

**2. Zwischenbericht**

Stand: 22.12.2003

Zuwendungsempfänger: Universität Hohenheim, Inst. f. Pflanzenbau und Grünland	FKZ: 02OE434
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 – 22.12.2003	

**Inhaltsverzeichnis**

1. Einleitung .....	2
2. Stand der Arbeiten.....	3
2.1 Etablierung der Feldexperimente.....	3
2.1.1 Teilprojekt A.....	3
2.1.2 Teilprojekt B.....	4
2.2 Wachstumsverlauf während der Vegetationsperiode 2003.....	6
3. Ergebnisse und Diskussion.....	8
3.1 Teilprojekt A.....	8
3.2 Teilprojekt B.....	15
3.2.1 Saflor .....	15
3.2.2 Leindotter.....	23
4. Schlussfolgerungen .....	27
4.1 Teilprojekt A.....	27
4.2 Teilprojekt B.....	27
4.2.1 Saflor .....	27
4.2.2 Leindotter.....	28
5. Literatur.....	28
6. Angaben zu den Punkten 1. bis 6. des Musters für den Zwischenbericht zu Nr. 3.1 BNBEST-BMBF 98.....	28

## 1. Einleitung

Nach neuesten Erhebungen für das Jahr 2000 nahm die mit Ölpflanzen bewirtschaftete Anbaufläche im Ökologischen Landbau in Deutschland nur etwa 2% der (ökologisch bewirtschafteten) landwirtschaftlichen Nutzfläche ein (SÖL-Jahrbuch 2003). Gegenüber ca. 7% Ölpflanzenfläche im konventionellen Bereich ist sie daher deutlich unterrepräsentiert. 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 weisen im Anbau verschiedene Nachteile auf. Zudem besitzt auch der Raps durch seine bekannte Schädlingsproblematik und hohen N-Bedarf erhebliche Schwachstellen im ökologischen Anbau; er wird außer in den küstennahen Regionen nur in sehr geringem Umfang kultiviert. Nach Angaben der Ölmühle Solling muss in Ausnahmejahren Rohware ökologisch angebauten Rapses 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. Der Ölleinbau verliert durch die Reduktion der Beihilfen aktuell an Bedeutung; zudem kann die Beikrautregulierung bei Öllein im Ökologischen Landbau ein Problem sein. Als alternative Ölpflanzenart scheint der Leindotter mit seinen im Vergleich zu Öllein geringeren Linolensäuregehalten und besserer Unkrautkonkurrenz im Anbau und in der Verwertung Vorteile aufzuweisen. Derzeit wird auf ca. 1000 ha im Biolandbau Leindotter kultiviert, hauptsächlich im Mischanbau mit Getreide oder Futtererbsen mit positiven Anbauerfahrungen. Das aus den Körnern gewonnene Öl findet bisher aber nur als Schlepperkraftstoff Verwendung.

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 des laufenden Forschungsprojektes:

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).

## 2. Stand der Arbeiten

### 2.1 Etablierung der Feldexperimente

#### 2.1.1 Teilprojekt A

Die Umsetzung der Feldversuche erfolgte nach den im Projektantrag angegebenen Methoden. Für Teilprojekt A wurden die verwendeten Genotypen (Tab. 1) vorrangig aus vorhandenen Prüfungsergebnissen ausgewählt.

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

PG-Nr.	Winterraps/ Winterrüben	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=Dasci, 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 m<sup>2</sup>. 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/-rübens 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 Mindestpflanzanzahlen 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 Rübsensorte 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 m<sup>2</sup> 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 11 Herkünfte aus verschiedenen Ländern außerhalb

Europas. Bei Saflor war eine Abweichung von den Selektionsvorgaben aufgrund von Saatgutknappheit und mangelnden Keimfähigkeiten unvermeidlich.

