



**Vergleich der Anbaueignung
verschiedener Ölpflanzenarten und -sorten
für den Ökologischen Landbau unter den Aspekten
Speiseölgewinnung und Eiweißquelle**

Erstellt von:

Universität Hohenheim

Institut für Pflanzenbau und Grünland

Fruwirthstraße 23, D-70599 Stuttgart

Tel.: +49 711 459-4114, Fax: +49 711 459-2297

E-Mail: claupein@uni-hohenheim.de

Internet: <http://www.uni-hohenheim.de>

Gefördert vom Bundesministerium für
Verbraucherschutz, Ernährung und Landwirtschaft
im Rahmen des Bundesprogramms Ökologischer Landbau

Dieses Dokument ist über <http://forschung.oekolandbau.de> verfügbar.



Schlussbericht

31.01.2005



| | |
|--|---------------------------------------|
| Zuwendungsempfänger: Universität Hohenheim, Inst. f. Pflanzenbau und Grünland | FKZ: 02OE434 |
| Antragsteller: Prof. Dr. W. Claupein | Projektbearbeitung: Dr. C. Reinbrecht |
| Vorhabenbezeichnung: Vergleich der Anbaueignung verschiedener Ölpflanzenarten und -sorten für den Ökologischen Landbau unter den Aspekten Speiseölgewinnung und Eiweißquelle | |
| Laufzeit des Vorhabens: 01.10.2002 – 30.09.2004 | |
| Berichtszeitraum: 01.10.2002 – 23.12.2004 | |
| Zusammenarbeit mit: Universität Göttingen, Prof. Dr. H.C. Becker und Dr. Sabine von Witzke-Ehbrecht, Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung, Von-Siebold-Str. 8, 37075 Göttingen Universität Giessen, Prof. Dr. W. Friedt u. Dr. W. Luehs, Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung I, Heinrich-Buff-Ring 26-32, 35392 Giessen Bundesforschungsanstalt für Ernährung und Lebensmittel, Institut für Lipidforschung (BFEL), Dr. B. Matthäus, Piusallee 76, 48147 Münster Fa. Agrartest, H.-W. Scherf, Palmbachstraße 37, 65326 Aarbergen-Panrod Institut für umweltgerechte Landbewirtschaftung (IfUL), Dr. R. Vetter, Auf der Breite 7, 79379 Müllheim Verein zur Erhaltung und Rekultivierung von Nutzpflanzen in Brandenburg (VERN) e. V., R. Vögel, Burgstraße 20, 16278 Greiffenberg Naturland e. V., W. Vogt-Kaute, Fachberater, Kleinhaderner Weg 1, 82166 Gräfelfing FiBL Berlin e.V., Dr. K.-P. Wilbois, Rungestrasse 19, 10179 Berlin | |

Inhaltsverzeichnis

| | |
|---|----|
| 1. Ziele und Aufgabenstellung des Projekts, Bezug des Vorhabens zum Programm zur Förderung von Forschungs- und Entwicklungsvorhaben sowie von Maßnahmen zum Technologie- und Wissenstransfer im Ökologischen Landbau..... | 3 |
| 1.1 Planung und Ablauf des Projekts..... | 4 |
| 1.2 Wissenschaftlicher Stand, an den angeknüpft wurde | 6 |
| 2. Material und Methoden | 12 |
| 2.1 Etablierung der Feldexperimente..... | 12 |
| 2.1.1 Teilprojekt A..... | 12 |
| 2.1.2 Teilprojekt B..... | 14 |
| 2.2 Wachstumsverlauf und Beobachtungen während der Vegetationsperiode 2003..... | 16 |
| 2.3 Merkmalerfassung und statistische Verrechnung..... | 18 |
| 3. Ergebnisse und Diskussion..... | 20 |
| 3.1 Teilprojekt A..... | 20 |
| 3.1.1 Artenvergleich | 20 |
| 3.1.2 Zusätzliche Untersuchungen bei Leindotter | 33 |
| 3.2 Teilprojekt B | 36 |
| 3.2.1 Erhebungen bis Ende 2003 bei Saflor | 36 |
| 3.2.3 Zusätzliche Qualitätsuntersuchungen bei Saflor | 45 |
| 3.2.4 Ergebniszusammenfassung und Diskussion Saflor | 48 |
| 3.2.5 Erhebungen bis Ende 2003 bei Leindotter | 49 |
| 3.2.6 Zusätzliche Qualitätsuntersuchungen bei Leindotter | 53 |
| 3.3. Schlussfolgerungen, Nutzen und Verwertbarkeit der Ergebnisse..... | 58 |
| 3.3.1 Teilprojekt A..... | 58 |
| 3.3.2 Teilprojekt B..... | 59 |
| 4. Zusammenfassung / Summary | 62 |
| 5. Gegenüberstellung der geplanten und der erreichten Ziele..... | 63 |
| 6. Literatur..... | 64 |
| 7. Anhang | 66 |

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

In Deutschland werden im Ökologischen Landbau fast keine Ölpflanzen angebaut, obwohl die Nachfrage nach ökologisch erzeugtem Pflanzenöl sehr groß ist. Zusätzlich besteht ein eklatanter Mangel an betriebseigenen Quellen für pflanzliches Protein, das für die Fütterung von Schweinen und Hühnern verwendet werden kann. Der Anbau geeigneter Ölpflanzen könnte beide Probleme lösen, da die bei der Ölpressung entstehenden Schrote bzw. Presskuchen in der Regel eine hochwertige Eiweißquelle darstellen.

Welche Ölpflanzenart für den Ökologischen Landbau, vorrangig mit Blick auf die Speiseölgewinnung und den Wert des im Pressrückstand enthaltenen Eiweißes, von Vorteil ist, war bisher unklar und ein erklärtes Ziel der vorliegenden Forschungsarbeit:

1. Anhand von je 10 Genotypen von Winterraps/Winterrüben, Sonnenblume, Sojabohne, Saflor und Leindotter sollte die relative Vorzüglichkeit der angebauten Prüfvarianten hinsichtlich Produktionstechnik, Ertrag, Qualität und der Verwertungseigenschaften bewertet werden (Teilprojekt A).
2. Ferner sollte bei Leindotter und Saflor als den Pflanzenarten mit den in der Vergangenheit geringsten Aktivitäten hinsichtlich des Auffindens adaptierter bzw. für den Ökologischen Landbau geeigneter Sorten ein im Jahre 2002 begonnenes Genotypen-Screening anhand einer aus dem Ursprungssortiment selektierten Fraktion von 100 Herkünften fortgeführt werden (Teilprojekt B).

Wissenschaftliche und technische Arbeitsziele

Folgende Ziele sollten in **Teilprojekt A** verfolgt werden:

- Beurteilung der Kulturarten Winterraps/-rüben, Sonnenblume, Saflor, Leindotter und Soja mit jeweils zehn Sorten auf ihre relative Vorzüglichkeit als Ölpflanze für den Ökologischen Landbau
- Bewertung der betrachteten 50 Kombinationen auf ihre relative Vorzüglichkeit als Eiweißlieferant für den Ökologischen Landbau
- Beurteilung der Ertrags-, Schädlings- und Krankheitssituation sowie des Unkrautunterdrückungsvermögens dieser Varianten unter ökologischer Anbauweise
- zusammenfassende Bewertung der Ergebnisse und Empfehlungen für praktische Einsatzmöglichkeiten im Ökologischen Landbau unter Berücksichtigung ökonomischer Aspekte.

Teilprojekt B hatte zum Ziel,

- eine höhere Zahl bereits vorselektierter Leindotter- und Saflorgenotypen auf ihren Wert als Ölpflanze und Eiweißquelle für den Ökologischen Landbau zu evaluieren
- die Akzessionen erstmalig auf ihre Ertragsfähigkeit zu untersuchen
- in diesem Material Resistenz- und Qualitätsaspekte näher zu beleuchten, um
- letztlich eine oder mehrere anbauwürdige, zur Speiseölerzeugung nutzbare Sorte(n) für den Ökologischen Landbau zu finden.

Bezug zum Förderprogramm

Die vorliegenden Ergebnisse kommen wesentlichen Zielen des Bundesprogramms Ökologischer Landbau nach, nämlich Entwicklungsarbeit auf dem wenig erforschten Gebiet der Speiseölerzeugung zu betreiben und die Versorgungslücke betriebseigenen Eiweißes schließen zu helfen. Weiterhin ist es ein Ziel des Vorhabens, den Technologietransfer (Benennung und Bereitstellung möglicher geeigneter Ölpflanzengenotypen für den Anbau) zu unterstützen und zu versuchen, durch die bisher vorgenommenen bzw. noch vorgesehenen Publikationen den Informationsfluss zum Thema Ölpflanzenanbau in die praktische Landwirtschaft und die Verarbeitung nachhaltig zu verbessern. Da eine Ausdehnung des Ölpflanzenanteils in der Fruchtfolge dringend notwendig ist, kann langfristig eine Erweiterung des ohnehin bedeutungsarmen Ölpflanzenanbaues im Ökologischen Landbau erwartet werden.

1.1 Planung und Ablauf des Projekts

Die praktischen Versuche waren für die Vegetationsperiode 2002/2003 geplant worden (Abb. 1). Das Teilprojekt A begann bereits im Spätsommer 2002 mit den **Aussaatvorbereitungen** von **Winterraps** und **-rüben**. Diese Arbeiten und die Aussaat wurden noch in Eigenleistung von den Projektbeteiligten organisiert. Für einige der geplanten Saflor- und Leindotter-Herkünfte beider Teilprojekte mussten im Winter 2002/03 **Vorvermehrungen** (Gewächshaus/ Hohenheim) angelegt werden, damit zur Frühljahrsaussaat genügend Saatgut zur Verfügung stand. Die **Aussaatvorbereitungen** und die **Aussaat** der **übrigen Arten** der Teilprojekte A und B sowie die weitere **Betreuung der Versuche** im Feld, **Beerntung** und **Probenaufarbeitung** beider Teilprojekte waren dann, wie vorgesehen, die Aufgabenschwerpunkte im Jahr 2003 (vgl. auch Abb. 2). Der **analytische Teil** (Bestimmung der Ölgehalte und der Fettsäuremuster) schloss sich unmittelbar daran an. In Teilprojekt A wurden diese Arbeiten als Unterauftrag an der Universität Giessen

durchgeführt. Die Fettsäuremuster bei Teilprojekt B wurden im Herbst 2003 in Göttingen bestimmt.

Gemäß dem Gutachterwunsch wurden die Untersuchungen des Ölgehaltes in Teilprojekt B mit einer Standardmethode durchgeführt. Ebenfalls wurden verschiedene Parameter zur Charakterisierung der Oxidationsstabilität sowie sensorischer Eigenschaften in die Bewertung des Leindotteröls einbezogen. Diese zusätzlichen Analysen wurden im Laufe des Jahres 2004 am Institut für Lipidforschung der BFEL in Münster durchgeführt.

Die vorgesehene Teilzeitstelle als Technische Assistentin für Hohenheim wurde durch Frau Eva Schmidt bekleidet, die über langjährige Erfahrungen im Versuchswesen verfügte und somit dem geplanten Vorhaben ohne Einarbeitungszeiten zur Verfügung stand. Ab dem Frühjahr 2003 war die Unterstützung durch wissenschaftliche Hilfskräfte vorgesehen, da das Arbeitsaufkommen (mechanische Unkrautbekämpfung, Wegepflege, Messungen, Ernte, Aufarbeitung, Ölgehaltsbestimmung) in diesem Zeitabschnitt die Kapazitäten der halben technischen Stelle erheblich überstieg.

Am Standort Göttingen wurden alle anfallenden Arbeiten für Teilprojekt B (Aussaatvorbereitungen, Versuchsdurchführung, Ernte, Probenbereitstellung und Fettsäure-Analytik) im Sommer 2003 durch Frau Britta Apelt, die halbtags tätig war, vorgenommen. Unterstützend wurden hier ebenfalls studentische Hilfskräfte benötigt.

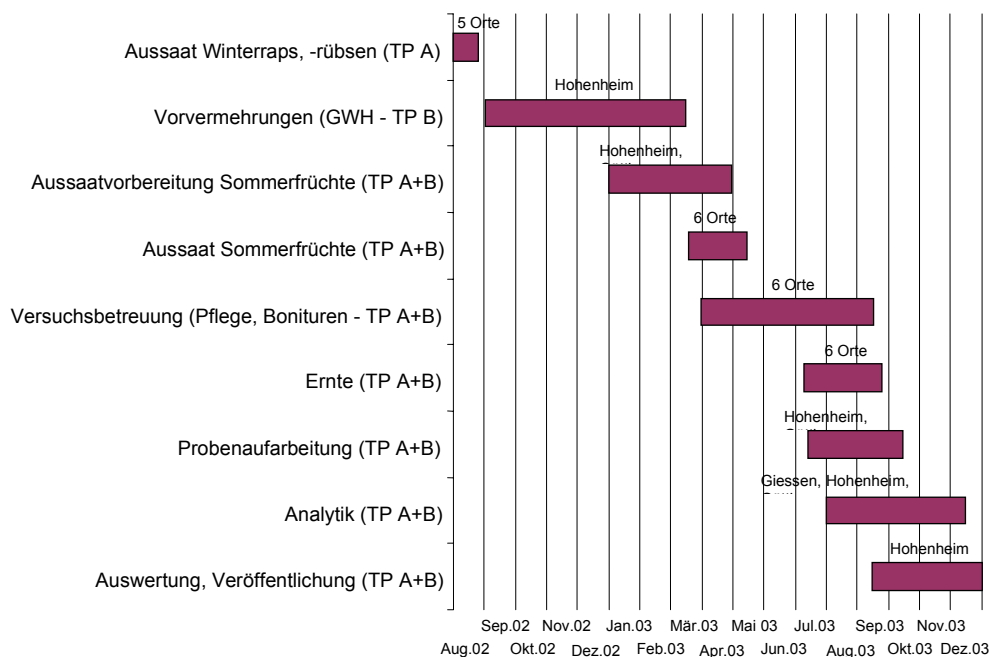


Abb. 1: geplanter zeitlicher Ablauf des Vorhabens zur Zeit der Antragstellung

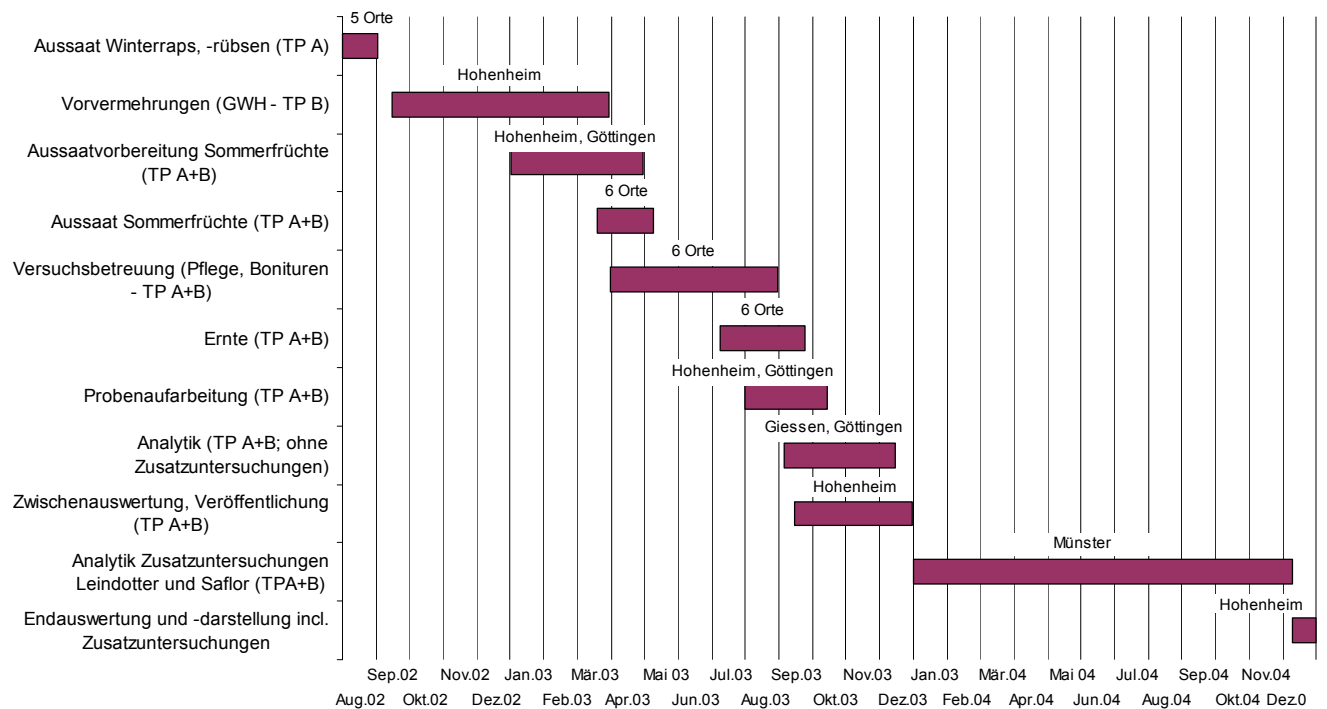


Abb. 2: Zeitlicher Ablauf des Vorhabens im Rückblick

Die fachliche und wissenschaftliche Umsetzung des Projektes oblag Herrn Dr. Carsten Reinbrecht. Er war für die Betreuung der Versuche zuständig: die Koordination und Durchführung von Aussaat, Pflege, Bonituren, Ernte und Probenaufarbeitung, die Koordination der Analytik sowie die Auswertung, Interpretation, Berichterstattung und Veröffentlichung der Ergebnisse. Das ursprünglich geplante Ende der Projektlaufzeit war der 31.12.2003; unter Einbezug der Zusatzuntersuchungen ergab sich als Projektende der 31.12.2004.

1.2 Wissenschaftlicher Stand, an den angeknüpft wurde

Die mit Ölpflanzen bewirtschaftete Anbaufläche im Ökologischen Landbau nahm nach Erhebungen für das Jahr 2002 in Deutschland nur etwa 0,9% der (ökologisch bewirtschafteten) landwirtschaftlichen Nutzfläche ein (Rippin et al., 2004). Gegenüber ca. 8% Ölpflanzenfläche im konventionellen Bereich ist sie daher stärker unterrepräsentiert als noch im Jahr 2000 (2% vs. 7%).

Die vorrangig angebauten Ölpflanzenarten sind Raps, Sonnenblumen und Öllein. Zu den in Deutschland anbaufähigen Ölpflanzenarten zählen jedoch auch Rübsen, Brauner, Schwarzer und Gelber Senf (*Brassica juncea*, *B. nigra* und *Sinapis alba*), Crambe (*Crambe abyssinica*), Leindotter (*Camelina sativa*), Ölrettich (*Raphanus sativus*), Ölrauke (*Eruca sativa*), Saflor (*Carthamus tinctorius*), Ölmadie (*Madia sativa*), Lein (*Linum usitatissimum*), Mohn (*Papaver*

somniferum) und Ölkürbis (*Cucurbita pepo*), (Seehuber und Dambroth, 1984; Schuster, 1992), die bislang von untergeordneter Bedeutung sind (Reinbrecht, 2003). Viele der letztgenannten eignen sich jedoch besonders für extensive Anbaubedingungen. Auch die Mariendistel (*Silybum marianum*) bildet mit 37-40% einen recht hohen Ölgehalt mit ernährungsphysiologisch günstigem Fettsäuremuster aus, wenn auch die Ertragsleistung mit durchschnittlich 11 dt/ha bescheiden ausfällt (Saathoff, 2001, mündliche Mitteilung).

Lein scheidet trotz der in den Jahren 1999 und 2000 verhältnismäßig hohen Anbaubedeutung in Deutschland für eine ökologische Verwertung hauptsächlich aufgrund der auftretenden Unkrautproblematik aus; dies kann dadurch belegt werden, dass mit den in der Agenda 2000 gesenkten Flächenbeihilfen auch die Anbauflächen wieder drastisch abnahmen (Rippin et al., 2004).

Winterrüben gelten allgemein als weniger anspruchsvoll und robuster als Raps (Schuster, 1985b). Daher ist diese Pflanzenart ebenfalls für eine ökologische Nutzung interessant. Ihre Vegetationszeit ist etwas kürzer als die des Rapses; dadurch können Rüben in höheren Lagen günstiger kultiviert werden als Raps. Es gibt gelbsamige Formen, deren Doppelnullqualität besser ist als die des Rapses. In Schweden wird Winterrüben umfangreich zur Körnernutzung angebaut, während er in Deutschland bisher nur im Zwischenfruchtanbau genutzt wird. Raps und Rüben verlangen jedoch eine ausreichende Wasserversorgung während der gesamten Vegetationsperiode und sind somit in Trockengebieten benachteiligt.

Eine an den Raps und die Sonnenblume heranreichende Ertragsleistung in Mitteleuropa von bis zu 30 dt/ha weisen nach Seehuber und Dambroth (1984) aber nur Leindotter, Saflor und Mohn auf. Mohn ist neben der Produktion des Opium-Alkaloides Morphin insbesondere durch seine hohen Ansprüche an Wasserhaushalt und Bodengüte trotz guter klimatischer Adaptation als eher problematisch für den Ökologischen Landbau einzustufen. Saflor und Leindotter reichen als alternative Kulturen im konventionellen Anbau nicht an das Ertragsniveau des Winterrapses heran. Für den ökologischen Anbau ist es deshalb entscheidend, dass sich das verwertbare Öl in einem höherpreisigen Segment als Rapsöl bewegt.

Eine Studie aus Kalifornien zeigte, dass Saflor als einzige von fünf untersuchten Arten sowohl in konventionellen als auch in ökologischen Anbausystemen gleiche Ertragsleistungen zu erbringen imstande ist (Clark et al., 1999). Das Öl des Saflors ist ernährungsphysiologisch sehr wertvoll und als Speiseöl in Deutschland beliebt. Obwohl ein Markt besteht, ist Färberdistelöl aus heimischem Anbau derzeit nicht erhältlich. Nach Scheibe (1939) können unter mitteleuropäischen Bedingungen Ölgehalte von umgerechnet 16-21% des Samengewichtes erzielt werden. Einer der großen Vorteile des Saflors ist indessen, dass er

sehr trockenheitsresistent ist, aber auch in kühlgemäßigten Klimaten gut gedeiht. Eine aus den dreißiger Jahren bekannte Problematik ist, dass Saflor unter Staunässe geringen Kornansatz besitzt (Scheibe, 1939) und anfällige Herkünfte zudem bei feuchten Witterungsbedingungen unter der sog. „Köpfchenfäule“ leiden. In Tschechien angebaute Akzessionen zeigten unter den dortigen Anbaubedingungen Anfälligkeiten gegen *Botrytis cinerea* (Hofbauer & Pelikan 1996). Dieses wird auch aus Thüringen berichtet (<http://www.tll.de/ainfo/pdf/safl0199.pdf>).

Der Leindotter vereint als mögliche Ölpflanze für den Ökologischen Landbau viele Vorteile auf sich. Seine im Verhältnis zu Öllein kurze Vegetationsdauer von ca. 110 Tagen unter deutschen Klimaverhältnissen charakterisiert ihn als schnellwüchsige Kulturart mit kurzer Jugendentwicklung und rasch einsetzender Produktwachstumsphase (Bramm et al., 1990). In seiner Ertragsbildung ist er zudem flexibel gegenüber Trockenperioden; geringere Samenerträge können unter Wasserstress durch höhere Ölgehalte teilkompensiert werden. Die Kultur reagiert unempfindlich auf variierende Standraumzumessung über die Anpassung in der Seitentriebbildung (Honermeier & Agegnehu, 1996). Im Durchschnitt liegt der in Mitteleuropa erzielbare Kornertrag bei etwa 20 dt/ha, wobei auch bis zu 30 dt/ha realisiert werden können (Müller et al., 1999). Unter Verzicht auf Stickstoffeinsatz konnten im Mittel über neun Umwelten in Brandenburg noch 13 dt/ha geerntet werden (Honermeier & Agegnehu, 1996). Somit ist der Leindotter auch auf leichten und extensiven Standorten konkurrenzfähig. Als Vorfrucht fällt Leindotter durch eine frühe Räumung der Fläche und seine vor allem in der Jugendentwicklung hervorragende Unkrautunterdrückung positiv auf. Die bei *Camelina sativa* in Mitteleuropa erreichten Ölgehalte liegen zwischen 32 und 46% (Stasil, 1997; Zubr, 1997). Somit sind sie den Ölgehalten des Rapses oder der Sonnenblume vergleichbar. In den Körnern liegt ein ausgewogenes Fettsäuremuster vor, das etwa 15-20% Ölsäure, 19-24% Linolsäure, 27-35% Linolensäure, 12-15% Eicosensäure und 0-4% Erucasäure umfasst (Budin et al., 1995). Es kann genotypspezifisch jedoch Schwankungen aufweisen, wie am Beispiel der Linolensäure gezeigt wurde (Vollmann et al., 1997). Da dem Öl ein scharfer Geschmack anhaftet, ist es bisher nicht oder nur wenig zu Speisezwecken verwendet worden (Honermeier & Agegnehu, 1996). Aufgrund des hohen Anteils ungesättigter Fettsäuren, insbesondere der alpha-Linolensäure, ist sein ernährungsphysiologischer Wert dennoch positiv zu beurteilen. Leindottersamen zeichnen sich zusätzlich durch hohe Tocopherolgehalte aus (Vorstufe des Vitamin E). Durch eine geringere Viskosität als Rapsöl kann Leindotteröl besser abgepresst und gereinigt werden. Zudem müssen die Samen vor dem Pressen nicht vorbehandelt werden, wodurch die Kosten der Ölgewinnung sinken (Föllner, 2000).

Als mögliche Zweinutzungspflanze (Öl- und Proteinlieferant) kommt die Sojabohne für den Anbau im Ökologischen Landbau in Betracht. Neben einer mit den obengenannten Arten vergleichbaren Ertragsleistung erreicht die Sojabohne zwar nur Ölgehalte um 21%, die Körner enthalten jedoch sowohl eine günstige Fettsäurezusammensetzung als auch ein hochwertiges Eiweiß (Schuster, 1992). Neben ihrer Fähigkeit zur Bindung des Luftstickstoffs mittels Knöllchenbakterien und dem damit verbundenen hohen Vorfruchtwert vereint diese Art also eine ernährungsphysiologisch wertvolle Öl- und Eiweißqualität auf sich. Dem stehen als Nachteile, ähnlich der Sonnenblume, ein hoher Wärmeanspruch und damit in Deutschland nur beschränkte Anbaumöglichkeiten gegenüber. Dennoch wird aufgrund der Vielförmigkeit und häufig auftretender Mutationen von züchterischen Möglichkeiten bei Soja berichtet, mit denen diese Pflanze an unterschiedliche Klimaverhältnisse angepasst sein kann (Schuster, 1992). Dieses wird anschaulich durch eine große Zahl von Reifegruppen belegt (Schuster, 1985a). Für die Sorte ‚Fiskeby‘ besteht beispielsweise Anbaueignung für schwedische Klimabedingungen. Das Sojaöl enthält neben ca. 15% gesättigter Fettsäuren ferner 15-33% Ölsäure, 43-56% Linolsäure und 5-11% Linolensäure (Schuster, 1985a) und wird für die Verwendung in der Ernährungsindustrie als recht günstig beschrieben. Durch seinen hohen Eiweißgehalt sowie günstige Anteile an essentiellen Aminosäuren wird Sojaextraktionsschrot sehr gern in der Fütterung von Monogastriern eingesetzt.

Obwohl Winterraps ein hochwertiges und preiswertes Speiseöl liefert, ist er zum derzeitigen Stand im Ökologischen Landbau aufgrund seines hohen N-Bedarfs und der zu beobachtenden Schädlingsproblematik drastischen Ertragsverlusten ausgesetzt. Demgegenüber könnte Winterrapsextraktionsschrot von Sorten mit 00-Qualität sinnvoll innerbetrieblich in der Tierfütterung verwertet werden. Schließlich besitzt Raps, bedingt durch seine gute Bodendurchwurzelung und der daraus resultierenden Fähigkeit zur N-Bindung aus tieferen Schichten sowie seine Eigenschaft, den Acker relativ früh zu räumen, einen hervorragenden Vorfruchtwert. Der Zwang zu einer weiten Stellung innerhalb der Fruchtfolge kann im Ökologischen Landbau wesentlich günstiger realisiert werden als im konventionellen Anbau. Nach Naturland-Angaben werden ca. 50% des ökologischen Rapsanbaues mit der Sommerform bestritten; diese wird sowohl in ungünstigeren Lagen als auch durch ihren geringeren Nährstoffbedarf bevorzugt (Vogt-Kaute, mündliche Mitteilung). Durch die Frühjahrsaussaat bedingt, ist eine bessere Unkrautunterdrückung erreichbar; zusätzlich ist Sommerraps hinsichtlich seines Stickstoffbedarfes anspruchsloser als die Winterform und erreicht so unter ökologischen Anbaubedingungen eher das gesteckte Ertragsziel.

Die Sonnenblume liefert ein hochwertiges Speiseöl, das zudem reich an Vitamin E ist. Das Ertragsniveau der Sonnenblume kann im Ökologischen Landbau sehr hoch sein, mitunter

erreichen unter ökologischen Bedingungen erzeugte Sonnenblumen in Einzelfällen sogar einen höheren Ertrag als konventionell angebaute (Vogt-Kaute, mündl. Mitteilung). Dies ist auf das gute Nährstoffaneignungsvermögen der Sonnenblume zurückzuführen. Weitere Gründe für die Eignung für den Ökologischen Landbau sind: rasches Wachstum und damit einhergehend gute Unkrautunterdrückung, hoher Fettgehalt im Samen und hoher Methioningehalt des Schrotes. Der Eiweißgehalt kann bis zu 24% betragen. Eine Verwertung der Pressrückstände in der Tierfütterung ist also erfolgversprechend; jedoch ist das Sonnenblumenprotein nicht so vollwertig wie Raps- oder Sojaschrot (Schuster, 1992). Nachteilig ist auch die mangelnde Ertragssicherheit der Sonnenblume bedingt durch ihre Anfälligkeit gegen Schadpilze wie *Sclerotinia sclerotiorum* oder *Botrytis cinerea*. Ihre Spätreife schmälert gerade im Ökologischen Landbau den sonst guten Vorfruchtwert (Büschelwurzel, Unkrautunterdrückung) und unterbindet den Anbau in Höhenlagen bzw. nördlicheren Regionen des Landes. Die Sonnenblume eignet sich besser für den Anbau auf sommertrockenen Standorten.

Nach eigenen Erhebungen werden zur Pressung ökologisch erzeugten Speiseöls oftmals Partien aus dem Ausland verwendet; dies gilt insbesondere für Sonnenblumen- und Safloröl, ferner auch für Sojaöl. Diese Kulturarten können im Anbau Nachteile aufweisen, da sie eine verhältnismäßig lange Vegetationszeit benötigen. Ebenfalls eignet sich auch der Raps aufgrund der o.g. Schwachstellen nicht ideal für den ökologischen Anbau; er wird außer in den küstennahen Regionen nur in sehr geringem Umfang kultiviert. Nach Angaben der Ölmühle Solling muss Rohware ökologisch angebauten Rapses in Ausnahmehahren ebenfalls importiert werden. Es kann hieraus gefolgert werden, dass der Bedarf an ökologisch erzeugter Rohware aus dem Inland höher ist als das derzeitige Angebot, insbesondere bei Produkten wie Sonnenblumen- und Safloröl. Als alternative Ölpflanzenart scheint der Leindotter mit seinem relativ hohen Gehalt an der ernährungsphysiologisch günstigeren alpha-Linolensäure, welcher nur etwas geringer ist als der des Leinöls, seiner Anspruchslosigkeit im Anbau, Krankheits- und Schädlingsresistenz sowie wegen seiner guten Unkrautkonkurrenz Vorteile aufzuweisen (Matthäus, 2004). Derzeit wird auf über 1000 ha im Biolandbau Leindotter kultiviert, hauptsächlich im Mischanbau mit Getreide oder Futtererbsen mit positiven Anbauerfahrungen (Kaiser, mündl. Mitt.). Das aus den Körnern gewonnene Öl findet bisher aber nur als Schlepperkraftstoff Verwendung.

Ein Vergleich von verschiedenen, speziell für den Ökologischen Landbau geeigneten Ölpflanzenarten war bisher in der Literatur nicht belegt. Zudem war nicht bekannt, ob innerhalb geeigneter Arten besonders wertvolles Sortenmaterial vorliegt. Unter der Prämisse einer wachsenden Bedeutung des Ökologischen Landbaues insgesamt sollte auch die

Erzeugung hochwertiger Speiseöle aus biologischem Anbau an Gewicht zunehmen. Das beantragte Forschungsvorhaben sollte hierzu einen ersten Beitrag leisten, um den Ölpflanzenanbau dadurch voranzubringen.

Bisherige Arbeiten des Antragstellers zum Thema und weitere Kompetenzen

Im Vorfeld zum beantragten Vorhaben sind am Institut für Pflanzenbau und Grünland (340) der Universität Hohenheim und am Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung der Universität Göttingen umfangreiche Untersuchungen durchgeführt worden, um unter einer Vielzahl von Saflor- und Leindottergenotypen nach Formen zu suchen, die an eine ökologische Wirtschaftsweise adaptiert sind. Es handelt sich hierbei um ein durch die Stoll VITA Stiftung finanziertes Drittmittelprojekt (Antragsteller: Prof. Dr. W. Claupein, Hohenheim, Prof. Dr. H.C. Becker, Göttingen; Projektbearbeiter: C. Reinbrecht, Hohenheim; Titel: „Screening, Selektion und Anbauwürdigkeit von Saflor (*Carthamus tinctorius*) und Leindotter (*Camelina sativa*) zur Speiseölgewinnung unter den Bedingungen des Ökologischen Landbaus“). Die Ergebnisse dieser Studie wurden für das Forschungsvorhaben genutzt und hier weiterentwickelt, um zu praxisrelevanten Empfehlungen für den ökologischen Anbau zu gelangen.

An der Landessaatzuchtanstalt (LSA) der Universität Hohenheim wurde 1993 das Arbeitsgebiet ‘Sonnenblume‘ (Leitung: Herr Dr. V. Hahn) eingerichtet. Ziel der Arbeiten ist die Erhöhung der Ertragssicherheit und damit der Wirtschaftlichkeit des Sonnenblumenanbaus in Deutschland. Im Rahmen dieser Arbeiten wurden zahlreiche Ertrags- und Resistenzuntersuchungen durchgeführt. Die an der LSA vorliegenden Erfahrungen flossen in die Auswahl geeigneter Sorten für das Forschungsvorhaben ein.

Die Erfahrungen in der Sortenzüchtung und -beurteilung bei Raps und Rübsen, die am Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung sowie am Institut für Pflanzenpathologie und Pflanzenschutz der Universität Göttingen in den zurückliegenden Jahren gesammelt worden waren, wurden vor Projektbeginn für die Vorauswahl solcher Genotypen herangezogen, die für die Versuchsfrage besonders geeignet erschienen.

2. Material und Methoden

2.1 Etablierung der Feldexperimente

2.1.1 Teilprojekt A

Für Teilprojekt A wurden innerhalb der fünf Fruchtarten (Anbausysteme) Winterraps/-rübsen, Sonnenblume, Sojabohne, Saflor und Leindotter nach verfügbaren Vorinformationen solche Sorten ausgewählt, die unter ökologischer Wirtschaftsweise am besten geeignet erschienen (Tab. 1). Dabei waren bei jeder Art unterschiedliche Kriterien für die Auswahl entscheidend: Bei Raps und Rübsen stand eindeutig die Schädlingstoleranz, bei Leindotter die Ölqualität, bei Sonnenblume, Saflor und Soja die klimatische Adaptation im Vordergrund, daneben bei Saflor und Sonnenblume die Krankheitsresistenz (z. B. *Botrytis*). Es konnten dazu die in dem obengenannten Forschungsprojekt erzielten Ergebnisse des umfangreichen Screenings zu Saflor und Leindotter direkt genutzt werden. Von Sonnenblume, Soja, Saflor und Leindotter wurden je zehn Sorten geprüft. Von Winterraps wurden sieben und von Winterrübsen drei Sorten verwendet. Es wurde dazu eine Ertragsprüfung auf Leistungsprüfungspartellen mit drei Wiederholungen angelegt. Nach dem Ausfall der Winterrapsprüfung an einem Ort wurden an weiteren Standorten zusätzlich fünf Sommerrapsorten mitgeprüft.

Der Anbau erfolgte an folgenden vier Standorten nach ökologischem Standard sowie einem konventionell geführten Standort (Oberer Lindenhof) bei extensiver Bewirtschaftung:

- Müllheim bei Freiburg (226 m üNN., Baden-Württemberg, durch Institut für umweltgerechte Landbewirtschaftung - IfUL)
- Kleinhohenheim bei Stuttgart (Baden-Württemberg, 435 m üNN., durch Universität Hohenheim: Versuchsstation für Nutztierbiologie und Ökologischen Landbau, Institut für Pflanzenbau und Grünland)
- Stobra bei Apolda (288 m üNN., Thüringen, durch Fa. Agrartest)
- Wilmersdorf bei Angermünde (50 m üNN., Brandenburg, durch Verein zur Erhaltung und Rekultivierung von Nutzpflanzen in Brandenburg – VERN e.V.)
- Oberer Lindenhof bei Reulingen (705 m üNN., Baden-Württemberg, Universität Hohenheim: Versuchsstation für Pflanzenbau, Institut für Pflanzenbau und Grünland)

Die Versuchsfläche des letztgenannten Standortes wurde in den Jahren 1999-2001 als Dauergrünland unter geringer Stickstoffzufuhr und ohne Pflanzenschutzmitteleinsatz bewirtschaftet und nach dem Umbruch 2002 mit Sommergerste bebaut, die nach ökologischen Kriterien geführt wurde. Der Obere Lindenhof stellt insoweit einen interessanten Standort dar, als er aufgrund seiner Höhenlage für Saflor, Sonnenblume und Sojabohne eine extreme

klimatische Situation verkörpert, die vielerorts in ähnlicher Weise auftritt. Daneben ist er von seiner Infrastruktur als Teilstation der Universität Hohenheim mit allen Möglichkeiten zur Umsetzung der geplanten Versuche ausgestattet.

