior x Paprikaförmige	201	2003	2006	F5-Saat, für Kreuzungen
(Celsior x Paprikaförmige F4) x (Resi Gold x Zuchtstamm F2)	294	2005/06	2006	F1-Saat
Resi Gold x ((Celsior x Matina F4) x Matina F2)	236	2004/05	2006	F3-Saat
Resi Gold x Galina Siberian Cherry	251	2004/05	2005	F2-Saat
Resi x Philovita F1	297	2005/06	2006	F1-Saat, Eignung unklar
Quedlinburger Frühe Liebe x Resi Gold	252	2004/05	2005	F2-Saat
Matina x Resi Gold	253	2004/05	2005	F2-Saat
Orange Favourite x Resi Gold	255	2004/05	2005	F2-Saat
Resi Gold x Ferline F1	237	2004/05	2005	F2-Saat, uninteressant
Resi Gold x Zuchtstamm	254	2004/05	2005	F2-Saat
Resi x Hybrid 2-Tarasenko	262	2005/06	2006	F2- saat, zu anfällig
(Hybrid 2-Tarasenko x Resi F1) x (Golden Currant x Paprikaförmige F4)	289	2005/06		F1-Saat
(Hybrid 2-Tarasenko x Resi F1) x (Golden Currant x Paprikaförmige F4)	290	2005/06		F1-Saat
(Hybrid 2-Tarasenko x Resi F1) x (Celsior x Paprikaförmige F4)	296	2005/06		F1-Saat
Resi Gold x Schlesische Himbeer	256	2004/05	2005	F2-Saat
Resi x Phantasia F1	298	2005/06	2006	F2-Saat
Resi x (Zuchtstamm x Paprikaförmige 1 F2)	299	2005/06	2006	F2-Saat
Resi Gold x Paprikaförmige	257	2004/05	2005	F2-Saat
(Resi Gold x Zuchtstamm F2) x (Golden Currant x Matina F5)	285	2005/06		F1-Saat
(Resi Gold x Zuchtstamm F2) x (Golden Currant x Matina F5)	286	2005/06		F1-Saat
(Resi Gold x Paprikaförmige F2) x (Golden Currant x Paprikaförmige F4; rot)	287	2005/06		F1-Saat
(Resi Gold x ((Celsior x Matina F4) x Matina F2), F3) x (Golden Currant x Matina F5,rot)	291	2005/06		F1-Saat
(Resi Gold x ((Celsior x Matina F4) x Matina F2), F3) x (Golden Currant x Matina F5,rot)	292	2005/06		F1-Saat
(Resi Gold x ((Celsior x Matina F4) x Matina F2), F3) x (Golden Currant x Campari F1 2, F4)	293	2005/06		F1-Saat
(Resi Gold x ((Celsior x Matina F4) x Matina F2), F3) x Paprikaförmige	302	2005/06		F1-Saat
(Resi Gold x ((Celsior x Matina F4) x Matina F2), F3t) x (Zuchtstamm x Paprikaförmige 1 F2)	303	2005/06		F1-Saat
(Resi Gold x ((Celsior x Matina F4) x Matina F2), F3) x (Zuchtstamm x Paprikaförmige 1 F2)	305	2005/06		F1-Saat
Harz IV x (Resi Gold x ((Celsior x Matina F4) x Matina F2)	317	2005/06		F1-Saat
Quedlinburger Frühe Liebe x (Resi Gold x ((Celsior x Matina F4) x Matina F2)	310	2005/06	2006	F2-Saat, zu anfällig
(Resi Gold x ((Celsior x Matina F4) x Matina F2), F3) x Paprikaförmige	306	2005/06		F1-Saat
(Resi Gold x ((Celsior x Matina F4) x Matina F2), F3) x Z21	322	2005/06		F1-Saat
(Resi x Hybrid 2-Tarasenko 1 F1) x (Golden Currant x Paprikaförmige F4)	288	2005/06		F1-Saat
(Resi x Hybrid 2-Tarasenko 2 F1) x (Celsior x Paprikaförmige, F4)	295	2005/06		F1-Saat
(Resi x Hybrid 2-Tarasenko 1, F1) x (Resi Gold x ((Celsior x Matina F4) x Matina F2), F3)	304	2005/06		F1-Saat
Philovita F1 x Quedlinburger Frühe Liebe	312		2006	F2-Saat, zu anfällig
Z21 x Philovita F1	319	2005/06	2006	F2-Saat, Eignung unklar
Philovita F1 x Baumtomate	327	2005/06	2006	F2-Saat
Harz IV x Philovita F1	315	2005/06	2006	F1-Saat, Eignung unklar
Philovita F1 x Domaca Pfarrgarten	328	2005/06		F1-Saat
Paprikaförmige x Philovita F1	330	2005/06		F1-Saat

Cerise gelb x Golden Currant	224	2003	2006	F4-Saat, unklar, ob gut
Cerise gelb x Zuckertraube	225	2003	2006	F5-Saat
Lämpchen x (Cerise gelb x Zuckertraube 2 F4)	323	2005/06		F1-Saat
(Cerise gelb x S 030 a F4) x (Golden Currant x Matina F5)	282	2005/06		F1-Saat
(Cerise gelb x S 030 a F4) x (Resi Gold x Zuchtstamm 1 F2)	300	2005/06		F1-Saat
(Cerise gelb x S 030 a F4) x (Resi Gold x Paprikaförmige 1F2)	301	2005/06		F1-Saat
(Cerise gelb x S 030 a F4) x (Zuchtstamm x Paprikaförmige F2)	307	2005/06		F1-Saat
(Cerise gelb x S 030 a F4) x Harz IV	318	2005/06		F1-Saat
(Cerise gelb x Zuckertraube 2 F4) x (Golden Currant x Paprikaförmige F4)	342	2005/06		F1-Saat
Cerise gelb x Goldene Königin	221	2002	2005	F4-Saat, zu anfällig
Cerise rot x Matina	177	2002	2005	F4-Saat, uninteressant
Cerise rot x Paprikaförmige	181	2002	2005	F4-Saat, uninteressant
Cerise rot groß x Zuckertraube	234	2003	2005	F4-Saat, uninteressant
(Cerise rot groß x Schlesische Himbeer 2 F2) x (Resi Gold x ((Celsior x Matina F4) x Matina F2), F3)	309	2005/06		F1-Saat
Cerise rot groß x Quedlinburger frühe Liebe	219	2003	2006	F5-Saat
Cerise rot groß x Campari F1	--	2003	2003/04	F2-Saat, nicht erprobt
Cerise rot groß x Schlesische Himbeer	258	2004/05	2005	F2-Saat
Cerise rot groß x Paprikaförmige	--	2003	2003/04	F2-Saat, nicht erprobt
Quedlinburger Frühe Liebe x (Golden Currant x Matina F4)	239	2004/05	2005	F2-Saat, uninteressant
Quedlinburger Frühe Liebe x (Zuchtstamm x Paprikaförmige 1 F2)	311	2005/06		F1-Saat
Zuchtstamm x Paprikaförmige	259	2004/05	2005	F2-Saat
(Zuchtstamm x Paprikaförmige, F2) x Z21	321	2005/06		F1-Saat
Ferline F1 x Zuchtstamm	241	2004/05	2005	F2-Saat, uninteressant
Phantasia F1 x Quedlinburger Frühe Liebe	313	2005/06	2006	F2-Saat, Eignung unklar
Phantasia F1 x Z21	320	2005/06	2006	F2-Saat
Baumtomate x Phantasia F1	326	2005/06	2006	F2-Saat
Harz IV x Phantasia F1	316	2005/06	2006	F1-Saat, Eignung unklar
Phantasia F1 x Domaca Pfarrgarten	329	2005/06		F1-Saat
Phantasia F1 x Paprikaförmige	332	2005/06		F1-Saat

3.2 Voraussichtlicher Nutzen und Verwendbarkeit der Ergebnisse; Möglichkeiten der Umsetzung oder Anwendung der Ergebnisse für eine Ausdehnung des ökologischen Landbaus; bisherige und geplante Aktivitäten zur Verbreitung der Ergebnisse

Die erarbeiteten Sortenempfehlungen können den ökologischen Anbau von Tomaten im Freiland erheblich erleichtern und damit auch ausweiten helfen. Die Vermehrung der entsprechenden Sorten wurde eingeleitet; Saatgut ist über Dreschflügel öffentlich erhältlich. Wer keine eigene Jungpflanzenanzucht durchführt, kann Jungpflanzen bei einer Gruppe von im Bundesgebiet verteilten Gärtnereien, teilweise auch im Versand, beziehen. Für Erwerbsbetriebe ist die Kontaktstelle das Department für Nutzpflanzenwissenschaften der Georg-August-Universität Göttingen. Auch im konventionellen Anbau ist die Bekämpfung der Kraut- und Braunfäule aufwendig und nach der Anwendung von Fungiziden müssen Wartezeiten eingehalten werden. Durch die Verbreitung geeigneter Sorten- und Anbauempfehlungen ist eine Ausweitung des ökologischen Anbaus möglich. Als Versuchsballon ist dabei die Zusammenarbeit mit der konventionellen Jungpflanzen-Gärtnerei in Bielefeld zu betrachten: Erstmals kam eine Sorte aus dem Freiland-Tomatenprojekt in das Sortiment von Baumärkten. Siebold (2006) konnte die potenzielle Breitenwirkung deutlich machen, die hochwertige Produkte aus ökologischer Züchtung (=Sorten) und ökologischem Anbau (=Jungpflanzen und Saatgut als Resultat der Sortensichtung) haben können: Während erwerbsmäßig in Deutschland aktuell etwa 10 Mio. Tomatenpflanzen angebaut werden, sind es im ‚Hobby‘-Bereich ca. 30 Mio. Pflanzen verteilt auf mehrere Mio. Kleingärten. Das erzeugte Gesamtgewicht an Früchten beträgt in beiden Bereichen in etwa 60.000 t. Im Projekt wurde deutlich, dass der Beratungsbedarf bei der Sortenwahl, in pflanzenbaulichen Fragestellungen und in der Vermarktung von Jungpflanzen sehr groß ist. Im Rahmen der konkreten Zusammenarbeit im Ringversuch, bei Feldtagen, in der telefonischen Beratung am Department für Nutzpflanzenwissenschaften und durch Veröffentlichungen konnten viele Impulse gegeben werden. Angesichts der oben genannten Zahlen wird allerdings deutlich, dass noch viel Verbesserungspotenzial vorhanden ist.

Die methodischen Untersuchungen zur regionalen ökologischen Züchtung haben zu Ergebnissen geführt, die die Effizienz eines zukünftigen ökologischen Züchtungsprogrammes erheblich steigern können. Die Materialentwicklung wurde auf breiter Basis angelegt. Die ersten zweijährigen und überregionalen Tests von Genotypen, die im Kreuzungsprogramm neu entwickelt wurden, verliefen positiv. In der Zukunft könnten neue Sorten aus ökologischer Züchtung die Möglichkeiten der Tomatenproduktion im Freiland weiter verbessern.

Während der gesamten Projektlaufzeit und auch noch danach wurden methodische Ansätze und Ergebnisse veröffentlicht. Die Medienarbeit war saisonal sehr intensiv und erreichte breite Bevölkerungsschichten: Die Themen Sortenempfehlung, Bereitstellung von Saatgut und Grundlagen für eine regionale ökologische Züchtung wurden für Wissenschaft, professionellen Gartenbau und Kleingartenbau aufbereitet. Es wurde Wert darauf gelegt, die Themen auch für Menschen aufzubereiten, die mit dem ökologischen Landbau bisher wenig oder keinen Kontakt hatten. Neben Artikeln in der wissenschaftlichen und praktischen Fachpresse gab es drei Auftritte im Fernsehen, sechs regionale und überregionale Rundfunk-Beiträge sowie 15 Artikel in Zeitungen und Zeitschriften. Schwierig war es, Kontakte zur überregionalen Tagespresse herzustellen; es gab lediglich einen Auftritt und hier besteht Verbesserungsbedarf. Im Internet war das Freiland-Tomatenprojekt über verschiedene Mitteilungen und das Internet-Portal des Bundesprogrammes Ökologischer Landbau zu finden. Zwölf Feldtage wurden in fünf Bundesländern durchgeführt. Im Rahmen des Projektes wurde die Zusammenarbeit mit der Abteilung Pflanzenbau und der Abteilung Qualität pflanzlicher Erzeugnisse des Departments für Nutzpflanzenwissenschaften, dem Department für Agrarökonomie und rurale Ent-

wicklung sowie der Humboldt-Universität zu Berlin ausgebaut. Eine Übersicht (ohne Anspruch auf Vollständigkeit) ist in Anhang 10 zu finden. Zu den Top Ten Sorten wurde ein Faltblatt entwickelt, das speziell für die Verteilung über Jungpflanzenbetriebe geeignet ist (siehe Anhang 12).

Im Lauf des Projektes wurde bestätigt, dass Tomaten als in Deutschland beliebtestes und in Gärten am weitesten verbreitetes Gemüse hervorragend geeignet sind, Prinzipien und Produkte der ökologischen Landwirtschaft zu verbreiten. Der Nutzen von Tomatenpflanzen mit verbesserter Feldresistenz gegen die Kraut- und Braunfäule und guter Fruchtqualität wird unmittelbar erfahren. Ein Bewusstsein für Sortenvielfalt ist in Gärtnereien und bei KonsumentInnen bereits vorhanden oder kann erzielt werden. Es wäre wünschenswert, fachlich fundierte Beiträge flächendeckend in der regionalen Tagespresse zu platzieren und, wie bereits erwähnt, die Zusammenarbeit mit der überregionalen Presse zu verbessern.

4. Zusammenfassung

Projekt 03OE627 „Tomaten für den ökologischen Anbau im Freiland. Züchtungsmethodik und regionale Sortenentwicklung“

Georg-August Universität, Department für Nutzpflanzenwissenschaften, in Zusammenarbeit mit dem Fachgebiet ökologischer Pflanzenschutz, Universität Kassel, und Dreschflegel e.V.

Tomaten sind seit dem Beginn ihrer Verbreitung in Deutschland am Anfang des letzten Jahrhunderts zu einem der wichtigsten Gemüse geworden. Pro Jahr und Person werden über 14 kg Tomaten verzehrt, Tendenz steigend. Im Inland werden im Erwerbsanbau nicht einmal 10% des Bedarfs erzeugt. Tomaten sind eines der wichtigsten Produkte des ökologischen Gemüsebaues. Sie werden in (fast) jeder Gärtnerei – zunehmend als Qualitätstomaten - angebaut. Viele Gärtnereien vermarkten in den Monaten April und Mai auch Jungpflanzen. Etwa 14 Millionen Deutsche nennen den Garten als Hobby und jeder zweite Haushalt verfügt über einen Garten. Es werden in Deutschland jährlich etwa 40 Mio. Tomatenpflanzen angebaut; dabei wird der Gesamtertrag aus dem erwerbsmäßigen Anbau durch die Produktion in in privaten Gärten mindestens erreicht, wenn nicht überschritten.

Begrenzender Faktor im Freilandanbau von Tomaten in Deutschland ist die Kraut- und Braunfäule geworden, die durch den Pilz *Phytophthora infestans* verursacht wird. Im ökologischen Betrieb findet deshalb praktisch kein Freilandanbau mehr statt und selbst unter Glas und Folie muss mitunter eine empfindliche Ertragseinbuße hingenommen werden.

Teilprojekte waren

1. Die Bereitstellung von Saatgut eines mehrjährig regional geprüften Sortiments von modernen und alten Sorten mit Eignung für (i) die Erzeugung von Tomaten im ökologischen Freilandanbau und (ii) die gewerbliche Anzucht von Jungpflanzen.
2. Die Erarbeitung der methodischen Grundlagen für die regionale ökologische Züchtung von Freilandtomaten durch (i) Untersuchungen zur regionalen Differenzierung in der Anbaueignung; (ii) Phytomedizinische Analyse; (iii) Prüfung von Ausleseverfahren für die Feldresistenz gegen *Phytophthora*; (iv) Bestimmung der Erblichkeit und Entwicklung von Erfassungsmethoden für die Zuchtziele; (v) Bewertung der Zuchtziele aus der Sicht von ErzeugerInnen und VerbraucherInnen.
3. Die Bereitstellung eines genetisch breiten Pre-Breeding-Materials für ein langfristiges Züchtungsprogramm zur Entwicklung *Phytophthora*-toleranter Freilandtomaten für den ökologischen Anbau.

In Teilprojekt 1 wurden Sortenempfehlungen für den ökologischen Anbau von Tomaten im Freiland erarbeitet und Saatgut bereitgestellt. Im ersten Auswahlsschritt wurden aus ca. 3500 Akzessionen in engem Kontakt mit Genbanken, Initiativen, dem Saatguthandel und privaten ErhalterInnen 92 Sorten für eine jährliche dreierartige Sichtung in Schönhagen / Thüringen, Ellingerode / Hessen und Rhaderfehn / Niedersachsen ausgewählt. Die interessantesten Sorten aus dieser dreierartigen Sichtung wurden jährlich an 25 bis 34 über Deutschland verteilten Orte angebaut. Aus den Ergebnissen dieses breit angelegten Versuches können 10 Sorten für den ökologischen Anbau besonders empfohlen werden. Unter diesen „Top Ten“ ist für jede Nutzungsform von Wildtomate bis Fleischtomate mindestens eine Sorte:

- Wildtomate Rote Murmel, Fruchtgewicht ca. 2g
- Wildtomate Golden Currant, ca. 6g
- Cocktailtomate Celsior, ca. 10-15g
- Cocktailtomate Resi Gold, ca. 20g
- Cocktailtomate Cerise gelb, ca. 20g
- Cocktailtomate Cerise rot, ca. 25g
- Salattomate Matina, ca. 60g
- Kochtomate Quadro/ de Berao ca. 70g
- Salattomate Rote Zora, ca. 90g
- Fleischtomate Paprikaförmige, ca. 200g

Um diese Sorten speziell vermarkten zu können, wurde eine Zusammenarbeit mit 13 Jungpflanzenbetrieben aufgebaut, darunter auch eine konventionell arbeitende Gärtnerei. Dadurch tauchten erstmals auch Wildtomaten in dem Sortiment von Baumärkten auf.

Teilprojekt 2: Zuchtmethodische Untersuchungen zur Entwicklung regional angepasster Tomaten für den ökologischen Anbau.

Um zu untersuchen, wie stark die Anbaueignung von Sorten durch regionale Standortfaktoren bestimmt ist, wurde der Sortenvergleich in Schönhagen, Ellingerode und Rhaderfehn in den Jahren 2003-2006 ausgewertet. Für den Krautfäulebefall waren die Interaktionen der Sorten mit Orten und mit den Jahren im Verhältnis zur Sortenvarianz relativ klein. Für den Braunfäulebefall waren die Interaktionen der Sorten mit den Jahren größer; die Interaktionen der Sorten mit den Orten waren unbedeutend. Die Heritabilität war für den Krautfäulebefall größer als für den Braunfäulebefall. Standortspezifische Sorteneignung trat nur in geringem Maß auf. Hohe Werte für die Heritabilität belegten, dass mit dem gegebenen Versuchsumfang die genetische Variation für alle Merkmale zuverlässig beurteilt werden konnte.

Zur Untersuchung der Frage, ob bei der Neuzüchtung von Sorten für den ökologischen Anbau die Auslese an mehreren Orten zu einer regionalen Differenzierung führt, wurden drei Kreuzungspopulationen untersucht: Celsior x Matina F5, Golden Currant x Matina F3, und (Rote Murmel x Campari F1) F2. Dabei ergibt sich ein differenziertes Bild: Die Auslese in Rhaderfehn, dem Ort mit dem stärksten *Phytophthora*-Infektionsdruck, führte nicht direkt zu erhöhter Feldresistenz; Ernteperiode und maximal beerntete Etage wurden jedoch verbessert. Die aus der dreierartigen Auslese resultierenden relativen Unterschiede im Ertrag waren deutlich größer, als Unterschiede im Befall durch Kraut- und Braunfäule. In Rhaderfehn, dem Ort mit dem höchsten Anteil an geplatzten Früchten, wurde indirekt auf platzfestere Früchte selektiert. In Ellingerode, einem Ort mit flachgründigem und trockenem Boden, waren das hohe Ertragsniveau und die erfolgreiche Auslese auf Ertrag überraschend. Standortspezifische Anpassung wurde für Ertrag - deutlich bei Golden Currant x Matina - Ernteperiode und maximal beerntete Etage beobachtet, aber kaum für Kraut- und Braunfäule-Feldresistenz.

Am Fachgebiet ökologischer Pflanzenschutz, Universität Kassel, wurde eine detaillierte phytomedizinische Analyse durchgeführt. Im Jahr 2004 wurden 112 Isolate von *Phytophthora infestans* gesammelt. Zu Beginn der Infektion von Tomaten wurden 30 Isolate von Kartoffeln, die neben den Tomaten standen genommen. Bis Oktober wurden dann 92 Isolate von verschiedenen Tomatensorten gesammelt. Alle Isolate wurden auf den bekannten Kartoffeldifferentialsorten auf Virulenz getestet und auf 10 Tomatensorten sowohl auf Virulenz als auch auf Aggressivität. Einige Isolate, die von Kartoffeln stammten (3), und auch Isolate, die von Tomaten stammten (24), waren nicht imstande, die R0 Sorte ohne bekannte Resistenz zu befallen, obwohl sie Virulenzen gegenüber anderen Sorten aufwiesen. Die Kartoffelisolat waren insgesamt weniger aggressiv auf Tomaten als die Tomatenisolate und umgekehrt. Isolate, die einheitlich gegenüber den Kartoffeln reagierten, waren in der Regel nicht einheitlich auf Tomaten. Dies zeigt, dass die Resistenzen in den Tomaten deutlich verschieden von denen der Kartoffeln sind.

Insgesamt 28 Tomatenherkünfte wurden mit einem repräsentativen Set von 12 Isolaten, die alle gefundenen Virulenzen und auch verschiedene quantitative Eigenschaften der Aggressivität repräsentierten, getestet. Weitere 68 Herkünfte wurden erfolgreich mit zwischen 6 und 11 Isolaten getestet. Die Herkünfte wiesen eine hohe Diversität an qualitativen wie quantitativen Resistenzreaktionen auf. Nur 16 der 28 mit allen zwölf Isolaten getesteten Tomatensorten hatten eine oder mehrere qualitative Resistenzen. Jedoch war keine Sorte vollständig resistent. Im Gewächshaus wurde zusätzlich zu den abgetrennten Blatinokulationen noch eine Methode der Ganzpflanzeninokulation entwickelt und mit Inokulationen abgetrennter Blätter verglichen. Insgesamt stimmten die Ergebnisse der abgetrennten Blätter und der ganzen Pflanzen sehr gut überein.

