

Schriften zu Genetischen Ressourcen

Schriftenreihe der Zentralstelle für Agrardokumentation und -information
Informationszentrum Biologische Vielfalt (IBV)

BAND 21

Standortspezifische Sortenentwicklung Eine Studie mit Landsorten der Linse

Bernd Horneburg

Herausgeber: Zentralstelle für Agrardokumentation und -information (ZADI)
Informationszentrum Biologische Vielfalt (IBV)
Villichgasse 17, D – 53177 Bonn
Postfach 20 14 15, D – 53144 Bonn
Tel.: (0228) 95 48 - 202
Fax: (0228) 95 48 - 220
Email: ibv@zadi.de

Layout: Eberhard Münch
Aileen Rochert

Druck: Druckerei Martin Roesberg
Geltorfstr. 52
53347 Alfter-Witterschlick

Schutzgebühr 9,- €

ISSN 0948-8332

© ZADI Bonn, 2003

Diese Publikation ist im Internet verfügbar unter:
<http://www.genres.de/infos/igrreihe.htm>

Standortsspezifische Sortenentwicklung Eine Studie mit Landsorten der Linse

Dissertation
zur Erlangung des Doktorgrades
der Fakultät für Agrarwissenschaften
der Georg-August-Universität Göttingen

vorgelegt von
Bernd Horneburg
geboren in Hamburg

Göttingen im Februar 2002

D7

Referent: Prof. Heiko C. Becker

Korreferent: Prof. Karl Hammer

Tag der mündlichen Prüfung: 6.2.2003

Diese Arbeit ist Prof. Dr. Dr. h.c. Herbert H. Koepp gewidmet.

Nach vielen Jahren als Hohenheimer Bodenkundler hatte Herbert Koepp in der Beratung von biologisch-dynamischen Betrieben in den USA gewirkt und anschließend zwei Jahrzehnte lang das Studienjahr 'Biologisch-dynamische Landwirtschaft und Gartenbau' am Emerson College in Süd-England geleitet. Ich habe dort wesentliche Impulse erhalten, in ihm ein großes Vorbild gehabt und einen liebenswerten Menschen kennengelernt.

Das Projekt ist aus einer Zusammenarbeit von Dreschflegel e.V. und dem Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung der Universität Göttingen entstanden. Gefördert wurde es durch das BMVEL im Rahmen des Forschungs- und Entwicklungs-Vorhabens im Agrarbereich für Umweltschutz 98UM142.

Vielen herzlichen Dank dafür!

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung.....	1
2. Material und Methoden.....	4
2.1. Die Feldversuche.....	4
2.1.1. Die Sorten.....	4
2.1.2. Gesamtübersicht über die Feldversuche und Verfahren der Auslese.....	4
2.1.3. Vergleichsanbau 2001	6
2.2. Agronomische und morphologische Eigenschaften.....	7
2.3. Standorte und Klima 1999-2001	9
2.3.1. Böden und allgemeine Charakterisierung.....	9
2.3.2. Fruchtfolgen.....	10
2.3.3. Das Klima im Untersuchungszeitraum.....	10
2.4. Bestimmung der Fremdbefruchtungsrate	11
2.5. Statistische Auswertung	12
3. Ergebnisse.....	13
3.1. Aufgang und Überlebensrate.....	13
3.2. Die Variabilität der Sorten und Merkmalskorrelationen 2000.....	15
3.3. Erträge und Ernteindices 1997-2001	19
3.4. Vergleichsanbau 2001	20
3.4.1. Erträge und Ernteindices	20
3.4.2. Tausendkorngewicht.....	26
3.4.3. Morphologie und Phänologie	27
3.4.4. Siebsortierung	30
3.4.5. Nachkommenschaftsgruppen in Pisarecka Perla	30
3.5. Herkunftseffekt durch die Vermehrung von 'Kontrollen' im Gewächshaus	32
3.6. Die Fremdbefruchtungsrate.....	33
3.6.1. Sorten-, Jahres- und Ortsvergleich.....	33
3.6.2. Variabilität innerhalb der Sorten	35
3.6.3. Prüfung der Vererbung der Keimblattfarbe.....	36
3.7. Die Biographien der untersuchten Sorten.....	37

4. Diskussion	40
4.1. Evolutive Populationsentwicklung.....	40
4.1.1. Literaturüberblick	40
4.1.2. Die Wiederholbarkeit der Bonituren	42
4.1.3. Effekte mehrortiger Auslese und verschiedener Methoden	43
4.2. 'Kontrolle' und Saatgutqualität	47
4.3. Die Sorten und ihre Biografien.....	48
4.4. Die Standorte.....	49
4.5. Fremdbefruchtung	50
4.6. Schlussfolgerungen	53
5. Zusammenfassung	56
6. Literatur	59
Anhang	

Abkürzungsverzeichnis

ep	Einzelpflanzen-Auslese mit Prüfung der Nachkommenschaft; Individualauslese
EP	Einzelpflanze, Einzelpflanzen
GD	Grenzdifferenz
nat	Natürliche Auslese
pos	Positive Massenauslese; kurz: Massenauslese
R	Reinshof
S	Schönhagen
T	Tangsehl
TKG	Tausendkorngewicht

Verzeichnis der Abbildungen

- Abbildung 1: Versuchsschema 1996-2001
- Abbildung 2: Tausendkorngewicht von Einzelpflanzen-Nachkommenschaften von Pisarecka Perla an drei Orten
- Abbildung 3: Tausendkorngewicht und Anteil großsamiger Pflanzen der Auslesevarianten von Pisarecka Perla
- Abbildung 4: Fremdbefruchtungsrate von Linsen in Abhängigkeit von Sorte, Jahr und Standort
- Abbildung A1: Monatliche Niederschläge April-August auf dem Reinshof 1999-2001
- Abbildung A2: Monatliche Niederschläge April-August in Schönhagen 1999-2001
- Abbildung A3: Monatliche Niederschläge April-August in Tangsehl 1999-2001
- Abbildung A4: Monatliche Temperaturen April-August auf dem Reinshof 1999-2001
- Abbildung A5: Monatliche Temperaturen April-August in Schönhagen 1999-2001
- Abbildung A6: Monatliche Temperaturen April-August in Tangsehl 1999-2001

Verzeichnis der Tabellen

- Tabelle 1: Verluste bei der Bestimmung des Strohertrages nach dem Dreschen
- Tabelle 2: Die Versuchsstandorte 1999-2001
- Tabelle 3: Prozentualer Aufgang und Überlebensrate 2000 in Abhängigkeit von Standort und Sorte
- Tabelle 4: Sortenspezifische Varianz von Nachkommenschaften im Aufgang und der Pflanzenzahl bei Ernte im Jahr 2000
- Tabelle 5: Standortspezifische Varianz von Nachkommenschaften im Aufgang und der Pflanzenzahl bei Ernte im Jahr 2000
- Tabelle 6: Prozentualer Aufgang und Überlebensrate 2001 auf dem Reinshof und in Tangsehl
- Tabelle 7: Nachkommenschaftsprüfung 2000 – Merkmale mit statistisch signifikanter Variabilität
- Tabelle 8: Nachkommenschaftsprüfung 2000 – ausgewählte Korrelationen
- Tabelle 9: Nachkommenschaftsprüfung 2000 – Nachkommenschaftsgruppen in Pisarecka Perla auf dem Reinshof und in Schönhagen
- Tabelle 10: Nachkommenschaftsgruppen in Pisarecka Perla auf dem Reinshof und in Schönhagen. Auslese für den Kontrollanbau 2001
- Tabelle 11: Erträge von drei Linsen-Landsorten 1997-2001

- Tabelle 12: Samen- und Strohertrag (g/Parzelle) und Ernteindex von drei Sorten auf dem Reinshof und in Tangsehl
- Tabelle 13: Samen- und Strohertrag (g/Parzelle) und Ernteindex von drei Auslesevarianten auf dem Reinshof und in Tangsehl
- Tabelle 14: Samen- und Strohertrag (g/Parzelle) und Ernteindex auf dem Reinshof und in Tangsehl nach Herkunft
- Tabelle 15: Samen- und Strohertrag (g/Parzelle) und Ernteindex von Pisarecka Perla auf dem Reinshof und in Tangsehl nach Herkunft
- Tabelle 16: Samen- und Strohertrag (g/Parzelle) und Ernteindex der Gestreiften Linse auf dem Reinshof und in Tangsehl nach Herkunft
- Tabelle 17: Samen- und Strohertrag (g/Parzelle) und Ernteindex der Schwarzen Linse auf dem Reinshof und in Tangsehl nach Herkunft
- Tabelle 18: Samen- und Strohertrag (g/Parzelle) und Ernteindex von 9 Auslesevarianten der Pisarecka Perla auf dem Reinshof und in Tangsehl
- Tabelle 19: Samen- und Strohertrag (g/Parzelle) und Ernteindex von 9 Auslesevarianten der Gestreiften Linse auf dem Reinshof und in Tangsehl
- Tabelle 20: Samen- und Strohertrag (g/Parzelle) und Ernteindex von 9 Auslesevarianten der Schwarzen Linse auf dem Reinshof und in Tangsehl
- Tabelle 21: TKG (g) von 9 Auslesevarianten dreier Linsensorten auf dem Reinshof und in Tangsehl 2001
- Tabelle 22: Bonitur des Beginns der Blüte von 9 Auslesevarianten dreier Linsensorten auf dem Reinshof und in Tangsehl 2001
- Tabelle 23: Erträge und andere Eigenschaften kalibrierten Saatgutes im Nachbau
- Tabelle 24: Erträge und andere Eigenschaften von Nachkommenschaftsgruppen in Pisarecka Perla auf dem Reinshof 2001. Herkunft Reinshof und Schönhagen
- Tabelle 25: Bonitur der Blüte auf dem Reinshof und in Tangsehl 2001
- Tabelle 26: Blühbeginn von Pisarecka Perla (9.6.), Gestreifte Linse (13.6.) und Schwarze Linse (9.6.) auf dem Reinshof 2002
- Tabelle 27: Fremdbefruchtungsraten verschiedener Linsen-Landsorten auf dem Reinshof und in Schönhagen 1999-2001
- Tabelle 28: Fremdbefruchtungsgrad einiger Einzelpflanzen von Pisarecka Perla und Schwarze Linse
- Tabelle 29: Aufspaltung des Merkmals 'Keimblattfarbe' bei heterozygoten Pflanzen Schwarze Linse x Crimson

- Tabelle 30: Sortenbiographie von Pisarecka Perla, LENS 122, in der Genbank des IPK Gatersleben
- Tabelle 31: Sortenbiographie der Gestreiften Linse, LENS 103, in der Genbank des IPK Gatersleben
- Tabelle 32: Sortenbiographie der Schwarzen Linse, LENS 106, in der Genbank des IPK Gatersleben
- Tabelle 33: Morphologisch-phänologische Eigenschaften aller Varianten von Pisarecka Perla 2000 und 2001
- Tabelle A1: Saat- und Erntedaten von drei Linsen-Landsorten 1997-2001
- Tabelle A2: Pisarecka Perla; Nachkommenschaftsprüfung auf dem Reinshof 2000
- Tabelle A3: Pisarecka Perla; Nachkommenschaftsprüfung in Schönhagen 2000
- Tabelle A4: Pisarecka Perla; Nachkommenschaftsprüfung in Tangsehl 2000

1. Einleitung

HAMMER (1998) schätzte für Deutschland den Verlust an Arten und Sorten von Kulturpflanzen während der letzten 100 Jahre auf über 90 %. In diesem Zeitraum hat weltweit ein Prozess der Abtrennung der Gärtner und Bäuerinnen vom Produktionsmittel Saatgut stattgefunden (CLAR 2002; in einem größeren Rahmen dargestellt auch CLAR 1999). Dieser gravierende Einschnitt war durch die methodische Entwicklung der wissenschaftlichen Pflanzenzüchtung sowie durch rechtliche Mittel und wirtschaftliche Prozesse möglich. Heute stehen wir beim Blick auf die Erzeugung von Saatgut zwei Trends gegenüber:

Zum Einen ballt sich die Produktion von Saaten und Sorten weiterhin in immer weniger Unternehmen, und die Zahl der Orte, an denen Sorten sich entwickeln oder entwickelt werden, nimmt ab. Damit steigt die Zentralisierung von Macht, Wissen und Kapital. Die Konzentration von Züchtung und Anbau auf immer weniger Arten findet aus ökonomischen und arbeitswirtschaftlichen Gründen statt. Als Nebeneffekt der heutigen Pflanzenzüchtung, die weitgehend privatwirtschaftlich organisiert ist, beschrieb BECKER (2000) die Verdrängung der weniger bearbeiteten Arten bedingt durch den fehlenden Züchtungsfortschritt. Sogar eines der Hauptgetreide, der Hafer, ist von dieser Entwicklung betroffen.

Zum Anderen entstand parallel dazu, überwiegend in der ökologischen - und hier besonders in der biologisch-dynamischen - Landwirtschaft, eine regional ausgerichtete Saatgutarbeit auf Höfen und in Gärtnereien. Eine Motivation dieser dezentralen (ökologischen) Züchtung ist es, eine bessere Ausrichtung auf die Bedürfnisse einer Region (des Anbausystems) zu erreichen und außerdem speziell angepasste Herkünfte zu entwickeln. Auf der sozialen Ebene geht es darum, die Verfügungsgewalt über Saatgut und die Kompetenz im qualifizierten Nachbau von Sorten möglichst breit gesellschaftlich zu verankern. Für beide Trends gaben CLAR und WORTMANN (2001) für gärtnerisches Saatgut Beispiele an.

Es gibt eine Reihe von Erfahrungen mit Auslese und Vermehrung unter speziellen regionalen und ökologischen Bedingungen, aber auch offene Fragen. Nicht genügend untersucht ist der Prozess der spezifischen Standortanpassung durch natürliche und aktive Auslese. Unterliegen sehr heterogene Populationen, wie z.B. multiple Kreuzungen, an mehreren Orten der Auslese, ist eine divergierende Entwicklung zu erwarten (GOLDRINGER et al. 1998, JANA und KHANGURA 1986). In der Praxis hofgebundener Saatgutarbeit wird jedoch meistens auf Saatgut aus Sammlungen, von KollegInnen oder aus dem Handel zurückgegriffen, das bereits einem bestimmten Sortenbild entspricht. Da es nach meiner Kenntnis keine experimentelle Arbeit zur spezifischen Standortanpassung solcher Ausgangspopulationen gibt, sollte mit der vorliegenden Untersuchung begonnen werden, diese Wissenslücke zu schliessen. Für fremdbefruchtende Arten ist eine entsprechende Populationsdynamik zu erwarten; für die hier vorgestellten Untersuchungen wurde jedoch ein Selbstbefruchter gewählt, um zu prüfen, welches Anpassungspotential selbst bei weitgehender Autogamie vorhanden ist.

Mit der (Wieder-) Entstehung der Saatgutarbeit in landwirtschaftlichen und gärtnerischen Betrieben wuchs auch das Interesse an wenig genutzten oder verschollenen

Arten und Sorten. Durch den Einsatz vieler PraktikerInnen wurde ein großer Beitrag zur inter- und intraspezifischen Vielfalt landwirtschaftlich und gärtnerisch genutzter Pflanzen geleistet. BECKER et al. (2003) führten mit Blick auf sogenannte genetische Ressourcen eine Studie zu Erhaltungsstrategien wenig genutzter Arten und Sorten durch. Durch die Auswahl der Linse (*Lens culinaris* Medik.) für diese Untersuchungen sollte auch ein Beitrag zur Erhöhung der Agrarbiodiversität geleistet werden.

Linsen gedeihen gut auf trockenen, steinigen Kalkverwitterungsböden und wurden traditionell dort angebaut (BECKER-DILLINGEN 1929). Sie sind in Europa nach Erbsen und *Phaseolus*-Bohnen die dritte wichtige Hülsenfrucht für die menschliche Ernährung. In Deutschland liegt der Bedarf nach Angaben der FAO (2000) bei ca. 20.000 t pro Jahr, die fast vollständig aus Südeuropa oder Nordamerika importiert werden. Der Anbau in Deutschland ist seit mehreren Jahrzehnten fast erloschen; demgegenüber wurden im Jahr 1900 nach FRUWIRTH (1914) noch 19.000 ha Linsen angebaut, 1878 sogar fast 40.000 ha. Aktivitäten in der Linsenzüchtung gibt es nicht mehr; die letzte Sorte wurde in der BRD 1966 aus der Sortenliste genommen. GÄDE schrieb 1993 über die Situation vor dem 2. Weltkrieg und danach in der DDR: "Die Linsenzüchtung ist mit 'Creutzmanns Kyffhäuser Linse' aus den 30er Jahren nach dem Kriege nicht weitergeführt worden. Von 1950 bis 1967 war dafür eine 'Dornburger Speiselinse' auf dem Saatgutmarkt; der ertragsmäßig nicht lohnende Anbau wurde wieder eingestellt. Neuere Züchtungsversuche in der Zuchtstation Bendeleben, unweit des Kyffhäusers in einer günstigen Anbaulage, führten bisher noch nicht zur Sortenzulassung". Es gibt kein Angebot an Saatgut aus Mitteleuropa (VÖLKELE 1993), aber Landsorten aus Genbankbeständen sind noch verfügbar.

Ein Hauptgrund für das Verschwinden der Linse aus unserer Landschaft ist ihre schwierige Ernte. Linsenbestände werden in Reinsaat nur ca. 30 cm hoch und neigen in feuchten Jahren zum Lagern. Abhilfe kann der Anbau mit einem Getreide als Stützfrucht schaffen (TREß 1999, NEUMANN 2001, HOF 2002, eigene Beobachtungen): Die Bestände werden höher, reifen gleichmäßiger ab und können im Mähdrusch geerntet werden. Je nach Standort können Gerste, Hafer, Saatweizen, Rauweizen (*Triticum turgidum* L.) oder auch Sommerroggen geeignet sein. Der Anbau von Linsen kann die Bewirtschaftung von Grenzertragsböden attraktiver machen (HORNEBURG 1999), deren Kultivierung aus ökologischen Gründen und im Interesse einer vielfältigen Kulturlandschaft wünschenswert ist. Linsen können – insbesondere durch ihre biologische Stickstoff-Fixierung (SCHMIDTKE et al., in Veröffentlichung) – die heute überwiegend getreidelastigen Fruchtfolgen bereichern.

Der von uns entworfene Versuch bekam den Beinamen 'Die magische Drei': In den dreijährigen Experimenten wurden drei Sorten an drei Standorten drei verschiedenen Ausleseverfahren ausgesetzt. Das verwendete Saatgut stammte aus der Genbank des Institutes für Pflanzengenetik und Kulturpflanzenforschung in Gatersleben. Die ausgewählten Sorten hatten in zweijährigen Vorversuchen ihre Anbauwürdigkeit bewiesen und gehörten zu morphologisch unterschiedlichen Sortentypen (HORNEBURG 1999, HORNEBURG und BECKER 1998). Das Ausgangssaatgut wurde auf drei sehr unterschiedliche Höfe verteilt und dort nachgebaut. Die Versuche wurden durchgeführt

- auf dem Reinshof, dem konventionellen Versuchsbetrieb der Universität bei Göttingen auf lössbürtigem Lehm,
- auf Hof Tangsehl, einem Demeter-Betrieb im Landkreis Lüneburg auf Sandböden, und
- in dem Demeter-Betrieb Kuhmuhne Schönhagen, 25 km südlich von Göttingen, auf Tonboden aus Muschelkalkverwitterung. Schönhagen ist ein traditioneller Standort für Linsen.

Arbeiten wie die von MÜLLER et al. (2000) machten die unterschiedlichen Standortbedingungen wie Krankheitsdruck und Nährstoffdynamik und damit die Anforderungen an geeignete Sorten deutlich. Untersucht werden sollte, ob es innerhalb der untersuchten Sorten im Versuchszeitraum zu einer standortspezifischen Anpassung kommen würde.

Die angewandten Verfahren der Auslese, die in ihren Auswirkungen untersucht wurden, waren die natürliche Auslese, positive Massenauslese und Einzelpflanzenauslese mit Prüfung der Nachkommenschaft. Zusätzlich sollte die Wirkung einer Kalibrierung des Saatgutes auf den Nachbau geprüft werden. Diese Methoden wurden ausgewählt, weil sie in der landwirtschaftlichen oder gärtnerischen Praxis angewendet werden können. Zur Wirkung der natürlichen Auslese an mehreren Orten auf die gleiche Ausgangspopulation sind mir nur die Versuche von GOLDRINGER et al. (1998) mit Weizen sowie JANA und KHANGURA (1986) mit Gerste, beides Selbstbefruchter, bekannt. Zur Wirkung der beiden aktiven Auslesemethoden gibt es eine Reihe von Beobachtungen, die sich aber immer nur auf den einen Ort der Auslese beziehen. In dem hier präsentierten Ansatz sollte im Rahmen der standortspezifischen Sortenentwicklung der Einfluss des Ortes von dem des angewandten Verfahrens getrennt erfasst werden.

Zur Interpretation der Beobachtungen wurde die Fremdbefruchtungsrate der untersuchten Linsensorten in mehreren Umwelten ermittelt.

Aus dieser Einleitung dürfte deutlich geworden sein, was eigentlich selbstverständlich ist: Eine Arbeit wie die Vorliegende entsteht nicht in einem Kopf und ist nicht von zwei Händen alleine zu bewerkstelligen. Dieses Experiment zur standortspezifischen Sortenentwicklung vor dem Hintergrund verschiedener Züchtungsmethoden ist in vielen Gesprächen mit den Kolleginnen und Kollegen von Dreschflegel und dem Initiativkreis für Gemüsesaatgut aus biologisch-dynamischem Anbau entstanden, sowie anderen, die in der Saatgutarbeit auf Höfen tätig sind. Durchführbar wurde es durch die enge und fruchtbare Zusammenarbeit mit Heiko Becker am Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung der Universität Göttingen. Meine Recherchen in der Genbank Gatersleben wurden von den zuständigen Mitarbeiterinnen sehr unterstützt. In der Durchführung haben viele Menschen am Institut und auf ökologisch bewirtschafteten Höfen tatkräftige Beiträge geleistet; besonders erwähnt werden sollen Karin Weng / Schönhagen, Familie Mammel auf der Schwäbischen Alb sowie Udo Wölfert und Thomas Wank im Raum Coburg. Sie haben ihr Wissen mit mir geteilt und neue Erkenntnisse erarbeitet.

2. Material und Methoden

2.1. Die Feldversuche

2.1.1. Die Sorten

Die Versuche 1999-2001 wurden mit drei Sorten durchgeführt, die aus der Genbank des Institutes für Pflanzengenetik und Kulturpflanzenforschung (IPK) Gatersleben stammten. Sie wurden nach den Beobachtungen von 1997 und 1998 aus einer größeren Gruppe von Sorten ausgewählt (HORNEBURG 1999, HORNEBURG und BECKER 1998). Bei allen dreien wurde aufgrund der Prüfung weniger Nachkommenschaften auf genetische Variabilität innerhalb der Sorten geschlossen; sie hatten gleichzeitig eine gute agronomische Leistungsfähigkeit und repräsentierten verschiedene Morphotypen.

Die Sorten im Einzelnen:

Pisarecka Perla, LENS 122: Hohes TKG (ca. 58 g), beigefarbene, teils gefleckte Samen, halbaufrechter Wuchs und weisse Blüte.

Gestreifte Linse, LENS 103: Mittleres TKG (ca. 37 g), grünliche, dunkel gemusterte Samen, Wuchs ausladend, Blüte weiss.

Schwarze Linse, LENS 106: Geringes TKG (ca. 24 g), schwarze Samen, aufrechter Wuchs und blaue Blüte.

In den Versuchen zur Bestimmung der Fremdbefruchtungsrate wurde Crimson verwendet. Crimson wurde in den USA als reine Linie aus der ägyptischen Giza-9 ausgelesen und 1990 zugelassen (MUEHLBAUER 1991).

Zugunsten der besseren Lesbarkeit werden Sortennamen in diesem Text nicht in Hochkommata gesetzt.

2.1.2. Gesamtübersicht über Feldversuche und Verfahren der Auslese

Am Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung der Universität Göttingen waren Proben aus der Genbank des IPK Gatersleben und der Nordischen Genbank 1996 vermehrt worden und wurden dann zwei Generationen lang auf dem Reinshof bei Göttingen, in Schönhagen (Kreis Eichsfeld) und einem norddeutschen Standort nachgebaut. 1997 war Dannau (Kreis Plön) der norddeutsche Standort, von dem 1998 in Oldendorf (Kreis Osterholz-Scharmbeck) nachgebaut wurde, bevor 1999 die Versuche in Tangsehl (Kreis Lüneburg) begannen. Die Dannauer Flächen wurden organisch-biologisch bewirtschaftet und liegen 40 m über dem Meeresspiegel. Bodenart ist Lehm, mittlere jährliche Niederschläge 650 mm. In Oldendorf wurde biologisch-dynamisch auf Sandboden angebaut, die Flächen liegen 50 m über NN. Oldendorf war mit 700 mm mittlerem jährlichem Niederschlag der niederschlagsreichste aller Versuchsstandorte.

1996 wurden je Sorte 30-40 Samen gesät, 1997 einhundert Samen (25 Pflanzen/m²) und 1998 vierhundert Samen (66 Pflanzen/m²).

Alle drei Sorten wurden 1999-2000 in folgenden Varianten angebaut und züchterisch bearbeitet (siehe auch Abb. 1):

- unter natürlicher Auslese,
- als positive Massenauslese und
- als Einzelpflanzen-Auslese (Individualauslese) mit Prüfung der Nachkommenschaft.

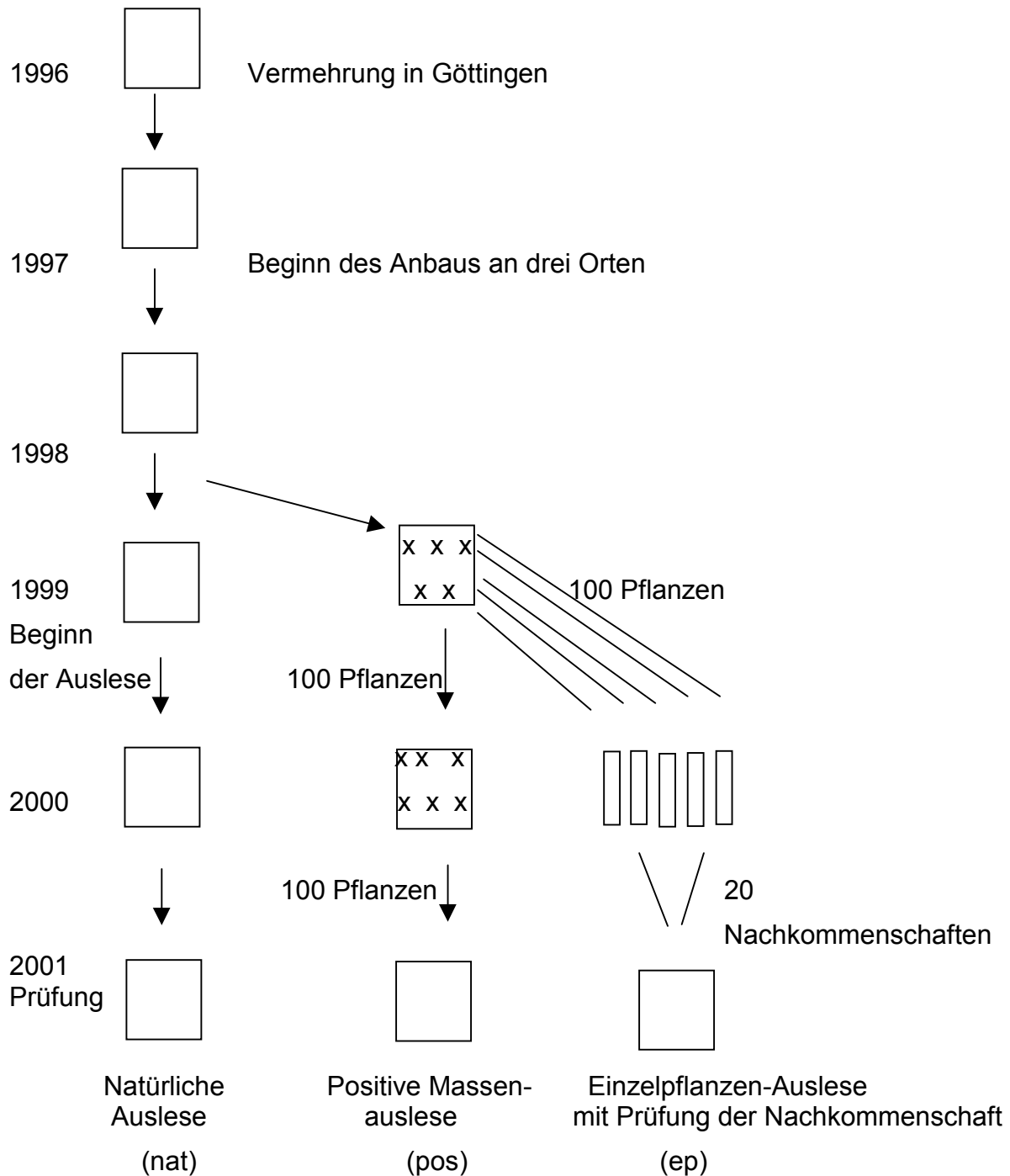


Abbildung 1: Versuchsschema 1996-2001

Als Ausgangsmaterial für den Vergleich verschiedener Auslesemethoden wurde 1999 die am jeweiligen Ort vermehrte Population verwendet. In jeder Sorte wurden

- ca. 300 Pflanzen gesät (100 Samen/m²) und als Ramsch geerntet. Dabei war nur die natürliche Auslese wirksam.
- aus einem Bestand von ca. 1.500 Pflanzen (66 Pflanzen/m²) 100 Pflanzen bei Reife visuell nach den Kriterien Gesundheit, Standfestigkeit und gutem Hülsenbesatz ausgewählt. Die Hälfte der Samen dieser Pflanzen wurde für die positive Massenauslese geramscht, der Rest zur Prüfung der Nachkommenschaften im Folgejahr verwendet.

Da nicht klar war, ob die Samenzahl von allen Einzelpflanzen für die Nachkommenschaftsprüfung ausreichen würde, wurden zur Sicherheit etwa 130 Einzelpflanzen geerntet und die 100 ertragsstärksten ausgewählt. In einigen Fällen war die Samenzahl zu gering, um zwischen Massenauslese und Individualauslese geteilt zu werden; deswegen waren die Eltern beider Varianten nicht ganz identisch.

Im Jahr 2000 wurden natürliche Auslese und positive Massenauslese in gleicher Weise wie 1999 wiederholt. Ergänzend wurde in Schönhagen aus dem Erntegut der natürlichen Auslese 1999 die kleinste und die größte Siebsortierung mit jeweils 300 Korn gesät.

Je Ort und Sorte wurden 100 Einzelpflanzen-Nachkommenschaften angebaut, davon 20 zur Bestimmung des Versuchsfehlers mit zwei Wiederholungen. Gesät wurden 50 Samen pro Nachkommenschaft. Ausgewählt wurden die 20 ertragreichsten Nachkommenschaften. Die Versuchsfläche in Tangsehl wies einen starken Gradienten auf und auch die Schwarze Linse in Schönhagen entwickelte sich aus ungeklärten Ursachen schlecht und mit einem Gradienten; die benachbarten Sorten waren nicht betroffen. In beiden Fällen wurde eine Gruppenauslese angewandt: Von jeweils vier benachbarten Nachkommenschaften wurde die ertragreichste ausgewählt.

Für Pisarecka Perla von allen drei Standorten sind die ausgewählten Nachkommenschaften in den Tabellen A2 bis A4 im Anhang markiert.