Tab. 1: Übersicht über die in Teilprojekt A verwendeten Ölpflanzengenotypen

| ----- | | | | | |
|-------|--------------|--------------|------------|------------|-------------|
| PG- | Winterraps/ | | | | |
| Nr. | Winterrübsen | Sonnenblumen | Sojabohnen | Saflor | Leindotter |
| ----- | | | | | |
| 1 | Hanko | Tandem | Amphor | Sabina | Calena |
| 2 | Rex | Salut RM | Dolly | Saffire | Ligena |
| 3 | Credit | Heliaroc | Essor | PI-209286 | Lindo |
| 4 | Bristol | Heliasun | Gentleman | PI-253516 | CA13X-2S-44 |
| 5 | Apex | Majus | Merlin | PI-253518 | G-31715 |
| 6 | Capitol | Sanluca RM | N.Conquest | PI-253555 | BS-51564 |
| 7 | Viking | Jazzy | OAC-Erin | BS-62915 | BS-59951 |
| 8 | Express | Sunny | Dorena | BS-62924 | BS-59956 |
| 9 | Smart | Capella | Quito | CART-19/89 | BS-59963 |
| 10 | Contact | KW2202 | York | CART-60/84 | BS-59968 |
| ----- | | | | | |

Sommerraps: 1=Nexera, 2=Senator, 3=Heros, 4=Passat, 5=Dorothy

Als Versuchsanlage wurde das Split-plot-design verwendet und auf allen Standorten realisiert. Die Parzellengrößen betragen zwischen 10 und 16 m². Die Aussaat von Winterraps erfolgte je nach Standort zwischen Ende August und Anfang September; die der Sommerungen von Ende März (Leindotter, frühgesäter Saflor) bis Ende April (Sonnenblumen, Sojabohnen).

Die Etablierung der Pflanzenbestände gelang in der Regel wie vorgesehen, so dass mehrheitlich erntefähige Parzellen erhalten wurden. Verschiedenste Schadeinflüsse führten jedoch zu Mängeln, auf die gegebenenfalls reagiert werden musste.

Kurz nach dem Auflaufen des Winterrapses/-rübsens wurde in Kleinhohenheim (KHO) in zwei der drei Wiederholungen massiver Schneckenfraß festgestellt. Mitte September 2002 wurde deshalb die Aussaat nach Umbruch mit doppelter Aussaatstärke wiederholt. Da keine geeigneten Abwehrmaßnahmen zur Verfügung standen, erfolgte in allen Parzellen bis auf die der Rübsensorte 'Rex' wiederum eine drastische Schädigung zweier Wiederholungen, so dass die Mindestpflanzenzahlen nach Winter weit unterschritten wurden. Die Winterrapsprüfung musste daher an diesem Standort abgebrochen werden. In zwei der freigewordenen Großteilstücke wurden nach einem neuen Versuchsplan je zwei Wiederholungen mit fünf Prüfgliedern Sommerraps ausgesät. Dieser Versuch konnte auf zusätzlichen Flächen mit

Ausnahme von Müllheim (MÜL) auch an allen anderen Standorten mit unterschiedlicher Wiederholungszahl angelegt werden. In Thüringen erfolgte, abweichend vom Antrag, die Anlage des Versuches in Stobra (STO) bei Apolda. Bedingt durch Kahlfröste winterte hier die Rübensorte 'Hanko' vollständig aus. Sie wurde durch eine Leindotter-Füllparzelle ersetzt. Die Sommerraps-Prüfung des Standortes Oberer Lindenhof (OLI) fiel kurz nach dem Auflaufen einem sehr hohen Befall mit Erdflöhen zum Opfer; bedingt durch die hohen Ausfälle an Pflanzen pro m² musste diese Prüfung wieder aufgegeben werden. In Wilmersdorf (WIL) konnte zwar ein ausreichender Bestand etabliert werden, jedoch konzentrierte sich die zuvor auf dem umgebenden Winterrapsschlag aufgebaute Rapsglanzkäfer-Population zur Blüte des Sommerrapses massiv in diesem Bestand. Der entstandene Schaden war so groß, dass nur zwischen 6 und 12 kg Korngut /ha geerntet werden konnten. Aufgrund dieser ungenügenden Ertragslage und der sehr hohen Fehlereffekte wurde dieser Standort ebenfalls nicht mitgewertet.

2.1.2 Teilprojekt B

In Teilprojekt B wurden aus 234 Leindotter- und 741 Saflor-Herkünften des Screening-Experimentes aus 2002 nach einem vorab festgelegten Schlüssel 35 Leindotter- und 65 Saflor-Herkünfte zum Anbau 2003 ausgewählt. Die Selektion berücksichtigte neben günstigen Mikroparzellenerträgen und einem hohen TKM auch gute Ausprägungsstufen in der Krankheitsresistenz sowie im Ölgehalt und im Fettsäuremuster. Aus dem Feldexperiment 2002 waren letztere Daten jedoch Ende März noch nicht verfügbar, so dass ersatzweise auf vorhandene Evaluierungsdaten der Genbanken zurückgegriffen werden musste. Nachfolgend sind die gemäß der Selektionsvorgaben verwendeten Genotypen aufgelistet (Tab. 2 und 3).

Tab. 2: In Teilprojekt B angebaute Saflorherkünfte

| PG- Nr. | Genb.-Code/ Sorte | PG- Nr. | Genb.-Code/ Sorte | PG- Nr. | Genb. Code/ Sorte | PG- Nr. | Genb.-Code / Sorte |
|------------|----------------------|------------|----------------------|------------|----------------------|------------|-----------------------|
| 1 | PI-198844 | 18 | PI-253548 | 35 | BS-62913 | 52 | 2000-00814 |
| 2 | PI-209286 | 19 | PI-253555 | 36 | BS-62914 | 53 | CART-1/01 |
| 3 | PI-209287 | 20 | PI-253561 | 37 | BS-62915 | 54 | CART-9/82 |
| 4 | Sabina | 21 | PI-311738 | 38 | BS-62916 | 55 | CART-19/89 |
| 5 | PI-250205 | 22 | PI-393498 | 39 | BS-62917 | 56 | CART-25/82 |
| 6 | PI-253511 | 23 | PI-514618 | 40 | BS-62918 | 57 | CART-26/79 |
| 7 | PI-253513 | 24 | PI-537666 | 41 | BS-62919 | 58 | CART-27/99 |
| 8 | PI-253516 | 25 | PI-537680 | 42 | BS-62922 | 59 | CART-29/83 |
| 9 | PI-253517 | 26 | PI-568820 | 43 | BS-62923 | 60 | CART-55/81 |
| 10 | PI-253518 | 27 | PI-572475 | 44 | BS-62924 | 61 | CART-60/84 |
| 11 | PI-253519 | 28 | PI-576991 | 45 | BS-62925 | 62 | CART-67/83 |
| 12 | PI-253520 | 29 | BS-34063 | 46 | BS-62926 | 63 | CART-79/89 |
| 13 | PI-253527 | 30 | BS-34066 | 47 | BS-62928 | 64 | CART-87/95 |
| 14 | PI-253529 | 31 | BS-34084 | 48 | BS-62929 | 65 | CART-100/99 |
| 15 | PI-253541 | 32 | BS-52826 | 49 | BS-62932 | | |
| 16 | PI-253544 | 33 | BS-54261 | 50 | 2001-IS273 | | |
| 17 | PI-253546 | 34 | BS-62912 | 51 | 2001-IS274 | | |

Tab. 3: In Teilprojekt B angebaute Leindotterherkünfte

| PG- Nr. | Genb.-Code/ Sorte | PG- Nr. | Genb.-Code/ Sorte | PG- Nr. | Genb. Code/ Sorte | PG- Nr. | Genb.-Code / Sorte |
|------------|----------------------|------------|----------------------|------------|----------------------|------------|-----------------------|
| 1 | G-31714 | 10 | BS-30353 | 19 | BS-59951 | 28 | BS-59968 |
| 2 | G-31715 | 11 | BS-51564 | 20 | BS-59956 | 29 | BS-59969 |
| 3 | G-31717 | 12 | BS-51565 | 21 | BS-59958 | 30 | BS-59970 |
| 4 | G-31724 | 13 | BS-51567 | 22 | BS-59960 | 31 | BS-59975 |
| 5 | G-31729 | 14 | BS-51569 | 23 | BS-59962 | 32 | CAM-3/83 |
| 6 | PI-304270 | 15 | BS-51573 | 24 | BS-59963 | 33 | CAM-39/95 |
| 7 | PI-311735 | 16 | BS-51586 | 25 | Dolly | 34 | CAM-40/95 |
| 8 | BS-28332 | 17 | Ligena | 26 | BS-59965 | 35 | CR-2024/98 |
| 9 | BS-29071 | 18 | BS-51602 | 27 | BS-59966 | | |

Es handelt sich bei beiden Arten vor allem um Herkünfte aus Mitteleuropa, vorrangig aus Deutschland, daneben aus nord-, west- und osteuropäischen Ländern; bei Saflor ferner um eine südeuropäische Akzession sowie um 11 Herkünfte aus verschiedenen Ländern außerhalb Europas. Bei Saflor war eine Abweichung von den Selektionsvorgaben (günstige agronomische Merkmale und positive Qualitätseigenschaften) aufgrund von Saatgutknappheit

und mangelnden Keimfähigkeiten insbesondere bei den Akzessionen mit potentiell hohen Ölgehalten und einem ölsäurereichen Fettsäurespektrum unvermeidlich. Der Anbau wurde auf folgenden Standorten durchgeführt:

- Kleinhohenheim (435 m üNN., Universität Hohenheim, Versuchsstation für Nutztierbiologie und Ökologischen Landbau, Institut für Pflanzenbau und Grünland)
- Göttingen, Reinshof (165 m üNN., Universität Göttingen, Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung)
- Flachshof bei Jestetten/Klettgau (500 m üNN., ökologisch bewirtschafteter Betrieb der Stoll VITA Stiftung); zusätzlicher Standort nur für die Saflorprüfung

Der Versuch wurde stets mit zwei Wiederholungen angelegt; die Parzellengröße betrug in Kleinhohenheim 3 m², auf dem Flachshof 1,8 m² und in Göttingen 3 m² für Saflor und 5 m² für Leindotter (beide Standorte). Die Aussaat aller Prüfungen erfolgte termingerecht. In Kleinhohenheim wurde bei der Saflorprüfung eine Verschleppung von Saatgut festgestellt, so dass hier die Inhaltsstoffe nicht bestimmt, dafür aber diejenigen vom Flachshof herangezogen wurden.

2.2 Wachstumsverlauf und Beobachtungen während der Vegetationsperiode 2003

Mit Ausnahme der Rübensorte 'Hanko' und der Leindottersorte 'Calena', bei denen von falschen Angaben zur Keimfähigkeit ausgegangen worden war, wurde ein zufriedenstellender Feldaufgang sowie eine hinreichende Bestandesetablierung erreicht.

Bedingt durch einen Kahlfröht, der zu Beginn der Vegetationsperiode auftrat, wurden die Winterraps-/-rübenbestände am Standort Stobra sortenbedingt zum Teil sehr in Mitleidenschaft gezogen, die Höhe der Erträge wurde dadurch stark beeinträchtigt.

Die Entwicklung der Pflanzenbestände war 2003 geprägt von der im Frühsommer vorherrschenden Trockenperiode, der erst im Juni eine kurze Zeitspanne mit Niederschlägen folgte. Der Feldaufgang der Versuchspartellen der Sommerungen war dennoch normal, so dass die Bestände in der Regel über ausreichende Pflanzenzahlen pro m² verfügten. Die Monate Juli und August wurden bestimmt von einer lang anhaltenden Schönwetterperiode, die sich mit nur seltenen Störungen bis zur Abreife und Ernte der Pflanzen erstreckte. Nach eigenen Beobachtungen wurde durch diese langanhaltende Trockenheit insbesondere die Entwicklung von Sonnenblumen, aber auch von Saflor und Leindotter im Vergleich zur Vegetationsperiode 2002 deutlich gefördert. In der Summe kann die Vegetationsperiode 2003 jedoch als für den gemäßigten Klimabereich untypisch bezeichnet werden. Ebenfalls aufgrund

der trockenen Bodenverhältnisse war der Besatz mit Unkrautpflanzen an den meisten Standorten mäßig. Daher wurde ausschließlich das Merkmal Jugendentwicklung (Massenwüchsigkeit) zur Charakterisierung der Unkrautunterdrückung aller Prüfglieder herangezogen.

Trotz der anhaltenden Trockenheit wurden am Standort Wilmersdorf hohe Deckungsgrade an Unkräutern beobachtet. Da Saflor an diesem Standort mit sehr engem Reihenabstand ausgesät worden war, konnte nur manuell entkrautet werden. Für die dritte Wiederholung wurde dies jedoch zu spät vorgenommen, so dass der Bestand in seiner Entwicklung und Bestandesdichte stark beeinträchtigt war. Hierdurch wurde in der 3. Wiederholung ein mittlerer Ertrag von nur 2,4 dt/ha erzielt, während in den ersten beiden Wiederholungen 8 dt/ha verzeichnet werden konnten. Die 3. Wiederholung wurde daher nicht in die Auswertungen miteinbezogen.

Bedingt durch die trockenwarme Witterung hielt sich der Befall mit Krankheiten an allen Standorten in Grenzen; z.B. trat die bei Saflor im Vorjahr massiv beobachtete Erscheinung der Köpfchenfäule an den meisten Standorten nicht auf. Lediglich Saflorrost konnte in späten Entwicklungsstadien in größerem Umfang verzeichnet werden. Die Ertragsrelevanz dieser Erscheinung wird jedoch bezweifelt.

Anders verhielt es sich, wie schon erwähnt, mit dem Auftreten tierischer Schaderreger bei Raps und Rübsen. Die etablierten Bestände wurden in hohem Maße vor und in der Blüte geschädigt. Insbesondere wurden gefunden: Erdflöhe in Kleinhohenheim (Sommerraps) und auf dem Oberen Lindenhof (Sommerraps); Rapsglanzkäfer an allen Standorten; Kohlschotenmücke in Stobra (Sommerraps), Kleinhohenheim und auf dem Oberen Lindenhof (Winterraps); Rapsstengelrüssler in Müllheim und auf dem Oberen Lindenhof (Winterraps); Schwarze Bohnenlaus in Stobra (Sommerraps) und Kleinhohenheim; Kohlschotenrüssler in Wilmersdorf (Winterraps). Bedingt durch den hohen Schädlingsdruck und den Spätfrost im April konnten mit Ausnahme der Sommerraps-Prüfung am Standort Stobra bei allen übrigen Rapsversuchen keine praxisüblichen Kornerträge realisiert werden (vgl. Tab. 4).

Vor der Vollreife des Rapses sowie der Sonnenblume bestand an verschiedenen Standorten große Gefahr durch Vogelfraß. Diesem wurde mit Hilfe von Netzabdeckungen begegnet. Ausgehend von unterschiedlich hohem Anflug von Singvögeln auf die Standorte und Wiederholungen konnte dem Wirkungsgrad dieser Maßnahme zuweilen nicht stattgegeben werden. Aus diesem Grund war die Wiederholung 1 bei Winterraps auf dem Oberen Lindenhof nicht auswertbar bzw. es mussten Ausfälle bei den Sonnenblumen in Stobra und Müllheim bonitiert und die Erträge dementsprechend korrigiert werden.

2.3 Merkmalerfassung und statistische Verrechnung

Es wurden folgende Merkmale erfasst:

- Schäden durch Auswinterung bei Winterraps/-rüben (Bonitur 1-9)
- Jugendentwicklung (Bonitur 1= sehr früh, massenwüchsig, 9= sehr spät, wenig massenwüchsig)
- Pflanzenzahl pro m² (nur in Teilprojekt A)
- Befall mit den jeweils aufgetretenen Krankheiten (Bonitur 1-9, siehe Tab. 4)
- Schädlingsbefall bei Vorhandensein einer Differenzierung zwischen Parzellen (Bonitur 1-9, siehe Tab. 4)
- Blühbeginn (numerischer Tag des Jahres)
- Blühende (numerischer Tag des Jahres)
- Physiologische Reife (numerischer Tag des Jahres)
- Wuchshöhe (cm)
- Kornertrag (dt/ha) der aufgereinigten Ware auf Basis von 91% Trockenmasse
- Ölgehalt nach Soxhlet-Verfahren per Extraktion mit Iso-Hexan (nach ISO-Standard 659:1998) in Teilprojekt A bzw. mittels ASE (Accelerated Sorbent Extraction in Teilprojekt B (Matthäus und Brühl, 2001). Bei letzterer Methode wird die Probe unter Druck und erhöhter Temperatur mit Petrolether in mehreren Zyklen erschöpfend extrahiert.
- Fettsäuremusteranalytik gemäß der Methode ISO 5509:2000 (Teilprojekt A und Teilprojekt B, Leindotter) bzw. per Gaschromatographie nach Umesterung mit Natriummethylat nach Thies (1971; Teilprojekt B, Saflor).
- Stickstoff- bzw. Proteingehalt, bestimmt nach der Dumas-Methode (Winkler et al., 2000)
- Tocopherole mittels HPLC aus dem Öl nach Verdünnung mit n-Heptan und Fluoreszenz-Detektion (Balz et al., 1992).
- Sensorische Bewertung der Öle gemäß eines von der BFEL entwickelten Prüfbogens, sowohl beschreibend, anhand verschiedener positiver und negativer Merkmale, als auch bewertend mit einer Skala von 0 = nicht wahrnehmbar bis 5 = sehr stark wahrnehmbar, durchgeführt. Zusammenfassung als Summe: Ausprägungsstufen positiver Attribute (erbsig, nussig) wurden aufaddiert, solche von negativen Attributen davon subtrahiert (ranzig, röstig verbrannt, bitter, stichig, Hefe, modrig); neutrale Attribute (holzig, strohig, adstringierend) blieben unberücksichtigt.
- Cholesterinanalytik über eine Verseifung der Öle, Abtrennung des verseifbaren Anteils und Aufreinigung des unverseifbaren Anteils mittels Säulen- und Dünnschichtchromatographie. Bestimmung per Gaschromatographie (Methode ISO\FIDS 12228:1999).

- Rancimattest der BFEL: Aufheizen der Ölprobe auf 110°C und Durchleitung einer hohen Luftmenge. Flüchtige Verbindungen werden dabei in eine wässrige Lösung überführt, über die Messung der Leitfähigkeit dieser Lösung ergibt sich unter Zuhilfenahme der Arrhenius-Gleichung die Oxidationsstabilität.

Tab. 4: Liste der Krankheiten u. Schädlinge, die 2003 differenzierenden Befall verursachten

| | Raps/Rübsen | Sonnenblume | Sojabohne | Saflor | Leindotter |
|------------------|---|---|--|---------------------------------|--|
| Wilmersdorf | Phoma, Kohlschotenrüssler | Sklerotinia, Vogelfraß (n.e., Netz) | - | Köpfchenfäule | Weißfleckigkeit |
| Stobra | Phoma, Kohlschotenmücke, Blattläuse | Botrytis | punktförmige Blattflecken (<i>Cercospora?</i>) | Rost, Köpfchenfäule | Weißfleckigkeit |
| Göttingen | | | | Rost, Alternaria | Weißfleckigkeit |
| Kleinhohenheim | Erdflöhe, Kohlschotenmücke | Botrytis, Vogelfraß (n.e., Netzabdeckung) | anthracnose-ähnl. Sympt. | Rost, Alternaria | Weißfleckigkeit |
| Oberer Lindenhof | Phoma, Rapsstengelrüssler, Kohlschotenmücke | punktförmige Blattflecken, Alternaria, Botrytis | - | Rost, Alternaria, Köpfchenfäule | Weißfleckigkeit, Pflanzenverluste (Drahtwurm?) |
| Müllheim | Phoma, Rapsstengelrüssler | Blattflecken, Botrytis, Vogelfraß | Schokoladenflecken, Ascochyta-Brennflecken | Rost, Alternaria | Weißfleckigkeit, Welke, Peronospora |
| Flachshof | | | | Rost, Alternaria, Köpfchenfäule | |

n.e. vom Versuchsansteller nicht erhoben

Die Auswertung der Ergebnisse von Teilprojekt A erfolgte als eine Serie von Spaltanlagen mit Hilfe der Prozedur MIXED des Statistikpaketes SAS (Littel et al., 1996). Für Arten und Genotypen wurden fixe und für die Orte und Wiederholungen zufällige Effekte modelliert. Für die Leistung einer Kulturart an einem speziellen Standort wurden Schätzwerte nach dem BLUP-(*Best Linear Unbiased Predictor*-)Verfahren berechnet.

Die Ergebnisse der Sommerrapsprüfung und der zusätzlichen Leindotteranalysen von Teilprojekt A sowie aller Daten von Teilprojekt B wurden mit dem Statistik-Programm PLABSTAT (Utz, 2002) verrechnet. Für Genotypen wurden fixe und für die Orte und Wiederholungen zufällige Effekte modelliert.

3. Ergebnisse und Diskussion

3.1 Teilprojekt A

3.1.1 Artenvergleich

Im Ölpflanzen-Artenvergleich zeigte sich sehr klar, dass die wärmeliebenden Arten wie insbesondere Sonnenblume und Saflor ertraglich von dem trockenwarmen Klima der Vegetationsperiode 2003 profitiert haben (Abb. 3). Das System Raps/Rübsen erreichte demgegenüber das niedrigste; Sojabohnen und Leindotter ein mittleres Kernertragsniveau.

Die sehr klaren Effekte der Ölpflanzenart belegen deutlich, dass mit Blick auf eine maximale Ertragsleistung in einem trockenen und warmen Jahr die Anbauentscheidung auf allen Standorten zugunsten der Sonnenblume ausfallen würde.

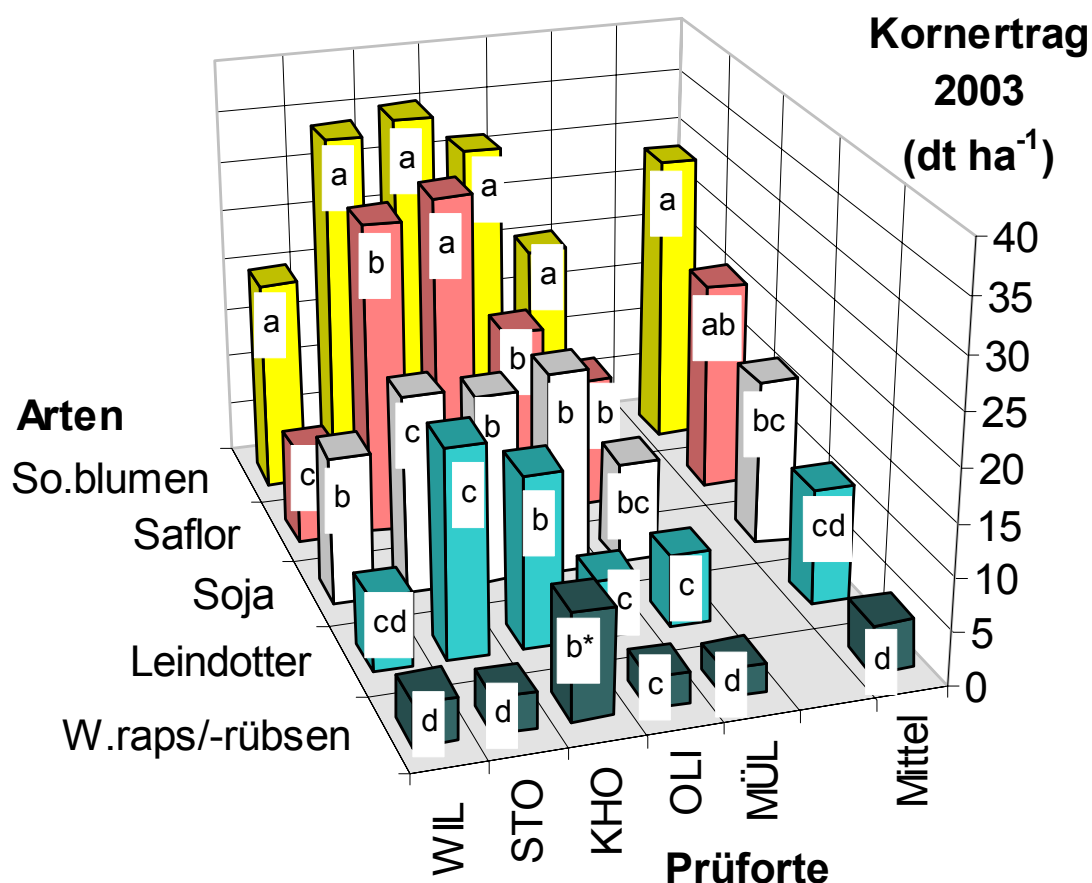


Abb. 3: BLUPs verschiedener Ölpflanzen-Anbausysteme an den Prüferten Wilmersdorf (WIL), Stobra (STO), Kleinhohenheim (KHO), Oberer Lindenhof (OLI) und Müllheim (MÜL), jeweils gemittelt über zehn Genotypen, sowie das Gesamtmittel über die Orte, berechnet nach der Methode der kleinsten Quadrate, für den Kernertrag. Artmittelwerte mit gleichen Buchstaben unterscheiden sich nicht ($P=0,05$; t-Test für ortsweise, Tukey-Test für Gesamtmittel).

* BLUP-Schätzwert, da kompletter Ausfall aller Prüfglieder über Winter

Tab. 5: Mittelwerte für den **Ölgehalt** (%) über je zehn Sorten der fünf in 2003 geprüften Ölpflanzen-Anbausysteme auf den fünf Versuchsstandorten Wilmersdorf (WIL), Stobra (STO), Kleinhohenheim (KHO), Oberer Lindenhof (OLI) und Müllheim (MÜL). Artmittelwerte mit gleichen Buchstaben unterscheiden sich nicht (P=0,05; Tukey-Test)

| Arten | Orte | | | | | Mittelwert |
|----------------|-------|-------|--------|-------|-------|------------|
| | WIL | STO | KHO | OLI | MÜL | |
| W.raps/-rübsen | 38,15 | 40,00 | 39,90* | 38,82 | 37,98 | 38,97b |
| Sonnenblume | 43,74 | 53,76 | 49,05 | 52,15 | 46,26 | 48,99a |
| Sojabohne | 21,89 | 23,14 | 22,32 | 22,39 | 19,04 | 21,76c |
| Saflor | 23,67 | 25,85 | 26,50 | 24,29 | 20,70 | 24,20c |
| Leindotter | 34,57 | 43,94 | 41,83 | 44,97 | 35,43 | 40,15b |
| Mittelwert | 32,40 | 37,34 | 35,92 | 36,52 | 31,88 | 34,81 |

* BLUP-Schätzwert, da kompletter Ausfall aller Prüfglieder über Winter

Tab. 6 Mittelwerte für den **Eiweißgehalt** (%) über je zehn Sorten der fünf in 2003 geprüften Ölpflanzen-Anbausysteme auf den fünf Versuchsstandorten Wilmersdorf (WIL), Stobra (STO), Kleinhohenheim (KHO), Oberer Lindenhof (OLI) und Müllheim (MÜL). Artmittelwerte mit gleichen Buchstaben unterscheiden sich nicht (P=0,05; Tukey-Test)

| Arten | Orte | | | | | Mittelwert |
|----------------|-------|-------|--------|-------|-------|------------|
| | WIL | STO | KHO | OLI | MÜL | |
| W.raps/-rübsen | 25,76 | 24,44 | 24,13* | 25,11 | 24,62 | 24,81b |
| Sonnenblume | 20,71 | 15,87 | 17,64 | 13,44 | 18,57 | 17,24c |
| Sojabohne | 42,97 | 40,20 | 38,73 | 38,96 | 43,58 | 40,89a |
| Saflor | 18,03 | 15,50 | 13,51 | 10,59 | 14,89 | 14,50c |
| Leindotter | 28,55 | 25,15 | 25,86 | 22,90 | 28,87 | 26,26b |
| Mittelwert | 27,20 | 24,23 | 23,97 | 22,20 | 26,11 | 24,74 |

* BLUP-Schätzwert, da kompletter Ausfall aller Prüfglieder über Winter

Bei Betrachtung des Ölgehaltes auf Basis der Soxhlet-Analyse, deren Ergebnisse nicht gleichzusetzen sind mit dem Anteil an ausbeutbarem Öl, manifestierte sich jedoch die Überlegenheit der Sonnenblume, die den signifikant höchsten Wert aufwies, noch deutlicher als im Ertrag (Tab. 5). Somit wird auch der geringe Abstand dieser Art zum Saflor, der für den Kornertrag an den Standorten Stobra und Kleinhohenheim vorgefunden werden konnte, deutlich vergrößert.

Insbesondere auf den günstigeren Standorten Stobra, Kleinhohenheim und Oberer Lindenhof (schwerere Böden) ergaben sich im Mittel über die Arten signifikant höhere Ölgehalte als auf den beiden leichteren Standorten.

Über alle Arten hinweg wurden an den Standorten mit geringem Wasserspeichervermögen höhere Rohproteingehalte erreicht als auf den übrigen Standorten (Abb. 6). Erwartungsgemäß erreichte die Sojabohne mit im Mittel knapp 41% den ersten Rang unter den Anbausystemen, gefolgt von Raps/Rübsen und Leindotter mit 25-26%, ferner von Saflor und Sonnenblumen mit 14,5-17%.

Tab. 7 Mittelwerte für die Summe der **Gehalte an Öl und Eiweiß** (%) über je zehn Sorten der fünf in 2003 geprüften Ölpflanzen-Anbausysteme auf den fünf Versuchsstandorten Wilmersdorf (WIL), Stobra (STO), Kleinhohenheim (KHO), Oberer Lindenhof (OLI) und Müllheim (MÜL). Artmittelwerte mit gleichen Buchstaben unterscheiden sich nicht (P=0,05; Tukey-Test)

| Arten | Orte | | | | | Mittelwert |
|----------------|-------|-------|--------|-------|-------|------------|
| | WIL | STO | KHO | OLI | MÜL | |
| W.raps/-rübsen | 63,85 | 64,18 | 63,87* | 64,09 | 62,33 | 63,66b |
| Sonnenblume | 64,48 | 69,56 | 66,74 | 65,53 | 64,89 | 66,24ab |
| Sojabohne | 64,90 | 63,24 | 60,91 | 61,36 | 62,79 | 62,64b |
| Saflor | 40,61 | 41,37 | 39,99 | 34,72 | 35,55 | 38,45c |
| Leindotter | 63,11 | 69,01 | 67,72 | 67,90 | 64,40 | 66,42a |
| Mittelwert | 59,39 | 61,47 | 59,85 | 58,72 | 57,99 | 59,48 |

* BLUP-Schätzwert, da kompletter Ausfall aller Prüfglieder über Winter

Es ergab sich, dass Leindotter und Sonnenblumen mit über 66% für die Summe der Gehalte beider Inhaltsstoffe Rang 1 belegten (Tab. 7), dicht gefolgt von Raps/Rübsen (63,7%) und Sojabohnen (62,6%). Saflor besaß mit nur 38,5 den signifikant geringsten Anteil an beiden wertgebenden Inhaltsstoffen.

Beim Ölertrag untermauerte die Sonnenblume ihre Vorrangstellung (Abb. 4), die anhand des Kornertrages bereits zu sehen war (Abb. 3). Für den Rohproteinertrag war ihr die Sojabohne überlegen, wenn dies auch in Kleinhohenheim und Müllheim nur geringfügig der Fall war. Der Saflor fiel aufgrund seiner geringeren Inhaltsstoffgehalte auf einen der hinteren Ränge ab. In einem vergleichbaren Ansatz – unter der Annahme eines ökologischen Anbaus – wurden ähnliche Ergebnisse bereits 1940 von Sessous publiziert. Hier trat Saflor sogar als ertragreichste Art auf, gefolgt von Sonnenblumen und Raps. Da Sonnenblumen damals züchterisch noch weniger bearbeitet waren, besaßen sie einen Ölgehalt von nur 25%, ein ähnlicher Wert wie beim Saflor. Zusammen mit dem niedrigeren Ertragspotential lagen die Sonnenblumen damals im Ölertrag unter dem Saflor; nur Winterraps (und -rübsen) erbrachten ein höheres Ölertragsniveau. Dieses Beispiel zeigt, welche Erfolge mit Pflanzenzüchtung erreichbar sind.

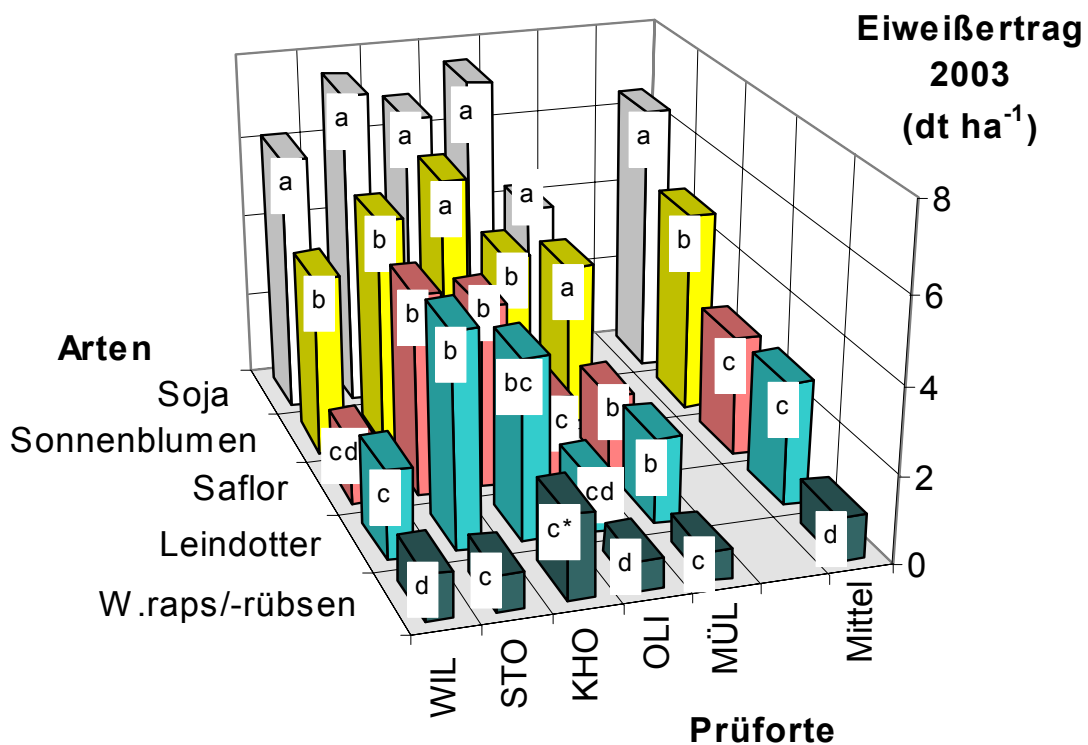
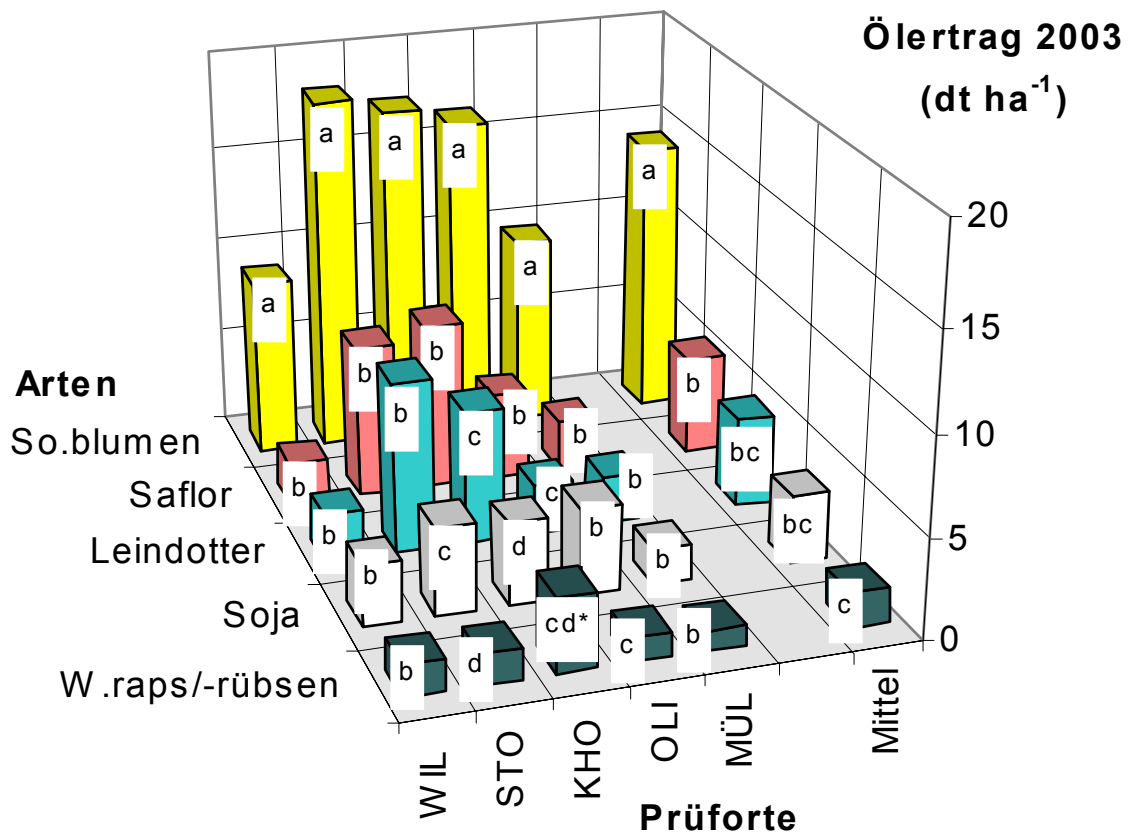


Abb. 4: BLUPs für den Ölertrag (oben) und den Eiweißertrag (unten) von verschiedenen Ölpflanzen-Anbausystemen an den Prüferten Wilmersdorf (WIL), Stobra (STO), Kleinhohenheim (KHO), Oberer Lindenhof (OLI) und Müllheim (MÜL), jeweils gemittelt über zehn Genotypen, sowie das Gesamtmittel über die Orte, berechnet nach der Methode der kleinsten Quadrate. Artmittelwerte mit gleichen Buchstaben unterscheiden sich nicht ($P=0,05$; t-Test für ortsweise, Tukey-Test für Gesamtmittel). * BLUP-Schätzwert

Tab: 8: Freiheitsgrade und Variationskoeffizienten (= Quadratwurzel der Varianz * Mittelwert⁻¹) der zufälligen Effekte für drei Leistungsmerkmale

| Varianzursache | Freiheitsgrade | Variationskoeffizienten [%] | | |
|------------------------|----------------|-----------------------------|----------|--------------|
| | | Kornertrag | Ölertrag | Eiweißertrag |
| Orte | 4 | 32,5 | 36,3 | 26,3 |
| Arten*Orte | 15 | 28,6 | 34,1 | 24,9 |
| Fehler Großteilstücke | 36 | 13,4 | 16,7 | 10,2 |
| Orte*Genotypen(Art) | 170 | 9,7 | 9,3 | 10,5 |
| Fehler Kleinteilstücke | 401 | 16,0 | 19,1 | 18,6 |

Die fixen Effekte der Arten und Genotypen innerhalb der Art waren für die drei Leistungsmerkmale Korn-, Öl- und Eiweißertrag hoch signifikant ($P \leq 0,0001$). Es bestand eine hohe Interaktion zwischen Arten und Orten (Tab. 8), welche die relative Vorzüglichkeit der Arten an einem gegebenen Ort beeinflusste. Dennoch war die standortspezifische Rangfolge der Arten für die gezeigten Merkmale relativ einheitlich (Abb. 3 und 4).