Während Leindotter 2003 gemäß dem Forschungsantrag an den Standorten Kleinhohenheim und Göttingen angebaut wurde, stand für Saflor noch ein weiterer Standort zur Verfügung: der Flachshof bei Jestetten (ökologisch bewirtschafteter Betrieb der StollVita-Stiftung). Der Versuch wurde stets mit zwei Wiederholungen angelegt; die Parzellengröße betrug in Kleinhohenheim 3 m<sup>2</sup>, auf dem Flachshof 1,8 m<sup>2</sup> und in Göttingen 3 m<sup>2</sup> für Saflor und 5 m<sup>2</sup> für Leindotter. Die Aussaat aller Prüfungen erfolgte termingerecht. In Kleinhohenheim wurde eine Verschleppung von Saatgut festgestellt, so dass hier die Inhaltsstoffe nicht bestimmt, dafür aber diejenigen vom Flachshof herangezogen wurden.

## **2.2 Wachstumsverlauf während der Vegetationsperiode 2003**

Bedingt durch einen Kahlfrösts, der zu Beginn der Vegetationsperiode auftrat, wurden die Winterraps-/rübensbestände 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 war dennoch normal, so dass die Bestände in der Regel über ausreichende Pflanzenzahlen pro m<sup>2</sup> 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.

Trotz der anhaltenden Trockenheit insbesondere am Standort Wilmersdorf wurden gerade hier 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 wurden. Die 3. Wiederholung wurde daher nicht ausgewertet.

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 Rüben. 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); Rapsstengelrübler in Müllheim und auf dem Oberen Lindenhof (Winterraps); Schwarze Bohnenlaus in Stobra (Sommerraps) und Kleinhohenheim; Kohlschotenrübler in Wilmersdorf (Winterraps). Bedingt durch den hohen Schädlingsdruck konnten mit Ausnahme der Sommerraps-Prüfung am Standort Stobra, wo durchschnittlich 17,8 dt Korngut /ha erzielt wurden, 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.

Nachdem die Feldsaison Mitte September beendet worden ist, wurde zügig mit den Nacherhebungen bezüglich des Kornertrages sowie den Analysen zu Öl- und Eiweißgehalt und zum Fettsäuremuster fortgefahren. Diese Erhebungen sind mit Ausnahme der Zusatzuntersuchungen zum Leindotter und des Ölgehaltes in Teilprojekt B seit kurzem abgeschlossen. Die nachfolgend dargestellten Ergebnisse sind mit dem Statistik-Programm PLABSTAT (Utz, 2002) verrechnet worden, entbehren aber noch einer genaueren Analyse vorhandener Ausreißer.

### 3. Ergebnisse und Diskussion

#### 3.1 Teilprojekt A

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 (Tab. 4). Das System Raps/Rübsen erreichte demgegenüber das niedrigste; Sojabohnen und Leindotter ein mittleres Kornertragsniveau.

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.

Tab. 4: Mittelwerte für den **Kornertrag** (dt/ha) über je zehn Sorten der fünf 2003 geprüften Ölpflanzenarten auf den fünf Versuchsstandorten Wilmersdorf (WIL), Stobra (STO), Kleinhohenheim (KHO), Oberer Lindenhof (OLI) und Müllheim (MÜL); in Kleinhohenheim Mitauswertung der Sommerrapsprüfung nach Ausfall des Winterrapses

Arten	Orte					Mittelwert
	WIL	STO	KHO	OLI	MÜL	(GD5%=6,68)
Raps/Rübsen	4,41	2,82	3,07	2,88	2,83	3,20
Sonnenblume	20,06	34,20	35,53	31,93	20,63	28,47
Sojabohne	14,35	18,67	17,64	19,67	9,61	15,99
Saflor	7,96	30,70	32,62	18,29	12,24	20,36
Leindotter	7,05	20,18	16,25	5,02	6,85	11,07
Mittelwert	10,77	21,31	21,02	15,56	10,43	15,82

Tab. 5: Mittelwerte für den **Ölgehalt** (%) über je zehn Sorten der fünf 2003 geprüften Ölpflanzenarten auf den fünf Versuchsstandorten Wilmersdorf (WIL), Stobra (STO), Kleinhohenheim (KHO), Oberer Lindenhof (OLI) und Müllheim (MÜL); in Kleinhohenheim Mitauswertung der Sommerrapsprüfung nach Ausfall des Winterrapses