Um die Auslese auf Feldresistenz gegen *Phytophthora* zu optimieren, wurden Untersuchungen an 3 Kreuzungen unterschiedlich anfälliger Eltern durchgeführt. Angebaut wurden Rote Murre x Zuckertraube, Golden Currant x Paprikaförmige und Celsior x Paprikaförmige. Die Auslese auf *Phytophthora*-Feldresistenz in der F2 war erfolgreich, obwohl zwei der Standorte durch Spätfrost geschädigt waren. Mit der Auslese in der F2 und anschließender Nachkommenschaftsprüfung steht ein effektives züchterisches Mittel zur Auslese im ökologischen Praxisbetrieb zur Verfügung.

Qualitätseigenschaften wurden in Schönhagen an Rote Murre x Zuckertraube und (Rote Murre x Campari F1) F2 und F3, sowie Golden Currant x Matina F4 untersucht. Fruchtgewicht und Trockenmassegehalt waren bei allen drei Kreuzungen wie erwartet negativ korreliert. Statistisch signifikante Unterschiede in der Schalenfestigkeit wurden lediglich in der Kreuzung Golden Currant x Matina gefunden. Sensorisch erfasste Süße und Säure waren bei den Kreuzungen Rote Murre x Zuckertraube und Golden Currant x Matina positiv mit dem Gehalt an löslichen Feststoffen korreliert. Insgesamt war das Auslesepotenzial für die untersuchten Merkmale kreuzungsspezifisch unterschiedlich. Sensorische Analyse im Praxisbetrieb kann eine wirksame Methode in Sortensichtung und Züchtung sein.

Um zu untersuchen, ob bereits in frühen Generationen an Einzelpflanzen auf Ertrag selektiert werden kann, wurden 2006 F2, F3 und F4 der Kreuzungen Cerise rot groß x Quedlinburger Frühe Liebe und Cerise gelb x Zuckertraube verglichen. Bei beiden Kreuzungen nahm der Ertrag in der Reihenfolge $F2 < F3 < F4$ zu. Heterosis kann in der F2 eine Rolle gespielt und den Selektionserfolg überlagert haben. Die Krautfäule- und im Fall der zweiten Kreuzung auch die Braunfäule-Anfälligkeit nahm durch die Auslese zu. Als Fazit scheint die Ertragsauslese in F2 und F3 möglich.

Teilprojekt 3: Entwicklung eines genetisch breiten Ausgangsmaterials für ein langfristiges ökologisches Züchtungsprogramm:

Während des gesamten Projektzeitraumes wurden entsprechend dem jeweils aktuellen Wissensstand Kreuzungen zwischen verschiedensten Typen durchgeführt und weiter bearbeitet. Fleisch-, Salat-, Cocktail- und Wildtomaten flossen in die Materialentwicklung ein. Erste Kreuzungen wurden in Ringversuch und Sortenvergleichen der Jahre 2005 und 2006 getestet. Teilweise wurden hervorragende Ergebnisse in Ertrag, Länge der Ernteperiode und Fruchtqualität erreicht. Dadurch konnte der Sinn eines ökologischen Züchtungsprogramms gezeigt werden. Eine entscheidende Hürde bleibt die negative Korrelation von Fruchtgewicht und Feldresistenz gegen *Phytophthora infestans*.

Die Breitenwirkung dieses Freiland-Tomatenprojektes ist erheblich: Über viele Kontakte im Ringversuch wurde eine enge Verzahnung mit ErzeugerInnen und NutzerInnen von Freilandtomaten erreicht. Während der gesamten Projektlaufzeit und auch noch danach wurden methodische Ansätze und praktische Ergebnisse veröffentlicht. Die Themen „Sortenempfehlung“, „Bereitstellung von Saatgut“ und „Grundlagen für eine regionale ökologische Züchtung“ wurden für Wissenschaft, professionellen Gartenbau und Selbstversorgung aufbereitet und in Fernsehen, Rundfunk, Internet und Printmedien dargestellt und bei Feldtagen diskutiert. Die erarbeiteten Sortenempfehlungen können den ökologischen Anbau von Tomaten im Freiland erheblich erleichtern. Durch die Verbreitung geeigneter Sorten- und Anbauempfehlungen ist eine Ausweitung des ökologischen Anbaus sinnvoll und möglich. Die methodischen Untersuchungen zur regionalen ökologischen Züchtung haben gezeigt, dass die Effizienz eines ökologischen Züchtungsprogramms erheblich gesteigert werden kann.

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

Insgesamt wurde der Arbeitsplan mit allen Meilensteinen erfüllt, obwohl die Schädigung der Versuche in Schönhagen und Ellingerode 2004 durch Spätfröste erhebliche Probleme verursachte. Zusätzliche Ansätze zur Umsetzung der Projektziele wurden geschaffen und teilweise wurde der Projektumfang erweitert:

Zur Wiederausweitung des Freilandanbaus von Tomaten sind ergänzend zu den wie geplant bearbeiteten Themen ‚Sortenempfehlung‘ und ‚regionale ökologische Züchtung‘ erweiterte Kenntnisse über die Wirkung des Mikrostandortes nötig. Während der gesamten Projektlaufzeit wurde ein großer Beratungsbedarf bei Erwerbsgärtnereien und Kleingärten deutlich. Die Wahl des Standortes innerhalb einer Gemarkung, eines Gartens oder einer Gärtnerei kann nach bisherigen Beobachtungen von entscheidender Bedeutung für den Erfolg sein. Das Gleiche gilt für Aspekte der Anbauweise wie die Bestandesdichte, den Abstand zu anderen Tomaten- und (Früh-)Kartoffel-Beständen, das Entfernen durch *Phytophthora* befallener Organe und das Kappen der Pflanzen. Zu den letzten beiden Aspekten wurden 2006 in Schönhagen Daten erhoben; die Auswertung dieses Vorversuches war im Rahmen des Projektes nicht vorgesehen und auch nicht möglich. Die Arbeiten von Stannat (2004) und Kretzschmar (2006) sollten zusätzlich zum Arbeitsplan den Einfluss der Bestandesdichte bzw. der Düngung auf *Phytophthora*-Befall und Ertragsverlauf untersuchen. Das gelang nur teilweise, da in beiden Feldversuchen die 2003 angelegt wurden, *Phytophthora infestans* ungewöhnlicherweise nicht auftrat. Die Arbeiten fanden in Zusammenarbeit mit der Abteilung Pflanzenbau des Departments für Nutzpflanzenwissenschaften und der Humboldt-Universität zu Berlin statt.

Seit etwa zwei Jahren sind verstärkt sehr kleinfrüchtige Tomatensorten im Handel zu finden. Es wird eine zukünftige Aufgabe sein, Wildtomaten für diesen Zweck im Erwerbsanbau zu testen. Dabei wird es um eine an Horneburg und Watschong (2005) angelehnte rationelle Anbauweise gehen.

Durch die Bachelorarbeit von Griebel (2006), gemeinsam mit der Abteilung Qualität pflanzlicher Erzeugnisse des Departments für Nutzpflanzenwissenschaften, konnte der Versuchsteil 2.4 b) Qualitätseigenschaften auf eine breitere experimentelle Grundlage gestellt werden. Insbesondere der Vergleich der sensorischen Auslese mit der Bestimmung löslicher Feststoffe lieferte Hinweise für die praktische Selektion.

Die Bachelorarbeiten von Siebold (2006) und Winkhoff (2007) lieferten zusätzlich zum Arbeitsplan wertvolle Beiträge zur Bedeutung des Tomatenanbaus in Deutschland und zur Herkunft des Saatgutes. Sie wurden gemeinsam mit dem Department für Agrarökonomie und rurale Entwicklung realisiert.

Ergänzend zum Arbeitsplan wurde eine saisonal intensive Öffentlichkeitsarbeit geleistet. Ein Verzeichnis von Publikationen und Studienarbeiten, Veranstaltungen und Auftritten in Presse, Funk, Fernsehen und Internet befindet sich in Anhang 10. Die Übersicht erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit, da nicht von allen Medien Belegexemplare gesendet wurden. Zukünftig wäre es wünschenswert, fachlich fundierte Beiträge flächendeckend in der regionalen Presse zu platzieren und die Zusammenarbeit mit der überregionalen Presse zu verbessern. Kontakt mit dem AID könnte der Umsetzung der Projektziele förderlich sein.

Die Frage nach den Möglichkeiten der regionalen ökologischen Sortenentwicklung kann erwartungsgemäß nach einem Zeitraum von drei Jahren trotz der dokumentierten positiven Effekte nicht abschließend beantwortet werden. Für anschließende Vorhaben stellt sich die Frage, wie das beobachtete Potenzial regionaler Aulese in einem Züchtungsprogramm optimal genutzt werden kann.

Die Entwicklung von breitem und gut charakterisiertem Ausgangsmaterial im Kreuzungsprogramm verlief erfolgreich: Es liegen 120 Ein- und Mehrfach-Kreuzungen von Fleisch-, Salat-, Cocktail- und Wildtomaten vor, von denen 72 bereits mindestens einortig und einjährig getestet wurden. Besonders im Bereich der Salattomaten ist die weitere Verbesserung des vorhandenen Sortenspektrums nötig. Dabei ist die züchterische Überwindung der negativen Korrelation von Fruchtgröße und Feldresistenz gegen *Phytophthora infestans* eine vorrangige Aufgabe. Eine weitere Aufgabe der Züchtungsforschung ist die verbesserte Elternwahl. Die Selektion zwischen und innerhalb der bereits erstellten Kreuzungen sollte fortgesetzt werden.

Spontane Fremdbefruchtung stellt einen Risikofaktor für die regionale Vermehrung und Züchtung dar; ihr Umfang muss bekannt sein, um zukünftige Versuchsanlagen entsprechend gestalten zu können. Ergänzend zum Arbeitsplan wurde 2005 und 2006 ein Versuch zur spontanen Fremdbefruchtungsrate in den Feldversuchen angelegt. Durch den Anbau der Nachkommenschaften wäre es möglich, die Abhängigkeit der Fremdbefruchtungsrate von Ort, Jahr, Jahreszeit und Sorte zu untersuchen.

6. Literaturverzeichnis

- Allard, R.W. 1988: Genetic changes associated with the evolution of adaptedness in cultivated plants and their wild progenitors. *Journal of Heredity* 79: 225-238.
- Andrison, D. 1994: Races of *Phytophthora infestans* in France, 1991-1993. *Potato Res.* 37: 279-286.
- Andrison, D., Beasse, C., Laurent, C. 1994: Characterization of isolates of *Phytophthora infestans* collected in northwestern France from 1988 to 1992. *Plant Pathol.* 43: 471-478.
- BMVEL 2003: Der Gartenbau. <http://www.verbraucherministerium.de/> vom 1.7.2003.
- Cruickshank, G., Stewart, H.E., Wastie, R.L. 1982: An illustrated assessment key for foliage blight of potatoes. *Potato Res.* 25: 213-214.
- Drenth, A., Janssen, E.M., Govers, F. 1995: Formation and survival of oospores of *Phytophthora infestans* under natural conditions. *Plant Pathol.* 44: 86-94.
- Drenth, A., Tas, I.C.Q., Govers, F. 1994: DNA fingerprinting uncovers a new sexually reproducing population of *Phytophthora infestans* in the Netherlands. *Eur.J.Plant Pathol.* 100: 97-107.
- Drenth, A., Goodwin, S.B., Fry, W.E., Davidse, L.C. 1993a: Genotypic diversity of *Phytophthora infestans* in the Netherlands revealed by DNA polymorphisms. *Phytop* 83, No. 10: 1087-1091.
- Drenth, A., Turkensteen, L.J., Grayson, D.E. 1993b: The occurrence of the A2 mating type of *Phytophthora infestans* in the Netherlands, significance and consequences. *Neth.J.Pl.Path.*, Supplement 3 99: 57-67.
- Dreschflegel 2000: Freiland-Tomaten mit Toleranz gegen Kraut- und Fruchtfäule. *Saaten & Taten* 2000: 61-63.
- FAO 2003: <http://apps.fao.org/page/collections?subset=agriculture> vom 7.7.2003.
- George, B., Kaur C., Khurdiya D., Kapoor H. 2004: Antioxidants in tomato (*Lycopersicon esculentum*) as a function of genotype. *Food Chemistry* 84: 45-51.
- Goldringer, I., Paillard, S., Enjalbert, J., David, J.L., Brabant, P. 1998: Divergent evolution of wheat populations conducted under recurrent selection and dynamic management. *Agronomie* 18: 413-425.
- Griebel, S. 2006: Heredity of the most important features of tomato fruit quality. Bachelorarbeit in den Abteilungen Produktqualität pflanzlicher Erzeugnisse und Pflanzenzüchtung des Departments für Nutzpflanzenwissenschaften, Universität Göttingen.
- Hill, J., Becker, H.C., Tigerstedt, P.M.A. 1998: Quantitative and Ecological Aspects of Plant Breeding. Chapman & Hall, London.
- Horneburg, B. 2007 a: Tomaten im Freiland - die Suche nach *Phytophthora*-toleranten Sorten für den ökologischen Anbau. In: S. Zikeli, W. Claupein, S. Dabbert, B. Kaufmann, T. Müller und A. Valle Zárate, Hrsg.: Zwischen Tradition und Globalisierung – 9. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau, Universität Hohenheim, Deutschland, 20.-23.3.2007: 253-256.
- Horneburg, B. 2007 b: Ökologische Tomatenzüchtung für das Freiland: Auslese auf *Phytophthora*-Feldresistenz in der F2-Generation. In: S. Zikeli, W. Claupein, S. Dabbert, B. Kaufmann, T. Müller und A. Valle Zárate, Hrsg.: Zwischen Tradition und Globalisierung – 9. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau, Universität Hohenheim, Deutschland, 20.-23.3.2007: 229-232.
- Horneburg, B. 2007 c: Tomaten im Freiland. Sorten für ein verbessertes Jungpflanzen-Angebot. *Lebendige Erde* 1/2007: 39-40.
- Horneburg, B. 2006: Tomaten im Freiland: Die Suche nach *Phytophthora*-toleranten Sorten für den ökologischen Anbau. *Vortr. Pflanzenzüchtg.* 70: 99-104.

- Horneburg, B. 2005: Standortanpassung durch Nachbau und Auslese im landwirtschaftlichen Betrieb – eine Studie mit Landsorten der Linse. In: Heß, J. und Rahmann, G. (Hrsg.) Ende der Nische, Beiträge zur 8. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau . kassel university press, Kassel: 241-244.
- Horneburg, B., Watschong, L. 2005: Wildtomaten – mehr als eine Spielerei? Ludwig Watschong und Bernd Horneburg vom Dreschflegel e.V. sagen: Ja! Saaten & Taten 2006: 94-96
- Horneburg, B. 2003. Standortspezifische Sortenentwicklung. Eine Studie mit Landsorten der Linse. Schriften zu Genetischen Ressourcen 21. Informationszentrum Biologische Vielfalt, Bonn.
- James, W.C. 1971: An illustrated series of assessment keys for plant diseases, their preparation and usage. Can. Plant Dis. Surv. 51: 39-65.
- Jana, S., Khangura, B.S. 1986: Conservation of diversity in bulk populations of barley (*Hordeum vulgare* L.). Euphytica 35: 761-776.
- Knapova, G., Gisi, U. 2002: Phenotypic and genotypic structure of *Phytophthora infestans* populations on potato and tomato in France and Switzerland. Plant Pathology 51: 641-653.
- Kranz, J. 1996: Epidemiologie der Pflanzenkrankheiten. Ulmer, Stuttgart.
- Kretzschmar, A. 2006: Einfluss mineralischer und organischer Düngung auf Ertrag, Geschmack und Krankheitsanfälligkeit von Freilandtomaten. Masterarbeit an der Landwirtschaftlich-Gärtnerischen Fakultät der Humboldt-Universität zu Berlin.
- Krumbein, A., Peters, P., Widell, S., Auerswald, H., Brückner, B., Linke, M. 2000: Sensory attributes and flavor compounds of short-term stored vegetables. In: Florkowski, W.J., Prussia, S.E., Shewfelt, R.L. (Hrsg.): International Multidisciplinary Conference: Integrated view of fruit & vegetable quality. Technomic Publishing, Lancaster, Pennsylvania, USA.
- Krumbein, A., Auerswald, H. 1998: Characterization of aroma volatiles in tomatoes by sensory analyses. Nahrung 42: 395-399.
- Lebreton, L., Andrivon, D., 1998: French isolates of *Phytophthora infestans* from potato and tomato differ in phenotype and genotype. Eur.J.Plant Pathol. 104: 583-594.
- Lebreton, L., Laurent, G., Andrivon, D. 1998: Evolution of *Phytophthora infestans* populations in the two most important potato production areas of France during 1992-1996. Plant Pathol. 47: 427-439.
- Legard, D.E., Lee, T.Y., Fry, W.E. 1995: Pathogenic specialization in *Phytophthora infestans*: Aggressiveness on tomato. Phytop 85: 1356-1361.
- Paillard, S., Goldringer, I., Enjalbert, J., Trottet, M., David, J., de Vallavieille-Pope, C., Brabant, P. 2000a: Evolution of resistance against powdery mildew in winter wheat populations conducted under dynamic management. I. Is specific seedling resistance selected?. Theor. Appl. Genet. 101: 449-456.
- Paillard, S., Goldringer, I., Enjalbert, J., Trottet, M., David, J., de Vallavieille-Pope, C., Brabant, P. 2000b: Evolution of resistance against powdery mildew in winter wheat populations conducted under dynamic management. II. Adult plant resistance. Theor. Appl. Genet. 101: 457-462.
- Roe, F. 1961: Ascorbic, dehydroascorbic and diketogluconic acids. In: Glick, D (Hrsg.): Methods of biochemical analysis 1: 115-139. Interscience Publishers Inc, New York.
- Rullich, G., Schöber-Butin, B., Niepold, F., Habermeyer, J. 2002: Alte und neue Populationen von *Phytophthora infestans* in Deutschland. Nachrichtenbl. Deut. Pflanzenschutzd. 54: 152-155.
- Siebold, M. 2006: Gläserne Produktion am deutschen Tomatensaatgutmarkt? Aktuelle Saatgutflüsse und Bedarfskalkulationen, Bachelorarbeit, Fakultät für Agrarwissenschaften, Georg-August-Universität Göttingen.

- Stannat, C. 2004: Ökologischer Tomatenanbau im Freiland: Einfluss der Bestandesdichte auf Ertrag und Bestandesdichte. Masterarbeit in der Abteilung Pflanzenbau des Departments für Nutzpflanzenwissenschaften, Universität Göttingen.
- Suneson, C.A. 1956: An evolutionary plant breeding method. *Agron. J.* 48: 188-191.
- Troost G. 1980: Technologie des Weines. Eugen Ulmer, Stuttgart.
- Utz, H.F. 1997: Plabstat. Ein Computerprogramm zur statistischen Analyse von pflanzenzüchterischen Experimenten. Version 2N. Institut für Pflanzenzüchtung und Populationsgenetik, Universität Hohenheim.
- Vogel, G. 1996: Handbuch des speziellen Gemüsebaues. Ulmer, Stuttgart.
- Wang, R., Xu, H., Mridha, M.A.U. 2000: *Phytophthora* resistance of organically-fertilized tomato plants. *Journal of Crop Production* 3: 77-84.
- Wangsomboondee, T., Trout Groves, C., Shoemaker P.B., Cubeta, M.A., Ristaino, J.B. 2002: *Phytophthora infestans* populations from tomato and potato in North Carolina differ in genetic diversity and structure. *Phytopathology* 92: 1189-1195.
- Weber, V. 2000: Info-Brief für den ökologischen Gemüse- und Zierpflanzenbau 2/2000: 14-16.
- Winkhoff, H. 2007: Gläserne Produktion am deutschen Tomatensaatgutmarkt? Züchtung und Produktion im Wandel. Bachelorarbeit, Fakultät für Agrarwissenschaften, Georg-August-Universität Göttingen.

Anhang 1:

Gesamtbeurteilung der Sorten im Ringversuch 2003-2006

In Klammern sind die Testjahre angegeben

Verallgemeinernd gilt, dass mit zunehmender Fruchtgröße, auch in dieser engen Sortenwahl, die Ansprüche an die Anbaubedingungen zunehmen: Wildtomaten können auch an den schwierigsten Standorten erfolgreich angebaut werden. Der Anbau großfrüchtiger Sorten ist nicht an jedem Ort zu empfehlen.

Die `Top Ten` sind mit ++ markiert.

Paprikaförmige, Fruchtgewicht ca. 200g (2003-2005) ++

Kleine bis mittelgroße Pflanze mit sehr großen, **rosa-roten**, dicht zusammenhängenden, flachen und stark gerippten Früchten. Witterungsbedingt mäßiger bis sehr guter Ertrag. Als einzige Fleischtomate für das Freiland befriedigend geeignet, da sie für diese Fruchtgröße eine frühzeitige Reife hat. In einigen Regionen kann der Anbau großfrüchtiger Sorten generell nicht empfohlen werden.

Ist von der Konsistenz weich und leicht mehlig, im Geschmack mild, leicht aromatisch. Gut zum Kochen geeignet.

Phantasia, ca.100g (2006)

Kleine Pflanze mit einfachen Fruchtständen und sehr gutem Ertrag, der durch schlechte Fruchtqualität gemindert wird. Die großen Früchte sind **blass-rot** und innen weißlich, zeigten oft braune, schorfige Flecken und neigten zu verschiedenen Krankheiten.

Sehr hartschalig und geschmacklich schlecht, platzfest.

Rote Zora (Z21), ca. 90g (2005-2006) ++

Sehr hochwüchsige und schlanke Pflanze mit langen, enganliegenden, schmalen und leicht eingerollten Blättern. Die verzweigten Trauben sind besetzt mit 6-10 länglich ovalen, kräftig **himbeerrot** leuchtenden Früchten. Guter Ertrag, der relativ spät einsetzt. Insgesamt eine bereichernde Abwechslung im Sortenspektrum!

Hat eine saftige, leicht mehlig Konsistenz und eine weiche Schale, im Geschmack mild bis aromatisch, gute Salat- und Soßentomate.