2.1.3. Vergleichsanbau 2001

Im Jahr 2001 sollten alle drei Auslesevarianten der drei Standorte an allen Orten verglichen werden. Die Versuche wurden als Spaltanlage mit drei Wiederholungen angelegt mit den Sorten als Großteilstück und den Auslesevarianten als Kleinteilstücken. Einflüsse durch unterschiedliche Nachbarsorten konnten auf diese Weise vermieden und die Bonitur der Effekte innerhalb einer Sorte erleichtert werden.

In Tangsehl wurden natürliche Auslese, positive Massenauslese und Einzelpflanzenauslese mit Prüfung der Nachkommenschaft von allen drei Orten verglichen, auf dem Reinshof zusätzlich die jeweils kleinsten und größten Siebsortierungen der natürlichen Auslese in Schönhagen. Ebenfalls nur auf dem Reinshof geprüft wurden weitere vier Varianten von Pisarecka Perla: Pflanzen mit rötlicher Pigmentierung der Keimlinge vom Reinshof und aus Schönhagen (je 10 Nachkommenschaften), früh blühende und reifende vom Reinshof (20 Nachkommenschaften) sowie eine Nachkommenschaft vom Reinshof, die die Eigenschaften Frühzeitigkeit, hohes TKG, hohen Ertrag und rötliche Pigmentierung verband.

Die Parzellengröße betrug 5 m², gesät wurden in Tangsehl 140 Korn/m², auf dem Reinshof 150 Korn/m². Gesät wurde sechsreihig bei einem Reihenabstand von 24 cm am 23.4. in Tangsehl und am 24.4. auf dem Reinshof.

Der Versuch in Schönhagen wurde wie auf dem Reinshof angelegt, konnte aber nicht ausgewertet werden. Bereits im Keimlingsstadium wurden die Linsen von Drahtwürmern der Gattung *Agriotes* so stark befallen, dass der Versuch aufgegeben werden musste. Der Versuch war im zweiten Jahr nach dem Umbruch von mehrjährigem Grünland angelegt worden. Es wäre sinnvoll gewesen, das Risiko zu prüfen und den Boden auf Schädlinge zu untersuchen (DEMMLER 2001, HOFFMANN und SCHMUTTERER 1983, RAMBOUSEK 1930).

2.2. Agronomische und morphologische Eigenschaften

Der **Aufgang** wurde nach Abschluss der Keimung an noch unverzweigten Keimlingen ausgezählt und bei der Ernte wurden entsprechend die **überlebenden Pflanzen** gezählt. Pflanzen, die offensichtlich keinen Samenansatz hatten, wurden ausgeschieden. Im Jahr 2000 wurden je Ort und Sorte 20 Nachkommenschaften ausgezählt; 2001 wurde in der Mitte der Parzellen eine Fläche von 1 m² zur Zählung markiert.

Die **Keimlingsfärbung**, genauer die rötliche Stängelpigmentierung bis zum dritten Nodium, das das erste voll entwickelte Laubblatt trägt, wird nach IBPGR und ICARDA (1985) als 'vorhanden' oder 'abwesend' bonitiert. In der Realität sind mehr Abstufungen zu finden. Eine frühzeitige Bonitur ist zu empfehlen, da die Färbung durch die Sonneneinstrahlung beeinflusst wird: Verschlämmen die Stängel z.B. nach starken Regenfällen, geht die Pigmentierung zurück und ist manchmal nur noch an den Knoten zu erkennen.

Der **Beginn der Blüte** wurde anhand des Anteils blühender Pflanzen festgehalten. Bis 2000 wurden die Noten 0= keine Blüte offen, 1= <10% der Pflanzen blühen, 2= 10-50% der Pflanzen blühen, 3= >50% blühen verwendet, danach die feinere Abstufung: 0= keine Blüte offen; 1= bis 1% der Pflanzen blühend; 2= >1%-9%; 3= 10%-50%; 4= >50% erblüht.

Die **Fiederblattgröße** wird nach IBPGR und ICARDA (1985) als klein, mittel und groß (Boniturnoten 3, 5 und 7 respektive) nach vorgegebenen Skizzen an den unteren blühenden Knoten bestimmt.

Bei der Bonitur der **Krankheit** wurde der Anteil unnormale (je nach Jahreszeit gelb oder braun) verfärbter Fläche erfasst. Die phytomedizinischen Untersuchungen wurden dankenswerterweise vom Pflanzenschutzdienst des Hessischen Landesamtes für Regionalentwicklung und Landwirtschaft in Wetzlar durchgeführt.

Der **Reife** wurde anhand der Verfärbung des Bestandes bestimmt; die höhere Boniturnote bedeutet weiter fortgeschrittene Reife.

Das **Tausendkorngewicht** wurde an 3 x 50 Samen je Charge bestimmt.

Innerhalb der Sorte Pisarecka Perla gab es zwei Korngrößenklassen. Zur Bestimmung des Anteils groß- bzw. kleinsamiger Pflanzen wurde das Saatgut von Einzelpflanzen aus dem Gewächshaus und aus dem Kontrollanbau 2001 mit einem Stan-

Standard aus der Nachkommenschaftsprüfung 2000 verglichen. Als Standard dienten eine großsamige Nachkommenschaft des kleinsamigen Spektrums und vice versa.

Zur Bestimmung der **Erträge** wurden die Pflanzen geraut und nachgetrocknet. Die Wägung von Stroh und Samen erfolgte nach dem Dreschen (mit Pelz Alledrescher K35 bzw. Parzellenmähdrescher Hege 125) und dem Nachreinigen der Samen in lufttrockenem Zustand an trockenen Tagen. Gegenüber der Methode, den Strohertrag als Differenz des Gesamtgewichtes der Probe und dem Gewicht der gedroschenen Samen zu berechnen, wird bei dieser Methode gemäß Tabelle 1 der Gesamtertrag um etwa 10 % unterschätzt. Unter der Annahme, dass im Laufe der Aufbereitung der Proben mehr Strohbestandteile als Samen verlorengehen, z.B. im Staubfang eines Steigsichters, wird der Ernteindex überschätzt. Die Methode wurde aus arbeitstechnischen Gründen gewählt; außerdem waren Erdbrocken leichter auszusortieren. Da vorwiegend Blätter als die leichtesten Bestandteile des Strohes verloren gehen, wird der stärkere Blattfall früher gereifter Bestände (Kap. 4.1.2) tendenziell ausgeglichen.

Tabelle 1: Verluste bei der Bestimmung des Strohertrages nach dem Dreschen

	Samenertrag in g	Strohertrag in g	Gesamt-ertrag in g	Ausgangs- gewicht	Verlust in %
1	51	225	276	311	11,3
2	50	206	256	282	9,2
3	61	242	303	342	11,4
4	80	278	358	397	9,8
5	66	253	319	358	10,9
6	84	244	328	367	10,6
7	84	224	308	339	9,1
8	120	248	368	399	7,8
9	62	163	225	254	11,4
10	118	228	346	378	8,5
11	105	230	335	364	8,0
12	125	203	328	395	17,0
13	54	108	162	178	9,0
14	91	99	190	207	8,2
15	77	137	214	238	10,1
16	77	91	168	190	11,6
17	75	114	189	201	6,0
18	78	166	244	269	9,3
Mittel	81	192	273	304	9,96

Die Untersuchung wurde an Nachkommenschaften der Gestreiften Linse aus Tangsehl im Jahr 2000 durchgeführt.

2.3. Standorte und Klima 1999-2001

2.3.1. Böden und allgemeine Charakterisierung

Eine Charakterisierung der Standorte wird in Tabelle 2 gegeben:

Tabelle 2: Die Versuchsstandorte 1999-2001

	Reinshof / Kreis Göttingen	Schönhagen / Kreis Eichsfeld	Tangsehl / Kreis Lüneburg
Höhe über NN	150 m	330-360 m	40 m
Mittlere jährliche Niederschläge	635 mm ¹⁾	662 mm ²⁾	617 mm ³⁾
Temperaturen im Jahresmittel	8,7°C ¹⁾	7,5°C ²⁾	8,6°C ⁴⁾
Wirtschaftsweise	Konventionell	Biologisch- dynamisch	Biologisch- dynamisch
Bodenart	Lehm	Ton	Sand
Bodentyp	Parabraunerde aus Löss bzw. Auen- lehm	Rendzina aus Mu- schelkalk- Verwitterung	Podsol aus Ge- schiebesanden
Ackerzahl	82-90	23-30	33-36
Humusgehalt in %	2,0	4,2	1,8
N _{min} in kg/ha	54,4	50,0	17,9
pH-Wert (H ₂ O)	7,7	7,7	6,7
pH-Wert (0,1n KCl)	7,0	6,9	5,7
Kalk (Ca) *	191	567	43
Phosphor (P ₂ O ₅) *	5,2	1,2	3,8
Na-Acetat			
Phosphor (P ₂ O ₅) *	14,4	3,1	9,0
DL			
Phosphor (P ₂ O ₅) *	32	15	33
Citrat			
Kalium (K ₂ O) DL *	20	17	14

* in mg/100 g lufttrockener Boden

¹⁾ vieljähriges Mittel (1961-1990) der Station Göttingen des Deutschen Wetterdienstes

²⁾ vieljähriges Mittel (1961-1990) der Station Leinefelde / Eichsfeld des Deutschen Wetterdienstes

³⁾ mehrjähriges Mittel (1989-1999) auf Hof Tangsehl

⁴⁾ vieljähriges Mittel (1961-1990) der Station Lüchow / Wendland des Deutschen Wetterdienstes

Die Böden des **Reinshofes** gehören zu den fruchtbarsten der Region. Sie sind tiefgründig mit sehr guter Wasserversorgung und mittleren bis guten Vorräten an Makronährstoffen. Während der Kultur der Linsen wurden keine den Richtlinien der Arbeitsgemeinschaft Ökologischer Landbau widersprechenden Maßnahmen ergriffen, aber die Versuche waren in eine konventionelle Fruchtfolge (siehe Kap. 2.3.2.) eingegliedert.

Die Schönhagener Flächen wurden seit Herbst 1991 biologisch-dynamisch bewirtschaftet. Sie stellen typische, in älterer Literatur beschriebene Linsenböden dar: Flachgründige und steinige Grenzertragsböden mit sehr hohem Kalkgehalt und niedrigem pflanzenverfügbaren Wassergehalt. Bei mittlerem Kalium-Gehalt waren die Phosphor-Gehalte niedrig, wohl auch durch den hohen pH-Wert bedingt. Der N_{\min} -Wert war 2001 mit 50 kg/ha überraschend hoch.

Hof Tangsehl wurde seit 1987 biologisch-dynamisch bewirtschaftet. Die Versorgung der armen, eher sauren Sandböden mit Makronährstoffen war mittel bis gering. Die Wasserkapazität war ebenfalls gering.

Die Boden- / N_{\min} -Proben wurden am 23.5. / 25.6.2001 auf dem Reinshof, 26.5. / 25.6. in Schönhagen und 24.5. / 26.6. in Tangsehl genommen. Analysiert wurden Mischproben aus zehn Einstichen mit dem Spaten von 0-30 cm Tiefe. Die Bodenanalytik wurde vom Labor Dr. Balzer in Wetter-Amönau durchgeführt; für weitergehende Interpretationen wird auf BALZER (2000) verwiesen. Die N_{\min} -Bestimmung wurde am Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung der Universität Göttingen durchgeführt. Dazu wurde der mineralische Stickstoff im Boden (Nitrat und Ammonium) mit einer 0,01 molaren $CaCl_2$ -Lösung extrahiert, mit Farbreagenzien versetzt, die mit den mineralischen N-Verbindungen reagierten und photometrisch mittels luftsegmentierter Durchflußanalyse (Flow solution 3 der Fa. Perstorp) quantifiziert.

2.3.2. Fruchtfolgen

Auf dem Reinshof standen die Linsen in der Gerstenposition der Fruchtfolge Zuckerrübe-Winterweizen-Wintergerste.

In Schönhagen standen Linsen 1999 nach Winterroggen nach Hafer nach Winterweizen; 2000 standen sie nach Sommerweizen nach Sommerweizen nach mehrjährigem Luzernegras und 2001 nach Hafer nach mehrjähriger Brache.

In Tangsehl wurden vor den 1999er Linsen schwachzehrende Gemüse angebaut. 2000 standen Linsen nach Zwiebeln nach Salat / Kohlrabi / Radieschen nach starkzehrenden Gemüsen; 2001 folgten sie auf Möhren (mit Zwischenfrucht Wickroggen) nach Porree.

2.3.3. Das Klima im Untersuchungszeitraum

In den Abbildungen A1 bis A6 im Anhang sind Niederschlags- und Temperaturdaten aller drei Standorte für den Zeitraum 1999-2001 dargestellt. Die Wetterstation Göttingen ist ca. 1 km vom Reinshof entfernt. Leinefelde und Lüchow sind die den anderen Höfen am nächsten liegenden Wetterstationen.

Im langjährigen Mittel stimmen die Niederschläge auf dem Reinshof und Schönhagen fast überein; in Tangsehl sind die Niederschläge im Mai und Juni geringer. 1999

war in Schönhagen ein durchschnittliches Jahr mit erhöhten Niederschlägen in der Zeit der Reife (Juli-August). An beiden anderen Orten war das Jahr eher trocken, ausgenommen der August auf dem Reinshof und der Mai in Tangsehl (Ende Juli wurde dort bereits geerntet).

2000 war auf dem Reinshof und in Schönhagen ein durchschnittliches Jahr mit relativ trockenem Frühjahr; in Schönhagen waren die August-Niederschläge unterdurchschnittlich. In Tangsehl blieben die monatlichen Niederschläge mit Ausnahme des Juli unter dem Mittelwert; die extrem hohen Niederschläge zur Zeit des Reifens prägten diese Vegetationsperiode.

2001 waren auf dem Reinshof die Monate Mai, Juni und August trockener als gewöhnlich. In Schönhagen waren die Niederschläge geringer als der Mittelwert, lediglich der Juli war feucht. Juli und besonders der Juni waren die feuchten Monate in Tangsehl mit ansonsten durchschnittlicher bis trockener Witterung.

Im langjährigen Mittel sind die Temperaturen in Tangsehl leicht höher als auf dem Reinshof, der wiederum deutlich wärmer ist als Schönhagen.

1999 war ein warmes Jahr, mit Ausnahme des Juni, der durchschnittlich bis kühl (Reinshof) war. Die August-Temperaturen waren auf dem Reinshof durchschnittlich und an den beiden anderen Orten leicht überdurchschnittlich.

2000 war an allen Orten von einem warmen Frühjahr und Frühsommer geprägt, gefolgt von einem kalten Juli.

2001 war der April auf dem Reinshof kühl; in Tangsehl und Schönhagen dem Mittelwert entsprechend. Der Juni war kühl und der Rest der Vegetationsperiode wärmer als der Durchschnitt.

2.4. Bestimmung der Fremdbefruchtungsrate

Für die Bestimmung der Fremdbefruchtungsrate konnte ein morphologischer Marker gefunden werden, der bereits am Samen erkennbar ist und den Anbau von Nachkommenschaften erspart.

Das Merkmal 'orange Kotyledonen' ist vollständig dominant gegenüber 'gelben Kotyledonen', wie von WILSON et al. (1970) beschrieben. Einzelpflanzen der drei zu prüfenden Sorten – alle mit gelben Keimblättern – blühten einzeln in einem Bestand der orangekeimblättrigen Sorte Crimson ab. In einer Parzelle von 2 x 3 m Größe wurde Crimson mit 20 cm Reihenabstand gesät. Zwischen die Reihen wurden in 30 cm Abstand je 3-4 Korn der zu prüfenden Sorte gesät; später wurde erst auf zwei, dann auf eine Pflanze vereinzelt. Die Einzelpflanzen wurden getrennt geerntet und aufbereitet; für jeden Samen wurde die Farbe der Keimblätter durch Abspalten eines Teils der Testa bestimmt. Durch Auszählen ergab sich die Fremdbefruchtungsrate. Sollten die zu prüfenden Pflanzen bereits das Produkt der Kreuzung mit einer orangekeimblättrigen Sorte gewesen sein, hatten ihre Samen überwiegend orange Keimblätter und die betreffenden Pflanzen konnten ausgeschieden werden.

Die Versuche wurden in drei Jahren durchgeführt: 1999 wurden alle drei Sorten auf dem Reinshof geprüft, 2000 die Sorte mit der höchsten Fremdbefruchtungsrate auf

dem Reinshof und in Schönhagen; 2001 wurden alle drei Sorten an beiden Orten geprüft.

2.5. Statistische Auswertung

Die statistische Auswertung aller Versuche wurde varianzanalytisch mit PLABSTAT Version 2N (UTZ 1997) durchgeführt und multiple Mittelwertsvergleiche wurden mit dem Tukey-Test bei $p < 0.05$ errechnet. Der Tukey-Test ist ein sehr strenger Test, d.h. Differenzen werden seltener signifikant als bei anderen Tests.

Für die Analyse der Aufspaltung der Keimblattfarbe und die Analyse des Fremdbefruchtungsgrades extremer Einzelpflanzen wurde der χ^2 -Test verwendet.

Varianzen wurden mit dem F-Test verglichen.

3. Ergebnisse

3.1. Aufgang und Überlebensrate

Die Varianzanalyse zeigte 2000 für beide Eigenschaften signifikante Orts- und Sortenunterschiede bei $p < 0.01$. Die Werte sind in der folgenden Tabelle 3 dargestellt.

Tabelle 3: Prozentualer Aufgang und Überlebensrate (*kursiv*) 2000 in Abhängigkeit von Standort und Sorte

	Reinshof		Schönhagen		Tangsehl		Mittel	
Pisarecka Perla	57,0	<i>54,4</i>	54,9	<i>42,6</i>	64,2	<i>53,9</i>	58,7	<i>50,3</i>
Gestreifte Linse	65,0	<i>60,1</i>	63,2	<i>50,4</i>	80,1	<i>77,7</i>	69,4	<i>62,7</i>
Schwarze Linse	62,4	<i>60,0</i>	54,5	<i>31,2</i>	80,6	<i>77,2</i>	65,8	<i>56,2</i>
Mittel	61,4	<i>58,2</i>	57,5	<i>41,4</i>	75,0	<i>69,6</i>	64,6	<i>56,4</i>

Aufgang und Überlebensrate verringerten sich in der Reihung Tangsehl, Reinshof, Schönhagen und in der Reihenfolge Gestreifte Linse, Schwarze Linse, Pisarecka Perla.

Der Vergleich der Varianz zwischen Nachkommenschaften innerhalb der Sorten bzw. Standorte ist in den folgenden Tabellen 4 und 5 dargestellt:

Tabelle 4: Sortenspezifische Varianz von Nachkommenschaften im Aufgang und der Pflanzenzahl bei Ernte im Jahr 2000

	Pisarecka Perla	Gestreifte Linse	Schwarze Linse
Varianz bei Aufgang	21,09	12,56	13,87
Varianz bei Ernte	25,68	23,29	21,26

Tabelle 5: Standortspezifische Varianz von Nachkommenschaften im Aufgang und der Pflanzenzahl bei Ernte im Jahr 2000

	Reinshof	Schönhagen	Tangsehl
Varianz bei Aufgang	16,91	19,76	10,79
Varianz bei Ernte	19,33	30,00	20,90

Für Pisarecka Perla war die Varianz beim Aufgang deutlich höher als für die anderen Sorten, bei der Ernte waren die Unterschiede vorhanden, aber geringer. Im F-Test statistisch signifikant bei $p < 0.1$ war beim Aufgang die größere Varianz von Pisarecka Perla gegenüber der Gestreiften Linse.

In Tangsehl gingen die Linsen am gleichmäßigsten auf, in Schönhagen waren die Unterschiede am größten. Im F-Test statistisch signifikant bei $p < 0.1$ war der Unterschied zwischen Tangsehl und den beiden anderen Orten.

Bei der Ernte waren die Unterschiede ebenfalls in Schönhagen deutlicher, als an beiden anderen Orten. Statistisch war der Unterschied zwischen Schönhagen und dem Reinshof bei $p < 0.1$ absicherbar.

Die Sortenunterschiede des Vorjahres bestätigten sich für 2001 in der Varianzanalyse nicht. Der Aufgang der Herkünfte unterschied sich nicht signifikant; er lag für die Herkunft Schönhagen mit 86,1 % um 4,2 Prozentpunkte unter dem der Herkunft Tangsehl und war 0,8 Prozentpunkte besser als der der Herkunft Reinshof. Dadurch wird deutlich, dass es keine negative Beeinflussung des Versuches durch unterschiedliche Saatgutqualität gegeben hat. Die Überlebensrate der Herkunft Schönhagen war geringer als die der beiden anderen Herkünfte, ohne aber im Tukey-Test signifikant zu werden.

Ortsunterschiede waren für den Aufgang signifikant bei $p < 0.01$ und für die Überlebensrate bei $p < 0.05$. Im Gegensatz zum Vorjahr lagen 2001 beide Werte auf dem Reinshof höher als in Tangsehl (Tab. 6), und zwar um ca. 10 Prozentpunkte. Unterschiede zwischen den Varianten waren signifikant für beide Merkmale. Der Aufgang der Individualauslese aus Schönhagen war für Pisarecka Perla und die Schwarze Linse schlecht (Daten nicht gezeigt, in Tab. 6 über alle Sorten gemittelt) und für Pisarecka Perla mit einem schlechten Ertrag verbunden (siehe Tab. 18)

Aufgang und Überlebensrate waren für die Schönhagener Individualauslese am geringsten und die natürliche Auslese aus Tangsehl hatte den höchsten Wert.

Tabelle 6: Prozentualer Aufgang und Überlebensrate 2001 auf dem Reinshof und in Tangsehl

	Aufgang				Überlebensrate			
	R	T	Mittel	Mittel der Herkunft	R	T	Mittel	Mittel der Herkunft
R nat	96,4ab	75,5ab	86,0abc		86.3ab	71.4ab	78.9abc	
R pos	96,9ab	81,7ab	89,3abc		92.5ab	77.8ab	85.2bc	
R ep	84,8a	76,4ab	80,6ab	85,3a	81.5a	74.5ab	78.0ab	80,6a
S nat	94,1ab	81,3ab	87,7abc		80.3a	76.9ab	78.6abc	
S pos	96,4ab	91,7b	94,0c		87.0ab	88.2b	87.6bc	
S ep	85,9ab	67,7a	76,8a	86,1a	77.8a	62.4a	70.1a	78,5a
T nat	105,0 ¹⁾ b	83,2ab	94,1c		99.4b	81.1ab	90.3c	
T pos	89,7ab	83,7ab	86,7abc		83.3ab	81.6ab	82.4bc	
T ep	95,7ab	79,5ab	87,6abc	89,9a	87.6ab	74.8ab	81.2abc	85,3a
Mittel	93,9	80,1	87,0		86.2	76.5	81.4	

Spaltenweise unterscheiden sich Werte mit gleichem Buchstaben im Tukey-Test nicht signifikant

¹⁾ Werte über hundert Prozent können auftreten, weil nicht die ganze Parzelle gezählt wurde

Aufgang: Die Orte unterscheiden sich bei $p < 0.01$, GD 6.80

Überlebensrate: Die Orte unterscheiden sich bei $p < 0.05$, GD 6.88

3.2. Die Variabilität der Sorten und Merkmalskorrelationen 2000

Grundlage der Beobachtungen war die Nachkommenschaftsprüfung im Jahr 2000. Die Versuchsfläche in Tangsehl wies einen starken Gradienten der Bodengüte auf. Mehrere Nachkommenschaften der Schwarzen Linse und von Pisarecka Perla wurden nicht geerntet, da die Pflanzen kümmernten. Insgesamt konnten deswegen verschiedene Eigenschaften, wie Blühbeginn und Krankheitsbefall, nicht ausgewertet werden. Auch die Schwarze Linse in Schönhagen entwickelte sich aus ungeklärten Ursachen schlecht und mit einem Gradienten.

In Tabelle 7 sind je Sorte und Standort die Merkmale mit statistisch signifikanter Variabilität dargestellt. Die Sortenunterschiede waren erheblich: Pisarecka Perla zeigte statistisch signifikante Variabilität bezüglich mehrerer Merkmale; auf dem Reinshof war das Bild am differenziertesten und in Tangsehl waren Unterschiede nur für das TKG deutlich. Für die Gestreifte und die Schwarze Linse wurde keine signifikante Variabilität gefunden. In den Tabellen A2 bis A4 im Anhang sind für Pisarecka Perla an allen drei Versuchsorten die Boniturdaten dargestellt.

Tabelle 7: Nachkommenschaftsprüfung 2000 – Merkmale mit statistisch signifikanter Variabilität

	Reinshof	Schönhagen	Tangsehl
Pisarecka Perla	Blühbeginn** Abreife** Strohertrag* TKG**	Blühbeginn** Fiedergröße* TKG**	TKG**
Gestreifte Linse	-	-	-
Schwarze Linse	-	-	-

* statistisch signifikant bei $p < 0.05$

** statistisch signifikant bei $p < 0.01$

Tabelle 8: Nachkommenschaftsprüfung 2000 – ausgewählte Korrelationen ¹⁾

	Korrelation	Reinshof	Schönhagen	Tangsehl
Pisarecka Perla	Blühbeginn-Abreife	0,724**	-	-
	Samenertrag-Blühbeginn	-0,424**	0,297**	0,262 *
	Samenertrag-Abreife	-0,381**	-	-
	Samenertrag-Strohertrag	0,580**	0,573**	0,828**
	Samenertrag-TKG	0,224 *	0,202 *	0,017
	TKG-Blühbeginn	-0,292**	0,042	-0,207
	TKG-Abreife	-0,489**	-	-
Gestreifte Linse	Samenertrag-Blühbeginn	0,086	0,182	-0,425**
	Samenertrag-Strohertrag	0,307**	0,591**	0,505**
	Samenertrag-TKG	0,425**	0,265**	0,042
	TKG-Blühbeginn	0,001	0,134	0,047

	Korrelation	Reinshof	Schönhagen	Tangsehl
Schwarze Linse	Samenertrag-Blühbeginn	0,038	0,203	-
	Samenertrag-Strohertrag	0,065	0,860**	0,765**
	Samenertrag-TKG	0,068	0,579**	0,195
	TKG-Blühbeginn	-0,048	0,321**	-

* statistisch signifikant bei $p < 0.05$

** statistisch signifikant bei $p < 0.01$

¹⁾ errechnet aus den zweifach wiederholten Nachkommenschaften

Die wichtigsten Merkmals-Korrelationen werden in Tabelle 8 gegeben. Für den Standort Tangsehl und die Schwarze Linse in Schönhagen ist zu berücksichtigen, dass durch Kümmerwuchs einige Merkmale in die gleiche Richtung beeinflusst werden und somit umweltbedingt hohe Korrelationen entstehen können. Insbesondere dürfte das hier auf den Stroh- und Samenertrag zutreffen. Insgesamt waren Samen- und Strohertrag mit einer Ausnahme über alle Orte und Sorten hinweg positiv korreliert. Samenertrag und TKG waren teils positiv, teils schwach positiv oder nicht korreliert; die positive Korrelation war in Schönhagen am deutlichsten ausgefallen. Dort hatten früher blühende Nachkommenschaften im Gegensatz zum Reinshof einen höheren Ertrag (siehe auch Tab. 9).

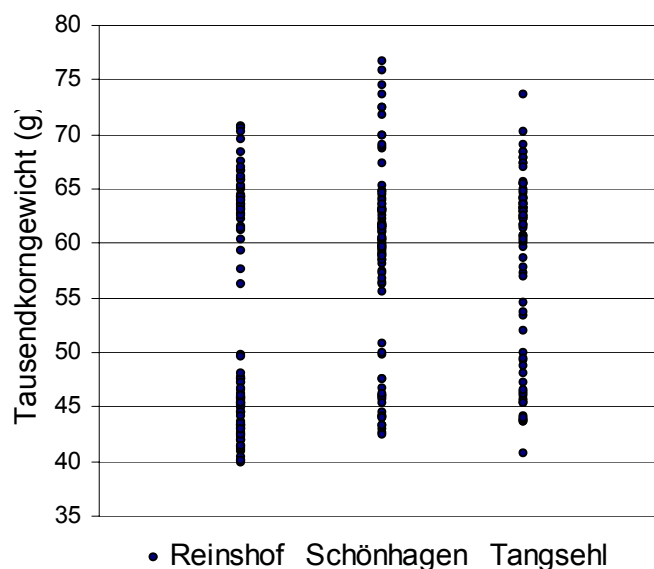


Abbildung 2: Tausendkorngewicht von Einzelpflanzen-Nachkommenschaften von Pisarecka Perla an drei Orten

Innerhalb von Pisarecka Perla wurden zwei Korngrößenklassen gefunden, die in Abbildung 2 dargestellt sind. Auf dem Reinshof hatte keine der Nachkommenschaften ein TKG zwischen 49,8 und 56,3; in Schönhagen war das TKG-Spektrum zwischen 50,5 und 55,6 unterbrochen. In Tangsehl war das Bild weniger deutlich. Möglicherweise hatten die teilweise schlechten Bodenbedingungen in einigen Nachkommen-

schaften zu Kümmerkorn geführt; insgesamt konnten nur 79 Nachkommenschaften ausgewertet werden. Denkbar wäre auch die geringfügige Präsenz intermediärer Formen.

In Tabelle 9 ist diese Sorte weiter nach Morphotypen aufgegliedert, die auf dem Reinshof und in Schönhagen beobachtet wurden. Im Wesentlichen waren das die drei Gruppen

- kleinsamige, mittelfrüh blühende und frühreife Nachkommenschaften mit grünen Keimlingen,
- großsamige, spät blühende und reifende Nachkommenschaften mit grünen Keimlingen und
- großsamige, sehr früh blühende und frühreife Nachkommenschaften mit rötlichen Keimlingen.

Beobachtungen zu unterschiedlicher Abreife gab es nur vom Reinshof. Unter den 15 Nachkommenschaften, die auf dem Reinshof rötlich pigmentiert waren, befand sich eine einzige kleinsamige.

Tabelle 9: Nachkommenschaftsprüfung 2000 – Nachkommenschaftsgruppen in Pisarecka Perla auf dem Reinshof und in Schönhagen (*untere Zeile, in kursiv*)

	alle je 96 EP ⁴⁾	kleinsamige 57 / 22 EP	großsamige ohne rötliche Pigmentierung 25 / 59 EP	rötliche Pigmen- tierung 15 / 14 EP
Fiedergröße ¹⁾	6,7 <i>6,4</i>	6,5 <i>5,2</i>	7,0 <i>6,9</i>	6,7 <i>6,0</i>
Blühbeginn ²⁾	1,83 <i>1,18</i>	2,14 <i>1,77</i>	0,52 <i>0,51</i>	2,87 <i>3,00</i>
Abreife ³⁾	1,69 -	1,90 -	1,08 -	1,93 -
Strohertrag in g	352 <i>167</i>	334 <i>138</i>	429 <i>181</i>	289 <i>149</i>
Samenertrag in g	125 <i>89</i>	120 <i>88</i>	148 <i>85</i>	107 <i>111</i>
TKG in g	52,5 (39,9-70,9) <i>58,9</i> (42,5-76,8)	44,4 (39,9-49,8) <i>45,6</i> (42,5-50,8)	63,5 (56,3-67,1) <i>61,2</i> (55,6-69,9)	64,6 (42,9; 59,4-70,9) <i>70,0</i> (57,3-76,8)

¹⁾ 5=mittelgroße, 7=große Fiederblätter

²⁾ die höhere Boniturnote bezeichnet die frühere Blüte. Bonitur am 8.6. (Reinshof) bzw. 10.6. (Schönhagen)

³⁾ die höhere Boniturnote bezeichnet die bessere Abreife. Bonitur am 31.7.