Hinsichtlich der Korn- und Ölerträge sowie der Erträge beider wertgebender Inhaltsstoffe zählten fast immer Sonnenblumensorten zu den fünf leistungsfähigsten Kandidaten (Tab. 10-13). Unter etwas günstigeren Standortvoraussetzungen, wie sie in Stobra und Kleinhohenheim vorgelegen haben, schienen (für den Kornertrag) aber auch einige Saflorherkünfte konkurrenzfähig gegenüber den nur wenig überlegeneren Sonnenblumensorten zu sein (Tab. 10). Dieses war der Fall bei der Saflorherkunft BS-62915, die in Kleinhohenheim mit einem Mittelwert von rund 38 dt/ha einen nur wenig geringeren Ertrag aufwies als die beiden günstigsten Sonnenblumenhybriden ‘Jazzy‘ und ‘Heliaroc‘ (beide etwa 40 dt/ha) bzw. einen zu ‘Sunny‘ vergleichbaren. Unter Einbezug der Erträge beider wertgebender Inhaltsstoffe Öl und Rohprotein (Tab. 11-13) zeigte sich jedoch, dass bei allen verwendeten Sonnenblumensorten deutlich positivere Leistungen vorzufinden waren als bei Saflor. Obwohl sich die Sorte ‘Saffire‘ durch einen Ölgehalt von ca. 30% auszeichnete (während die übrigen Genotypen im Mittel bei 23-24% lagen), resultierten aufgrund des sehr niedrigen Kornertragsniveaus bei dieser Sorte auch keine höheren Ölerträge. Innerhalb der übrigen Arten konnte für die genannten Merkmale an keinem Standort eine günstigere Kombination benannt werden als für die Sorten der Sonnenblume. Lediglich für den Eiweißertrag waren die meisten Sojabohnensorten (mit Ausnahme von ‘Northern Conquest‘) im Mittel über alle Standorte den Sonnenblumensorten (Tab. 12) überlegen. An den günstigeren Standorten Stobra und Kleinhohenheim sowie in Müllheim erreichten jedoch die Sonnenblumenhybriden ‘Capella‘ und ‘Heliaroc‘ sogar die Eiweißerträge einiger Sojabohnensorten.

Auf dem durch leichte Bodenverhältnisse gekennzeichneten ungünstigeren Standort Wilmersdorf manifestierte sich 2003 die Ertragsüberlegenheit der Sonnenblume etwas weniger deutlich. Während die Hybridsorten ‘Heliaroc‘ und ‘Sunny‘ hier (wie auch auf dem Standort Müllheim) die höchsten Kornerträge aufwiesen (vgl. Tab. 10), erzielte die Sonnenblumensorte ‘Sanluca RM‘ ein ähnliches Ertragsniveau wie die leistungsmäßig beste Sojabohnensorte ‘OAC Erin‘.

Die höchste Gesamtproduktivität (Ertrag an Öl und Eiweiß zusammen) erzielten die Sorten ‘Heliaroc‘ und ‘Jazzy‘ (Tab. 13); lediglich auf dem Standort Stobra war ‘Capella‘ und in Wilmersdorf zusätzlich ‘Sunny‘ diesen Sorten überlegen.

Die zusätzliche Sommerrapsprüfung war nur an den Standorten Kleinhohenheim und Stobra auswertbar. Während die Kultur in Kleinhohenheim unter massivem Schädlingsdruck (Rapsglanzkäfer, Erdflöhe und Kohlschotenmücke, vgl. Kap. 2.2) litt und die Erträge nur im Bereich von 2,7 dt/ha (Mittelwert) lagen, ergab sich trotz eines massiven Befalls mit der Kohlschotenmücke und mit Blattlausarten für den Standort Stobra ein mittleres Ertragsniveau von 17,8 dt/ha (Tab. 9). Als ertragsstärkste Sorte ging ‘Heros‘ an beiden Standorten hervor. Die Sorte ‘Nexera‘ fiel durch besonders hohe Ölgehalte positiv auf. Beide Sorten zeigten somit hohe Ölerträge sowie hohe Erträge an Öl- und Eiweiß, ‘Heros‘ zusätzlich den höchsten Eiweißertrag. Für den Eiweißgehalt erbrachte die Sorte ‘Senator‘ das beste Ergebnis. Auch wenn ein direkter Vergleich zu den übrigen Anbausystemen aus statistischen Gründen nicht erfolgen kann, zeigt sich am Beispiel des Rapses allgemein, dass der Anbau im Ökologischen Landbau mit großen Risiken behaftet ist und vorab sorgfältig durchdacht werden sollte.

Tab. 9: Mittelwerte für den Korn-, Öl- und Eiweißertrag (dt/ha) über fünf Sommerrapsorten auf den Versuchsstandorten Stobra (STO) und Kleinhohenheim (KHO) sowie den mittleren Öl- und Eiweißgehalt (%) über beide Orte

| Arten | Kornertrag | | Öl- gehalt Mittel | Ölertrag | | Eiweiß- gehalt Mittel | Eiweißertr. | |
|------------|------------|------|-------------------------|----------|------|-----------------------------|-------------|------|
| | STO | KHO | | STO | KHO | | STO | KHO |
| Nexera | 18,00 | 3,23 | 41,07 | 7,85 | 1,29 | 26,28 | 4,38 | 0,90 |
| Passat | 19,59 | 1,74 | 35,43 | 7,14 | 0,60 | 26,58 | 4,80 | 0,49 |
| Senator | 14,00 | 2,48 | 35,80 | 5,41 | 0,83 | 27,70 | 3,67 | 0,72 |
| Heros | 20,06 | 3,66 | 36,15 | 7,55 | 1,31 | 26,42 | 4,92 | 1,02 |
| Dorothy | 17,18 | 2,55 | 36,24 | 6,59 | 0,88 | 26,02 | 4,17 | 0,70 |
| Mittelwert | 17,77 | 2,73 | 36,94 | 6,91 | 0,98 | 26,60 | 4,39 | 0,77 |

Tab. 10: Mittelwerte (BLUPs) für den **Kornertrag** (dt/ha) der 50 Ölpflanzengenotypen auf jeweils einem günstigen und einem ungünstigen Versuchsstandort in Nordost- und in Südwestdeutschland sowie auf einem Standort in Höhenlage * = BLUP-Schätzwerte

| Standort | Nordost | | Südwest | | Höhenlage (OLI) | Mittel |
|---------------|-------------------|------------------|-------------------|------------------|--------------------|--------|
| | ungünst. (WIL) | günstig (STO) | ungünst. (MÜL) | günstig (KHO) | | |
| Nr./Genotyp | | | | | | |
| RUW1_Hanko | 0,98 | 0,74* | 0,36 | 7,37* | 0,37 | 1,97 |
| 2_Rex | 3,94 | 2,28 | 2,98 | 10,04* | 3,92 | 4,63 |
| 3_Credit | 2,53 | 1,21 | 1,09 | 8,58* | 2,43 | 3,17 |
| RAW4_Bristol | 2,87 | 1,75 | 2,01 | 9,08* | 2,62 | 3,67 |
| 5_Apex | 4,60 | 4,94 | 3,53 | 11,07* | 4,17 | 5,66 |
| 6_Capitol | 5,42 | 4,96 | 2,63 | 10,77* | 3,03 | 5,36 |
| 7_Viking | 4,59 | 1,93 | 2,70 | 9,72* | 2,60 | 4,31 |
| 8_Express | 4,55 | 5,19 | 3,27 | 10,77* | 3,02 | 5,36 |
| 9_Smart | 6,36 | 6,87 | 3,76 | 12,12* | 4,46 | 6,71 |
| 10_Contakt | 4,72 | 2,90 | 3,28 | 10,24* | 3,01 | 4,83 |
| SOL1_Tandem | 19,48 | 34,77 | 19,57 | 33,27 | 31,91 | 27,80 |
| 2_Salut_RM | 18,29 | 30,77 | 19,31 | 32,53 | 29,79 | 26,14 |
| 3_Heliaroc | 21,82 | 37,82 | 23,49 | 39,91 | 33,67 | 31,34 |
| 4_Heliasun | 22,72 | 34,26 | 21,05 | 35,26 | 32,82 | 29,22 |
| 5_Majus | 18,45 | 29,97 | 19,33 | 30,62 | 29,43 | 25,56 |
| 6_Sanluca_RM | 17,84 | 36,54 | 19,08 | 33,34 | 31,04 | 27,57 |
| 7_Jazzy | 21,03 | 36,69 | 22,05 | 40,76 | 34,78 | 31,06 |
| 8_Sunny | 22,42 | 33,42 | 22,97 | 38,17 | 31,68 | 29,73 |
| 9_Capella | 21,60 | 37,45 | 21,91 | 36,09 | 32,30 | 29,87 |
| 10_KW2202 | 19,60 | 29,64 | 19,51 | 34,44 | 29,03 | 26,44 |
| SJ 1_Amphor | 13,60 | 17,97 | 9,18 | 17,49 | 18,89 | 15,43 |
| 2_Dolly | 13,46 | 16,92 | 7,40 | 15,49 | 20,21 | 14,70 |
| 3_Essor | 13,11 | 18,36 | 9,31 | 19,00 | 17,58 | 15,47 |
| 4_Gentleman | 14,69 | 20,19 | 11,15 | 19,06 | 22,26 | 17,47 |
| 5_Merlin | 14,42 | 18,03 | 12,43 | 18,29 | 21,35 | 16,90 |
| 6_N_Conquest | 11,72 | 16,43 | 6,57 | 14,92 | 17,02 | 13,33 |
| 7_OAC_Erin | 17,18 | 22,28 | 12,36 | 22,75 | 22,25 | 19,36 |
| 8_Dorena | 13,44 | 16,82 | 8,31 | 13,57 | 17,28 | 13,88 |
| 9_Quito | 14,69 | 20,98 | 9,52 | 19,73 | 18,63 | 16,71 |
| 10_York | 14,42 | 20,31 | 10,75 | 19,28 | 18,06 | 16,57 |
| SFL1_Sabina | 10,60 | 31,38 | 12,77 | 32,52 | 20,10 | 21,47 |
| 2_Saffire | 5,06 | 24,43 | 7,28 | 23,72 | 14,17 | 14,93 |
| 3_PI-209286 | 9,08 | 31,14 | 12,83 | 32,75 | 17,44 | 20,65 |
| 4_PI-253516 | 9,23 | 30,44 | 14,09 | 30,08 | 18,41 | 20,45 |
| 5_PI-253518 | 10,72 | 32,12 | 13,55 | 37,04 | 19,83 | 22,65 |
| 6_PI-253555 | 8,25 | 29,39 | 11,97 | 31,31 | 17,46 | 19,68 |
| 7_BS-62915 | 9,76 | 33,12 | 14,89 | 38,11 | 20,53 | 23,28 |
| 8_BS-62924 | 7,78 | 29,30 | 12,71 | 32,28 | 17,62 | 19,94 |
| 9_CART-19/89 | 9,79 | 30,95 | 12,44 | 32,91 | 19,00 | 21,02 |
| 10_CART-60/84 | 9,95 | 30,58 | 12,12 | 30,62 | 17,76 | 20,21 |
| LND1_Calena | 3,72 | 15,44 | 3,03 | 14,90 | 2,89 | 8,00 |
| 2_Ligena | 7,68 | 20,64 | 7,86 | 17,78 | 6,29 | 12,05 |
| 3_Lindo | 5,65 | 19,30 | 7,14 | 16,04 | 5,17 | 10,66 |
| 4_CA13X-2S-44 | 7,40 | 21,78 | 8,06 | 17,54 | 6,09 | 12,18 |
| 5_G-31715 | 6,40 | 19,05 | 5,58 | 14,72 | 4,15 | 9,98 |
| 6_BS-51564 | 6,39 | 19,39 | 7,32 | 15,62 | 5,45 | 10,84 |
| 7_BS-59951 | 9,67 | 21,78 | 8,38 | 17,52 | 7,11 | 12,89 |
| 8_BS-59956 | 7,76 | 18,93 | 5,66 | 15,16 | 4,56 | 10,41 |
| 9_BS-59963 | 7,59 | 20,88 | 7,31 | 17,09 | 6,28 | 11,83 |
| 10_BS-59968 | 7,71 | 21,40 | 7,35 | 16,57 | 6,42 | 11,89 |

Tab. 11: Mittelwerte (BLUPs) für den **Ölertrag** (dt/ha) der 50 Ölpflanzengenotypen auf jeweils einem günstigen und einem ungünstigen Versuchsstandort in Nordost- und in Südwestdeutschland sowie auf einem Standort in Höhenlage
 *=BLUP-Schätzwerte

| Standort | Nordost | | Südwest | | Höhenlage (OLI) | Mittel |
|---------------|-------------------|------------------|-------------------|------------------|--------------------|--------|
| | ungünst. (WIL) | günstig (STO) | ungünst. (MÜL) | günstig (KHO) | | |
| Nr./Genotyp | | | | | | |
| RUW1_Hanko | 0,36 | 0,48* | 0,05 | 2,66* | 0,15 | 0,74 |
| 2_Rex | 1,35 | 0,99 | 0,94 | 3,54* | 1,30 | 1,63 |
| 3_Credit | 0,98 | 0,88 | 0,40 | 3,18* | 0,89 | 1,27 |
| RAW4_Bristol | 1,18 | 1,04 | 0,75 | 3,41* | 1,07 | 1,49 |
| 5_Apex | 1,92 | 2,13 | 1,46 | 4,21* | 1,75 | 2,29 |
| 6_Capitol | 2,08 | 2,11 | 1,05 | 4,03* | 1,30 | 2,11 |
| 7_Viking | 1,70 | 1,12 | 0,96 | 3,61* | 1,05 | 1,69 |
| 8_Express | 1,83 | 2,24 | 1,31 | 4,07* | 1,33 | 2,16 |
| 9_Smart | 2,66 | 2,96 | 1,64 | 4,71* | 1,98 | 2,79 |
| 10_Kontakt | 1,85 | 1,33 | 1,20 | 3,81* | 1,25 | 1,89 |
| SOL1_Tandem | 9,09 | 18,79 | 9,45 | 16,92 | 16,86 | 14,22 |
| 2_Salut_RM | 8,17 | 17,01 | 9,26 | 16,42 | 15,92 | 13,36 |
| 3_Heliaroc | 9,38 | 19,54 | 10,70 | 18,32 | 16,68 | 14,92 |
| 4_Heliasun | 9,44 | 17,91 | 9,33 | 16,77 | 16,57 | 14,00 |
| 5_Majus | 8,29 | 16,53 | 9,15 | 15,59 | 15,72 | 13,06 |
| 6_Sanluca_RM | 7,98 | 19,14 | 9,09 | 16,40 | 15,89 | 13,70 |
| 7_Jazzy | 9,67 | 19,52 | 10,61 | 20,01 | 18,06 | 15,57 |
| 8_Sunny | 10,13 | 18,08 | 10,59 | 18,78 | 16,50 | 14,81 |
| 9_Capella | 9,62 | 19,48 | 9,97 | 17,53 | 16,76 | 14,67 |
| 10_KW2202 | 8,57 | 16,39 | 9,13 | 17,01 | 15,49 | 13,32 |
| SJ 1_Amphor | 2,78 | 4,17 | 1,68 | 3,92 | 4,17 | 3,34 |
| 2_Dolly | 2,77 | 3,93 | 1,33 | 3,51 | 4,34 | 3,18 |
| 3_Essor | 2,81 | 4,34 | 1,73 | 4,28 | 3,96 | 3,42 |
| 4_Gentleman | 3,22 | 4,74 | 2,16 | 4,36 | 4,91 | 3,88 |
| 5_Merlin | 3,20 | 4,45 | 2,35 | 4,32 | 4,73 | 3,81 |
| 6_N_Conquest | 2,54 | 3,98 | 1,23 | 3,52 | 3,92 | 3,04 |
| 7_OAC_Erin | 3,72 | 5,17 | 2,40 | 5,04 | 4,99 | 4,26 |
| 8_Dorena | 2,77 | 3,93 | 1,34 | 3,10 | 3,79 | 2,99 |
| 9_Quito | 3,21 | 4,68 | 1,80 | 4,30 | 4,22 | 3,64 |
| 10_York | 3,33 | 4,83 | 2,05 | 4,53 | 4,14 | 3,78 |
| SFL1_Sabina | 2,45 | 8,03 | 2,64 | 8,54 | 4,85 | 5,30 |
| 2_Saffire | 1,80 | 7,67 | 2,00 | 7,70 | 4,26 | 4,68 |
| 3_PI-209286 | 2,00 | 7,76 | 2,51 | 8,37 | 4,15 | 4,96 |
| 4_PI-253516 | 1,90 | 7,53 | 2,59 | 7,76 | 4,18 | 4,79 |
| 5_PI-253518 | 2,48 | 8,21 | 2,80 | 9,51 | 4,79 | 5,56 |
| 6_PI-253555 | 1,82 | 7,47 | 2,33 | 8,05 | 4,06 | 4,74 |
| 7_BS-62915 | 2,42 | 8,45 | 3,13 | 9,93 | 5,02 | 5,79 |
| 8_BS-62924 | 1,75 | 7,43 | 2,48 | 8,30 | 4,17 | 4,82 |
| 9_CART-19/89 | 2,24 | 7,93 | 2,57 | 8,60 | 4,57 | 5,18 |
| 10_CART-60/84 | 2,21 | 7,75 | 2,43 | 8,05 | 4,25 | 4,94 |
| LND1_Calena | 1,09 | 6,81 | 0,97 | 5,99 | 1,27 | 3,22 |
| 2_Ligena | 2,81 | 9,16 | 2,89 | 7,46 | 2,90 | 5,05 |
| 3_Lindo | 2,10 | 8,54 | 2,51 | 6,73 | 2,37 | 4,45 |
| 4_CA13X-2S-44 | 2,86 | 9,71 | 3,05 | 7,52 | 2,90 | 5,21 |
| 5_G-31715 | 2,17 | 8,25 | 1,95 | 6,10 | 1,88 | 4,07 |
| 6_BS-51564 | 2,22 | 8,40 | 2,50 | 6,43 | 2,38 | 4,39 |
| 7_BS-59951 | 3,62 | 9,70 | 3,19 | 7,48 | 3,28 | 5,45 |
| 8_BS-59956 | 2,42 | 8,06 | 1,90 | 6,11 | 1,93 | 4,09 |
| 9_BS-59963 | 2,73 | 9,22 | 2,70 | 7,18 | 2,85 | 4,93 |
| 10_BS-59968 | 2,77 | 9,38 | 2,69 | 6,98 | 2,90 | 4,94 |

Tab. 12: Mittelwerte (BLUPs) für den **Rohproteintrag** (dt/ha) der 50 Ölpflanzengenotypen auf jeweils einem günstigen und einem ungünstigen Versuchsstandort in Nordost- und in Südwestdeutschland sowie auf einem Standort in Höhenlage *==BLUP-Schätzwerte

| Standort | Nordost | | Südwest | | Höhenlage (OLI) | Mittel |
|---------------|-------------------|------------------|-------------------|------------------|--------------------|--------|
| | ungünst. (WIL) | günstig (STO) | ungünst. (MÜL) | günstig (KHO) | | |
| Nr./Genotyp | | | | | | |
| RUW1_Hanko | 0,27 | 0,05* | -0,11 | 1,19* | -0,04 | 0,27 |
| 2_Rex | 1,09 | 0,57 | 0,78 | 2,00* | 0,97 | 1,08 |
| 3_Credit | 0,69 | 0,29 | 0,34 | 1,62* | 0,58 | 0,70 |
| RAW4_Bristol | 0,78 | 0,49 | 0,51 | 1,73* | 0,55 | 0,81 |
| 5_Apex | 1,15 | 1,14 | 0,82 | 2,16* | 0,91 | 1,24 |
| 6_Capitol | 1,48 | 1,20 | 0,94 | 2,25* | 0,78 | 1,33 |
| 7_Viking | 1,24 | 0,58 | 0,72 | 1,94* | 0,63 | 1,02 |
| 8_Express | 1,18 | 1,14 | 0,81 | 2,10* | 0,69 | 1,18 |
| 9_Smart | 1,54 | 1,56 | 0,90 | 2,40* | 1,00 | 1,48 |
| 10_Contakt | 1,30 | 0,89 | 0,91 | 2,12* | 0,77 | 1,20 |
| SOL1_Tandem | 3,96 | 5,35 | 3,67 | 5,80 | 4,19 | 4,59 |
| 2_Salut_RM | 3,69 | 4,75 | 3,54 | 5,62 | 3,81 | 4,28 |
| 3_Heliaroc | 4,61 | 6,10 | 4,32 | 7,38 | 4,83 | 5,45 |
| 4_Heliasun | 4,77 | 5,60 | 3,96 | 6,30 | 4,45 | 5,01 |
| 5_Majus | 3,69 | 4,77 | 3,46 | 5,32 | 3,71 | 4,19 |
| 6_Sanluca_RM | 3,73 | 5,82 | 3,43 | 5,76 | 4,00 | 4,55 |
| 7_Jazzy | 4,18 | 5,61 | 3,82 | 6,71 | 4,35 | 4,93 |
| 8_Sunny | 4,61 | 5,25 | 4,15 | 6,34 | 4,31 | 4,93 |
| 9_Capella | 4,64 | 6,26 | 4,27 | 6,73 | 4,62 | 5,31 |
| 10_KW2202 | 4,07 | 4,66 | 3,70 | 6,03 | 4,05 | 4,50 |
| SJ 1_Amphor | 6,03 | 7,17 | 4,04 | 6,76 | 7,39 | 6,28 |
| 2_Dolly | 6,00 | 7,01 | 3,47 | 6,08 | 8,02 | 6,12 |
| 3_Essor | 5,87 | 7,30 | 4,19 | 7,24 | 7,01 | 6,32 |
| 4_Gentleman | 6,55 | 8,36 | 5,03 | 7,50 | 8,94 | 7,28 |
| 5_Merlin | 6,21 | 7,17 | 5,39 | 6,90 | 8,46 | 6,83 |
| 6_N_Conquest | 4,90 | 6,26 | 2,84 | 5,36 | 6,25 | 5,12 |
| 7_OAC_Erin | 7,07 | 8,58 | 5,15 | 8,30 | 8,31 | 7,48 |
| 8_Dorena | 5,74 | 6,55 | 3,75 | 5,19 | 6,60 | 5,57 |
| 9_Quito | 6,61 | 8,78 | 4,40 | 7,89 | 7,55 | 7,05 |
| 10_York | 6,13 | 7,79 | 4,64 | 6,98 | 7,06 | 6,52 |
| SFL1_Sabina | 1,82 | 4,85 | 1,90 | 4,56 | 2,13 | 3,05 |
| 2_Saffire | 1,20 | 4,44 | 1,42 | 3,75 | 1,76 | 2,51 |
| 3_PI-209286 | 1,58 | 5,00 | 1,98 | 4,40 | 1,86 | 2,97 |
| 4_PI-253516 | 1,60 | 4,88 | 2,13 | 4,24 | 1,90 | 2,95 |
| 5_PI-253518 | 1,61 | 5,17 | 1,91 | 4,72 | 2,16 | 3,11 |
| 6_PI-253555 | 1,05 | 3,90 | 1,37 | 4,03 | 1,60 | 2,39 |
| 7_BS-62915 | 1,52 | 5,04 | 2,26 | 4,89 | 2,30 | 3,20 |
| 8_BS-62924 | 1,23 | 4,88 | 1,71 | 4,24 | 1,72 | 2,76 |
| 9_CART-19/89 | 1,55 | 4,45 | 1,89 | 4,01 | 2,09 | 2,80 |
| 10_CART-60/84 | 1,40 | 4,52 | 1,55 | 3,85 | 1,63 | 2,59 |
| LND1_Calena | 1,17 | 3,94 | 0,97 | 3,78 | 0,60 | 2,09 |
| 2_Ligena | 2,21 | 5,08 | 2,20 | 4,48 | 1,37 | 3,07 |
| 3_Lindo | 1,65 | 4,79 | 2,01 | 4,06 | 1,12 | 2,72 |
| 4_CA13X-2S-44 | 2,14 | 5,28 | 2,28 | 4,41 | 1,38 | 3,10 |
| 5_G-31715 | 1,89 | 4,86 | 1,72 | 3,84 | 0,97 | 2,65 |
| 6_BS-51564 | 1,98 | 5,07 | 2,23 | 4,20 | 1,29 | 2,95 |
| 7_BS-59951 | 2,86 | 5,53 | 2,44 | 4,53 | 1,69 | 3,41 |
| 8_BS-59956 | 2,10 | 4,74 | 1,69 | 3,93 | 1,02 | 2,70 |
| 9_BS-59963 | 2,18 | 5,10 | 2,08 | 4,30 | 1,40 | 3,01 |
| 10_BS-59968 | 2,25 | 5,38 | 2,13 | 4,23 | 1,47 | 3,09 |

Tab. 13: Mittelwerte (BLUPs) für den **Ertrag an Öl- und Eiweiß** (dt/ha) der 50 Ölpflanzen-
genotypen auf jeweils einem günstigen und einem ungünstigen Versuchsstandort in Nordost-
und in Südwestdeutschland sowie auf einem Standort in Höhenlage *==BLUP-Schätzwerte

| Standort | Nordost | | Südwest | | Höhenlage (OLI) | Mittel |
|---------------|-------------------|------------------|-------------------|------------------|--------------------|--------|
| | ungünst. (WIL) | günstig (STO) | ungünst. (MÜL) | günstig (KHO) | | |
| Nr./Genotyp | | | | | | |
| RUW1_Hanko | 0,47 | 0,41* | -0,44 | 3,80* | -0,10 | 0,83 |
| 2_Rex | 2,41 | 1,65 | 1,70 | 5,71* | 2,22 | 2,74 |
| 3_Credit | 1,73 | 1,51 | 0,87 | 5,12* | 1,51 | 2,15 |
| RAW4_Bristol | 1,94 | 1,65 | 1,24 | 5,32* | 1,60 | 2,35 |
| 5_Apex | 3,05 | 3,32 | 2,27 | 6,53* | 2,63 | 3,56 |
| 6_Capitol | 3,63 | 3,48 | 2,40 | 6,64* | 2,20 | 3,67 |
| 7_Viking | 2,91 | 1,83 | 1,66 | 5,73* | 1,67 | 2,76 |
| 8_Express | 2,98 | 3,44 | 2,10 | 6,34* | 1,99 | 3,37 |
| 9_Smart | 4,17 | 4,56 | 2,54 | 7,28* | 2,96 | 4,30 |
| 10_Contakt | 3,20 | 2,61 | 2,17 | 6,24* | 2,10 | 3,27 |
| SOL1_Tandem | 13,06 | 24,15 | 13,09 | 22,74 | 21,04 | 18,82 |
| 2_Salut_RM | 11,85 | 21,78 | 12,78 | 22,05 | 19,73 | 17,64 |
| 3_Heliaroc | 14,00 | 25,67 | 15,04 | 25,64 | 21,49 | 20,37 |
| 4_Heliasun | 14,19 | 23,53 | 13,29 | 23,08 | 21,03 | 19,02 |
| 5_Majus | 11,98 | 21,30 | 12,59 | 20,92 | 19,43 | 17,24 |
| 6_Sanluca_RM | 11,71 | 24,94 | 12,53 | 22,16 | 19,88 | 18,24 |
| 7_Jazzy | 13,83 | 25,13 | 14,42 | 26,72 | 22,42 | 20,51 |
| 8_Sunny | 14,72 | 23,35 | 14,72 | 25,16 | 20,79 | 19,75 |
| 9_Capella | 14,27 | 25,75 | 14,23 | 24,26 | 21,40 | 19,98 |
| 10_KW2202 | 12,62 | 21,08 | 12,81 | 23,04 | 19,52 | 17,82 |
| SJ 1_Amphor | 8,79 | 11,36 | 5,74 | 10,69 | 11,54 | 9,62 |
| 2_Dolly | 8,74 | 10,97 | 4,86 | 9,66 | 12,24 | 9,29 |
| 3_Essor | 8,68 | 11,66 | 5,92 | 11,49 | 10,99 | 9,75 |
| 4_Gentleman | 9,81 | 13,10 | 7,22 | 11,89 | 13,76 | 11,16 |
| 5_Merlin | 9,42 | 11,70 | 7,67 | 11,27 | 13,10 | 10,63 |
| 6_N_Conquest | 7,41 | 10,24 | 4,09 | 8,91 | 10,15 | 8,16 |
| 7_OAC_Erin | 10,79 | 13,75 | 7,57 | 13,31 | 13,31 | 11,75 |
| 8_Dorena | 8,43 | 10,50 | 5,06 | 8,38 | 10,37 | 8,55 |
| 9_Quito | 9,82 | 13,39 | 6,26 | 12,16 | 11,81 | 10,69 |
| 10_York | 9,45 | 12,61 | 6,66 | 11,53 | 11,23 | 10,30 |
| SFL1_Sabina | 4,30 | 12,89 | 4,54 | 13,08 | 6,98 | 8,36 |
| 2_Saffire | 3,05 | 12,10 | 3,41 | 11,46 | 6,00 | 7,20 |
| 3_PI-209286 | 3,64 | 12,75 | 4,48 | 12,78 | 6,03 | 7,93 |
| 4_PI-253516 | 3,56 | 12,40 | 4,70 | 12,01 | 6,09 | 7,75 |
| 5_PI-253518 | 4,15 | 13,35 | 4,71 | 14,23 | 6,95 | 8,68 |
| 6_PI-253555 | 2,92 | 11,41 | 3,69 | 12,06 | 5,65 | 7,14 |
| 7_BS-62915 | 4,02 | 13,49 | 5,36 | 14,83 | 7,31 | 9,00 |
| 8_BS-62924 | 3,04 | 12,27 | 4,19 | 12,55 | 5,91 | 7,59 |
| 9_CART-19/89 | 3,82 | 12,41 | 4,43 | 12,64 | 6,64 | 7,99 |
| 10_CART-60/84 | 3,64 | 12,26 | 3,97 | 11,91 | 5,87 | 7,53 |
| LND1_Calena | 2,26 | 10,75 | 1,96 | 12,43 | 1,88 | 5,85 |
| 2_Ligena | 5,01 | 14,24 | 5,07 | 11,94 | 4,29 | 8,11 |
| 3_Lindo | 3,77 | 13,32 | 4,49 | 10,79 | 3,50 | 7,18 |
| 4_CA13X-2S-44 | 5,00 | 14,98 | 5,30 | 11,93 | 4,30 | 8,30 |
| 5_G-31715 | 4,06 | 13,08 | 3,66 | 9,95 | 2,86 | 6,72 |
| 6_BS-51564 | 4,21 | 13,46 | 4,71 | 10,63 | 3,69 | 7,34 |
| 7_BS-59951 | 6,45 | 15,22 | 5,63 | 12,03 | 4,99 | 8,86 |
| 8_BS-59956 | 4,50 | 12,79 | 3,60 | 10,05 | 2,97 | 6,78 |
| 9_BS-59963 | 4,90 | 14,31 | 4,76 | 11,49 | 4,27 | 7,95 |
| 10_BS-59968 | 5,01 | 14,74 | 4,81 | 11,23 | 4,39 | 8,04 |

Die Mittelwerte für das Fettsäuremuster des Öles gaben das nach dem aktuellen Kenntnisstand erwartete Bild wieder (Tab. 14). Innerhalb der einzelnen Gruppen ergab sich nur eine geringe Variation der einzelnen Fettsäureanteile zwischen den Sorten bzw. Herkünften. Obwohl von Ölsäuretypen bei Saflor berichtet wird (Mündel und Braun, 1999), waren diese nicht unter den geprüften Genotypen enthalten. In der Wahl von Sorten mit einer besonderen Fettsäurezusammensetzung (z.B. HO-Sorten) können jedoch bei der Vermarktung des Erntegutes gegenüber den Normaltypen Preisaufschläge erzielt werden.

Insbesondere bei Leindotter ist die Verwendung des Öles im Speiseölsegment trotz der hohen Gehalte der ernährungsphysiologisch wertvollen und diätetisch wirksamen alpha-Linolensäure aufgrund der erhöhten Gehalte an Eicosensäure und Erucasäure weniger ratsam. Sortenunterschiede bestanden hier - obwohl signifikant - nur in einem sehr geringen Umfang (Eicosensäure: Minimum von 13,4% bei BS-59963, Maximum von 15,9% bei CA13X-2S-44; Erucasäure: Minimum von 2,9% bei 'Lindo', Maximum von 4,3% bei 'Calena'). Eine zusammenfassende Bewertung der Fettsäureprofile der fünf Anbausysteme wurde über einen in Zusammenarbeit mit Herrn Dr. Matthäus, BFEL Münster, entwickelten Fettsäure(FS)-Quotienten versucht:

$$\text{FS-Quotient} = (\% \text{ Ölsäure} + \% \text{ Linolsre.} + 0,5 * \% \text{ Linolensäure.}) / (\% \text{ Palmitinsre.} + \% \text{ Stearinsre.} + \% \text{ langkettige Fetts.})$$

Die BLUPs aus der Analyse für dieses Merkmal sind in Tab. 15 zusammengestellt.

Tab. 14: Mittelwerte für die Anteile der bedeutendsten Fettsäuren der in 2003 geprüften Ölpflanzenarten Sonnenblume, Sojabohne, Saflor und Leindotter über fünf Standorte, Winterraps und -rüben über vier Standorte sowie Sommerraps über zwei Standorte, sortenweise zusammengefasst nach speziellen Fettsäuretypen (N=Anzahl Genotypen)

| Arten | N | Fettsäure (%) | | | | | | |
|-------------------------------|----|---------------|------|-------|-------|-------|-------|------|
| | | 16:0 | 18:0 | 18:1 | 18:2 | 18:3 | 20:1 | 22:1 |
| Sommerraps,00 [§] | 4 | 5,06 | 1,91 | 55,65 | 23,86 | 10,35 | 1,39 | 0,00 |
| Sommerraps,00+HO [§] | 1 | 3,75 | 1,55 | 71,30 | 17,90 | 2,30 | 1,55 | 0,00 |
| Winterraps,00 | 6 | 4,13 | 1,83 | 62,16 | 19,25 | 9,68 | 1,28 | 0,02 |
| Winterraps,00+HO | 1 | 3,88 | 1,90 | 70,13 | 12,10 | 9,47 | 1,25 | 0,00 |
| Winterrüben,00 | 3 | 4,12 | 1,96 | 55,47 | 22,90 | 12,13 | 1,43 | 0,61 |
| Sonnenblume,NT [#] | 7 | 6,71 | 4,79 | 31,94 | 55,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Sonnenblume,HO | 3 | 4,73 | 4,05 | 71,27 | 18,27 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Sojabohne | 10 | 10,13 | 4,93 | 26,50 | 50,22 | 7,43 | 0,00 | 0,00 |
| Saflor (NT) | 10 | 6,28 | 2,78 | 11,52 | 78,01 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Leindotter | 10 | 5,70 | 2,54 | 12,96 | 18,58 | 36,12 | 14,38 | 3,45 |

§ 00 = erucasäurearm und glucosinolfrei,

§ HO = High-Oleic-Sorten: 'Nexera', 'Contakt', 'Majus', 'Sunny' und 'Capella'

NT = Normaltyp – linolsäurereich.