Lämpchen, ca. 70g (2005)

Hochwüchsig mit großen Blättern und 6-10 **gelben** länglich-ovalen, blockigen, Früchten an verzweigten Trauben. Der Ertrag ist stark umweltbedingt; der versuchsweise Anbau kann nur empfohlen werden, bis eine geeignetere gelbe Salattomate zur Verfügung steht. Trotzdem deutlich robuster als die häufig angebotene Goldene Königin.

Hat eine mittelharte Schale und fruchtigen, mild bis aromatischen Geschmack.

Hybrid-2-Tarasenko, ca. 70g (2005)

Kleinwüchsige Pflanze mit großen Blättern; die erste bis dritte Traube ist kompakt behangen mit jeweils 20-25 **roten** Früchten mit deutlich ausgeprägter Spitze am Ende. Später Erntebeginn und mittlere Erträge bei interessanter und ungewöhnlicher Optik von Pflanze und Frucht. Kochtomate mit mehlig Konsistenz.

Quadro/ de Berao, ca. 70g (2003-2006) ++

Kräftige Pflanze, länglich-ovale, **rote** Früchte, ca. 8-10 pro Traube, mit Neigung zu Grünkragen und Platzern. Guter Ertrag.

Mehlige Kochtomate mit mildem Geschmack.

Vitella F1, ca. 70 g (2004)

Eher kleine Pflanze mit relativ dichter Belaubung. Nach 5-7, teilweise auch deutlicher weniger Blütenständen determiniert. Üppig behangen mit mittelgroßen **roten** und runden Früchten. Blätter und Früchte *Phytophthora* anfällig.

Die Früchte sind hartschalig und fade im Geschmack.

Harz 4, ca. 65g (2006)

Kleine Pflanze mit gutem Fruchtansatz. Die runden, **roten** Früchte neigen jedoch zu schorfiger Ringbildung. Mittlere Erntedauer und ortsabhängig sehr unterschiedlicher Phytophthora-Befall. Ähnlich Harzfeuer F1, nicht anbauwürdig. Eine Tomate von mäßigem Geschmack und Konsistenz.

Matina, ca. 60g (2003-2006) ++

Kartoffelblättrige Pflanze mit lichter Belaubung und ca. 8-10 klassischen **roten** und runden Früchten an mäßig verzweigten Trauben. Durch üppigen Behang und zeitige Reife wird ein guter Frühertrag erzielt, die weitere Ertragsbildung ist witterungsabhängig.

Saftige und süße Salattomate.

Zuchtstamm QxM, ca. 50g (2006)

Kräftige Pflanze mit auffällig langen Blättern und ein- bis zweifachen Trauben mit weiten Fruchtständen. Die **hellroten**, hochrunden Früchte bringen einen guten Ertrag.

Saftige Früchte im aromatischen Mittelfeld.

DF3 Golden Currant x Matina, ca. 35g (2006)

Langwüchsige, schlanke Pflanze mit lichter, kartoffelblättriger, Belaubung und sortentypischer Neigung zum Blattrollen. Die ein- bis mehrfach verzweigten Trauben sind mit in unregelmäßigen Abständen angelegten, aber zahlreichen **hellroten**, hochrunden Früchten besetzt. Bei ungünstiger Witterung besteht Neigung zum Platzen.

Eine lange Ernteperiode, guter Ertrag im Cocktailsortiment und ein saftig, mild, süßer Geschmack zeichnen diese Tomate aus.

DF2 Golden Currant x Matina, ca. 30g (2005-2006)

Kräftige, große, kartoffelblättrige Pflanze, mit (sortentypischer) Neigung zum Blattrollen. An langen, teils stark verzweigten Trauben, hängen bis zu 25 **goldgelb** leuchtende, runde Früchte. Es besteht in ungünstigen Witterungsperioden Neigung zum Platzen.

Sehr lange Ernteperiode mit gutem Ertrag für eine Cocktailtomate. Sie ist saftig und im Geschmack aromatisch und fruchtig.

Cerise rot groß, ca. 30g (2003-2004)

Pflanze mit (sortentypischer) Neigung zum Blattrollen, relativ lockerer Belaubung und etwas länglichen **roten** Früchten an verzweigten Trauben. Guter und früher Fruchtansatz und relativ lange Ernteperiode. Geschmacklich zu schlecht als Cocktail, aber ertraglich nicht gut genug als Kochtomate.

Mehlig und im Aroma wenig ausgeprägt.

DF1 Celsior x Matina, ca. 25g (2005)

Kleine bis mittelgroße Pflanze mit lichter Belaubung. 6 bis 10 länglich ovale, **rote**, mittelgroße Früchte hängen an verzweigten Trauben. Guter Behang, aber *Phytophthora* empfindlich.

Im Geschmack etwas aromatisch und leicht mehlig.

Cerise rot, ca. 25g (2003-2006) ++

Sehr große und starkwüchsige Pflanze mit (sortentypischer) Neigung zum Blattrollen, relativ lockerer Belaubung und pro Traube ca. 6-8 runden, **roten** Früchten. Guter und früher Fruchtansatz und lange Ernteperiode.

Im Geschmack mild, fruchtig und süß

Cerise gelb, ca. 20g (2003-2006) ++

Sehr große und starkwüchsige Pflanze mit (sortentypischer) Neigung zum Blattrollen. Guter und früher Ansatz der **gelben** Früchte gewährleisten eine lange Ernteperiode und guten Ertrag.

Im Geschmack mild, fruchtig und süß

Resi Gold, ca. 20g (2003-2004, 2006) ++

Kräftige, durch die dunkelgrüne und sehr dichte Belaubung wie eine grüne Säule wirkende Pflanze. **Rote**, etwas abgeflachte Früchte an kaum verzweigten Trauben. Geringer Fruchtansatz, aber sehr *Phytophthora* resistent und dadurch mit langer Ernteperiode.

Ein besonderer Blickfang, hervorragend süß und sehr aromatisch im Geschmack.

Celsior, ca. 10-15g (2003-2005) ++

Mittelgroße Pflanze mit im unteren Bereich dichter Belaubung; bisher unerklärte Wuchsanomalien/Stauchungen können auftreten und den Ertrag beeinträchtigen. Kleine **rote**, längliche bis flaschenförmige Früchte an langen verzweigten Trauben. Relativ später Erntebeginn für eine Cocktailtomate; die Stärke von Celsior liegt in der zweiten Hälfte der Saison.

Im Sommer eher mehlig und unauffällig, aber im Herbst geschmacklich gut, fest und saftig.

Philovita F1, ca. 15-20g (2006)

Langsam wachsende Pflanze mit dunkelgrüner, kräftiger und sehr gesunder Belaubung. Ihre sehr langen, meist unverzweigt angelegten, hängenden Trauben sind mit bis zu 70 **rotglänzenden** Früchten besetzt. Süße, aromatische aber auch hartschalige Cocktailtomaten können über eine sehr lange Periode, auch an ungünstigeren Standorten geerntet werden.

Schmucktomate (S030a), ca. 3g (2005)

Hohe, filigran gewachsene Pflanze mit starker Neigung zur Seitentriebbildung. Sehr lange und gleichmäßige Fruchtstände mit **gelben**, runden oder birnenförmigen Früchten. Frühe Reife. Die Erntemengen sind aufgrund der Fruchtgröße gering, aber diese Tomate kann auch an Orten mit starker Infektion durch *Phytophthora* angebaut werden. Der Zierwert ist hoch, aber die Pflege aufwendig.

Feste Schale und dadurch knackig, im Geschmack teilweise zu mild.

Golden Currant, ca. 6g (2003-2004) ++

Sehr wüchsige, klein und dicht belaubte Pflanze mit starker Seitentriebbildung. Als Wildtomate nicht für den klassischen Anbau als Stabtomate geeignet, aber bei Anbau gemäß Horneburg und Watschong (2005) sehr nützlich und bereichernd für den Kleingarten. Frühzeitig, robust und sehr lange Ernteperiode.

Die ideale, **gelbe** Naschtomate, saftig, knackig, süß und aromatisch.

Rote Murrel, ca. 2g (2003-2004) ++

Wüchsige, kleinblättrige Pflanze mit starker Seitentriebbildung. Als Wildtomate nicht für den klassischen Anbau als Stabtomate geeignet, aber bei Anbau gemäß Horneburg und Watschong (2005) sehr nützlich und bereichernd für den Kleingarten. Sehr frühzeitig, robust und sehr lange Ernteperiode.

Die kleinere, **rote** Schwester von Golden Currant, ebenfalls eine leckere Naschtomate, saftig, süß und aromatisch mit mürber Schale.

Anhang 2

Celsior-Anmerkungen 2005

Celsior ist eine robuste Sorte, besonders in der zweiten Hälfte der Saison, aber beeinträchtigt durch bisher nicht erklärbare Wachstumsstörungen (fehlendes Längenwachstum und brüchige Blätter).

25842 Langenhorn: Wachstumsstörungen, Pflanze am 28.7. deutlich kleiner als alle anderen

25879 Süderstapel und **Hof Hauberg:** geringe Stauchungen

17237 Rodenskrug: Hexenbesen, Anfang September durchwachsen mit gesunden Trieben

26624 Wiegboldsbur: gestauchter Wuchs

26187 Rhauferhn: teilweise starke Wachstumsstörungen

15306 Libbenichen: Stauchungen

48291 Telgte: Eine Pflanze ohne Wachstumsstörungen, alle 3 weiteren mit zum Teil starken Störungen, Deformation ab etwa einer Höhe von gut einem Meter, alle Pflanzen haben Stauchung später durchwachsen

37176 Sudershausen: teilweise starke Stauchungen.

37318 Schönhagen: starke Stauchungen.

37217 Ellingerode: Symptome nur mit geübtem Blick zu erkennen

37213 Witzenhausen: überwiegend gestaucht, in unterschiedlicher Höhe, viele Pflanzen etwa kniehoch

61118 Bad Vilbel: nicht sehr auffällige Stauchungen über Hüfthöhe

79312 Emmendingen: niedrigste der Sorten, aber keine extremen Stauchungen

79356 Eichstetten: geringe Stauchungen, die nur auffallen, wenn danach gesucht wird

An den übrigen Orten wurden keine Abnormitäten beobachtet.

Anhang 3: Horneburg, B., Watschong, L. 2005: Wildtomaten – mehr als eine Spielerei? Ludwig Watschong und Bernd Horneburg vom Dreschflegel e.V. sagen: Ja! Saaten & Taten 2006: 94-96

Anhang 3: 3. Seite

Anhang 4: Ergebnisse der Varianzanalyse des Krautfäulebefalls (Fläche unter der Befallskurve) im dreiertigen Sortenvergleich in verschiedenen Perioden.
O=Ort, J=Jahr, S=Sorte, W=Wiederholung, P=Pflanze

2003-2004, 44 Sorten

Varianz- ursache	Freiheits- grade	MQ	Varianz- komponenten	F-Wert
O	2	1047026.8406	-299.1142	0.91
J	1	601951.3720	1138.7334	859.77**
S	43	29138.7803	1051.5247	7.47**
OJ	2	1152315.0554	6543.2666	1645.85**
W:OJ	6	12084.0579	129.3628	17.26**
SO	86	3150.6031	-220.2855	0.64
SJ	43	3902.1868	266.8378	5.57**
SOJ	86	4912.8872	1053.1886	7.02**
WS:OJ	257	700.1327	239.9966	3.18**
P:WSOJ	503	220.1394	220.1394	
Total	1029			

2003-2005, 22 Sorten

Varianz- ursache	Freiheits- grade	MQ	Varianz- komponenten	F-Wert
O	2	1060725.1953	2849.0466	3.44
J	2	1016860.1057	3848.8919	1351.05**
S	21	60640.7240	1588.6974	17.59**
OJ	4	308576.8897	3498.0028	409.99**
W:OJ	9	5521.2644	108.3778	7.34**
SO	42	3856.7963	57.0157	1.22
SJ	42	3447.6173	224.5813	4.58**
SOJ	84	3172.6078	604.9914	4.22**
WS:OJ	188	752.6423	263.3141	3.33**
P:WSOJ	384	226.0140	226.0140	
Total	778			

2003-2006, 10 Sorten

Varianz- ursache	Freiheits- grade	MQ	Varianz- komponenten	F-Wert
O	2	97973.6382	1827.1312	3.94+
J	3	66173.2193	2184.7894	105.11**
S	9	22118.8029	1771.5593	25.72**
OJ	6	24888.3919	2425.8854	39.53**
SO	18	1216.6902	146.7880	1.93*
SJ	27	860.0911	76.8510	1.37
SOJ	54	629.5381	629.5381	
Total	119			

2005-2006, 17 Sorten

Varianz- ursache	Freiheits- grade	MQ	Varianz- komponenten	F-Wert
O	2	94319.7307	2088.5757	4.05
J	1	57199.9893	1114.2398	153.04**
S	16	12478.7324	1992.8359	23.92**
OJ	2	23308.1577	1349.0821	62.36**
SO	32	786.3793	206.3087	2.10*
SJ	16	521.7170	49.3184	1.40
SOJ	32	373.7619	373.7619	
Total	101			

Anhang 5: Ergebnisse der Varianzanalyse des Braunfäulebefalls (Fläche unter der Befallskurve) im dreiertigen Sortenvergleich in verschiedenen Perioden.
O=Ort, J=Jahr, S=Sorte, W=Wiederholung, P=Pflanze

2003-2004, 44 Sorten

Varianz- ursache	Freiheits- grade	MQ	Varianz- komponenten	F-Wert
O	2	1546549.8495	1154.6121	1.36
J	1	186121.2519	350.7197	197.74**
S	43	28473.8539	969.7503	5.48**
OJ	2	1140126.3798	6472.6427	1211.28**
W:OJ	6	8161.4280	82.0474	8.67**
SO	86	4411.4085	-211.8275	0.72
SJ	43	5199.8474	354.8823	5.52**
SOJ	86	6106.0288	1291.1922	6.49**
WS:OJ	257	941.2598	306.3143	2.86**
P:WSOJ	503	328.6312	328.6312	
Total	1029			

2003-2005, 22 Sorten

Varianz- ursache	Freiheits- grade	MQ	Varianz- komponenten	F-Wert
O	2	1845698.9515	5332.8697	4.22
J	2	751318.6571	2841.6646	671.30**
S	21	63387.6495	1511.7125	7.07**
OJ	4	437821.3533	4962.5244	391.19**
W:OJ	9	5653.2929	103.0474	5.05**
SO	42	4844.7494	74.3107	1.23
SJ	42	8966.0008	653.8996	8.01**
SOJ	84	3953.0215	708.4539	3.53**
WS:OJ	188	1119.2059	375.8150	3.04**
P:WSOJ	384	367.5758	367.5758	
Total	778			

2003-2006, 10 Sorten

Varianz- ursache	Freiheits- grade	MQ	Varianz- komponenten	F-Wert
O	2	348096.5300	7674.0767	8.46*
J	3	48479.3302	1599.9406	100.76**
S	9	11185.6655	784.6844	6.32**
OJ	6	41133.4622	4065.2349	85.50**
SO	18	818.7338	84.4051	1.70+
SJ	27	1769.4524	429.4463	3.68**
SOJ	54	481.1135	481.1135	
Total	119			

2005-2006, 17 Sorten

Varianz- ursache	Freiheits- grade	MQ	Varianz- komponenten	F-Wert
O	2	470831.4191	13755.7978	150.22**
J	1	170809.0876	3339.7192	353.34**
S	16	10387.9669	1283.7161	3.87**
OJ	2	3134.2953	155.9344	6.48**
SO	32	637.6534	77.1214	1.32
SJ	16	2685.6700	734.0865	5.56**
SOJ	32	483.4105	483.4105	
Total	101			

Anhang 6: Ergebnisse der Varianzanalyse des prozentualen Zuwachses im dreiertigen
Sortenvergleich in verschiedenen Perioden.
O=Ort, J=Jahr, S=Sorte, W=Wiederholung, P=Pflanze

2003-2004, 44 Sorten

Varianz- ursache	Freiheits- grade	MQ	Varianz- komponenten	F-Wert
O	2	34606.5891	-82.1542	0.54
J	1	4936.7580	6.3766	3.14+
S	43	23651.8815	819.8976	5.95**
OJ	2	63524.8617	352.0168	40.46**
W:OJ	6	644.3242	-10.5179	0.41
SO	86	2018.7769	23.7813	1.10
SJ	43	3974.3389	200.3697	2.53**
SOJ	86	1828.5265	64.6559	1.16
WS:OJ	252	1569.9028	213.8767	1.37**
P:WSOJ	440	1142.1494	1142.1494	
Total	961			

2003-2005, 22 Sorten

Varianz- ursache	Freiheits- grade	MQ	Varianz- komponenten	F-Wert
O	2	34830.2591	73.7614	2.27
J	2	409778.2038	1547.8445	357.18**
S	21	22599.0700	530.7621	6.47**
OJ	4	15357.2624	161.4774	13.39**
W:OJ	9	1562.0265	9.4268	1.36
SO	42	1650.2663	-1.0614	0.99
SJ	42	3491.6357	195.3656	3.04**
SOJ	84	1663.0026	128.9384	1.45*
WS:OJ	184	1147.2489	180.1898	1.46**
P:WSOJ	339	786.8692	786.8692	
Total	729			

2003-2006, 10 Sorten

Varianz- ursache	Freiheits- grade	MQ	Varianz- komponenten	F-Wert
O	2	3451.7717	35.7783	1.71
J	3	33923.2012	1116.6365	79.99**
S	9	2995.6722	217.4518	7.76**
OJ	6	2020.6386	159.6534	4.76**
SO	18	312.0858	-28.0048	0.74
SJ	27	386.2502	-12.6183	0.91
SOJ	54	424.1050	424.1050	
Total	119			

2005-2006, 17 Sorten

Varianz- ursache	Freiheits- grade	MQ	Varianz- komponenten	F-Wert
O	2	1035.9525	-27.5331	0.53
J	1	14486.3771	282.6314	200.71**
S	16	1014.9030	113.4489	3.04*
OJ	2	1972.0794	111.7590	27.32**
SO	32	132.4949	30.1591	1.84*
SJ	16	334.2096	87.3443	4.63**
SOJ	32	72.1767	72.1767	
Total	101			

Anhang 7: Ergebnisse der Varianzanalyse von Ernteperiode, maximal beernteter Etage, Ertrag bis 15.9. und Ertrag bis 15.10. im dreiertigen Vergleich von 17 Sorten 2005-2006.
O=Ort, J=Jahr, S=Sorte, W=Wiederholung, P=Pflanze

Ernteperiode				
Varianz- ursache	Freiheits- grade	MQ	Varianz- komponenten	F-Wert
O	2	8507.0450	236.8302	18.70+
J	1	6083.9785	118.2010	109.17**
S	16	852.7591	129.5353	11.29**
OJ	2	454.8196	23.4759	8.16**
SO	32	127.5618	35.9159	2.29*
SJ	16	75.5473	6.6058	1.36
SOJ	32	55.7300	55.7300	
Total	101			

Maximal beerntete Etage				
Varianz- ursache	Freiheits- grade	MQ	Varianz- komponenten	F-Wert
O	2	88.7150	2.5235	30.42*
J	1	63.8954	1.2388	89.12**
S	16	12.2885	1.9582	22.79**
OJ	2	2.9163	0.1294	4.07*
SO	32	1.1882	0.2356	1.66+
SJ	16	0.5392	-0.0593	0.75
SOJ	32	0.7170	0.7170	
Total	101			

Ertrag bis 15.9.				
Varianz- ursache	Freiheits- grade	MQ	Varianz- komponenten	F-Wert
O	2	3666656.6625	11844.1299	1.12
J	1	542443.1389	8566.2386	5.14*
S	16	472746.4076	67175.2339	6.78**
OJ	2	3263956.2452	185787.7220	30.92**
SO	32	61753.6590	-21905.6558	0.58
SJ	16	69695.0041	-11956.6555	0.66
SOJ	32	105564.9706	105564.9706	
Total	101			

Ertrag bis 15.10., Gesamtertrag				
Varianz- ursache	Freiheits- grade	MQ	Varianz- komponenten	F-Wert
O	2	15308221.5198	354059.8744	4.68
J	1	12274598.9025	237023.3700	65.85**
S	16	558518.0000	73574.9180	4.77**
OJ	2	3270185.7888	181398.7503	17.54**
SO	32	120043.5699	-33181.7322	0.64
SJ	16	117068.4919	-23112.8475	0.63
SOJ	32	186407.0344	186407.0344	
Total	101			

Anhang 8: Horneburg, B. 2006: Tomaten im Freiland: Die Suche nach *Phytophthora*-toleranten Sorten für den ökologischen Anbau. Vortr. Pflanzenzüchtg. 70: 99-104.

Anhang 8: 3. Seite

Anhang 8: 4. Seite

Anhang 8: 5. Seite

Anhang 8: 6. Seite

Anhang 9: Horneburg, B. 2007 b: Ökologische Tomatenzüchtung für das Freiland: Auslese auf *Phytophthora*-Feldresistenz in der F2-Generation. In: S. Zikeli, W. Claupein, S. Dabbert, B. Kaufmann, T. Müller und A. Valle Zárate, Hrsg.: Zwischen Tradition und Globalisierung – 9. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau, Universität Hohenheim, Deutschland, 20.-23.3.2007: 229-232.