⁴⁾ Einzelpflanzen-Nachkommenschaft

Im Jahr 2000 lagen die Erträge auf dem Reinshof deutlich höher als in Schönhagen. Der Anteil großsamiger, aber unpigmentierter Pflanzen war durch aktive und natürliche Auslese in Schönhagen deutlich höher. Diese Pflanzen hatten größere Fiederblätter. Die kleinsamigen Nachkommenschaften blühten früher (Reinshof und Schönhagen) und reiften auf dem Reinshof auch besser ab, hatten aber einen unterdurchschnittlichen Ertrag. Am frühesten blühten Nachkommenschaften mit rötlicher Pigmentierung, einer Eigenschaft, die mit hohem TKG gekoppelt war. Auf dem Reinshof im Ertrag schwach, war diese Gruppe in Schönhagen im Samenertrag die beste. Großsamige, aber unpigmentierte Nachkommenschaften brachten auf dem Reinshof den höchsten Stroh- und Samenertrag; in Schönhagen war ihr Samenertrag durchschnittlich.

Die für den Vergleichsanbau 2001 ausgewählten Gruppen sind in Tabelle 10 dargestellt.

Tabelle 10: Nachkommenschaftsgruppen in Pisarecka Perla auf dem Reinshof und in Schönhagen (*kursiv*). Auslese für den Vergleichsanbau 2001

	20 EP ⁴⁾ nach Ertrag (Varianten R ep und S ep)	20 frühreife EP (kleinsamig)	10 EP mit rötlicher Pigmentierung
Fiedergröße ¹⁾	6,8 6,3	6,1 -	6,6 6,0
Blühbeginn ²⁾	1,20 1,75	2,25 -	2,90 3,00
Abreife ³⁾	1,40 -	2,00 -	1,90 -
Samenertrag in g	179 131	149 -	109 128
Strohertrag in g	409 205	351 -	290 162
TKG in g	55,2 (43,3-67,1) 61,9 (42,5-75,9)	45,2 (40,5-49,8)	65,7 (59,4-70,3) 69,9 (57,3-75,9)

¹⁾ 5=mittelgroße, 7=große Fiederblätter

²⁾ die höhere Boniturnote bezeichnet die frühere Blüte. Bonitur am 8.6. (Reinshof) bzw. 10.6. (Schönhagen)

³⁾ die höhere Boniturnote bezeichnet die bessere Abreife. Bonitur am 31.7.

⁴⁾ Einzelpflanzen-Nachkommenschaft

Nach Ertrag ausgewählt wurden in Schönhagen 4 klein- und 16 großsamige (davon 7 mit rötlicher Pigmentierung) Nachkommenschaften und auf dem Reinshof jeweils 10. In Tangsehl wurde die Pigmentierung nicht bonitiert; unter den 20 nach Ertrag ausgewählten Nachkommenschaften waren 14 groß- und 5 kleinsamige, eine war nicht

zuzuordnen. Von den rötlich pigmentierten Nachkommenschaften auf dem Reinshof war lediglich eine unter den 20 Ertragreichsten. Diese Nachkommenschaft wurde getrennt geprüft, wies im Nachbau aber einen unterdurchschnittlichen Ertrag auf; die Daten werden im Folgenden nicht aufgeführt. Die frühreifen Nachkommenschaften vom Reinshof waren alle kleinsamig, eine von ihnen war rötlich pigmentiert und weitere fünf wurden auch nach Ertrag ausgewählt.

3.3. Erträge und Ernteindices 1997-2001

Die Tabelle 11 soll einen Einblick in die Entwicklung verschiedener Sorten in verschiedenen Umwelten – Jahren und Orten – geben. In Tabelle A1 im Anhang sind dazu die Saat- und Erntetermine dargestellt, sowie Besonderheiten der Umwelten. Die Vergleichbarkeit ist eingeschränkt durch die unterschiedliche Datengrundlage von Jahr zu Jahr; besonders die Parzellengröße, die Zahl der Wiederholungen und die Bestandesdichte sind zu nennen.

Tabelle 11: Erträge von drei Linsen-Landsorten 1997-2001

	Ertrag in g/m ²				Ernte-Index			
	Pisa- recka Perla	Ge- streifte Linse	Schwar- ze Linse	Mittel- wert	Pisa- recka Perla	Ge- streifte Linse	Schwar- ze Linse	Mittel- wert
1997								
Reinshof	87	102	52	80	18,4	17,3	11,9	15,9
Schönhagen	134	128	122	128	27,7	27,0	24,0	26,2
1998								
Reinshof	35	64	47	49	8,0	12,3	11,5	10,6
Schönhagen	92	145	83	107	25,4	27,2	20,4	24,3
1999								
Reinshof	195	231	190	205	39,0	42,2	37,1	39,4
Schönhagen	219	223	203	215	39,0	41,3	28,8	36,4
Tangsehl	105	166	170	147	46,5	47,2	48,1	47,3
2000								
Reinshof	133	191	112	145	24,9	29,0	17,7	23,9
Schönhagen	127	162	100	130	36,3	28,3	23,8	29,5
Tangsehl	107	202	145	151	31,9	31,4	26,6	30,0
2001								
Reinshof	264	272	230	255	32,3	31,9	26,9	30,4
Tangsehl	211	309	216	246	37,3	42,3	30,2	36,6

Datengrundlage:

1997: Eine 4 m²-Parzelle, 25 Pflanzen/m²

1998: 3 m²-Parzellen mit 2 Wiederholungen, 66 Pflanzen/m²

1999: Eine 22 m²-Parzelle, 66 Pflanzen/m²

2000: Eine 24 m²-Parzelle, 66 Pflanzen/m²

2001: Mittelwert aus zehn 5 m²-Parzellen je Sorte, ca. 130 Pflanzen/m².

Die Ertragsunterschiede der Sorten und die Interaktion Sorten-Orte sind signifikant bei p<0.01; das Gleiche gilt für Sorten- und Ortsunterschiede der Ernteindices

Der Trend der Erträge ist steigend, ein Phänomen, das sowohl mit der im Laufe der Jahre wachsenden Erfahrung mit der Kultur zusammenhängen könnte, als auch mit der zunehmenden Aussaatstärke. WILSON und TEARE (1972) experimentierten mit der Bestandesdichte (28 bis 444 Pflanzen/m²) und erzielten größere Erträge bei höheren Bestandesdichten. Die Erträge in unseren Versuchen schwankten stark von Jahr zu Jahr. Unterschiede zwischen den Orten in Bezug auf Ertrag und Ernteindex können gravierend sein, wie das auch für die Jahre 1997 und 1998 an anderer Stelle für ein breiteres Sortenspektrum beschrieben ist (HORNEBURG 1999). 1999 fielen die geringeren Erträge in Tangsehl auf, die unter den die Reife fördernden Bedingungen - Ende Juli waren die Bestände bereits totreif - mit hohem Ernteindex und guter Saatgutqualität gekoppelt waren. Auf Sortenebene war der Ertrag der Gestreiften Linse nur in einem Fall nicht überdurchschnittlich, fast immer war sie die ertragreichste Sorte. Beide anderen Sorten brachten sowohl deutlich unterdurchschnittliche als auch mittlere (Schwarze Linse) oder leicht überdurchschnittliche Erträge (Pisarecka Perla).

3.4. Vergleichsanbau 2001

3.4.1. Erträge und Ernteindices

Nach Tabelle 12 lag der Samenertrag auf dem Reinshof nur um 4 % höher als in Tangsehl, ohne statistisch signifikante Unterschiede zu zeigen (GD 108,16). Der Strohertrag war signifikant höher und der Ernteindex signifikant niedriger als in Tangsehl. Sortenunterschiede im Samenertrag waren signifikant und die Gestreifte Linse die ertragreichste Sorte. Es gab eine signifikante Interaktion Sorten – Orte; in Tangsehl brachte die Gestreifte Linse fast 50 % Mehrertrag gegenüber beiden anderen Sorten (bei gleichzeitig hohem Ernteindex). Auf dem Reinshof war der Ertrag von Pisarecka Perla nur wenig niedriger als der der Gestreiften Linse als beste Sorte. Die Schwarze Linse brachte den signifikant höchsten Strohertrag aber den niedrigsten Ernteindex.

Tabelle 12: Samen- und Strohertrag (g/Parzelle) und Ernteindex von drei Sorten auf dem Reinshof und in Tangsehl

	Same			Stroh			Ernteindex		
	R	T	Mittel	R	T	Mittel	R	T	Mittel
Pisarecka Perla	1318a	1065a	1192a	2781a	1812a	2296a	32,1b	37,0b	34,6b
Gestreifte Linse	1354a	1554b	1454b	2914a	2148ab	2531ab	31,7b	42,2c	37,0b
Schwarze Linse	1146a	1083a	1115a	3112a	2497b	2805b	26,8a	30,3a	28,6a
Mittel	1273	1234	1253	2936	2152	2544	30,2	36,5	33,4

Spaltenweise unterscheiden sich Werte mit gleichem Buchstaben im Tukey-Test nicht signifikant

Same: Die Interaktion Sorten – Orte ist signifikant bei $p < 0.05$, GD 187.33

Stroh: Die Orte unterscheiden sich signifikant bei $p < 0.01$, GD 180.54

Ernteindex: Ortsunterschiede sind signifikant bei $p < 0.01$, GD 1.73

Die Interaktion Sorten – Orte ist signifikant bei $p < 0.05$, GD 2.99

Tabelle 13: Samen- und Strohertrag (g/Parzelle) und Ernteindex von drei Auslese-Varianten auf dem Reinshof und in Tangsehl

	Same			Stroh			Ernteindex		
	R	T	Mittel	R	T	Mittel	R	T	Mittel
Natürliche Auslese	1301a	1229a	1265a	2943a	2180a	2561a	30,7a	36,1a	33,4a
Massen- auslese	1279a	1219a	1249a	2906a	2159a	2532a	30,5a	36,3a	33,4a
Individual- Auslese	1237a	1255a	1246a	2958a	2119a	2538a	29,4a	37,1a	33,3a
Mittel	1273	1234	1253	2936	2152	2544	30,2	36,5	33,4

Spaltenweise unterscheiden sich Werte mit gleichem Buchstaben im Tukey-Test nicht signifikant

Same: Die Interaktion Varianten – Orte ist signifikant bei $p < 0.05$, GD 53.36

Ernteindex: Die Interaktion Varianten – Orte ist signifikant bei $p < 0.05$, GD 1.20

Im Vergleich der Auslese-Varianten (Tab. 13) zeigten sich keine signifikanten Unterschiede für alle drei Eigenschaften. Für die Samenerträge und Ernteindices unterschieden sich die Interaktionen der Auslese-Varianten mit den Orten signifikant.

Um der Frage nachzugehen, welchen Einfluss der Ort der Auslese auf den mehrortigen Nachbau hatte, wurden die Werte der drei Herkünfte in Tabelle 14 zunächst über alle Sorten und Varianten gemittelt. Unterschiede im Samenertrag zwischen den Herkünften waren signifikant. An beiden Orten war die Herkunft vom selben Ort am ertragreichsten und die aus Schönhagen die Ertragsärmste. Die Interaktion Herkunft – Prüfort war statistisch nicht signifikant. Für Strohertrag und Ernteindex gab es kei-

ne signifikanten Unterschiede; in beiden Fällen war die Schönhagener Herkunft die Schwächste.

Tabelle 14: Samen- und Strohertrag (g/Parzelle) und Ernteindex auf dem Reinshof und in Tangsehl nach Herkünften

Herkunft	Same			Stroh			Ernteindex		
	R	T	Mittel	R	T	Mittel	R	T	Mittel
Reinshof	1315b	1234a	1274b	2941a	2170a	2556a	30,8a	36,3a	33,6a
Schönhagen	1222a	1205a	1214a	2910a	2122a	2516a	29,7a	36,2a	33,0a
Tangsehl	1279ab	1259a	1269b	2939a	2150a	2545a	30,3a	37,0a	33,6a
Mittel	1272	1233	1252	2930 ¹⁾	2148 ¹⁾	2539 ¹⁾	30,3	36,5	33,4

¹⁾ Unterschiede zu Tab. 12 und 13 wegen unterschiedlicher Berechnung fehlender Werte
Spaltenweise unterscheiden sich Werte mit gleichem Buchstaben im Tukey-Test nicht signifikant

Diese Ergebnisse deuten auf eine mögliche Anpassung an den Standort der Auslese hin. Um den Beobachtungen weiter nachzugehen, sind in den Tabellen 15 bis 17 Erträge und Ernteindices der Herkünfte nach Sorten aufgeschlüsselt. Statistisch signifikante Unterschiede fanden sich für den Samenertrag von Pisarecka Perla. Auf dem Reinshof war der Ertrag der Herkünfte Reinshof und Tangsehl am höchsten, in Tangsehl der der Herkunft Reinshof. Bei beiden anderen Sorten war jeweils der Ertrag der Herkunft vom Prüfört am besten. Für den Samenertrag der Gestreiften Linse war die Interaktion Herkunft – Prüfört statistisch signifikant; sie bedeutete aber keine spezifische Anpassung, da die Interaktion durch die Ertragsunterschiede der Herkunft Schönhagen bedingt wurde.

Für den Strohertrag und die Ernteindices waren die Ergebnisse uneinheitlicher: Teilweise brachte die Auslese am Prüfört Vorteile (Strohertrag Gestreifte Linse, Ernteindex Pisarecka Perla und Schwarze Linse), teilweise Nachteile (Strohertrag Pisarecka Perla) gegenüber anderen Herkünften.

Tabelle 15: Samen- und Strohertrag (g/Parzelle) und Ernteindex von Pisarecka Perla auf dem Reinshof und in Tangsehl nach Herkünften

Herkunft	Same			Stroh			Ernteindex		
	R	T	Mittel	R	T	Mittel	R	T	Mittel
Reinshof	1340a	1131b	1235b	2679a	1846a	2262a	32,8a	37,8a	35,2a
Schönhagen	1272a	979a	1125a	2772a	1815a	2293a	31,9a	35,1a	33,5a
Tangsehl	1338a	1069ab	1204ab	2840a	1757a	2298a	32,8a	37,9a	35,0a
Mittel	1317	1059	1188	2763	1806	2285	32,2	36,9	34,6

Spaltenweise unterscheiden sich Werte mit gleichem Buchstaben im Tukey-Test nicht signifikant
Same: Die Interaktion Herkunft – Prüfört ist nicht signifikant, GD 110.11

Tabelle 16: Samen- und Strohertrag (g/Parzelle) und Ernteindex der Gestreiften Linse auf dem Reinshof und in Tangsehl nach Herkünften

Herkunft	Same			Stroh			Ernteindex		
	R	T	Mittel	R	T	Mittel	R	T	Mittel
Reinshof	1409a	1503a	1456a	2981a	2169a	2575a	32,1a	41,2a	36,7a
Schönhagen	1272a	1576a	1424a	2860a	2065a	2462a	30,7a	43,6a	37,1a
Tangsehl	1380a	1584a	1482a	2902a	2210a	2556a	32,2a	41,9a	37,0a
Mittel	1354	1554	1454	2914	2148	2531	31,7	42,2	36,9

Spaltenweise unterscheiden sich Werte mit gleichem Buchstaben im Tukey-Test nicht signifikant

Same: Die Interaktion Herkunft – Prüfort ist signifikant bei $p < 0.1$, GD 108.91

Ernteindex: Die Interaktion Herkunft - Prüfort ist signifikant bei $p < 0.1$, GD 2.29

Tabelle 17: Samen- und Strohertrag (g/Parzelle) und Ernteindex der Schwarzen Linse auf dem Reinshof und in Tangsehl nach Herkünften

Herkunft	Same			Stroh			Ernteindex		
	R	T	Mittel	R	T	Mittel	R	T	Mittel
Reinshof	1196a	1068a	1132a	3162a	2496a	2829a	27,5a	30,0a	28,7a
Schönhagen	1123a	1061a	1092a	3097a	2488a	2792a	26,6a	29,9a	28,2a
Tangsehl	1119a	1123a	1121a	3076a	2484a	2780a	26,5a	31,1a	28,8a
Mittel	1146	1084	1115	3112	2489	2800	26,8	30,4	28,6

Spaltenweise unterscheiden sich Werte mit gleichem Buchstaben im Tukey-Test nicht signifikant

Same: Die Interaktion Herkunft – Prüfort ist nicht signifikant, GD 102.09

Im Folgenden soll die Frage betrachtet werden, welche Auslesemethode einer Herkunft sich am gleichen Ort am besten bewährt hat. Dazu sind in den Tabellen 18 bis 20 für jede Sorte die Erträge und Ernteindices aller Varianten dargestellt.

Samen- und Stroherträge unterschieden sich bei Pisarecka Perla signifikant, bei den anderen Sorten nicht. Die Einzelpflanzen-Auslese von Pisarecka Perla brachte auf dem Reinshof den höchsten Samenertrag, und die Einzelpflanzen-Auslese aus Schönhagen war an beiden Orten die schlechteste Variante; für den Strohertrag galt das ebenfalls (vergl. 3.1.). Bei Gestreiften und Schwarzen Linse brachte die natürliche Auslese auf dem Reinshof den höchsten Samenertrag. In Tangsehl war in jedem Fall die Einzelpflanzen-Auslese die beste der drei Varianten. Der Strohertrag von Pisarecka Perla war bei natürlicher (Reinshof) bzw. Einzelpflanzen-Auslese (Tangsehl) am höchsten und der Ernteindex jeweils bei der Massenauslese. Die Beobachtungen für Gestreiften und Schwarzen Linse waren wieder (fast) identisch: Den höchsten Strohertrag brachte auf dem Reinshof die Einzelpflanzen- und in Tangsehl natürliche Auslese. Ernteindices waren auf dem Reinshof bei Massenauslese am höchsten (für die Schwarzen Linse ebenfalls die natürliche Auslese) und in Tangsehl die Einzelpflan-

zen-Auslese. Signifikante Unterschiede im Ernteindex gab es nur bei der Gestreiften Linse.

Tabelle 18: Samen- und Strohertrag (g/Parzelle) und Ernteindex von 9 Auslesevarianten der Pisarecka Perla auf dem Reinshof und in Tangsehl

	Same			Stroh			Ernteindex		
	R	T	Mittel	R	T	Mittel	R	T	Mittel
R nat	1299a	1020ab	1160ab	2791a	1874a	2332ab	31,5a	35,1a	33,3a
R pos	1353a	1222b	1288b	2624a	1835a	2230ab	33,9a	40,0a	36,9a
R ep	1368a	1150ab	1259b	2747a	1829a	2288ab	32,3a	38,3a	35,3a
S nat	1299a	1043ab	1171ab	2816a	1859a	2338ab	32,5a	36,0a	34,2a
S pos	1355a	1032ab	1194ab	2919a	2011a	2465b	31,7a	34,0a	32,8a
S ep	1174a	910a	1042a	2615a	1627a	2121a	31,0a	35,8a	33,4a
T nat	1431a	1069ab	1250b	2823a	1790a	2307ab	33,7a	37,4a	35,5a
T pos	1360a	1038ab	1199ab	2659a	1554a	2107a	33,8a	40,0a	36,9a
T ep	1224a	1100ab	1162ab	3036a	1925a	2481b	28,7a	36,4a	32,6a
Mittel	1318	1065	1192	2781	1818	2296	32,1	37,0	34,6

Spaltenweise unterscheiden sich Werte mit gleichem Buchstaben im Tukey-Test nicht signifikant

Samenertrag: Die Orte unterscheiden sich bei $p < 0.01$, GD 56.49

Strohertrag: Die Orte unterscheiden sich bei $p < 0.01$, GD 95.88

Ernteindex: Die Orte unterscheiden sich bei $p < 0.01$, GD 1.26

Tabelle 19: Samen- und Strohertrag (g/Parzelle) und Ernteindex von 9 Auslesevarianten der Gestreiften Linse auf dem Reinshof und in Tangsehl

	Same			Stroh			Ernteindex		
	R	T	Mittel	R	T	Mittel	R	T	Mittel
R nat	1453a	1410a	1431a	3034a	2303a	2668a	32,2ab	38,1a	35,2a
R pos	1408a	1554a	1481a	2870a	2074a	2472a	33,0ab	43,1ab	38,1a
R ep	1367a	1545a	1456a	3040a	2130a	2585a	31,1ab	42,5ab	36,8a
S nat	1274a	1595a	1435a	2762a	2037a	2400a	31,6ab	44,3b	37,9a
S pos	1147a	1554a	1350a	2977a	2097a	2537a	27,6 a	42,8ab	35,2a
S ep	1394a	1579a	1487a	2840a	2060a	2450a	32,9ab	43,6b	38,3a
T nat	1437a	1574a	1505a	2922a	2259a	2590a	32,9ab	41,2ab	37,0a
T pos	1437a	1530a	1483a	2872a	2176a	2524a	33,3 b	41,4ab	37,4a
T ep	1268a	1648a	1458a	2912a	2197a	2554a	30,3ab	43,0ab	36,6a
Mittel	1354	1554	1454	2914	2148	2531	31,7	42,2	36,9

Spaltenweise unterscheiden sich Werte mit gleichem Buchstaben im Tukey-Test nicht signifikant

Samenertrag: Die Interaktion Variante – Prüfort ist signifikant bei $p < 0.01$, GD 160.33

Die Orte unterscheiden sich signifikant bei $p < 0.1$, GD 53.44

Strohertrag: Die Orte unterscheiden sich signifikant bei $p < 0.1$, GD 79.55

Ernteindex: Die Interaktion Variante – Prüfort ist signifikant bei $p < 0.05$, GD 3.30

Die Orte unterscheiden sich signifikant bei $p < 0.01$, GD 1.10

Tabelle 20: Samen- und Strohertrag (g/Parzelle) und Ernteindex von 9 Auslesevarianten der Schwarzen Linse auf dem Reinshof und in Tangsehl

	Same			Stroh			Ernteindex		
	R	T	Mittel	R	T	Mittel	R	T	Mittel
R nat	1232a	1116a	1174a	3120a	2485a	2803a	28,3a	31,0a	29,7a
R pos	1229a	962a	1096a	3127a	2710a	2919a	28,3a	26,3a	27,3a
R ep	1124a	1121a	1122a	3240a	2364a	2802a	25,8a	32,1a	29,0a
S nat	1128a	1187a	1158a	3165a	2413a	2789a	26,2a	33,0a	29,6a
S pos	1154a	953a	1053a	3066a	2509a	2788a	27,3a	27,6a	27,4a
S ep	1086a	1044a	1065a	3060a	2541a	2801a	26,1a	29,1a	27,6a
T nat	1157a	1045a	1101a	3054a	2597a	2825a	27,4a	28,7a	28,1a
T pos	1077a	1126a	1099a	3041a	2460a	2751a	25,8a	31,4a	28,6a
T ep	1128a	1197a	1163a	3134a	2393a	2764a	26,3a	33,3a	29,8a
Mittel	1146	1083	1115	3112	2497	2805	26,8	30,3	28,6

Spaltenweise unterscheiden sich Werte mit gleichem Buchstaben im Tukey-Test nicht signifikant

Same: Die Interaktion Variante – Prüfort ist signifikant bei $p < 0.05$, GD 163.67

Die Orte unterscheiden sich bei $p < 0.05$, GD 54.56

Stroh: Die Orte unterscheiden sich bei $p < 0.01$, GD 94.97

Ernteindex: Die Orte unterscheiden sich bei $p < 0.01$, GD 1.34

Die Interaktion Variante – Prüfort ist signifikant bei $p < 0.05$, GD 4.01

Die Unterschiede zwischen den Varianten aus Schönhagen konnten für alle Eigenschaften erheblich sein: Zum Beispiel für die Mittelwerte im Samenertrag der Gestreiften Linse, im Strohertrag von Pisarecka Perla und den Ernteindices der Schwarzen Linse gab es jeweils Werte am oberen und am unteren Ende der Skala.

3.4.2. Tausendkorngewicht

In Tabelle 21 ist das TKG der Auslesevarianten aller Sorten an beiden Orten dargestellt. Unterschiede der Varianten von Schwarzer und Gestreifter Linse wurden nicht beobachtet; das TKG der Gestreiften Linse war in Tangsehl geringfügig, aber statistisch signifikant, höher als auf dem Reinshof.

Pisarecka Perla war sehr variabel in der Korngröße. Das etwas höhere TKG auf dem Reinshof war statistisch nicht absicherbar, aber die Varianten unterschieden sich signifikant mit maximalen Unterschieden von über 13 g. In Schönhagen haben alle drei Formen der Auslese Pflanzen mit hohem TKG begünstigt, auf dem Reinshof in deutlicher Weise nur die natürliche Auslese. Positive Massenauslese hat, wie auch in Tangsehl, zu niedrigem TKG geführt. Einzelpflanzenauslese auf dem Reinshof und natürliche Auslese in Tangsehl führten zu leicht überdurchschnittlicher Korngröße. Die Effekte verschiedener Auslesemethoden an mehreren Orten unterschieden sich also sehr stark. Lediglich die natürliche Auslese führte in allen drei Fällen zu einer Erhöhung des TKG. In Abbildung 3 ist das TKG der Varianten von Pisarecka Perla mit dem jeweiligen Anteil großsamiger Pflanzen sowie der 'Kontrolle' dargestellt. Die 'Kontrolle', die in ihrer Zusammensetzung nicht stark von der Ausgangspopulation abweichen kann (siehe Kap. 3.5.), hatte ein TKG von 57,4 g. Veränderungen im TKG spiegeln sich im Anteil großsamiger Pflanzen wider.

Tabelle 21: TKG (g) von 9 Auslesevarianten dreier Linsensorten auf dem Reinshof und in Tangsehl 2001

	Pisarecka Perla			Gestreifte Linse			Schwarze Linse		
	R	T	Mittel	R	T	Mittel	R	T	Mittel
R nat	62,2cd	61,9bc	62,0e	36,2a	36,6a	36,4a	24,7a	24,8a	24,8a
R pos	50,0a	49,8a	49,9a	36,5a	37,4a	37,0a	24,8a	24,0a	24,4a
R ep	59,1bc	58,7bc	58,9bcd	37,2a	36,9a	37,1a	24,4a	24,2a	24,3a
S nat	60,1bcd	62,2c	61,1cde	36,7a	37,0a	36,8a	24,5a	25,1a	24,8a
S pos	62,3cd	61,0bc	61,7de	36,3a	37,2a	36,7a	24,5a	24,5a	24,5a
S ep	64,1d	62,0bc	63,1e	37,1a	36,7a	36,9a	24,6a	24,1a	24,4a
T nat	58,9bc	58,0b	58,5bc	36,6a	37,4a	37,0a	24,3a	24,0a	24,2a
T pos	50,4a	49,7a	50,1a	36,8a	37,4a	37,1a	23,6a	24,1a	23,9a
T ep	57,6b	58,6bc	58,1b	36,9a	36,8a	36,8a	24,3a	24,0a	24,2a
Mittel	58,3	58,0	58,2	36,7	37,0	36,9	24,4	24,3	24,4

Spaltenweise unterscheiden sich Werte mit gleichem Buchstaben im Tukey-Test nicht signifikant

Gestreifte Linse: Die Orte unterscheiden sich statistisch signifikant bei $p < 0.01$, GD 0.22

Die Interaktion Variante-Ort ist statistisch signifikant bei $p < 0.05$, GD 0.65

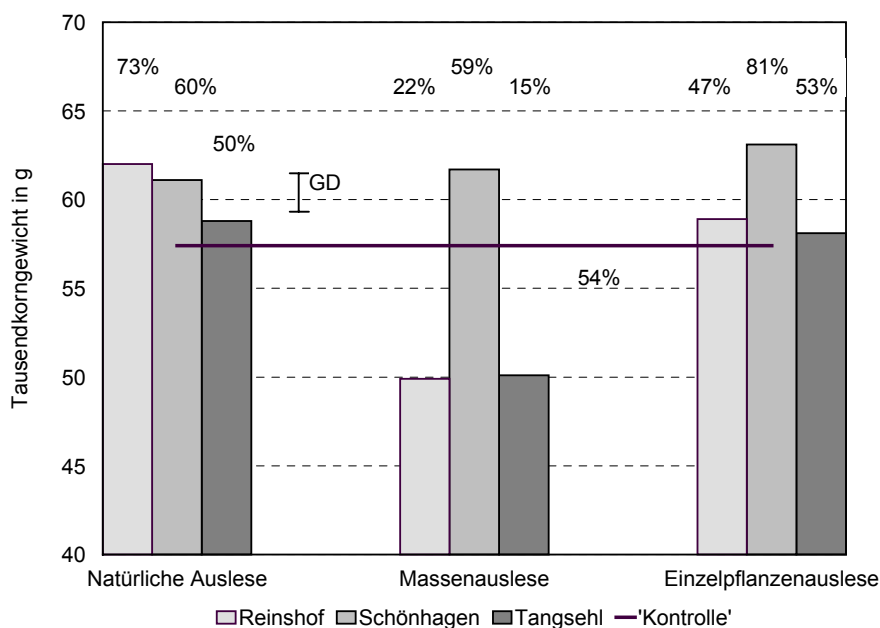


Abbildung 3: Tausendkorngewicht und Anteil großsamiger Pflanzen der Auslesevarianten von Pisarecka Perla

3.4.3. Morphologie und Phänologie

Keimlingsfärbung

Die Keimlinge der Schwarzen Linse waren deutlich rot pigmentiert, die der Gestreiften Linse nur sehr schwach. In Pisarecka Perla kamen gefärbte und ungefärbte bzw. nur sehr schwach gefärbte Keimlinge vor.

Fiederblattgröße

Die Fiedern der Schwarzen Linse sind von kleiner bis mittlerer Größe und schmal. Die Gestreifte Linse hat mittelgroße Fiederblätter und Pisarecka Perla mittlere bis große Fiederblätter. 2001 wurde die Fiedergröße nur auf dem Reinshof bonitiert. Für Pisarecka Perla wurde die Massenauslese aus Tangsehl als mittelgroß bonitiert, natürliche Auslese aus Tangsehl und Massenauslese vom Reinshof lagen zwischen mittelgroß und groß und alle anderen Varianten hatten große Fiederblätter (siehe auch Tab. 33).

Beginn der Blüte

Pisarecka Perla begann 51 Tage nach der Aussaat an beiden Orten zu blühen. Die Blüte der Schwarzen Linse begann einen Tag später auf dem Reinshof und etwa drei Tage später in Tangsehl. Nach 56 Tagen begann die Gestreifte Linse zu blühen, in Tangsehl um höchstens einen Tag später.

Tabelle 22: Bonitur des Beginns der Blüte von 9 Auslesevarianten dreier Linsensorten auf dem Reinshof und in Tangsehl 2001

	Pisarecka Perla			Gestreifte Linse			Schwarze Linse		
	R	T	Mittel	R	T	Mittel	R	T	Mittel
R nat	0,33ab	2,00ab	1,17ab	1,67ab	1,33a	1,50a	2,67ab	2,00a	2,33ab
R pos	0,67abc	2,33ab	1,50abc	1,33a	2,33ab	1,83ab	2,33a	2,00a	2,17a
R ep	0,00a	1,67a	0,83a	1,67ab	2,00ab	1,83ab	3,00ab	2,00a	2,50ab
S nat	0,94abc	2,00ab	1,47abc	2,67bc	2,67b	2,67b	2,67ab	2,00a	2,33ab
S pos	1,00abc	2,33ab	1,67abc	3,00c	2,67b	2,83b	3,33b	2,33a	2,83b
S ep	2,33d	3,00bc	2,67d	3,00c	2,33ab	2,67b	3,00ab	2,00a	2,50ab
T nat	1,67cd	2,00ab	1,83bcd	2,33abc	1,67ab	2,00ab	3,00ab	2,00a	2,50ab
T pos	1,33cd	3,00bc	2,17cd	2,00abc	1,67ab	1,83ab	2,67ab	2,00a	2,33ab
T ep	1,67cd	3,67c	2,67d	1,67ab	2,00ab	1,83ab	3,00ab	2,33a	2,67ab
Mittel	1,10	2,44	1,77	2,15	2,07	2,11	2,85	2,07	2,46

Spaltenweise unterscheiden sich Werte mit gleichem Buchstaben im Tukey-Test nicht signifikant

Pisarecka Perla: Bonitur auf dem Reinshof 15.6., Tangsehl 16.6.