Tab. 15: Mittelwerte für den Fettsäure-Quotienten über je zehn Sorten der fünf in 2003 geprüften Ölpflanzen-Anbausysteme auf den fünf Versuchsstandorten Wilmersdorf (WIL), Stobra (STO), Kleinhohenheim (KHO), Oberer Lindenhof (OLI) und Müllheim (MÜL). Artmittelwerte mit gleichen Buchstaben unterscheiden sich nicht (P=0,05; Tukey-Test)

| Arten | Orte | | | | | Mittelwert |
|----------------|------|------|-------|------|------|------------|
| | WIL | STO | KHO | OLI | MÜL | |
| W.raps/-rübsen | 9,75 | 9,82 | 9,61* | 9,29 | 9,68 | 9,63a |
| Sonnenblume | 7,08 | 7,67 | 7,38 | 7,39 | 6,90 | 7,28c |
| Sojabohne | 5,23 | 5,16 | 4,90 | 5,27 | 4,90 | 5,09d |
| Saflor | 8,85 | 8,68 | 8,51 | 8,45 | 8,36 | 8,57b |
| Leindotter | 1,55 | 1,59 | 1,54 | 1,50 | 1,50 | 1,54e |
| Mittelwert | 6,49 | 6,58 | 6,39 | 6,38 | 6,27 | 6,42 |

* BLUP-Schätzwert, da kompletter Ausfall aller Prüfglieder über Winter

Bemerkung: einzelortweise (t-Test) ergaben sich dieselben Signifikanzen wie in Serie.

Die Varianzanalyse ergab hoch signifikante Effekte sowohl der Arten als auch der Genotypen innerhalb der Arten. Bei den zufälligen Effekten rangierte der Kleinteilstücksfehler an erster Stelle (Variationskoeffizient: 5,73%), gefolgt von der Interaktion Orte * Arten (3,48%), der Interaktion Orte * Genotypen innerhalb Arten (3,17%), dem Großteilstücksfehler (2,35%) und letztlich den Ortseffekten (1,43%). Eine Sortenentscheidung war für die Ausgestaltung des Fettsäurequotienten dennoch in untergeordnetem Maße relevant (Tab. 16); die Artunterschiede wurden durch einzelne Sorten nur in einem sehr geringen Umfang durchkreuzt (z.B. durch die Sonnenblumensorten 'Majus' und 'Sunny' in Richtung des Saflors und des Systems Winterraps/-rübsen).

In den übrigen erhobenen agronomischen Merkmalen zeigte sich ebenfalls eine beträchtliche Arten- und Sortenvariabilität (Tab.16). Eine Entscheidung über den Anbau wird jedoch in erster Linie die Ertrags- und Qualitätseigenschaften berücksichtigen, da ein vermarktungsfähiges Produkt meist an erster Stelle der Betrachtung stehen wird. Erst bei gleichen Ausgangsbewertungen hinsichtlich dieser Kriterien würde dann die Art- und Sortenwahl mit Hilfe der agronomischen Eigenschaften sekundär modifiziert werden.

Für das Merkmal Jugendentwicklung hob sich die Sonnenblume als massenwüchsigste Art signifikant vom System Winterraps/-rübsen ab. Bei Leindotter war eine signifikant von den übrigen Systemen verschiedene erhöhte Lagerneigung zu verzeichnen; das trockene Jahr 2003 barg tatsächlich eine geringe Gefahr für hohe Ausprägungsstufen dieses Merkmals.

Tab. 16: Mittelwerte (BLUPs) für die Merkmale Jugendentwicklung, Lager, Durchschnittsbonituren des Befalls mit Krankheiten und Schädlingen (alle 1-9), physiologische Reife (Tage ab dem 1.1.2003) sowie für den Fettsäure-Quotienten von 50 Ölpflanzengenotypen über fünf Öko-Standorte. Artmittelwerte mit gleichen Buchstaben unterscheiden sich nicht (P=0,05; Tukey-Test)

| Nr./Genotyp | J.Entw. | Lager | Krankh. | Schädl. | Reife | FS-Quot. |
|------------------------------|---------------|---------------|--------------|---------------|---------------|---------------|
| RUW1_Hanko | 4,32 | 1,01 | 4,66 | 3,52 | 188,2 | 8,80 |
| 2_Rex | 5,41 | 1,01 | 2,71 | 3,36 | 187,3 | 8,64 |
| 3_Credit | 5,24 | 1,01 | 3,62 | 3,54 | 188,3 | 9,75 |
| RAW4_Bristol | 5,16 | 1,01 | 3,96 | 3,79 | 200,2 | 9,21 |
| 5_Apex | 4,24 | 1,01 | 3,37 | 2,44 | 200,0 | 9,37 |
| 6_Capitol | 3,82 | 1,01 | 2,46 | 4,00 | 200,4 | 10,96 |
| 7_Viking | 4,24 | 1,01 | 2,87 | 3,21 | 199,6 | 9,74 |
| 8_Express | 4,99 | 1,01 | 2,54 | 2,79 | 199,5 | 9,61 |
| 9_Smart | 3,91 | 1,01 | 2,96 | 2,71 | 199,9 | 9,70 |
| 10_Kontakt | 4,07 | 1,01 | 3,37 | 3,25 | 200,1 | 10,52 |
| Mittel W.raps/-rübsen | 4,54b | 1,01ab | 3,25a | 3,26b | 196,4a | 9,63a |
| SOL1_Tandem | 2,67 | 1,00 | 3,79 | 2,22 | 246,9 | 6,97 |
| 2_Salut_RM | 2,11 | 1,00 | 3,77 | 2,14 | 242,9 | 6,59 |
| 3_Heliaroc | 2,11 | 1,00 | 3,53 | 1,89 | 245,6 | 6,57 |
| 4_Heliasun | 3,00 | 1,00 | 3,61 | 1,97 | 246,0 | 6,53 |
| 5_Majus | 2,56 | 1,00 | 3,06 | 2,43 | 246,5 | 9,67 |
| 6_Sanluca_RM | 3,00 | 1,00 | 4,44 | 2,56 | 242,9 | 6,50 |
| 7_Jazzy | 1,89 | 1,00 | 3,64 | 2,06 | 244,6 | 6,71 |
| 8_Sunny | 2,56 | 1,00 | 3,73 | 1,97 | 243,9 | 8,79 |
| 9_Capella | 2,89 | 1,00 | 4,33 | 2,18 | 244,0 | 7,52 |
| 10_KW2202 | 2,89 | 1,00 | 3,35 | 1,64 | 247,5 | 7,00 |
| Mittel Sonnenblume | 2,57a | 1,00a | 3,73a | 2,11ab | 245,1b | 7,28b |
| SJ 1_Amphor | 3,11 | 1,00 | 1,71 | 1,00 | 248,3 | 5,28 |
| 2_Dolly | 2,56 | 1,00 | 3,05 | 1,00 | 236,1 | 4,97 |
| 3_Essor | 3,44 | 1,00 | 1,82 | 1,00 | 246,7 | 5,38 |
| 4_Gentleman | 2,00 | 1,00 | 1,95 | 1,00 | 235,1 | 4,87 |
| 5_Merlin | 2,89 | 1,00 | 2,69 | 1,00 | 237,5 | 5,21 |
| 6_N_Conquest | 3,89 | 1,00 | 2,57 | 1,00 | 234,7 | 4,94 |
| 7_OAC_Erin | 3,00 | 1,00 | 2,51 | 1,00 | 241,3 | 4,89 |
| 8_Dorena | 2,89 | 1,00 | 2,79 | 1,00 | 238,5 | 5,36 |
| 9_Quito | 4,11 | 1,00 | 2,01 | 1,00 | 247,9 | 4,93 |
| 10_York | 2,33 | 1,00 | 2,05 | 1,00 | 246,0 | 5,08 |
| Mittel Sojabohne | 3,02ab | 1,00a | 2,31a | 1,00a | 241,2b | 5,09c |
| SFL1_Sabina | 2,78 | 1,13 | 2,80 | 1,00 | 237,2 | 8,57 |
| 2_Saffire | 3,33 | 1,00 | 3,05 | 1,00 | 236,8 | 8,91 |
| 3_PI-209286 | 3,00 | 1,13 | 2,53 | 1,00 | 236,8 | 8,61 |
| 4_PI-253516 | 3,56 | 1,00 | 2,57 | 1,00 | 236,9 | 8,69 |
| 5_PI-253518 | 3,33 | 1,00 | 3,07 | 1,00 | 236,8 | 8,49 |
| 6_PI-253555 | 3,11 | 1,00 | 2,86 | 1,00 | 237,1 | 8,61 |
| 7_BS-62915 | 3,67 | 1,00 | 2,63 | 1,00 | 236,9 | 8,47 |
| 8_BS-62924 | 4,00 | 1,00 | 2,65 | 1,00 | 236,9 | 8,49 |
| 9_CART-19/89 | 3,78 | 1,13 | 2,52 | 1,00 | 237,1 | 8,22 |
| 10_CART-60/84 | 3,56 | 1,13 | 2,67 | 1,00 | 237,1 | 8,62 |
| Mittel Saflor | 3,41ab | 1,05ab | 2,73a | 1,00a | 237,0b | 8,57ab |
| LND1_Calena | 5,00 | 1,93 | 3,21 | 1,90 | 204,1 | 1,42 |
| 2_Ligena | 2,89 | 2,87 | 2,70 | 1,63 | 203,2 | 1,61 |
| 3_Lindo | 3,83 | 1,93 | 3,12 | 1,70 | 201,8 | 1,72 |
| 4_CA13X-2S-44 | 4,00 | 3,00 | 3,20 | 1,83 | 201,4 | 1,46 |
| 5_G-31715 | 3,78 | 2,47 | 3,65 | 1,80 | 201,7 | 1,51 |
| 6_BS-51564 | 3,22 | 1,53 | 2,96 | 1,63 | 201,9 | 1,55 |
| 7_BS-59951 | 3,11 | 2,87 | 3,09 | 1,70 | 201,9 | 1,49 |
| 8_BS-59956 | 3,61 | 2,67 | 3,40 | 1,77 | 202,3 | 1,53 |
| 9_BS-59963 | 3,44 | 2,87 | 3,12 | 1,67 | 203,3 | 1,63 |
| 10_BS-59968 | 3,50 | 2,53 | 3,16 | 1,73 | 203,3 | 1,46 |
| Mittel Leindotter | 3,64ab | 2,47b | 3,16a | 1,74ab | 202,5a | 1,54d |

Für die Krankheitsanfälligkeit wurden keine signifikanten Unterschiede zwischen den Arten gefunden, gleichwohl (mit Einschränkung) weniger anfällige Sorten, z. B. bei der Sojabohne. Bei dem Merkmal Schädlingsbefall konnten die im Feld sichtbaren Zusammenhänge, dass Raps und Rübsen stärkere Schädigungen zu erleiden hatten als andere Arten, insbesondere Sojabohne und Saflor, auch statistisch untermauert werden. Ein gemäß der Bonitureinstufung signifikant weniger stark geschädigter Rapsgenotyp war die Sorte ‘Apex‘.

Eine Arten- bzw. Sortenwahl auf Mittelgebirgsstandorten oder in klimatisch ungünstigeren Regionen muss auch den Reifezeitpunkt der Kultur berücksichtigen. Signifikante Unterschiede bestanden zwischen den beiden Abreifegruppen Leindotter/Raps/Rübsen und Saflor/Sonnenblumen/Sojabohnen. Empfiehlt sich aus anderen Gründen der Anbau einer Art der letzteren Gruppe, so kann insbesondere beim Saflor mit einer etwas zeitigeren Abreife gerechnet werden, was wiederum ein geringeres Ernterisiko zur Folge haben kann. Einen vergleichbaren Reifebereich wiesen jedoch auch die Sojasorten ‘Dolly‘, ‘Gentleman‘, ‘Northern Conquest‘ und ‘Merlin‘ auf. Derart frühe Sonnenblumensorten waren in dem geprüften Sortiment nicht enthalten.

3.1.2 Zusätzliche Untersuchungen bei Leindotter

In die Untersuchungen zu den geschmacklichen Eigenschaften sowie zur Oxidationsstabilität bei Leindotter wurden nur die Proben von vier der fünf Prüfstandorte einbezogen. Der Grund lag in dem zum Teil sehr hohen Unkrautbesatz der Proben vom Standort Wilmersdorf, bei denen insbesondere die geschmackliche Beurteilung nicht möglich war. Ware mit einem derartigen Besatzgrad würde mit hoher Wahrscheinlichkeit in der Praxis keiner Nutzung als Speiseöl zugeführt werden können.

Die sensorische Bewertung des Öles der zehn in Teilprojekt A geprüften Leindotter-Herkünfte ergab in der Verrechnung über vier Standorte schwach signifikante Unterschiede zwischen den Genotypen (Tab. 17). Die Heritabilität dieses Merkmals lag bei nur 53%. Dieses kann zu einem großen Teil auf erhöhte Fehlervarianzen der Erfassungen am Einzelort zurückgeführt werden; die Genotyp-Ort-Interaktion war demgegenüber verhältnismäßig gering (Daten nicht gezeigt). In der Serienverrechnung können gleichwohl unter den zehn Herkünften geschmacklich positive (G-31715 und BS-59951) von negativen (BS-59956 und BS-59968) signifikant mit Hilfe der Grenzdifferenz (1,59) unterschieden werden.

Trotz des Vorhandenseins dieser leichten Effekte scheint es für die Sortenempfehlung hinsichtlich einer Speiseölnutzung noch verfrüht zu sein (Matthäus, persönliche Mitteilung). Eine Überprüfung der Ergebnisse in einem weiteren Jahr sollte vorab durchgeführt werden.

Tab. 17: Mittelwerte der Summe erfaßter sensorischer Bewertungen des Öles von 10 Leindotter-Genotypen der Versuchsstandorte Stobra (STO), Kleinhohenheim (KHO), Oberer Lindenhof (OLI) und Müllheim (MÜL), Genotyp-Mittelwerte über die Standorte sowie Irrtumswahrscheinlichkeit für die Signifikanz der genotypischen Varianz (P) und Heritabilität (h^2) der Serienverrechnung

| Genotyp | STO | KHO | OLI | MÜL | Mittel P | h^2 |
|-------------|-------|------|-------|-------|-----------|-------|
| Calena | 0,17 | 2,83 | 0,00 | 0,00 | 0,57 | |
| Ligena | 1,33 | 1,83 | -0,67 | -1,33 | 0,29 | |
| Lindo | -1,00 | 2,67 | 1,17 | -0,83 | 0,50 | |
| CA13X-2S-44 | 1,50 | 2,67 | 0,33 | 1,00 | 1,38 | |
| G-31715 | 1,00 | 2,83 | 1,50 | 1,50 | 1,71 | |
| BS-51564 | 0,50 | 1,83 | 1,33 | 0,33 | 1,00 | |
| BS-59951 | 2,67 | 2,83 | 1,17 | -0,17 | 1,63 | |
| BS-59956 | -0,83 | 2,17 | 0,50 | -5,17 | -0,83 | |
| BS-59963 | 0,33 | 2,00 | -1,17 | 0,33 | 0,37 | |
| BS-59968 | -1,33 | 2,33 | -0,17 | -1,33 | -0,12 | |
| Mittel | 0,43 | 2,40 | 0,40 | -0,64 | 0,65 0,10 | 0,53 |

Für die Oxidationsstabilität (Rancimat-Test) wurden zwar einzelortweise z.T. hoch signifikante Effekte für den Faktor Genotypen berechnet (Daten nicht gezeigt); aufgrund hoher Interaktionseffekte ergab sich aber in der Verrechnung über die vier Standorte keine signifikante genotypische Varianz (Tab. 18). Ein Vergleich des Leindotters mit anderen Ölpflanzenarten kann nur unter gleichen Prüfbedingungen (Luftdurchlass bei 120°C) hergestellt werden. Für Leindotter würde sich dabei eine Oxidationsstabilität im Bereich von 1,5h einstellen. Bei nativem Safloröl erhält man ebenfalls etwa 1,4h, raffiniertes Sonnenblumenöl (Normaltyp) weist ca. 2h auf, für natives Rapsöl werden ca. 4h und für Olivenöl 6,5h erreicht. Somit bewegt sich die Oxidationsstabilität in etwa analog zu dem Anteil an Ölsäure bzw. umgekehrt proportional zum Linol- und Linolensäuregehalt im Gesamtfett. Wenn auch die genotypischen Unterschiede für die Oxidationsstabilität nicht signifikant waren, so ergaben sich doch für die Mittelwerte der zehn Leindotter-Herkünfte über die vier Orte zwei hoch signifikante Korrelationen: eine negative Beziehung zum Linolensäuregehalt von $r=-0,79$, und eine positive zum Palmitinsäuregehalt ($r=0,84$).

Zur Lagerstabilität der Öle sind gemäß dieser Einstufungen allein keine Aussagen zulässig, weil die Lagerung normalerweise im Bereich der Raumtemperatur erfolgt, da Lichteinwirkung einen zusätzlichen Effekt ausübt und zusätzlich oxidationshemmende Tocopherole in variierenden Anteilen in den verschiedenen Ölen gefunden werden (Matthäus, persönliche Mitteilung). Denn im Gegensatz zu den relativ geringen Oxidationsstabilitäten des Leindotters enthält sein Öl einen wirksamen Schutz gegen Oxidationsprozesse durch seine sehr hohen Gehalte an Gammatocopherol, einer Vitamin-E-Komponente (Matthäus, 2004),

die den Verderb des Öles verzögern kann. Auch in der vorliegenden Studie machte das Gammatocopherol mit rund 88% im Mittel den höchsten Anteil am Gesamttocopherol aus (Tab. 19). Während für die übrigen gefundenen Tocopherole (Alpha- und Deltatocopherol sowie Plastochromanol-8) in Serie hoch signifikante genotypische Variabilität und hohe Heritabilitäten gefunden wurden, zeigte jedoch das Gammatocopherol und infolgedessen auch das Gesamttocopherol diese genotypische Differenzierung nicht (Tab. 20). Demgegenüber waren für beide Merkmale hohe Fehlervarianzen und hohe Genotyp-Ort-Interaktionen zu verzeichnen (Daten nicht gezeigt). Somit kann keine Verbesserung der Vitamin-E-Anteile durch eine gezielte Sortenwahl aus diesem Sortiment vorgenommen werden.

Tab. 18: Mittelwerte der Oxidationsstabilität (h) des Öles von 10 Leindotter-Genotypen der Versuchsstandorte Stobra (STO), Kleinhohenheim (KHO), Oberer Lindenhof (OLI) und Müllheim (MÜL), Genotyp-Mittelwerte über die Standorte sowie Irrtumswahrscheinlichkeit für die Signifikanz der genotypischen Varianz (P) und Heritabilität (h²) der Serienverrechnung

| Genotyp | STO | KHO | OLI | MÜL | Mittel P | h ² |
|-------------|------|------|------|------|-------------|----------------|
| Calena | 2,80 | 3,13 | 2,87 | 4,13 | 3,23 | |
| Ligena | 2,97 | 3,33 | 3,33 | 3,50 | 3,28 | |
| Lindo | 3,13 | 3,67 | 3,30 | 3,53 | 3,41 | |
| CA13X-2S-44 | 3,20 | 3,33 | 3,03 | 3,57 | 3,28 | |
| G-31715 | 3,10 | 3,46 | 3,07 | 3,40 | 3,26 | |
| BS-51564 | 2,93 | 3,13 | 3,03 | 3,47 | 3,14 | |
| BS-59951 | 3,03 | 3,43 | 3,20 | 3,57 | 3,31 | |
| BS-59956 | 3,00 | 3,43 | 3,07 | 3,53 | 3,26 | |
| BS-59963 | 2,93 | 3,23 | 3,50 | 3,47 | 3,28 | |
| BS-59968 | 3,07 | 3,40 | 3,07 | 3,63 | 3,29 | |
| Mittel | 3,02 | 3,35 | 3,15 | 3,58 | 3,27 n.s. | 0,00 |

n.s. nicht signifikant

Tab. 19: Mittelwerte der einzelnen Tocopherolgehalte (mg/100ml Öl) über 10 Leindotter-Genotypen hinweg jeweils an den Versuchsstandorten Stobra (STO), Kleinhohenheim (KHO), Oberer Lindenhof (OLI), Müllheim (MÜL) und über die Standorte hinweg sowie Irrtumswahrscheinlichkeit für die Signifikanzen der genotypischen Varianz (P) und Heritabilitäten (h²) der Serienverrechnung

| Tocopheroltyp | STO | KHO | OLI | MÜL | Mittel P | h ² |
|-------------------|-------|-------|-------|-------|--------------|----------------|
| Alphatocopherol | 2,04 | 2,31 | 2,21 | 2,80 | 2,34 0,01 | 0,93 |
| Gammatocopherol | 73,75 | 85,59 | 72,38 | 99,95 | 82,92 n.s. | 0,00 |
| Plastochromanol-8 | 8,39 | 7,21 | 6,66 | 7,86 | 7,53 0,05 | 0,90 |
| Deltatocopherol | 1,53 | 1,89 | 1,47 | 2,13 | 1,75 0,01 | 0,77 |

n.s. nicht signifikant

Zu beobachten waren jedoch die großen und signifikanten Ortsunterschiede, besonders hinsichtlich der Gehalte des Gammatocopherols, die einen Anstieg von Nord nach Süd sowie

von der Höhenlage in die Niederung (Vergleich der Standorte in Baden-Württemberg) andeuten. Parallel zu den Ergebnissen der Oxidationsstabilität wurden am Standort Müllheim somit Leindotteröle erhalten, die hinsichtlich einer Oxidationsstabilität am vorteilhaftesten zu sein scheinen.

Tab. 18: Mittelwerte der Summe aller Tocopherolgehalte (mg/100ml Öl) von 10 Leindotter-Genotypen der Versuchsstandorte Stobra (STO), Kleinhohenheim (KHO), Oberer Lindenhof (OLI) und Müllheim (MÜL), Genotyp-Mittelwerte über die Standorte sowie Irrtumswahrscheinlichkeit für die Signifikanz der genotypischen Varianz (P) und Heritabilität (h^2) der Serienverrechnung

| Genotyp | STO | KHO | OLI | MÜL | Mittel P | h^2 |
|-------------|-------|--------|-------|--------|--------------|-------|
| Calena | 87,30 | 104,02 | 83,22 | 114,93 | 97,37 | |
| Ligena | 85,80 | 89,77 | 79,86 | 120,05 | 93,87 | |
| Lindo | 80,48 | 98,92 | 79,50 | 105,25 | 91,04 | |
| CA13X-2S-44 | 83,29 | 99,01 | 77,65 | 115,59 | 93,89 | |
| G-31715 | 87,39 | 101,05 | 82,23 | 118,31 | 97,25 | |
| BS-51564 | 86,90 | 96,90 | 86,70 | 116,38 | 96,72 | |
| BS-59951 | 83,66 | 92,16 | 84,75 | 109,45 | 92,51 | |
| BS-59956 | 88,43 | 94,74 | 84,39 | 119,88 | 96,86 | |
| BS-59963 | 86,52 | 93,16 | 87,15 | 111,42 | 94,56 | |
| BS-59968 | 87,25 | 100,20 | 81,66 | 96,05 | 91,29 | |
| Mittel | 85,70 | 96,99 | 82,71 | 112,73 | 94,53 n.s. | 3,41 |

n.s. nicht signifikant

3.2 Teilprojekt B

3.2.1 Erhebungen bis Ende 2003 bei Saflor

Die 2003 in Teilprojekt B verwendeten Herkünfte entstammten einem im Jahre 2002 angelegten zweiartigen Screening-Experiment mit 741 Saflorherkünften, die auf einreihigen Mikroparzellen angebaut worden waren. Eine kurze Darstellung der Ergebnisse dieses Jahres, die nachfolgend gegeben wird, verdeutlicht die Zusammenhänge zwischen beiden Experimenten.

In der Verrechnung über beide Orte (2002) hinweg konnte für alle Merkmale (Feldbonituren zu agronomisch relevanten Merkmalen) oder dem komplexen Index signifikante genotypische Variation festgestellt werden (Reinbrecht et al., 2003). Für den Index, der die Summe aller Krankheitsbonituren sowie die Frühzeitigkeit berücksichtigte, wurde so eine günstige Merkmalsausprägung bei dem Wert 12 bzw. eine sehr ungünstige bei 33 erreicht (Abb. 5). Das Merkmal Kornausbildung, das von Hand als Bonitur des Kornansatzes durchgeführt wurde, bezeichnete mit der Note 1 vollständig gefüllte und mit der Note 9 komplett ungefüllte

und krankheitsbedingt vermorschte Köpfchen. Für die genannten Merkmale wurden zum Teil hohe Heritabilitäten berechnet. Somit ließen sich aus dem Sortiment des Jahres 2002, je nach Merkmal mit unterschiedlicher Genauigkeit, überlegene Formen selektieren.

Für die berechneten Indices ergab sich, dass die in Deutschland zugelassene Sorte ‘Sabina‘ hinter 104 Genbankakzessionen rangierte. In dem Merkmal Kornausbildung befand sich ‘Sabina‘ jedoch mit an vorderster Stelle (Abb. 5). 75 Akzessionen zeigten eine ähnlich positive Kornausbildung wie ‘Sabina‘ (Boniturnoten 1-3). Für dieses Merkmal ist eine zweigipflige Verteilung erkennbar, d.h. die Mehrzahl der Herkünfte gruppierte sich um die Boniturnote 8 und wies damit einen schlechten Kornansatz auf. Die zweite (kleinere) Gruppe hatte ihr Mittel auf Höhe der Note 2,5. Die Kornausbildung dieser Gruppe kann (für 2002) als ausreichend bezeichnet werden. Insbesondere für dieses Merkmal wurden 185 überlegene Genotypen aus dem gesamten Sortiment ausgewählt, bei denen die Ernte eine Aussicht auf gut ausgebildetes und annähernd gesundes Kornmaterial versprach. Die erfassten Parzellen-Korngewichte (=mittlere Korngewichte pro Reihe in Gramm) bestätigten dies (Abb. 7a, oben).

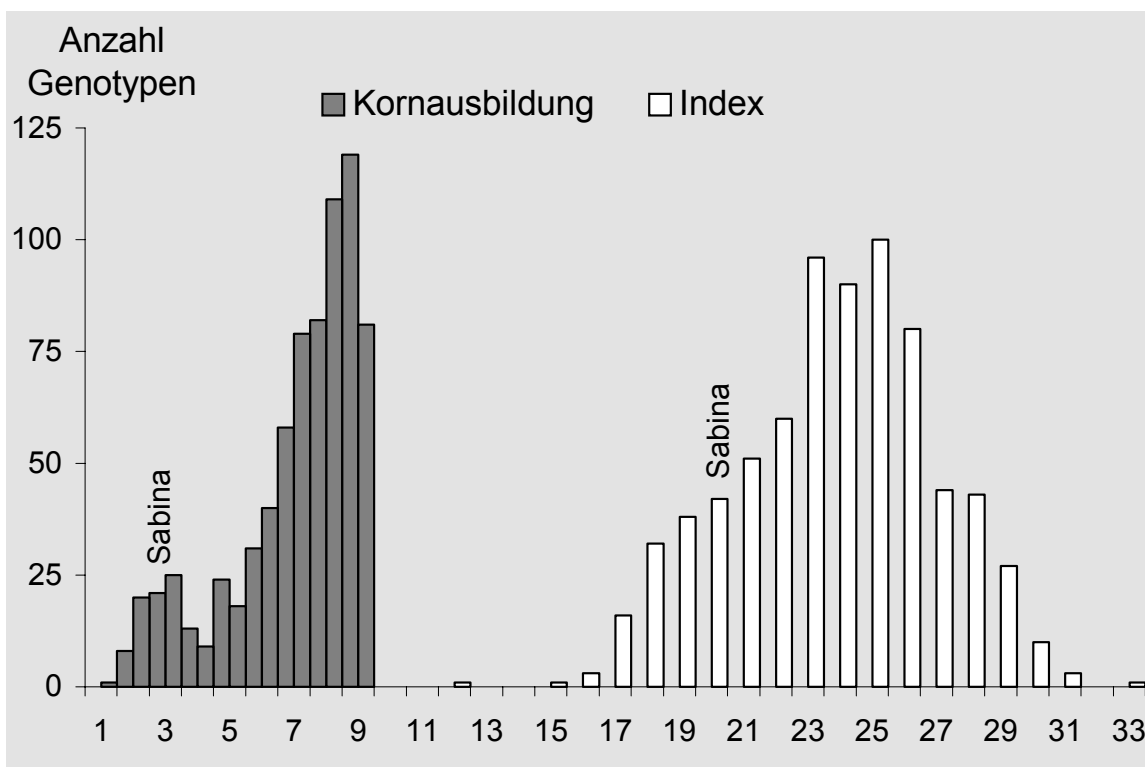


Abb. 5: Häufigkeitsverteilung der Bonitur der Kornausbildung (Abszisse: Boniturnoten 1-9) und der errechneten dimensionslosen Indices (Abszisse: Index 1-33) bei Saflor im Mittel über die Standorte Ihinger Hof und Göttingen (2002)

Die Fettsäureanalytik bestätigte die Linolsäure als Hauptfettsäure, gefolgt von der Ölsäure (Tab. 19). Die gesättigten Fettsäuren Palmitin- und Stearinsäure nahmen zusammen maximal knapp 15 % ein. Zwei definierte Ölsäuretypen waren zwar in dem geernteten Satz an Herkünften enthalten, prägten aber mit 27,9 % ihre Eigenschaft nur zu einem Bruchteil dessen aus, was die Evaluierungsdaten des Germplasm Resources Information Network in den USA (GRIN) angegeben hatten (77 % Ölsäure).

Tab. 19: Genotypische Werte für das Minimum, den Versuchsmittelwert, den Standard 'Sabina' und das Maximum der **Fettsäurezusammensetzung** von 185 Saflorformen sowie Signifikanz der genotypischen Varianz und Heritabilitäten (h^2), geprüft in Göttingen und auf dem Ihinger Hof 2002

| ----- | | | | | |
|---------------------------------|---------|--------|--------|---------|-------|
| N=185 | | | | | |
| Fettsäuren (%) | Minimum | Mittel | Sabina | Maximum | h^2 |
| ----- | | | | | |
| Palmitinsäure (16:0) | 4,5 | 6,8** | 6,8 | 13,7 | 0,59 |
| Stearinsäure (18:0) | ca. 1,0 | 2,0** | 1,9 | 3,3 | 0,52 |
| Ölsäure (18:1) | 9,4 | 13,2** | 11,9 | 27,9 | 0,75 |
| Linolsäure (18:2) | 59,2 | 75,2** | 77,4 | 82,4 | 0,77 |
| Verhältnis Öl-/Linolsäure x 100 | 11,8 | 17,8** | 15,5 | 47,2 | 0,76 |
| ----- | | | | | |

** Signifikant bei $P=0,01$.

Das Merkmal Kornausbildung korrelierte 2002 eng mit den beiden Ertragsmerkmalen Korngewicht bzw. Kerngewicht (Schalen entfernt) der Parzelle (Abb. 6). Ferner hatte die Köpfchenfäule von allen Krankheitsbonituren den höchsten Korrelationskoeffizienten zur Bonitur der Kornausbildung. Die Beziehung zum Korn- und Kerngewicht war nur mittel; alle angegebenen Koeffizienten waren signifikant bei einer Irrtumswahrscheinlichkeit von $P=0,01$. Ferner bestanden enge bis mittlere Beziehungen zwischen folgenden Merkmalen ($P=0,01$):

| | | | |
|--------------------------------------|----------|--------------------------------|-----------|
| Wuchshöhe : Blühbeginn | $r=0,76$ | Index : Kornausbildung | $r=0,66$ |
| Index : Spitzenfäule | $r=0,67$ | Index : Anz. vollausgeb. Kerne | $r=0,52$ |
| Kornausb. : Anz. vollausgeb. Kerne | $r=0,70$ | Kornausbildung : Kernanteil | $r=-0,55$ |
| Anz. vollausgeb. Kerne : Korngewicht | $r=0,66$ | Kornausbildung : Linolsäure | $r=-0,58$ |
| Kernanteil : Linolsäure | $r=0,54$ | Kornausbildung : Ölsäure | $r=0,53$ |

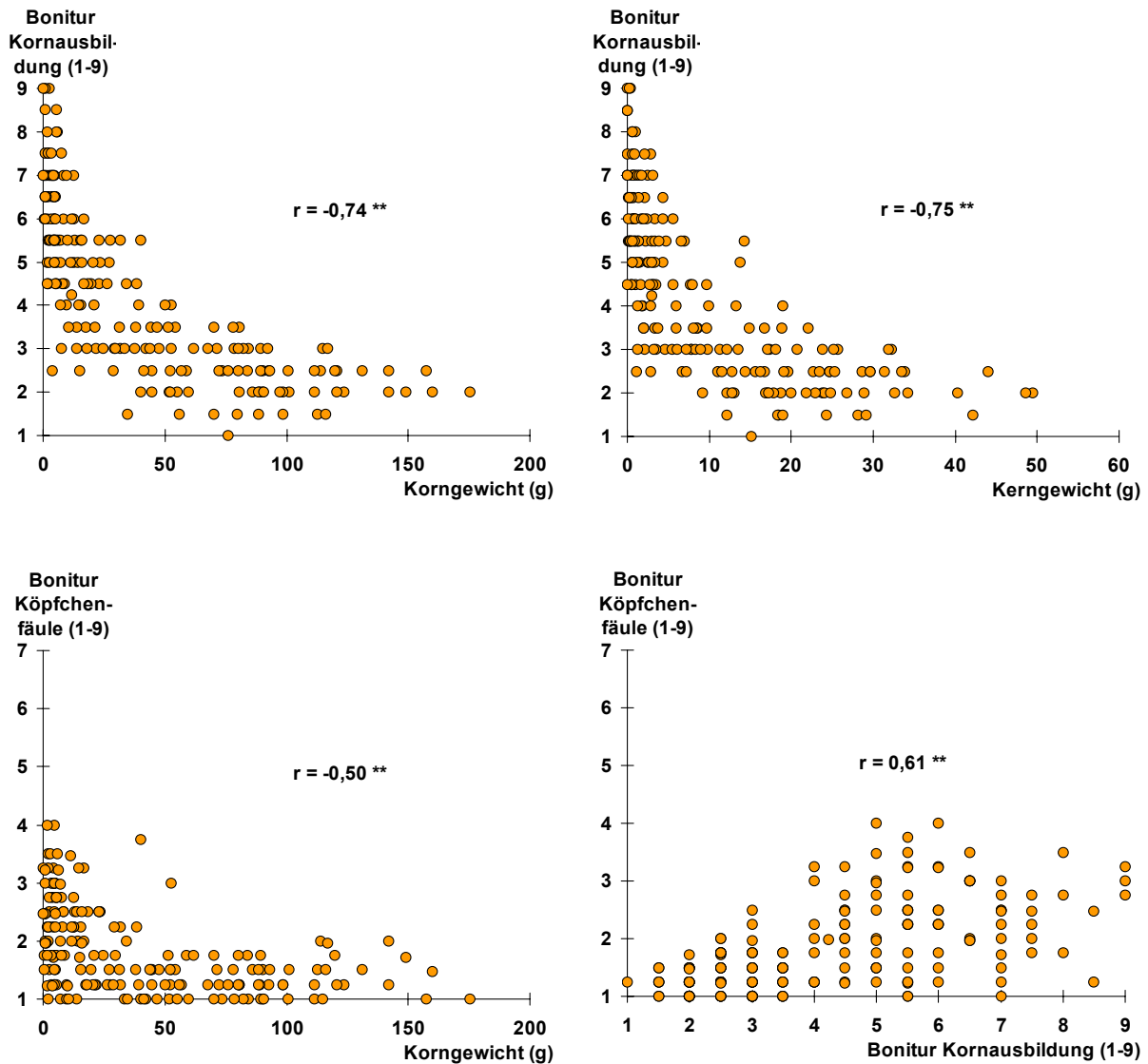


Abb. 6: Darstellung von vier signifikanten Merkmalskorrelationen auf Basis von Genotyp-Mittelwerten des Saflor-Screenings aus 2002 über die Standorte Ihinger Hof und Göttingen

Die Verteilung des Materials nach ihren Herkunfts-Kontinenten bzw. nach Regionen innerhalb Europas gab darüber Aufschluss, woher im Ökolandbau in Deutschland adaptiertes Material hauptsächlich stammt und welches Material zusätzliche günstige Merkmale aufweisen konnte (Abb. 7a und b).

Saflor-Formen mit günstigen Korngewichten (d.h. mit hohen zu erwartenden Erträgen) stammten vorrangig aus Mitteleuropa. Mit zunehmender Entfernung von dieser Region nahm die Bedeutung für dieses Merkmal stetig ab. Für den Kernanteil (also ein Merkmal, das eine hohe Korrelation zum Ölgehalt erwarten läßt) ergab sich, dass günstige Formen sowohl im mitteleuropäischen Material als auch im amerikanischen zu finden waren. Der Korrelationskoeffizient zwischen dem Korngewicht und dem Kernanteil lag bei $r=0,50$ ($P=0,01$).