Arten	Orte					Mittelwert
	WIL	STO	KHO	OLI	MÜL	(GD5%=3,30)
Raps/Rübsen	38,22	40,08	35,19	38,66	38,07	38,05
Sonnenblume	43,52	53,95	49,00	52,27	46,23	48,99
Sojabohne	22,06	23,09	22,30	22,34	19,02	21,76
Saflor	23,50	25,83	26,59	24,20	20,62	24,16
Leindotter	34,26	44,06	41,89	45,21	35,27	40,13
Mittelwert	32,33	37,40	34,99	36,53	31,84	34,62



Bei Betrachtung des Ölgehaltes auf Basis der Soxleth-Analyse, deren Ergebnisse nicht gleichzusetzen sind mit dem Anteil an ausbeutbarem Öl, manifestiert 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, nämlich Wilmersdorf und Müllheim, mit 27,3% bzw. 26,1% signifikant höhere Rohprotein-gehalte erreicht als auf den übrigen Standorten (22,2-24,8%).

Es ergab sich, dass Leindotter und Sonnenblumen mit über 66% für die Summe der Gehalte beider Inhaltsstoffe Platz 1 belegten, dicht gefolgt von Raps/Rübsen (63,8%) und Sojabohnen (62,6%). Saflor besaß mit nur 38,4 den signifikant geringsten Anteil an beiden wertgebenden Inhaltsstoffen.

Bei den Inhaltsstoffträgen (Öl und Summe Öl und Rohprotein) stellte die Sonnenblume ihre Vorrangstellung unter Beweis (Abb. 1). Lediglich für den Rohproteinertrag war ihr die Sojabohne überlegen, wenn auch in Kleinhohenheim und Müllheim nur geringfügig. Der Saflor fiel aufgrund seiner geringeren Inhaltsstoffgehalte auf einen der hinteren Ränge ab.