Gestreifte Linse: Bonitur auf dem Reinshof 19.6., Tangsehl 20.6.

Schwarze Linse: Bonitur auf dem Reinshof 17.6., Tangsehl 18.6.

Im Vergleich der Varianten gab es für alle drei Sorten signifikante Unterschiede im Blühbeginn. In Tabelle 22 ist die Bonitur der Blüte aller Sorten wiedergegeben. Für Pisarecka Perla war die späteste Variante die Einzelpflanzen-Auslese vom Reinshof. Früh blühten die Einzelpflanzen-Auslese aus Schönhagen und - im Mittel beider Orte - die Einzelpflanzen-Auslese aus Tangsehl. Auffallend bei der Gestreiften Linse war die frühere Blüte der Schönhagener Herkünfte. Unterschiede im Blühbeginn der Schwarzen Linse waren geringer, als bei beiden anderen Sorten. Die Massenauslese aus Schönhagen blühte als erstes, die vom Reinshof als letztes.

Rankenbildung

Der Zusammenhalt der Parzellen durch Ranken wurde auf dem Reinshof 2001 geprüft. Nach den Deskriptoren für Linsen von IBPGR und ICARDA (1985) wird die Länge der Ranke, die am Ende eines Blattes steht und auch geteilt sein kann, als 'rudimentary' oder 'prominent' bonitiert. Diese Beschreibung reicht nicht aus, da sie die Aktivität der Ranke nicht mit einbezieht. Ein einfacher Test kann diese Information liefern: Man greift mit einer oder beiden Händen in den Bestand, zieht vorsichtig und beobachtet, wie die Einzelpflanzen sich verbunden haben. Alle drei geprüften Sorten haben Ranken, deren Länge wohl zwischen 'rudimentary' und 'prominent' liegt. In frühen Entwicklungsphasen glitten die Pflanzen aller Sorten leicht auseinander. Je älter die Pflanzen wurden, desto stärker wurde der Zusammenhalt des Bestandes und desto stärker musste der Zug sein, bei dem die sich immer stärker verankenden Pflanzen auseinanderglitten. Bei Pisarecka Perla und der Schwarzen Lin-

se war dieses Auseinandergleiten auch bei voll entwickelten Pflanzen möglich, die Ranken der Schwarzen Linse wickelten stärker – am 25.6. waren sie gut ausgebildet – und rissen bei stärkerem Zug ab. Unterschiede der Varianten konnten nicht festgestellt werden.

Krankheiten und Schädlinge

In den Parzellen traten in allen Jahren offensichtlich nicht normal entwickelte Pflanzen auf. Sie fielen auf durch gestauchtes Wachstum und / oder vorzeitige Vergilbung, gefolgt von Verbraunung und Absterben. Diese Pflanzen traten meistens horstweise auf und das Schadbild verbreitete sich konzentrisch. Gefunden wurden an einigen Pflanzenproben *Fusarium spec. (cf. avenaceum)*, *Pythium spec.* und *Rhizoctonia solani*. Alle diese Pilze könnten auch sekundär bereits geschwächte Pflanzen besiedelt haben. 2001 und 2002 wurde dem Verdacht eines Befalls durch Nematoden nachgegangen: Im Bereich frühzeitig vergilbender und absterbender Pflanzengruppen waren wandernde Bodennematoden der Gattung *Pratylenchus* stark angereichert. *Pratylenchus* verursacht Wurzelläsionen und kann erhebliche Schäden verursachen (HOFFMANN und SCHMUTTERER 1983: 89).

2001 wurde bei der Ernte in Tangsehl ein etwas besserer Gesundheitszustand als auf dem Reinshof zur gleichen Zeit wahrgenommen. Statistisch signifikante Unterschiede zwischen Sorten und Varianten wurden nicht beobachtet. Insgesamt waren die Bestände an beiden Orten in diesem Jahr sehr gesund und mögliche Unterschiede konnten sich wenig ausprägen.

Standfestigkeit

Pisarecka Perla wuchs halbaufrecht und hatte eine geringe Standfestigkeit. Die Bodendeckung war oft ungleichmäßig. Die Gestreifte Linse wuchs ausladend; sie bildete in der Regel stabile, gut deckende Bestände, da die Seitentriebe sich auf freiem Boden quasi abstützten, bevor sie in die Höhe wuchsen. Die Schwarze Linse wuchs aufrecht und ließ auch späteres Hacken zwischen den Reihen zu. Insgesamt nahm die Standfestigkeit 2001 an beiden Orten in der Reihenfolge Schwarze Linse, Gestreifte Linse, Pisarecka Perla ab. Bei den ersten beiden Sorten fielen keine Unterschiede der Varianten auf; bei Pisarecka Perla hatten die Varianten mit kleineren Fiederblättern den besseren Deckungsgrad, obwohl sie sich in der Standfestigkeit nicht von den anderen unterschieden. Generell werden Durchwuchs und spätes Keimen von Beikräutern durch einen hohen Deckungsgrad reduziert.

Die beobachteten Unterschiede in der Wuchsform sind für die landwirtschaftliche Praxis von eingeschränkter Bedeutung, da ein Anbau ohne Stützfrucht nicht zu empfehlen ist. Im Gemenge steigen marktfähiger Ertrag und Qualität des Erntegutes (TREß 1999).

Erntereife

Im Jahr 2001 unterschieden sich Orte und Sorten in der Reifezeit nicht.

3.4.4. Siebsortierung

Die Änderung des Tausendkorngewichtes durch Siebung des Saatgutes ist in Tabelle 23 im Vergleich mit der Ausgangspopulation, der natürlichen Auslese, dargestellt. Für jede der drei Sorten führte die Kalibrierung zu einer Veränderung des TKG in die entsprechende Richtung. Bei Pisarecka Perla waren die Unterschiede statistisch signifikant und spiegelten sich im Anteil großsamiger Pflanzen wider. Einfluß auf die Keimrate hatte die Kalibrierung nicht; der Gesundheitszustand von Parzellen der kleinen Siebsortierung war bei zwei Sorten schlechter, aber nicht signifikant. Bei Pisarecka Perla und Schwarzer Linse blühten Parzellen der großen Siebsortierung früher. Die kleine Siebsortierung von Pisarecka Perla hatte den höchsten Samenertrag und Ernteindex und war am 24.7. stärker vergilbt, also in der Reife fortgeschrittener. Die große Siebsortierung hatte den höchsten Strohertrag, wie auch die der Gestreiften Linse. Die natürliche Auslese von Gestreifter und Schwarzer Linse brachte den höchsten Samenertrag.

Tabelle 23: Erträge und andere Eigenschaften kalibrierten Saatgutes im Nachbau

	Pisarecka Perla			Gestreifte Linse			Schwarze Linse		
	klein	nat	groß	klein	nat	groß	klein	nat	groß
TKG	52,7a	59,0b	66,2c	36,3a	36,7a	37,1a	23,5a	24,5a	24,7a
Großsamige Pflanzen in %	11,1	60,0	97,4	-	-	-	-	-	-
Keimrate ¹⁾	99,6a	99,0a	105,1a	96,0a	95,3a	93,8a	86,7a	90,4a	93,6a
Überlebende	87,1a	79,8a	91,1a	78,9a	84,0a	78,7a	86,2a	80,0a	88,9a
Blühbeginn ²⁾	0,33a	0,93b	2,00c	1,00a	1,33a	1,00a	0,00a	0,00a	1,00b
Krankheit ³⁾	13,33	9,83	6,67	11,67	6,67	6,67	1,67a	3,33a	1,67a
Samenertrag	1409a	1303a	1276a	1219a	1274a	1260a	1091a	1128a	1101a
Strohertrag	2562a	2836ab	2987b	2804a	2762a	2819a	3109a	3165a	2917a
Ernteindex	35,5b	32,5ab	30,0a	30,3a	31,6a	30,9a	25,9a	26,2a	27,4a

¹⁾ Werte über hundert Prozent können auftreten, weil nicht die ganze Parzelle gezählt wurde

²⁾ Pisarecka Perla und Schwarze Linse bonitiert am 15.6., Gestreifte Linse am 19.6.

³⁾ Bonitiert als % dunkelbraun verfärbte Fläche am 7.8.

Zeilenweise je Sorte unterscheiden sich Werte mit gleichem Buchstaben im Tukey-Test nicht signifikant

3.4.5. Nachkommenschaftsgruppen in Pisarecka Perla

In der Nachkommenschaftsprüfung 2000 waren verschiedene morphologische Gruppen auf dem Reinshof und in Schönhagen aufgefallen. Um agronomische, phänologische und morphologische Eigenschaften im Nachbau zu prüfen, wurden sie 2001 auf dem Reinshof verglichen. Signifikante Unterschiede wurden für den Samenertrag, das TKG, den Beginn der Blüte und die Größe der Fiederblätter gefunden (Tab. 24). Den höchsten Samen- und Strohertrag hatte die am gleichen Ort auf Samener-

trag ausgelesene Gruppe von Nachkommenschaften. Frühreife und rötlich pigmentierte Varianten waren bei der Bonitur am 24.7. bereits stärker vergilbt als der Rest des Versuches, d.h. früher abreifend. Sie hatten einen höheren Ernteindex als die beiden übrigen Varianten.

Das TKG bestätigte die im Vorjahr gefundenen Unterschiede, lediglich das TKG der rötlich pigmentierten Nachkommenschaftsgruppe war 2001 für beide Herkünfte gleich. Auch die Abstufung im Beginn der Blüte entsprach den Beobachtungen des Vorjahres.

Die Varianten mit kleineren Fiederblättern hatten den höheren Deckungsgrad (Daten nicht dargestellt), obwohl sie sich in der Standfestigkeit nicht von den anderen unterschieden (siehe auch 3.4.3. Standfestigkeit).

Tabelle 24: Erträge und andere Eigenschaften von Nachkommenschaftsgruppen in Pisarecka Perla auf dem Reinshof 2001. Herkünfte Reinshof und Schönhagen (*untere Zeile, in kursiv*)

	20 EP nach Ertrag (R ep; S ep)	20 frühreife EP (kleinsamig)	10 EP mit rötlicher Pigmentierung
Aufgang in %	83,1 a	86,9 a	92,2 a
	<i>85,1 a</i>	-	<i>95,8 a</i>
Überlebende in %	75,8 a	72,4 a	77,1 a
	<i>75,1 a</i>	-	<i>89,6 a</i>
Fiedergröße	7,00 b	5,67 a	5,00 a
	<i>7,00 b</i>	-	<i>5,00 a</i>
Blühbeginn (am 15.6.)	0,00 a	0,67 a	3,00 b
	<i>2,33 b</i>	-	<i>3,00 b</i>
Krankheit (am 7.8.) ¹⁾	3,33 a	21,7 a	6,7 a
	<i>8,3 a</i>	-	<i>10,0 a</i>
Samenertrag in g	1.368 b	1.322 ab	1.222 ab
	<i>1.174 ab</i>	-	<i>1.158 ab</i>
Strohertrag in g	2.748 a	2.407 a	2.398 a
	<i>2.615 a</i>	-	<i>2.342 a</i>
Ernteindex	32,3 a	35,5 a	33,8 a
	<i>31,0 a</i>	-	<i>33,1 a</i>
TKG	59,1 b	51,5 a	68,5 d
	<i>64,1 c</i>	-	<i>68,5 d</i>

Für das gleiche Merkmal unterscheiden sich Werte mit gleichem Buchstaben im Tukey-Test nicht signifikant

¹⁾ Bonitiert als % dunkelbraun verfärbte Fläche

3.5. Herkunftseffekt durch die Vermehrung von 'Kontrollen' im Gewächshaus

Zur Verwendung als Kontrolle für den Versuch sollte das gemeinsame Ausgangs-saatgut für alle Standorte (Ernte 1996) im Gewächshaus möglichst identisch vermehrt werden. Die Vermehrung fand vom 7.2.-25.5.2000 (1. Hälfte Pisarecka Perla, Gestreifte Linse, Schwarze Linse) bzw. vom 27.11.2000-12.4.2001 (2. Hälfte Pisarecka Perla) statt. Über 350 Pflanzen je Sorte wurden einzeln geerntet und eine gleiche Anzahl von Samen je Pflanze geramscht. Zur Samenreife gelangten von Pisarecka Perla 85,6 % bzw. 93,3 % der Pflanzen, von der Schwarzen Linse 89,2 % und der Gestreiften Linse 87,3 %. Etwa 10 % der Pflanzen hatten einen geringen Samenansatz und waren im Ramsch unterrepräsentiert.

Bei der Bonitur des Blühbeginns 2001 fiel auf, dass an beiden Orten bei allen Sorten die Blüte der Kontrollparzellen später begann als bei allen anderen Varianten. Unterschiede der Varianten sind statistisch signifikant. Dargestellt ist dieses Phänomen in Tabelle 25.

Die Vermutung, alle Auslesevarianten an allen Orten hätten gegenüber der Kontrolle einen früheren Beginn der Blüte bewirkt, ist sehr unwahrscheinlich. Es liegt näher, einen Herkunftseffekt des Standortes 'Gewächshaus' zu vermuten.

Tabelle 25: Bonitur der Blüte auf dem Reinshof und in Tangsehl 2001

Herkunft:	R nat	R pos	R ep	'Kon- trolle'	S nat	S pos	S ep	T nat	T pos	T ep	Mittel
Pisarecka Perla	3.50	3.67	3.50	3.33	3.56	3.83	3.50	3.67	3.83	4.00	3.64
Gestreifte Linse	0.17	0.17	0.50	0.00	1.50	0.83	0.83	0.17	0.67	0.83	0.57
Schwarze Linse	3.50	3.50	3.50	2.50	3.50	3.50	3.50	3.50	3.50	3.67	3.42
Mittel	2.39	2.44	2.50	1.94	2.85	2.72	2.61	2.44	2.67	2.83	2.54

Bonitur der Blüte: 0=keine Blüte offen; 1=bis 1% der Pflanzen blühend; 2=>1%-9%; 3=10%-50%; 4=>50%. Reinshof 19.6., Tangsehl 20.6.

Unterschiede der Varianten sind statistisch signifikant bei $p < 0.01$, GD 0.19

Um die Beobachtungen des Jahres 2001 zu verifizieren, wurde 2002 ein weiterer Versuch angelegt, dessen Ergebnisse in Tabelle 26 dargestellt sind. Verglichen wurden das Saatgut, das 2001 als Kontrolle gesät worden war ('Gewächshaus 2000'), ein Nachbau davon im Gewächshaus ('Gewächshaus 2001-2002') und ein Nachbau der Kontrolle von 2001 ('vom Feld 2001'). Gesät wurde der Versuch am 8.4.2002.

Die Beobachtungen von 2001 wurden für alle drei Sorten bestätigt; das im Winter im Gewächshaus gereifte Saatgut führte zu Beständen mit späterem Beginn der Blüte. der Nachbau vom Feld 2001 zeigte den sortentypischen Verlauf der Blüte. Die inzwischen um ein weiteres Jahr gealterte Kontrolle aus dem Gewächshaus 2000 zeigte für Pisarecka Perla und Gestreifte Linse intermediäres Verhalten.

Tabelle 26: Blühbeginn von Pisarecka Perla (9.6.), Gestreifte Linse (13.6.) und Schwarze Linse (9.6.) auf dem Reinshof 2002

	Kontrolle (Gewächshaus 2000)	(Gewächs- Kontrolle (vom Feld 2001)	Kontrolle (Gewächshaus 2002)	(Ge- wächshaus 2001- 2002)
Pisarecka Perla	2,5	4	1	
Gestreifte Linse	3,5	4	1	
Schwarze Linse	4	3	1	
Mittel	3,33	3,67	1	

Bonitur der Blüte: 0=keine Blüte offen; 1=bis 1% der Pflanzen blühend
2=>1%-9%; 3=10%-49%; 4=>49% blühend

3.6. Die Fremdbefruchtungsrate

3.6.1. Sorten-, Jahres- und Ortsvergleich

Kenntnisse zur spontanen Fremdbefruchtungsrate einer Art sind wichtig sowohl zum Verständnis der Populationsdynamik als auch zur Planung von Erhaltungs- und Vermehrungsmaßnahmen.

Tabelle 27: Fremdbefruchtungsrate verschiedener Linsen-Landsorten auf dem Reinshof und in Schönhagen (*kursiv, untere Zeile*) 1999-2001

	Samen insge- samt	Gelbe Keim- blätter	Orange Keim- blätter	% Fremd- befruchtung
1999				
Pisarecka Perla	6.834	6.773	61	0,89
Gestreifte Linse	10.334	10.328	6	0,06
Schwarze Linse	9.189	9.171	18	0,20
2000				
Pisarecka Perla	4.747	4.504	243	5,12
	<i>4.964</i>	<i>4.849</i>	<i>115</i>	<i>2,32</i>
2001				
Pisarecka Perla	3.294	3.195	99	3,06
	<i>4.592</i>	<i>4.475</i>	<i>117</i>	<i>2,55</i>
Gestreifte Linse	6.537	6.465	72	1,10
	<i>8.524</i>	<i>8.468</i>	<i>56</i>	<i>0,66</i>
Schwarze Linse	6.621	6.469	152	2,30
	<i>4.714</i>	<i>4.622</i>	<i>92</i>	<i>1,95</i>

Ausgewertete Befruchtungen 1999: 26.357

Ausgewertete Befruchtungen 2000: 9.711

Ausgewertete Befruchtungen 2001: 34.282

Gesamtzahl: 70.350

Linsen gelten als Selbstbefruchter, werden aber in geringem Maße von Insekten besucht. An den Blüten wurden überwiegend Honigbienen beobachtet, gefolgt von Hummeln und - sehr selten - Schwebfliegen.

Die Ergebnisse der Untersuchungen 1999-2001 sind in Tabelle 27 und Abbildung 4 wiedergegeben. Die Beobachtungen 1999 bestätigten den vermuteten hohen Grad an Selbstbefruchtung, der hier in allen Fällen 99 % überstieg. Entsprechend den Beobachtungen bei anderen Fruchtarten gab es auch bei der Linse deutliche Sortenunterschiede von knapp 0,06 bis knapp 0,9 % Fremdbefruchtung. Im Jahr 2000 lag die Fremdbefruchtungsrate wesentlich höher als im Vorjahr und die Ortsunterschiede waren erheblich. Um diese Beobachtungen zu überprüfen, wurden 2001 alle drei Sorten in Schönhagen und auf dem Reinshof geprüft.

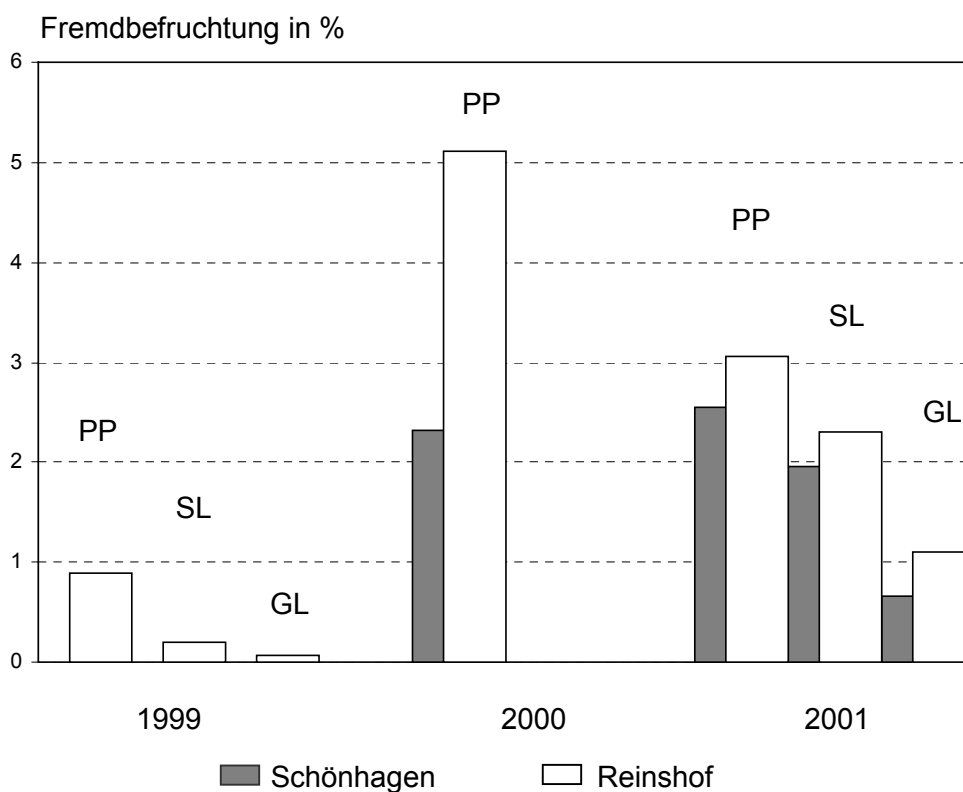


Abbildung 4: Fremdbefruchtungsrate von Linsen in Abhängigkeit von Sorte, Jahr und Standort (PP= Pisarecka Perla, GL= Gestreifte Linse, SL= Schwarze Linse)

Im Vergleich von drei Umwelten, Reinshof 1999 und 2001 und Schönhagen 2001, zeigten sich deutliche Unterschiede im Grad der Fremdbefruchtung der drei untersuchten Sorten. Pisarecka Perla hat in jedem Fall die höchste Fremdbefruchtungsrate und die Gestreifte Linse die niedrigste, und zwar unabhängig von dem absoluten Niveau der Fremdbefruchtung.

Auf dem Reinshof wurden zwei Sorten in zwei Jahren getestet und eine in drei Jahren. Der Fremdbefruchtungsgrad variierte von Jahr zu Jahr stark; im Extremfall der Sorte Pisarecka Perla zwischen 0,89 % und 5,12 %. In Schönhagen wurde Pisarecka

Perla in zwei Jahren ohne deutliche Unterschiede geprüft. Für jede der drei Sorten war die Fremdbefruchtungsrate auf dem Reinshof höher als in Schönhagen.

Eine Erklärung der Ursachen unterschiedlicher Fremdbefruchtungsraten ist ohne weitere Beobachtungen unter Einbeziehung der Fauna nicht zu leisten.

3.6.2. Variabilität innerhalb der Sorten

Im Vergleich von Einzelpflanzen der Sorten Pisarecka Perla (2000 und 2001) und Schwarzer Linse (2001) fielen starke Unterschiede im Fremdbefruchtungsgrad auf. Die Fremdbefruchtung der Gestreiften Linse sowie aller Sorten im Jahr 1999 war zu gering, um Aussagen machen zu können. In Tabelle 28 ist der Fremdbefruchtungsgrad von je drei Einzelpflanzen mit besonders hoher bzw. niedriger Fremdbefruchtungsrate dargestellt:

Tabelle 28: Fremdbefruchtungsgrad einiger Einzelpflanzen von Pisarecka Perla und Schwarzer Linse

Sorte und Jahr	Ort ¹⁾	Anzahl Samen	Keimblätter		% Fremd- befruchtung	χ^2 ²⁾
			gelb	orange		
Pisarecka	R	63	50	13	20,6	31,22***
Perla	R	85	69	16	18,8	32,86***
2000	R	79	65	14	17,7	25,82***
	R	101	101	0	0	5,45*
	R	98	98	0	0	5,29*
	R	93	93	0	0	5,02*
Pisarecka	R	72	56	16	22,2	89,31***
Perla	S	82	74	8	10,8	17,16***
2001	R	76	68	8	10,5	14,32***
	R	124	124	0	0	3,91*
	R	107	107	0	0	3,37
	R	82	82	0	0	2,58
Schwarze	R	44	36	8	18,2	49,50***
Linse	R	114	101	13	11,4	42,15***
2001	S	128	115	13	10,2	45,02***
	S	228	228	0	0	4,54*
	R	162	162	0	0	3,81
	R	123	123	0	0	2,89

* p<0.05, ** p<0.01, *** p<0.001

¹⁾R= Reinshof, S= Schönhagen

²⁾ Abweichung von der erwarteten Anzahl bei der durchschnittlich ermittelten Fremdbefruchtungsrate

Je Sorte und Standort wurden nur maximal 90 Pflanzen geprüft. Bei dieser geringen Zahl von Pflanzen sind die in der Tabelle 28 dargestellten Abweichungen von der erwarteten Anzahl bei der durchschnittlich ermittelten Fremdbefruchtung mit sehr hoher Wahrscheinlichkeit nicht zufällig.

Sollten diese Beobachtungen einer Überprüfung standhalten, wäre ein neuer und für die Populationsdynamik wichtiger Aspekt der Variabilität innerhalb von Sorten gefunden. Nach den bisherigen Beobachtungen stehen die Position in der Parzelle und die Gesamtzahl der Samen einer Pflanze nicht mit der Fremdbefruchtungsrate in Beziehung. Es ist zu klären, ob die beobachteten Unterschiede genetisch verankert sind oder durch die Mikro-Umwelt bedingt waren.

3.6.3. Prüfung der Vererbung der Keimblattfarbe

Um die Beobachtungen von WILSON et al. (1970) zur Dominanz der orangen Keimblattfarbe über die gelbe zu überprüfen, wurden im Jahr 2000 13 F₁-Pflanzen der Kreuzung Schwarze Linse x Crimson im Gewächshaus kultiviert. Die Zahl ihrer Samen schwankte von 67 bis 132. Die Aufspaltung in gelb- bzw. orangekeimblättrige Samen wurde ausgezählt.

Im Folgejahr wurden von 13 F₂-Pflanzen, die aus Samen mit gelben Keimblättern erwachsen je 10 Samen getestet. Alle hatten gelbe Kotyledonen. Außerdem wurden die Samen von 8 heterozygoten F₂-Pflanzen, die aus Samen mit orangen Keimblättern erwachsen, geknackt. Die Analyse der heterozygoten Pflanzen beider Jahre ist in Tabelle 29 dargestellt. In beiden Jahren fiel auf, dass der Anteil von Samen mit orangen Kotyledonen nicht die erwarteten 75 % erreichte.

Tabelle 29: Aufspaltung des Merkmals 'Keimblattfarbe' bei heterozygoten Pflanzen Schwarze Linse x Crimson

	Samen gesamt	Orange Keimblätter	% Orange Keimblätter	χ^2 ¹⁾
F ₁ -Pflanzen	1.253	905	72,23	5,22*
F ₂ -Pflanzen	518	364	70,27	6,08*
gesamt	1.771	1.269	71,65	10,48**

* p<0.05, ** p<0.01

¹⁾ Abweichung von einer 1:3 Spaltung

Der χ^2 -Test belegte die vom erwarteten Verhältnis 1:3 abweichende Aufspaltung zugunsten der Keimblattfarbe Gelb. Eine signifikante Abweichung wurde in beiden Jahren beobachtet; über beide Jahre verrechnet, verringert sich die Irrtumswahrscheinlichkeit auf p<0.01.

Die hier geschilderten Beobachtungen bestätigten die Verwendbarkeit des morphologischen Markers ‚Keimblattfarbe‘. Die Abweichung von der erwarteten 1:3 Aufspaltung beeinflusst die Angaben zur Fremdbefruchtungsrate nur in sehr geringem Maße.

3.7. Die Biografien der untersuchten Sorten

Im Versuch verwendet wurden drei Sorten aus dem Bestand der Genbank des IPK Gatersleben. Das Saatgut stammte aus der Vermehrung von 1992. In den Tabellen 30 bis 32 ist die Geschichte der Sorten in der Genbank dargestellt, soweit sie zu rekonstruieren war. Vermehrungen, die nicht in den Erbstrom einfließen, z.B. weil das Erntegut nicht sortenrein oder phytomedizinisch bedenklich war, sind nicht dargestellt.

Bis etwa Mitte der 60er Jahre wurden die Linsen jährlich angebaut, nach dieser Zeit etwa alle zwei bis drei Jahre und in den letzten Jahren in noch größeren Intervallen (Bsp. Schwarze Linse 1983/1985/1986/1992/1997). Bis 1992 fand der Anbau im Freiland statt:

1954 in Schöndorf, Kreis Weimar,

1955-1962 in Dornburg / Saale im Kreis Jena,

1963-1975 bei Gatersleben, Kreis Aschersleben. Ausgewählt wurden für die Gegend magere und steinige Böden am Hakel, einem Höhenzug bei Gatersleben.

1983-1985 fand der Anbau auf dem Gelände der Genbank statt, auf fruchtbareren und damit für Linsen ungeeigneteren Böden.

Tabelle 30: Sortenbiografie von Pisarecka Perla, LENS 122, in der Genbank des IPK Gatersleben

Pisarecka Perla wurde dem IPK vom Institut für Kulturpflanzen-Forschung in Prag-Ruzyne, CSSR, überlassen; das Ursprungsland ist unbekannt

Anbaujahr	Ort	Datum Saat / Ernte	Aussaatmenge in Korn	Ertrag in g	TKG
1958	Dornburg	28.4. / 20.8.	80 ¹⁾	25	43,7
1961	Dornburg	13.4. / 24.8.	?	55	54,0
1964	Gatersleben	28.4. / 8.8.	500	330	56,7
1968	Gatersleben	25.4. / 21.8.	?	35	68,0
1971	Gatersleben	20.4. / 20.8.	120	70	54,0
1983	Genbank- Gelände	27.4. / 10.8.	200	7	42,3
1985	Genbank- Gelände	18.4. / 15.8.- 2.9.	120	40	-
1992	Gewächshaus	1.4. / 30.6.- 21.7.	100	33	53,3

¹⁾ 1958 wurde notiert: „Population, besteht aus großen und kleinen einfarbigen hellgraugrün-bräunlichen und gefleckten Samen und großen und kleinen hellgrau, grau marmorierten und blau gefleckten Samen.“

Tabelle 31: Sortenbiografie der Gestreiften Linse, LENS 103, in der Genbank des IPK Gatersleben

Die Gestreifte Linse wurde dem IPK von E. Vogt, Schlüsselburg/Weser, überlassen; Ursprungsland ist Deutschland

Anbaujahr	Ort	Datum Saat / Ernte	Aussaatmenge in Korn	Ertrag in g	TKG
1949	?	13.4. / 15.8.	?	142	-
1950	?	19.4. / 16.8.	?	20	-
1951	?	12.4. / 5.9.	?	135	-
1954	Schöndorf Gatersleben	23.5. / 1.9. 11.5. / 1.9.	?	37	28,7
1955	Dornburg	21.4. / 26.9.	?	7	-
1956	Dornburg	3.5. / 18.9.+ 4.10.	?	11	27,0
1957	Dornburg	16.4. / 11.8.	80	6	-
1958	Dornburg	28.4. / 20.8.	80	110	33,0
1962	Dornburg	26.4. / 27.8.- 6.9.	100	67	24,0
1964	Gatersleben	28.4. / 30.7.- 8.8.	?	350	34,0
1968	Gatersleben	25.4. / 7.8.	?	170 ¹⁾	38,0
1971	Gatersleben	20.4. / 11.8.	120	340	27,3
1975	Gatersleben	28.4. / 11.8.	120	52	25,0
1983	Genbank- Gelände	27.4. / 10.8.	120 (1971) 120 (1075)	?	26,7
1992	Gewächshaus	1.4. / 29.6.- 8.7.	100 (1983)	14	-

¹⁾ 1968 wurde notiert: ‚Der Aufgang war normal; während der Jugendentwicklung gingen durch Fußkrankheiten und Virus bis zu 80 % der Pflanzen ein.‘

Tabelle 32: Sortenbiografie der Schwarzen Linse, LENS 106, in der Genbank des IPK Gatersleben

Die Schwarze Linse wurde dem IPK vom Institut für Acker- und Pflanzenbau Weihenstephan überlassen; das Ursprungsland ist unbekannt

Anbaujahr	Ort	Datum Saat / Ernte	Aussaatmenge in Korn	Ertrag in g	TKG
1950	?	19.4. / 16.8.	?	14 Samen ¹⁾	-
1951	?	12.4. / 5.9.	?	30	-
1952	?	22.4. / 25.8.	?	29	-
1954	Schöndorf	23.4. / 1.9.	?	18	22,3
1958	Dornburg	28.4. / 20.8.	80	2	-
1959	Dornburg	14.4. / 23.7.	80	4	-
1960	Dornburg	7.4. / 13.8.	80	8 Samen	-
1961	Dornburg	? / 24.8.	11 ²⁾	55 Samen	-
1962	Dornburg	26.4. / 27.8.	55	9	17,3
1963	Gatersleben	22.4. / 6.8.	?	140	19,7
1968	Gatersleben	25.4. / 12.8.	?	20	23,3
1971	Gatersleben	20.4. / 11.8.	120	95	16,0
1975	Gatersleben	28.4. / 11.8.	120	10	20,0
1983	Genbank- Gelände	27.4. / 10.8.	120 (1971) 120 (1975)	7	18,7
1985	Genbank- Gelände	18.4. / 15.8.	120	6	-
1986	Bendeleben	?	100	29	-
1992	Gewächshaus	1.4. / 17.- 25.6.	100	17	-

¹⁾ Ob 1951 wirklich nur 14 Samen gesät wurden, war nicht überprüfbar.