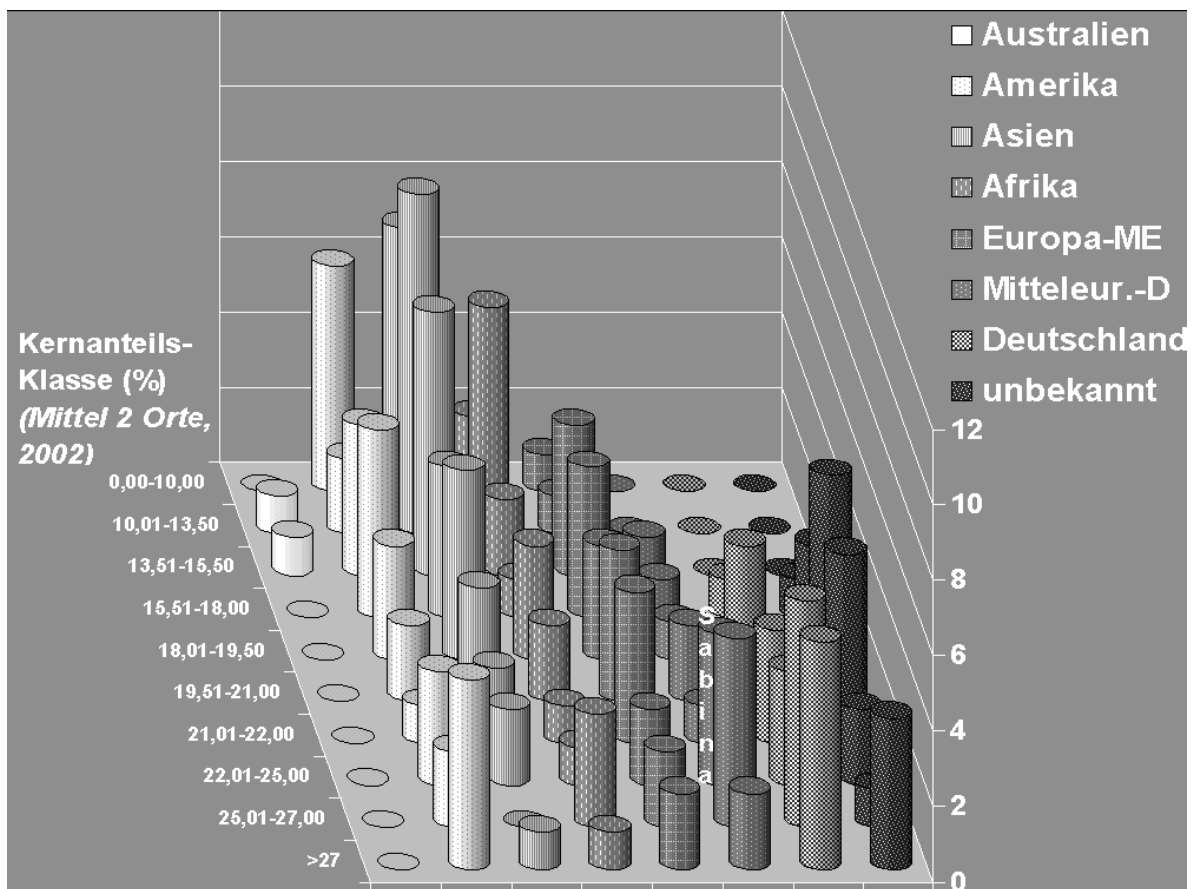
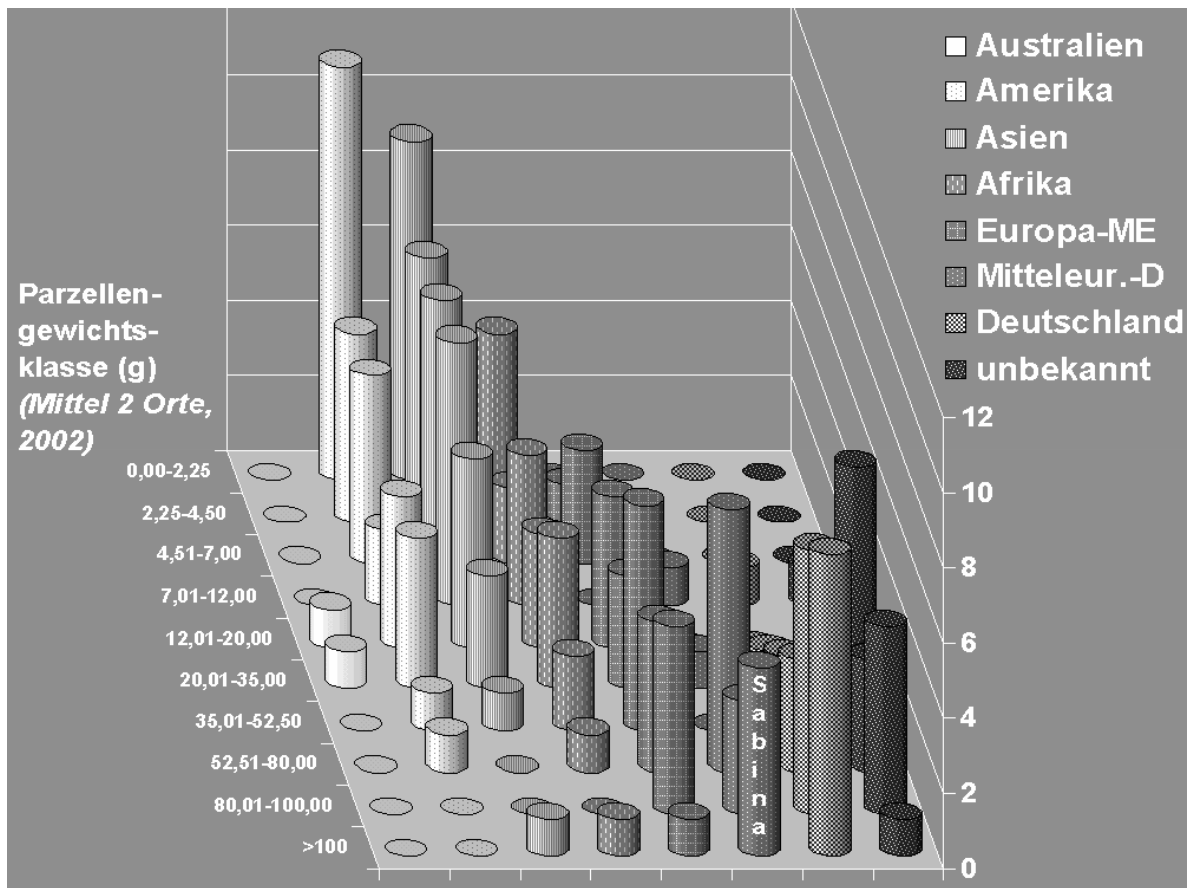


Abb. 7a: Verteilung der 185 im Jahr 2002 geernteten Herkunftse aus verschiedenen Kontinenten nach ihren mittleren Kornengewichten auf Parzellenbasis (oben) bzw. ihrem Kernanteil in der Gesamtkornmasse (unten)

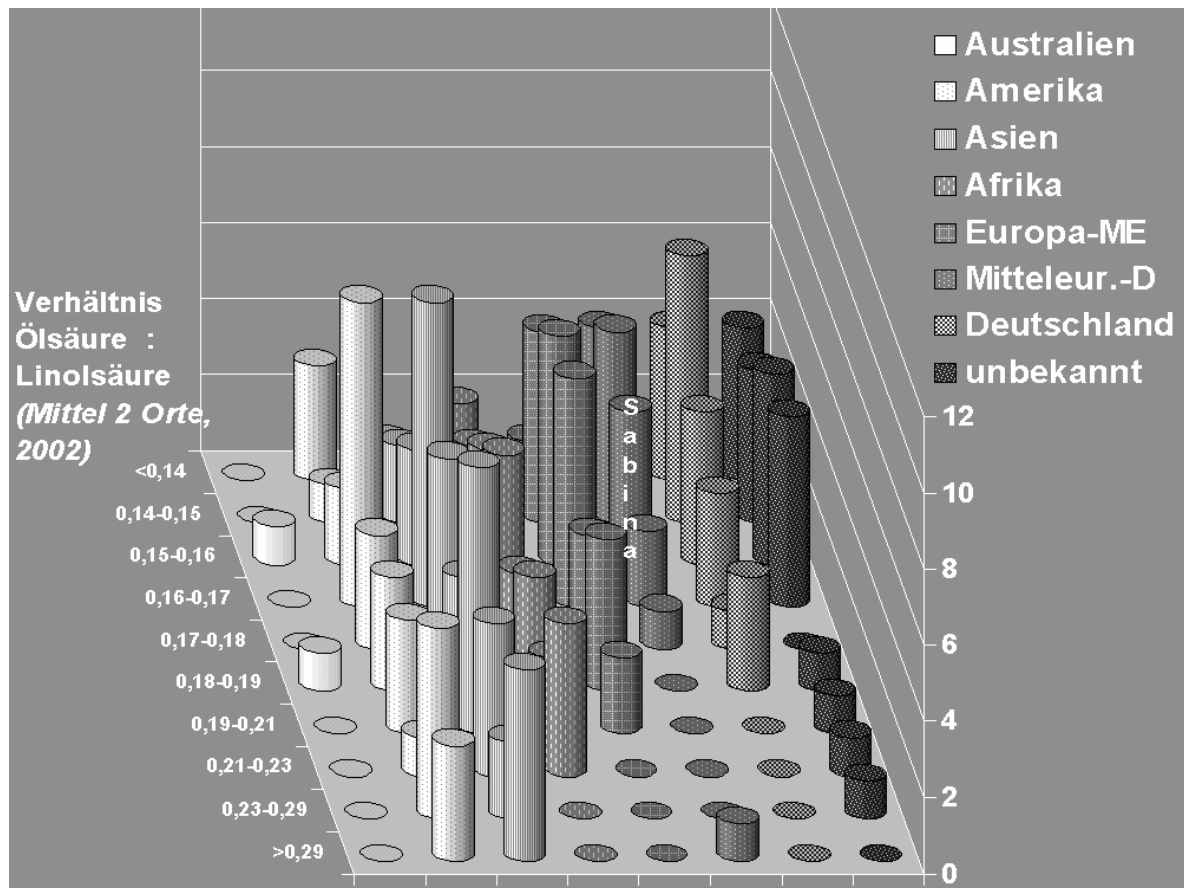


Abb. 7b: Verteilung der 185 im Jahr 2002 (oben) bzw. der 65 im Jahr 2003 geernteten Herkünfte aus verschiedenen Kontinenten nach ihrem Verhältnis von Ölsäure zu Linolsäure

Anhand der Verteilung des Verhältnisses von Öl- zu Linolsäureanteilen konnte festgestellt werden, dass hohe Ölsäuregehalte nur unter amerikanischen und asiatischen Herkünften zu finden sind. Die eine mitteleuropäische Herkunft mit höherem Ölsäureanteil (PI-576990) rangierte mit einem Wert von 0,29 (Ölsäuregehalt: 19,5%) bereits an der Grenze zur nächst niedrigeren Klasse.

Zur Frühjahrsaussaat 2003 wurden nach verschiedenen Kriterien 65 überlegene Herkünfte ausgewählt. Gemäß ihrer besten Merkmalsausprägung wurden selektiert: 25 nach Parzellengewicht, je 4 mit niedrigstem Index, niedriger Wuchshöhe und hohem TKM und 28 mit Resistenz gegen verschiedene, in 2002 aufgetretene Krankheiten. Diese Herkünfte wurden in einer dreiortigen Leistungsprüfung weiter getestet. Das Sortiment umfasste neben drei afrikanischen und je vier asiatischen und amerikanischen Formen weiterhin nur europäisches Material (20 aus D, 13 aus dem übrigen Mitteleuropa [A, CH, DK, CZ, PL] und 10 aus weiteren Ländern Süd- und Südosteuropas) sowie 11 unbekannte Herkünfte. Auf allen drei Standorten konnten befriedigende mittlere Ertragsleistungen festgestellt werden, die auf dem Flachshof bei 24 dt/ha, in Kleinhohenheim bei 31 dt/ha und in Göttingen bei 36 dt/ha lagen.

Tab. 20: Genotypische Werte für das Minimum, den Versuchsmittelwert, den Standard ‘Sabina‘ und das Maximum verschiedener agronomisch relevanter Merkmale von 65 Saflorformen sowie Signifikanz der genotypischen Varianz und Heritabilitäten (h^2), geprüft in Kleinhohenheim, Göttingen und auf dem Flachshof 2003

| Merkmal | Prüfung über 3 Orte 2003 | | | | |
|-----------------------------------|--------------------------|--------|--------|---------|-------|
| | Minimum | Mittel | Sabina | Maximum | h^2 |
| Jugendentwicklung (1-9) | 1,9 | 2,6** | 2,5 | 6,1 | 0,73 |
| Blühbeginn (numer. Tag) | 186 | 190** | 191 | 201 | 0,89 |
| Blühende (numer. Tag) | 205 | 207** | 207 | 223 | 0,82 |
| Blühdauer (Tage) | 14 | 17* | 16 | 22 | 0,32 |
| Wuchshöhe (cm) | 67 | 88** | 97 | 97 | 0,71 |
| Rost (1-9) | 1,0 | 3,8** | 3,9 | 5,3 | 0,64 |
| Alternaria-Blattflecken (1-9) | 1,8 | 3,8** | 3,4 | 5,0 | 0,64 |
| Köpfchenfäule (1-9) | 1,0 | 1,1ns | 1,2 | 1,4 | 0,00 |
| Ø Krankheiten (1-9) | 1,3 | 2,8** | 2,6 | 3,5 | 0,79 |
| Kornertrag (dt ha ⁻¹) | 12,7 | 30,4** | 33,0 | 37,3 | 0,66 |

** ; * bzw. ns: Signifikant bei $P=0,01$; $0,05$ bzw. nicht signifikant.

Für den überwiegenden Anteil der erhobenen Merkmale wurden wie in 2002 ebenfalls hohe und hoch signifikante genotypische Variabilität sowie hohe Heritabilitäten gefunden (Tab. 20). Bedingt durch die trockenwarme Witterung trat kein signifikanter Befall mit der Köpfchenfäule und damit auch keine genotypische Differenzierung für dieses Merkmal auf. Hinsichtlich der Krankheiten Alternaria und Rost, aber auch des Kornertrages können jedoch Formen benannt werden, die dem Standard ‘Sabina‘ überlegen waren.

Es bestand keine Beziehung zwischen dem Kornertrag des Jahres 2003 auf Basis der über die drei Orte gemittelten genotypischen Werte und dem für dieselben Herkünfte analog errechneten Korngewicht aus 2002 (Abb. 8). Es zeigte sich, dass in jedem der beiden Jahre unterschiedliche Herkünfte zu den ertraglich besten gezählt werden können.

Die selektierte Fraktion der 65 Herkünfte ergab 2003 im Vergleich zum Vorjahr ein etwas verändertes Bild (Abb. 9). Da in diesem Sortiment, wie gezeigt, vorrangig adaptierte Formen enthalten waren, und zudem für Saflor allgemein günstige Witterungsbedingungen vorgelegen haben, konnte hier die Kornertragsleistung der verschiedenen Formen nahezu ohne Depressionen durch die Köpfchenfäule ausgeprägt werden. Zu den ertragsstärksten Herkünften zählten in 2003 je eine Herkunft aus Japan (CART-79/89), aus Italien (2000-00814, Bot. Garten Pisa) und aus Polen (BS-62922). Deutsche Herkünfte waren erst in der nächst niedrigeren Klasse.

Unter Nichtbeachtung der ausselektierten Formen ähnelt die Herkunftsverteilung nach Kontinenten jedoch der des Jahres 2002. Die japanische Herkunft mit dem hohen Kornertrag war ja bereits 2002 mit hohen Korngewichten aufgefallen (vgl. Abb. 7a oben); die übrigen asiatischen Herkünfte fand man auch 2003 in niedrigeren Klassen. Ferner rangierten europäische Herkünfte vermehrt auf den vorderen Rängen.

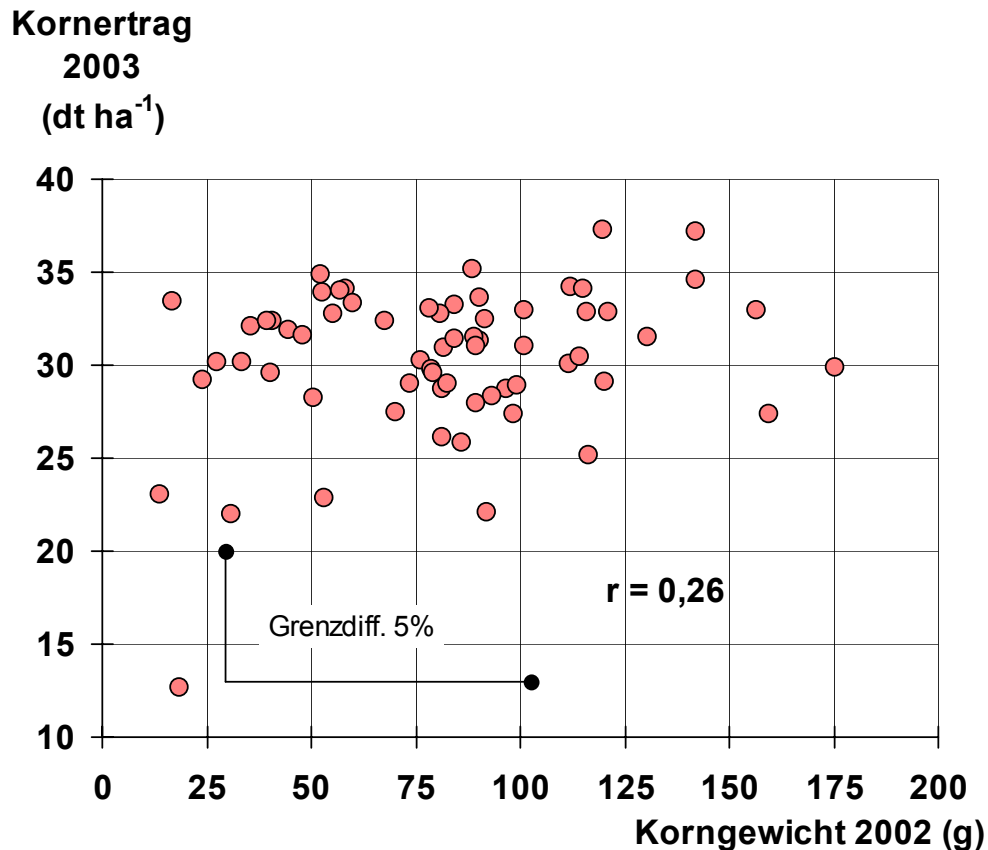


Abb. 8: Beziehung zwischen den mittleren Hektarerträgen des Jahres 2003 (drei Orte) und dem mittleren Korngewicht der Parzelle aus 2002 (zwei Orte) bei Saflor

Die Untersuchung des Fettsäuremusters bestätigte die Ergebnisse des Jahres 2002. Im Mittel über die in 2003 untersuchten Standorte Flachshof und Göttingen konnten insgesamt 64 Linolsäuretypen identifiziert werden, die zwischen 10,3% und 13,4% Ölsäure und zwischen 76,6% und 79,6% Linolsäure aufwiesen. Nur eine verwendete Form (PI 568820) aus China wich mit 20,9% Ölsäure und 69,8% Linolsäure hiervon ab; diese hatte zugleich den geringsten Kornertrag. Die Grenzdifferenz (5%) betrug in diesem Datensatz 1,7% bzw. 2,0%. Dieses Resultat ist in Abb. 10 in Form des Verhältnisses des Ölsäuregehaltes zum Linolsäuregehalt graphisch dargestellt, die chinesische Herkunft mit dem erhöhten Wert befindet sich links vorn. Im Vergleich zu Abb. 7b ist ein Großteil der Genotypen mit höheren Ölsäuregehalten und damit höheren Quotienten aufgrund ihres mangelnden agronomischen Wertes durch die Selektion aus dem Sortiment entfernt worden.

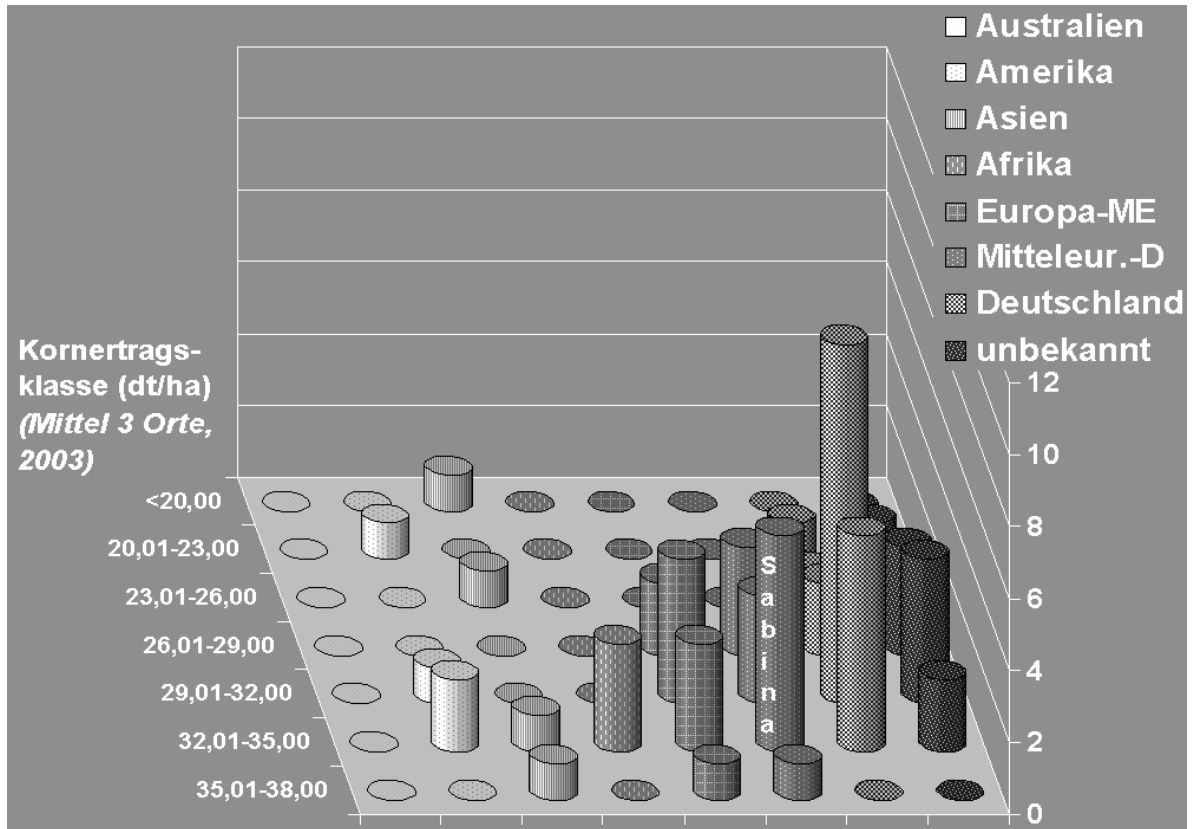


Abb. 9: Verteilung der 65 im Jahr 2003 geernteten Herkünfte nach ihrem Kornertrag.

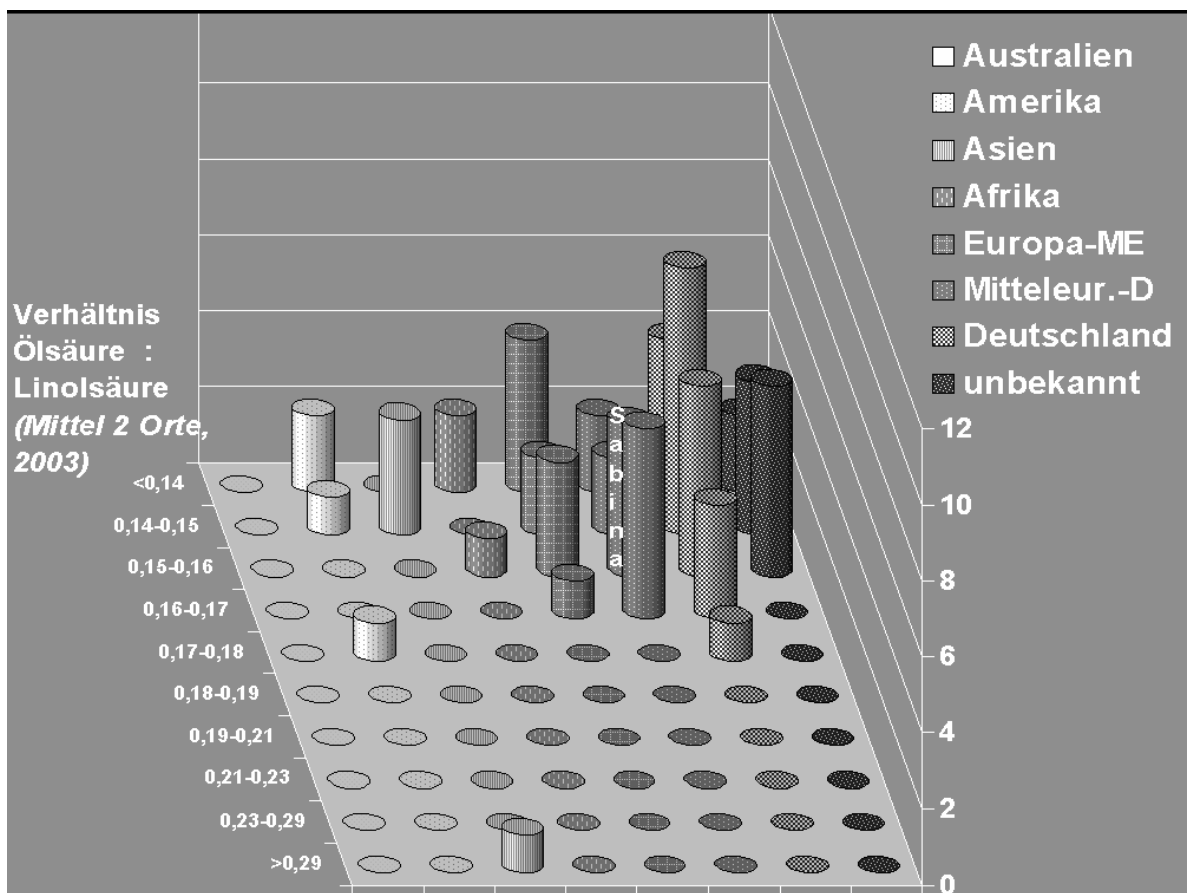


Abb. 10: Verteilung der 65 im Jahr 2003 geernteten Herkünfte aus verschiedenen Kontinenten nach ihrem Verhältnis von Ölsäure zu Linolsäure

3.2.3 Zusätzliche Qualitätsuntersuchungen bei Saflor

Im Rahmen der Zusatzuntersuchungen bzw. zusätzlich zu den Felddaten wurden im Jahr 2004 bei zwei Prüfstandorten (Flachshof, Göttingen) weitere Inhaltsstoffe bzw. Merkmale erhoben (Tab. 21). Bei allen Merkmalen ergab sich eine hoch sigifikante Variation zwischen den Herkünften; die gefundenen Unterschiede zwischen extremen Genotypen waren somit statistisch abgesichert.

Das interessanteste Merkmal, das die Feldergebnisse der Prüfung aufgewertet hat, war der Ölgehalt. Zusammen mit der Tausendkornmasse wies er die höchste Heritabilität auf. Dies bedeutet für beide Merkmale, dass die Rangfolge zwischen den Herkünften nur in einem geringen Maß durch Genotyp-Umwelt-Interaktionen und Fehlereinflüsse gestört wurde. Ca. 2/3 aller Herkünfte wiesen einen Ölgehalt im Bereich zwischen 22 und 24% auf, nur 10 Herkünfte lagen darüber. An erster Stelle rangierte die Herkunft PI-572475 ('Saffire') aus Kanada mit 28,5% Öl, an zweiter die Herkunft PI-537666 (Stamm 1082) aus den USA (26,7%).

Trotz der mit 31,9 dt/ha mittleren Kornertragsleistung (Mittel aus 2 Orten) rückte Saffire mit 9,2 dt/ha dadurch auf den zweiten Rang im Ölertrag auf. Den ersten Rang erhielt mit einem Ölertrag von 9,57 dt/ha die Herkunft BS-62922 aus der Genbank in Braunschweig, die über einen Ölgehalt von 24,0% verfügte. Platz drei belegte mit 8,89 dt/ha die Herkunft CART-79/89 aus der Genbank Gatersleben (Ölgehalt von 23,1%). 'Sabina' erzielte mit 7,6 dt/ha (22,7%) Rang 15.

Tab. 21: Genotypische Werte für das Minimum, den Versuchsmittelwert, den Standard 'Sabina' und das Maximum verschiedener Qualitätsmerkmale von 65 Saflorformen sowie Signifikanz der genotypischen Varianz und Heritabilitäten (h^2), geprüft in Göttingen und auf dem Flachshof 2003

| Merkmal | Prüfung über 2 Orte 2003 | | | | |
|--------------------------------|--------------------------|--------|--------|---------|-------|
| | Minimum | Mittel | Sabina | Maximum | h^2 |
| Ölgehalt (%) | 18,2 | 22,7** | 22,7 | 28,5 | 0,82 |
| Ölertrag (dt/ha) | 2,0 | 6,9** | 7,6 | 9,6 | 0,72 |
| Tausendkornmasse (g) | 28,3 | 40,3** | 40,5 | 46,1 | 0,83 |
| Kernanteil/Gesamtkornmasse (%) | 34,0 | 42,9** | 42,4 | 48,9 | 0,68 |
| Kernertrag (dt/ha) | 3,7 | 13,0** | 14,2 | 17,7 | 0,73 |
| Alphatocopherol (mg/100 ml) | 43,7 | 52,2** | 56,3 | 60,9 | 0,46 |

** : Signifikant bei $P=0,01$.

Wie bereits erwähnt und wie auch bei vielen anderen Körnerfruchtarten anzutreffen, wurde eine hohe und sehr gut reproduzierbare genotypische Variabilität hinsichtlich des Merkmals Tausendkornmasse gefunden. Die kleinkörnigste Herkunft war die Akzession BS-52826 (*Carthamus lanatus*) mit einer TKM von 28,3 g, gefolgt mit großem Abstand von der Akzession PI-568820 aus China, die als früheste *Carthamus-tinctorius*-Herkunft gleichzeitig das kleinste Korn dieser Art besaß (TKM: 35,6 g). Auf der anderen Seite wurde mit 46,1 g das höchste TKM bei der Gaterslebener Akzession CART-87/95 (Herkunft: Rumänien) gefunden, gefolgt von der Herkunft PI-253527 aus Frankreich (44,3 g). Alle übrigen Werte bewegten sich in einem Bereich zwischen 36,5 und 43,7 g; die Grenzdifferenz betrug 2,8 g. Saffire (PI-572475) gehörte mit 42,9 g eher zu den großkörnigen, BS-62922 besaß mit 41,4 g eine mittlere Korngröße. Zwischen dem Ölgehalt und dem TKM bestand insgesamt nur eine mäßige Korrelation von $r=0,30$ ($P=0,05$).

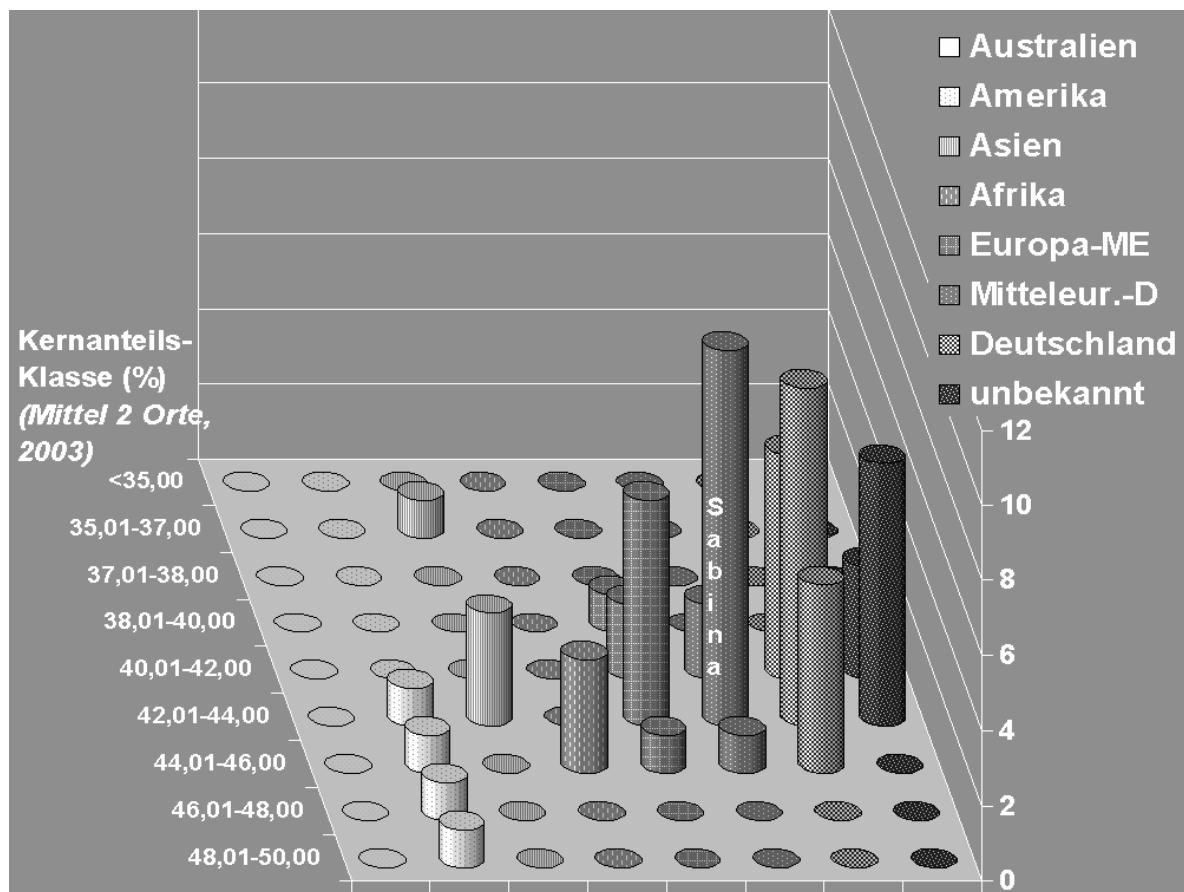


Abb. 11: Verteilung der 65 im Jahr 2003 geernteten Herkünfte aus verschiedenen Kontinenten nach ihrem Kernanteil in der Gesamtkornmasse.

Auch die Bestimmung der Kernanteile im Verhältnis zur gesamten Kornmasse zeigte deutliche Unterschiede zwischen den Herkünften (Abb.11). Wie 2002 waren es besonders amerikanische Herkünfte (nämlich PI-572475 und PI-537666), die in diesem Merkmal positiv auffielen. Beide hatten ja, wie erwähnt, einen erhöhten Ölgehalt. Das Gesamtniveau im

Kernanteil war jedoch 2003 aufgrund der besseren Abreifebedingungen fast doppelt so hoch wie im Vorjahr.

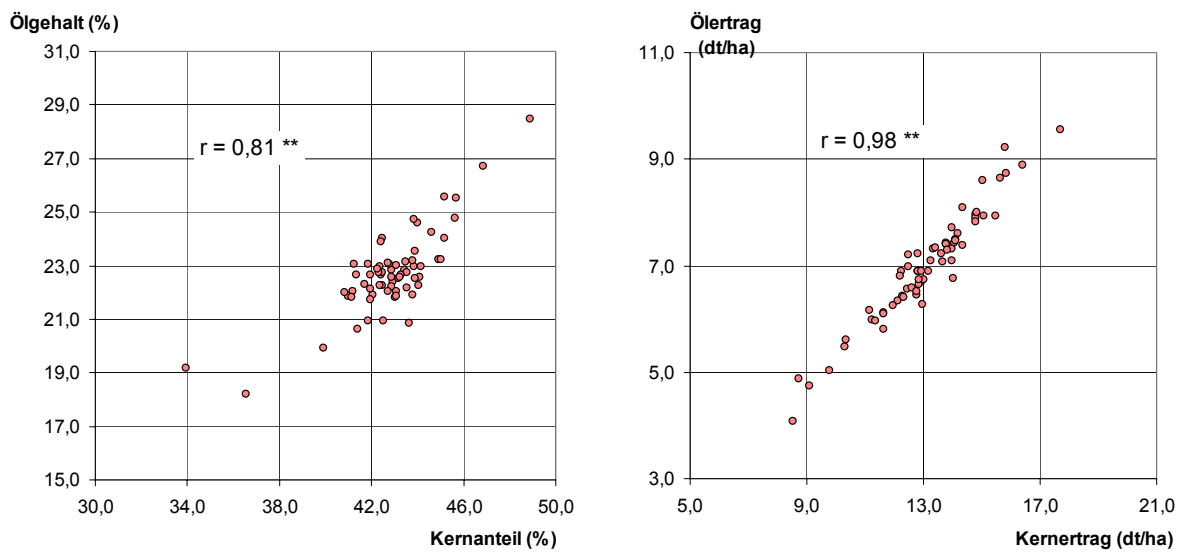


Abb. 12: Beziehung zwischen dem Kernanteil und dem Ölgehalt (links) bzw. zwischen dem Kernertrag und dem Ölertrag (rechts) von 65 Saflorherkünften im Mittel über die Standorte Flachshof und Göttingen, Anbau 2003.