Anhang 9: 2. Seite

Anhang 9: 3. Seite

Anhang 9: 4. Seite

Anhang 10: Präsenz in der Öffentlichkeit

Ohne Anspruch auf Vollständigkeit, da nicht immer Belegexemplare gesendet werden

Publikationen und Studienarbeiten

- Griebel, S. 2006: Heredity of the most important features of tomato fruit quality. Bachelorarbeit in den Abteilungen Produktqualität pflanzlicher Erzeugnisse und Pflanzenzüchtung des Departments für Nutzpflanzenwissenschaften, Universität Göttingen.
- Horneburg, B. 2007 a: Tomaten im Freiland - die Suche nach *Phytophthora*-toleranten Sorten für den ökologischen Anbau. In: S. Zikeli, W. Claupein, S. Dabbert, B. Kaufmann, T. Müller und A. Valle Zárate, Hrsg.: Zwischen Tradition und Globalisierung – 9. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau, Universität Hohenheim, Deutschland, 20.-23.3.2007: 253-256.
- Horneburg, B. 2007 b: Ökologische Tomatenzüchtung für das Freiland: Auslese auf *Phytophthora*-Feldresistenz in der F2-Generation. In: S. Zikeli, W. Claupein, S. Dabbert, B. Kaufmann, T. Müller und A. Valle Zárate, Hrsg.: Zwischen Tradition und Globalisierung – 9. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau, Universität Hohenheim, Deutschland, 20.-23.3.2007: 229-232.
- Horneburg, B. 2007 c: Tomaten im Freiland. Sorten für ein verbessertes Jungpflanzen-Angebot. Lebendige Erde 1/2007: 39-40.
- Horneburg, B. 2006: Tomaten im Freiland: Die Suche nach *Phytophthora*-toleranten Sorten für den ökologischen Anbau. Votr. Pflanzenzüchtg. 70: 99-104.
- Horneburg, B., Watschong, L. 2005: Wildtomaten – mehr als eine Spielerei? Ludwig Watschong und Bernd Horneburg vom Dreschflegel e.V. sagen: Ja! Saaten & Taten 2006: 94-96
- Horneburg, B., Wember, Q. 2004: Tomaten für viele Gelegenheiten. Saaten & Taten 2005: 85-87.
- Horneburg, B., Wember, Q. 2003: Tomaten für den Anbau im Freiland. Sortensuche und Neuzüchtung à la Dreschflegel e.V.. Saaten & Taten 2004: 78.
- Kretzschmar, A. 2006: Einfluss mineralischer und organischer Düngung auf Ertrag, Geschmack und Krankheitsanfälligkeit von Freilandtomaten. Masterarbeit an der Landwirtschaftlich-Gärtnerischen Fakultät der Humboldt-Universität zu Berlin.
- Siebold, M. 2006: Gläserne Produktion am deutschen Tomatensaatgutmarkt? Aktuelle Saatgutflüsse und Bedarfskalkulationen, Bachelorarbeit, Fakultät für Agrarwissenschaften, Georg-August-Universität Göttingen.
- Stannat, C. 2004: Ökologischer Tomatenanbau im Freiland: Einfluss der Bestandesdichte auf Ertrag und Bestandesdichte. Masterarbeit in der Abteilung Pflanzenbau des Departments für Nutzpflanzenwissenschaften, Universität Göttingen.
- Winkhoff, H. 2007: Gläserne Produktion am deutschen Tomatensaatgutmarkt? Züchtung und Produktion im Wandel. Bachelorarbeit, Fakultät für Agrarwissenschaften, Georg-August-Universität Göttingen.

Veranstaltungen

- 2.9.2007 Öffentlicher Feldtag in Schönhagen
- 15.9.2006 Feldtag für Fachpublikum in Ellingerode.
- 9.9.2006 Öffentlicher Feldtag in Schönhagen
- 8.9.2006 Feldtag in Schönhagen als internes Treffen.
- 29.7.2006 Öffentlicher Feldtag in Rhauferdehn, davor internes Treffen.
- 23.9.2005 Feldtag für Fachpublikum in Ellingerode.
- 10.9.2005 Öffentlicher Feldtag in Schönhagen.

- 30.7.2005 Öffentlicher Feldtag in Rhauederfehn; anschließend internes Treffen.
- 2.7.2005 Vierter deutscher Gartenfachberater-Tag in Dresden-Pillnitz. Der Freilandtomaten-Ringversuch wurde gemeinsam mit Prof. Knut Schmidtke, Hochschule für Technik und Wirtschaft Dresden, Stiftungsprofessur Ökologischer Landbau, gezeigt und diskutiert.
- 12.9.2004 Öffentlicher Feldtag in Schönhagen.
- 11.9.2004 Feldtag als internes Treffen in Ellingerode.
28. und 29.8.2004 Öffentliche Führungen im Ringversuch im Nutzpflanzengarten der Botanischen Gärten Bonn.

Presse, Funk und Fernsehen

- 16.9.2007 ARD Ratgeber Heim & Garten.
- 14.9.2007 Eichsfelder Allgemeine: Reisetomaten zu Besuch im Schaugarten.
- 20.8.2007 Thüringer Allgemeine: Paradiesäpfel und scharfe Schoten.
- 14.4.2007 MDR 1 Radio Thüringen: Wildtomaten.
- 5.3.2007 <http://www.oekolandbau.de/erzeuger/pflanzliche-erzeugung/gemuesebau/aus-der-forschung/tomatensorten-fuer-den-freilandanbau/>
- 5.3.2007 <http://www.oekolandbau.de/verbraucher/wissen/infopaket-fuer-bio-gaertner/oeko-tomatenanbau/>
- 10.2.2007 MDR 1 Radio Thüringen: Tomaten im Freiland.
- 4.1.2007 NDR 1 Niedersachsen: Saatgut aus der Region.
- 13.9.2006 NDR 1 Niedersachsen: Tomatentest für Hobbygärtner.
- 12.9.2006
http://www.oekolandbau.de/service/nachrichten/detailansicht/meldung/tomatensorten-fuer-den-freilandanbau/zurueck-zu/1197/seite/1/?tx_ttnews%5BpS%5D=1158060970&cHash=0fc5ad1f2b
- 11.9.2006 Deutschlandfunk, Umwelt und Verbraucher: Warum Tomaten nicht mehr schmecken und was Hobbygärtner dagegen tun können.
- 1.9.2006 innovations report: Agrarwissenschaftler testen Tomatensorten für den Freilandanbau. <http://www.innovations-report.de>
- 1.9.2006 Informationsdienst Wissenschaft: Besichtigung von Schau- und Versuchsflächen: Tomaten im Freiland-Anbau. <http://idw.tu-clausthal.de>
- 24.8.2006 WDR 3-Fernsehen, Servicezeit Wohnen & Garten: Tomaten, die halten, was sie versprechen.
- 27.2.2006 Frankfurter Allgemeine Zeitung: Renaissance der Freilandtomate. Züchter auf der Suche nach robusten und schmackhaften Sorten.
- 24.2.2006 Göttinger Wochenzeitung: Saaten und Taten ohne Gentechnik. Ökologische Züchtung von Nutzpflanzen als politisches Signal.
- 4.10.2005 Harz-Kurier: Robuste Tomaten fürs Freiland.
- 3.10.2005 Hessische/Niedersächsische Allgemeine: Robuste Tomaten fürs Freiland.
- 25.9.2005 ZDF Umwelt.
- 14.9.2005 Thüringer Landeszeitung: Toleranz gegenüber der Krautfäule gefragt.
- 8.9.2005 Eichsfelder Allgemeine: Beliebter Kraftprotz.
- 9.8.2005 Ostfriesische Nachrichten: Freiland-Tomatenanbau auch in Ostfriesland?
Daniela Klein, Benno F. Zimmermann: Tomaten tanzen Tango. Ondo Nr. 23, 2005: 4-5.
Kraut & Rüben 2/2005: Tomaten im Test: 48-50.
- 22.4.2005 Hessischer Rundfunk 2 Mikado: Tomaten.
- 12/2004 Titanum- Blatt der botanischen Gärten Bonn: 1-4.
- 14.9.2004 Eichsfelder Allgemeine: Junges Gemüse.
- 8.9.2004 Thüringer Allgemeine: Premiere: Tomatentag im Schaugarten.
Samensurium Nr. 15/ 2004: Freilandtaugliche Tomaten? S. 5.

Anhang 11

Abschlußbericht Teilprojekt

Forschungsvorhaben 03 OE 627:
Tomaten für den ökologischen Anbau im Freiland
Züchtungsmethodik und regionale Sortenentwicklung
Teilprojekt 2.2:
Phytomedizinische Analyse

Laufzeit 1.9.04-31.12.05

Bearbeitet durch:

Fachgebiet Ökologischer Pflanzenschutz, Fachbereich Ökologische Agrarwissenschaften, Universität Kassel;

Andreas F. Butz und Maria R. Finckh

1 Ziele des Projekts, Darstellung des mit der Fragestellung verbundenen Entscheidungshilfe-/Beratungsbedarfs im BMVEL

Zur Interpretation der Ergebnisse der Freilandversuche ist es nötig, Informationen über regionale Unterschiede in Virulenz und Rassenspektrum von *Phytophthora infestans* zu erhalten sowie über die Interaktion von *Phytophthora* an Tomaten und Kartoffeln. Diese Arbeit soll am Fachgebiet Ökologischer Pflanzenschutz der Universität Kassel durchgeführt werden.

Geplant ist die Resistenzcharakterisierung von 50 Tomatensorten verschiedener Herkunft (gängige Sorten im Unterglasanbau, Material mit bedingter Freilandeignung und Sorten, die von anderen Arten als *L. esculentum* abstammen). Sowohl rassenspezifische als auch partielle Resistenzen werden durch die Bonitur der Ausbreitungsgeschwindigkeit erfasst. Die Tests werden an abgetrennten Blättern durchgeführt.

Das **Ziel** des vorgeschlagenen Projektes ist es, eine breite Palette von Tomatensorten auf ihre Resistenzeigenschaften gegenüber einem repräsentativen Set von *P. infestans* Isolaten sowohl von Kartoffeln als auch Tomaten zu charakterisieren, um

1. Sorten zu identifizieren, die durch die Kartoffelpopulation weniger bedroht sind
2. Züchtungsmaterial zu identifizieren, das interessante Resistenzen repräsentiert. Von besonderem Interesse sind dabei Tomatensorten, die von verschiedenen Wildarten abstammen (*Lycopersicon esculentum* und *L. pimpinellifolium*).

Ein weiteres Ziel der Arbeit war es, Unterschiede in quantitativen Resistenzeigenschaften der Tomaten unter Gewächshausbedingungen an ganzen unverletzten Pflanzen zu testen, da davon ausgegangen werden muss, dass bei abgetrennten Blättern quantitative Unterschiede zwischen Sorten anders ausfallen als bei ganzen Pflanzen.

1.1 Planung und Ablauf des Projekts

Für das Projekt wurde eine hierarchische Teststrategie verwendet (Tabelle 1). Bei mehreren Tomatensorten, die im Ringversuch von Bedeutung waren, waren bereits im Jahr 2003 deutlich andere Resistenzen als bei Kartoffeln zum Einsatz kommen festgestellt worden (Finckh et. al, unveröffentlicht). Diese Sorten wurden zusammen mit den Kartoffeldifferentialsorten als vorläufiges Differentialset für die Isolatesammlung 2004 genutzt. Insgesamt wurden 112 *Phytophthora infestans* Isolate, die sowohl von Kartoffeln als auch Tomaten im Jahr 2004 gesammelt wurden mit dem üblichen Tropfeninokulationsverfahren (20µl Sporenlösung als Tropfen inokuliert), auf dem so erweiterten Differentialset getestet.

Tabelle 1 Zusammenfassung der Angestrebten Meilensteine im Projekt und Modifikationen

Meilenstein Titel	Zeitpunkt geplant	Tatsächlich erreicht
Sammlung von <i>P. infestans</i> Isolaten von Kartoffeln und Tomaten zu verschiedenen Zeitpunkten der Epidemie auf Tomaten 2004.	Sommer 2004	Sept. 2004
Inokulation aller Isolate auf Kartoffeldifferentialsorten und 10 Tomatensorten	Dez. 2004	März 2005
Identifikation von 12 repräsentativen Isolaten für weitere Tests	März 2005	März 2005
Test von 50 Tomatensorten auf qualitative und quantitative Resistenz gegenüber den 12 Isolaten*	Oktober 2005	Nov. 2005
Ganzpflanzeninokulation: Erarbeitung der Methodik*	Oktober 2005	Nov. 2005

*Siehe Teil 6. für Gegenüberstellung der geplanten und erreichten Ziele

Basierend auf den Ergebnissen dieses Isolatescreenings wurden insgesamt 12 Isolate ausgewählt, um eine breite Palette von Tomatensorten zu testen. Die ausgewählten Isolate repräsentierten ein breites Virulenzspektrum gegenüber Kartoffeln und Tomaten in verschiedenen Kombinationen und auch ein Spektrum verschiedener Aggressivitäten. Insgesamt sollten 50 Tomatenherkünfte getestet werden.

Zusätzlich wurde die Methodologie der Ganz-Pflanzeninokulation im Gewächshaus erarbeitet und mit Inokulation abgetrennter Blätter verglichen. Da im Ökologischen Anbau ein großes Interesse am Einsatz von Pflanzenstärkungsmitteln besteht, wurden bei den Ganz-Pflanzentests auch exemplarisch drei solche Mittel mit geprüft.

1.2 Wissenschaftlicher und technischer Stand, an den angeknüpft wurde

Das Sortenspektrum für den ökologischen Landbau geeigneter Freiland-Tomatensorten ist seit längerer Zeit ungenügend. Hauptgrund ist das verstärkte Auftreten des Pilzes *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary, der die Kraut- und Braunfäule der Tomate und die Krautfäule der Kartoffel verursacht. Die Bestände brechen ohne Einsatz von Fungiziden – besonders bei ungünstiger Witterung – früh zusammen und die Erträge bleiben entsprechend niedrig bis hin zum Totalverlust. Ertragseinbußen durch *Phytophthora*-Befall nahmen in den letzten Jahren auch im geschützten Anbau besorgniserregend zu (pers. Mitteilung U. Lindner, Gartenbauzentrum Köln-Auweiler, Abt. Biogemüsebau).

Bisher darf *P. infestans* mit Kupfer-Präparaten bekämpft werden, deren Anwendung aber als problematisch zu bewerten ist (Weber 2000), da Kupfer als Schwermetall toxische Auswirkungen auf den Boden haben kann, eine Wartezeit einzuhalten ist, Kupfer-Beläge auf den Früchten vor der Vermarktung entfernt werden müssen und die Aufwandmenge auf 3 kg pro ha und Jahr beschränkt ist.

Die Screenings des Dreschflegel e.V. in den Jahren 1996-2002 haben gezeigt, dass in Projekten der On-farm Bewirtschaftung, aber auch in ex situ Sammlungen *Phytophthora*-tolerante Sorten zu finden sind, deren Ernteperiode auch an einem sehr ungünstigen Standort bis zu den ersten Frösten reicht. Bisher sind dies allerdings meist relativ kleinfrüchtige Formen, die wegen zu geringer Erträge und aufgrund ihres Wuchstyps nicht erwerbsmäßig als Stabtomate angebaut werden können (Dreschflegel 2000). Der Ertrag für den Freilandanbau empfohlener Handelssorten befriedigte in diesen Vergleichen nicht. Das Interesse der VerbraucherInnen an qualitativ hochwertigen Tomaten - insbesondere in Bezug auf die Geschmacksqualität - hat zugenommen (Krumbein et al. 2000) und es können höhere Preise realisiert werden. Die sensorische Qualität wird bestimmt durch die Textur von Fruchtfleisch und Schale der Früchte und durch ihren Geschmack. Der Geschmack wiederum hängt ganz weitgehend von leicht flüchtigen Aromastoffen, Zucker- und Säuregehalt ab. Dabei besteht in sensorischen Tests eine enge Beziehung zwischen deskriptiven Eigenschaften und dem Zucker- und Säuregehalt (Krumbein und Auerswald 1998).

Eine Methodik für die Kombination von *Phytophthora*-Toleranz mit hoher Produktqualität in der ökologischen Züchtung fehlt bislang.

Ein Boniturschlüssel für *Phytophthora* an Tomaten liegt bisher ebenfalls nicht vor. Die Schlüssel, die für die Bonitur von Kartoffeln entwickelt wurden (Cruickshank et al. 1982; James 1971), müssen erweitert werden, da bei Tomaten die Organe Blatt, Stängel und Frucht (Vogel 1996) sortenspezifisch unterschiedlich befallen werden. Unter spezifischen Umständen (erdlose Kultur auf Steinwolle) ist sogar ein Wurzelbefall möglich (Lievens et al. 2004).

In der heutigen Züchtungspraxis weitgehend vernachlässigt sind regionalspezifische Ansätze. Üblich ist es, Sorten in einer Zuchtstation zu entwickeln und sie vielortig zu testen. Damit wird auf eine Anpassung an regionale pedoklimatische Gegebenheiten bei der Sortenentstehung verzichtet. Einige experimentelle Arbeiten haben die Bedeutung einer Adaptation untermauert:

Nach wenigen Generationen gab es deutliche standortspezifische Änderungen. In einem Beispiel erreichten 'composite crosses' nach etwa 20 Generationen das Ertragsniveau der besten Zuchtsorten (Allard 1988; Suneson 1956). In anderen Untersuchungen wurde sowohl mit spaltenden Populationen (Goldringer et al. 1998, Jana und Khangura 1986, Paillard et al. 2000a; 2000b) als auch mit Landsorten (Horneburg 2003) gearbeitet. Jana und Khangura (1986) wiesen eine Anpassung sowohl an das Anbausystem als auch an die Region nach.

Auch kann für die Züchtung nur eingeschränkt aus den Erfahrungen der Vergangenheit hinsichtlich *P. infestans* zurückgegriffen werden, da sich die *P. infestans*- Population in den letzten Jahren grundlegend weltweit verändert hat (Smart & Fry 2001). Generell sind die bisherigen Resistenzzuchtstrategien gegen *P. infestans* neu zu überdenken. So zeigen die Erfahrungen aus der *P. infestans*- Resistenzzüchtung bei Kartoffeln die geringe Beständigkeit (~5 Jahre) von qualitativen Resistenzen basierend auf Major- Genen (Landeo 2003; McDonald & Linde 2002; Turkensteen 1993). Die Nutzung von polygenen, quantitativen Resistenzen gestalten sich, wie Erfahrungen bei Kartoffeln von Darsow (2005) zeigen, für den Zuchtprozess als schwierig, da das Risiko des Verlustes der Resistenz im Zuge des Zuchtprozesses erheblich ist.

Mehrjährige Untersuchungsergebnisse aus Frankreich und den Niederlanden deuten auf große regionale Unterschiede in der Populationsstruktur von *Phytophthora infestans* hin (Andrivoon et al. 1994; Andrivoon 1994; Drenth et al. 1993a; 1993b; 1994; 1995; Lebreton et al. 1998; Lebreton & Andrivoon 1998). Die Informationen über Isolate von Tomaten aus Deutschland beschränken sich auf relativ kleine Stichproben aus einjährigen Sammlungen des Jahres 1999 mit 22 Isolate von Tomaten (Möller et al. 2002; 2003) und aus dem Dürrejahr 2003 mit 40 Isolate von Tomaten (Butz & Finckh 2005 Unveröffentlicht) und lassen daher keine weitergehenden Rückschlüsse auf die regionalen Unterschiede in der Populationsstruktur von *P. infestans* zu. Die Untersuchungen der in Nordhessen seit 1999 getesteten *Phytophthora*-Isolate und verschiedene Reaktionen derselben Kartoffelsorten an verschiedenen Orten deuten jedoch auf örtliche Unterschiede hin (Finckh und Mitarbeiter, Univ. Kassel, unveröffentlicht).

Insgesamt scheint es, dass *P. infestans* Population sich an ihre Wirtspopulationen anpassen können (Berg 1926; Lebreton & Andrivoon 1998; Legard et al. 1995; Ordonez et al. 1998; Suassuna et al. 2004; Vega-Sánchez et al. 2000). So befallen Isolate in den meisten Fällen stärker ihren Herkunftswirt als den Alternativwirt (1992a; Ordonez et al. 1998; Suassuna et al. 2004; Vega-Sánchez et al. 2000), wobei Isolate von Tomaten häufig auch gegenüber Kartoffeln eine hohe Aggressivität entwickeln (Lebreton et al. 1999; Legard et al. 1995). Vielerorts besteht auch ein Unterschied in den *Phytophthora* Populationen, die Tomaten und Kartoffeln befallen (1992b; Knapova & Gisi 2002; Lebreton & Andrivoon 1998; Legard et al. 1995; Wangsomboondee et al. 2002). Eine gezielte Nutzung von anderen Resistenzen in Tomaten als in Kartoffeln könnte so den Infektionsdruck auf Tomaten drastisch senken.

Im Fachgebiet Ökologischer Pflanzenschutz der Universität Kassel wurden im Frühjahr 2003 in einem ersten Versuch 10 Tomatensorten, die in Zusammenarbeit mit Dreschflegel e.V. und dem Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung der Universität Göttingen ausgewählt wurden und als unterschiedlich resistent gegen *P. infestans* gelten, auf Resistenz gegen einige möglichst komplexe (bis zu 8 Virulenzen) Isolate von *P. infestans* getestet. Dabei zeigte sich, daß fast alle Sorten über andere Resistenzen als die bekannten Resistenzgene R1-R11 der Kartoffeln verfügen. Auch war der Krankheitsverlauf auf den Tomaten deutlich langsamer als auf der anfälligen Kartoffelkontrolle. Dies deutet auf grundsätzlich selektierbare Unterschiede hin, die genutzt werden könnten, um die Resistenz von Tomaten gegen die Krautfäule zu verbessern.

2 Material und Methoden

2.1 Sammlung der Isolate im Feld und Virulenzanalyse

a. Sammlung und Isolierung der Isolate

Es wurden im Jahr 2004 Blattproben mit jeweils einer *Phytophthora infestans* Läsion pro Blatt auf ökologisch bewirtschafteten Freilandstandorten in Hebenshausen (Nordhessen, Lkr. Werra- Meisner) und auf der Hessischen Staatsdomäne Frankenhausen (Nordhessen, Lkr. Kassel) gesammelt.

Auf dem Standort Hebenshausen wurden Isolate an sechs Terminen von Juli bis September gesammelt. Die Isolate von Freilandtomaten wurden aus einem Sortenversuch gesammelt. Die Isolate von Kartoffelpflanzen wurden aus den benachbarten Kartoffelparzellen des dortigen Fruchtfolgeversuchs des Fachgebietes Ökologischen Pflanzenschutz gesammelt. Die Sammlung auf der Domäne Frankenhausen fand am 02.10.2004 statt. Isolate wurden von der hoch resistenten Tomatensorte ‚Golden Currant‘ aus der dortigen Gartenfläche (Gemüseselbsternte) gesammelt. Alle anderen Tomaten in Hebenshausen waren zu diesem Zeitpunkt bereits abgestorben.