²⁾ Ev. wurde 1961 (auch) Saat aus 1959 verwendet.

1986 wurde die Schwarze Linse in Bendeleben / Kyffhäuser, Kreis Sondershausen angebaut. In Bendeleben wurde auch Linsenzüchtung (GÄDE 1993) betrieben; vermutlich fand der Anbau auf flachgründigen, kalkreichen Böden statt.

Seit 1992 werden die Linsen im Gewächshaus erhalten.

Die TKG-Werte schwankten für alle Sorten erheblich; für die Gestreifte Linse von 24-38, die Schwarze Linse von 16-23,3 und Pisarecka Perla sogar von 42,3-68.

4. Diskussion

4.1. Evolutive Populationsentwicklung

4.1.1. Literaturüberblick

Der Übergang von dynamischen Prozessen innerhalb von bestehenden Sorten zur Entwicklung neuer Sorten ist - besonders für Fremdbefruchter - potentiell fließend. Für selbstbefruchtende Arten ist mit wesentlich kleineren Entwicklungsschritten zu rechnen. Eine Trennung von Erhaltung und Neuzüchtung entsteht durch die Entkopplung von Züchtung und Anbau sowie rechtliche Bestimmungen. Deutlich wird dies beim Blick auf sogenannte 'Hofsorten', Populationen, die durch mehrjährigen Nachbau in der Praxis entstanden sind. Sie können nach SPIEB (1996) auf Land- oder Zuchtsorten zurückgehen und sich sowohl unter natürlicher als auch aktiver Auslese entwickeln. Sie unterliegen, wenn sie nicht gehandelt werden, nicht den saatrechtlichen Anforderungen an die Unterscheidbarkeit, Einheitlichkeit und Beständigkeit von Sorten (KUNHARDT 1996) und die entstehenden Populationen können dem Ausgangsmaterial sehr ähnlich bleiben oder sich deutlich verändern.

Im Folgenden sollen einige Arbeiten sehr unterschiedlicher Ausrichtung dargestellt werden, die sich mit dynamischen Prozessen in Populationen befasst haben. Motive und Ansätze waren

- die Entwicklung von Populationen aus geramschten Kreuzungen, die durch natürliche Auslese zu neuen Sorten führen und / oder als Quelle für interessante Linien dienen konnten,
- die Erhaltung genetischer Variabilität als Ergänzung zur Lagerung in Genbanken und
- die Weiterentwicklung vorhandener Sorten unter speziellen standörtlichen Bedingungen in der Praxis.

Sowohl mit allogamen (Mais, Spinat, Möhre, Kohl) als auch autogamen (Gerste, Weizen) Kulturpflanzen wurde gearbeitet.

DE LEON und COORS (2002) untersuchten eine Mais-Population, die über 24 Generationen auf eine hohe Anzahl von Kolben ausgelesen wurde. Sie fanden im Vergleichsanbau eine Zunahme der Kolbenzahl von 8,7 % pro Generation, die mit erheblichen morphologischen Änderungen und gesteigertem Kornertrag einher ging. Bei erhöhter Standweite wurden die Unterschiede deutlicher.

SUNESON (1956, s.a. ALLARD 1988) berichtete von einer 'evolutiven Methode der Pflanzenzüchtung' am Beispiel der Gerste: Vier Populationen, die jeweils aus einem 'Composite Cross' von 9-31 Elternsorten gebildet wurden, unterlagen 12-29 Generationen natürlicher Auslese an einem Ort in Kalifornien. Aus paarweisen, mehrortigen Vergleichen mit einer Standardsorte wurden Ertragskurven gebildet, die nahelegen, dass 15 Generationen natürlicher Auslese wünschenswert sind und zu Ertragszuwächsen bei höherer Ertragsstabilität führen können.

Auch JANA und KHANGURA (1986) führten Versuche mit Composite Crosses von Gerstensorten durch; eine dieser Populationen (CC XXI) wurde auch im vorstehend

beschriebenen Versuch verwendet. Sie unterlag der natürlichen Auslese in vier nordamerikanischen Umwelten, die sich in den pedoklimatischen Gegebenheiten und dem Ausmaß der Bewässerung unterschieden. Die Populationsentwicklung wurde über 14 bzw. 15 Generationen verfolgt. Die morphologischen und phänologischen Eigenschaften der Populationen entwickelten sich standortspezifisch, insbesondere in Reifezeit und Halmlänge. Da der Vergleich nur an einem Ort durchgeführt wurde, konnte das standortspezifische Ertragspotential nicht ermittelt werden. In geringer Zahl entstanden auch neue Morphotypen.

Eine spannende, mehrjährige experimentelle Arbeit zum Einfluß von Umwelt und Methodik wurde in Frankreich durchgeführt (GOLDRINGER et al. 1998). 16 europäische Sorten oder Elite-Inzuchtlinien von Saat-Weizen wurden pyramidenartig gekreuzt, und rekurrenter Selektion (vier Zyklen von drei Jahren) bzw. nach drei Jahren der Vermehrung als Ramsch für acht Jahre mehrortig der natürlichen Auslese ausgesetzt. Die beiden Verfahren der Auslese führten zu unterschiedlichen Entwicklungen: In der natürlichen Auslese wurden höhere, frühere und stärker begrante Pflanzen bevorzugt. Die Resistenz gegen Blattrost nahm über die Zyklen der rekurrenten Selektion zu und war deutlich höher als in den durch natürliche Auslese entstandenen Populationen. Der Ort der Auslese und die Intensität des konventionellen Anbaues hatten einen Einfluss auf die Populationsentwicklung (DAVID et al. 1997). Der Befall durch Mehltau (*Erysiphe graminis*) hatte sich nach zehn Jahren natürlicher Auslese (PAILLARD et al. 2000a, 2000b) je nach Standort sowohl durch Drift als auch durch spezifische Anpassung verändert.

Ein Beispiel langjähriger Auslese im biologisch-dynamischen landwirtschaftlichen Betrieb wurde von v. WISTINGHAUSEN (2001) beschrieben. Sie arbeitete seit etwa 20 Jahren mit der Spinatsorte 'Verdil' und hat die Praxis der positiven Massenauslese sowie die umfangreichen morphologischen Studien und Beobachtungen an verschiedenen Saatterminen, durch die sie den Nachbau entwickelte, ausführlich beschrieben. Diese Auslese wurde von Bundessortenamt 1993 als neuer Stamm der Sorte 'Winterriesen' zugelassen.

Ebenfalls im Bereich des biologisch-dynamischen Feldgemüsebaus ist die Arbeit von BAUER (1999 und 2000) angesiedelt. Durch etwa 20jährigen Nachbau der Möhre 'Rothild' auf dem Dottenfelderhof entstand die neue Sorte 'Rodelika', die insbesondere nach 4 Generationen der Geschmacksauslese durch höhere Trockenmasse- und Zuckergehalte auffiel. Angewendet wurde die visuelle positive Massenauslese (BAUER, pers. Mitteilung). Bei der Anmeldung zur Zulassung beim Bundessortenamt wurde der Geschmack als Kriterium der Unterscheidbarkeit von Sorten eingeführt; in den Wertprüfungen 1998 und 1999 stachen Geschmack, Zucker- und Trockenmassegehalt im geprüften Sortiment hervor (HEINE 2000). Die Analysen von PESCHKE (1994) zeigten einen steigenden Trockensubstanzgehalt sowie ein höheres Disaccharid-/Monosaccharid-Verhältnis in der Reihenfolge 'Rothild'-Handelssaatgut, langjähriger Nachbau, spezielle Geschmacksauslese.

Mit Möhren beschäftigte sich auch WEMBER (2001 und pers. Mitteilung), der eine nur noch in Genbanken vorhandene alte Sorte wiederbelebte. Aus verschiedenen Herkünften schaffte er eine Basis, die 'Duwicker' durch Massen- und Familienauslese im

Bioland-Betrieb wieder anbauwürdig zu machen. Zur Zeit ist sie in der Registerprüfung des Bundessortenamtes.

Einblicke in das Resultat lokaler Auslese erhalten wir durch die Recherchen und den Vergleichsanbau von EHRENTRAUT (EHRENTRAUT und HORNEBURG 2003), der sich mit Herkünften der 'Ostfriesischen Palme', einem Blattkohl mit Mehrfachnutzung, befasste. Nutzbar sind das Mark des sehr langen Stängels und die Rosettenblätter für menschliche Ernährung sowie die Stängelblätter als Haustierfutter. Auf der kleinen Fläche der Gemeinde Rhaudefehn / Ostfriesland und angrenzenden Gebieten waren durch Nachbau und Auslese meist sehr kleiner Vermehrungs-Populationen deutlich unterscheidbare, vitale Herkünfte entstanden. Sie ließen sich je nach Dicke des Strunkes, Beblätterung und Wuchshöhe verschiedenen Nutzungstypen zuordnen.

Alle diese Arbeiten machen Entwicklungsprozesse deutlich. Lediglich zwei Versuche, Weizen in Frankreich und Gerste in Nordamerika, beschreiben die divergierende Entwicklung einer Ausgangspopulation an mehreren Orten. Bei allen anderen Beispielen ist der Einfluss der speziellen Art der Auslese nicht von dem Einfluss des Ortes zu trennen. Deutlich wird, dass allein durch natürliche Auslese auch bei Selbstbefruchtern erhebliche Veränderungen stattfinden können, wenn die Zeitspanne ausreichend ist. Diese Veränderungen können über den Ertrag und den Gesundheitszustand der Pflanzen bis in reproduktive Vorgänge hinein wirken und die Fremdbefruchtungsrate beeinflussen; allerdings wurde die Wirkung der natürlichen Auslese in den geschilderten Versuchen nur an sehr heterogenen, speziell für die Versuche geschaffenen Ausgangspopulationen beobachtet.

Die Standortunterschiede sind nicht nur in geographischer Hinsicht - Hessen bis Kalifornien - gravierend, sondern auch in der Art der Wirtschaftsweise. In ostfriesischen Gärten werden ökologische Prozesse anders ablaufen als auf biologisch bewirtschafteten Äckern oder in der konventionellen Landwirtschaft. Die Kriterien der Auslese ändern sich ebenfalls mit der Wirtschaftsweise, der züchtenden Person und der Nutzung. Obwohl in diesem Kapitel sicher nicht erschöpfend zu behandeln, sollte deutlich geworden sein, dass auch bei 'neuen' Auslesekriterien wie dem Geschmack starke Änderungen durch Massenauslese zu erzielen sind.

4.1.2. Die Wiederholbarkeit der Beobachtungen

Nach den Erfahrungen bei der Bonitur und der Auswertung der Ergebnisse wird deutlich, dass die erfassten Merkmale in unterschiedlichem Maß Aufschluss über das Geschehen innerhalb der Populationen geben. Das TKG und die phänologischen Eigenschaften Beginn der Blüte und Reife wurden zuverlässig und wiederholbar erfasst, obwohl der Blühbeginn in einem dichten Bestand nicht einfach zu bonitieren ist und die Beurteilung der Vergilbung bei beginnender Reife nicht einfach zu schematisieren ist. In Tabelle 33 sind die Bonituren 2000 und 2001 zum Vergleich zusammengestellt.

Ebenfalls stark subjektiv gefärbt ist die Bonitur krankhaft verfärbter Fläche. Die Genauigkeit dieser Eigenschaft kann hier nicht diskutiert werden, da wegen des allgemein guten Gesundheitszustandes 2001 die Unterschiede sehr gering blieben. Die Fiedergröße kann nur als relativ grober Hinweis gewertet werden, da die Abstufung bei Pisarecka Perla in mittelgroße und große Fiedern je Parzelle zu ungenau ist; die

Wiederholbarkeit war schlecht. Für exakte Angaben müssen Fiederblätter einer ausreichenden Zahl von Einzelpflanzen mit einer Schablone bonitiert werden. Im vorliegenden Fall hätte eine Längenmessung ausgereicht, für die Arbeit mit einem anderen Sortiment wäre es empfehlenswert, auch die Breite der Fiedern zu erfassen. Es sollten ausgewachsene Blätter an definierter Stelle relativ junger Pflanzen, also bevor der Bestand zu dicht wird, aufgenommen werden. Die Bestimmung des Anteils großsamiger Pflanzen ist zuverlässig, wenn Vergleichsproben mit bekanntem TKG vorliegen und die (wenigen) Übergangsformen bzw. Zweifelsfälle (meist Pflanzen mit sehr wenig Samen) nicht berücksichtigt werden.

Besondere Probleme macht die Bonitur der Keimlingsfärbung. Neben der bereits im Methodenteil geschilderten Veränderbarkeit dieser Eigenschaft gab es auch Übergangsformen bei Pisarecka Perla. Außerdem wurden größere Unterschiede zwischen den Wiederholungen beobachtet (Daten nicht dargestellt). Die Werte wurden geschätzt; eine Fehlerquelle könnte die Überschätzung der Zahl der auffälligeren, rötlich pigmentierten Keimlinge gewesen sein. Auch hier ist die Empfehlung, eine Stichprobe auszuzählen und Übergangsformen als solche zu definieren, wenn man verlässliche Werte erhalten will.

Methodische Fehler für den Samen- und Strohertrag und den daraus errechneten Ernteindex könnten in geringem Ausmaß durch unterschiedliche Luftfeuchte bei der Wägung entstanden sein, da luftgetrocknet gewogen wurde. Außerdem kann der Wassergehalt in Stroh und Samen sich geringfügig unterschieden haben. Mit fortschreitender Reife verlieren die Pflanzen Fiederblätter; deutlich sichtbar war das in der Nachkommenschaftsprüfung von Pisarecka Perla 2000 auf dem Reinshof. Bei gleichzeitiger Ernte wurde also der Strohertrag frühreifer Parzellen unter- und ihr Ernteindex überschätzt. Das Gleiche galt für die totreifen Bestände in Tangsehl 1999. Der Ernteindex als Quotient von Samenertrag und Gesamtertrag spiegelt Unterschiede im Wachstum wider: Je kleiner er ist, desto ungünstiger waren die Bedingungen für Samenbildung und Reife bei gleichzeitig günstigem vegetativem Wachstum. Kühl-feuchte Umwelten führen zum niedrigsten Ernteindex.

Wie bereits in Tabelle 11 dargestellt, kann die Rangfolge von Sorten bzgl. der Erträge von Jahr zu Jahr schwanken. Durch Vergleich der Tabellen 10 und 24 zeigt sich, dass die Ertragsrangfolge von Nachkommenschaftsgruppen von Pisarecka Perla in den Jahren 2000 und 2001 aber fast gleich war. Die einzige Ausnahme war der höhere Strohertrag rötlicher Nachkommenschaften vom Reinshof im zweiten Jahr.

4.1.3. Effekte mehrortiger Auslese und verschiedener Methoden

In diesem Abschnitt sollen die Effekte der drei Grundvarianten der Auslese an drei Orten zusammen mit der Wirkung einer Kalibrierung (Siebung) des Saatgutes und den Beobachtungen an verschiedenen Nachkommenschaftsgruppen diskutiert werden. Die natürliche Auslese war über vier Generationen wirksam, die Massenauslese in zwei Generationen; eine Nachkommenschaftsprüfung und Kalibrierung wurde je ein Mal durchgeführt. Für die Anfangsphase der Versuche ist Drift in geringem Umfang nicht auszuschließen, da 1997 nur 100 Samen je Sorte und Ort gesät wurden. In den Folgejahren wurde immer mindestens die dreifache Menge ausgebracht.

Trotz der Kürze des betrachteten Zeitraumes zeigte der Vergleichsanbau 2001 deutliche Unterschiede sowohl zwischen Herkünften als auch zwischen Auslese-Varianten. Das Ausmaß, in dem Unterschiede in Erscheinung traten, war allerdings für die Sorten und erfassten Merkmale unterschiedlich. Die agronomisch wichtigen Eigenschaften Ertrag und damit zusammenhängend die Gesundheit der Bestände brachten uneinheitliche Ergebnisse. Der gute Zustand der Parzellen war wohl durch Kulturführung und Witterung bedingt; extrem trockene oder nasse Umwelten könnten zu deutlicheren Unterschieden führen. Bei Massen- und Individualauslese war der Samenertrag das wesentliche Auslese-Kriterium; entsprechend waren Unterschiede im Samenertrag größer als im Strohertrag und Ernteindex. Hervorheben möchte ich die sich andeutende positive Standortanpassung, also den tendenziell höheren Ertrag bei Auslese am Prüfort. Aus den Tabellen 14 bis 17 geht für das Mittel aller Sorten und auch für die Sorten einzeln die häufige positive Herkunftswirkung hervor. Sie war nur teilweise statistisch signifikant und für den Samenertrag deutlicher als für den Strohertrag. Die genauere Prüfung war durch den fehlenden Vergleichsanbau in Schönhagen nicht möglich. Vermutlich würde eine standörtliche Anpassung durch wiederholten Vergleichsanbau und weitere Zyklen der Auslese deutlicher werden.

Morphologische und phänologische Merkmale lieferten in diesem Versuch keine Informationen darüber, welche Herkunft oder Variante 'besser' oder 'schlechter' sei. So ist z.B. eine Senkung oder Steigerung des TKG weder positiv noch negativ, da die gewünschte Korngröße meist über die Sortenwahl zu erreichen ist. Aufschlüsse erhalten wir aber über Änderungen in der Zusammensetzung der Populationen. Die bei Gestreifter und Schwarzer Linse beobachteten Unterschiede im Beginn der Blüte waren nicht mit anderen Beobachtungen korreliert. Die frühere Blüte aller drei Schönhagener Herkünfte der Gestreiften Linse könnte einen Herkunftseffekt andeuten. Die Beobachtungen müssten verfolgt werden, um zwischen erblich verankerten und Herkunftseffekten unterscheiden zu können. Die - statistisch nicht signifikanten - Auswirkungen einer einmaligen Siebsortierung innerhalb dieser beiden Sorten deuten ebenfalls auf eine Variabilität hin, die möglicherweise erst nach mehreren Ausleeschritten zu ausgeprägter Differenzierung führen würde. Innerhalb der Gestreiften und der Schwarzen Linse wurden keine morphologischen Gruppen erkannt.

Die tiefsten Einblicke in Entwicklungsprozesse erlaubte die sehr variable Sorte Pisarecka Perla. In Tabelle 33 sind sämtliche Varianten noch einmal im Überblick dargestellt:

Tabelle 33: Morphologisch-phänologische Eigenschaften aller Varianten von Pisarecka Perla in den Jahren 2000 und 2001 ¹⁾

	Rötliche		Blüte		Reife	
	Keimlingsfärbung in %		2000	2001	2000	2001
	2000	2001				
'Kontrolle'	-	40	-	-	-	normal
R nat	-	15	-	0,33	-	normal
S nat klein	-	30 ²⁾	-	0,33	-	früh
S nat	-	6	-	0,94	-	normal
S nat groß	-	20	-	2,00	-	normal
T nat	-	30	-	1,67	-	normal
R pos	ca. 15,6	17	ca. 1,83	0,67	ca. 1,69	normal
S pos	ca. 14,6	12	ca. 1,18	1,00	-	normal
T pos	-	73 ³⁾	-	1,33	-	normal
R ep	0	15	1,20	0,00	1,4	normal
R ep frühreif	5	2	2,25	0,67	2,0	früh
R ep rötlich	100	99	2,90	3,00	1,9	früh
S ep	35	43	1,75	2,33	-	normal
S ep rötlich	100	99	3,00	3,00	-	früh
T ep	-	43	-	1,67	-	normal
	Fiedergröße		TKG in g		großsamige Pflanzen	
'Kontrolle'	-	7	-	58,5	63 ⁴⁾	-
nat R	-	7	54,9	62,2	-	73
nat S klein	-	5	47,1	52,7	-	11
nat S	-	7	53,5	59,0	-	60
nat S groß	-	7	64,6	66,2	-	97
nat T	-	6,33	51,9	58,9	-	50
R pos	ca. 6,7	6,33	47,5	50,0	-	22
S pos	ca. 6,4	7	63,1	62,3	-	59
T pos	-	5	47,0	50,4	-	15
R ep	6,8	7	55,2	59,1	50	47
R ep frühreif	6,1	6	45,2	51,5	0	-
R ep rötlich	6,6	5	65,7	68,5	100	-
S ep	6,3	7	61,9	64,1	80	81
S ep rötlich	6,0	5	69,9	68,5	100	-
T ep	-	7	56,7	57,6	70-75 %	53

¹⁾ 2000 wurden die Beobachtungen jeweils am Ort der Auslese gemacht, die Orte waren also nur bedingt vergleichbar. Die Werte für 2001 stammen aus dem Vergleichsanbau auf dem Reinshof.

²⁾ Der Nachbau hatte 14 % rötliche Keimlinge; großsamige Pflanzen 8 % und kleinsamige 17 %.

³⁾ Der Nachbau hatte 57 % rötliche Keimlinge; großsamige Pflanzen 39 %, kleinsamige 61 %.

⁴⁾ Bestimmt bei der Vermehrung im Gewächshaus.

Die Grundlage für diese Betrachtungen bildet die Nachkommenschaftsprüfung 2000, die den Zusammenhang verschiedener Merkmale erkennen ließ. Zur Erinnerung noch einmal die morphologischen Gruppen, die in Kapitel 3.2. beschrieben wurden:

- kleinsamige, mittelfrüh blühende und frühreife Nachkommenschaften mit grünen Keimlingen,
- großsamige, spät blühende und reifende Nachkommenschaften mit grünen Keimlingen und
- großsamige, sehr früh blühende und frühreife Nachkommenschaften mit rötlichen Keimlingen.

Außerdem wurde auf dem Reinshof eine Nachkommenschaft mit rötlichen Keimlingen, aber kleinen Samen gefunden. Mit dieser Ausnahme waren also rötlich pigmentierte Pflanzen immer auch großsamig.

Bei der kleinen Siebsortierung (S nat klein) und der Massenauslese aus Tangsehl (T pos) überstieg gemäß Tabelle 33 jedoch für den Vergleichsanbau 2001 der Anteil rötlicher Keimlinge den der großsamigen Pflanzen. Dies erschien nicht plausibel und beide Varianten wurden im Gewächshaus nachgebaut. Dabei wurde Saatgut klein- und großsamiger Pflanzen getrennt gesät; die ermittelten Werte sind in den Fußnoten zu Tabelle 33 dargestellt. Die Überprüfung bestätigte den unerwartet hohen Anteil rötlicher Pflanzen der Tangsehl Massenauslese. Da außerdem bei beiden Varianten im Nachbau kleinsamiger Pflanzen mehr pigmentierte Keimlinge auftraten als im Nachbau von Großsamigen, kann davon ausgegangen werden, dass weitere kleinsamige und rötliche Pflanzen in den Ausgangspopulationen vorhanden waren. Diese vermutlich vierte morphologische Gruppe wurde in der Nachkommenschaftsprüfung nicht erkannt; der Umfang der Versuchsanlage hat Beobachtungen und Resultate beeinflusst.

Nicht erwartet wurde die leichte bis starke Erhöhung des TKG in der natürlichen Auslese aller Orte. Größere Samen sind in der Geschichte der Kulturpflanzen ein typisches Merkmal der Domestikation. Unter der Hypothese, dass großsamige Pflanzen weniger Samen haben (denn sonst hätten sie allgemein höhere Erträge), würden kleinsamige Pflanzen zunehmen. Offensichtlich waren andere, mit der Samengröße korrelierte Eigenschaften entscheidend für die Entwicklung.

Die Förderung früher, großsamiger und rötlicher Pflanzen in Schönhagen fand in allen drei Grundvarianten statt, am deutlichsten bei der Einzelpflanzen-Auslese. Auf dem Reinshof wirkte die Auslese in den genannten Varianten in Richtung später Blüte, aber durch natürliche Auslese wurde das TKG erhöht und durch Massenauslese erheblich verringert. Die gleiche Beobachtung wurde an den Tangsehl Herkünften gemacht. Die Tangsehl Herkünfte begannen zwischen denen der beiden anderen Orte zu blühen. Bereits in der Nachkommenschaftsprüfung 2000 (Kap. 3.2.) war aufgefallen, dass die Auslese auf dem Reinshof und in Schönhagen in unterschiedlicher Weise gewirkt hatte.

Die Interpretation der Versuche wäre genauer, wenn die Nachkommenschaftsprüfung in Tangsehl 2000 gut auswertbar gewesen wäre und ähnliche Einblicke erlaubt hätte, wie sie auf dem Reinshof und in Schönhagen möglich waren. Besonders be-

dauerlich ist auch die fehlende Prüfung der Herkünfte aus Schönhagen am Ort der Auslese.

Aus der Beschreibung der geschilderten Phänomene, eines starken Einflusses sowohl des Ortes als auch der Auslese-Methode auf die Populationsentwicklung, zu einer kausalen Erklärung zu finden, war im Rahmen dieser Arbeit nicht zu machen. Dazu müssten mehrjährige Untersuchungen von Mikroklima, Wasserhaushalt und Nährstoffdynamik der Orte der Auslese in Bezug zur Entwicklung von Linsenbeständen gesetzt werden.

4.2. 'Kontrolle' und Saatgutqualität

Ein Mangel des hier beschriebenen Versuches ist auf den ersten Blick das Fehlen einer Kontrolle, die keinem Ausleseprozess ausgesetzt war. Die vorgesehene Kontrolle konnte, wie in Kapitel 3.5. beschrieben, nicht ausgewertet werden. Auf den zweiten Blick wird dann aber das grundsätzliche Problem deutlich, Saatgut gleicher Qualität (die sich u.a. in TKG, Keimfähigkeit und Triebkraft widerspiegelt) für den Versuch zu erzeugen. Da die Umweltbedingungen in der Reife- und Erntezeit die Saatgutqualität erheblich beeinflussen können, kann Saatgut verschiedener Herkünfte nur bedingt verglichen werden. In den Versuchen wurde durch Zählen des Aufganges die Saatgutqualität geprüft (siehe 3.1.); die nicht signifikanten Unterschiede 2001 können eine Differenzierung der Herkünfte nicht erklären. Von der Vermehrung des gemeinsamen Ausgangssaatgutes im Feld als Kontrolle für die Versuche wurde abgesehen, da zum einen die Überlebensraten im Freiland in der Regel schlechter sind, als im Gewächshaus und zum anderen die natürliche Auslese erheblichen Einfluss auf die Populationszusammensetzung haben kann (Tab. 33). Rückblickend ist auch die Vermehrung im Gewächshaus als spezielle Umwelt mit entsprechendem Einfluss auf das Saatgut zu sehen, wie in Kapitel 3.5. gezeigt wurde. Herkunfts- und erblich verankerte Effekte sind nicht vollständig zu trennen.

Wie gravierend die Auswirkungen unterschiedlicher Handhabung von Sorten sein können, zeigten auch Wu et al. (1998) in einem Langzeitversuch in China. Zwei Rapsorten wurden über 18 Jahre unterschiedlich behandelt:

- Eine Partie Saatgut wurde über den ganzen Zeitraum ohne Regeneration gelagert,
- eine weitere zweimal im Verlauf von 7 Jahren vermehrt und danach 11 Jahre gelagert.
- Die dritte Variante wurde fünf Mal regeneriert; im Versuch verwendet wurde 3 bzw. 0,4 Jahre altes Saatgut.

Zur Vermehrung / Regeneration wurden ca. 100 Pflanzen angebaut und mit Netzen gegen Fremdbefruchtung isoliert. Die drei Varianten wurden direkt verglichen sowie im Folgejahr der Nachbau von isolierten Parzellen. Mit dem Alter des Saatgutes sanken - wenig überraschend - die Keimfähigkeit und das Keimlingsgewicht; die vegetative Entwicklung verzögerte sich. Für das älteste Saatgut blieb das reduzierte Keimlingsgewicht auch im Nachbau erhalten, während Verzögerungen im Entwicklungsverlauf verschwanden. Die Lagerung hatte erheblichen Einfluss auf Morphologie und Ertrag des Rapses. Mit der Lagerung sanken die Wuchshöhe und der Ertrag; aus

dem ältesten Saatgut wuchsen Pflanzen mit oft verfärbten und verformten Herbst- und Frühjahrsblättern. Im Nachbau blieben diese Eigenschaften erhalten. Als Ursache sind die Alterung des Saatgutes und Prozesse von Auslese und genetischer Drift nicht zu trennen. Eine Verfälschung der Ergebnisse ist denkbar durch eine höhere Selbstbefruchtungsrate der isolierten Vermehrungsbestände oder auch durch windbürtigen Fremdpollen (SAURE et al. 2000); beides würde aber die Beobachtungen nicht genügend erklären.

Eine norwegische Arbeitsgruppe (JOHNSEN und SKRØPPA 1996, JOHNSEN et al. 1996) untersuchte an Fichten (*Picea abies* (L.) Karsten) den Einfluss der Umwelt während der sexuellen Reproduktion auf die Folgegeneration. Nachkommenschaften von Pflanzen, die als Stecklinge in niedrigerer Höhenlage und weiter südlich im Gewächshaus wuchsen, hatten im Vergleich zu solchen aus der natürlichen Umgebung u.a. eine spätere Entwicklung im Frühling sowie eine im Herbst später entwickelte Frosthärte. Pflanzen, die aus Kreuzungen im März im Gewächshaus entstanden, waren weniger winterhart, als solche aus Kreuzungen im Mai im Gewächshaus. Die größte Winterhärte hatten Pflanzen aus Kreuzungen im Mai im Freiland.

SPIEB gab 1990 einen Überblick über Herkunftswirkungen. Den Herkunftswert grenzt er als 'ausschließlich von der Umwelt der Mutterpflanze hervorgerufene, nicht krankheitsbedingte Änderung der Saatguteigenschaften, die im engeren Sinne nicht erblich sind und nach einigen Jahren abklingen' vom Zucht- oder Sortenwert ab. Letzterer 'stellt die Summe aller Sorteneigenschaften dar, welche durch eine echte (....) Erblichkeit bedingt sind'. Der Herkunftswert kann (u.a.) durch Klima und Witterung, Boden, Düngung und auch die Saatzeit (siehe auch SPIEB 1994) beeinflusst werden.