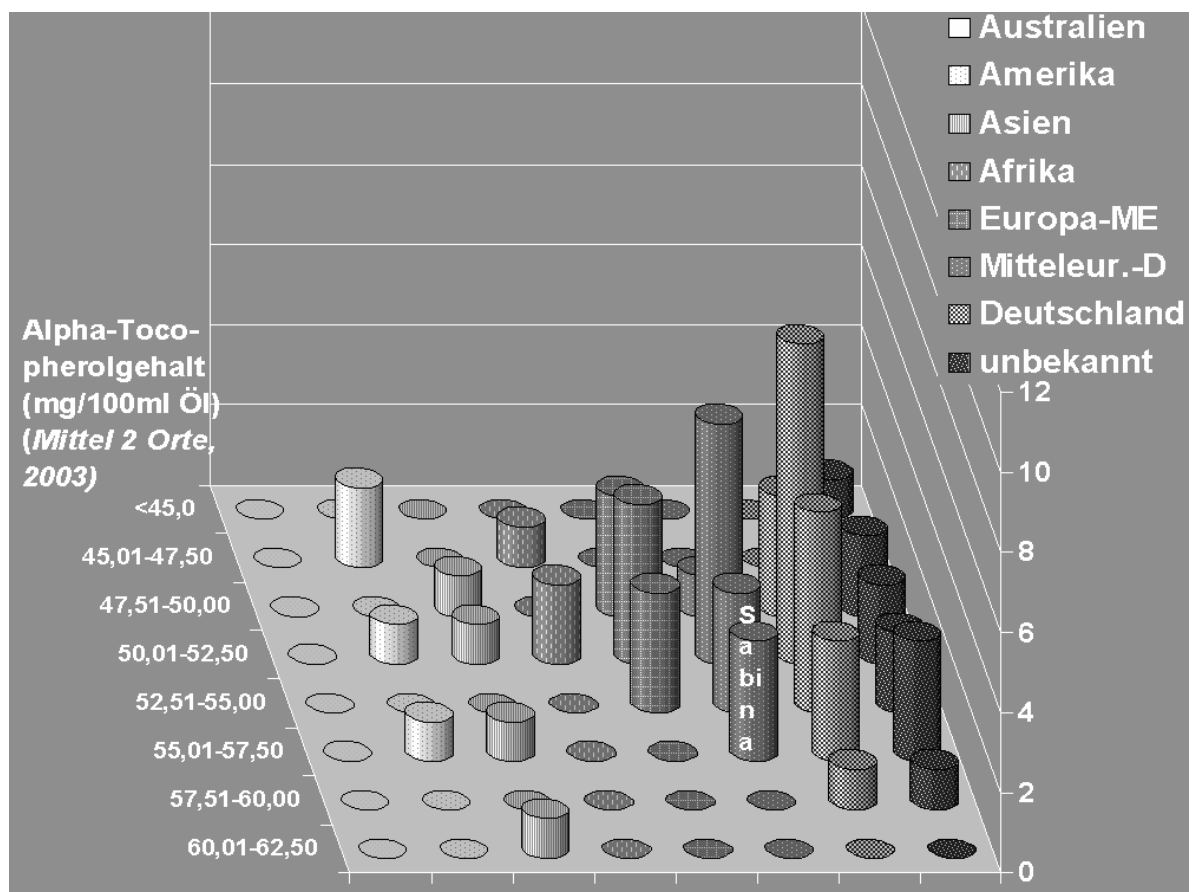


Abb. 13: Verteilung der 65 im Jahr 2003 geernteten Herkünfte aus verschiedenen Kontinenten nach ihrem Alphotocopherolgehalt

Sowohl zwischen dem Kernanteil und dem Ölgehalt als auch besonders zwischen dem Kernertrag und dem Ölertrag bestanden enge und hoch signifikante Beziehungen (Abb.12). Der Kernanteil kann somit als probates Hilfsmittel zur Abschätzung des Ölgehaltes dienen.

Als letztes, aber nicht weniger unbedeutendes Merkmal zeigte der Alphatocopherolgehalt bedingt durch hohe Fehlereffekte nur eine mittlere Heritabilität; gleichwohl ergaben sich signifikante Unterschiede zwischen den Herkünften. Hohe Alphatocopherolgehalte wurden insbesondere durch asiatische, aber auch durch mitteleuropäische Herkünfte repräsentiert. Den höchsten Wert erreichte die bereits genannte japanische Herkunft CART-79/89 mit rund 61 mg / 100 ml Öl; den niedrigsten die Herkunft von *Carthamus lanatus* (BS-52826, rd. 44 mg / 100 ml Öl). Die Genotyp-Umwelt-Interaktionen waren für dieses Merkmal nicht signifikant. Der Alphatocopherolgehalt ist für die oxidative Stabilität in der lebenden Zelle verantwortlich, hat also nach der Aufnahme auch im Menschen eine schützende Wirkung gegen schädliche Oxidationsprozesse.

Eine Zusammenstellung aller aufgeführten Mittelwerte auf Basis der 65 Saflorherkünfte, die in diesem Versuch zum Einsatz kamen, ist in Anhangstabelle 1 zu finden.

3.2.4 Ergebniszusammenfassung und Diskussion Saflor

Das Jahr 2002 hat sich auf die Bedürfnisse des Saflors, bedingt durch hohe Niederschläge im Monat Juli, ertraglich und auch in der Qualität eher ungünstig ausgewirkt. Dadurch war es jedoch möglich, aufgrund des hohen Krankheitsdruckes nahezu optimale Selektionsbedingungen hinsichtlich der Suche nach adaptierten Genotypen vorzufinden. In 2003 lagen generell gute klimatische Voraussetzungen für den Safloranbau vor, was zu befriedigenden Ertragsniveaus auf allen Standorten führte. Die Bedingungen für eine Auslese auf adaptiertes Material waren jedoch vollkommen verschieden zum Jahr 2002; dies lässt sich an der fehlenden Beziehung der Ertragsleistungen in 2003 zu den Korngewichten in 2002 ablesen (Abb. 8). Das am besten an die Verhältnisse in 2002 adaptierte Material stammte also gemäß Abb. 7a (oben) vorrangig aus Deutschland und dem umliegenden (mittel)europäischen Ausland. Zu ähnlichen Ergebnissen ist auch Scheibe (1939) mit einem vergleichbaren Ansatz gekommen, bei dem asiatische Herkünfte vollständig versagten. Unter den Bedingungen des Jahres 2003 wären in einem solchen Screening sicher viele Herkünfte als „angepasst“ ausgewiesen worden, die insbesondere gegen die Köpfchenfäule keine ausreichende Toleranz zeigen.

Auch für einen pflanzenzüchterischen Ansatz können verschiedene Schlussfolgerungen aus den erhaltenen Daten gezogen werden. Die in 2002 nur mittel enge Beziehung zwischen

Kernanteil und Korngewicht ($r=0,50$) zeigt den generellen Trend, dass bei adaptiertem Material auch eine zufriedenstellende Ausbildung des Kernes gegeben war. In 2003 wurden demgegenüber ohne nennenswerten Köpfchenfäulebefall fast doppelt so hohe Kernanteile ermittelt; die adaptierten europäischen Herkünfte reagierten dabei aber am stabilsten, während amerikanische Zuchtsorten bzw. -stämme den größten Schwankungen unterlagen. Ertragreiche Saflor-Genotypen wie 'Sabina' könnten aber züchterisch durch Einkreuzung von amerikanischen oder mitteleuropäischen Formen, die diesen „Ertragstypen“ im Kernanteil noch überlegen sind (z.B. CART-1/01), in ihrer Ölertragsleistung sinnvoll verbessert werden (vgl. Abb. 7a unten).

In der Pflanzenzüchtung kann der Kernanteil insbesondere in frühen Generationen, in denen oft Saatgutknappheit vorherrscht, zur Voreinschätzung des zu erwartenden Ölgehaltes eingesetzt werden. Ein nicht unerheblicher Zeitaufwand ist jedoch für die Bestimmung erforderlich.

Eine Verbesserung des Fettsäuremusters in Richtung auf hohe Ölsäureanteile müsste durch Einkreuzung von unadaptierten amerikanischen oder asiatischen Formen erfolgen (vgl. Abbildungen 7b). Für den Alphanatocopherolgehalt gibt es auch im angepassten Saflor-Material signifikante genotypische Unterschiede, die sowohl für die Nutzung als auch für die Züchtung einer Sorte mit hohem gesundheitlichen Wert von Bedeutung sein können.

3.2.5 Erhebungen bis Ende 2003 bei Leindotter

Grundlage für die Leindotter-Leistungsprüfung in Teilprojekt B waren analog zu Saflor die Ergebnisse des Screening-Experimentes aus dem Jahre 2002. Daher sei nachfolgend kurz davon berichtet.

An den zwei Standorten Ihinger Hof und Göttingen wurden in 2002 insgesamt 234 Leindotter-Herkünfte, vorwiegend Material aus Mittel-, Nord- und Osteuropa in einreihigen Mikroparzellen angebaut. Die Erhebung der Felddaten erfolgte zweiortig; eine Ertrags- und Qualitätsbestimmung fand nur an den Proben vom Ihinger Hof statt. Analog zu Saflor wurde ein Index errechnet, der die erhobenen Krankheitsbonituren zusammenfasste.

Die erzielten Korngewichte pro Reihe auf Basis der Genotypen bewegten sich zwischen 0,19 g und 177,1 g. Die Unterschiede zwischen allen Genotypen waren für dieses Merkmal hoch signifikant; die Wiederholbarkeit betrug 47,3%, die Grenzdifferenz (5%) lag bei 49,0 g. Die als Standards mitgeprüften, in Deutschland geschützten Sorten 'Dolly', 'Sonny', 'Ligena', 'Calinka' und die österreichische Sorte 'Calena' erreichten zusammen im Mittel ein Gewicht von 69,1 g. Mit wenigen Ausnahmen waren sehr viele Herkünfte der Genbank Braunschweig

unter denjenigen mit den höchsten Gewichten. Dies läßt sich mit den intensiven Zuchtarbeiten an der FAL aus den 1980er und 1990er-Jahren begründen.

Für die Tausendkornmasse (TKM) ergaben sich ebenfalls hoch signifikante genotypische Unterschiede bei einer Wiederholbarkeit von 75,1%. Die genotypische Spannweite reichte von 0,52 g bis 1,39 g; das Standardmittel lag bei 1,02 g. Bei einer Grenzdifferenz (5%) von nur 0,15 g wies dieses Merkmal große Unterschiede zwischen den Herkünften auf. Analog zum Korngewicht stellte sich auch hier die Überlegenheit des Braunschweiger Materials unter Beweis. Es ergab sich 2002 tatsächlich eine signifikante positive Korrelation des Korngewichtes zur TKM ($r=0,43$; $P=0,01$). Somit ist also zu erwarten, dass beide agronomisch relevanten Merkmale gleichzeitig verbesserbar sind und günstige Sorten oder Herkünfte im künftigen Anbau Verwendung finden sollten.

Es bestand ferner ein negativer Koeffizient des Korngewichtes pro Reihe zum Krankheitsindex sowie eine negative Beziehung zwischen der Frühzeitigkeit und dem Korngewicht.

Tab. 22: Mittelwerte, Minima, Maxima, Wiederholbarkeiten, Grenzdifferenzen sowie Signifikanzen der genotypischen Varianz aus der varianzanalytischen Verrechnung des **Fettsäuremusters** sowie des Nutzungsquotienten (Summe der erwünschten geteilt durch Summe der unerwünschten Fettsäuren) von 234 Leindotter-Herkünften, angebaut auf dem Ihinger Hof 2002 (vorläufiges Ergebnis; Standards: Calena, Calinka, Dolly, Ligena, Sonny)

| Fettsäure | Palmi- tins. | Stea- rins. | Öls. 18:1 | Linols. 18:2 | Lino- lens. 18:3 | Ara- chins. 20:0 | Eico- sens. 20:1 | Be- hens. 22:0 | Eru- cas. 22:1 | Fett- säure- Quotient |
|----------------|-----------------|----------------|--------------|-----------------|------------------------|------------------------|------------------------|----------------------|----------------------|-----------------------------|
| Kurzschreibw. | 16:0 | 18:0 | 18:1 | 18:2 | 18:3 | 20:0 | 20:1 | 22:0 | 22:1 | |
| Qual. Wertung | | | Erw. | Erw. | Unerw. | | Unerw. | | Unerw. | |
| Mittelwert | 6,27 | 2,29 | 14,94 | 19,17 | 36,65 | 1,14 | 13,60 | 0,22 | 2,43 | 2,05 |
| Standardmittel | 6,18 | 2,29 | 14,90 | 19,32 | 36,67 | 1,16 | 13,49 | 0,22 | 2,56 | 2,06 |
| Minimum | 5,40 | 1,90 | 12,75 | 15,83 | 29,82 | 0,80 | 11,63 | 0,09 | 1,18 | 1,75 |
| Maximum | 7,97 | 2,79 | 19,16 | 27,34 | 41,02 | 1,69 | 15,70 | 0,33 | 4,68 | 2,40 |
| Wiederholbark. | 53,69 | 23,42 | 15,83 | 62,95 | 29,35 | 18,72 | 13,81 | 8,65 | 30,19 | 13,90 |
| Grenzdifff. 5% | 0,47 | 0,34 | 2,66 | 1,52 | 3,78 | 0,35 | 2,17 | 0,13 | 0,66 | 0,33 |
| Signifikanz | ** | ** | ** | ** | ** | ** | * | + | ** | * |

+; *, ** Signifikant bei $P=0,1$; 0,05 bzw. 0,01.

Die Analyse des Fettsäuremusters ergab in den vorliegenden Ergebnissen eine signifikante Variation zwischen den geprüften Herkünften, wenngleich die erhaltenen Wiederholbarkeiten meist gering waren (Tab. 22).

Für jede Fettsäure sowie den Fettsäure-Quotienten ergab sich ein Mittelwert der fünf Standardsorten, der auf Höhe des Versuchsmittels lag. Aus diesem Ergebnis kann gefolgert werden, dass die Standardsorten während ihres Zuchtprozesses wohl eher nicht auf ein

günstiges Fettsäuremuster hin selektiert worden waren. Durch die Auswahl geeigneter Herkünfte kann kurzfristig also eine etwas vorteilhaftere Speiseölqualität erzielt werden, wengleich es bei der relativ geringen Spannweite eher unwahrscheinlich ist, dass dadurch eine sehr deutliche Verbesserung ähnlich dem Raps erreicht werden kann (vgl. Tab. 14).

Die Selektion von 35 überlegenen Kandidaten für den Anbau in 2003 berücksichtigte 15 ertragsstärkste Genotypen sowie jeweils 4 Herkünfte mit niedrigstem Krankheitsindexwert, höchster TKM, hohem Quotienten aus der Summe an Öl- und Linolsäure (als ernährungsphysiologisch günstig zu bewertende, erwünschte Fettsäuren) und der Summe an Linolen-, Eicosen- und Erucasäure (als eher unerwünschte Fettsäuren), höchstem Einzelgehalt an Öl- bzw. Linolsäure und niedrigstem Gehalt an Eicosen- bzw. Erucasäure.

Tab. 23: Genotypische Werte für das Minimum, den Versuchsmittelwert, den Mittelwert aus den Standards 'Ligena' und 'Dolly' und das Maximum verschiedener agronomisch relevanter Merkmale und des Fettsäuremusters von 35 Leindotterformen sowie Signifikanz der genotypischen Varianz und Heritabilitäten (h^2), geprüft in Kleinhohenheim und Göttingen in 2003

| Merkmal | Prüfung über 2 Orte | | | | |
|------------------------------------|---------------------|--------------------|-----------|---------|-------|
| | Minimum | Mittelwert | Standards | Maximum | h^2 |
| Jugendentwicklung (1-9) | 2,1 | 2,9 ^{ns} | 2,9 | 3,6 | 0,00 |
| Blühbeginn (numer. Tag) | 146 | 148 ^{**} | 147 | 150 | 0,72 |
| Blühende (numer. Tag) [§] | 156 | 158 ^{ns} | 158 | 160 | 0,23 |
| Reife (numerischer Tag) | 192 | 194 [*] | 195 | 198 | 0,45 |
| Wuchshöhe (cm) [§] | 80 | 93 ^{**} | 100 | 100 | 0,54 |
| Lager (1-9) [§] | 1,0 | 2,6 ^{**} | 2,3 | 5,0 | 0,63 |
| Weißfleckigkeit (1-9) | 2,2 | 3,4 ⁺ | 3,1 | 4,5 | 0,40 |
| Kornertrag (dt ha ⁻¹) | 9,1 | 16,0 ^{**} | 17,5 | 19,1 | 0,69 |
| Ölsäure (%) | 13,9 | 15,7 ^{**} | 16,7 | 18,3 | 0,97 |
| Linolsäure (%) | 15,3 | 18,2 ^{**} | 17,4 | 19,9 | 0,96 |
| Linolensäure (%) | 31,3 | 33,4 ^{**} | 33,3 | 35,6 | 0,82 |
| Eicosensäure (%) | 13,2 | 14,1 ^{**} | 14,1 | 15,0 | 0,97 |
| Erucasäure (%) | 2,5 | 2,8 ^{**} | 2,9 | 3,2 | 0,97 |
| Fettsäure-Quotient | 1,80 | 1,92 ^{**} | 1,94 | 2,12 | 0,97 |

[§] nur Kleinhohenheim, dann Wiederholbarkeit gegeben.

^{**}; ^{*}; ⁺ bzw. ^{ns}: signifikant bei $P=0,01$; $0,05$; $0,1$ bzw. nicht signifikant.

Die Serienverrechnung der Leindotter-Leistungsprüfung im Jahr 2003 ergab eine hohe genotypische Variation und hohe Heritabilitäten für die Merkmale Blühbeginn, Kornertrag, und die Gehalte an Öl-, Linol-, Linolen-, Eicosen- und Erucasäure (Tab. 23). Es ist

wahrscheinlich, dass besonders diese Eigenschaften des Leindotters durch Selektion schrittweise erhöht oder auch verringert werden können. Im Falle der Hauptfettsäure, nämlich der alpha-Linolensäure, ist vorab zu definieren, ob sie erwünscht (Speiseölnutzung) oder eher unerwünscht, weil wenig oxidationsstabil ist.

Es konnten für den Ertrag leistungsfähigere Herkünfte identifiziert werden als die mitgeprüften Standards ‘Dolly’ und ‘Ligena’. Dadurch, dass sowohl für alle Fettsäuren als auch für den Fettsäure-Quotienten eine hoch signifikante genotypische Variation gefunden werden konnte, scheint die Sortenwahl in begrenztem Umfang auch in Richtung eines günstigeren Fettsäuremusters beeinflussbar zu sein. Wie jedoch bereits nach dem Resultat von 2002 zu erwarten, waren auch in 2003 keine umwälzenden Veränderungen in Richtung auf sehr geringe Eicosensäuregehalte oder sehr hohe Öl- und Linolsäuregehalte wie bei Raps zu beobachten. Dieses ist langfristig wohl nur mit einem pflanzenzüchterischen Ansatz zu lösen. Zwischen beiden Jahren bestand eine signifikante Beziehung für den Kornertrag bzw. das Korngewicht der Mikroparzelle (Abb. 14). Da sich beide Jahre klimatisch sehr stark voneinander unterschieden, kann hieraus gefolgert werden, dass die in diesem Experiment gefundenen überlegenen Sorten sich gut für den Anbau unter Praxisbedingungen eignen, ohne dass starke Einbußen durch unterschiedliche Jahreseinflüsse befürchtet werden müssen.

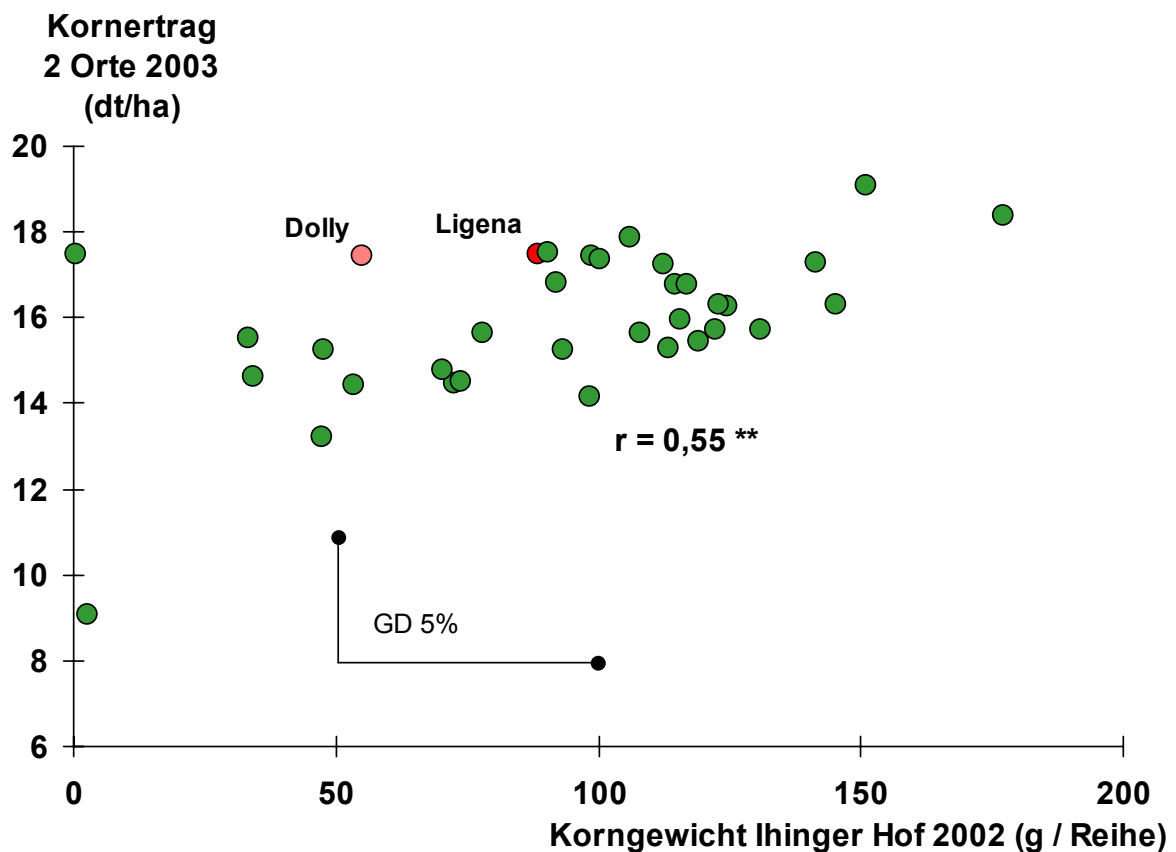


Abb. 14: Beziehung zwischen dem Kornertrag von 35 Leindotter-Herkünften des Jahres 2003 (Kleinhohenheim und Göttingen) und dem Korngewicht der Parzelle aus 2002 (Ihinger Hof)

3.2.6 Zusätzliche Qualitätsuntersuchungen bei Leindotter

Im Rahmen der Zusatzuntersuchungen bzw. zusätzlich zu den Felddaten wurden besonders bei dieser Prüfung 2004 weitere Inhaltsstoffe bzw. Merkmale erhoben (Tab. 24). Bei allen Merkmalen mit Ausnahme des Cholesteringehaltes, wo sehr hohe Genotyp-Ort-Interaktionen vorherrschten, ergab sich eine signifikante bis hoch signifikante Variation zwischen den Herkünften.

Tab. 24: Genotypische Werte für das Minimum, den Versuchsmittelwert, den Mittelwert aus den Standards 'Ligena' und 'Dolly' und das Maximum verschiedener Qualitätsmerkmale von 35 Leindotterformen sowie Signifikanz der genotypischen Varianz und Heritabilitäten (h^2), geprüft in Göttingen und Kleinhohenheim in 2003

| Merkmal | Prüfung über 2 Orte 2003 | | | | |
|------------------------------|--------------------------|---------|-----------|---------|-------|
| | Minimum | Mittel | Standards | Maximum | h^2 |
| Ölgehalt (%) | 36,7 | 39,1** | 40,6 | 40,7 | 0,67 |
| Ölertrag (dt/ha) | 3,5 | 6,3** | 7,2 | 7,8 | 0,65 |
| Tausendkornmasse (g) | 0,73 | 1,05** | 1,26 | 1,47 | 0,97 |
| Sensorische Beurteilung | -2,56 | 0,83* | 0,74 | 2,63 | 0,45 |
| Oxidationsstabilität (h) | 2,87 | 3,16** | 3,21 | 3,36 | 0,59 |
| Alphatocopherol (mg/100ml) | 1,22 | 2,12** | 1,81 | 2,84 | 0,72 |
| Gammatocopherol (mg/100ml) | 72,20 | 76,71* | 75,3 | 88,92 | 0,53 |
| Plastochromanol-8 (mg/100ml) | 5,05 | 7,05** | 7,60 | 11,99 | 0,72 |
| Deltatocopherol (mg/100ml) | 1,16 | 1,45* | 1,47 | 1,98 | 0,54 |
| Summe Tocopherole (mg/100ml) | 82,67 | 87,32* | 86,13 | 99,92 | 0,53 |
| Cholesteringehalt (ppm) | 284,5 | 460,1ns | 463,9 | 873,4 | 0,08 |

**; * bzw. ns: signifikant bei $P=0,01$; $0,05$ bzw. nicht signifikant.

Bei einer Grenzdifferenz von 1,8% ergaben sich für den Ölgehalt hoch signifikante Unterschiede zwischen den 35 Herkünften. Die Genotyp-Ort-Interaktion war dabei nicht signifikant, so dass die mittlere Höhe der Heritabilität fast ausschließlich durch Fehlereffekte verursacht wurde. Die ölreichsten Herkünfte waren die Sorten 'Ligena' und 'Dolly' mit über 40,5%. Zwischen 40 und 40,5% erzielten die Herkünfte CAM-40/95 (die in Deutschland nicht mehr geschützte Sorte 'Lindo'), G-31715 (Herkunftsland unbekannt), BS-59970, BS-59963, BS-51586 sowie BS-59969 (alle Herkunft Deutschland; Zuchtstämme der FAL). Mit einem Ölgehalt zwischen 36,7 und 37,5% waren BS-51565 (Deutschland), BS-29071 (Großbritannien), BS-59956 (Deutschland) und BS-30353 (unbek. Herkunft) die weniger leistungsfähigen Formen. Ölgehalt und Kornertag waren nicht negativ miteinander korreliert (Abb. 15) und sind somit gleichzeitig selektierbar.

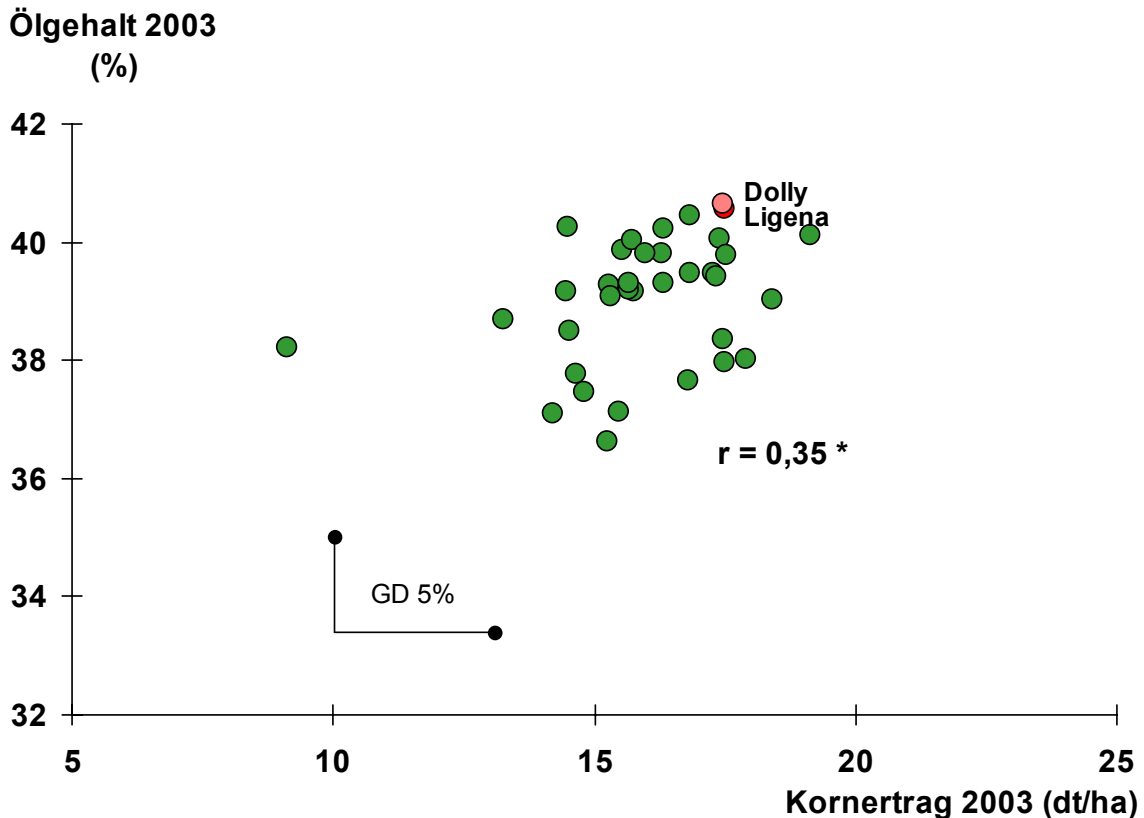


Abb. 15: Beziehung zwischen den Kornerträgen und den Ölgehalten bei 35 Leindotter-Herkünften (Mittel aus den Orten Kleinhohenheim und Göttingen, Anbaujahr 2003)

Den höchsten Ölertrag erzielte die Herkunft BS-59963 mit 7,74 dt/ha, gefolgt von 'Ligena', BS-59968 (Deutschland), 'Dolly', BS-59951 (Deutschland) und BS-51586, die zwischen 7,24 und 7,01 dt/ha lagen. Die Grenzdifferenz lag bei 1,32 dt/ha. Bedingt durch einen lückigen Bestand lag der Ölertrag von PI-311735 (Polen) bei nur 3,49 dt/ha; die nächst bessere Herkunft war G-31724 (Sowjetunion) mit 5,20 dt/ha. Dies zeigt, etwas im Unterschied zum Kornertrag, dass die Zucharbeiten in den 90er-Jahren mit den geschützten Sorten insbesondere höhere Ölgehalte und -erträge zum Ziel gehabt haben, dass aber für beide Merkmale weitere günstige Herkünfte aus Genbankmaterial erhalten werden können.

Erwartungsgemäß wies die Tausendkornmasse (TKM) den höchsten Heritabilitätsschätzwert auf (Tab. 24). Demgemäß war die Grenzdifferenz bei nur 0,07 g. Die höchste TKM von knapp 1,5 g wurde bei der bereits genannten Herkunft BS-51565 gefunden, in weitem Abstand gefolgt von BS-51564 (1,32 g) und 'Ligena' (1,31 g). Der niedrigste Wert (0,73 g) wurde von der Herkunft G-31714 aus Dänemark repräsentiert. Zwischen dem Ölgehalt und der TKM bestand eine Korrelation von $r=0,36$ ($P=0,05$), d. h. nur tendenziell bestand zwischen diesen beiden Merkmalen ein Zusammenhang. BS-51565 besaß z. B. trotz höchster

TKM mit 36,7% den niedrigsten Ölgehalt aller Herkünfte. Zwischen dem Kornertrag und dem Ölgehalt bestand in diesem Sortiment keine signifikante Korrelation ($r=0,292$).

Im Vergleich zu dem Ergebnis aus Teilprojekt A lag die genotypische Spannweite für die sensorischen Eigenschaften des Leindotters in der Beurteilung der 35 Herkünfte von Teilprojekt B ein beträchtliches Maß höher (Tab. 24). Es konnten geschmacklich angenehmere (CR-2024/98 aus der Sowjetunion oder BS-51602 aus Deutschland), aber auch unangenehmere Formen (PI-311735) als unter den zehn Genotypen aus Teilprojekt A identifiziert werden. Die relativ niedrige Heritabilität war wiederum vorrangig durch höhere Fehlereffekte bedingt. Die Erscheinung, dass nämlich G-31715 in Teilprojekt A die beste Beurteilung bekommen hatte, während diese Herkunft in Teilprojekt B in ihren sensorischen Eigenschaften mit einem negativen Vorzeichen abschnitt, kann jedoch nicht hinreichend erklärt werden. Unsere sensorischen Beurteilungen der Öle verschiedener Leindotter-Genotypen scheinen aber zu belegen, dass die Sortenwahl neben dem Kriterium "Anbauort" eine wichtige Stellschraube für dieses Merkmal darstellt, wenn eine Speiseölnutzung im Vordergrund des Interesses steht.

Während unter den zehn Genotypen in Teilprojekt A aufgrund hoher Genotyp-Ort-Interaktionen keine signifikante Variation für die Oxidationsstabilität vorhanden war (siehe Kap. 3.1.2), ergab sich unter den 35 Herkünften in Teilprojekt B eine Signifikanz bei $P=0,05$. Überraschenderweise waren aber hier die Genotyp-Ort-Interaktionen nicht signifikant; die Varianzkomponente dieser Interaktion betrug nur ein Drittel im Vergleich zur genotypischen Varianz. Die Spannweite der Oxidationsstabilität zwischen niedrigstem und höchstem genotypischen Wert betrug jedoch nur knapp 0,5h. Auch eine günstige Merkmalsausprägung, wie sie die Herkunft PI-311735 mit dem Wert 3,36 zeigte, kann daher noch kein Schutz vor dem Auftreten schädlicher Oxidationen sein und erhöht vermutlich die Lagerstabilität nicht wesentlich (vgl. dazu die Diskussion in Kap. 3.1.2). Außer einer mäßigen Beziehung zum Eruca-säuregehalt ($r=-0,36$; $P=0,05$) ergaben sich keine Korrelationen zum Gehalt einer Fettsäure.

In Teilprojekt A hatten sich für die Summe der Tocopherolgehalte keine signifikanten Unterschiede zwischen den Herkünften ergeben, wohl aber für die Einzelgehalte der „kleineren“ Tocopherole. Die Ergebnisse des Teilprojekts B zeigen jedoch, dass diesem Tatbestand vorrangig ein zufälliger Effekt der Sortenwahl zugrundegelegen haben muss, da sich sehr wohl Herkünfte benennen lassen, die in ihrem Gamma- als auch in ihrem Gesamttocopherolgehalt überlegen waren (Abb. 16). Zu diesen zählen: G-31724, BS-51565 und BS-59960 (Deutschland), die mit Gesamttocopherolgehalten von 96 bis 100 mg/100ml Öl signifikant oberhalb des Mittelwertes (87,3 mg/100 ml Öl; Grenzdifferenz 8,7 mg/100ml Öl) lagen. Sig-

nifikante Korrelationen zu einer oder mehreren Fettsäuren kamen nicht zustande. Jedoch war der Gammatocopherolgehalt mäßig negativ korreliert mit dem Ölgehalt ($r=-0,41$; $P=0,05$). In der jüngsten Literatur ist nicht nur die schon seit langem bekannte Wirkung des Alphatocopherols als Vitamin E, freie Radikale unschädlich zu machen, sondern auch erst kürzlich erkannte erstaunliche Fähigkeiten des Gammatocopherols beschrieben (Hensley et al., 2004). Danach werden letzterem, bei dem bislang von seiner antioxidativen Wirkung *in vitro*, also im extrahierten Öl außerhalb der Zelle und bei hohen Gehalten an Linolensäure berichtet wurde (Kamal-Eldin und Appelqvist, 1996), entzündungshemmende Eigenschaften zugeschrieben. Es stelle sogar einen besseren negativen Risikofaktor bei Krebs und Myokardinfarkten dar als das Alphatocopherol. Diese jüngsten Erkenntnisse untermauern die Bedeutung gerade des Gammatocopherols auf seine biologische Aktivität im Organismus ebenso wie seine hervorragende Eignung als Oxidationsschutz „*in vitro*“. In beider Hinsicht ist das Öl des Leindotters als günstig für eine Verwertung im Bereich des Speiseölsegmentes zu bewerten und steht in dieser Bewertung dem Leinöl, dem Rapsöl oder auch dem Sojaöl nahe (Matthäus, 2004). Auch wird dem Plastochromanol-8, deren Gehalte genotypspezifisch zwischen 5 und 12 mg/100ml Öl variierten, eine höhere antioxidative Wirkung als dem Alphatocopherol zugerechnet (Olejnik et al., 1997).

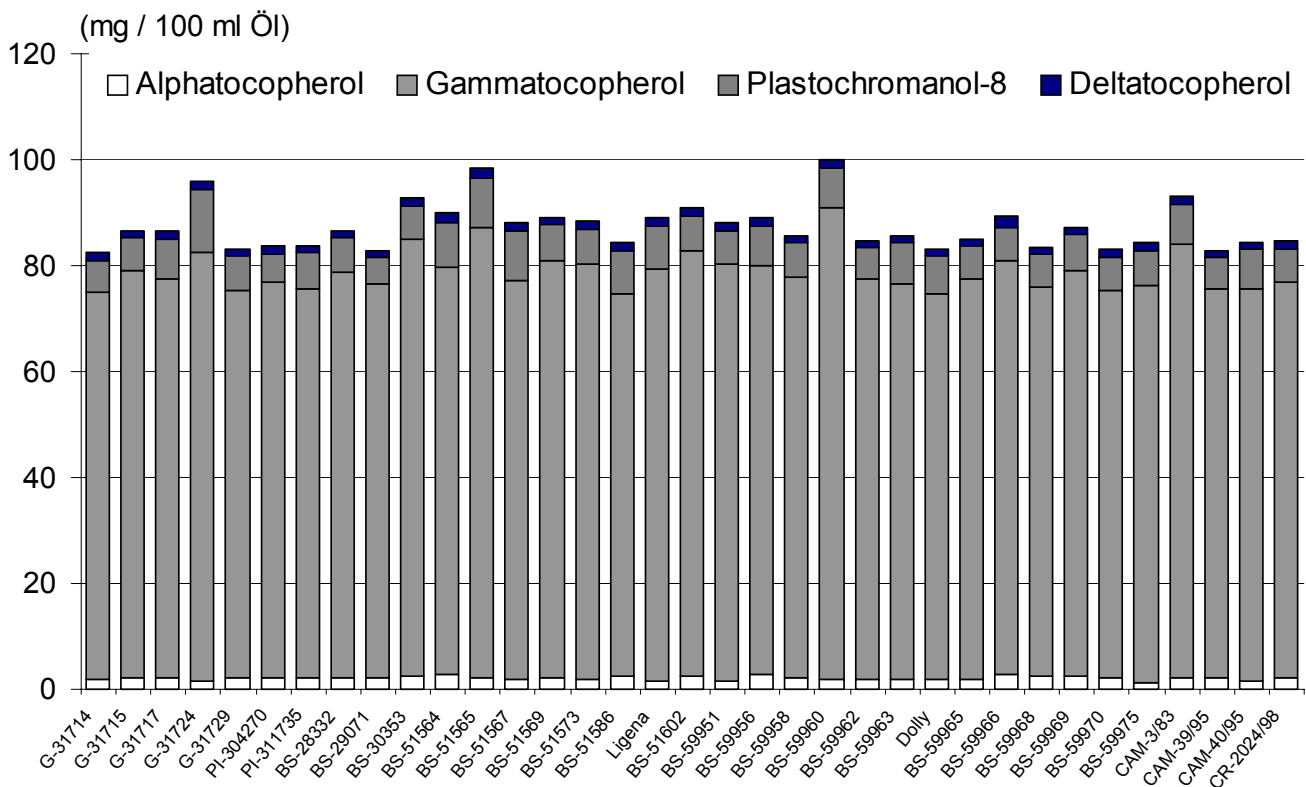


Abb. 16: Tocopherolgehalte der 35 Leindotter-Herkünfte im Mittel über Kleinhohenheim und Göttingen, Anbaujahr 2003.