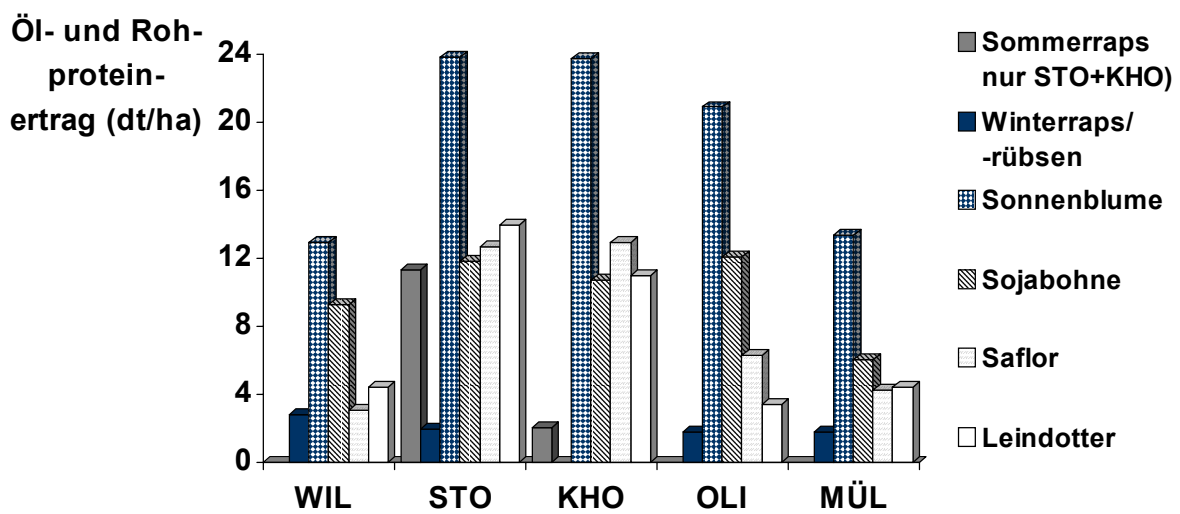
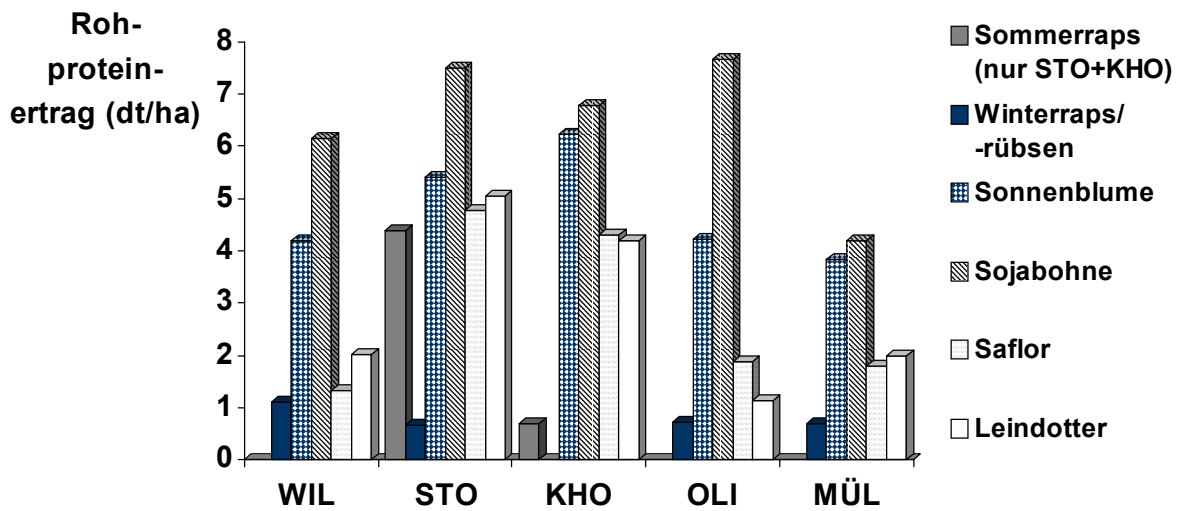
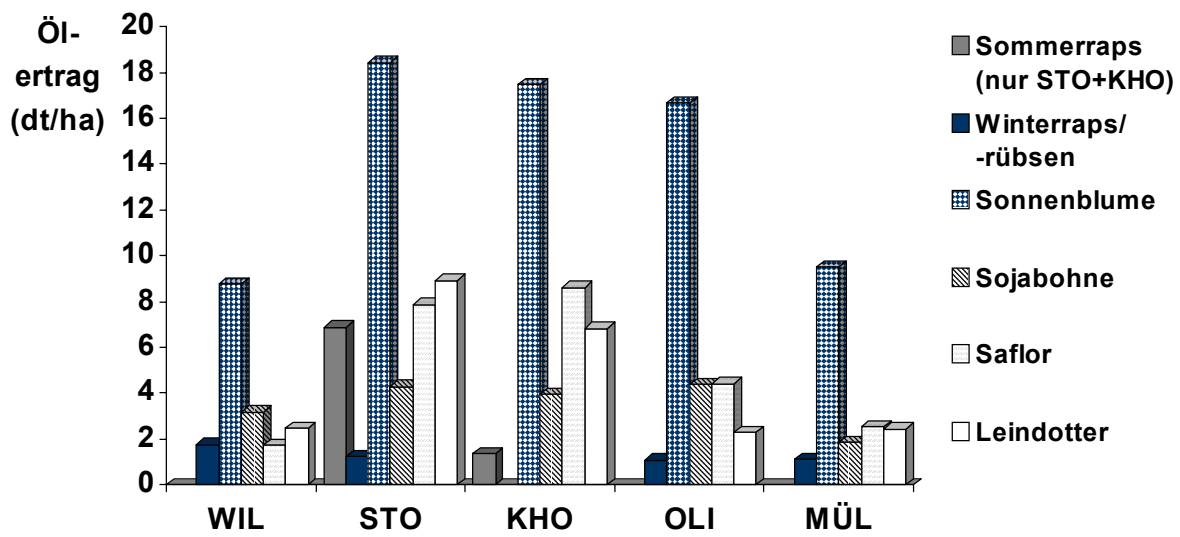


Abb. 1: Erträge wertgebender Inhaltsstoffe von fünf Ölpflanzenarten, angebaut an den fünf Versuchsstandorten Wilmersdorf (WIL), Stobra (STO), Kleinhohenheim (KHO), Oberer Lindenhof (OLI) und Müllheim (MÜL), 2003