4.3. Die Sorten und ihre Biografien

In der Regel wurden in der Genbank je Sorte 80-120 Samen gesät (Tab. 30-32), eine Anzahl, die schon eher gering ist, wenn es darum geht, bei Selbstbefruchtern die Vielfalt innerhalb der Sorten zu erhalten. Bei der Abgabe von Mustern entsteht ein weiterer Flaschenhals, da die Muster in der Regel nur etwa 30-40 Samen enthalten. Alle drei Sorten gingen in der Genbank durch Populations-Engpässe, wo nur wenige Gramm oder sogar nur wenige Samen geerntet wurden. Wie viele Einzelpflanzen überhaupt zur Samenreife kamen, lässt sich nicht mehr recherchieren. Die Anmerkung zu Tabelle 31: "Der Aufgang war normal; während der Jugendentwicklung gingen durch Fußkrankheiten und Virus bis zu 80 % der Pflanzen ein" sowie eigene Beobachtungen legen die Vermutung nahe, dass jede der Sorten sich jetzt aus den Nachkommen von nur wenigen Pflanzen zusammensetzt.

Die Frage, warum bei Populations-Engpässen nicht auf Jahrgänge mit besseren Erträgen zurückgegriffen wurde, konnte nicht geklärt werden. Ebenso erscheint es fragwürdig, dass bis in die 60er Jahre alle Linsen-Akzessionen jährlich angebaut wurden, anstatt in weniger Anbaujahren mit größeren Beständen zu arbeiten. Letzteres Vorgehen würde sowohl unerwünschte Einkreuzungen als auch natürliche Auslese und Drift reduzieren.

Der Einfluß von 38 bis 47 Jahren Aufenthalt in der Genbank war scheinbar nicht auf jede Sorte gleich: Während Gestreifte und Schwarze Linse in den Jahren 2000-2001 kaum Variabilität zeigten, also vermutlich auf wenige, ähnliche Pflanzen zurückge-

hen, blieb bei Pisarecka Perla eine große Variabilität erhalten. Die Beschreibung von 1958 "Population, besteht aus großen und kleinen einfarbigen hellgraugrün-bräunlichen und gefleckten Samen und großen und kleinen hellgrau, grau marmorierten und blau gefleckten Samen" (Fußnote zu Tab. 30), könnte auch heute noch zutreffen; möglicherweise hat die Einengung der Population zu der Trennung in groß- und kleinsamige Pflanzen geführt.

Kritisch zu beleuchten bleibt die Vermehrung der Genbank-Akzessionen im Gewächshaus ab 1992. Ein positiver Effekt der Vermehrung unter Glas ist die in der Regel höhere Überlebensrate gegenüber dem Anbau im Freiland und die dadurch verringerte natürliche Auslese. Dem stehen eingeschränkte Möglichkeiten zum Anbau größerer Populationen gegenüber, da der Anbau im Gewächshaus viel aufwändiger ist. Außerdem wird Fremdbefruchtung innerhalb einer Sorte verhindert; ohne Neukombination wird die ursprüngliche Breite einer Sorte durch Drift aber weiter abnehmen.

Mit Vorsicht kann auf Grundlage der Tabelle 11 von der Gestreiften Linse als einer ertragssicheren Sorte mit relativ gutem Ertrag gesprochen werden, während Pisarecka Perla und die Schwarze Linse stärker von der Jahreswitterung abhängen.

Für den Verlust von Samen vor oder bei der Ernte wurden keine Unterschiede innerhalb der Sorte gefunden, wohl aber zwischen ihnen: Pisarecka Perla neigte in mehreren Jahren zum Aufplatzen der Hülsen, während die Hülsen von sehr reifen Pflanzen der Schwarzen Linse komplett abbrechen können. Beide Phänomene beschrieb auch ERSKINE (1995) als 'pod dehiscence' und 'pod drop', er fand Variabilität aber nur für Ersteres.

4.4. Die Standorte

'Am besten gedeiht die Linse auf leichtem Kalkmergel, auch auf Kalkschotter und kalkreichem Sand' schrieb HEGI 1924 und FRUWITH (1921) meinte sogar 'Kalk darf keinem Boden, der Linsen trägt, fehlen.' Über den Linsenanbau in Schweden schrieb ARRHENIUS 1882: '.. und sie (die Linse) verträgt besser als andere Erbsengewächse - nur die Lupinen ausgenommen - einen sandigen und trockenen Boden, bringt reiche Ernten aber nur auf einem in guter Wuchskraft stehenden, kalkhaltigen Sandboden mit Tonanteilen' (Übersetzung BH). Je nach Autor ist also der Linsenanbau auf saureren Böden zumindest nur eingeschränkt möglich. Trotzdem war während der drei Untersuchungsjahre 1999-2001 der Anbau auf den leicht sauren, sandigen Böden in Tangsehl erfolgreich (Tab. 11) und es scheint möglich, Linsen auch auf weniger gut mit Kalk versorgten Grenzertragsböden anzubauen. Das Verlassen der traditionellen Anbaugebiete kann neue evolutive Prozesse einleiten.

Alle oben genannten Autoren sind darin einig, dass zu feuchte Standorte und zu bindige, schlecht drainierte Böden für den Anbau der Linse nicht geeignet sind. 'Von Wärme und Dürre leidet sie weniger als von andauernder Feuchtigkeit' schrieb HAMM 1850.

Die Parzellengröße war teilweise gering, da nur kleine Saatgutmengen verfügbar waren. Deshalb wurde sehr viel Wert auf mechanische Beikrautregulierung gelegt, um gleichmäßige Bedingungen zu schaffen, wie sie in Praxisschlägen schwer zu errei-

chen wären. Aus einzelnen Beobachtungen wurde deutlich, dass sich Beikräuter auf dem Reinshof mit großen Wasser- und Nährstoffvorräten im Boden deutlich anders entwickeln, als an den anderen Orten. Insbesondere das Kletten-Labkraut (*Galium aparine* L.) als spät keimender Stickstoff-Zeiger würde im großflächigen Anbau vermutlich erhebliche Probleme machen und Konkurrenzverhältnisse verschieben.

Ertrag, Ernteindex und Saatgutqualität erschienen stark durch die Witterung zur Zeit der Samenbildung und Abreife beeinflusst. Im Zeitraum 1999-2001 gab es nur eine sehr trockene Umwelt - Tangsehl 1999 - und daher war die standörtliche Differenzierung relativ gering. In der Nachkommenschaftsprüfung 2000 zeigte sich unter den Bedingungen auf dem Reinshof stärker als an beiden anderen Orten eine Differenzierung innerhalb der Sorten. Auf lange Sicht wäre zu erwarten, dass an den beiden extremeren Standorten, Schönhagen und Tangsehl, deutlichere Auslese-Prozesse stattfinden, als auf dem sehr fruchtbaren Reinshof.

4.5. Fremdbefruchtung

Die Fremdbefruchtungsrate ist von entscheidender Bedeutung für Konzepte der standortspezifischen Sortenentwicklung. Ohne Fremdbefruchtung würde die Diversität einer Population durch Drift ständig reduziert werden, nur in sehr geringem Maße ausgeglichen durch Mutationen. Für evolutive Prozesse ist aber neben der Auswahl standortangepasster Typen auch das Entstehen neuer Formen durch Rekombination wichtig; die Zahl der Pflanzen und die Art der Auslese sind entscheidend für die Nutzung dieses Entwicklungspotentials.

Bisher waren stark differierende Beobachtungen zur Fremdbefruchtung von Linsen bekannt. WILSON und LAW (1972) fanden lediglich 0,08 % Fremdbefruchtung, SKIBINSKI et al. (1984) 0,9 % und ERSKINE und MUEHLBAUER berichteten 1991 von Fremdbefruchtungsraten von 2,2 bis 6,6 % in Abhängigkeit von der Sorte. In der vorliegenden Arbeit konnte die Sortenabhängigkeit bestätigt werden und auch die Größenordnung der gesamten Variation. Zusätzlich wurde ein Einblick in die großen Schwankungen zwischen Orten und Jahren gewonnen. Der Vermutung, Unterschiede im Grad der Fremdbefruchtung zwischen Einzelpflanzen der gleichen Sorte könnten teilweise erblich sein, wird weiter experimentell nachgegangen.

Beim Vermehrungsanbau von Linsen, insbesondere bei längerfristiger Arbeit, müssen potentielle Fremdbefruchtungsraten von über 5 % in die Planung einbezogen werden. Das heißt zum Einen, dass beim Anbau mehrerer Sorten ggf. Maßnahmen zur Erhaltung der Sortenreinheit zu treffen sind (räumliche Isolation, Handsortierung der Samen) und zum Anderen, dass je nach Sorte, Standort und Jahr ein unterschiedlich großes Potential einer standörtlichen Anpassung besteht. Innerhalb einer Population können einzelne Pflanzen verstärkten Anteil daran haben.

Eine Erklärung der Ursachen unterschiedlicher Fremdbefruchtungsraten ist ohne weitere Beobachtungen unter Einbeziehung der Fauna nicht zu leisten. Der Reinshof ist in erheblich stärkerem Maße als Schönhagen von einer Agrarsteppe umgeben. Zum Verstehen der Ortsunterschiede in der Fremdbefruchtung können die Untersuchungen von STEFFAN-DEWENTER et al. (2002) eine Hilfe sein: Die AutorInnen beobachteten eine Zunahme solitär lebender Wildbienen mit der Zunahme seminaturalischer Lebensräume im Umkreis von 750 m. Blütenbesuchende Honigbienen -

die ja am häufigsten auf Linsenblüten beobachtet wurden (siehe 3.6.1.) - nahmen dagegen mit Abnahme semi-natürlicher Lebensräume in einem 3000 m Radius sogar zu. Vermutlich konzentrierten sie sich auf Bestände geeigneter Pflanzen, da sie größere Strecken als Solitärbiene im Flug überbrücken.

Eine ähnliche Variabilität der Fremdbefruchtung wurde auch bei anderen Selbstbefruchtern gefunden:

Ein Bestand von Weißer Lupine (*Lupinus albus* L.) hatte nach FALUYI und WILLIAMS (1981) in 0,5 m Abstand von einer anderen Sorte 7,6 % Fremdbefruchtung; dieser Wert sank mit zunehmender Entfernung vom Pollenspender auf 0,2 % bei 10,5-15,5 m. Zweijährige Untersuchungen an Schmalblättriger (*Lupinus angustifolius* L.) und Gelber Lupine (*L. luteus* L.) wurden von WALLACE et al. (1954) ausgewertet. Im ersten Fall wurde keine bzw. 0,04 % Einkreuzung festgestellt, obwohl direkt nebeneinander stehende Pflanzen geprüft wurden. Gelbe Lupine wurde beim reihenweisen Anbau im Abstand von ca. 1 m zu 8,2 bzw. 2,6 % fremdbefruchtet, beim Anbau im Gemenge betrug die Fremdbefruchtungsrate jedoch fast 40 %. Im letzten Fall betrug der Abstand zum nächsten Bienenstand etwa 400 m, während der reihenweise Anbau mehr als 1,5 km von einem Bienenstand durchgeführt wurde.

Die Buschbohne (*Phaseolus vulgaris* L.) wurde von mehreren AutorInnen untersucht. FREE (1993) berichtete in seiner Übersicht, dass etwa 1 % Auskreuzung beobachtet wird, aber 8-10 % in Einzelfällen erreicht werden können. WELLS et al. (1988) fanden in Kalifornien bei der Untersuchung von sechs Linien außergewöhnlich hohe Fremdbefruchtungsraten von 11,5-23,7 % und in einem Fall sogar von 66,8 %. Nach eigenen Beobachtungen liegt die Fremdbefruchtung zwischen Parzellen bei unter einem Prozent.

ANDEWEG und KOOISTRA betonten 1962 den Einfluss der Umwelt auf die Fremdbefruchtungsrate von Gemüseerbsen: „... ist die Erbse in gemäßigten Zonen fast ausschließlich selbstbefruchtend. ... In Gegenden mit trockenem, wärmerem Klimacharakter tritt regelmäßig Kreuzbestäubung auf.“

Nach BREMER (1962) wurden bei *Lactuca*-Salat 2,5-10 % Fremdbefruchtung beobachtet. In eigenen langjährigen Beobachtungen war der Pollenaustausch zwischen Parzellen geringer.

CURRENCE beschrieb 1962 sortenabhängige Unterschiede in der Fremdbefruchtungsrate bei Tomaten (*Lycopersicon esculentum* L.) von 0,6 – 7 %. An verschiedenen Orten konnte die Fremdbefruchtungsrate der gleichen Sorte zwischen 3,3 und 7 % variieren.

Nach HOFFMANN (1961) gehen bei Lein (*Linum usitatissimum* L.) 'die Angaben über die Häufigkeit der Fremdbestäubung weit auseinander, da Umweltbedingungen (Temperatur, Feuchtigkeit, Insektenbesuch), Blütenbau und physiologische Einflüsse auf die Befruchtung einwirken'. Konkret nennt er ein Experiment aus den USA, in dem verschiedene Sippen zu 0 – 4,3 % fremdbefruchtet wurden.

NICOLAISEN für Hafer (*Avena sativa* L.) sowie ISENBECK und v. ROSENSTIEL für Weizen (*Triticum aestivum* L.) gaben 1950 einen Literaturüberblick. Bei beiden Arten bestand ein deutlicher klimatischer Einfluss; insbesondere verminderte feuchtere Luft die Ein-

kreuzung. Die Fremdbefruchtungsrate von Weizen bewegte sich von <0,5-4 %. Bei Hafer wurde bis zu annähernd 10 % Fremdbefruchtung beobachtet und NICOLAISEN beschrieb Beispiele für den Einfluss verschiedener Morphotypen auf den Grad der Fremdbefruchtung. So waren bespelzte Hafer im Mittel in höherem Maße Selbstbefruchter als Nackthafer.

Mit Gerste (*Hordeum vulgare* L.) arbeitete DOLL (1987): Aus Kreuzungen zwischen Sommer- und Wintergersten hervorgegangene doppelt haploide Linien hatten bei Herbstsaat etwa 5 % und bei Frühjahrssaat etwa 0,5 % Fremdbefruchtung im Mittel. Diese Werte bewegen sich im Rahmen anderer von DOLL zitierter Literatur, wobei immer wieder Typen mit erheblich höherer Fremdbefruchtungsrate beobachtet wurden, abhängig auch von der Umwelt. An zehn Orten in Syrien sammelten PARZIES et al. (2000) Herkünfte einer Landsorte und fanden Fremdbefruchtungsraten von 0,2 bis 3 %. Mit zunehmenden jährlichen Schwankungen der Niederschläge und niedrigeren Temperaturen des kältesten Monats nahm die Fremdbefruchtung zu. Dass Populationen auch Änderungen im Anteil von Selbst- und Fremdbefruchtung durchlaufen können, wird aus einem von KAHLER et al. 1975 beschriebenen Experiment deutlich: In dem sogenannten Composite Cross V, das aus der Kreuzung von 30 Gerstensorten hervorging, wurde an einem Ort die Fremdbefruchtungsrate der 8., 19. und 28. Generation der Population bestimmt; sie nahm von 0,52 auf 0,88 und 1,24 % zu.

Zwei weitere Arten sollen hier erwähnt werden, obwohl sie eine Mittelposition zwischen Selbst- und Fremdbefruchtern einnehmen: An einer Sorte Sommerraps (*Brassica napus* L.) zeigten BECKER et al. (1992) den Einfluss der Umwelt auf die Fremdbefruchtungsrate: An 5 Orten in Schweden, Dänemark und Norddeutschland variierte sie von 12-47 %. An der Spitze der Blütenstände wurde 11 % Fremdbefruchtung beobachtet, an der Basis aber 39 %. Die Analyse weniger Einzelpflanzen ergab erhebliche Unterschiede.

LINK et al. (1994) fanden bei 48 Inzuchtlinien von *Vicia faba* L., der Acker- oder Puffbohne, Fremdbefruchtungsraten von 38,4 bis 72,5 %; je nach Umwelt variierte die Fremdbefruchtung von vier Inzuchtlinien von 42,7 bis 73,6 %. Der hier eigentlich interessante Punkt wird in dem Beitrag von LINK aus dem Jahr 1990 klar: Untersuchungen von Elternlinien und Kreuzungen bis zur F₃ zeigten, dass mit zunehmender Heterozygotie die Fremdbefruchtungsrate sank. Daraus lässt sich schließen, dass in einem Bestand Individuen, erblich bedingt, unterschiedlich zur Fremdbefruchtung beitragen können.

Die an Linsen beobachteten Sorten-, Jahres- und Ortsunterschiede wurden also an verschiedenen anderen Kulturpflanzen ebenfalls wahrgenommen, konnten aber nur in wenigen Fällen begründet werden, wie etwa durch Beobachtung der bestäubenden Insekten. Am wenigsten erforscht ist der unterschiedliche Beitrag einzelner Pflanzen zur Fremdbefruchtungsrate einer Population.

Die im Kapitel 3.6.3. geschilderten Versuche bestätigten die Verwendbarkeit der Keimblattfarbe als Merkmal zur Bestimmung der Fremdbefruchtung. Orange Keimblätter erwiesen sich wie erwartet als vollständig dominant über gelbe Keimblätter, das heißt, Fremdbefruchtungen wurden zuverlässig erkannt.

Der unerwartet niedrige Anteil von Samen mit orangen Kotyledonen im Nachbau heterozygoter Pflanzen könnte eine Auslese auf Gametenebene widerspiegeln. So schrieb RICK (1966), dass Gene, die die Gametenentwicklung beeinflussen, häufig in Folge von solchen unerwarteten Segregationen entdeckt wurden. Die meisten der bekannten Phänomene beziehen sich dabei auf die männlichen Gameten.

Nach FROVA und SARI-GORLA (1992) ist „Pollen-Konkurrenzfähigkeit das Resultat von Komponenten vor der Ausschüttung (Variabilität und Konkurrenz in der Anthere) und nach der Ausschüttung (Variabilität des Pollenkorns während der freien Phase, unterschiedliche Pollenkeimung, Wachstumsrate des Pollenschlauches, Interaktionen zwischen Pollen und Griffel und Befruchtungsfähigkeit des Pollens)“ (Übersetzung BH). Nach den AutorInnen beziehen sich die meisten Beispiele in der Literatur auf die Auslese während der aktiven Phase des Pollens; in einigen Untersuchungen führte eine Auslese des Pollens vor der Ausschüttung zu einer verbesserten Toleranz der Sporophyten gegen abiotische Stressfaktoren.

Die Haltbarkeit des Pollens sowie das Keimverhalten in der Gruppe von Pollenkörnern, die in der Regel gleichzeitig auf die Narbe gelangen, können unter entsprechenden Bedingungen zu einer Auslese in dieser Phase führen.

BIANCHI und LORENZONI (1975) fanden bei Mais neun „gametophytische Faktoren“ mit unterschiedlichem Einfluss auf die Pollenkeimung. SARI-GORLA et al. (1976) verglichen das Pollenschlauchwachstum von Mais-Inzuchtlinien: Das relative Wachstum variierte signifikant in Abhängigkeit von der Linie, die als weibliche Pflanze benutzt wurde. Interaktionen zwischen Pollen und Griffel können also erhebliche Auswirkungen haben, im Extremfall die gametophytische Selbstinkompatibilität.

Auf Seiten der Mutterpflanze könnte nach RICK (1966) eine Interaktion zwischen den vier Megasporen, die deren selektives Absterben steuert, die Frequenz von Merkmalen ändern, ohne die Fruchtbarkeit zu beeinflussen. Bei der Mehrheit der Angiospermen sterben drei der vier Megasporen ab und die vierte bildet den Embryosack.

In der selben Arbeit schildert RICK eine spezielle Allelkombination, die bei *Lycopersicon esculentum* zum Absterben von Pollen und auch von befruchteten Samenanlagen führt.

SIRKS (1923) und BOND (1927) brachten Beispiele für Gametenkonkurrenz bei *Pisum* und CORRENS (1902) eines aus seiner Arbeit mit Mais: In einer Kreuzung aus schwarzem Zuckermais (mit Dextrin als Reservestoff im Endosperm) und weißem Spitzkornmais (mit Stärke als Reservestoff im Endosperm) war der Anteil dextrinhaltiger Samen deutlich geringer als die erwarteten 25 %. Er konnte Konkurrenz der männlichen sowie der weiblichen Gameten nachweisen.

4.6. Schlussfolgerungen

Bereits nach sehr wenigen Generationen war eine standortspezifische Differenzierung nachweisbar. Die Linsensorten hatten trotz weitgehender Selbstbefruchtung ein mehr oder minder großes Entwicklungspotential. Es gibt Hinweise auf eine standortspezifische Anpassung an die Orte der Auslese, die allerdings statistisch nicht signifikant wurde.

Die Populationsentwicklung wurde auch durch die Methoden der Auslese bestimmt, allerdings gab es keine eindeutigen Ergebnisse zur Wirkung von natürlicher Auslese, Kalibrierung, Massenauslese und Einzelpflanzenauslese mit Prüfung der Nachkommenschaft. Gerade zur Bestimmung der Krankheitsanfälligkeit, Stresstoleranz und letztlich der Erträge und Ertragssicherheit müssten die Versuche fortgesetzt werden. In der praktischen Arbeit im gärtnerischen oder landwirtschaftlichen Betrieb steigt der Aufwand von der natürlichen Auslese über die Massenauslese zur Individualauslese erheblich und wird die Entscheidung für eine Methode oder eine Kombination von Methoden mit beeinflussen. Während natürliche Auslese ohne Veränderung der Art des Anbaus im Nachbau wirksam wird, braucht die aktive Auslese Zeit und Verbindlichkeit und im Fall der Individualauslese auch spezielle Techniken.¹

Durch eine Nachkommenschaftsprüfung konnten die drei verwendeten Sorten bezüglich ihrer Variabilität unterschiedlichen Typen zugeordnet werden; die stärkste standörtliche Differenzierung zeigte - wenig erstaunlich - die variabelste Sorte, die auch die höchste Fremdbefruchtungsrates aufwies. Bei der Arbeit mit unbekanntem Sorten oder Herkünften empfiehlt sich eine Nachkommenschaftsprüfung, um Morphotypen erkennen und beschreiben zu können. Dabei bestimmt die Zahl der Nachkommenschaften, ob auch seltenere Typen erkannt werden können; in dem hier vorgestellten Versuch war die Zahl von 100 Nachkommenschaften je Sorte eher gering gewählt. Nicht in jedem Jahr und an jedem Ort werden alle Phänomene deutlich. Insbesondere Differenzierungen in der Reifezeit waren in den eigenen Beobachtungen stark von der Umwelt abhängig.

Eine Problematik der Individualauslese gegenüber der Massenauslese ist die starke Einengung der Populationen (auf nur 20 Pflanzen im Versuch!) oder ein andernfalls sehr großer Aufwand. In der Massenauslese kann sehr einfach mit großen Beständen umgegangen werden. Eine Individualauslese erscheint dann sinnvoll, wenn einmalig stärker in eine Sorte eingegriffen werden soll, wie zum Beispiel zur Einengung des TKG-Spektrums.

Für die Arbeit in Genbanken wäre es für eine möglichst authentische Erhaltung der eingelagerten Muster wünschenswert, größere Populationen anzubauen. In den drei recherchierten Fällen gingen die Sorten durch einschneidende Populationsengpässe. Flaschenhälse durch phytomedizinische Probleme und andere Widrigkeiten müssten durch Rückgriff auf ältere Generationen ausgeglichen werden. Die Biographien von Genbankmustern - und damit unter Umständen auch ihre Authentizität - sind, wenn überhaupt, nur durch aufwändige Recherche zu ermitteln.

¹ Um den Anbau der Linse in Deutschland zu fördern, Kenntnisse in der Sortenpflege zu vermitteln und Bezugsquellen für Saatgut zu nennen, ist das Büchlein „Frischer Wind für eine alte Kulturpflanze – Speiselinse im ökologischem Anbau, ihre Geschichte und Verwendung“ erstellt worden. Es ist erhältlich bei Dreschflegel, Postfach 1213, 37202 Witzenhausen; Tel.: 05542-502744, Fax 05542-502758, dreschflegel@biologische-saaten.de oder www.dreschflegel.de

Saatgut der untersuchten Sorten sowie weiterer Linsen-Landsorten kann auch über das Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung, Von-Siebold-Str. 8, 37075 Göttingen vermittelt werden. Saatgut aus ökologischem Anbau ist erhältlich.

Im Sinne einer steigenden Agrarbioidiversität darf die Erhaltung ex situ nicht gegen Konzepte der hofgebundenen Saatgutarbeit ausgespielt werden. Wünschenswert und nötig ist die kompetente Sicherung noch vorhandener Kulturpflanzenformen und gleichzeitig die Verbesserung der Bedingungen, sie in die landwirtschaftliche und gärtnerische Praxis zurückzuführen. In passenden gesellschaftlichen und fachlichen Rahmenbedingungen können engagierte Menschen darüber hinaus neue Vielfalt entstehen lassen.

5. Zusammenfassung

Dieses Projekt ist aus einer Zusammenarbeit von Dreschflügel e.V. und dem Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung der Universität Göttingen entstanden. Gefördert wurde es durch das BMVEL im Rahmen des Forschungs- und Entwicklungs- Vorhabens im Agrarbereich für Umweltschutz 98UM142.

Der Verlust an inter- und intraspezifischer Vielfalt der Kulturpflanzen in den vergangenen Jahrzehnten war gravierend. Neben der fortschreitenden Zentralisierung der Pflanzenzüchtung und der Konzentration des Anbaus auf immer weniger Arten und Sorten gibt es auch entgegengesetzte Tendenzen. In der Regionalisierung der Saatgutarbeit soll neben anderen wirtschaftlichen Strukturen auch die spezielle Anpassung von Sorten an die Region bzw. die Wirtschaftsweise entwickelt werden.

Dieser Prozess der spezifischen Standortanpassung durch natürliche und aktive Auslese ist nur unzureichend untersucht. Es fehlt umfangreiches Wissen über die Anpassungsfähigkeit von Populationen, die bereits einem bestimmten Sortenbild entsprechen. Es gibt bisher keine experimentellen Arbeiten zur spezifischen Standortanpassung von Sorten durch verschiedene Ausleseverfahren; Untersuchungen also, in denen der Einfluss des Standortes von dem des Ausleseverfahrens getrennt werden kann. Für fremdbefruchtende Arten ist eine Populationsdynamik im Sinne einer Anpassung zu erwarten; für die hier vorgestellten Untersuchungen wurde jedoch ein Selbstbefruchter gewählt, um zu prüfen, welches Anpassungspotential selbst bei weitgehender Autogamie vorhanden ist.

Mit der (Wieder-) Entstehung der Saatgutarbeit in landwirtschaftlichen und gärtnerischen Betrieben wuchs auch das Interesse an wenig genutzten oder aus dem Anbau verschwundenen Arten und Sorten. Durch die Auswahl der Linse für diese Untersuchungen sollte auch ein Beitrag zur Erhöhung der Agrarbioidiversität geleistet werden. Linsen (*Lens culinaris* Medik.) wurden bis zum Ende des 19. Jahrhunderts in grösserem Umfang in Deutschland angebaut, vor allem auf armen, kalkreichen Böden. Im 20. Jahrhundert nahm der Anbau stark ab und ist heute fast erloschen, obwohl Linsen weiterhin ein geschätztes Nahrungsmittel sind. Mitteleuropäisches Saatgut gibt es nicht, aber Landsorten aus Genbankbeständen sind noch verfügbar und wurden für die Untersuchungen verwendet.

Ausgewählt wurden drei Sorten - Pisarecka Perla, Gestreifte Linse und Schwarze Linse - die sich unter anderem im Wuchstyp und der Samengrösse unterschieden. Das Ausgangssaatgut wurde auf drei Höfe verteilt und dort 1999 und 2000 nachgebaut. Verglichen wurden natürliche Auslese, positive Massenauslese und Einzelpflanzen-Auslese mit Prüfung der Nachkommenschaft sowie der Effekt einer Grösensortierung des Saatgutes. Die Versuche wurden durchgeführt

- auf dem Reinshof, dem konventionellen Versuchsbetrieb der Universität Göttingen auf lössbürtigem Lehm,
- in dem Demeter-Betrieb Kuhmuhne Schönhagen auf Tonboden und auf
- Hof Tangsehl, einem Demeter-Betrieb im Landkreis Lüneburg auf Sandboden.

Der Vergleichsanbau fand in einer Spaltanlage mit drei Wiederholungen 2001 auf dem Reinshof und in Tangsehl statt. Erfasst wurden agronomische und morphologisch-phänologische Eigenschaften.

In allen drei Jahren wurde die spontane Fremdbefruchtungsrate bestimmt. Kenntnisse zur spontanen Fremdbefruchtungsrate einer Art sind wichtig sowohl zum Verständnis der Populationsdynamik als auch zur Planung von Erhaltungs- und Vermehrungsmaßnahmen. Linsen gelten als Selbstbefruchter, werden aber in geringem Maße von Insekten besucht. Für die Jahre 1999-2001 wurden Fremdbefruchtungsraten von 0,06 - 5,1 % bestimmt. Der Grad der Fremdbefruchtung war stark abhängig von der Sorte, dem Jahr und auch dem Ort der Untersuchung. Die Versuche liessen erhebliche Unterschiede im Grad der Fremdbefruchtung zwischen Einzelpflanzen der gleichen Sorte vermuten.

In der Nachkommenschaftsprüfung 2000 wurde für Pisarecka Perla eine signifikante Variabilität für Merkmale wie den Beginn der Blüte und das Tausendkorngewicht (TKG) nachgewiesen. Verschiedene morphologische Gruppen wurden erkannt, die bereits je nach Standort in unterschiedlichen Anteilen vorhanden waren. Sie unterschieden sich in Frühzeitigkeit, Pigmentierung und Samengröße und wurden in den Vergleichsanbau 2001 aufgenommen. Die Korrelation von Merkmalen war standortspezifisch.

Trotz der Kürze des betrachteten Zeitraumes zeigte der Vergleichsanbau 2001 deutliche Unterschiede sowohl zwischen Herkünften als auch zwischen Auslesevarianten. Das Ausmaß, in dem Unterschiede in Erscheinung traten, war allerdings für die Sorten und die erfassten Merkmale unterschiedlich. Es deutete sich eine Standortanpassung an, also ein tendenziell höherer Ertrag bei Auslese am Prüfort. Sie war nur teilweise statistisch signifikant und für den Samenertrag deutlicher, als für den Strohertrag. Vermutlich würde eine standörtliche Anpassung durch wiederholten Vergleichsanbau und weitere Zyklen der Auslese deutlicher werden.

Die Populationsentwicklung wurde auch durch die Methoden der Auslese bestimmt: Die Größensortierung veränderte in jedem Fall das TKG im Nachbau; für die variabelste Sorte war die Veränderung signifikant. Die Auswirkung auf Ertrag und Gesundheit war uneindeutig. Zur Wirkung von natürlicher Auslese, Massenauslese und Individualauslese auf die Erträge gab es ebenfalls keine eindeutigen Ergebnisse; deutlich wurden aber Veränderungen in der Zusammensetzung der Populationen. Insbesondere für die variabelste der Sorten, Pisarecka Perla, waren die Veränderungen gravierend: Die Förderung früher, großsamiger und rötlicher Pflanzen in Schönhofen fand in allen drei Grundvarianten statt, am deutlichsten bei der Einzelpflanzen-Auslese. Auf dem Reinshof wirkte die Auslese in Richtung später Blüte, aber durch natürliche Auslese wurde das TKG erhöht und durch Massenauslese erheblich verringert. Die gleiche Beobachtung für das TKG wurde an den Tangsehler Herkünften gemacht. Die Tangsehler Herkünfte begannen zwischen denen der beiden anderen Orte zu blühen. Generell stieg das TKG bei natürlicher Auslese unerwartet an.