Die varianzanalytische Untersuchung des Cholesterins für den Standort Göttingen ergab hoch signifikante Sortenunterschiede (Daten nicht gezeigt). Bis zur Berichtstellung lagen aber vom Standort Kleinhohenheim nur die Daten der ersten Wiederholung vor. Daher ist die Auswertung über beide Standorte als vorläufig zu betrachten (Tab. 24). Die Varianzanalyse wies hier für den Faktor Genotypen keine Signifikanz, jedoch sowohl für den Faktor Orte als auch für die Genotyp-Ort-Interaktion hoch signifikante Effekte aus. Diese sind nach Abb. 17 wahrscheinlich zu einem Großteil durch den exorbitant hohen Wert der Herkunft BS-51565 in Kleinhohenheim zu erklären (1337,3 ppm im Vergleich zu 409,6 ppm am Standort Göttingen). Im Mittel ergab sich für diese Herkunft ein Wert von 873,4 ppm, der gleichzeitig den höchsten aller genotypischen Werte darstellte. Der niedrigste genotypische Cholesteringehalt wurde von der Herkunft BS-59968 mit 284,5 ppm repräsentiert. Die Heritabilität war gering; die Grenzdifferenz betrug 286,2 ppm.

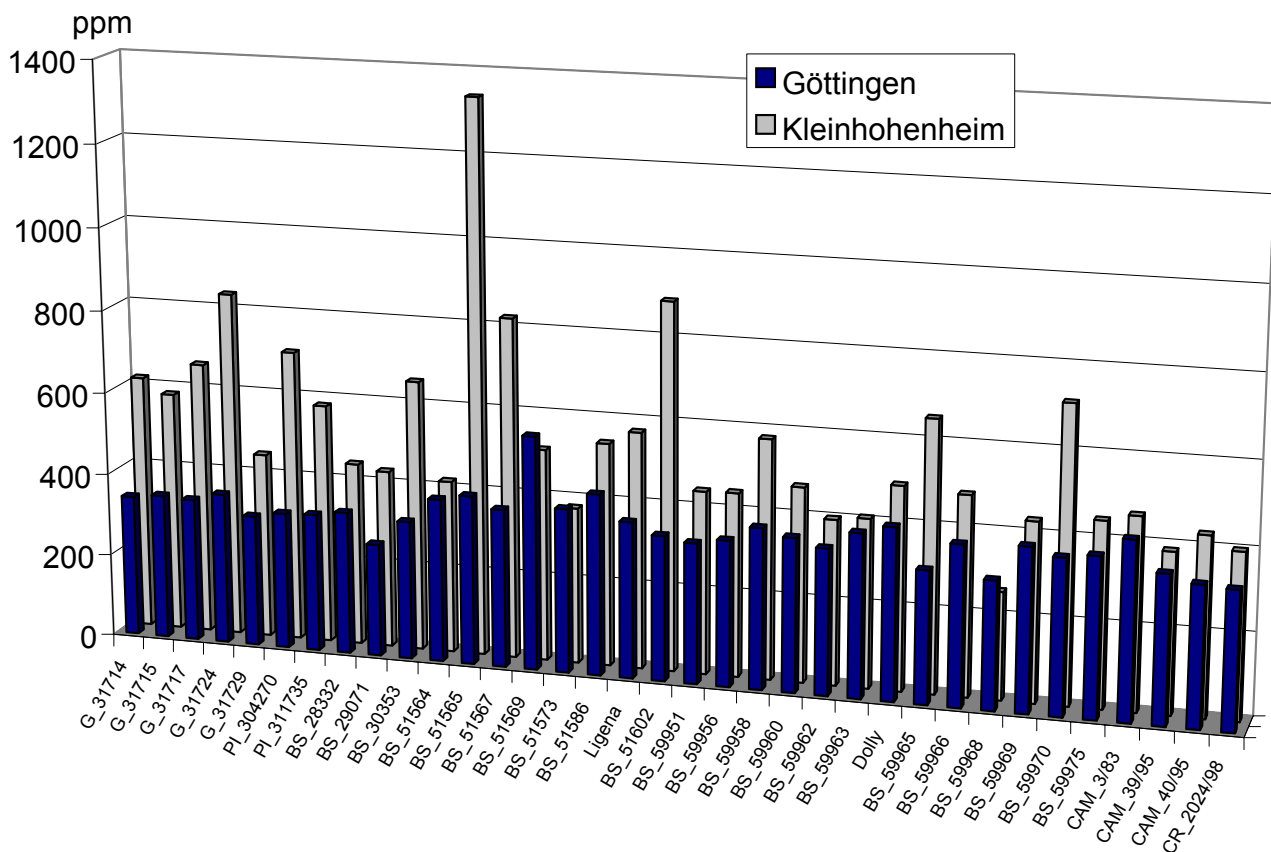


Abb. 17: Cholesteringehalte der 35 Leindotter-Herkünfte in Göttingen und Kleinhohenheim, Anbaujahr 2003.

Im Hinblick auf eine cholesterinarme Ernährung (Empfehlungen geben eine Cholesterinaufnahme von maximal 300 mg pro Tag an) besitzen Pflanzenöle eine allgemein positive Bewertung. Shukla et al. (2002) beschrieben erstmalig einen erhöhten Cholesteringehalt im Öl der französischen Leindottersorte 'Celine' mit 188 ppm. Demgegenüber führt Matthäus

(2004) sogar einen Gehalt von etwa 40 mg / 100 g Leindotteröl (entspricht 400 ppm) auf, welcher um ein Vielfaches höher ist als die Werte von Rapsöl (ca. 50 ppm) und Sonnenblumenöl (ca. 70 ppm). Das vorliegende Ergebnis zeigt erstmalig auf, wie der Cholesteringehalt unterschiedlicher Genotypen des Leindotters variieren kann und in welchem Ausmaß mit Genotyp-Umwelt-Interaktionen zu rechnen ist.

3.3. Schlussfolgerungen, Nutzen und Verwertbarkeit der Ergebnisse

3.3.1 Teilprojekt A

Insgesamt gesehen wurden 2003, bedingt durch den hohen Schädlingsdruck, fast durchweg keine praxisüblichen Erträge von Raps erzielt. Durch die günstigen Witterungsvoraussetzungen konnten die Kompositen Sonnenblume und Saflor in diesem Jahr ihre Leistungsfähigkeit unter Beweis stellen, die Saflorerträge waren unter ungünstigeren Standortbedingungen (auf leichteren Böden) geringer als die der Sonnenblume. Leindotter und Sojabohnen erreichten eine mittlere Ertragsfähigkeit unter den geprüften Anbaubedingungen, wobei die Sojabohne ungünstigere Standortverhältnisse besser bewältigte als der Leindotter. Daraus resultierende Schlussfolgerungen sind:

- Das Experiment hat in einer extremen Jahreswitterung stattgefunden und sollte, um allgemeingültige Aussagen zu erhalten, ein bis zwei weitere Jahre fortgesetzt werden. Die Aussagefähigkeit der Ergebnisse bleibt zunächst auf trockenwarme Witterungsbedingungen bzw. Jahressituationen beschränkt.
- Unter den genannten Bedingungen sind die Vertreter der Kompositen und dabei besonders die Sonnenblumen als vorzüglich für einen rentablen Ölpflanzenanbau zur Ölerzeugung zu bezeichnen. Lediglich in Lagen mit sehr kurzer Vegetationszeit sollte dem Saflor der Vorzug gegeben werden. Vom Anbau des Rapses im Ökolandbau ist abzuraten.
- Auch unter der Prämisse, einen günstigen Öl- und Eiweißlieferanten zu finden (die Gleichbewertung aller Öl- und Eiweißarten vorausgesetzt) stellt die Sonnenblume in einem trockenwarmen Jahr die leistungsfähigste Fruchtart dar, gefolgt von der Sojabohne. Setzt man eine deutlich günstigere Bewertung des Sojaeiweißes als Futtermittel an, verringert sich die Diskrepanz zur Sonnenblume; die Sojabohne würde so eine höhere Vorzüglichkeit genießen als bei Gleichbewertung des Eiweißes beider Arten.
- An den meisten Anbauorten sind in einem trockenwarmen Jahr die Sonnenblumensorten 'Jazzy' und 'Heliaroc' als gute Öllieferanten, 'Heliaroc' und 'Capella' als gute Eiweißlieferanten (letztere zusätzlich als HO-Sorte) zu empfehlen. Bei der Sojabohne

können ‘Gentleman‘ als frühreife Sorte mit hohem Eiweißertrag, ‘OAC Erin‘ als mittelspäte Sorte mit gutem Öl- und Eiweißertrag überzeugen.

3.3.2 Teilprojekt B

Safflor

Als Ergebnis des Screeningexperimentes bei Safflor kann festgehalten werden, dass unter den ursprünglich angebauten 741 Safflorherkünften eine Reihe überlegener Formen gefunden wurden. Diese zeichneten sich dadurch aus, dass sie an hiesige Klimabedingungen angepasst und ansprechende Erträge zu liefern in der Lage waren. Somit sind solche Formen für den Ökologischen Landbau einerseits im Anbau, andererseits auch in der Entwicklung neuer Sorten als Ausgangsmaterial nutzbar und interessant. Als Fazit lässt sich somit festhalten:

- Es gibt eine Reihe von Safflorformen, die im Ökologischen Landbau in Deutschland angebaut werden können und an die hiesigen Klimabedingungen adaptiert sind. Der Ölgehalt ist jedoch mit 20-23% bei den meisten Herkünften unzureichend. Die Sorte ‘Sabina‘ stellt zwar eine ertragssichere Sorte dar, kann jedoch von einigen Genbankherkünften (z.B. BS-62922, CART-79/89) ertraglich, besonders im Ölertrag, übertroffen werden.
- Als einziger Genotyp mit einem höheren Ölgehalt (ca. 30%) und guten Ölerträgen kann die Herkunft PI-572475 (kanadische Sorte ‘Saffire‘) empfohlen werden. Der Anbau dieses Genotyps sollte aus Sicherheitsgründen jedoch im kontinentalen Klimabereich (z.B. mitteldeutsches Trockengebiet) erfolgen, da die Köpfchenfäule-Toleranz geringer ist als bei einer Vielzahl anderer Herkünfte.
- Um zu leistungsfähigeren Safflorsorten zu gelangen, ist die züchterische Verbesserung des Materials im einheimischen Klimaraum Voraussetzung. Am Beispiel der Sonnenblume und (im konventionellen Landbau) des Rapses sind die Früchte langjähriger Zuchtarbeiten bereits sichtbar.
- Wichtige Zuchtziele sollten die Verbesserung des Ölgehaltes unter Bewahrung hoher Köpfchenfäule-Toleranz und eines hohen Kornertragsniveaus sein. Daneben liegt die züchterische Bearbeitung sekundärer Inhaltsstoffe, wie Fettsäuremuster („Oleic-Typen“) oder Tocopherolgehalte zur Erzeugung eines gesunden, ernährungsphysiologisch günstigen Speiseöles nahe.

Leindotter

2003 zeichnete sich Leindotter anhand der zufriedenstellenden Erträge und der guten Pflanzengesundheit durch Robustheit, Trockentoleranz und Ertragstreue aus. Aus dem ursprünglichen Sortiment von 234 Herkünften waren günstige Formen auch für den Ökologischen Landbau selektierbar. Diese entstammen größtenteils den Züchtungsarbeiten der FAL in Braunschweig. Schlussfolgerungen der vorliegenden Arbeit mit Leindotter sind:

- Nicht nur unter geschützten Sorten, sondern auch aus dem geprüften Genbanksortiment sind ertragreiche Formen mit ansprechenden Ölgehalten zu empfehlen (z.B. BS-59963, 'Ligena', BS-59968).
- Durch die schwache positive Korrelation der TKM und des Ölgehaltes mit dem Kornertrag lassen sich Genotypen mit erwünschten hohen Ausprägungsstufen dieser Merkmale gleichzeitig auslesen (z.B. 'Ligena').
- Im Blick auf die Speiseölnutzung lassen sich Herkünfte mit positiven geschmacklichen Eigenschaften benennen. Der gesundheitliche Wert ist nach neuesten Erkenntnissen durch die z.T. hohen Gehalte an Tocopherolen positiv; Sortenunterschiede können genutzt werden. Jedoch verfügt Leindotteröl über vergleichsweise hohe Cholesteringehalte; Genotypen mit niedrigeren Cholesteringehalten können (mit Einschränkung) benannt werden. Die drei Merkmale gemeinsam betrachtend, kann hier die Herkunft CR-2024/98 empfohlen werden.
- Die Lagerstabilität von Leindotteröl ist durch den hohen Anteil der dreifach ungesättigten Linolensäure als vergleichsweise gering einzustufen; genotypische Unterschiede sind marginal. Dennoch weist es sehr hohe Gehalte besonders des antioxidativ wirkenden Gammatocopherols auf, die die Lagerfähigkeit bei Raum- und besonders bei Kühlschranktemperatur für eine geraume Zeit gewährleisten. In diesem Merkmal sind Sortenunterschiede nutzbar; ein günstiger Genotyp ist BS-51960.
- Die Variation im Fettsäuremuster ist gering. Einschneidende Verbesserungen im Fettsäuremuster hinsichtlich einer guten Speisequalität bzw. einer technischen Nutzbarkeit sind jedoch auf lange Sicht nur mit Hilfe der Pflanzenzüchtung zu erwirken.

Viele der vorstehenden Schlussfolgerungen stehen nun als Praxisempfehlungen zur Verfügung und können dem Landwirt Anbauentscheidungen wie z.B. die Art- oder Sortenwahl erleichtern.

Im Blick auf den Mangel an Ölpflanzen aus ökologischer Produktion in Deutschland zeigen die vorliegenden Ergebnisse, dass nicht nur eine Notwendigkeit vorliegt, sondern auch

Potentiale bestehen, den Ölpflanzenanbau zu fördern, um so die Artenvielfalt zu erhöhen und damit eine Ausdehnung des Ökologischen Landbaus sinnvoll zu begleiten.

Mögliche Vermarktungswege können sowohl auf betrieblicher Ebene in Form von dezentral erzeugtem Speiseöl bestehen als auch in einer künftigen Nutzung der Pflanzenöle als Traktorentreibstoff. Der vorliegenden Arbeit nachgelagert sollte eine Studie folgen, die die Wirtschaftlichkeit des Anbaus von Ölpflanzen auf Basis der vorliegenden Ergebnisse berechnen und verschiedene Vermarktungsstrategien aufzeigen kann. Somit könnte dem ökologisch wirtschaftenden Landwirt die Entscheidung zugunsten eines grundsätzlichen Anbaus von Ölpflanzen erleichtert werden. Ferner zeigt die Arbeit auf, dass auch alternative Ölpflanzenarten wie Leindotter und Saflor neben Schwachpunkten, die in der züchterischen Wenig- oder Nichtbearbeitung begründet sind, auch klare Vorteile im heimischen Anbau besitzen können (Ertragsstabilität/Gesundheit/Schädlingsresistenz des Leindotters, teilweise hohes Ertragsniveau/Gesundheit/Anspruchslosigkeit des Saflors). Darüber hinaus haben beide Arten durchaus weitere Potentiale. Beispielsweise ist bei Leindotter und Saflor nach neuesten Erkenntnissen eine hervorragende Eignung als Mischungspartner mit Sommerungen wie Erbsen, Hafer, Sommerweizen oder Sommergerste nachgewiesen worden (Paulsen, 2004). Aufgrund einer besseren Standfestigkeit des Gesamtbestandes resultieren beispielsweise deutlich höhere Kornerträge der Getreideart bzw. Leguminose sowie ein Zusatzertrag der eingemischten Ölpflanze (Pscheidl, mündl. Mitteilung). Im Verbund mit anderen Forschungspartnern könnten mit Hilfe der vorliegenden Ergebnisse Produktionssysteme entwickelt bzw. verbessert werden, die einer Ausdehnung des Ölpflanzenanbaues dienlich sind.

Die Versuche an den Standorten Kleinhohenheim und Stobra wurden auf zwei unterschiedlichen Feldtagen im Juli 2003 interessierten Landwirten und Verbrauchern vorgestellt und erläutert. Die Ergebnisse der vorliegenden Arbeit wurden auf dem Naturland-Workshop zum Anbau von Öl- und Eiweißpflanzen im November 2003 in Hohenbercha, auf der jährlichen Tagung des Arbeitskreises Ökolandbau im Dezember 2003 in Hohenheim, auf der Jahrestagung der Gesellschaft für Pflanzenbauwissenschaften im September 2004 in Braunschweig sowie auf einem Workshop zur On-farm-Erhaltung pflanzengenetischer Ressourcen im November 2004 in Hohenheim vor Beratern und Landwirten bzw. einem wissenschaftlichen Fachpublikum präsentiert. Beim Naturland-Verband wurden die Ergebnisse aus dem Zwischenbericht bereits in einen Rundbrief an Landwirte integriert. Es sind ferner Veröffentlichungen in wissenschaftlichen Zeitschriften sowie das Einstellen des Schlussberichtes in die Datenbank 'OrganicEprints' geplant.

4. Zusammenfassung

In Deutschland ist der Ölpflanzenanbau im Ökologischen Landbau trotz vorhandener Nachfrage nach Speiseöl sehr wenig verbreitet, zudem mit abnehmender Tendenz. Zudem besteht ein Mangel an betriebseigenem pflanzlichen Protein. In der vorliegenden Arbeit wurde 2003 untersucht, welche Ölpflanzenart hier eine sinnvolle Ergänzung bieten könnte. In Teilprojekt A wurde die Anbauwürdigkeit von Winterraps/-rüben, Sonnenblumen, Leindotter, Saflor und Sojabohne für den Ökologischen Landbau anhand je zehn ausgewählter Sorten an fünf Standorten beurteilt. Die höchsten Kornerträge wurden bei Sonnenblumen erzielt; Saflor erlangte Rang zwei vor Soja und Leindotter. Es ergab sich an allen Standorten eine deutliche Vorzüglichkeit der Sonnenblume als Öl- sowie der Sojabohne als Eiweißlieferant. Die Rohproteinerträge der Sojabohne wurden aber an zwei Standorten durch die der Sonnenblume nahezu erreicht. Bei gleicher Bewertung von Öl und Eiweiß lagen an allen fünf Orten die Sonnenblumensorten 'Jazzy' und 'Heliaroc' auf den vorderen Rängen. Winterraps/-rüben erreichten aufgrund hohen Schädlingsbefalls überall nur unzureichende Erträge. In Teilprojekt B wurde ein Screening an insgesamt 100 vorselektierten Genotypen von Saflor (65) und Leindotter (35) auf drei bzw. zwei Standorten durchgeführt. Neben z.T. hohen Saflorerträgen konnten genotypische Unterschiede auch in anderen agronomisch interessanten Merkmalen, wie der Krankheitsresistenz, dem Ölgehalt sowie dem Alphatocopherolgehalt beobachtet werden. Bei Leindotter wurden Genotypen gefunden, die als günstig für eine Verwertung im Speiseölbereich angesehen werden können. Die Lagerstabilität von Leindotteröl kann als eher gering eingestuft werden, jedoch bieten die z.T. hohen Gehalte an Gammatocopherol wirksamen Schutz gegen Verderb. Aus beiden Teilprojekten resultieren praxisrelevante Empfehlungen für den Anbau und die Züchtung geeigneter Ölpflanzen. Raps ist eher ungeeignet; vielversprechender sind vielmehr Sonnenblume und mit Einschränkungen auch Saflor. Die Ergebnisse sind in einer extrem trockenwarmen Jahressituation entstanden, die Aussagekraft somit eingeschränkt; eine Weiterführung der Experimente wäre deshalb ratsam.

Summary

Despite an existing demand for edible oil in Germany, oil crops in organic agriculture are cultivated on a very low acreage. Additionally, a lack of vegetable protein produced on farm is existing. In the current study, in 2003 it was examined, which oil crop could offer a useful addition in this context. In subproject A, the suitability for cultivation was examined between winter oilseed rape/turnip rape, sunflower, false flax, safflower and soybean for organic farming with ten selected genotypes each at five locations. The highest grain yields were

obtained in sunflower; safflower attained rank two before soya and false flax. At all locations, a clear preference of sunflower as an oil crop and of soybean as a protein supplier was resulting. However, at two locations the high crude protein yield levels of soya were almost reached by those of sunflower. Assessing oil and protein on the same level, the sunflower varieties ‘Jazzy‘ and ‘Heliaroc‘ were on front ranks at all five sites. On the other hand, due to a high attack of pests, winter oilseed rape/ turnip rape were gaining insufficient yields at all locations. In subproject B, a screening of a number of 100 pre-selected genotypes was carried out with safflower (65) and false flax (35) on three and two locations, respectively. High yields of safflower could be found in this year, but also large genotypic differences were observed in this trait as well as in other agronomic characteristics, e.g. disease resistance, oil content as well as content of alpha-tocopherole. In false flax (camelina), genotypes were found, which can be regarded as favorable for an utilization as an edible oil crop. The stability in storage of camelina oil can be classified as rather small, however partly high contents of gamma-tocopherole were found. This shows the high ability of camelina to protect its oil against decay. From both subprojects, recommendations for the practical cultivation and the breeding of suitable alternative oil crops were resulting. Oilseed rape is rather unsuitable, more promising are sunflower and safflower with reservation. The data were collected under the conditions of an extremely dry and hot year. Thus, the validity of the results is reduced; a continuation of the experiments would be therefore advisable.

5. Gegenüberstellung der geplanten und der erreichten Ziele

Es haben sich keine Änderungen zu der in der Vorhabenbeschreibung dargestellten Arbeits-, Zeit- und Aufgabenplanung ergeben. Die vom BMVEL geforderten zusätzlichen Auflagen bei der Bearbeitung des Teilaspekts Leindotter wurden Bestandteil des Projektes. Hinsichtlich der Durchführung der zusätzlichen Sommerrapsprüfung in TP A bzw. des dritten Saflor-Standortes Flachshof in TP B entstanden keine weiteren Aufwendungen, da diese durch die Fa. Dow Agro Sciences bzw. die Stoll VITA Stiftung mitgetragen wurden. Die Resultate dieser zusätzlichen Erhebungsdaten sind in der Ergebnisdarstellung mitaufgeführt.

Es ergaben sich keine Änderungen in der Zielsetzung des Vorhabens gegenüber dem ursprünglichen Antrag. Aus den Zusammenstellungen der relativen Vorzüglichkeit der untersuchten Prüfglieder für die einzelnen Merkmale wurden Praxisempfehlungen formuliert und verfügbar gemacht bzw. werden im Falle der Zusatzuntersuchungen noch der interessierten Öffentlichkeit zur Verfügung gestellt.

Die wirtschaftliche und insbesondere die wissenschaftliche Anschlussfähigkeit besteht nach wie vor, wie im Antrag beschrieben. Dennoch ist uns eine ein- bis zweijährige Fortführung der Experimente von Teilprojekt A, die aufgrund der vorhandenen Jahreseffekte zu besser abgesicherten Ergebnissen führen würden, vom Bundesprogramm Ökologischer Landbau nicht bewilligt worden. Das Experiment „Ölpflanzenvergleich“ endet an dieser Stelle mit der unbeantworteten Frage, wie eine feuchte Jahreswitterung die relative Vorzüglichkeit der einzelnen Ölpflanzenarten beeinflusst hätte.

6. Literatur

- Balz, M., E. Schulte, H.-P. Thier (1992) Trennung von Tocopherolen und Tocotrienolen durch HPLC. *Fat Science Technology* 94, 209-213.
- Bramm, A., M. Dambroth, S. Schulte-Körne (1990) Ertragsanalytische Untersuchungen an Lein, Leindotter und Mohn. *Landbauforschung Völkenrode* 40:2, 107-114
- Budin, J.T., W.M. Breene, D.H. Putnam (1995) Some compositional properties of camelina (*Camelina sativa* L. Crantz) seed and oil. *Journal of the American Oil Chemists' Society* 72:3, 309-315
- Clark, S., K. Klonsky, P. Livingston, S. Temple (1999) Crop-yield and economic comparisons of organic, low-input, and conventional farming systems in California's Sacramento Valley. *American Journal of Alternative Agriculture* 14:3, 109-121
- Föllner, I. (2000) Untersuchungen von Leindotter (*Camelina sativa* (L.) Crtz.) auf Krankheiten unter besonderer Berücksichtigung von Falschem Mehltau (*Peronospora parasitica* (Pers.) Fr.). Diss Universität Gießen.
- Hofbauer, J., J. Pelikan (1996) Results of variety trials with safflower (*Carthamus tinctorius* L.) in the Czech Republic. *Scientific Studies Research Institute for Fodder Plants Troubsko* 14, 19-23
- Honermeier, B., M. Agegnehu (1996) Leindotter hat Zukunft im Non-Food-Anbau. *Neue Landwirtschaft* 12, 44-46
- International Standard ISO 659:1998 (1998) Oilseeds - Determination of oil content (Reference method), ISO, Geneva 1998.
- International Standard ISO 12228:1999 (1999) Animal and vegetable fats and oils - Determination of individual and total sterols contents - Gaschromatographic method, ISO, Geneva 1999
- International Standard ISO 5509:2000 (2000) Animal and vegetable fats and oils - Preparation of methyl esters of fatty acids, ISO, Geneva 2000
- Kamal-Eldin, A., L.Å. Appelqvist. 1996. The chemistry and antioxidant properties of tocopherols and tocotrienols. *Lipids* 31, 671-701.
- Littel, R., G.A. Milliken, W.W. Stroup, R. Wolfinger (1996) SAS System for Mixed Models. Cary, NC: SAS Institute.
- Matthäus, B., L. Brühl (2001) Comparison of different methods for the determination of the oil content in oilseeds. *Journal of the American Oil Chemist's Society* 78:1, 95-102
- Matthäus, B. (2004) Leindotteröl – ein altes Pflanzenöl mit neuer Zukunft? *Ernährungs-Umschau* 51:1, 12-16.
- Müller, M., F. Ordon, W. Friedt (1999) Perspektiven einer leistungsfähigen Getreide- und Ölsaatenproduktion an ackerbaulichen Grenzstandorten. *Zeitschrift für Kulturtechnik und Landentwicklung* 40:5-6, 275-281
- Mündel, H.H., J.P. Braun (1999) Registration of two early-maturing safflower germplasm lines with high oleic acid and high oil content. *Crop Science* 39, 299.

- Olejnik, D., M. Gogolewski, M. Nogala-Kalucka (1997) Isolation and some properties of plastochromanol-8. *Nahrung* 41, 101-104.
- Paulsen, H.-M., M. Schochow, J. Ulverich (2004) Ölpflanzenanbau - Mit der richtigen Fruchtfolge ist Treibstoffautarkie möglich. *Ökologie und Landbau* 132:4, 26-29.
- Reinbrecht, C. (2003) Stand und Perspektiven des Ölpflanzenanbaues im Ökologischen Landbau. *Landinfo Baden-Württemberg* 4/2003:59-61.
- Reinbrecht, C., S. Barth, S. von Witzke-Ehbrecht, M.A. Khan, H.C. Becker, G. Kahnt, W. Claupein (2003) Selektion anbauwürdiger Saflor-Formen für den Ökologischen Landbau aus einem zweijährigen Screening-Experiment. *Mitteilungen der Gesellschaft für Pflanzenbauwissenschaften* 15, 23-26.
- Rippin, M., A. Kasbohm, H.C. Behr, W. Ellinger, S. Illert, H. Engelhardt, R. Kreuzsch, D. Schaak, L. Walter, U. Hamm (2004) Ökomarkt-Jahrbuch 2004, Verkaufspreise im Ökologischen Landbau, Jahre 2002 und 2003. Materialien zur Marktberichterstattung, Band 51 (Hrsg.: R. Goessler). Verlag ZMP Zentrale Markt- und Preisberichtsstelle GmbH, Bonn
- Scheibe, A. (1939) Zucht- und Anbauerfahrungen mit Saflor (*Carthamus tinctorius* L.). *Pflanzenbau* 15, 129-159.
- Schuster, A. (1985a) Körnerleguminosen - Sojabohne. S. 175-185 in: W. Hoffmann, A. Mudra, W. Plarre (Hrsg.) Lehrbuch der Züchtung landwirtschaftlicher Kulturpflanzen. Verlag Paul Parey, Berlin und Hamburg.
- Schuster, A. (1985b) Futter- und Gründüngungspflanzen - Kruziferen. S. 398-416 in: W. Hoffmann, A. Mudra, W. Plarre (Hrsg.) Lehrbuch der Züchtung landwirtschaftlicher Kulturpflanzen. Verlag Paul Parey, Berlin und Hamburg.
- Schuster, A. (1992) Ölpflanzen in Europa. DLG-Verlag, Frankfurt am Main.
- Seehuber, R., M. Dambroth (1984) Die Potentiale zur Erzeugung von Industriegrundstoffen aus heimischen Ölpflanzen und die Perspektiven für ihre Nutzbarmachung. *Landbauforschung Völkenrode* 34:3, 174-182
- Sessous, G. (1940) Saflor – eine neue Ölpflanze. *Mitteilungen für die Landwirtschaft*. Sonderdruck aus Heft 18, 312-313.
- Strasil, Z. (1997) Content of oil and individual fatty acids in some species of alternative oil-bearing crops. (OT: Obsah oleje a jednotlivých mastných kyselin u nekterých druhů alternativních olejnin.) *Rostlinna Vyroba* 43:2, 59-64
- Thies, W. (1971) Schnelle und einfache Analysen der Fettsäurezusammensetzung in einzelnen Raps-Kotyledonen. I. Gaschromatographische und papierchromatographische Methoden. *Z. Pflanzenzüchtung* 65:181-202.
- Utz, H.F. 2002. PLABSTAT. Ein Computerprogramm zur statistischen Analyse von pflanzenzüchterischen Experimenten. Version 2N. Institut für Pflanzenzüchtung, Saatgutforschung und Populationsgenetik, Universität Hohenheim.
- Vollmann, J., A. Damboeck, S. Baumgartner, P. Ruckenbauer (1997) Selection of induced mutants with improved linoleic acid content in *Camelina*. *Fett Lipid* 99:10, 357-361
- Winkler, R., S. Botterbrodt, E. Rabe, M.G. Lindhauer (2000) Stickstoff-/Proteinbestimmung mit der Dumas-Methode in Getreide und Getreideprodukten. *Getreide Mehl und Brot* 54:2, 86-91
- Zubr, J. (1997) Oil-seed crop: *Camelina sativa*. *Industrial Crops and Products* 6:2, 113-119

7. Anhang

Tab. A1: Mittelwerte agronomisch wichtiger Merkmale von 65 Saflor-Genotypen über die Öko-Standorte Göttingen (G), Flachshof (F) und Kleinhohenheim (K), Anbaujahr 2003