Einige Saflorgenotypen schienen unter günstigeren Standortvoraussetzungen, wie sie in Stobra und Kleinhohenheim vorgelegen haben, für den Kornertrag konkurrenzfähig gegenüber den nur wenig überlegeneren Sonnenblumensorten zu sein (Tab. 6). Dieses war der Fall bei der Saflorherkunft BS-62915, die mit einem Mittelwert von 37,8 dt/ha einen nur wenig geringeren Ertrag aufwies als die beiden günstigsten Sonnenblumenhybriden ‘Jazzy‘ und ‘Heliaroc‘ (beide 40,0 dt/ha). Unter Einbezug der erzielten Ölerträge (Tab. 7) sowie der Erträge beider wertgebender Inhaltsstoffe Öl und Rohprotein zeigte sich, 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), führte dies aufgrund des sehr niedrigen Kornertragsniveaus dieser Sorte nicht zu höheren Ölerträgen. 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 Rohproteinерtrag waren die meisten Sojabohnensorten (mit Ausnahme von ‘Northern Conquest‘) im Mittel über alle Standorte den Sonnenblumensorten (Tab. 8) überlegen. An den günstigeren Standorten Stobra und Kleinhohenheim erreichten verschiedene Sonnenblumenhybriden jedoch auch die Rohproteinерträge der Sojabohne.

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 ähnlich ungünstigeren Standort Müllheim) die höchsten Kornerträge aufwiesen (vgl. Tab. 6), erzielte die Sonnenblumensorte ‘Sanluca RM‘ einen geringeren Ertrag als die leistungsmäßig beste Sojabohne ‘OAC Erin‘.

Tab. 6: Mittelwerte 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

Standort	Nordost		Südwest		Höhenlage (OLI)	Mittel
	ungünst. (WIL)	günstig (STO)	ungünst. (MÜL)	günstig (KHO)		
Nr./Genotyp						
RUW1_Hanko	0,90	0,00	0,99	0,00	0,22	0,56
2_Rex	4,12	0,81	3,58	0,00	4,98	3,37
3_Credit	2,77	0,10	1,30	0,00	3,44	1,90
RAW4_Bristol	2,97	0,68	2,59	0,00	3,22	2,37
5_Apex	4,45	4,96	3,68	0,00	4,16	4,31
6_Capitol	6,30	5,26	2,23	0,00	1,87	3,92
7_Viking	5,68	0,43	3,33	0,00	2,29	2,93
8_Express	4,63	5,71	3,47	0,00	1,85	3,91
9_Smart	6,86	7,69	3,16	0,00	3,40	5,28
10_Contakt	5,44	1,82	3,96	0,00	2,55	3,44
SOL1_Tandem	19,05	36,04	18,84	32,00	33,06	27,80
2_Salut_RM	18,30	29,90	19,86	32,10	30,54	26,14
3_Heliaroc	20,30	38,64	23,10	41,46	33,20	31,34
4_Heliasun	23,95	33,76	20,37	34,51	33,68	29,25
5_Majus	19,13	28,90	20,42	28,97	30,37	25,56
6_Sanluca_RM	16,13	39,62	18,12	32,35	31,62	27,57
7_Jazzy	19,04	36,73	20,61	43,34	35,59	31,06
8_Sunny	22,91	31,68	23,59	39,61	30,87	29,73
9_Capella	21,22	39,26	21,43	35,50	31,56	29,79
10_KW2202	20,52	27,47	19,96	35,47	28,79	26,44
SJ 1_Amphor	13,92	17,53	9,14	17,26	19,29	15,43
2_Dolly	14,31	16,19	6,39	14,10	22,49	14,70
3_Essor	12,95	18,24	9,33	20,10	16,74	15,47
4_Gentleman	13,58	19,92	11,03	18,39	23,88	17,36
5_Merlin	14,13	16,31	14,00	17,43	22,65	16,90
6_N_Conquest	12,22	16,49	6,05	14,26	17,63	13,33
7_OAC_Erin	17,18	22,17	11,62	23,72	22,12	19,36
8_Dorena	15,95	16,73	8,87	11,17	17,63	14,07
9_Quito	14,83	22,11	8,61	20,36	17,64	16,71
10_York	14,45	20,97	11,10	19,64	16,67	16,57
SFL1_Sabina	10,28	31,84	11,87	32,40	20,71	21,42
2_Saffire	6,12	24,52	7,34	21,54	16,51	15,21
3_PI-209286	7,82	32,13	12,74	33,60	16,37	20,53
4_PI-253516	8,45	30,97	15,34	28,66	18,99	20,48
5_PI-253518	8,96	32,17	12,28	39,96	19,35	22,54
6_PI-253555	7,19	29,67	11,99	31,72	17,30	19,57
7_BS-62915	5,82	33,52	14,27	41,45	19,88	22,99
8_BS-62924	5,72	29,25	13,16	33,35	17,38	19,77
9_CART-19/89	8,99	31,43	11,66	33,56	18,65	20,86
10_CART-60/84	10,49	31,47	11,79	29,92	17,79	20,29
LND1_Calena	3,49	14,55	2,50	16,38	2,95	7,97
2_Ligena	7,48	20,78	8,04	18,19	5,75	12,05
3_Lindo	4,87	19,48	7,93	16,13	4,88	10,66
4_CA13X-2S-44	6,83	22,84	8,31	17,63	5,26	12,17
5_G-31715	6,91	19,63	5,57	14,22	3,56	9,98
6_BS-51564	6,12	19,51	8,12	15,18	5,25	10,84
7_BS-59951	10,51	22,20	8,27	16,93	6,55	12,89
8_BS-59956	9,13	19,00	5,33	14,68	3,94	10,42
9_BS-59963	7,51	21,45	7,20	17,07	5,93	11,83
10_BS-59968	7,67	22,38	7,21	16,03	6,15	11,89