Die drei untersuchten Sorten gingen während ihres 38 bis 47-jährigen Aufenthaltes in der Genbank Gatersleben durch einschneidende Populationsengpässe. Für die Arbeit in Genbanken wäre es für eine möglichst authentische Erhaltung der eingelagerten Muster wünschenswert, größere Populationen anzubauen. Im Sinne einer

wachsenden Agrarbioidiversität darf die Erhaltung ex situ nicht gegen Konzepte der hofgebundenen Saatgutarbeit ausgespielt werden. Wünschenswert und nötig ist die kompetente Sicherung noch vorhandener Kulturpflanzenformen und gleichzeitig die Verbesserung der Bedingungen, sie in die landwirtschaftliche und gärtnerische Praxis zurückzuführen.

Insgesamt erscheint eine standortspezifische Sortenentwicklung in der hier geschilderten Weise als grundsätzlich sinnvoll.¹

Beständen umgegangen werden. Eine Individualauslese erscheint dann sinnvoll, wenn einmalig stärker in eine Sorte eingegriffen werden soll, wie zum Beispiel zur Einengung des TKG-Spektrums.

Für die Arbeit in Genbanken wäre es für eine möglichst authentische Erhaltung der eingelagerten Muster wünschenswert, grössere Populationen anzubauen. In den drei recherchierten Fällen gingen die Sorten durch einschneidende Populationsengpässe. Flaschenhälse durch phytomedizinische Probleme und andere Widrigkeiten müssten durch Rückgriff auf ältere Generationen ausgeglichen werden. Die Biographien von Genbankmustern - und damit unter Umständen auch ihre Authentizität - sind, wenn überhaupt, nur durch aufwändige Recherche zu ermitteln.

Im Sinne einer steigenden Agrarbioidiversität darf die Erhaltung ex situ nicht gegen Konzepte der hofgebundenen Saatgutarbeit ausgespielt werden. Wünschenswert und nötig ist die kompetente Sicherung noch vorhandener Kulturpflanzenformen und gleichzeitig die Verbesserung der Bedingungen, sie in die landwirtschaftliche und gärtnerische Praxis zurückzuführen. In passenden gesellschaftlichen und fachlichen Rahmenbedingungen können engagierte Menschen darüber hinaus neue Vielfalt entstehen lassen.

¹ Um den Anbau der Linse in Deutschland zu fördern, Kenntnisse in der Sortenpflege zu vermitteln und Bezugsquellen für Saatgut zu nennen, ist das Büchlein „Frischer Wind für eine alte Kulturpflanze – Speiselinse im ökologischem Anbau, ihre Geschichte und Verwendung“ erstellt worden. Es ist erhältlich bei Dreschflegel, Postfach 1213, 37202 Witzenhausen; Tel.: 05542-502744, Fax 05542-502758, dreschflegel@biologische-saaten.de oder www.dreschflegel.de

Saatgut der untersuchten Sorten sowie weiterer Linsen-Landsorten kann auch über das Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung, Von-Siebold-Str. 8, 37075 Göttingen vermittelt werden. Saatgut aus ökologischem Anbau ist erhältlich.

6. Literatur

- 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.
- ANDEWEG, J.M.; KOOISTRA, E. 1962: Gemüseerbsen. In: ROEMER, TH.; RUDORF, W.: *Handbuch der Pflanzenzüchtung*, Bd. VI: 407-438.
- ARRHENIUS, J. 1882: Om våra kulturväxters hemland samt deras fortgående utbredning mer och mer mot norden. *Kongl. Lantbruks-Akademiens Handlingar och Tidsskrift*, Stockholm: 283-291
- BALZER, F.M. 2000: Ganzheitliche standortgemäße dynamische Bodenbeurteilung. Verlag Ehrenfried-Pfeiffer Ausbildungs- und Forschungsstelle.
- BAUER, D. 2000: Qualitätsuntersuchungen an Möhren. *Katalog des Initiativkreises für Gemüsesaatgut aus biologisch-dynamischem Anbau*: 62-63.
- BAUER, D. 1999: Entwicklung der Möhrensorte "Rodelika". *Katalog des Initiativkreises für Gemüsesaatgut aus biologisch-dynamischem Anbau*: 7.
- BECKER, H.C. 2000: Einfluss der Pflanzenzüchtung auf die genetische Vielfalt. *Schriftenr. Vegetationskunde* 32: 87-94.
- BECKER, H.C.; BERGMANN, H.; JANTSCH, P.; MARGGRAF, R. 2003: Darstellung und Analyse von Konzepten des On-farm-Managements pflanzengenetischer Ressourcen unter besonderer Berücksichtigung der ökonomischen Rahmenbedingungen in Deutschland
<http://webdoc.sub.gwdg.de/ebook/y/2003/becker/on-farm-management.pdf>
- BECKER, H.C.; DAMGAARD, C.; KARLSSON, B. 1992: Environmental variation for outcrossing rate in rapeseed (*Brassica napus*). *Theor. Appl. Genet.* 84: 303-306.
- BECKER-DILLINGEN, J. 1929: *Handbuch des gesamten Pflanzenbaues einschliesslich der Pflanzenzüchtung*, Bd. 3: *Handbuch des Hülsenfruchterbaues und Futterbaues*. Parey: Berlin.
- BIANCHI, A.; LORENZONI, C. 1975: Gametophytic factors in *Zea mays*. In: MULCAHY, D.L. (Hrsg.) *Gamete competition in plants and animals*. Elsevier, Amsterdam: 257-264.
- BOND, C.J. 1927: The influence of pollen maturity and restricted pollination on a simple mendelian ratio in the pea. *Journ. Genetics* 17: 269-281. Zitiert nach Weiling (1985).
- BREMER, A.H. 1962. Salat (*Lactuca sativa* L.). In: ROEMER, TH.; RUDORF, W.: *Handbuch der Pflanzenzüchtung*, Bd. VI: 253-269.
- CLAR, S. 2002: Kommerzialisierung des Saatgutmarktes. In: BUKO Agrar Koordination (Hrsg.) 2002: *Biologische Vielfalt und Ernährungssicherung*. BUKO Agrar Dossier 25: 37-42.
- CLAR, S. 1999: Saatgut als politisches Transportmittel des westlichen Agrarmodells am Beispiel der Consultative Group on International Agricultural Research. Politikwissenschaftliche Magistra-Arbeit, Göttingen.

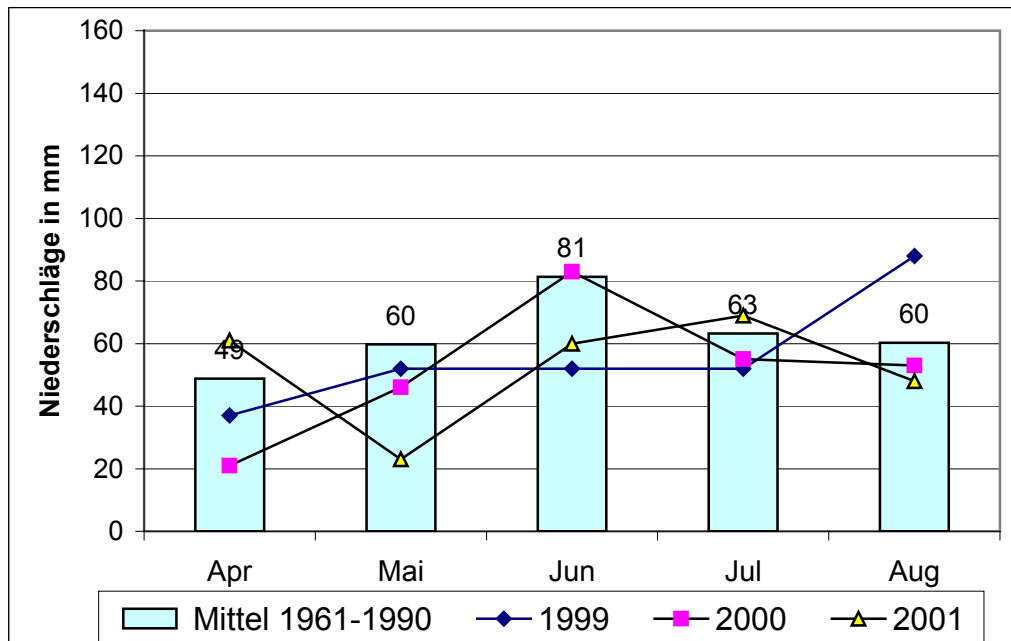
- Clar, S.; Wortmann, A. 2001: Saatgut und Pflanzenzüchtung für den ökologischen Gemüseanbau in Deutschland - Stand und Perspektiven. Dreschflegel e.V., Selbstverlag.
- CORRENS, C. 1902: Scheinbare Ausnahmen von der Mendel'schen Spaltungsregel für Bastarde. Ber. dtsh. bot. Ges. 20: 159-172.
- CURRENCE, T.M. 1962: Tomato breeding. In: ROEMER, TH.; RUDORF, W.: Handbuch der Pflanzenzüchtung, Bd. VI: 351-368.
- DAVID, J.L.; ZIVY, M.; CARDIN, M.L.; BRABANT, P. 1997: Protein evolution in dynamically managed populations of wheat: Adaptive responses to macro-environmental conditions. Theor Appl Genet 95: 932-941.
- DEMMLER, D. 2001: Wenn Drahtwürmer zur Plage werden. top agrar 5, 68-69.
- DE LEON, N.; COORS, J.G. 2002: Twenty-four cycles of mass selection for prolificacy in the Golden Glow maize population. Crop Sci. 42: 325-333.
- DOLL, H. 1987: Outcrossing rates in autumn and spring-sown barley. Plant Breeding 98: 339-341.
- EHRENTAUT, R. UND B. HORNEBURG 2003: Die Palmen Ostfrieslands - Viehfutter und Gemüse zugleich. Arche Nova, März 2003: 14-15. Fachzeitschrift der Vereine und Verbände zur Erhaltung gefährdeter Nutztierassen.
- ERSKINE, W. 1995: Plant morphology in lentil: Genetic variation and its exploitation. 2nd European Conference on Grain Legumes, Copenhagen.
- ERSKINE, W.; MUEHLBAUER, F.J. 1991: Allocyme and morphological variability, outcrossing rate and core collection formation in lentil germplasm. Theor. Appl. Genet. 83, S. 119-125.
- FALUYI, M.A.; WILLIAMS, W. 1981: Studies on the breeding system in lupin species: a) Self- and cross-compatibility in three european lupin species, b) percentage outcrossing in *Lupinus albus*. Z. Pflanzenzüchtg. 87: 233-239.
- FREE, J.B. 1993: Insect pollination of crops. Academic Press; London, San Diego, New York, Boston, Sydney, Tokyo, Toronto.
- FROVA, C.; SARI-GORLA, M. 1992: Pollen competition: Genetics and implications for plant breeding. In: DATTÉE, Y.; DUMAS, C.; GALLAIS, A. (Hrsg.): Reproductive biology and plant breeding. Springer, Berlin, Heidelberg, New York.
- FRUWIRTH, C. 1921: Handbuch des Hülsenfruchterbaues. Parey, Berlin.
- FRUWIRTH, C. 1914: Anbau der Hülsenfrüchte. Parey, Berlin.
- GÄDE, H. 1993: Beiträge zur Geschichte der Pflanzenzüchtung und Saatgutwirtschaft in den fünf neuen Bundesländern Deutschlands. Vorträge für Pflanzenzüchtung 23. Parey, Berlin und Hamburg.
- 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.

- HAMMER, K. 1998: Agrarbiodiversität und pflanzengenetische Ressourcen. Schriften zu genetischen Ressourcen Bd. 10. ZADI-IGR, Bonn.
- HAMM, W. 1850: Die Grundzüge der Landwirtschaft. 1. Bd.; Braunschweig.
- HEGI, G. 1924: Illustrierte Flora von Mitteleuropa. IV. Band, 2. Teil, S. 1501-1506. Carl Hanser, München.
- HEINE, H. 2000: Ergebnisse von Sortenprüfungen mit Dauermöhrensorten. Gemüse 9/2000: 15-17.
- HOF, C. 2002: Ertragsbildung und Konkurrenz von Linse (*Lens culinaris* Medik.) und Nacktgerste (*Hordeum vulgare* var. *nudum*) in Rein- und Gemengesaat. Bachelor-Arbeit am Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung der Universität Göttingen.
- HOFFMANN, G.M.; SCHMUTTERER, H. 1983: Parasitäre Krankheiten und Schädlinge an landwirtschaftlichen Kulturpflanzen. Stuttgart, Ulmer.
- HOFFMANN, W. 1961: Lein, *Linum usitatissimum* L. In: Handbuch der Pflanzenzüchtung, Bd. V: Züchtung der Sonderkulturpflanzen: 264-366.
- HORNEBURG, B. 1999: Landsorten der Linse aus Genbankbeständen – anbauwürdig auf Grenzertragsstandorten. Mitt. Ges. Pflanzenbauwiss. 12, 107-108.
- HORNEBURG, B. und BECKER, H. C. 1998: Landsorten der Linse - von der Genbank über den Acker in den Magen. Schriften zu Genetischen Ressourcen Bd. 8: Züchterische Nutzung pflanzengenetischer Ressourcen, S. 235-238.
- IBPGR und ICARDA 1985: Lentil descriptors. IBPGR, Rom.
- ISENBECK, K.; v. ROSENSTIEL, K. 1950: Weizen, *Triticum* L. In: Handbuch der Pflanzenzüchtung, Bd. 2: Die Züchtung der Hauptgetreidearten: 289-519. Parey, Berlin und Hamburg.
- JOHNSEN, Ø.; SKRØPPA, T. 1996: Adaptive properties of *Picea abies* progenies are influenced by environmental signals during sexual reproduction. Euphytica 92: 67-71.
- JOHNSEN, Ø.; SKRØPPA, T.; JUNTILA, O.; DÆHLEN, O.G. 1996: Influence of the female flowering environment on autumn frost-hardiness of *Picea abies* progenies. Theor. Appl. Genet. 92: 797-
- KAHLER, A.L.; CLEGG, M.T.; ALLARD, R.W. 1975: Evolutionary changes in the mating system of an experimental population of barley (*Hordeum vulgare* L.). Proc. Nat. Acad. Sci. USA 72: 943-946.
- KUHNHARDT, H. (Hrsg.) 1996: Sorten- und Saatgutrecht. Verlag Alfred Strothe.
- LINK, W.; EDERER, W.; METZ, P.; BUIEL, H.; MELCHINGER, A.E. 1994: Genotypic and environmental variation for degree of cross-fertilization in faba bean. Crop Sci. 34: 960-964.
- LINK, W. 1990: Autofertility and rate of cross-fertilization: crucial characters for breeding synthetic varieties in faba beans (*Vicia faba* L.). Theor. Appl. Genet. 79: 713-717.
- MUEHLBAUER, F.J. 1991: Registration of ‚Crimson‘ lentil. Crop Sci. 31: 1094-1095.

- MÜLLER, K.-J.; KUNZ, P.; SPIESS, H.H.; HEYDEN, B.; IRION, E.; KARUTZ, C. 2000: An overnational cereal circuit for developing locally adapted seeds of wheat. In: Alföldi, T.; Lockeretz, W.; Niggli, U. (Hrsg.): IFOAM 2000 – the world grows organic, Proceedings 13th International IFOAM Scientific Conference, Basel 28-31.8., vdf Hochschulverlag Zürich.
- NEUMANN, A. 2001: Ertragsbildung und symbiontische Stickstoff-Fixierung von Linse (*Lens culinaris* Med.) in Reinsaat und Gemenge mit Nacktgerste (*Hordeum vulgare* var. *nudum*). Diplomarbeit Agrarwissenschaften, Universität Göttingen.
- NICOLAISEN, W. 1950: Hafer, *Avena sativa* L. In: Handbuch der Pflanzenzüchtung, Bd. 2: Die Züchtung der Hauptgetreidearten: 224-288. Parey, Berlin und Hamburg.
- 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.
- PARZIES, H.K.; SPOOR, W.; ENNOS, R.A. 2000: Outcrossing rates of barley landraces from Syria. *Plant Breeding* 119: 520-522.
- PESCHKE, J. 1994: Inhaltsstoffe und Anfälligkeit von Möhren (*Daucus carota* L.) im Nacherntestadium unter dem Einfluss von Sorte, Herkunft und Anbaubedingungen. Fischer-Löw, Giessen. Dissertation aus dem Institut für angewandte Mikrobiologie der Justus-Liebig-Universität Giessen.
- RAMBOUSEK, FR. 1930: Über die Felddrahtwürmer. II. Biologischer Teil. *Zeitschrift für die Zuckerindustrie der Tschechoslovakischen Republik* Bd. 54: 197-201.
- RICK, C.M. 1966: Abortion of male and female gametes in the tomato determined by allelic interaction. *Genetics* 53: 85-96.
- SARI-GORLA, M.; BELLINTANI, R.; OTTAVIANO, E. 1976: Competitive ability of maize pollen. Interactions between genotypes of pollen and stylar tissues. *Maydica* 21: 77-88.
- SAURE, C.; KÜHNE, S.; HOMMEL, B. 2000: Untersuchungen zum Pollentransfer von transgenem Raps auf verwandte Kreuzblütler durch Wind und Insekten. In: Schiemann, J. (Hrsg.): Biologische Sicherheitsforschung bei Freilandversuchen mit transgenen Organismen und anbaubegleitendes Monitoring: Proceedings zum BMBF-Statusseminar, 29.-30.6.1999, Braunschweig. Jülich, Forschungszentrum.
- SCHMIDTKE, K.; NEUMANN, A.; HOF, C.; RAUBER, R.: Soil and atmospheric nitrogen uptake of lentil (*Lens culinaris* Medik.) and barley (*Hordeum vulgare* ssp. *nudum* L.) as monocrops and in mixed stands. Eingereicht in *Field Crops Research*.

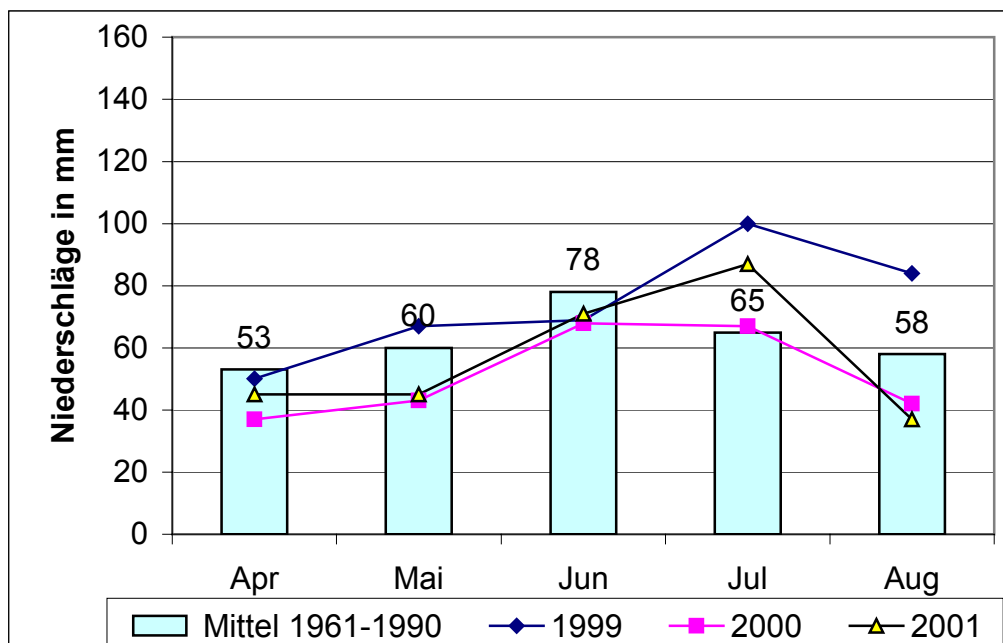
- SIRKS, M.J. 1923: Die Verschiebung genotypischer Verhältniszahlen innerhalb Populationen laut mathematischer Berechnung und experimenteller Prüfung. Mededeelingen Landbouwhoogeschool, Wageningen 26: 1-40. Zitiert nach Weiling.
- SKIBINSKI, D.O.F. et al. 1984: Aspartate aminotransferase allocyme variation in a germplasm collection of the domesticated lentil (*Lens culinaris*). Theor. Appl. Genet. 68, S.441-448.
- SPIEß, H., 1994: Chronobiologische Untersuchungen mit besonderer Berücksichtigung lunarer Rhythmen im biologisch - dynamischen Pflanzenbau. Institut für Biologisch - Dynamische Forschung, Schriftenreihe Band 3, Darmstadt.
- SPIEß, H. 1996: Was bringt derAnbau von „Hofsorten“? Vergleichende Untersuchungen zum langjährigen Nachbau von Getreide bei ökologischer Bewirtschaftung. Ökologie & Landbau 99: 6-10.
- SPIEß, H. 1990: Zur Frage der Herkunft des Saatgutes. Lebendige Erde 4/90: 234-243.
- STEFFAN-DEWENTER, I.; MÜNZENBERG, U.; BÜRGER, C.; THIES, C.; TSCHARNTKE, T. 2002: Scale-dependent effects of landscape context on three pollinator guilds. Ecology 83: 1421-1432.
- SUNESON, C.A. 1956: An evolutionary plant breeding method. Agron. J. 48, 188-191.
- TREß, K. 1999: Linsen: Nischenprodukt für den Hofladen. Bio-land 2/99: 30.
- UTZ, H.F. 1997: Plabstat. Ein Computerprogramm zur statistischen Analyse von pflanzenzüchterischen Experimenten. Version 2N. Institut für Pflanzenzüchtung und Populationsgenetik, Universität Hohenheim.
- VÖLKEL, G. 1993: Linsen - eine alte Kulturart neu entdeckt. Bio-land 3/93: 8-9.
- VON WISTINGHAUSEN, B. 2001: Die Züchtung des Spinats "Winterriesen", Stamm Verdil. Katalog des Initiativkreises für Gemüsesaatgut aus biologisch-dynamischem Anbau: 59-62.
- WALLACE, A.T.; HANSON, W.D.; DECKER, P. 1954: Natural cross-pollination in blue and yellow lupines. Agron. Journal 46: 59-60.
- WELLS, W.C.; ISOM, W.H.; WAINES, J.G. 1988: Outcrossing rates of six common bean lines. Crop Sci. 28: 177-178.
- WEILING, F. 1985: Zur Frage der angeblich "überzufällig großen Genauigkeit" der Versuche J.G. Mendels. Mitteilungen der Österreichischen Gesellschaft für Geschichte der Naturwissenschaften 5: 1-25.
- WILSON, V.E. UND TEARE, I.D. 1972: Effects of between- and within-row spacing of lentil yield. Crop Science 12, S. 507-510.
- WILSON, V.E.; LAW, A.G. 1972: Natural crossing in *Lens esculenta* Moench. J. Soc. Hortic. Sci. 97: 142-143.
- WILSON, V.E.; LAW, A.G.; WARNER, R.L. 1970: Inheritance of cotyledon color in *Lens culinaris* (Medic.). Crop Sci. 10, S. 205-207.

- WEMBER, Q. 2001: 200 Jahre Duwicker Möhren. Dreschflegel Saaten und Taten: 69-71.
- WU, X.; WU, N.; QIAN, X.; LI, R.; HUANG, F.; ZHU, L. 1998: Phenotypic and genotypic changes in rapeseed after 18 years of storage and regeneration. Seed Science Research 8, Supplement 1: 55-64.



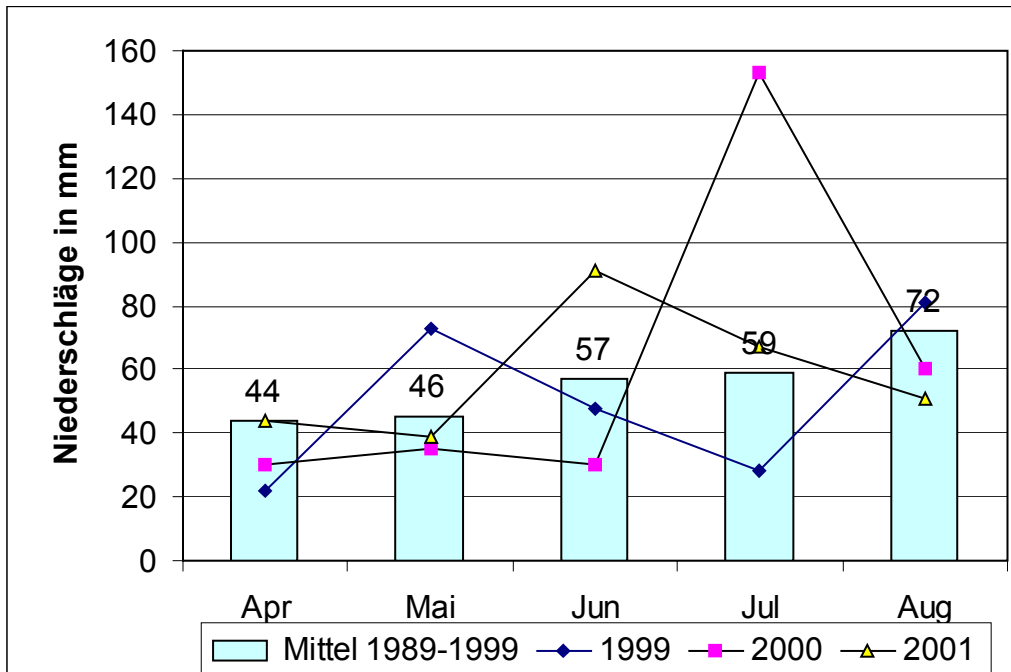
Daten der Wetterstation Göttingen des Deutschen Wetterdienstes

Abbildung A1: Monatliche Niederschläge April-August auf dem Reinshof 1999-2001



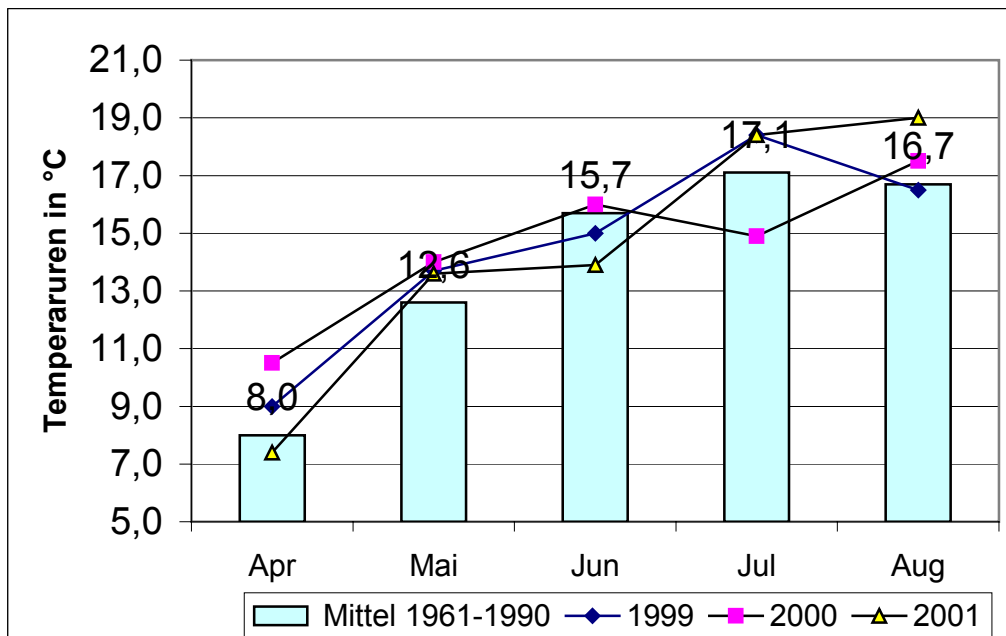
Daten der Wetterstation Leinefelde / Eichsfeld des Deutschen Wetterdienstes

Abbildung A2: Monatliche Niederschläge April-August in Schönhagen 1999-2001



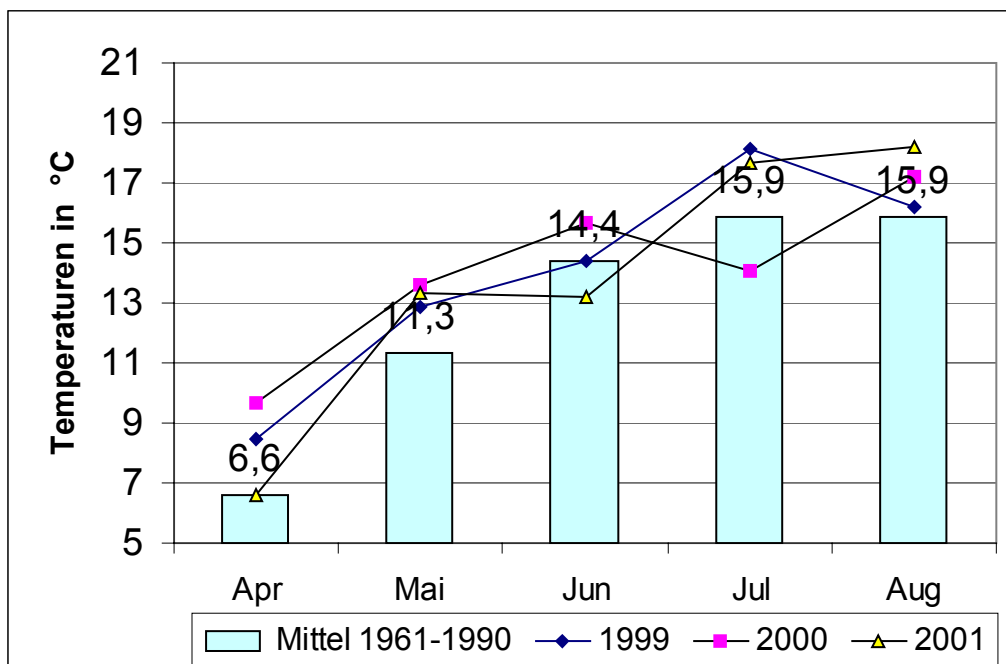
Daten auf Hof Tageohl erhoben

Abbildung A3: Monatliche Niederschläge April-August in Tangsehl 1999-2001



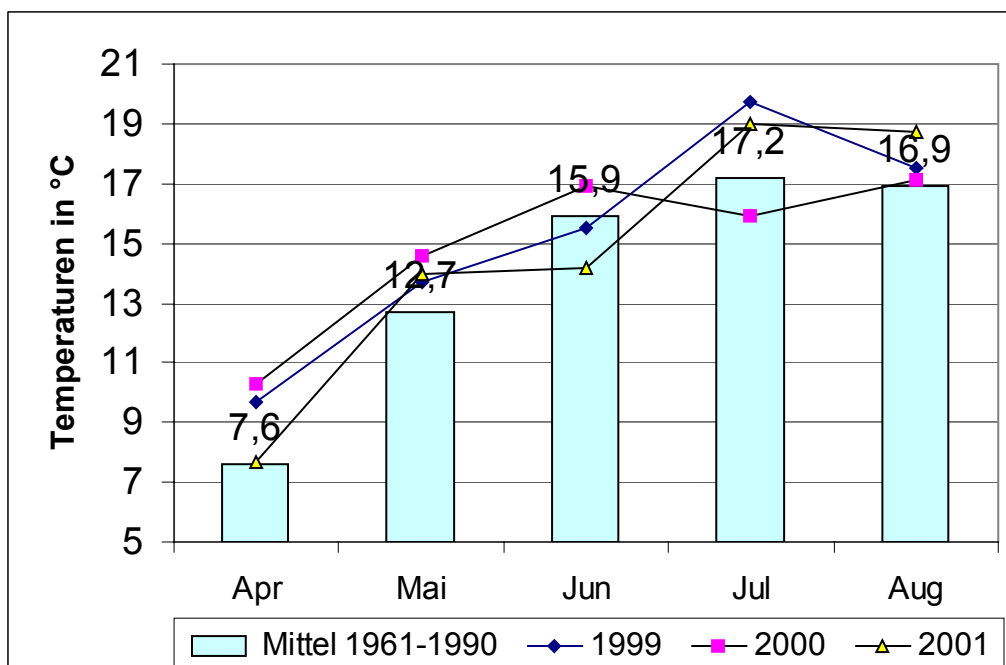
Daten der Wetterstation Göttingen des Deutschen Wetterdienstes

Abbildung A4: Monatliche Temperaturen April-August auf dem Reinshof 1999-2001



Daten der Wetterstation Leinefelde / Eichsfeld des Deutschen Wetterdienstes

Abbildung A5: Monatliche Temperaturen April-August in Schönhagen 1999-2001



Daten der Wetterstation Lüchow des Deutschen Wetterdienstes

Abbildung A6: Monatliche Temperaturen April-August in Tangsehl 1999-2001

Tabelle A1: Saat- und Erntedaten von drei Linsen-Landsorten 1997-2001

	Pisarecka Perla	Gestreifte Linse	Schwarze Linse	Bemerkungen
1997				
Reinshof	18.4.-20.8.	18.4.-20.8.	18.4.-20.8.	
Schönhagen	17.4.-4.9.	17.4.-4.9.	17.4.-4.9.	
Dannau	19.4.-25.8.	19.4.-25.8.	19.4.-25.8.	fast totreif, Ertragsmessungen wegen Wildschaden nicht möglich
1998				
Reinshof	23.4.-26.8.	23.4.-26.8.	23.4.-26.8.	
Schönhagen	1.5.-25.8.	1.5.-25.8.	1.5.-25.8.	
Oldendorf	18.4.-2.9.	18.4.-2.9.	18.4.-2.9.	extrem regenreiches Jahr
1999				
Reinshof	13.4.- 5.+9.8.	13.4. -9.8.	13.4. -9.8.	Pisarecka Perla: Samen fällt aus
Schönhagen	23.4.-24.8.	25.4. -24.8.	23.4.-11.8.	Natürliche Auslese alle am 11.8. geerntet
Tangsehl	16.4.-29.7.	16.4.-29.7.	16.4.-29.7.	totreif seit dem 24.7.
2000				
Reinshof	13.4.-18.8.	13.4.-18.8.	13.4.-18.8.	Natürliche Auslese 13.4.-15.8.; Nachkommenschaften 11.4.-4.8. (Schwarze und Gestreifte) bzw. 15.8. (Pisarecka Perla)
Schönhagen	12.4.-20.8.	12.4.-28.8.	12.4.-23.8.	Nachkommenschaften: 11.4. Pisarecka Perla und Schwarze, 12.4. Gestreifte; Natürliche Auslese 12.4.
Tangsehl	14.4.-10.8.	14.4.-10.8.	14.4.-10.8.	Die Gestreifte Linse war weniger gut abgereift als die anderen Sorten
2001				
Reinshof	24.4.-14.- 16.8.	24.4.- 14.-17.8.	24.4.- 10.-13.8.	
Tangsehl	23.4.-8.8.	23.4.-8.8.	23.4.-8.8.	