P. infestans wurde mit Hilfe von so genannten Kartoffelsandwiches der Kartoffelsorte Attica (Frühkartoffel mit keinem bekannten Resistenzgen) nach der Methode von Bouws-Beuermann (2005) isoliert. Durch die Kartoffelscheiben gewachsenes Mycel wurde auf 1,5 % Erbsenagar mit 100mg/l Ampicillin, 30 mg/l Rifamycin, 10 mg/l Benomyl und 0,4 ml/l Piramycin (abgeändert nach Hollomon 1965; Schöber-Butin 2001) übertragen und nach wenigen Tagen wurden reine *P. infestans*-Kulturen auf Erbsenagar ohne Antibiotika übersetzt. Agarplatten wurden bei 17°C in Dunkelheit bebrütet. Für längere Lagerzeiten wurden die Isolate in mit Parafilm versiegelte Erbsenagarschrägröhrchen bei 17°C im Dunkeln gelagert.

b. Virulenztests

Der Kartoffelvirulenztest wurde mit zwei Wiederholungen auf dem Resistenzgen-Testsortiment von Black et. al. (1953) mit der derzeit gültigen Erweiterung nach Schöber-Butin (2001) mit den bekannten Kartoffelresistenzen R1, R2, R3, R4, R5, R6, R7, R8, R10, R11 und mit einem Klon ohne bekanntem Resistenzgen R0 wie bei Bouws-Beuermann (2005) beschrieben durchgeführt. Die Inokulumdichte betrug $5 \cdot 10^4$ Sporangien pro ml. Pro abgetrenntem Blatt wurden 20 µl Inokulum an zwei Stellen inokuliert. Die Blätter wurden nach dem ersten Tag in Dunkelheit bei 18°C bei Tag (16h) und 15°C bei Nacht (8h) inkubiert. Die Blätter wurden täglich kontrolliert und bei Bedarf angefeuchtet.

Sechs Tage nach der Inokulation erfolgte eine Bonitur auf Befall (Sporulation), Nekrose oder keinen Befall.

Die Tomatenvirulenzen wurden auf den Sorten: ‚Paprikaförmige‘ (T1), ‚Cerise gelb‘ (T2), ‚Matina‘ (T3), ‚Celsior‘ (T4), ‚Rote Murrel‘ (T5), ‚Golden Currant‘ (T6), ‚Goldene Königin‘ (T7); ‚Partytomate‘ (T8), ‚Harzfeuer‘ (T9), ‚Balkonzauber‘ (T10), ‚Quadro‘ (T11) und ‚Cersie rot‘ (T12) getestet. Alle Sorten bis auf die Sorten ‚Golden Currant‘ und ‚Rote Murrel‘; sind Tomaten der Art *esculentum*. Die Sorten ‚Golden Currant‘ und ‚Rote Murrel‘ gehören zur Art *pimpinellifolium* an (Dreschflegel 2004). Für Tomaten ist kein Testsortiment vorhanden, die verwendeten Sorten sind bis auf die Sorten ‚Harzfeuer‘, ‚Goldene Königin‘ und ‚Balkonzauber‘ identisch mit den Sorten eines mehrjährigen Ringversuches im Freiland auf multiplen Standorten in Deutschland (Horneburg 2004).

Der Tomatenvirulenztest wurde mit vier Wiederholungen auf Blättern von 6 - 7 Wochen alten Tomatenpflanzen durchgeführt, die in Einheitserde E0 mit bedarfsgerechter Düngung mit dem mineralischen flüssigen Mehrnährstoffdünger Wuxal 886 angezogen worden waren. Der Virulenztest wurde wie bei Kartoffeln durchgeführt. Pro Blatt wurde jedoch nur eine Stelle inokuliert. Neben der qualitativen Bonitur wie beim Kartoffelvirulenztest wurde die befallene Blattfläche in Prozent geschätzt und die Blattlänge und Blattbreite gemessen.

c. Virulenzanalyse

Der qualitativen Virulenz liegen die für jedes Isolat und jede Wiederholung erhobenen qualitativen Boniturnoten: "kein Befall" (0), "Nekrotisch" (N) und "Sporulation" (S) zugrunde. Ein Isolat wurde als virulent (1) bezeichnet, wenn es ein oder mehrmals in der Lage war, auf den Wirt zu sporulieren. Da ein einmaliger Befall streng genommen schon das generelle Vermögen des Isolates zum Befall auf dem jeweiligen Wirt darstellt, ist daher die Definitionsvoraussetzung für virulent nach Agrios (2005 S. 900) "Capable of causing a severe disease" erfüllt. Die Boniturnote "Nekrotisch" wurde wie "kein Befall" als avirulent (0) bewertet, da Nekrosen im Bereich der Inokulationsstelle die Folge einer erfolgreichen hypersensitiven Reaktion des Wirtes darstellen (Matthewson 1977). Die nekrotisierte Blattfläche in der quantitativen Auswertung mit berücksichtigt.

Die Isolate wurden auf der Basis des gebräuchlichen Systems der Pathotypenbildung anhand der qualitativen Virulenz in Pathotypen eingeteilt (Black et al. 1953; Schöber-Butin 2001). Aus den qualitativen Virulenzen wurden nach dem Verfahren von Thinlay et. al. (2000) die Octalcodes der Pathotypen berechnet. Hierzu wurden die R-Kartoffelklone bzw. die Tomatensorten in Gruppen zu je drei Sorten bzw. Klone zusammengefasst (siehe Tab. 1). Dem ersten Gruppenmitglied wurde dann eine 1 dem zweiten eine 2 und dem dritten soweit vorhanden, eine 4 zugewiesen (siehe Tab. 2). Diese zugewiesenen Werte wurden dann mit der Virulenzreaktion multipliziert und innerhalb der Gruppe summiert; z.B. ein Iso-lat kann R1 und R2 befallen aber nicht r0: 2+4=6. Der Wert einer vollständigen Gruppe kann maximal 7 betragen. Bedingt durch die 11 r-Kartoffelklone erreicht die Gruppe IV nur maximal den Wert 3. Durch den häufigen Ausfall der Tomatensorte T9 und T12 wurde neben dem vollständigen Octalcode [T1-T12] (maximaler Wert je Gruppe 7) noch ein weiterer Octalcode [T1-T8;T10-T11] berechnet. Bei diesen ist der maximal mögliche Wert für die Gruppen III und IV jeweils 3. Die Pathotypen wurden dann entsprechend im Octalcode dargestellt. Zur Unterscheidung wird der Octalcode [T1- T12] immer kursiv dargestellt.

Tabelle 2 Gruppenzugehörigkeit der r-Kartoffelklone und Tomatensorten zur Berechnung der Octalcodes der Pathotypen (I-IV bezeichnet eine Gruppe und deren Position im Octalcode)

	I			II			III			IV	
Kartoffel	r0	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R10	R11
	1	2	4	1	2	4	1	2	4	1	2

	I			II			III			IV		
Tomate	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12
	1	2	4	1	2	4	1	2	4	1	2	4

Die quantitativen Virulenzen wurden als cm² befallene Blattfläche der Tomatensorten aus der Bonitur % befallene Blattfläche und der gesamten Blattfläche berechnet. Die Blattfläche wurde mittels der Blattlänge und der Breite der Blattspreite als Ellipse geschätzt.

Wie bei den Octalcodes der qualitativen Pathotypen, wurden auch für die quantitativen Virulenzen alle Analysen sowohl für den Fall T1-T12 und für den Fall T1-T8 T10-T11 getrennt vorgenommen.

2.2 Resistenzreaktionen einer Tomatensortensammlung gegenüber *P. infestans*

a. Auswahl der Tomatenherkünfte und Isolate

Die Tomatenherkünfte wurden aus gängigen Unterglassorten, Sorten mit bedingter Freilandreinigung und Genbankherkünfte mit bekannten Genen oder bekannter *P. infestans* Resistenz bzw. andere Arten wie *L. esculentum* ausgewählt. Insgesamt wurden zu den 12 bereits getesteten Sorten noch 90 Tomatenaccessionen bzw. Sorten ausgewählt, davon stammten 30 Sorten aus ökologischer Züchtung, 12 Sorten aus herkömmlicher Züchtung, 46 Sorten aus Genbanken und 2 Sorten aus Vermehrung von Privatpersonen. Die Genbankherkünfte stammen aus drei verschiedenen Genbanken: 30 Herkünfte Gatersleben (BRD), 8 Herkünfte Samenarchiv G. Bohl (BRD) und 8 Herkünfte Tomato Genetic Resource Center (USA). Es waren sechs verschiedene Tomatenarten (*L. esculentum*, *L. pimpinellifolium*, *L. peruvianum*, *L. hirsutum*, *L. chmielewskii* und *L. cheesmanii*) in der Auswahl vertreten. In der Auswahl sind neben Sorten mit unbekanntem genetischen Hintergrund Sorten mit den bekannten Resistenzgenen Ph-1, Ph-2, Ph-3, Ph-x (nicht näher beschriebene qualitative Resistenzgene) und Sorten mit keinen bekannten Resistenzgenen (Ph-0) enthalten (die vollständige Liste der Sorten ist im Anhang Tabelle A1 enthalten).

Die Tomatensorten wurden wie oben beschrieben getestet. Der Inokulationsplan ist im Anhang Tabelle A1 enthalten. Es wurde bei jedem Inokulationstermin eine Referenzsorte mit inokuliert.

Basierend auf den Ergebnissen der Virulenzanalysen wurden zwölf *P. infestans* - Isolate anhand mehrerer Auswahlkriterien (Tab. 3) ausgewählt. Auf jedes Isolat trafen ein oder mehrere Kriterien zu.

Tabelle 3 Auswahlkriterien für die benutzten *P. infestans* Isolate

Kriterium:	Ausgewählte Isolate (Herkunft ^a)
Isolat befällt alle R-Klone („Superrasse“ auf Kartoffel).	1 (K), 44 (T)
Isolat befällt alle Tomatensorten („Superrasse“ auf Tomate).	75(T), 101(T)
Isolat nur gegenüber einem der Kartoffelklone virulent.	85(T), 104(T), 108(T) ^b
Isolat hat eine einfache Virulenzstruktur, mit maximal drei Virulenzen gegenüber den bekannten Kartoffelresistenzen.	66(T), 75(T), 97(T), 101(T)
Isolat hat ein konträres Virulenzverhalten: avirulent auf Kartoffel virulent auf Tomate.	82(T)
Isolat hat ein konträres Virulenzverhalten: virulent auf Kartoffel, avirulent auf Tomate.	1(K)
Zwei Isolate des gleichen Pathotyps auf Tomate, eines mit hoher, eines mit geringer Aggressivität.	19(K), 108(T)
Isolat kann die Wildtomatensorten ‚Rote Murrel‘ und ‚Golden Currant‘ nur schwach befallen, andere Sorten jedoch stark.	82(T)
Isolat befällt die Wildtomatensorten ‚Rote Murrel‘ und ‚Golden Currant‘ stark, andere Sorten jedoch schwach.	41(T)
Im gesamten Set sollen alle Virulenzen gegenüber den R-Kartoffelklonen und den 12 Tomatensorten vorhanden sein.	

^a K: Kartoffel, T: Tomate

^b Isolat 85 virulent auf R5, 104 auf R7, 108 auf R0

2.3 Ganzpflanzentests

Es wurden sechs Experimente mit ganzen Pflanzen durchgeführt. Zwei im Juli/ August 2004, um die notwendige Inokulumdichte und die Inokulationsbedingungen für erfolgreiche Tests zu etablieren. In einer zweiten Serie von vier Experimenten wurden zusätzliche Isolate und auch der Einfluss von Pflanzenstärkungsmitteln getestet.

a. Bestimmung der notwendigen Inokulumdichte und Inokulationsbedingungen

Alle Pflanzen wurden im Forschungsgewächshaus des Fachbereichs Ökologische Agrarwissenschaften in Witzenhausen angezogen, wie oben beschrieben. Der Versuch wurde zwei Mal etwas zeitversetzt durchgeführt: vom 6.7.-22.8. 2004 und nochmals vom 22.7.-30.8. 2004. Die Sorten Celsior, Cerise Rot und Paprikaförmige wurden verwendet. Es wurden drei Isolate 72/79.2, 76/73 und 85/85, die aus dem Jahr 2003 stammten verwendet, da zu diesem Zeitpunkt noch keine fertigen Isolate aus dem Jahr 2004 zur Verfügung standen.

Es wurden sowohl ganze Pflanzen als auch von zusätzlich angezogenen Pflanzen abgetrennte Blätter benutzt. Die Konzentration der Sporenlösungen betrug entweder $5 \cdot 10^4$ oder 10^5 . Nach der Inokulation wurden die Pflanzen entweder im Gewächshaus in einer gesondert mit Sprühvorrichtung ausgestatteten Kabine oder im Labor in zwei mit Kunstlicht ausgestatteten Klimakammern inkubiert. Die Klimakammern wurden durch feuchtes Filterpapier an den Wänden und zusätzliches Sprühen mit einer Sprühflasche feucht gehalten. Die abgetrennten Blätter wurden, wie oben beschrieben in Petrischalen an denselben Orten wie die ganzen Pflanzen inkubiert.

Sowohl im Gewächshaus als in den Klimakammern wurden die Versuche vierfach wiederholt. Im Gewächshaus wurden alle Töpfe vollständig randomisiert, während jeweils zwei Wiederholungen in einer der beiden Klimakammern untergebracht wurden.

Die Sporenlösungen wurden mit Hilfe einer gewöhnlichen Sprühflasche aus dem Gartenmarkt ausgebracht. Alle Pflanzen und Blätter wurden vollständig mit Sporenlösung benetzt. Im ersten Versuch wurde zusätzlich noch ein mit der Wasserstrahlpumpe betriebener Zerstäuber mit der hohen Sporenkonzentration und Isolat 85/85 auf ganzen Pflanzen und abgetrennten Blättern von Cerise Rot und Celsior getestet.

Prozent befallene Blattfläche wurde sowohl auf abgetrennten Blättern als auch auf ganzen Pflanzen mehrmals bonitiert. Die Daten wurden varianzanalytisch verrechnet.

b. Aggressivität von *P. infestans* auf ganzen Pflanzen im Vergleich zu abgetrennten Blättern und der Einfluss von Pflanzenstärkungsmitteln

Die Ergebnisse der ersten beiden Versuche hatten einerseits gezeigt, dass die Klimakammern nicht geeignet sind. Andererseits aber wurde auch klar, dass keine Tests im Sommer im Gewächshaus durchgeführt werden können, da Temperaturpeaks im Gewächshaus dann nicht vermieden werden können. Deshalb wurden die Experimente vom Januar bis April 2005 durchgeführt.

Die Sorten Celsior und Cerise Rot wurden verwendet. Im ersten Durchgang wurden die Isolate 72/69.2 und 48/58 aus dem Jahr 2003 und das Isolat 108.04 aus dem Jahr 2004 verwendet. Im zweiten bis vierten Durchgang nur noch 48/58 und 108.04, da diese am unterschiedlichsten waren.

Die Pflanzen wurden einen Tag vor der Inokulation mit Wasser als Kontrolle, dem Pflanzestärkungsmittel Ausma (Biolat, siehe <http://www.biolat.lv/?go=Products&to=Biological>) oder dem Mittel BF enzyme (Agro bio products B.V., siehe <http://www.agrobio-products.nl/NL/producten.html>), oder zwei Tage vor Inokulation mit Fungend (siehe ebenfalls <http://www.agrobio-products.nl/NL/producten.html>) behandelt.

Im ersten Durchgang wurden vier Wiederholungen, in den anderen drei Durchgängen sechs Wiederholungen angelegt (Tab.4). Die Inokulumdichte betrug 10^5 Sporen pro ml.

Für die abgetrennten Blätter wurde der Befall in Prozent geschätzt, während für die ganzen Pflanzen die Anzahl Blätter, die zum Zeitpunkt der Inokulation vorhanden waren gezählt und dann der Prozent Befall dieser Blätter geschätzt wurde. Ebenfalls wurden die Stängelinfektionen bonitiert. Dazu wurde die Länge der Läsion, die Höhe der Läsion am Stängel und die Stängellänge gemessen. Ebenfalls wurden die Läsionen in solche, die den Stängel mehr und weniger als zur Hälfte umfassten kategorisiert.

Tabelle 4. Zusammenfassung der Methoden für die Ganzpflanzenexperimente Jan-April 2005.

	<i>Expt. 1</i>	<i>Expt. 2</i>	<i>Expt. 3</i>	<i>Expt. 4</i>
Sorten	Celsior and Cerise Rot, 12 Pflanzen pro Sorte und Behandlung			
Aussaat	5.01.2005	19.01.2005	10.02.2005	24.02.2005
Topfen	19.01.2005	10.02.2005	24.02.2005	12.03.2005
Anwendung der Pflanzenstärkungsmittel	14.02.2005	2/3.03.2005	19/20.03.2005	2/3.04.2005
Anzahl Wiederholungen	4	6	6	6
Verwendete Isolate	48/58, 108.04, 72/69.2	48/58, 108.04	48/58, 108.04	48/58, 108.04
Inokulation	15.02.2005	4.03.2005	21.03.2005	4.04.2005
Luftfeuchte während der Inkubation	80.1%	88.9%	94.7%	94%
Temperatur während Inkubation	18.6°C	18.1°C	18.6°C	18.2°C
Ganzpflanzenbonituren	20-25.02.2005	9-14.03.2005	26-01.04.2005	9-14.04.2005
Bonituren abgetrennte Blätter	19-23.02.2005	7-11.02.2005	24-28.03.2005	7.-11.04.2005

c. Datenverarbeitung

Für alle Experimente wurde der Befall über die Zeit integriert und als Fläche unter der Befallskurve (FUBK) mit der folgenden Formel zusammengefasst (Kranz 1996):

$$FUBK = \sum_{i=1}^{n-1} \left(\frac{x_{i+1} + x_i}{2} \right) (t_{i+1} - t_i) \quad (1)$$

wo x_i = % befallene Blattfläche in der jeweiligen Bonitur i , t_i = Abstand in Tagen zwischen den Bonituren und n = Anzahl der Bonituren.

Die Stängelinfectionen wurden zu einem Index verrechnet, in den die Läsionslänge (LL), die Länge der Läsion relativ zur Stängellänge (RLL) und die Höhe des Läsionsbeginns relativ zur Stängelhöhe (RLH) sowie der befallene Stängelumfang (C) (<50%=1, >50%=2) berücksichtigt wurden:

$$\text{Index} = LL * RLL * RLH * C * 100 \quad (2)$$

Alle Daten wurden varianzanalytisch verrechnet.

3 Ergebnisse

3.1. Virulenzanalysen der Isolate

Es wurden insgesamt 102 Isolate aus dem Jahre 2004 auf Virulenz und Aggressivität auf Tomaten untersucht. Davon wurden 56 Isolate auf allen zwölf Tomatensorten und 102 Isolate auf den Tomatensorten T1-T8 und T10-T11 untersucht. Die Virulenz gegenüber den Kartoffeldifferenzialsorten wurde von 94 Isolaten bestimmt.

Unter den 56 auf allen Tomatensorten getesteten Isolaten wurden 18 verschiedene Pathotypen identifiziert (Tabelle 5) von denen jedoch nur zwei, Pathotyp 7777 (n=28) und 7577 (n=9), häufiger als zwei Mal vorkamen und zusammen 66% der Isolate repräsentierten. Für die Pathotypen ohne Berücksichtigung von T9 ‚Harzfeuer‘ und T12 ‚Cerise rot‘ fanden sich 22 unterschiedliche Pathotypen (Tabelle 5) von denen 68% (n=15) nur 1-2 Mal vorkamen. Die zwei häufigsten Pathotypen waren die Pathotypen 7733 (n=43) und 7522 (n=17) (=59% aller auf T1-T8 und T10-T11 untersuchten Isolate). Die Pathotypen 7777 auf den 12 Sorten bzw. 7733 auf den 10 Sorten waren jeweils auf allen getesteten Sorten virulent, unterschieden sich jedoch zum Teil erheblich in ihrer Aggressivität (Butz 2005).

Bei den R-Kartoffelklonen wurden 43 verschiedene Pathotypen identifiziert (Tabelle 5), von denen jedoch 36 (83,7 %) nur 1 -2 Mal vorkamen. Die zwei häufigsten Pathotypen 3720 (n=17) und 3763 (n=12) repräsentierten 31,3 % der Isolate. Im Gegensatz zu den Tomatenpathotypen, war der Pathotyp, der alle Kartoffelklone befallen konnte (7773) nur einmal vertreten.

Von den 94 auf den Kartoffeln getesteten Isolaten konnten 27 den r0-Kartoffelklon nicht befallen, obwohl für diesen Klon bisher keine qualitativen Resistenzen gegenüber *P. infestans* bekannt sind (Black et al. 1996; Schöber-Butin 2001). Von diesen Isolaten stammten drei von Kartoffeln und statistisch signifikant mehr (24) von Tomaten ($p=0,0239$, Fisher Exakt Test). Es kamen auch Isolate mit nur einer Virulenz gegenüber den R-Kartoffelklonen und vielen Virulenzen gegenüber den Tomatensorten vor: z.B. das Isolat 85 mit einer Virulenz gegenüber R5 und dem Tomatenpathotyp 7577, das Isolat 104 mit einer Virulenz gegenüber R7 und dem Kartoffelpathotyp 5553 und das Isolat 108 mit einer Virulenz gegenüber R0 und dem Tomatenpathotyp 7733. Das Isolat 82 konnte keine der R-Kartoffeln befallen, jedoch 10 der zwölf Tomatensorten (Tomatenpathotyp 7177). Eine Übersicht der Pathotypenzugehörigkeit aller Isolate findet sich im Anhang in Tabelle A2.

Die Virulenzkomplexität, d.h. die mittlere Anzahl von Virulenzen pro Isolat, gegenüber den Kartoffeldifferenzialsorten betrug 5.8. Allerdings war die Komplexität der Isolate mit Kartoffelherkunft signifikant höher als die der Isolate mit Tomatenherkunft (Abbildung 1). Gegenüber den Tomaten konnte kein solcher Unterschied in Komplexität gefunden werden.

Sowohl die Virulenzfrequenzen als auch die Aggressivität der Isolate unterschieden sich je nach Wirtsherkunft. So waren die Virulenzen gegenüber sieben von elf Kartoffel R-Sorten signifikant höher bei Isolaten mit Wirtsherkunft Kartoffel als bei Isolaten mit Wirtsherkunft Tomate (Abbildung 2). Keine solchen Unterschiede waren auf Tomaten zu erkennen. Da die Aggressivität nur gegenüber Tomaten getestet wurde, konnten die Herkünfte nur gegenüber Tomaten verglichen werden. Hier waren in zehn von zwölf Fällen die Isolate mit Herkunft Tomate aggressiver als die Isolate mit Herkunft Kartoffel (Abbildung 3).