Tab. 7: Mittelwerte 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

Nr./Genotyp	Standort Nordost		Standort Südwest		Höhenlage (OLI)	Mittel
	ungünst. (WIL)	günstig (STO)	ungünst. (MÜL)	günstig (KHO)		
RUW1_Hanko	0,28	0,00	0,36	0,00	0,07	0,21
2_Rex	1,43	0,27	1,26	0,00	1,26	1,18
3_Credit	1,03	0,09	0,46	0,00	0,46	0,71
RAW4_Bristol	1,20	0,39	0,99	0,00	0,99	0,98
5_Apex	1,85	2,07	1,57	0,00	1,57	1,82
6_Capitol	2,49	2,27	0,85	0,00	0,85	1,59
7_Viking	2,19	0,21	1,21	0,00	1,21	1,12
8_Express	1,82	2,54	1,40	0,00	1,40	1,62
9_Smart	2,93	3,37	1,32	0,00	1,32	2,26
10_Contakt	2,26	0,73	1,50	0,00	1,50	1,39
SOL1_Tandem	8,81	19,66	8,76	16,31	17,57	14,22
2_Salut_RM	7,80	16,60	9,53	16,32	16,52	13,35
3_Heliaroc	8,52	20,48	10,79	18,68	16,15	14,92
4_Heliasun	9,96	17,84	8,79	16,25	17,38	14,04
5_Majus	8,52	15,87	9,68	14,74	16,47	13,06
6_Sanluca_RM	6,86	21,24	8,64	15,78	15,97	13,70
7_Jazzy	8,29	19,51	9,66	21,84	18,56	15,57
8_Sunny	10,46	17,12	10,69	19,95	15,86	14,82
9_Capella	9,44	20,70	9,38	17,14	16,58	14,65
10_KW2202	8,82	15,15	9,28	17,79	15,55	13,32
SJ 1_Amphor	2,82	3,97	1,79	3,82	4,31	3,34
2_Dolly	3,04	3,64	1,20	3,07	4,94	3,18
3_Essor	2,79	4,27	1,81	4,56	3,69	3,42
4_Gentleman	2,96	4,59	2,22	4,12	5,33	3,84
5_Merlin	3,18	3,98	2,76	4,12	5,01	3,81
6_N_Conquest	2,62	3,95	1,15	3,28	4,14	3,03
7_OAC_Erin	3,79	5,08	2,24	5,21	4,99	4,26
8_Dorena	3,58	3,91	1,50	2,34	3,90	3,05
9_Quito	3,44	4,77	1,67	4,32	4,01	3,64
10_York	3,54	4,95	2,08	4,68	3,63	3,78
SFL1_Sabina	2,50	8,07	2,42	8,42	5,07	5,30
2_Saffire	1,78	8,06	1,74	7,27	4,80	4,73
3_PI-209286	1,82	7,90	2,58	8,51	3,87	4,94
4_PI-253516	1,87	7,58	3,01	7,27	4,32	4,81
5_PI-253518	2,06	8,14	2,43	10,41	4,61	5,53
6_PI-253555	1,71	7,50	2,45	8,04	3,95	4,73
7_BS-62915	1,36	8,39	2,91	11,10	4,80	5,71
8_BS-62924	1,31	7,28	2,70	8,53	4,10	4,78
9_CART-19/89	2,09	7,99	2,42	8,75	4,49	5,15
10_CART-60/84	2,53	7,90	2,42	7,75	4,23	4,97
LND1_Calena	0,99	6,20	0,82	6,77	1,31	3,22
2_Ligena	2,61	9,31	2,88	7,76	2,66	5,04
3_Lindo	1,74	8,65	2,79	6,83	2,24	4,45
4_CA13X-2S-44	2,51	10,40	3,02	7,66	2,44	5,21
5_G-31715	2,45	8,48	1,99	5,85	1,58	4,07
6_BS-51564	2,11	8,41	2,87	6,19	2,34	4,38
7_BS-59951	3,99	10,02	3,02	7,23	3,01	5,45
8_BS-59956	3,02	8,01	1,85	5,86	1,69	4,09
9_BS-59963	2,57	9,59	2,56	7,23	2,71	4,93
10_BS-59968	2,65	9,98	2,54	6,74	2,81	4,94