Tabelle A2: Pisarecka Perla; Nachkommenschaftsprüfung auf dem Reinshof 2000

Grau unterlegt sind die nach Ertrag ausgelesenen Nachkommenschaften.
Als frühreife Nachkommenschaften wurden ausgewählt: 4, 12, 14, 20, 22, 30, 32, 38, 47, 48, 53, 56, 60, 62, 64, 68, 70, 81, 89, 95

Nummer ¹⁾ der Nachkom- menschaft	rötl. Keim- linge	Blüte am 8.6. ²⁾	Blüte am 13.6.	Fieder- größe ³⁾	Krankheit am 7.7. ⁴⁾	Reife am 31.7. ⁵⁾	Reife am 15.8. ⁵⁾	Strohertrag in g	Samenertrag in g	TKG in g
1		1	3	7	10	1	2	457	164	62,9
2		1	3	5	40	2	3	319	112	42,7
3		3	3	5	30	2	3	276	71	42,1
4		3	3	5	20	2	3	336	177	45,9
5		2	3	7	20	2	3	290	96	56,3
6	+	3	3	7	20	2	3	289	98	66,7
7		3	3	7	30	2	3	329	118	47,7
8		2	3	7	30	2	3	325	118	47,3
9		2	3	7	30	2	3	291	98	45,3
10		0	3	7	10	1	2	402	180	61,5
11		0	3	7	5	1	2	373	143	62,3
12		2	3	5	40	2	3	313	166	46,7
13		3	3	7	40	2	3	314	90	42,1
14		2	3	5	30	2	3	321	137	41,5
15		3	3	7	30	2	3	300	71	44,6
16		2	3	7	40	2	3	310	103	41,0
17		0	3	7	5	1	2	575	188	64,2
18		1	3	7	20	2	3	320	121	45,1
19	+	3	3	7	5	2	3	271	80	63,6
20		3	3	7	30	2	3	380	137	42,3
21		3	3	5	40	2	3	230	44	41,1
22		1	3	5	10	2	3	347	151	47,5
23	+	3	3	7	20	2	3	299	74	70,9
24	+	3	3	7	30	2	3	266	57	64,0
25		2	3	7	20	2	2	327	119	43,2
26		2	3	7	20	2	3	300	97	45,4
27		3	3	7	40	1	2	316	45	39,9
28		2	3	7	10	2	2	338	92	43,3
29		0	3	7	10	1	2	433	139	64,5
30		1	3	5	40	2	3	400	125	42,5
31		2	3	7	20	2	3	335	81	41,3
32		3	3	5	10	2	3	360	132	40,5

Anhang

Nummer ¹⁾ der Nachkom- menschaft	rötl. Keim- linge	Blüte am 8.6. ²⁾	Blüte am 13.6.	Fieder- größe ³⁾	Krankheit am 7.7. ⁴⁾	Reife am 31.7. ₅₎	Reife am 15.8. ₅₎	Strohertrag in g	Samenertrag in g	TKG in g
33	+	3	3	7	30	2	3	267	87	62,5
34		0	3	7	10	1	2	490	177	63,3
35		0	3	7	10	1	2	443	119	65,1
36	+	2	3	5	20	2	3	320	87	65,2
38		2	3	5	20	2	3	323	124	45,9
39		2	3	5	40	2	3	292	61	40,2
40		0	3	7	20	1	2	507	142	66,6
41		0	3	7	10	1	2	481	158	65,4
42		2	3	7	40	2	3	393	123	40,1
44	+	3	3	7	20	2	3	290	176	70,6
45		2	3	7	30	2	2	366	109	41,9
46		0	2	7	5	1	3	386	121	65,8
47		3	3	5	20	2	3	336	142	45,3
48		2	3	7	30	2	3	343	141	47,8
49		0	3	7	20	1	2	433	170	66,0
50		0	3	7	20	1	2	346	169	63,7
51	+	3	3	7	30	2	3	232	94	59,4
52	+	3	3	5	20	2	3	253	146	68,4
53		3	3	7	30	2	3	357	151	43,4
54		2	3	7	30	2	3	316	162	45,9
55		1	3	7	5	1	2	472	128	61,2
56		2	3	7	20	2	3	343	159	43,7
57		2	3	7	5	1	2	491	164	64,4
58	+	3	3	7	20	2	3	285	113	70,3
59		0	3	7	10	1	2	440	162	64,4
60		3	3	7	30	2	3	352	166	45,3
61		1	3	7	5	1	2	476	125	57,7
62		2	3	7	10	2	3	408	145	45,1
63	+	3	3	7	10	2	2	343	146	67,6
64		2	3	7	5	2	3	363	233	49,8
65		2	3	7	20	2	3	321	85	42,9
66		3	3	7	20	2	3	264	105	42,5
67		2	3	7	10	1	3	390	165	45,1
68		2	3	7	10	2	3	402	204	49,7
69		2	3	5	20	2	3	329	87	44,5
70		2	3	7	20	2	3	368	179	47,5
71	+	3	3	7	20	1	2	299	118	69,5

Nummer ¹⁾ der Nachkom- menschaft	rötl. Keim- linge	Blüte am 8.6. ²⁾	Blüte am 13.6.	Fieder- größe ³⁾	Krankheit am 7.7. ⁴⁾	Reife am 31.7. ₅₎	Reife am 15.8. ₅₎	Strohertrag in g	Samenertrag in g	TKG in g
72		3	3	7	10	1	3	317	129	45,5
73	+	3	3	7	20	2	3	280	86	63,2
74		1	3	7	10	1	2	482	124	60,4
75		3	3	7	30	2	3	351	94	44,6
76		0	3	7	10	1	2	494	188	43,3
77	+	3	3	7	30	2	3	336	111	64,4
78		1	3	7	10	1	2	478	145	61,5
79		1	3	5	20	1	2	401	100	48,1
80		0	3	7	10	1	2	336	156	63,4
81	+	2	3	7	30	2	3	303	124	42,9
82		2	3	7	40	2	3	307	114	43,6
83		3	3	7	30	2	3	284	92	46,3
84		2	3	7	30	2	3	272	89	45,7
85		2	3	7	20	2	3	268	97	47,2
86		0	3	7	10	1	2	493	222	63,9
87		0	3	7	20	1	2	385	148	65,8
88		2	3	7	30	2	3	302	121	46,7
89		3	3	7	30	2	3	314	130	45,3
90		2	3	7	40	2	3	323	87	44,1
91		1	3	7	5	1	2	372	186	67,1
94		1	3	7	30	2	3	264	80	41,5
95		3	3	5	20	2	3	353	146	45,7
96		0	3	7	10	1	2	475	137	42,9
97		2	3	7	20	2	3	332	118	45,5
98		2	3	7	30	2	3	302	69	46,0
99		3	3	7	30	2	3	188	65	66,1
100		0	3	7	5	1	2	495	99	63,1
Mittel		1,83	2,99	6,64	21,2	1,69	2,68	351,8	125,3	52,5

¹⁾ da wenige Nachkommenschaften als nicht sortentypisch ausgeschieden wurden, fehlen Nummern

²⁾ die höhere Boniturnote bezeichnet die frühere Blüte

³⁾ 5=mittelgroße, 7=große Fiederblätter

⁴⁾ Bonitiert als % unnormal verfärbte Fläche

⁵⁾ die höhere Boniturnote bezeichnet die bessere Abreife

Tabelle A3: Pisarecka Perla; Nachkommenschaftsprüfung in Schönhagen 2000

Grau unterlegt sind die nach Ertrag ausgelesenen Nachkommenschaften.

Nummer der Nachkommenschaft ¹⁾	rötl. Keimlinge	Blüte am 6.6. ²⁾	Blüte am 10.6. ²⁾	Fiedergröße ³⁾	Krankheit am 5.7. ⁴⁾	Strohertrag in g	Samenertrag in g	TKG in g
1		0	0	7	10	170	55	59,1
2		0	1	7	10	135	77	61,5
4		0	1	7	20	165	88	61,1
5		0	0	7	20	105	46	61,6
6		0	1	7	10	210	109	57,5
7		0	0	7	40	200	80	60,5
8		0	0	7	30	195	78	64,2
9		0	0	7	10	220	81	59,1
10		0	0	7	20	215	98	59,9
11		0	2	5	10	120	93	47,6
12	+	2	3	7	5	190	157	73,7
13		0	2	5	60	100	65	42,9
14		0	2	5	20	100	63	43,4
15		0	1	5	30	95	68	44,2
16		0	2	5	40	115	73	46,0
17		0	2	5	40	120	80	45,9
18		0	0	5	30	100	41	60,4
19		0	1	5	30	115	81	42,7
20	+	1	3	5	20	120	54	68,7
21		0	1	7	40	105	60	61,8
22		0	1	7	30	200	91	60,1
23		0	1	5	40	85	52	46,7
24		0	0	7	40	105	50	56,3
25		0	1	7	20	175	73	58,5
26		0	0	7	10	220	83	59,3
27		0	1	7	5	210	94	59,7
28		0	0	5	10	230	135	42,5
29	+	2	3	7	10	190	144	61,5
30		0	3	7	20	110	93	44,5
31		0	0	7	50	155	60	56,5
32	+	2	3	7	30	205	141	72,5
33		0	2	7	20	200	90	61,1
34		0	1	7	10	200	96	69,9
35		0	1	7	30	235	123	62,3
36	+	2	3	7	5	125	91	71,8

Nummer der Nachkommenschaft ¹⁾	rötl. Keimlinge	Blüte am 6.6. ²⁾	Blüte am 10.6. ²⁾	Fiedergröße ³⁾	Krankheit am 5.7. ⁴⁾	Strohertrag in g	Samenertrag in g	TKG in g
37		0	1	7	30	160	95	62,9
38		0	1	7	20	175	120	62,5
39		0	1	5	20	110	79	46,1
40		0	2	7	5	220	112	63,3
41		0	0	7	10	180	100	61,4
42	+	3	3	5	10	115	75	61,7
43	+	2	3	5	30	120	100	57,3
44	+	2	3	5	20	100	96	70,0
45		0	1	5	10	130	100	45,8
47		0	0	7	10	235	106	61,9
48		0	1	7	5	175	126	63,2
49		0	1	7	30	145	80	59,6
50	+	3	3	7	5	180	135	72,5
51		0	2	5	10	180	33	46,2
52		0	3	7	10	165	32	65,4
53		0	1	7	10	200	99	61,7
54		0	0	7	5	205	94	62,9
55		0	1	7	30	235	66	67,4
56	+	2	3	7	30	110	75	76,8
57		0	1	7	10	205	102	64,5
58		1	3	5	5	165	124	44,0
59		0	1	5	5	240	130	50,8
60		0	1	7	10	220	124	59,4
61		0	3	5	5	170	114	44,1
62		0	0	7	5	195	77	63,1
64		0	1	7	10	155	90	60,3
65		0	0	7	20	190	86	64,8
66	+	3	3	5	20	215	163	75,9
67		0	0	7	10	245	162	61,7
68		0	0	7	5	165	94	61,3
69		0	1	7	10	215	100	60,6
70	+	2	3	5	20	150	115	74,5
71		0	0	7	5	225	85	63,7
72		0	0	7	30	145	45	56,8
73		0	0	7	20	155	64	61,7
74		0	0	7	20	195	95	60,4
75		0	0	7	5	200	84	64,9
76	4 Pfl.	1	2	7	30	215	99	64,6

Anhang

Nummer der Nachkommenschaft ¹⁾	rötl. Keimlinge	Blüte am 6.6. ²⁾	Blüte am 10.6. ²⁾	Fiedergröße ³⁾	Krankheit am 5.7. ⁴⁾	Strohertrag in g	Samenertrag in g	TKG in g
77		0	0	7	20	210	105	61,6
78		0	2	5	10	145	100	49,8
79		0	1	7	30	180	100	63,1
80		0	0	7	10	280	135	63,9
81		0	0	7	20	215	87	60,6
82		0	0	7	10	265	115	63,1
83		0	1	7	10	205	107	58,9
84	+	2	3	5	30	145	134	68,9
85		0	3	7	10	165	103	47,5
86		0	0	7	10	105	53	59,9
87	+	1	3	7	40	125	71	69,1
88		0	2	5	20	125	95	45,4
89		0	0	7	30	115	75	59,5
91		0	0	5	30	105	62	43,4
92		0	2	5	30	155	93	49,9
93		0	0	7	50	90	54	59,7
94		0	0	7	30	140	39	63,6
95		0	0	5	20	100	33	59,7
96		0	0	7	20	135	62	58,1
97		0	0	7	10	165	80	58,6
98	1 Pfl.	0	3	5	5	155	109	44,1
99		0	1	7	5	245	84	58,8
100		0	1	7	10	100	48	55,6
Mittel		0,32	1,18	6,40	19,07	166,8	89,4	58,89

¹⁾ da wenige Nachkommenschaften als nicht sortentypisch ausgeschieden wurden, fehlen Nummern

²⁾ die höhere Boniturnote bezeichnet die frühere Blüte

³⁾ 5=mittelgroße, 7=große Fiederblätter

⁴⁾ Bonitiert als % unnormal verfärbte Fläche

Tabelle A4: Pisarecka Perla; Nachkommenschaftsprüfung in Tangsehl 2000

Grau unterlegt sind die nach Ertrag ausgelesenen Nachkommenschaften. Da die Fläche einen starken Gradienten aufwies, wurde in einer Gruppenauslese jeweils die beste von 4 benachbarten Pflanzen ausgewählt.

Nummer der Nachkommenschaft ¹⁾	Blüte am 15.6. ²⁾	Blüte am 13.6. ²⁾	Krankheit am 19.7. ³⁾	Samenertrag in g	Strohertrag in g	TKG in g
1	3	3	30	65	238	68,5
2	3	3	60	74	113	53,5
3	3	3	50	51	178	69,1
4	3	3	20	56	132	67,9
5	3	3	90	28	34	49,9
6	3	3	90	31	36	49,3
7	3	3	80	35	47	73,7
8	3	3	30	20	43	63,6
9	3	3	30	11	16	45,3
10	3	3	80	26	42	44,1
11	3	3	20	*	*	*
12	3	3	80	*	*	*
13	3	3	30	25	47	63,9
14	3	3	90	*	*	*
15	3	3	20	*	*	*
16	3	3	40	33	47	62,5
17	3	3	30	*	*	*
18	3	3	30	*	*	*
19	3	3	90	*	*	*
20	3	3	90	*	*	*
21	3	3	50	*	*	*
22	3	3	100	*	*	*
23	3	3	50	*	*	*
24	3	2	80	*	*	*
25	3	2	30	*	*	*
26	3	2	20	*	*	*
27	3	2	20	*	*	*
28	3	3	70	*	*	*
29	3	3	70	22	32	47,2
30	3	2	30	*	*	*
31	3	2	10	10	26	63,3
32	3	3	20	12	30	58,7
33	3	3	40	20	41	46,1
34	3	2	20	20	48	60,1

Anhang

Nummer der Nachkommenschaft ¹⁾	Blüte am 15.6. ²⁾	Blüte am 13.6. ²⁾	Krankheit am 19.7. ³⁾	Samenertrag in g	Strohertrag in g	TKG in g
35	3	3	10	*	*	*
36	3	3	20	19	48	62,6
37	3	2	30	10	28	65,0
38	3	3	20	16	46	63,3
39	3	3	40	*	*	*
40	3	2	70	26	64	43,7
41	2	2	10	22	52	62,9
42	2	2	20	*	*	*
43	3	3	10	9	16	67,4
44	3	3	30	39	66	43,9
45	3	2	0	17	48	61,6
46	3	3	0	64	100	43,7
47	3	2	20	16	36	62,9
48	3	3	10	33	88	57,3
49	3	3	10	22	52	63,1
50	3	3	0	44	122	57,8
51	3	3	50	19	32	43,9
52	3	3	0	43	71	45,7
53	3	3	30	41	61	46,5
54	3	2	20	26	95	61,4
55	3	3	10	35	128	63,3
56	3	3	10	67	96	57,1
57	3	3	30	61	118	62,2
58	3	3	20	45	73	68,5
59	3	3	10	64	115	62,4
60	3	3	10	18	34	40,7
61	3	2	10	39	73	61,7
62	3	2	0	14	28	67,9
63	3	3	30	50	142	52,0
64	3	3	10	*	*	*
65	3	3	30	39	98	65,7
66	3	3	20	44	66	45,5
67	3	2	20	78	101	59,7
68	3	3	10	21	59	65,5
69	3	3	10	32	69	63,7
70	3	3	30	14	29	46,3
71	3	3	10	49	141	65,5
72	3	3	40	35	74	48,7

Nummer der Nachkommenschaft ¹⁾	Blüte am 15.6. ²⁾	Blüte am 13.6. ²⁾	Krankheit am 19.7. ³⁾	Samenertrag in g	Strohertrag in g	TKG in g
73	3	3	10	58	124	64,2
74	3	3	10	36	94	62,3
75	3	3	30	33	48	44,0
76	3	3	30	36	105	64,6
77	3	1	0	29	91	64,3
78	2	1	10	13	39	60,3
79	3	3	20	52	160	67,4
80	3	3	10	56	131	64,1
81	3	3	20	63	85	45,4
82	3	2	20	65	146	63,3
83	3	3	10	57	98	70,2
84	3	2	30	48	97	64,1
85	2	1	30	38	116	63,0
86	2	1	10	17	52	61,8
87	3	2	10	69	116	53,8
88	3	1	20	28	111	65,5
89	3	3	90	125	182	54,6
90	3	3	40	85	172	63,6
91	3	3	30	78	209	60,8
92	3	3	60	97	235	60,8
93	3	3	90	71	165	48,1
94	3	3	20	76	138	49,5
95	3	3	80	22	83	67,1
96	3	3	80	23	98	60,6
97	3	3	60	68	222	60,3
98	3	3	40	88	246	62,7
99	3	3	80	95	344	64,9
100	3	3	60	64	178	46,6
Mittel	2,95	2,7	34	41,8	95,0	58,40

¹⁾ da wenige Nachkommenschaften als nicht sortentypisch ausgeschieden wurden, fehlen Nummern

²⁾ die höhere Boniturnote bezeichnet die frühere Blüte

³⁾ Bonitiert als % unnormal verfärbte Fläche

* fehlender Wert

Schriften zu Genetischen Ressourcen

- Band 0 Begemann, F. und K. Hammer (Eds.) (1994)
Integration of Conservation Strategies of Plant Genetic Resources in Europe
Proceedings of an International Symposium on Plant Genetic Resources in Europe held in Gatersleben, Germany December 6-8, 1993. (vergriffen, im Internet)
- Band 1 **Erhaltung pflanzengenetischer Ressourcen in der Land- und Forstwirtschaft**
Tagungsband eines Symposiums vom 09. - 11. November 1994 in Witzenhausen
Hrsg.: J. Kleinschmit, F. Begemann und K. Hammer, 1995, 7,66 €
- Band 2 ***In-situ*-Erhaltung pflanzengenetischer Ressourcen in der Bundesrepublik Deutschland am natürlichen Standort und *on farm***
Tagungsband eines Symposiums vom 11. – 13. Oktober 1995 in Bogensee
Hrsg.: F. Begemann und R. Vögel, 1996, 7,66 €
- Band 3 **Zugang zu Pflanzengenetischen Ressourcen für die Ernährung und Landwirtschaft – der Diskussionsprozeß in Deutschland**
Hrsg.: F. Begemann, 1996, 7,66 €
- Band 4 **Evolution und Taxonomie von pflanzengenetischen Ressourcen – Festschrift für Peter Hanelt**
Hrsg.: R. Fritsch und K. Hammer, 1996, 7,66 €
- Band 5 **Vergleichende Aspekte der Nutzung und Erhaltung pflanzen- und tiergenetischer Ressourcen**
Tagungsband eines Symposiums vom 07. - 09. November 1996 in Mariensee
Hrsg.: F. Begemann, C. Ehling und R. Falge, 1996, 7,66 €
- Band 6 **Charakterisierung und Evaluierung von Koriander (*Coriandrum sativum* L.) und taxonomische Implikationen**
Axel Diederichsen, 1997, Dissertation, 7,66 €
- Band 7 **Bestimmung der optimalen Keimtemperatur für die routinemäßige Keimfähigkeitsbestimmung zahlreicher Arten aus dem Genus *Allium* L.**
Carl-Eckhard Specht, 1997, Dissertation, 7,66 €
- Sonderband **4. Internationale Technische Konferenz der FAO über Pflanzengenetische Ressourcen**
Konferenzbericht, Leipziger Deklaration, Globaler Aktionsplan und Weltzustandsbericht, kostenlos
- Band 8 **Züchterische Nutzung pflanzengenetischer Ressourcen – Ergebnisse und Forschungsbedarf**
Tagungsband eines Symposiums vom 29.09. - 01.10.1997 in Gatersleben
Hrsg.: F. Begemann, 1998, 7,66 €
- Band 9 **Abstammung der Europäischen Hausschafe und Phylogenie der eurasischen Wildschafe**
Arne Ludwig, 1998, Dissertation, 10,22 €
- Band 10 **Agrarbiodiversität und pflanzengenetische Ressourcen - Herausforderung und Lösungsansatz**
Karl Hammer, 1998, 7,15 €
- Band 11 **Populationsgenetische Untersuchung von Blei *Abramis brama*, Güster *Abramis bjoerkna*, Plötze *Rutilus rutilus* und Rotfeder *Scardinius erythrophthalmus* aus Gewässern des nordostdeutschen Tieflandes**
Christian Wolter, 1999, Dissertation, 7,66 €

- Band 12 **Dokumentation und Informationssysteme im Bereich pflanzengenetischer Ressourcen in Deutschland**
Hrsg.: F. Begemann, S. Harrer, J.D. Jiménez Krause, 1999, 8,69 €
- Band 13 **Erhaltung und Nutzung regionaler landwirtschaftlicher Vielfalt – von der Verpflichtung zur Umsetzung**
Hrsg.: A. Oetmann-Mennen und F. Stodiek, 2000, 5,11 €
- Band 14 **Regeneration adulter *Malus*-Unterlagen**
B. Feuerhahn, 2000, Dissertation, 10,22 €
- Band 15 **Erhaltung und nachhaltige Nutzung genetischer Ressourcen der Zierpflanzen**
Tagungsband eines Symposiums vom 27. - 28. September 2000
Hrsg.: F. Begemann und P. Menzel, 2001, 6,64 €
- Band 16 **Nutzung genetischer Ressourcen – ökologischer Wert der Biodiversität**
Hrsg.: K. Hammer und Th. Gladis, 2001, 8,18 €
- Band 17 **Vielfalt auf den Markt**
Tagungsband eines Symposiums vom 5. - 6. November 2001
Hrsg.: F. Begemann und Landesschafzuchtverband Niedersachsen e.V., 9,- €
- Band 18 **Wildpflanzen als Genetische Ressourcen**
Julia Forwick-Kreuzer, 2003, Dissertation, 24,- €
- Band 19 **Biodiversität der Gattung *Ocimum* L., insbesondere der Kultursippen**
Sabine Eckelmann, 2003, Dissertation, 10,- €
- Band 20 **Biologische Vielfalt für Ernährung, Land- und Forstwirtschaft**
Tagungsband eines Symposiums am 19. September 2002
Hrsg.: F. Begemann, 9,- €

Weitere Publikationen, die beim IBV angefordert werden können:

- BMVEL (Hrsg.) (1996)
Nutzpflanzen – Vielfalt für die Zukunft
Deutscher Bericht zur Vorbereitung der 4. Internationalen Technischen Konferenz der FAO über pflanzengenetische Ressourcen vom 17. - 23. Juni 1996 in Leipzig. (erhältlich beim IBV, kostenlos)
- BMVEL (Ed.) (1996)
Plant Genetic Resources for Food and Agriculture.
German National Report for the preparation of the 4th International Conference on Plant Genetic Resources (erhältlich beim IBV, kostenlos)
- BMVEL (Hrsg.) (2002)
Biologische Vielfalt in der Land-, Forst- und -Fischereiwirtschaft.
Informationsbroschüre. (beim BMVEL oder IBV erhältlich, kostenlos)
- BMVEL (Hrsg.) (2002)
Biological Diversity in Agriculture, Forestry and Fisheries
Informationsbroschüre. (beim BMVEL oder IBV erhältlich, kostenlos)
- IGR/AID (1996)

Noahs Neffen - vom Erhalt der genetischen Ressourcen

Videofilm, 30 Minuten. Der Film kann für 15,28 € beim AID, Konstantinstr. 124, 53179 Bonn, bestellt werden.

■ IGR/AID (1996)

Noah`s Nephews

Video, 30 minutes. Available from AID, Konstantinstr. 124, 53179 Bonn, Germany, 15,28 €.

Alle Publikationen sowie weitere relevante Informationen sind im Internet verfügbar unter der URL:
http://www.zadi.de/ibv/igr_publication.htm

Themenrelevante Bände der BMVEL-Schriftenreihe "Angewandte Wissenschaft"

Heft 388 Pflanzengenetische Ressourcen

7,66 €

Heft 422 Pflanzengenetische Ressourcen – Situationsanalyse und Dokumentations-systeme

7,15 €

Heft 465 Biologische Vielfalt in Ökosystemen – Konflikt zwischen Nutzung und Erhaltung

Symposium der Arbeitsgruppe "Ökosysteme/Ressourcen" des Senats der Bundesforschungsanstalten im Geschäftsbereich des BML vom 22. bis zum 24. April 1997,
14,40 €

Heft 487 Genetische Ressourcen für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten

BML-Konzeption zur Erhaltung und nachhaltigen Nutzung genetischer Ressourcen für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten, 4,60 €

Heft 493 Molekularische Differenzierung verschiedener Rotviehpopulationen

4,60 €

Heft 494 Biologische Vielfalt mit der Land- und Forstwirtschaft

Symposium der Arbeitsgruppe "Ökosysteme/Ressourcen" des Senats der Bundesforschungsanstalten im Geschäftsbereich des BMVEL vom 15. – 17. Mai 2001,
15,00 €

Diese Bände sind zu beziehen beim:

Landwirtschaftsverlag GmbH, Leserservice, 48084 Münster

Die Bände 465, 487, 493 und 494 sind im Internet verfügbar unter:

<http://bmvel.zadi.de/anwis>

Lebenslauf

Geboren am 24.7.1965 in Hamburg als einziges Kind von Waltraud und Werner Horneburg.

1971 bis 1975 Besuch der Grundschule Ludwigstraße und 1975 bis zum Abitur 1984 des Gymnasiums Dörpsweg.

September '84 bis April '86 Zivildienst in der Sozialstation Lurup-Osdorfer Born in Hamburg.

Mai '86 bis Mai '87 Arbeit und Leben in der Dorfgemeinschaft Hogganvik Landsby in Südwest-Norwegen. Gestaltung eines befriedigenden Lebens- und Arbeitsumfeldes für sogenannte geistig behinderte Erwachsene. Hauptarbeitsbereich Land- und Forstwirtschaft.

September '87 bis Juni '88 Studienjahr biologisch-dynamische Landwirtschaft und Gartenbau am Emerson College, Sussex, England.

Zum Wintersemester '88 Beginn des Studiums der Biologie in Göttingen. Schwerpunkte Botanik, landwirtschaftliche Bodenkunde und Phytomedizin. Diplom 1994 mit der Arbeit: Sortenabhängigkeit von Entwicklungsverlauf und Nachernteverhalten bei Möhre und Kopfsalat in biologisch-dynamischem und konventionellem Anbau.

1990 Mitbegründung der AG für biologisches Saatgut, später umbenannt in Dreschflegel. Seither auch Mitarbeit im Initiativkreis für Gemüsesaatgut aus biologisch-dynamischem Anbau.

1991 und '92 Gemüsesamenbau und Auslesezüchtung im Gärtnerhof Etzenborn und ab 1995 Samenbau und Auslesezüchtung von Gemüse, Kräutern und bedrohten Kulturpflanzen in der Kuhmuhne Schönhagen in Thüringen, beides Demeter-Betriebe.

Winter 1995/96 Studienvorhaben zu den sozialen und politischen Hintergründen von Sortenwechsel bei Kartoffeln im Hochland von Bolivien. Abschlussbericht: El cambio de variedades de papa en algunas comunidades en la sección Independencia, Ayopaya, Departamento Cochabamba.

Seit 1999 Arbeit als wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung der Universität Göttingen.