Tabelle 5. *P. infestans* Pathotypen (Oktalcode, siehe Tab. 2) der untersuchten Isolate, basierend auf den Reaktionen gegenüber den Tomatensorten T1-T12 (n=56), oder T1-T8 und T10-T11 (n=102) und den Kartoffeldifferentialsorten R0-R8 und R10-R11 (n=94)

Tomatenpathotyp T1-T12			Tomatenpathotyp T1-T8 u. T10-T11			Kartoffelpathotyp R0-R8 u. R10-R11		
Pathotyp	n	%	Pathotyp	n	%	Pathotyp	n	%
7777	28	50	7733	43	42,15	3720	17	18,08
7577	9	16,07	7533	17	16,67	3763	12	12,76
5173	2	3,57	7133	7	6,86	0620	6	6,38
5577	2	3,57	5133	6	5,88	3320	4	4,25
7177	2	3,57	5733	4	3,92	3323	4	4,25
1000	1	1,78	5131	3	2,94	0600	3	3,19
1471	1	1,78	5333	3	2,94	2720	3	3,19
5075	1	1,78	5533	2	1,96	1220	2	2,12
5175	1	1,78	7131	2	1,96	1720	2	2,12
5177	1	1,78	7333	2	1,96	3363	2	2,12
5337	1	1,78	7531	2	1,96	3620	2	2,12
5377	1	1,78	1000	1	0,98	3722	2	2,12
5553	1	1,78	1131	1	0,98	3723	2	2,12
5575	1	1,78	1431	1	0,98	3730	2	2,12
5777	1	1,78	2000	1	0,98	3760	2	2,12
6374	1	1,78	5031	1	0,98	7763	2	2,12
7175	1	1,78	5111	1	0,98	0000	1	1,06
7575	1	1,75	5513	1	0,98	0020	1	1,06
			5531	1	0,98	0400	1	1,06
			6131	1	0,98	0420	1	1,06
			6330	1	0,98	0520	1	1,06
			7731	1	0,98	0630	1	1,06
						0700	1	1,06
						0720	1	1,06
						1000	1	1,06
						1020	1	1,06
						1310	1	1,06
						1700	1	1,06
						1760	1	1,06
						2363	1	1,06
						2521	1	1,06
						2660	1	1,06
						2723	1	1,06
						3373	1	1,06
						3420	1	1,06
						3733	1	1,06
						3762	1	1,06
						4420	1	1,06
						4630	1	1,06
						5730	1	1,06
						6373	1	1,06
						7363	1	1,06
						7773	1	1,06

Eine Wirtsspezifität von *P. infestans* gegenüber Tomaten oder Kartoffeln wurde auch in mehreren früheren Untersuchungen an der alten und neuen Population beobachtet (Berg 1926; Erselius et al. 1998; Knapova & Gisi 2002; Lebreton et al. 1999; Legard et al. 1995; Oyarzun et al. 1998; Suassuna et al. 2004; Turkensteen 1973; Vega-Sánchez et al. 2000). Sofern auf Aggressivität gegenüber Tomaten getestet wurde, bestätigen die vorliegenden Untersuchungen die beobachtete, höhere Aggressivität von Tomatenisolaten auf Tomaten (Berg 1926; Knapova & Gisi 2002; Lebreton et al. 1999; Oyarzun et al. 1998). Bei neun von zwölf Sorten wurde eine Zunahme der Aggressivität der Tomatenisolate bei späterem Sammeltermin beobachtet (Butz, 2005).

Sowohl die Kartoffelpathotypen als auch die Tomatenpathotypen wurden durch Einbezug der Differentialsorten der jeweils andern Art weiter aufgespalten (Abbildung 4). Eine Aufspaltung der Kartoffelpathotypen durch Tomatensorten fand Oyarzun et. al. (1998) auch für Tomatensorten mit bekannten Majorresistenzgenen gegen *P. infestans*: ‚New Yorker‘ (Ph-1), ‚Pieraline‘ (Ph-2), ‚FMX-93‘ (Ph-0) und ‚Pieralbo‘ (Ph-0). Die Ergebnisse von Oyarzun et. al. (1998) weisen auch für die beiden Ph-0 Sorten ein unterschiedliches Resistenzverhalten auf, so dass neben den bekannten Majorgenen noch weitere Resistenzen (Minorgene, Polygeneresistenzen etc.) anzunehmen sind. Da bei keiner der verwendeten Tomatensorten der genetische Hintergrund bekannt ist, lassen sich nur sehr spekulative Rückschlüsse auf die Resistenzen innerhalb der Tomatensorten ziehen.

Die beobachteten Unterschiede durch die Wirtsherkunft Tomate und Kartoffel der Isolate, sowie das unterschiedliche Verhalten der Isolate auf den Testwirten und die Zunahme der Aggressivität bei Isolate von Tomaten spätem Sammelzeitpunktes weisen auf eigenständige von der Kartoffel unabhängige Prozesse im Wirts - Pathogen System von Tomate und *P. infestans* hin.

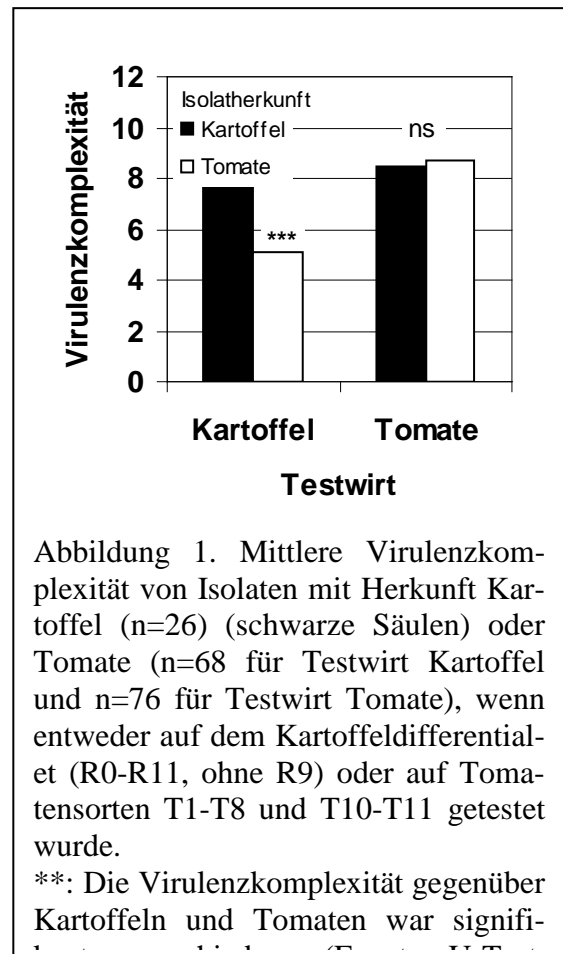


Abbildung 1. Mittlere Virulenzkomplexität von Isolaten mit Herkunft Kartoffel (n=26) (schwarze Säulen) oder Tomate (n=68 für Testwirt Kartoffel und n=76 für Testwirt Tomate), wenn entweder auf dem Kartoffeldifferential (R0-R11, ohne R9) oder auf Tomatensorten T1-T8 und T10-T11 getestet wurde.

***: Die Virulenzkomplexität gegenüber Kartoffeln und Tomaten war signifi-

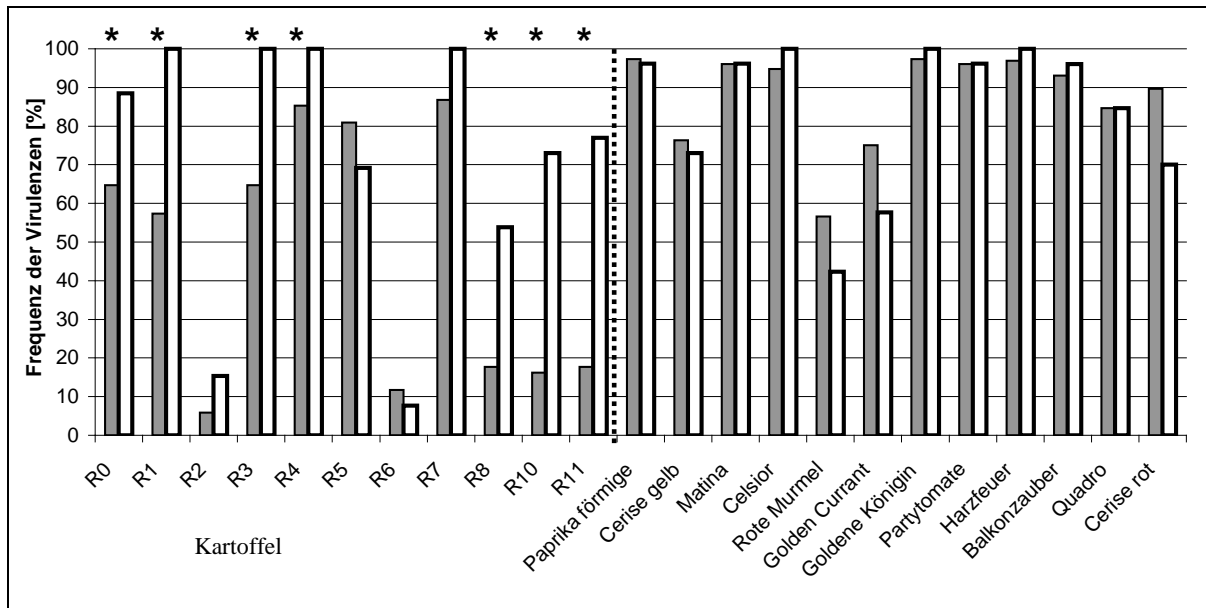


Abbildung 2 Frequenz der Virulenzen der Isolate mit der Herkunft Tomate [graue Säulen] (*Lycopersicon* sp.) und Kartoffel [weiße Säulen] (*Solanum* sp.) gegenüber dem Kartoffelvirulenztestsortiment (Tomate n=68, Kartoffel n=26) und den getesteten Tomatensorten (,Harzfeuer': Tomate n=64, Kartoffel n=17; ,Cerise Rot:' Tomate n=67, Kartoffel n=10, alle anderen Sorten: Tomate n=76, Kartoffel n=26); bei mit * gekennzeichneten Sorten bzw. Klonen liegt ein signifikanter Unterschied in der Virulenzfrequenz zwischen der Isolateherkunft vor $\alpha < 0,05$ Fisher Exact Test.

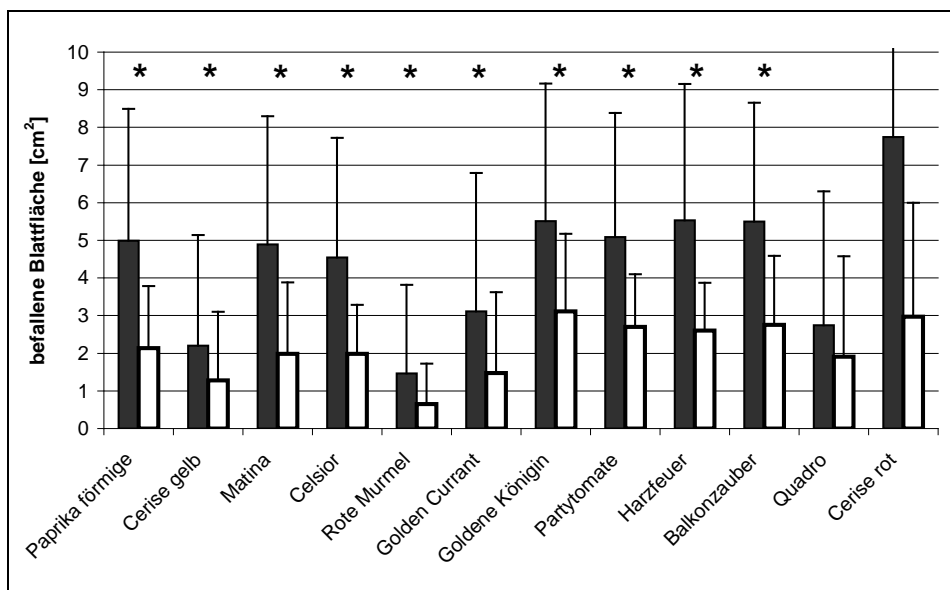


Abbildung 3 Blattflächen Befall der Isolate der Herkunft Tomate [graue Säulen] (*Lycopersicon* sp.) und Kartoffel [weiße Säulen] (*Solanum* sp.) auf den getesteten Tomatensorten (,Harzfeuer': Tomate n=64, Kartoffel n=17; ,Cerise Rot:' Tomate n=67, Kartoffel n=10, alle anderen Sorten: Tomate n=76, Kartoffel n=26), bei mit * gekennzeichneten Sorten liegen signifikante Unterschiede zwischen den Herkunftsgattungen im Blattbefall vor (U-Test $\alpha < 0,05$): Mittelwerte und Standardabweichung.

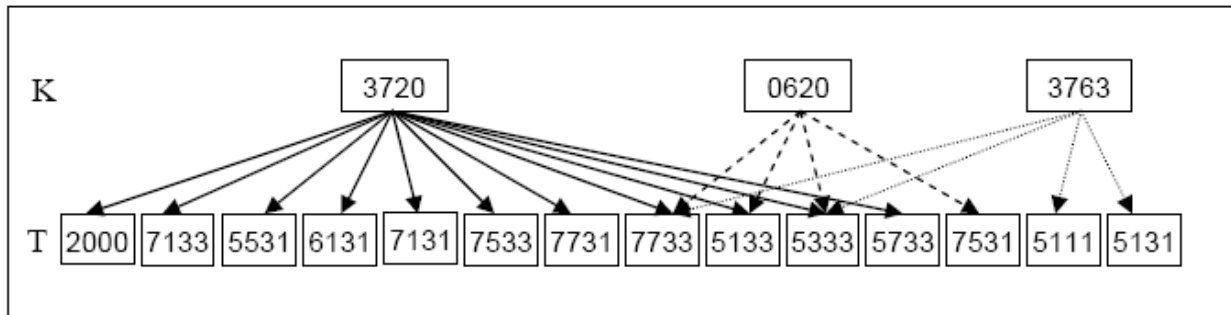


Abbildung 4 Tomatenpathotypen [T] der Isolate der drei häufigsten Kartoffelpathotypen [K] 3720 (17 Isolate), 3763 (12 Isolate) und 0620 (6 Isolate)

3.2 Resistenzreaktionen einer Tomatensortensammlung gegenüber *P. infestans*

Trotz der Standardisierung der Inokulationbedingungen der abgetrennten Blättern in der Klimakammer, unterlag der Befall auf den beiden Referenzsorten 'Campari' und 'Balkonzauber' erheblichen Schwankungen zwischen den Inokulationsterminen. Die Ursache der Schwankungen konnte nicht durch die Klimaaufzeichnungen bei der Jungpflanzenanzucht noch durch eine Veränderung der Isolate durch die zunehmende Lagerdauer erklärt werden. Die Schwankungen der Referenzsorten wurden in der Datenanalyse berücksichtigt indem nur Isolate mit einem Infektionserfolg von mindestens 75% auf der Referenzsorte an einem Inokulationstermin berücksichtigt wurden. Hierdurch konnten nur 28 von 90 inokulierten Tomatensorten über alle zwölf Isolate verglichen. Die befallene Blattfläche wurde relativ zum mittleren Befall der Referenzsorte am Inokulationstermin ausgewertet.

Gegenüber den zwölf Isolaten fanden sich eine Reihe von qualitativen Resistenzen (Tabelle 6 und Tabelle 7), wobei keine Sorte vollständig gegen die Testisolate resistent war. Von den 28 gegenüber allen zwölf Isolaten getesteten Tomatensorten waren 16 gegenüber allen Isolaten anfällig (Tabelle 6). Hier war die Resistenz gegenüber Isolat 82 am häufigsten. *Matt's Wild Cherry*, die gegen 10 Isolate erfolgreich getestet wurde, war gegen neun dieser Isolate resistent und noch einige andere Sorten waren gegenüber drei bis sieben der Isolate resistent (Tabelle 7). Sonst waren die Sorten gegenüber weniger als drei (oft auch keinem) der getesteten Isolate resistent.

Tabelle 6 Resistenztypen (n=28) gegenüber allen zwölf Isolaten.

Resistenzen	Anzahl Sorten	Sorten (T=Sortennummer)
Keine	15	
Isolat 82	4	
Isolat 19	1	T51 'Yellow Submarine'
Isolat 66	1	T97 'LA3145' [Ph-x]
Isolat 41	1	T48 'Reisetomate'
Isolate 41 u. 19	1	T40 'Hybrid-2Tarasenko'
Isolate 66 u. 82	1	T45 'Galvna Siberian Cherry'
Isolate 41 u. 108	1	T111 'T675' (<i>L. cheesmanii</i>)
Isolate 19, 66 u. 82	1	T20 'QxM 4.9-3/04-2.9' (IBDF)
Isolate 19, 41, 44 u. 82	1	T21 'QxM 22.5-4/04-2.4' (IBDF)

Tabelle 7 Die Tomatensorten mit den meisten gefundenen rassenspezifischen Resistenzen (n=90)

Sorte	Anzahl Resistenzen	Anzahl Isolate, mit denen getestet wurde
T35 'Matt's Wild Cherry'	9	10
T34 'Broad Ripple Yellow Currant'	7	10
T37 'Resi Gold'	7	10
T30 'LYC2470/88'	6	10
T32 'LYC2464/03'	6	10
T33 'LYC2465/03'	5	10
T36 'Cuban Pink'	5	10
T21 'QxM 4.9-3/04-2.9'	4	12
T20 'QxM 22.5-4/04-2.4'	3	12

Neben den relativ seltenen qualitativen Resistenzen waren deutliche Unterschiede in der quantitativen Resistenz zu beobachten. Beispielhaft wird hier das Spektrum gegenüber dem insgesamt aggressivsten Isolat 108 genauer betrachtet (Abb. 5). Im Vergleich zu der Referenzsorte Balkonzauber waren viele der getesteten Sorten deutlich resistenter, einige jedoch auch viel anfälliger und zwei Sorten waren qualitativ resistent (relativer Befall=0). Die Tomatensorten mit der höchsten Resistenz gegenüber Isolat 108 sind in Tabelle 8 aufgeführt. Jedoch liegen hier auch qualitative Resistenzen vor, was zu einer Maskierung der quantitativen Hintergrundresistenz führt. Diese Maskierung der quantitativen Hintergrundresistenz ist ein generelles Problem in der Analyse von quantitativen Resistenzen.

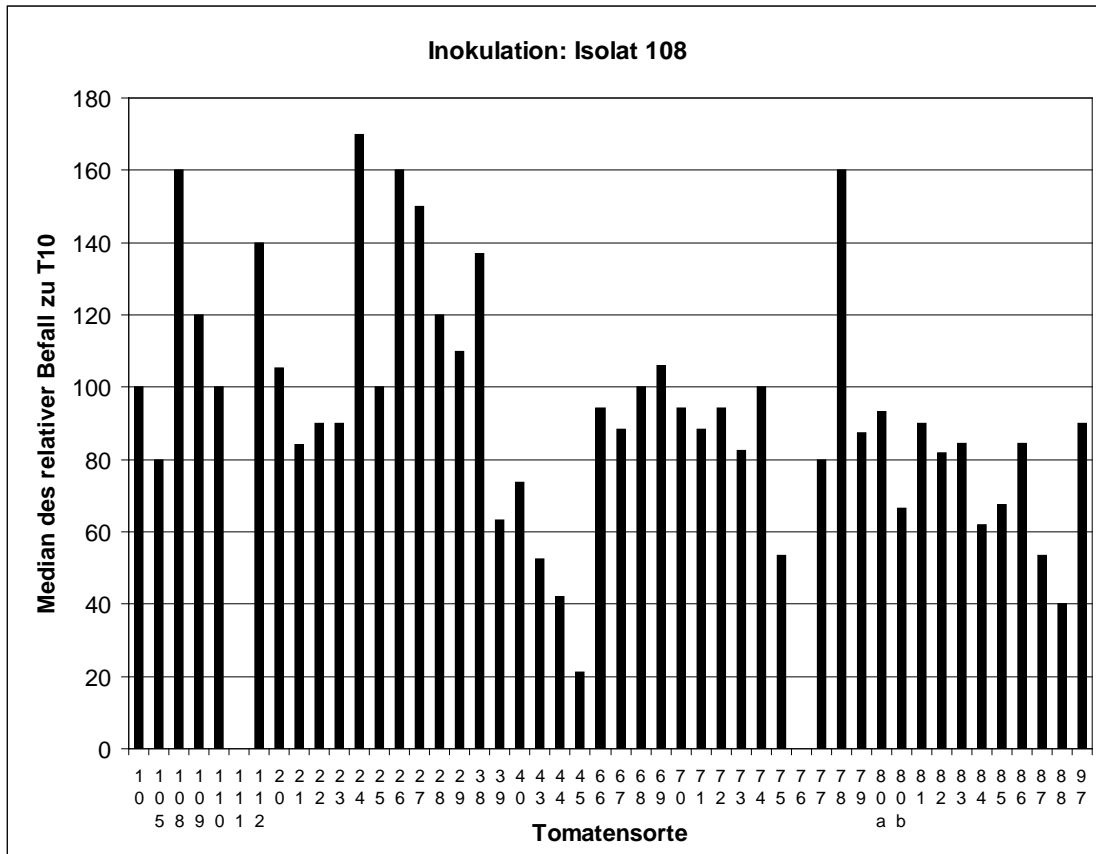


Abbildung 5 Befall der gegenüber Isolat 108 getesteten Tomatensorten relativ zur Tomatensorte, Balkonzauber (=100%). Die Sortennamen sind in Anhang Tabelle 1 anhand der Nummern zu entnehmen.

Tabelle 8. Tomatensorten mit der höchsten quantitativen Resistenz gegenüber Isolat 108

Sorte	Median des relativen Befalls zu T10 (100%)
T111 'T6751	0.00 ¹
T76 'LYC4/881	0.00 ¹
T45 'Galvna Siberian Cherry'	21.05
T88 'Philovita1	40.00
T44 Wladiwostok1	42.11
T43 'S030a'	52.63
T75 'LYC2467/031	53.33
T87 'Phantasia'	53.33
T84 'LYC2461/031	61.97
T39 'Z21	63.16

¹ es liegt eine qualitative Resistenz vor.