| Nr. | Nr. | Jugend- entw. | Alter- naria | Rost | Botry- tis | Mittel | Blüh- beg. | Blüh- ende | Wuchs- höhe | Korn- ertrag | Korn- ertrag | C16:0 | C18:0 | C18:1 | C18:2 | C18:3 | C20:0 | C20:1 | C18:1/ C18:2 | Nutz.- Quot. | Kern- anteil | Kern- ertrag | TKM | Oel- gehalt | Oel- ertrag | Alpha- tocoph. | | |
|------|----------------|------------------|-----------------|-------|---------------|--------|---------------|---------------|----------------|-----------------|-----------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-------|----------------|----------------|-------------------|-------|--|
| 2003 | 2002_Code-Nr. | (1-9) | (1-9) | (1-9) | (1-9) | (1-9) | (Tag) | (Tag) | (cm) | (dt/ha) | (dt/ha) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | GF | GF | GF | GF | GF | GF | GF | |
| 1 | 24_PI_198844 | (F) | 2,29 | 4,99 | 4,32 | 1,00 | 3,43 | 191,16 | 205,82 | 90,81 | 33,67 | 31,56 | 5,76 | 2,61 | 11,33 | 79,38 | 0,16 | 0,33 | 0,19 | 14,37 | 10,24 | 44,90 | 14,05 | 37,72 | 23,23 | 7,43 | 51,47 | |
| 2 | 58_PI_209286 | (R) | 2,69 | 3,39 | 4,00 | 1,17 | 2,81 | 191,69 | 206,50 | 90,68 | 33,02 | 32,13 | 5,94 | 2,85 | 12,20 | 78,10 | 0,14 | 0,38 | 0,18 | 15,64 | 9,68 | 43,60 | 13,99 | 40,71 | 20,88 | 6,76 | 53,95 | |
| 3 | 59_PI_209287 | (R) | 2,80 | 4,47 | 3,61 | 1,08 | 3,22 | 190,76 | 207,50 | 90,45 | 31,93 | 29,56 | 5,80 | 2,71 | 11,05 | 79,60 | 0,13 | 0,31 | 0,19 | 13,93 | 10,12 | 41,67 | 12,43 | 40,10 | 22,30 | 6,57 | 50,40 | |
| 4 | 100_Sabina | (CZ) | 2,50 | 3,36 | 3,92 | 1,17 | 2,64 | 191,20 | 206,83 | 96,71 | 32,99 | 33,42 | 5,96 | 2,98 | 12,01 | 78,13 | 0,16 | 0,36 | 0,21 | 15,41 | 9,55 | 42,40 | 14,19 | 40,48 | 22,66 | 7,62 | 56,32 | |
| 5 | 146_PI_250205 | (PAK) | 2,70 | 3,93 | 4,16 | 1,17 | 3,03 | 188,81 | 206,17 | 80,27 | 32,39 | 34,61 | 5,99 | 3,05 | 11,07 | 78,92 | 0,15 | 0,43 | 0,16 | 14,12 | 9,36 | 42,85 | 14,79 | 39,53 | 22,84 | 7,96 | 57,12 | |
| 6 | 196_PI_253511 | (D) | 2,76 | 3,71 | 3,36 | 1,17 | 2,96 | 189,61 | 205,69 | 88,45 | 28,23 | 28,44 | 6,11 | 3,06 | 11,74 | 78,00 | 0,18 | 0,34 | 0,21 | 15,17 | 9,32 | 42,46 | 12,22 | 41,67 | 24,02 | 6,91 | 49,28 | |
| 7 | 198_PI_253513 | (D) | 2,44 | 3,43 | 3,49 | 1,08 | 2,51 | 188,09 | 205,59 | 85,18 | 33,24 | 29,95 | 6,20 | 2,97 | 10,86 | 79,01 | 0,15 | 0,37 | 0,19 | 13,80 | 9,25 | 42,76 | 12,78 | 41,46 | 23,07 | 6,89 | 49,78 | |
| 8 | 201_PI_253516 | (D) | 2,08 | 3,23 | 3,88 | 1,08 | 2,64 | 189,15 | 205,67 | 89,36 | 34,19 | 32,97 | 6,04 | 2,73 | 11,20 | 79,08 | 0,15 | 0,25 | 0,22 | 14,23 | 9,80 | 41,32 | 13,77 | 40,44 | 22,65 | 7,43 | 50,17 | |
| 9 | 202_PI_253517 | (D) | 2,77 | 3,20 | 3,38 | 1,00 | 2,44 | 189,95 | 207,06 | 89,24 | 29,03 | 27,13 | 6,08 | 3,08 | 12,75 | 77,12 | 0,15 | 0,39 | 0,19 | 16,64 | 9,29 | 40,95 | 11,23 | 37,60 | 21,87 | 5,99 | 52,27 | |
| 10 | 203_PI_253518 | (A) | 2,43 | 3,74 | 3,35 | 1,08 | 2,66 | 188,71 | 206,45 | 86,25 | 30,14 | 30,08 | 6,10 | 2,98 | 12,71 | 77,10 | 0,13 | 0,40 | 0,19 | 16,62 | 9,31 | 42,35 | 12,80 | 40,23 | 23,00 | 6,89 | 52,50 | |
| 11 | 204_PI_253519 | (A) | 2,33 | 3,77 | 3,81 | 1,17 | 2,76 | 189,17 | 205,53 | 87,42 | 32,40 | 31,32 | 5,98 | 2,80 | 12,53 | 77,60 | 0,23 | 0,34 | 0,24 | 16,37 | 9,71 | 43,90 | 13,95 | 37,37 | 23,55 | 7,33 | 52,79 | |
| 12 | 205_PI_253520 | (A) | 3,29 | 3,82 | 3,45 | 1,08 | 2,73 | 191,68 | 206,78 | 90,78 | 32,91 | 32,88 | 6,16 | 3,22 | 12,68 | 76,88 | 0,15 | 0,41 | 0,18 | 16,55 | 8,97 | 41,19 | 13,34 | 41,02 | 22,07 | 7,32 | 49,42 | |
| 13 | 210_PI_253527 | (F) | 2,52 | 3,74 | 3,53 | 1,08 | 2,84 | 190,08 | 206,11 | 87,59 | 28,74 | 28,66 | 6,11 | 3,57 | 12,11 | 77,31 | 0,15 | 0,40 | 0,18 | 15,78 | 8,84 | 42,40 | 12,18 | 44,30 | 23,89 | 6,82 | 48,90 | |
| 14 | 212_PI_253529 | (F) | 2,42 | 4,03 | 3,96 | 1,08 | 2,93 | 188,28 | 205,60 | 86,55 | 29,64 | 29,47 | 6,10 | 2,80 | 12,53 | 77,20 | 0,17 | 0,34 | 0,21 | 16,39 | 9,58 | 43,85 | 12,93 | 39,31 | 22,97 | 6,71 | 48,35 | |
| 15 | 217_PI_253541 | (H) | 2,38 | 4,07 | 3,82 | 1,08 | 2,82 | 190,83 | 206,91 | 85,87 | 30,29 | 33,99 | 6,17 | 3,14 | 10,61 | 78,97 | 0,14 | 0,37 | 0,18 | 13,52 | 9,16 | 43,46 | 14,77 | 41,88 | 23,14 | 7,89 | 51,10 | |
| 16 | 220_PI_253544 | (PL) | 2,25 | 3,50 | 4,01 | 1,08 | 2,62 | 190,55 | 207,29 | 92,18 | 30,92 | 32,44 | 6,03 | 3,07 | 11,86 | 77,97 | 0,16 | 0,37 | 0,20 | 15,31 | 9,31 | 43,02 | 13,96 | 41,24 | 21,84 | 7,11 | 51,06 | |
| 17 | 221_PI_253546 | (PL) | 2,41 | 4,36 | 4,64 | 1,17 | 3,30 | 189,24 | 205,11 | 84,68 | 34,15 | 36,21 | 6,18 | 3,15 | 10,52 | 79,15 | 0,15 | 0,43 | 0,19 | 13,37 | 9,04 | 42,06 | 15,07 | 38,90 | 21,91 | 7,95 | 51,24 | |
| 18 | 223_PI_253548 | (DK) | 2,57 | 4,75 | 4,61 | 1,08 | 3,31 | 188,62 | 206,13 | 84,09 | 32,82 | 33,06 | 6,03 | 2,63 | 11,67 | 78,69 | 0,15 | 0,35 | 0,19 | 14,93 | 9,82 | 43,51 | 14,32 | 36,47 | 22,19 | 7,38 | 54,69 | |
| 19 | 224_PI_253555 | (F) | 2,60 | 3,66 | 4,22 | 1,00 | 2,84 | 189,32 | 206,30 | 85,14 | 27,41 | 26,63 | 5,99 | 2,71 | 10,89 | 79,50 | 0,14 | 0,32 | 0,21 | 13,76 | 9,81 | 43,40 | 11,63 | 41,74 | 22,86 | 6,13 | 48,75 | |
| 20 | 225_PI_253561 | (CH) | 2,97 | 3,78 | 3,78 | 1,08 | 2,73 | 188,90 | 205,20 | 87,73 | 27,48 | 29,89 | 5,99 | 3,45 | 10,43 | 79,17 | 0,13 | 0,43 | 0,17 | 13,23 | 9,03 | 42,91 | 12,82 | 38,38 | 22,39 | 6,65 | 56,31 | |
| 21 | 424_PI_311738 | (PL) | 2,83 | 3,74 | 3,76 | 1,00 | 2,71 | 191,16 | 206,46 | 87,87 | 31,37 | 30,27 | 5,89 | 3,41 | 12,61 | 77,02 | 0,21 | 0,43 | 0,17 | 16,41 | 9,06 | 42,52 | 12,82 | 43,69 | 20,94 | 6,28 | 53,92 | |
| 22 | 443_PI_393498 | (MA) | 2,38 | 3,81 | 2,96 | 1,17 | 2,68 | 190,92 | 209,37 | 91,96 | 33,91 | 33,35 | 6,00 | 2,96 | 10,64 | 79,50 | 0,14 | 0,37 | 0,16 | 13,41 | 9,54 | 45,68 | 15,04 | 42,29 | 25,52 | 8,61 | 50,32 | |
| 23 | 466_PI_514618 | (TJ) | 2,68 | 3,49 | 3,83 | 1,08 | 2,65 | 188,67 | 207,08 | 88,12 | 23,04 | 22,16 | 6,04 | 2,73 | 11,57 | 78,81 | 0,14 | 0,35 | 0,17 | 14,73 | 9,83 | 43,53 | 9,76 | 40,11 | 22,75 | 5,04 | 48,56 | |
| 24 | 499_PI_537666 | (USA) | 2,36 | 4,06 | 3,64 | 1,00 | 2,73 | 187,81 | 205,67 | 89,16 | 29,27 | 26,75 | 6,10 | 3,16 | 11,13 | 78,72 | 0,13 | 0,37 | 0,17 | 14,19 | 9,24 | 46,84 | 12,47 | 41,54 | 26,72 | 7,22 | 45,01 | |
| 25 | 507_PI_537680 | (USA) | 2,79 | 3,86 | 3,50 | 1,00 | 2,61 | 188,23 | 205,28 | 81,53 | 22,03 | 23,91 | 5,96 | 3,36 | 10,56 | 79,39 | 0,15 | 0,30 | 0,12 | 13,34 | 9,29 | 44,13 | 10,30 | 38,32 | 22,98 | 5,49 | 51,74 | |
| 26 | 582_PI_568820 | (TJ) | 4,89 | 3,66 | 5,33 | 1,42 | 3,54 | 185,93 | 204,67 | 67,18 | 12,72 | 10,10 | 5,45 | 2,90 | 20,89 | 69,81 | 0,15 | 0,32 | 0,23 | 30,18 | 10,15 | 36,54 | 3,73 | 35,56 | 18,21 | 1,99 | 50,74 | |
| 27 | 596_PI_572475 | (CDN) | 2,42 | 3,40 | 3,31 | 1,08 | 2,49 | 188,24 | 205,51 | 91,78 | 33,46 | 31,90 | 5,93 | 2,70 | 10,88 | 79,53 | 0,15 | 0,27 | 0,19 | 13,70 | 9,98 | 48,88 | 15,77 | 42,90 | 28,47 | 9,22 | 45,19 | |
| | | (= Saffire) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 28 | 602_PI_576991 | (D) | 2,88 | 3,44 | 3,63 | 1,08 | 2,62 | 191,48 | 207,46 | 94,28 | 30,24 | 27,46 | 5,82 | 3,05 | 12,23 | 77,91 | 0,16 | 0,40 | 0,19 | 15,72 | 9,56 | 45,01 | 12,27 | 42,31 | 23,23 | 6,43 | 52,69 | |
| 29 | 648_BS_34063 | | 3,16 | 3,30 | 3,93 | 1,17 | 2,69 | 193,85 | 207,97 | 86,59 | 28,75 | 31,23 | 5,99 | 2,81 | 12,38 | 77,90 | 0,17 | 0,36 | 0,19 | 15,91 | 9,68 | 41,40 | 12,74 | 41,70 | 20,63 | 6,45 | 49,53 | |
| 30 | 649_BS_34066 | | 2,94 | 3,67 | 3,23 | 1,17 | 2,66 | 190,07 | 206,37 | 76,15 | 22,93 | 21,93 | 5,95 | 3,49 | 11,75 | 77,73 | 0,15 | 0,42 | 0,19 | 15,27 | 8,95 | 41,95 | 9,09 | 37,31 | 21,73 | 4,76 | 59,16 | |
| 31 | 657_BS_34084 | | 2,27 | 3,87 | 4,13 | 1,08 | 3,09 | 189,88 | 207,18 | 89,41 | 31,45 | 33,60 | 6,01 | 3,32 | 10,94 | 78,66 | 0,15 | 0,44 | 0,16 | 13,98 | 9,08 | 41,21 | 13,97 | 39,14 | 23,06 | 7,73 | 57,35 | |
| 32 | 659_BS_52826-L | | 6,07 | 1,75 | 0,99 | 1,00 | 1,28 | 201,40 | 223,14 | 86,21 | 25,24 | 24,98 | 5,89 | 3,24 | 12,05 | 77,98 | 0,18 | 0,34 | 0,16 | 15,46 | 9,38 | 33,95 | 8,70 | 28,34 | 19,19 | 4,89 | 43,74 | |
| 33 | 660_BS_54261 | | 2,18 | 3,58 | 3,68 | 1,25 | 2,63 | 188,01 | 206,70 | 86,86 | 30,17 | 27,72 | 6,36 | 2,94 | 11,39 | 78,32 | 0,14 | 0,36 | 0,21 | 14,61 | 9,15 | 43,16 | 12,12 | 39,21 | 22,52 | 6,34 | 56,21 | |
| 34 | 661_BS_62912 | (D) | 2,56 | 4,11 | 4,24 | 1,17 | 3,05 | 189,12 | 205,46 | 85,39 | 29,04 | 29,05 | 6,16 | 3,18 | 11,06 | 78,65 | 0,15 | 0,38 | 0,17 | 14,11 | 9,11 | 44,08 | 12,60 | 39,36 | 22,59 | 6,59 | 50,92 | |
| 35 | 662_BS_62913 | (D) | 2,16 | 3,53 | 3,60 | 1,17 | 2,78 | 189,72 | 205,89 | 89,30 | 31,54 | 30,39 | 6,04 | 2,83 | 13,60 | 76,64 | 0,15 | 0,35 | 0,19 | 17,91 | 9,63 | 43,24 | 12,92 | 40,79 | 22,68 | 6,90 | 51,58 | |
| 36 | 663_BS_62914 | (D) | 2,24 | 3,82 | 3,69 | 1,00 | 2,70 | 188,98 | 205,86 | 84,51 | 32,83 | 32,72 | 6,21 | 2,96 | 11,43 | 78,40 | 0,17 | 0,35 | 0,19 | 14,65 | 9,28 | 42,44 | 13,76 | 41,02 | 22,77 | 7,42 | 54,07 | |
| 37 | 664_BS_62915 | (D) | 2,37 | 3,81 | 3,85 | 1,00 | 2,71 | 190,20 | 207,55 | 92,81 | 29,89 | 30,52 | 5,95 | 2,79 | 10,80 | 79,57 | 0,12 | 0,36 | 0,16 | 13,66 | 9,81 | 43,08 | 13,02 | 40,83 | 22,04 | 6,74 | 55,57 | |
| 38 | 665_BS_62916 | (D) | 2,68 | 3,88 | 4,25 | 1,08 | 2,87 | 190,22 | 206,38 | 89,41 | 31,58 | 33,26 | 6,16 | 2,98 | 12,39 | 77,49 | 0,15 | 0,36 | 0,19 | 16,12 | 9,30 | 42,88 | 14,11 | 39,39 | 22,21 | 7,49 | 50,04 | |
| 39 | 666_BS_62917 | (D) | 2,60 | 4,07 | 4,05 | 1,08 | 3,05 | 188,82 | 205,84 | 89,13 | 30,44 | 29,21 | 6,16 | 2,59 | 11,04 | 79,37 | 0,17 | 0,30 | 0,19 | 13,97 | 9,85 | 44,00 | 12,80 | 40,72 | 24,60 | 7,24 | 52,82 | |
| 40 | 667_BS_62918 | (D) | 2,51 | 4,40 | 3,66 | 1,17 | 3,16 | 188,33 | 205,30 | 85,78 | 28,39 | 26,92 | 6,26 | 2,60 | 11,14 | 79,08 | 0,13 | 0,33 | 0,19 | 14,15 | 9,64 | 41,84 | 11,15 | 41,68 | 23,06 | 6,16 | 50,93 | |
| 41 | 668_BS_62919 | (D) | 2,39 | 3,77 | 3,50 | 1,14 | 2,74 | 189,72 | 206,57 | 83,33 | 29,11 | 28,24 | 6,23 | 3,00 | 12,49 | 77,31 | 0,15 | 0,37 | 0,21 | 16,24 | 9,18 | 44,60 | 12,48 | 41,00 | 24,26 | 6,99 | 49,01 | |
| 42 | 671_BS_62922 | (PL) | 1,94 | 3,86 | 3,72 | 1,00 | 2,66 | 190,16 | 206,38 | 90,81 | 37,32 | 39,60 | 6,14 | 2,98 | 12,05 | 77,85 | 0,14 | 0,38 | 0,20 | 15,60 | 9,30 | 45,13 | 17,70 | 41,40 | 24,02 | 9,57 | 52,42 | |
| 43 | 672_BS_62923 | (D) | 1,95 | 3,74 | 3,84 | 1,00</ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Tab. A1 (Fortsetzung)

| Nr. | Nr. | | Jugend- entw. | Alter- naria | Rost | Botry- tis | Mittel- Krankh. | Blüh- beg. | Blüh- ende | Wuchs- höhe | Korn- ertrag | Korn- ertrag | C16:0 | C18:0 | C18:1 | C18:2 | C18:3 | C20:0 | C20:1 | C18:1/ C18:2 | Nutz.- Quot. | Kern- anteil | Kern- ertrag | TKM | Oel- gehalt | Oel- ertrag | Alpha- tocoph. | |
|------|------|---------------|------------------|-----------------|-------|---------------|--------------------|---------------|---------------|----------------|-----------------|-----------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|---------|----------------|----------------|-------------------|-----------|
| 2003 | 2002 | Code-Nr. | (Land) | (1-9) | (1-9) | (1-9) | (1-9) | (Tag) | (Tag) | (cm) | (dt/ha) | (dt/ha) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | GF | (%) | (dt/ha) | (g) | (%) | (dt/ha) | (mg/100g) |
| | | | | GFK | GF | GFK | GFK | GFK | GFK | GFK | GFK | GFK | GF | GF | GF | GF | GF | GF | GF | GF | GF | GF | GF | GF | GF | GF | GF | GF |
| 51 | 690 | 2001-18274 | (D) | 2,25 | 3,87 | 4,23 | 1,08 | 2,78 | 189,47 | 206,17 | 84,79 | 29,81 | 32,34 | 6,15 | 2,64 | 11,36 | 78,92 | 0,15 | 0,34 | 0,19 | 14,44 | 9,69 | 42,44 | 13,61 | 40,90 | 22,27 | 7,23 | 50,97 |
| 52 | 696 | 2000-00814 | (I) | 2,15 | 4,63 | 4,05 | 1,08 | 3,22 | 187,88 | 205,25 | 86,12 | 35,19 | 31,29 | 6,09 | 2,52 | 11,36 | 79,15 | 0,13 | 0,32 | 0,19 | 14,40 | 9,98 | 42,28 | 13,23 | 40,24 | 22,75 | 7,11 | 50,75 |
| 53 | 701 | CART_1/01 | | 2,55 | 4,51 | 4,03 | 1,08 | 3,01 | 189,05 | 206,99 | 85,14 | 26,14 | 26,26 | 5,80 | 3,22 | 11,78 | 78,08 | 0,21 | 0,32 | 0,24 | 15,10 | 9,43 | 43,22 | 11,35 | 37,55 | 22,58 | 5,96 | 51,53 |
| 54 | 703 | CART_9/82 | | 2,78 | 4,40 | 4,14 | 1,08 | 3,19 | 192,63 | 207,79 | 94,19 | 27,38 | 25,38 | 5,93 | 2,60 | 12,76 | 77,70 | 0,15 | 0,34 | 0,19 | 16,55 | 9,98 | 40,81 | 10,32 | 41,43 | 22,02 | 5,61 | 50,47 |
| 55 | 705 | CART_19/89 | (PL) | 2,56 | 3,98 | 3,86 | 1,25 | 2,97 | 190,13 | 206,85 | 90,39 | 28,94 | 26,66 | 6,02 | 3,23 | 11,23 | 78,51 | 0,14 | 0,35 | 0,19 | 14,37 | 9,21 | 43,78 | 11,94 | 39,56 | 23,21 | 6,25 | 57,44 |
| 56 | 709 | CART_25/82 | | 1,96 | 3,71 | 4,54 | 1,08 | 3,05 | 189,57 | 206,28 | 89,78 | 27,97 | 29,53 | 6,06 | 3,34 | 10,52 | 79,13 | 0,14 | 0,39 | 0,19 | 13,35 | 9,04 | 43,78 | 12,77 | 39,57 | 21,91 | 6,52 | 53,46 |
| 57 | 710 | CART_26/79 | | 2,90 | 3,70 | 3,89 | 1,00 | 2,70 | 190,96 | 205,88 | 88,46 | 31,02 | 30,22 | 6,18 | 3,01 | 11,91 | 78,01 | 0,13 | 0,36 | 0,19 | 15,41 | 9,30 | 42,37 | 12,85 | 39,88 | 22,29 | 6,74 | 54,40 |
| 58 | 711 | CART_27/99 | | 2,65 | 3,53 | 4,16 | 1,08 | 2,85 | 189,50 | 205,77 | 90,81 | 33,05 | 35,18 | 6,11 | 3,10 | 10,98 | 78,83 | 0,14 | 0,36 | 0,19 | 14,09 | 9,26 | 43,84 | 15,63 | 41,81 | 24,72 | 8,64 | 48,35 |
| 59 | 712 | CART_29/83 | | 2,44 | 3,28 | 3,01 | 1,00 | 2,42 | 190,47 | 207,53 | 89,52 | 34,88 | 30,52 | 5,94 | 3,02 | 11,67 | 78,42 | 0,16 | 0,37 | 0,18 | 14,92 | 9,49 | 42,84 | 13,16 | 43,19 | 22,58 | 6,89 | 50,19 |
| 60 | 721 | CART_55/81 | (PL) | 2,43 | 3,42 | 3,80 | 1,00 | 2,46 | 190,80 | 206,75 | 87,48 | 33,37 | 32,34 | 5,74 | 3,71 | 12,29 | 77,27 | 0,16 | 0,47 | 0,17 | 15,98 | 8,93 | 43,04 | 13,63 | 41,78 | 21,86 | 7,08 | 51,74 |
| 61 | 723 | CART_60/84 | | 2,87 | 3,48 | 3,77 | 1,25 | 2,78 | 191,43 | 206,69 | 88,10 | 29,60 | 31,94 | 5,90 | 2,59 | 11,63 | 79,03 | 0,14 | 0,32 | 0,19 | 14,76 | 10,11 | 42,22 | 13,42 | 42,59 | 22,88 | 7,34 | 55,65 |
| 62 | 727 | CART_67/83 | (D) | 3,29 | 3,49 | 2,95 | 0,97 | 2,33 | 191,34 | 207,14 | 82,77 | 22,14 | 19,90 | 5,91 | 2,98 | 11,85 | 78,23 | 0,14 | 0,39 | 0,19 | 15,21 | 9,49 | 41,86 | 8,51 | 42,92 | 20,97 | 4,09 | 54,31 |
| 63 | 736 | CART_79/89 | (J) | 2,31 | 3,91 | 3,81 | 1,25 | 2,85 | 190,12 | 206,59 | 91,28 | 37,23 | 38,26 | 6,03 | 2,89 | 11,59 | 78,53 | 0,14 | 0,36 | 0,20 | 14,80 | 9,57 | 42,69 | 16,38 | 40,06 | 23,13 | 8,89 | 60,87 |
| 64 | 740 | CART_87/95 | (R) | 3,75 | 3,96 | 4,09 | 1,08 | 2,98 | 194,12 | 211,74 | 95,89 | 31,65 | 28,98 | 5,94 | 2,62 | 11,94 | 78,62 | 0,13 | 0,32 | 0,20 | 15,19 | 10,03 | 39,90 | 11,62 | 46,10 | 19,94 | 5,82 | 54,83 |
| 65 | 743 | CART_100/99 | (I) | 2,00 | 4,18 | 4,09 | 1,00 | 3,02 | 191,65 | 207,60 | 96,23 | 32,47 | 33,99 | 5,95 | 3,16 | 10,77 | 79,17 | 0,11 | 0,35 | 0,19 | 13,65 | 9,45 | 41,12 | 14,09 | 40,36 | 21,84 | 7,48 | 53,03 |
| | | Mittelwert | | 2,63 | 3,79 | 3,77 | 1,09 | 2,79 | 190,13 | 206,78 | 88,28 | 30,44 | 30,19 | 60,3 | 2,97 | 11,76 | 78,28 | 0,15 | 0,36 | 0,19 | 15,15 | 9,48 | 42,85 | 12,95 | 44,33 | 22,73 | 6,91 | 52,21 |
| | | Grenzdif. 5% | | 0,91 | 0,76 | 0,93 | 0,24 | 0,41 | 1,90 | 2,72 | 7,06 | 6,54 | 7,03 | 0,23 | 0,45 | 1,65 | 1,99 | 0,07 | 0,07 | 0,00 | 2,69 | 0,61 | 3,24 | 3,09 | 2,81 | 1,86 | 1,78 | 7,12 |
| | | Heritabilität | | 0,74 | 0,64 | 0,64 | 0,00 | 0,79 | 0,89 | 0,82 | 0,71 | 0,66 | 0,70 | 0,70 | 0,63 | 0,82 | 0,72 | 0,00 | 0,62 | 0,11 | 0,81 | 0,59 | 0,68 | 0,73 | 0,83 | 0,82 | 0,72 | 0,46 |

Tab. A2: Mittelwerte agronomisch wichtiger Merkmale von 35 Leindotter-Genotypen über die Öko-Standorte Göttingen (G) und Kleinohenheim (K), Anbaujahr 2003

| Nr. | Nr. | Herkunft | (Land) | Jugend- | Weiss- | Lager | Blüh- | Blüh- | Reife | Wuchs- | Korn- | TKM | Oel- | Oel- | 16:0 | 18:0 | 18:1 | 18:2 | 18:3 | 20:0 | 20:1 | 22:1 | Nutz.- | Summe | Oxida- | Alpha- | Gamma- | Plasto- | Delta- | Chole- |
|------|---------------------------------|----------|--------|---------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|-------|--------|---------|------|-------|-------|-------|------|-------|------|------|--------|---------|--------|---------|---------|---------|---------|--------|
| | | | | entw. | fleck. | | beg. | ende | | höhe | ertrag | | gehalt | ertrag | | | | | | | | | | | quot. | sensor. | tionsz. | tocoph. | tocoph. | chr.-8 |
| 2002 | 2003 | | | (1-9) | (1-9) | (1-9) | (Tag) | (Tag) | (Tag) | (cm) | (dt/ha) | (g) | (%) | (dt/ha) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | GWK | Bewert. | (h) | GWK | GWK | GWK | GWK | GWK |
| 1 | 2_G_31714 | (DK) | 2,95 | 4,51 | 1,50 | 150,01 | 158,48 | 192,37 | 87,50 | 14,63 | 0,73 | 37,77 | 5,57 | 5,39 | 2,62 | 15,55 | 17,39 | 34,37 | 1,47 | 14,15 | 2,80 | 1,90 | 0,41 | 3,13 | 1,96 | 72,97 | 6,14 | 1,28 | 478,77 | |
| 2 | 3_G_31715 | | 3,11 | 4,11 | 3,50 | 148,78 | 157,99 | 194,93 | 87,50 | 14,48 | 0,98 | 40,27 | 5,88 | 5,36 | 2,68 | 15,78 | 17,81 | 33,66 | 1,52 | 14,17 | 2,71 | 1,91 | -1,83 | 3,14 | 2,13 | 76,85 | 6,37 | 1,33 | 465,10 | |
| 3 | 4_G_31717 | (S) | 3,20 | 4,13 | 3,50 | 149,06 | 158,38 | 192,97 | 90,00 | 15,27 | 1,03 | 39,28 | 6,11 | 5,17 | 2,54 | 16,70 | 16,47 | 33,80 | 1,50 | 14,68 | 3,00 | 1,87 | 1,89 | 3,13 | 2,25 | 75,23 | 7,59 | 1,44 | 502,13 | |
| 4 | 7_G_31724 | (SU) | 2,98 | 3,30 | 1,50 | 148,46 | 160,10 | 194,33 | 90,00 | 13,24 | 0,99 | 38,70 | 5,20 | 5,48 | 2,28 | 15,49 | 18,81 | 33,23 | 1,32 | 13,69 | 2,94 | 1,98 | 0,17 | 3,24 | 1,66 | 80,83 | 11,98 | 1,53 | 600,02 | |
| 5 | 10_G_31729 | (PL) | 2,90 | 3,43 | 2,00 | 148,75 | 156,43 | 194,77 | 95,00 | 15,74 | 1,10 | 39,18 | 6,13 | 5,49 | 2,60 | 14,50 | 19,00 | 32,90 | 1,59 | 14,34 | 2,86 | 1,86 | 1,40 | 3,14 | 2,33 | 73,01 | 6,42 | 1,35 | 382,49 | |
| 6 | 27_PI_304270 | (S) | 2,13 | 2,96 | 2,50 | 148,26 | 156,89 | 192,69 | 92,50 | 17,49 | 0,81 | 37,99 | 6,65 | 5,40 | 2,40 | 18,31 | 15,27 | 34,33 | 1,28 | 14,60 | 2,73 | 1,92 | 0,00 | 3,20 | 2,04 | 74,80 | 5,36 | 1,41 | 517,02 | |
| 7 | 29_PI_311735 | (PL) | 3,55 | 4,01 | 4,50 | 149,24 | 157,93 | 197,76 | 90,00 | 9,10 | 1,04 | 38,23 | 3,49 | 5,52 | 2,63 | 13,86 | 18,76 | 33,21 | 1,60 | 14,48 | 3,01 | 1,81 | -2,56 | 3,36 | 2,25 | 73,44 | 6,74 | 1,32 | 456,30 | |
| 8 | 32_BS_28332 | (PL) | 3,23 | 3,15 | 3,50 | 148,24 | 157,46 | 195,57 | 97,50 | 15,66 | 1,08 | 39,22 | 6,27 | 5,43 | 2,74 | 14,41 | 19,15 | 32,56 | 1,64 | 14,45 | 2,87 | 1,84 | 1,16 | 3,24 | 2,30 | 76,54 | 6,38 | 1,41 | 393,67 | |
| 9 | 60_BS_29071 | (GB) | 3,12 | 3,33 | 3,00 | 148,94 | 159,10 | 192,46 | 95,00 | 14,18 | 0,79 | 37,12 | 5,31 | 5,30 | 2,52 | 18,20 | 15,59 | 34,06 | 1,34 | 14,84 | 2,67 | 1,91 | 1,58 | 3,21 | 2,20 | 74,26 | 5,05 | 1,27 | 351,38 | |
| 10 | 86_BS_30353 | | 2,86 | 4,01 | 3,50 | 147,74 | 156,49 | 192,29 | 90,00 | 14,80 | 0,81 | 37,47 | 5,57 | 5,48 | 2,56 | 16,91 | 17,12 | 34,06 | 1,36 | 14,05 | 2,63 | 1,96 | 1,16 | 3,15 | 2,51 | 82,40 | 6,33 | 1,72 | 494,38 | |
| 11 | 100_BS_51564 | (D) | 2,53 | 2,19 | 1,00 | 146,74 | 157,48 | 193,39 | 100,00 | 17,46 | 1,32 | 38,37 | 6,75 | 4,85 | 2,29 | 15,91 | 17,53 | 34,15 | 1,33 | 14,32 | 3,04 | 1,96 | 1,42 | 3,18 | 2,73 | 77,05 | 8,43 | 1,79 | 406,39 | |
| 12 | 101_BS_51565 | (D) | 3,24 | 3,38 | 2,00 | 147,47 | 156,95 | 193,40 | 95,00 | 15,25 | 1,47 | 36,65 | 5,67 | 5,00 | 2,13 | 15,30 | 19,07 | 33,38 | 1,30 | 13,89 | 3,07 | 2,01 | 2,09 | 3,22 | 2,13 | 85,11 | 9,31 | 1,84 | 873,45 | |
| 13 | 103_BS_51567 | (D) | 2,45 | 3,19 | 1,50 | 149,51 | 158,50 | 192,71 | 80,00 | 15,54 | 1,23 | 39,88 | 6,28 | 5,13 | 2,42 | 15,49 | 19,91 | 33,50 | 1,28 | 13,21 | 2,57 | 2,12 | 1,22 | 2,96 | 1,75 | 75,56 | 9,11 | 1,67 | 602,26 | |
| 14 | 105_BS_51569 | (D) | 2,31 | 3,08 | 1,00 | 146,46 | 158,54 | 193,12 | 90,00 | 17,27 | 1,14 | 39,49 | 6,79 | 5,38 | 2,39 | 16,33 | 18,94 | 33,33 | 1,28 | 13,35 | 2,63 | 2,08 | 0,11 | 3,15 | 2,13 | 78,80 | 6,91 | 1,23 | 538,68 | |
| 15 | 110_BS_51573 | (D) | 3,37 | 3,93 | 3,00 | 147,72 | 158,45 | 194,07 | 95,00 | 16,27 | 1,13 | 39,84 | 6,58 | 5,58 | 2,53 | 15,18 | 18,62 | 32,65 | 1,58 | 14,36 | 2,99 | 1,86 | 1,27 | 3,23 | 1,90 | 78,40 | 6,70 | 1,47 | 386,67 | |
| 16 | 123_BS_51586 | (D) | 3,39 | 4,32 | 1,50 | 145,50 | 159,12 | 192,49 | 92,50 | 17,39 | 1,23 | 40,09 | 7,01 | 5,65 | 2,69 | 15,10 | 18,58 | 33,02 | 1,54 | 14,15 | 2,88 | 1,87 | 1,38 | 3,12 | 2,38 | 72,20 | 8,19 | 1,48 | 488,33 | |
| 17 | 127_Ligena | (D) | 3,17 | 3,23 | 2,00 | 147,54 | 157,28 | 195,99 | 100,00 | 17,50 | 1,31 | 40,58 | 7,24 | 5,43 | 2,38 | 16,09 | 19,44 | 32,81 | 1,29 | 13,24 | 2,58 | 2,08 | 2,13 | 3,14 | 1,61 | 77,92 | 8,06 | 1,55 | 474,22 | |
| 18 | 140_BS_51602 | (D) | 3,49 | 2,87 | 3,50 | 148,78 | 157,92 | 194,74 | 92,50 | 14,44 | 0,93 | 39,19 | 5,74 | 5,66 | 2,62 | 15,77 | 19,22 | 32,22 | 1,46 | 14,01 | 2,68 | 1,94 | 2,63 | 3,20 | 2,39 | 80,28 | 6,80 | 1,50 | 618,87 | |
| 19 | 167_BS_59951 | (D) | 3,07 | 2,99 | 4,00 | 148,22 | 158,95 | 194,88 | 95,00 | 17,52 | 1,09 | 39,80 | 7,02 | 5,80 | 2,64 | 15,07 | 19,32 | 32,04 | 1,58 | 13,98 | 2,85 | 1,88 | 0,70 | 3,16 | 1,58 | 78,64 | 6,32 | 1,52 | 390,49 | |
| 20 | 172_BS_59956 | (D) | 2,55 | 3,32 | 5,00 | 148,75 | 158,03 | 193,10 | 85,00 | 15,47 | 1,03 | 37,14 | 5,84 | 5,40 | 2,57 | 15,18 | 18,48 | 33,51 | 1,49 | 14,12 | 2,74 | 1,92 | 0,23 | 3,06 | 2,84 | 77,03 | 7,54 | 1,55 | 397,95 | |
| 21 | 174_BS_59958 | (D) | 2,62 | 3,92 | 1,00 | 149,29 | 160,01 | 193,38 | 82,50 | 17,88 | 0,89 | 38,04 | 6,88 | 4,99 | 2,57 | 15,58 | 16,88 | 35,60 | 1,42 | 14,15 | 2,75 | 1,94 | 1,65 | 2,96 | 2,05 | 75,71 | 6,74 | 1,23 | 483,37 | |
| 22 | 176_BS_59960 | (D) | 3,01 | 3,07 | 2,50 | 146,46 | 159,15 | 192,93 | 92,50 | 16,78 | 0,97 | 37,66 | 6,33 | 5,36 | 2,58 | 16,19 | 17,13 | 32,69 | 1,59 | 14,77 | 3,23 | 1,81 | 1,73 | 3,34 | 2,00 | 88,92 | 7,51 | 1,52 | 420,52 | |
| 23 | 178_BS_59962 | (D) | 2,95 | 3,38 | 2,00 | 148,28 | 158,07 | 194,65 | 100,00 | 16,81 | 1,09 | 39,49 | 6,68 | 5,47 | 2,57 | 15,39 | 18,09 | 33,31 | 1,50 | 14,35 | 2,84 | 1,88 | 0,68 | 3,17 | 1,80 | 75,73 | 5,90 | 1,36 | 375,72 | |
| 24 | 179_BS_59963 | (D) | 2,72 | 3,20 | 2,50 | 147,51 | 157,36 | 193,79 | 97,50 | 19,11 | 1,17 | 40,13 | 7,76 | 5,49 | 2,43 | 15,96 | 19,16 | 33,15 | 1,34 | 13,23 | 2,64 | 2,06 | 1,20 | 3,14 | 1,87 | 74,71 | 7,67 | 1,48 | 401,08 | |
| 25 | 181_Dolly | (D) | 2,54 | 2,88 | 2,50 | 147,22 | 159,05 | 193,12 | 100,00 | 17,46 | 1,20 | 40,66 | 7,16 | 5,17 | 2,57 | 17,30 | 15,34 | 33,76 | 1,52 | 15,01 | 3,20 | 1,80 | -0,66 | 3,29 | 2,01 | 72,67 | 7,14 | 1,39 | 453,56 | |
| 26 | 182_BS_59965 | (D) | 2,95 | 3,54 | 2,50 | 147,76 | 159,08 | 195,15 | 87,50 | 16,31 | 0,99 | 39,32 | 6,44 | 5,22 | 2,86 | 15,80 | 17,65 | 34,22 | 1,53 | 13,82 | 2,63 | 1,95 | -0,63 | 2,87 | 2,02 | 75,51 | 6,31 | 1,31 | 487,48 | |
| 27 | 183_BS_59966 | (D) | 2,72 | 3,01 | 2,50 | 147,00 | 156,95 | 194,20 | 92,50 | 17,32 | 0,96 | 39,42 | 6,95 | 5,45 | 2,65 | 15,42 | 17,51 | 33,81 | 1,52 | 14,39 | 2,76 | 1,87 | 1,20 | 3,23 | 2,74 | 78,09 | 6,41 | 1,98 | 434,73 | |
| 28 | 185_BS_59968 | (D) | 2,35 | 3,43 | 3,50 | 148,00 | 157,55 | 195,09 | 97,50 | 18,40 | 1,10 | 39,04 | 7,17 | 5,45 | 2,68 | 14,55 | 19,00 | 32,63 | 1,61 | 14,39 | 2,86 | 1,86 | 0,33 | 2,96 | 2,49 | 73,30 | 6,42 | 1,29 | 284,49 | |
| 29 | 186_BS_59969 | (D) | 3,55 | 3,24 | 3,00 | 148,76 | 159,67 | 195,25 | 95,00 | 15,72 | 1,11 | 40,04 | 6,43 | 5,40 | 2,80 | 14,57 | 18,94 | 32,65 | 1,67 | 14,27 | 2,85 | 1,85 | 1,76 | 3,07 | 2,35 | 76,85 | 6,61 | 1,41 | 413,74 | |
| 30 | 187_BS_59970 | (D) | 2,60 | 2,61 | 3,50 | 148,29 | 157,08 | 194,14 | 95,00 | 16,31 | 1,17 | 40,25 | 6,64 | 5,39 | 2,55 | 14,61 | 18,86 | 33,11 | 1,52 | 14,39 | 2,83 | 1,88 | 0,31 | 3,14 | 2,30 | 73,00 | 6,37 | 1,33 | 544,24 | |
| 31 | 192_BS_59975 | (D) | 2,86 | 3,47 | 2,50 | 148,99 | 158,51 | 194,92 | 90,00 | 15,65 | 1,05 | 39,34 | 6,15 | 5,49 | 2,65 | 15,47 | 19,06 | 33,29 | 1,46 | 13,26 | 2,77 | 2,00 | 0,01 | 3,03 | 1,22 | 75,00 | 6,70 | 1,47 | 416,13 | |
| 32 | 208_CAM_3/83 | | 2,55 | 3,73 | 3,50 | 147,53 | 157,45 | 193,65 | 92,50 | 14,52 | 0,85 | 38,51 | 5,57 | 5,43 | 3,01 | 15,60 | 17,77 | 33,76 | 1,67 | 13,92 | 2,67 | 1,88 | -0,39 | 3,29 | 2,29 | 81,87 | 7,34 | 1,49 | 447,03 | |
| 33 | 228_CAM_39/95 | (A) | 2,30 | 2,65 | 2,50 | 148,99 | 159,00 | 195,41 | 90,00 | 15,31 | 0,87 | 39,10 | 6,00 | 5,32 | 2,38 | 16,14 | 17,10 | 34,52 | 1,29 | 14,52 | 2,79 | 1,92 | 1,62 | 3,10 | 2,14 | 73,53 | 6,03 | 1,16 | 372,24 | |
| 34 | 229_CAM_40/95 (= Lindo) | (D) | 2,90 | 3,71 | 1,50 | 145,51 | 158,43 | 194,13 | 90,00 | 16,84 | 1,04 | 40,47 | 6,89 | 5,72 | 2,62 | 18,11 | 19,60 | 31,93 | 1,26 | 13,35 | 2,46 | 2,10 | 0,94 | 3,32 | 1,65 | 73,98 | 7,43 | 1,34 | 385,16 | |
| 35 | 236_CR_2024/98 | (SU) | 3,06 | 2,84 | 3,00 | 148,49 | 159,14 | 195,91 | 100,00 | 15,97 | 1,11 | 39,82 | 6,45 | 5,36 | 2,66 | 14,59 | 18,84 | 32,33 | 1,58 | 14,45 | 2,86 | 1,86 | 2,63 | 3,20 | 2,24 | 74,68 | 6,30 | 1,35 | 366,44 | |
| | Mittelwert | | 2,89 | 3,38 | 2,63 | 148,06 | 158,20 | 194,11 | 92,64 | 15,97 | 1,05 | 39,07 | 6,30 | 5,82 | 2,44 | 16,23 | 19,31 | 35,74 | 1,27 | 13,34 | 2,17 | 2,13 | 0,83 | 3,16 | 2,12 | 76,71 | 7,05 | 1,45 | 460,13 | |
| | Grenzdifff. 5% Heritabilität | | 1,22 | 1,16 | 1,33 | 1,62 | 2,48 | 2,68 | 7,74 | 2,88 | 0,07 | 1,78 | 1,32 | 0,16 | 0,22 | 0,53 | 0,70 | 0,98 | 0,13 | 0,24 | 0,09 | 0,00 | 2,42 | 0,20 | 0,54 | 7,28 | 1,92 | 0,35 | 286,16 | |
| | (bzw. Wiederholbarkeit) | | 0,00 | 0,40 | 0,63 | 0,72 | 0,23 | 0,45 | 0,69 | 0,98 | 0,67 | 0,65 | 0,92 | 0,80 | 0,97 | 0,96 | 0,82 | 0,88 | 0,97 | 0,97 | 0,97 | 0,45 | 0,59 | 0,72 | 0,53 | 0,72 | 0,54 | 0,08 | | |