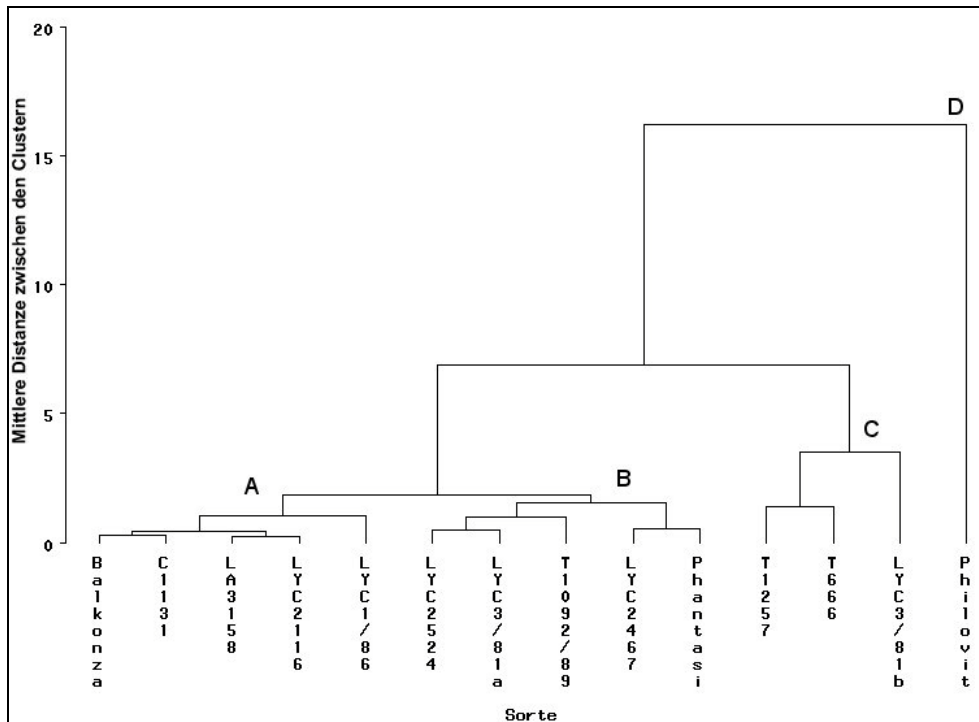


Abbildung 6. UPGMA- Dendrogramm des Blattbefalls von 14 Tomatensorten ohne qualitative Resistenzen gegenüber 11 Isolaten (anfällig gegenüber allen Isolaten bis auf Isolat 19) basierend auf der Sanghvi T2 Distanz (Sanghvi 1953), A: Befallsschwere ähnlich der Referenzsorte ‚Balkonzauber‘, B: mehr Befall als Referenzsorte, C: höchster Befall und D: niedrigster Befall.

In einer multivariaten Clusteranalyse wurden exemplarisch Tomatensorten, die gegenüber allen Isolaten (außer dem sehr wenig aggressiven Isolat 19) anfällig waren miteinander auf Ähnlichkeit verglichen. Die Clusteranalyse (Abbildung 6) zeigt vier Cluster mit unterschiedlicher Anfälligkeit gegenüber den 11 Isolaten. Der Cluster A umfasst Tomatensorten mit einer sehr ähnlichen Anfälligkeitsstruktur wie die Referenzsorte T10 ‚Balkonzauber‘. Der Cluster B umfasst Tomatensorten mit einer ähnlichen Anfälligkeitsstruktur wie Cluster A, jedoch bei einem etwas höheren Befallsniveau. Der Cluster C vereinigt hingegen die Tomatensorten mit der höchsten Anfälligkeit und der Cluster D mit der geringsten Anfälligkeit. Trotz der geringen Anzahl an Tomatensorten zeigen die Ergebnisse dass eine hohe Variabilität in der quantitativen Resistenz in den Tomatensorten vorhanden ist.

3.3. Ganzpflanzentests

3.3.1 Inokulationsbedingungen und notwendige Inokulumdichte

Die Inokulation der ganzen Pflanzen im Gewächshaus erwies sich im August als schwierig, da es nicht möglich war, die Temperaturen und damit auch die Luftfeuchte bei Sonnenschein konstant zu halten. Der zweite Durchgang des Experiments misslang für die ganzen Pflanzen, da die Sprühanlage zwei Tage lang ausfiel.

Sowohl in den Klimakammern als auch im Gewächshaus war der Inokulationserfolg auf abgetrennten Blättern in beiden Versuchen gut. Im Vergleich dazu war der Inokulationserfolg auf den ganzen Pflanzen eher gering (Tabelle 9). Die Ergebnisse in den Klimakammern waren nicht immer gleich. Isolat 73/76 war sowohl auf abgetrennten Blättern als auch auf ganzen Pflanzen am aggressivsten und 85/85 am wenigsten aggressiv. Für 72/79.2 waren die Ergebnisse variabel. Cerise Rot war am wenigsten anfällig.

Tabelle 9 Fläche unter der Befallskurve (FUBK) für *Phytophthora infestans* auf abgetrennten Blättern und ganzen Pflanzen in Abhängigkeit von den Inkubationsbedingungen, dem verwendeten Isolat und der Tomatensorte in zwei Versuchen im August 2004*.

Faktor	Abgetrennte Blätter		Ganze Pflanzen
	Test 1	Test 2	Test 1
Inkubationsbedingung			
Klimakammer A	135,6b ¹	174,0b	2,4b
Klimakammer B	176,3a	179,0ab	4,6ab
Gewächshaus	160,8a	190,1a	7,8a
Isolat			
72/79.2	138,8b	193,1a	2,0b
73/76	196,9a	198,5a	13,7a
85/85	136,1b	170,5b	1,3b
Sorte			
Celsior	168,0a	196,6a	5,0b
Cerise rot	129,9b	160,9b	2,0b
Paprikaförmige	173,5a	197,8a	10,0a

* Da die Gruppengrößen verschieden waren, wurden die harmonischen Mittelwerte verwendet.

¹ Zahlen innerhalb einer Gruppe die mit verschiedenen Buchstaben gekennzeichnet sind, unterscheiden sich signifikant bei $P < 0.05$ (Tukey Test).

Die ganzen Pflanzen litten in den Klimakammern sehr stark unter Lichtmangel und reagierten indem sie Blätter abwarfen und vielfach eine Art Geschwulst auf den Blättern auch in Reaktion auf die hohe Luftfeuchte bildeten. Dies war für die abgetrennten Blätter nur selten der Fall. Insgesamt war es nicht möglich, die notwendige Luftfeuchte für die ganzen Pflanzen im Gewächshaus mit der vorhandenen Technik zu halten, weshalb vor Beginn der zweiten Versuchsserie zusätzliche Sprühvorrichtungen eingebaut wurden. Ebenfalls wurde auf weitere Versuche an ganzen Pflanzen im Sommer verzichtet.

Für die Sprühinokulationen waren die Ergebnisse für eine Inokulumdichte von 10^5 Sporen pro ml deutlich einheitlicher (Daten nicht gezeigt, Ngwe, 2005), weshalb die folgenden Experimente mit dieser Konzentration durchgeführt wurden.

Die Inokulationen mit dem durch die Wasserstrahlpumpe betriebenen Zerstäuber resultierten in 50-80% weniger Befall als wenn mit den Sprühflaschen inokuliert wurde (Daten nicht gezeigt, Ngwe, 2005). Dies lag wahrscheinlich an dem zu hohen Druck im Zerstäuber, der die Sporen schädigte.

Aggressivität von P. infestans auf ganzen Pflanzen im Vergleich zu abgetrennten Blättern und der Einfluss von Pflanzenstärkungsmitteln

Da die Bedingungen im Sommer 2004 im Gewächshaus zu uneinheitlich waren, wurde der Vergleich zwischen ganzen Pflanzen und abgetrennten Blättern nochmals wiederholt, um klare Ergebnisse zu erzielen.

Insgesamt waren die Gewächshausbedingungen deutlich verbessert und in allen vier Experimenten waren die Inokulationen erfolgreich. Da im Gegensatz zu den Ganzpflanzentests bei den abgetrennten Blättern alle Blätter erfolgreich befallen wurden, waren die Flächen unter der Befallskurve entsprechend höher bei den abgetrennten Blättern (Tab. 10a,b). Auch waren Unterschiede zwischen den Isolaten und Sorten ausgeprägter. So war Isolat 48/58 bei den abgetrennten

Blatttests in allen vier Experimenten signifikant weniger aggressiv als Isolat 108.04. Im Gegensatz dazu war der Unterschied nur in den ersten drei Experimenten bei ganzen Pflanzen zu sehen (Tab. 10b). Bei den ganzen Pflanzen waren auch keine Sortenunterschiede nachzuweisen, die bei Blatttests sporadisch sichtbar wurden. Diese Ergebnisse wurden durch die Ergebnisse einer Zeitserienanalyse bestätigt (Sharma, 2006).

Die Unterschiede im Stängelbefall waren in der Tendenz ähnlich wie beim Blattbefall der ganzen Pflanzen, allerdings noch weniger statistisch absicherbar (siehe Sharma, 2006).

Außer in Experiment 1 reduzierten alle Pflanzenstärkungsmittel den Blattbefall auf ganzen Pflanzen signifikant unabhängig von Isolat und Sorte. Fungend wirkte am besten sowohl auf ganzen Pflanzen als auch auf abgetrennten Blättern (Tabelle 10a, b). Insgesamt jedoch waren die Effekte der Pflanzenstärkungsmittel zwar als gering einzustufen, allerdings könnte es von Interesse sein, die Wirkung von Fungend genauer bei wiederholter Applikation zu überprüfen.

Tabelle 10. Einfluss von Sorte, Isolat und Pflanzenstärkungsmitteln auf die Fläche unter der Befallskurve bei (a) abgetrennten Blättern und (b) ganzen Pflanzen in vier Experimenten

(a) Abgetrennte Blatttests		Experiment 1	Experiment 2	Experiment 3	Experiment 4
Sorte	Celsior	290.2 a ¹	240.2 b	253.1	256.5 a
	Cerise Rot	221 b	273.7 a	250.9	238.9 b
Isolat	108.04	362.3 a	327.4 a	299.2 a	296.2 a
	48/58	143.3 c	186.5 b	204.9 b	199.2 b
	72/69.2	261.2 b			
Pflanzenstärkungsmittel	Water	239.5	296.5 a	289.1 a	281.5 a
	Fungend	257.2	212 b	220.4 c	193 c
	BF enzyme	254.1	267.5 a	240.3 b	258 b
	Ausma	271.7	251.7 a	258.4 b	257 b
Sorte*Isolat	Celsior*108.04	366.2 a	293.7 b	302.7	296.4 a
	Celsior*48/58	188.2 b	186.7 c	203.6	216.6 b
	Cerise Rot*108.04	358.3 a	361.1 a	295.6	296 a
	Cerise Rot*48/58	98.4 c	186.2 c	206.2	181.7 c
	Celsior*72/69.2	316.3 a			
	Cerise Rot*72/69.2	206.1 b			

(b) Ganze Pflanzen		Experiment 1	Experiment 2	Experiment 3	Experiment 4
Sorte	Celsior	45.4	48.3	36.8	63.8
	Cerise Rot	52.36	53.5	44.3	67.9
Isolat	108.04	78 a	68.1 a	62.24 a	69.1
	48/58	35.4 b	33.7 b	18.96 b	62.5
	72/69.2	33.2 b			
Pflanzenstärkungsmittel	Water	50.7	70.8 a	60.79 a	90.69 a
	Fungend	46.5	38.1 b	26.25 b	59.3 b
	BF enzyme	54.3	49 b	34.92 b	53.7 b
	Ausma	45.4	48.3	36.8	63.8

¹Zahlen innerhalb einer Gruppe die mit verschiedenen Buchstaben gekennzeichnet sind, unterscheiden sich signifikant bei $P < 0.05$ (Tukey Test).

Insgesamt war die zweite Serie von Experimenten deutlich erfolgreicher als die erste, was auf die Verbesserung der Klimatechnik im Gewächshaus und die Jahreszeit zurückzuführen ist. Die Ergebnisse der abgetrennten Blatttests und der Ganzpflanzentests waren sehr gut vergleichbar, sogar bei Einsatz der Pflanzenstärkungsmittel. Das war so nicht erwartet, da die abgetrennten Blätter erstens verletzt sind und zweitens mehrere Tage in diesem Zustand gehalten werden bis zur Auswertung. Diese Ergebnisse deuten darauf hin, dass abgetrennte Blatttests für die Bewertung nicht nur der qualitativen sondern auch der quantitativen Resistenz von Tomaten genutzt werden können.

4 Nutzen und Verwertbarkeit der Ergebnisse für den ökologischen Landbau; Möglichkeiten der Umsetzung

Ein Ziel des vorliegenden Projektes war es, Möglichkeiten für den Freilandanbau von Tomaten zu eröffnen, der vor allem im privaten Bereich eine Rolle spielt. Eine Verbesserung der Resistenz im Freilandanbau ist nicht nur für die Kleingärtner wichtig, sondern auch unter dem Aspekt des Schutzes des kommerziellen Anbaus zu betrachten, da oft gerade in Kleingärten das Initialinokulum für die Umgegend produziert wird (Zwankhuizen et al. 1998; 2000). Die Ergebnisse der phytopathologischen Analyse zeigen, dass es durchaus genetisches Material gibt, das von Interesse ist zur Resistenzverbesserung. Auch sind die Tests mit abgetrennten Blättern unter Laborbedingungen repräsentativ für eine Vorselektion von Material, die jedoch immer durch Tests im Freiland komplettiert werden müssen. Auch für den kommerziellen Anbau von Tomaten unter Glas oder in Folientunnels könnte so eine Resistenzverbesserung erzielt werden, was insgesamt die Kosten senken sollten.

5 Zusammenfassung

Im Jahr 2004 wurden 112 Isolate von *Phytophthora infestans* gesammelt. Zu Beginn der Infektion von Tomaten (Ende Juli) wurden 30 Isolate von Kartoffeln, die neben den Tomaten standen genommen. Bis Oktober wurden dann 92 Isolate von verschiedenen Tomatensorten gesammelt. Alle Isolate wurden auf den bekannten Kartoffeldifferentialsorten auf Virulenz gegenüber R1-R11 getestet und auf 10 Tomatensorten sowohl auf Virulenz als auch auf Aggressivität (befallene Blattfläche). Alle Tests wurden an abgetrennten Blättern durchgeführt. Einige Isolate, die von Kartoffeln stammten (3), und auch Isolate, die von Tomaten stammten (24), waren nicht imstande, die R0 Sorte ohne bekannte Resistenz zu befallen, obwohl sie Virulenzen gegenüber anderen Sorten aufwiesen. Die Kartoffelisolat waren insgesamt weniger aggressiv auf Tomaten als die Tomatenisolate und umgekehrt. Isolate, die einheitlich gegenüber den Kartoffeln reagierten, waren in der Regel nicht einheitlich auf Tomaten. Dies zeigt, dass die Resistenzen in den Tomaten deutlich verschieden von denen der Kartoffeln sind.

Insgesamt 28 Tomatenherkünfte wurden mit einem repräsentativen Set von 12 Isolaten, die alle gefundenen Virulenzen und auch verschiedene quantitative Eigenschaften der Aggressivität repräsentierten getestet. Weitere 68 Herkünfte wurden erfolgreich mit zwischen 6 und 11 Isolaten getestet. Die Herkünfte wiesen eine hohe Diversität an qualitativen wie quantitativen Resistenzreaktionen auf. Nur 16 der 28 mit allen zwölf Isolaten getesteten Tomatensorten hatten eine oder mehrer qualitative Resistenzen. Die meisten Resistenzen hatte die Tomatensorte T35 'Matt's Wild Cherry', die gegen neun von zehn getesteten Isolate resistent war. Jedoch war keine Sorte vollständig resistent. Auch bei den quantitativen Resistenzen zeigt sich ein breites Spektrum innerhalb der Resistenzreaktion. Das gefundene breite Resistenzspektrum bietet interessante Möglichkeiten für die Resistenzzucht.

Im Gewächshaus wurde zusätzlich zu den abgetrennten Blatinokulationen noch eine Methode der Ganzpflanzeninokulation entwickelt und mit Inokulationen abgetrennter Blätter verglichen. Anstatt mit einzelnen Inokulum Tropfen wurde flächig besprüht, was den Bedingungen im Feld oder Gewächshaus näher kommt. Auch wird so eine Verletzung der Pflanzen vermieden. Ganzpflanzeninokulationen konnten in den Sommermonaten nicht zuverlässig durchgeführt werden, da es nicht möglich war, das Gewächshaus zuverlässig kühl genug und feucht genug zu halten. Im Winter waren die Inokulationen erfolgreich. Insgesamt stimmten die Ergebnisse der abgetrennten Blätter und der ganzen Pflanzen sehr gut überein, wobei der Befall der abgetrennten Blätter immer höher lag. Selbst wenn Pflanzenstärkungsmittel eingesetzt wurden, waren die Ergebnisse zwischen ganzen Pflanzen und abgetrennten Blättern nicht verschieden.

6 Gegenüberstellung der ursprünglich geplanten zu den tatsächlich erreichten Zielen

Die ursprüngliche Planung sah vor, nur 50 Tomatenherkünfte mit einem repräsentativen Set von Isolaten zu testen und dann die Tests an möglichst vielen ganzen Pflanzen zu wiederholen. Die Ganzpflanzentests erwiesen sich allerdings als relativ schwierig in der Durchführung und die Ergebnisse waren sehr wenig verschieden von den abgetrennten Blatttests. So erschien es sinnvoller, mehr Tomatenherkünfte auf ihre Resistenzen zu prüfen. Insgesamt wurden so 102 Herkünfte, unter anderem 8 Accessionen von der Genbank Tomato Genetic Resources Center (TGRC) in Californien getestet. Darunter waren auch 4 Herkünfte mit bekannten Majorgenen (Ph-1, Ph-2, Ph-3 und die Sorte Moneymaker, die als anfällige Kontrolle international genutzt wird. Dies hat die Datenbasis deutlich verbreitert und wird eine weiterführende Analyse von Resistenzen möglich machen.

7 Weiterführende Fragestellungen

Die deutlichen Unterschiede im Virulenzspektrum und vor allem in der Aggressivität gegenüber Tomaten zwischen Isolaten mit Herkunft Kartoffel und Herkunft Tomate deuten darauf hin, dass es möglich sein sollte, durch gezielte Resistenzzucht Tomatensorten zu erhalten, die wenig durch die Kraut- und Knollenfäule auf Kartoffeln beeinträchtigt werden. Dazu ist es aber notwendig, klar herauszuarbeiten, ob und wie ein Anpassungsprozess beim Übergang des Pathogens von Kartoffeln auf Tomate stattfindet. Hierfür ist es auch notwendig die Analyse der verschiedenen Aggressivitätsparameter (u.a. befallene Blattfläche, Infektionserfolg, Inkubationszeit, Latenzzeit und Sporulationskapazität) von *P. infestans* auf Tomaten weiter zu entwickeln, sowie deren Umweltinteraktion zu beschreiben.

Literaturverzeichnis

- Agrios, G. N. Plant Pathology. 5. Ed. ed. Amsterdam: Elsevier Academic Press, 2005.
- Allard, R. W. "Genetic changes associated with the evolution of adaptedness in cultivated plants and their wild progenitors." Journal of Heredity 79 (1988): 225-38.
- Andrison, D. "Races of *Phytophthora infestans* in France, 1991-1993." Potato Research 37 (1994): 279-86.
- Andrison, D., C. Beasse, and C. Laurent. "Characterization of isolates of *Phytophthora infestans* collected in northwestern France from 1988 to 1992." Plant Pathology 43 (1994): 471-78.
- Berg, A. "Tomato Late Blight and Its Relation to Late Blight of Potato." Bulletin Agricultural Experiment Station West Virginia 205 (1926): 3-31.
- Black, L. et al. "Late blight resistance in four wild tomato accessions: Effectiveness in diverse locations and inheritance of resistance." Phytopathology 86.11 (1996): 232A.

- Black, W. et al. "A proposal for an international nomenclature of races of *Phytophthora infestans* and of genes controlling in *Solanum demissum* derivatives." Euphytica 2 (1953): 173-79.
- Bouws-Beuermann, H. Effects of Stripe Intercropping on Late Blight Severity, Yield of Potatoes (*Solanum Tuberosum* Lindl.) and on Population Structure of *Phytophthora Infestans*. Göttingen: Cuvillier, 2005.
- Butz, A. and M. R. Finckh. "Populationsanalyse Von *Phytophthora Infestans* Auf Ökologischen Freilandtomaten." Diss. Universität Kassel, 2005.
- Butz, A. F. "Vergleichende Virulenzanalyse Von *Phytophthora Infestans* Verschiedener Wirtsherkünfte Auf Tomate (*Lycopersicon Ssp.*) Und Kartoffel (*Solanum Tuberosum*)." Diss. Universität Kassel, 2005.
- Cruickshank, G., H. E. Stewart, and R. L. Wastie. "An illustrated assessment key for foliage blight of potatoes." Potato Research 25 (1982): 213-14.
- Darsow, U. "Züchtung auf Kraut- und Braunfäuleresistenz." Kartoffelbau 56.7 (2005): 298-302.
- Drenth, A. et al. "Genotypic diversity of *Phytophthora infestans* in the Netherlands revealed by DNA polymorphisms." Phytopathology 83, No. 10 (1993): 1087-91.
- Drenth, A., E. M. Janssen, and F. Govers. "Formation and survival of oospores of *Phytophthora infestans* under natural conditions." Plant Pathology 44 (1995): 86-94.
- Drenth, A., I. C. Tas, and F. Govers. "DNA fingerprinting uncovers a new sexually reproducing population of *Phytophthora infestans* in the Netherlands." European Journal of Plant Pathology 100 (1994): 97-107.
- Drenth, A., L. J. Turkensteen, and D. E. Grayson. "The occurrence of the A2 mating type of *Phytophthora infestans* in the Netherlands, significance and consequences." Netherlands Journal of Plant Pathology 99 (1993): 57-67.
- Dreschflegel. Dreschflegel: Saaten & Taten 2005. 2004. Witzenhausen, Dreschflegel GmbH.
- Dreschflegel 2000: Freiland-Tomaten mit Toleranz gegen Kraut- und Fruchtfäule. Saaten & Taten 2000: 61-63.
- Erselius, L. J. et al. "Host Specificity of *Phytophthora infestans* on Tomato and Potato in Uganda and Kenya." CIP Program Report 1997-98 (1998): 49-55.
- Goldringer, I.; Paillard, S.; Enjalbert, J.; David, J.L.; Brabant, P. 1998: Divergent evolution of wheat populations conducted under recurrent selection and dynamic management. Agronomie 18: 413-425.
- Hollomon, D. W. "A medium for direct isolation of *Phytophthora infestans*." Plant Pathology 14 (1965): 34-35.
- Horneburg, B. Zwischenbericht zum Vorhaben 03OE627 Tomaten für den ökologischen Landbau im Freiland. Züchtungsmethodik und regionale Sortenentwicklung. 2004. Göttingen, Institut f. Pflanzenbau u. Pflanzenzüchtung der Universität Göttingen.
- Horneburg B, 2003. Standortsspezifische Sortenentwicklung. Eine Studie mit Landsorten der Linse. Dissertation Universität Göttingen (erscheint in den Schriften zu Genetischen Ressourcen).
- James, W. C. "An illustrated series of assessment keys for plant diseases, their preparation and usage." Canadian Plant Disease Survey 51 (1971): 39-65.

- Jana, S.; Khangura, B.S. 1986: Conservation of diversity in bulk populations of barley (*Hordeum vulgare* L.). Euphytica 35, 761-776.
- Knapova, G. and U. Gisi. "Phenotypic and genotypic structure of *Phytophthora infestans* population on potato and tomato in France and Switzerland." Plant Pathology 51 (2002): 641-53.
- Kranz, J. Epidemiologie Der Pflanzenkrankheiten. Stuttgart : Ulmer, 1996.
- Krumbein, A.; Peters, P.; Widell, S.; Auerswald, H.; Brückner, B.; Linke, M. 2000: Sensory attributes and flavor compounds of short-term stored vegetables. In: Florkowski, W.J.; Prussia, S.E.; Shewfelt, R.L. (Hrsg.): International Multidisciplinary Conference: Integrated view of fruit & vegetable quality. Technomic Publishing, Lancaster, Pennsylvania, USA.
- Krumbein, A.; Auerswald, H. 1998: Characterization of aroma volatiles in tomatoes by sensory analyses. Nahrung 42: 395-399.
- Landeo, J. A. "Breeding for Host Resistance - Durable resistance: Quantitative/Qualitative resistance." GILB Proceedings (2003): 29-36.
- Lebreton, L. and D. Andrivon. "French isolates of *Phytophthora infestans* from potato and tomato differ in phenotype and genotype." European Journal of Plant Pathology 104 (1998): 583-94.
- Lebreton, L., G. Laurent, and D. Andrivon. "Evolution of *Phytophthora infestans* populations in the two most important potato production areas of France during 1992-1996." Plant Pathology 47 (1998): 427-39.
- Lebreton, L., J.-M. Lucas, and D. Andrivon. "Aggressiveness and Competitive Fitness of *Phytophthora infestans* Isolates Collected from Potato and Tomato in France." Phytopathology 89.8 (1999): 679-86.
- Legard, D. E., T. Lee Yun, and W. E. Fry . "Pathogenic Specialization in *Phytophthora infestans*: Aggressiveness on Tomato." Phytopathology 85.11 (1995): 1356-61.
- Lievens, B. et al. "Root and Foot Rot on Tomato caused by *Phytophthora infestans* detected in Belgium." Plant Disease 88 (2004): 86.
- Matthewson, D. K. "Hypersensitive Reactions of Tomato leaves to *Phytophthora infestans*." New Phytologist 78.3 (1977): 643-47.
- McDonald, B. A. and C. Linde. "Pathogen Population Genetics, Evolutionary Potential and Durable Resistance." Annu.Rev.Phytopathology 40 (2002): 349-79.
- Möller , K., Dilger , M, Habermeyer , J., and Zinkernagel , V. Charakterisierung von Isolatn von *Phytophthora infestans* aus Tomaten und Kartoffeln. www.uni-giessen.de/orgland/population.doc . 23-4-2003. Lehrstuhl für Phytopathologie der TU München.
- Möller , K. et al. "Molekularbiologische Untersuchungen an *Phytophthora*- Isolatn Von Tomaten Und Kartoffeln Aus Deutschland." Ed. Biologische Bundesanstalt für Land und Forstwirtschaft. Berlin: Parey, 2002. 100.
- Ngwe, C., 2005. Method of Inoculation and Characterization of *Phytophthora infestans* on Tomato varieties MSc Thesis Universität Kassel
- Ordóñez, M. E., G. A. Forbes, and B. Trognitz. "Relationship between ineffective R-genes and expansion rate of lesions on potato leaves, caused by *Phytophthora infestans*." Plant Pathology 47 (1998): 130-36.

- Oyarzun, P. J. et al. "Host Specificity of *Phytophthora infestans* on Tomato and Potato in Ecuador." Phytopathology 88.3 (1998): 265-71.
- Paillard, S. et al. "Evolution of resistance against powdery mildew in winter wheat populations conducted under dynamic management. I - Is specific resistance selected?" Theoretical and Applied Genetics 101 (2000): 449-56.
- Paillard, S. et al. "Evolution of resistance against powdery mildew in winter wheat populations conducted under dynamic management. II - Adult plant resistance." Theoretical and Applied Genetics 101 (2000): 457-62.
- Sharma, K. 2006. The Effects of Three Plant Strengtheners on the Late Blight of Tomatoes: A Study on Detached Leaves and Whole Plants. MSc Thesis Universität Kassel.
- Schöber-Butin, B. Die Kraut- Und Braunfäule Der Kartoffel Und Ihr Erreger *Phytophthora infestans* (MONT.) De Bary. Ed. für Land Biologische Bundesanstalt. Mitteilung aus der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft ed. Berlin: Parey, 2001.
- Smart, C. D. and W. E. Fry. "Invasions by the late blight pathogen: renewed sex and enhanced fitness." Biological Invasions 3 (2001): 235-43.
- Suassuna, N. D., L. A. Maffia, and E. Mizubuti. "Aggressiveness and host specificity of Brazilian isolates of *Phytophthora infestans* ." Plant Pathology 53 (2004): 405-13.
- Suneson, C. A. "An evolutionary plant breeding method." Agronomy Journal 48 (1956): 188-91.
- Thinlay, R. S. Zeigler, and M. R. Finckh. "Pathogenic Variability of *Pyricularia grisea* from the High- and Mid-Elevation Zones of Buthan." Phytopathology 90.6 (2000): 621-28.
- Turkensteen, L. J. "Partial Resistance of Tomatoes Against *Phytophthora Infestans*, the Late Blight Fungus." Diss. Institut of Phytopathological Research Wageningen, 1973.
- Turkensteen, L. J. "Durable Resistance of Potatoes Against *Phytophthora Infestans*." Ed. T. Jacobs and J. E. Parlevliet. Dordrecht: Kluwer Academic, 1993. 115-24.
- Vega-Sánchez, M. E. et al. "Host adaptation to potato and tomato within the UD-1 clonal lineage of *Phytophthora infestans* in Uganda and Kenya." Plant Pathology 49 (2000): 531-39.
- Vogel, Georg. Handbuch Des Speziellen Gemüsebaues. Stuttgart : Ulmer, 1996.
- Wangsomboondee, T. et al. "*Phytophthora infestans* Populations from Tomato and Potato in North Carolina Differ in Genetic Diversity and Structure." Phytopathology 92 .11 (2002): 1189-95.
- Weber, V. "Info-Brief Für Den Ökologischen Gemüse- Und Zierpflanzenbau." 2000. 14-16.
- Zwankhuizen, M. J., F. Govers, and J. C. Zadoks. "Development of potato late blight epidemics: Disease foci, Disease gradients, and infection sources." Phytopathology 88 (1998): 754-63.
- Zwankhuizen, M. J., F. Govers, and J. C. Zadoks. "Inoculum sources and genotypic diversity of *Phytophthora infestans* in Southern Flevoland, the Netherlands." European Journal of Plant Pathology 106 (2000): 667-80.

Anhang1: Tomatensortenliste

Nr	Name	Herkunft	Art	Resistenzgen	Inokuliert
1	Paprikaförmige	Dreschflegel			diverse
2	Cerise Gelb	Dreschflegel			diverse
3	Matina	Dreschflegel			diverse
4	Celsior	Dreschflegel			diverse
5	Rote Murrel	Dreschflegel			diverse
6	Golden Currant	Dreschflegel	L. pimpinellifolium		diverse
7	Goldene Königin	Kommerziell			diverse
8	Partytomate	Kommerziell			diverse
9	Harzfeuer	Kommerziell			diverse
10	Balkonzauber GS	Kommerziell			diverse
11	Quadro	Bingenheim/IBDF			diverse
12	Cerise Rot	Dreschflegel			diverse
13	Humboldtii	Dreschflegel	L.esculentum		12.07.2005
14	Columbianum	Dreschflegel	L.spec.		12.07.2005
15	Pubescens	Dreschflegel	L.spec.		12.07.2005
16	Tigerella	Dreschflegel	L.esculentum		12.07.2005
17	Rentita	Dreschflegel	L.esculentum		12.07.2005
18	Balkonstar	Dreschflegel	L.esculentum		12.07.2005
19	Olirose	Dreschflegel	L.esculentum		12.07.2005
20	QxM 4.9-3/04-2.9	IBDF, Dottenfelderhof			12.10.2005

Forschungsvorhaben: 03 OE 627

Nr	Name	Herkunft	Art	Resistenzgen	Inokuliert
21	QxM 22.5-4/04-2.4	IBDF, Dottenfelderhof			12.10.2005
22	LYC2466/03	Gatersleben	L.esculentum		14.09.2005
23	LYC2410/79	Gatersleben	L.esculentum		14.09.2005
24	LYC2454/88	Gatersleben	L.esculentum		14.09.2005
25	LYC2412/81 Catalana	Gatersleben	L.esculentum		14.09.2005
26	LYC365/82 Ostravske Rane	Gatersleben	L.esculentum		14.09.2005
27	LYC2460/03	Gatersleben	L.esculentum		14.09.2005
28	LYC2463/03	Gatersleben	L.esculentum		14.09.2005
29	LYC2469/88	Gatersleben	L.esculentum		14.09.2005
30	LYC2470/88	Gatersleben	L.esculentum		05.10.2005
31	LYC328/90 Quedlinburger Frühe Liebe	Gatersleben	L.esculentum		05.10.2005
32	LYC2464/03	Gatersleben	L.esculentum		05.10.2005
33	LYC2465/03	Gatersleben	L.esculentum		05.10.2005
34	Broad Ripple Yellow Cur- rant T040	SamenArchiv Gerhard Bohl	L.pimpinellifolium		05.10.2005
35	Matt's Wild Cherry T692	SamenArchiv Gerhard Bohl	L. ?		05.10.2005
36	Cuban Pink T691	SamenArchiv Gerhard Bohl	L.esculentum		05.10.2005
37	Resi Gold T613	SamenArchiv Gerhard Bohl	L.esculentum		05.10.2005
38	Lämpchen T164	SamenArchiv Gerhard Bohl	L.esculentum		12.10.2005
39	Z21 T726	SamenArchiv Gerhard Bohl	L.esculentum		12.10.2005
40	Hybrid-2Tarasenko T130	SamenArchiv Gerhard	L.esculentum		12.10.2005

Nr	Name	Herkunft	Art	Resistenzgen	Inokuliert
		Bohl			
43	SO30a	SamenArchiv Gerhard Bohl			12.10.2005
44	Wladiwostok	Sativa			12.10.2005
45	Galvna Siberian Cherry	Horneburg			12.10.2005
46	Extra Early	Dreschflegel	L.esculentum		12.07.2005
47	Hellfrucht	Dreschflegel	L.esculentum		12.07.2005
48	Reisetomate	Dreschflegel	L.esculentum		28.06.2005
49	Prune Noire	Dreschflegel	L.esculentum		28.06.2005
50	Vesennij Mieurinskij	Dreschflegel	L.esculentum		28.06.2005
51	Yellow Submarine	Dreschflegel	L.esculentum		28.06.2005
52	Waltingers	Dreschflegel	L.esculentum		28.06.2005
53	Ökørsziv	Dreschflegel	L.esculentum		28.06.2005
54	Berner Rose	Dreschflegel	L.esculentum		28.06.2005
55	Saint Pierre	Dreschflegel	L.esculentum		28.06.2005
56	Orange Favourite	Dreschflegel	L.esculentum		28.06.2005
57	Roma	Dreschflegel	L.esculentum		06.07.2005
58	Rumänische Flaschen	Dreschflegel	L.esculentum		06.07.2005
59	Grüne	Dreschflegel	L.esculentum		06.07.2005
60	Schwarze Russische	Dreschflegel	L.esculentum		06.07.2005
61	Marmande	Dreschflegel	L.esculentum		06.07.2005
62	Lydia	Dreschflegel	L.esculentum		06.07.2005
63	Kleine Gjelbe aus Estland	Dreschflegel	L.esculentum		06.07.2005
64	De Berao	Dreschflegel	L.esculentum		06.07.2005
65	Campari	Kommerziell			06.07.2005
66	Vitella	Kommerziell			09.08.2005

Forschungsvorhaben: 03 OE 627

Nr	Name	Herkunft	Art	Resistenzgen	Inokuliert	
67	Virginia	Kommerziell			09.08.2005	
68	Delicado F1 Hybride	Kommerziell	L.lycopersicum		09.08.2005	
69	Gnom F1 Hybride	Kommerziell	L.lycopersicum		09.08.2005	
70	Sweet Million F1	Kommerziell			09.08.2005	
71	Tomaten Hellfrucht	Kommerziell			09.08.2005	
72	Zuckertraube	Kommerziell			09.08.2005	
73	Vanessa F1	Kommerziell			09.08.2005	
74	C1131	ATC / Nepal			16.11.2005	
75	LYC2467/03	Gatersleben			21.09.2005	
76	LYC4/88	Gatersleben	L.hirsutum		21.09.2005	
77	LYC1/86	Gatersleben	L.pimpinellifolium		21.09.2005	
78	T1092/89	Nova	Gatersleben	L.esculentum	Ph-1	21.09.2005
79	T329/79	Nova	Gatersleben	L.esculentum	Ph-1	31.08.2005
81	T330/79	New Yorker	Gatersleben	L.esculentum	Ph-1	31.08.2005
82	LYC5/82	Johannisbeer	Gatersleben	L.pimpinellifolium		31.08.2005
83	LYC2468/03	Gatersleben	L.esculentum		31.08.2005	
84	LYC2461/03	Gatersleben	L.esculentum		31.08.2005	
85	LYC2459/03	Gatersleben	L.esculentum		31.08.2005	
86	LYC2458/88	Gatersleben	L.esculentum		31.08.2005	
87	Phantasia	Kommerziell			21.09.2005	
88	Philovita	Kommerziell			21.09.2005	
89	Harzglut F1	Kommerziell	L.esculentum		09.11.2005	
90	Pyros F1	Kommerziell	L.esculentum		09.11.2005	
91	LA1306	TGRC (USA)	L.chmielewskii		09.11.2005	
92	LA1269	TGRC (USA)	L.pimpinellifolium	Ph-3	09.11.2005	
97	LA3145	Rockingham	TGRC (USA)	L.esculentum	Ph-x	16.11.2005

Forschungsvorhaben: 03 OE 627

Nr	Name	Herkunft	Art	Resistenzgen	Inokuliert
98	LA3152 Mecline	TGRC (USA)	L.esculentum	Ph-2	09.11.2005
101	LA3864	TGRC (USA)	L.hirsutum	Ph-x	09.11.2005
103	LA3161	TGRC (USA)	L.pimpinellifolium	Ph-x	09.11.2005
104	LA3159	TGRC (USA)	L.pimpinellifolium	Ph-1?	09.11.2005
105	LA3158	TGRC (USA)	L.pimpinellifolium	Ph-x	16.11.2005
108	T1257	Gatersleben	L.peruvianum		16.11.2005
109	LYC2116 Moneymaker(Kenia)	Gatersleben	L.spec.	Ph-0	16.11.2005
110	LYC2524 Moneymaker	Gatersleben	L.esculentum	Ph-0	16.11.2005
111	T675	Gatersleben	L.cheesmanii		16.11.2005
112	T666	Gatersleben	L.peruvianum		16.11.2005
80a	LYC3/81	Gatersleben	L.peruvianum		21.09.2005
80b	LYC3/81	Gatersleben	L.peruvianum		21.09.2005

**Anhang 2 Isolateursprungswirt, Sammeltermin und Pathotyp der Isolate [1
Pathotypencodierung nach THINLAY ET. AL. (2000) siehe Tabelle 2**

Isolat	Wirt	Sammel- monat	Sorte2	Pathotyp Kartoffel	Pathotyp (T1-T8- T10-T11)	Pathotyp T1-T12
1	Kartoffel	Juli	Linda	7763	1131	.
2	Kartoffel	Juli	Linda	7363	7533	.
3	Kartoffel	Juli	Linda	3720	7133	.
4	Kartoffel	Juli	Linda	3720	6131	.
5	Kartoffel	Juli	Linda	3733	7531	.
6	Kartoffel	Juli	Linda	3763	7533	.
7	Kartoffel	Juli	Linda	3720	7133	.
8	Kartoffel	Juli	Linda	3763	7533	.
9	Kartoffel	Juli	Linda	3720	7533	.
10	Kartoffel	Juli	Linda	3763	7733	.
11	Kartoffel	Juli	Linda	3723	5733	.
12	Kartoffel	Juli	Nicola	3722	5133	5173
13	Kartoffel	Juli	Nicola	3323	7133	.
14	Kartoffel	Juli	Nicola	3763	7733	.
15	Kartoffel	Juli	Nicola	3363	7333	.
16	Kartoffel	Juli	Nicola	2720	5133	.
17	Kartoffel	Juli	Nicola	2363	7133	.
18	Kartoffel	Juli	Nicola	3323	7533	.
19	Kartoffel	Juli	Nicola	6373	7733	.
20	Kartoffel	Juli	Nicola	3763	5111	.
21	Kartoffel	Juli	Nicola	3763	7733	.
22	Kartoffel	Juli	Nicola	7763	7733	.
23	Kartoffel	Juli	Linda	3720	5333	.
25	Kartoffel	Juli	Nicola	3323	7733	.
26	Kartoffel	Juli	Nicola	3763	5733	.
27	Kartoffel	Juli	Nicola	3363	7733	.
29	Tomate	Juli	Cerise_r	3720	5733	.
30	Tomate	Juli	Celsior	3763	7733	.
31	Tomate	Juli	R_M	3620	5131	.
32	Tomate	Juli	Campari	3720	7733	.
33	Tomate	Juli	Celsior	3720	7131	.
34	Tomate	Juli	Celsior	3373	7733	.
35	Tomate	Juli	Celsior	3720	2000	.
36	Tomate	Juli	Celsior	3763	5131	.

37	Tomate	Juli	Cerise_r	3763	7733	.
38	Tomate	Juli	Celsior	3730	7733	.
39	Tomate	Juli	Campari	3323	7533	.
40	Tomate	Juli	Cerise_r	3763	7733	.
41	Tomate	Juli	Cerise_r	3720	7731	.
42	Tomate	Juli	Matina	3762	7333	.
43	Tomate	Juli	Campari	2723	7533	.
44	Tomate	Juli	Campari	7773	7533	.
45	Tomate	Juli	Celsior	3763	7533	7577
46	Tomate	Juli	Cerise_r	3720	7133	.
47	Tomate	Juli	Matina	3722	7733	7777
48	Tomate	Juli	Matina	3720	5133	.
49	Tomate	Juli	Matina	3723	7733	7777
50	Tomate	Juli	Matina	3720	7733	7777
51	Tomate	Juli	Campari	1760	5533	5577
52	Tomate	Juli	Cerise_r	5730	7733	7777
53	Tomate	Juli	Cerise_r	1720	7733	7777
54	Tomate	Juli	Celsior	3720	7533	7577
56	Tomate	Juli	Celsior	2720	5133	5177
57	Tomate	August	Matina	3720	5133	.
61	Tomate	September	Celsior	0620	7531	7575
62	Tomate	September	Celsior	3720	5531	5575
63	Tomate	September	Celsior	2720	7733	7777
64	Tomate	September	Celsior	0620	5133	5173
65	Tomate	September	Celsior	0620	5333	5377
66	Tomate	September	Celsior	1020	1000	1000
67	Tomate	September	Celsior	0420	5031	5075
68	Tomate	September	Celsior	3420	1431	1471
69	Tomate	September	Celsior	0600	7733	7777
70	Tomate	September	Celsior	4630	7533	7577
71	Tomate	September	Celsior	2660	7733	7777
72	Tomate	September	Celsior	0620	7733	7777
74	Tomate	September	Campari	0520	7533	7577
75	Tomate	September	Campari	4420	7733	7777
76	Tomate	September	Campari	1310	7533	7577
78	Tomate	September	Campari	3620	7733	7777
79	Tomate	September	Campari	0630	5131	5175
80	Tomate	September	Matina	2521	7533	7577
81	Tomate	September	Campari	.	7733	7777
82	Tomate	September	Campari	0000	7133	7177
83	Tomate	September	Matina	.	7733	7777

Forschungsvorhaben: 03 OE 627

84	Tomate	September	Matina	.	7733	7777
85	Tomate	September	Matina	0400	7533	7577
86	Tomate	September	Matina	0600	5533	5577
87	Tomate	September	Celsior	1700	7733	7777
88	Tomate	September	Matina	.	7733	7777
89	Tomate	September	Matina	0620	7733	7777
90	Tomate	September	Matina	.	7733	7777
91	Tomate	September	Campari	1720	7533	7577
92	Tomate	September	Celsior	.	7733	7777
93	Tomate	September	Celsior	.	7131	7175
94	Tomate	September	Campari	0720	7733	7777
95	Tomate	September	Campari	0620	7733	7777
97	Tomate	September	Campari	0700	7533	7577
98	Tomate	September	Matina	0600	7733	7777
99	Tomate	September	Matina	.	7133	7177
100	Tomate	Oktober	G_C	3760	7733	7777
101	Tomate	Oktober	G_C	1220	7733	7777
102	Tomate	Oktober	G_C	3320	5333	5337
103	Tomate	Oktober	G_C	3320	7733	7777
104	Tomate	Oktober	G_C	0020	5513	5553
105	Tomate	Oktober	G_C	1220	6330	6374
106	Tomate	Oktober	G_C	3760	7733	7777
107	Tomate	Oktober	G_C	3720	7733	7777
108	Tomate	Oktober	G_C	1000	7733	.
109	Tomate	Oktober	G_C	3320	7733	7777
110	Tomate	Oktober	G_C	3730	7733	.
111	Tomate	Oktober	G_C	3320	5733	5777

Anhang 12: Jungpflanzen-Faltblatt