Tab. 8: Mittelwerte 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

Standort	Nordost		Südwest		Höhenlage (OLI)	Mittel
	ungünst. (WIL)	günstig (STO)	ungünst. (MÜL)	günstig (KHO)		
Nr./Genotyp						
RUW1_Hanko	0,26	0,00	-	0,00	0,00	0,07
2_Rex	1,10	0,21	0,90	0,00	0,90	0,89
3_Credit	0,68	0,03	0,46	0,00	0,46	0,53
RAW4_Bristol	0,74	0,25	0,61	0,00	0,61	0,58
5_Apex	1,07	1,20	0,82	0,00	0,82	1,01
6_Capitol	1,64	1,22	0,87	0,00	0,87	1,05
7_Viking	1,46	0,15	0,83	0,00	0,83	0,76
8_Express	1,18	1,27	0,84	0,00	0,84	0,94
9_Smart	1,61	1,81	0,73	0,00	0,73	1,24
10_Kontakt	1,40	0,66	1,05	0,00	1,05	0,94
SOL1_Tandem	3,91	5,44	3,68	5,61	4,33	4,59
2_Salut_RM	3,67	4,55	3,74	5,57	3,88	4,28
3_Heliaroc	4,34	6,08	4,13	7,94	4,74	5,45
4_Heliasun	5,11	5,53	3,84	6,19	4,39	5,01
5_Majus	3,78	4,68	3,68	5,05	3,76	4,19
6_Sanluca_RM	3,48	6,45	3,25	5,57	3,98	4,55
7_Jazzy	3,99	5,63	3,65	7,10	4,30	4,93
8_Sunny	4,88	4,89	4,31	6,37	4,21	4,93
9_Capella	4,56	6,57	4,17	6,77	4,38	5,29
10_KW2202	4,21	4,14	3,85	6,17	4,13	4,50
SJ 1_Amphor	6,15	7,02	3,88	6,84	7,52	6,28
2_Dolly	6,25	6,87	2,87	5,62	8,96	6,11
3_Essor	5,78	7,24	4,13	7,78	6,69	6,32
4_Gentleman	5,91	8,41	4,86	7,31	9,63	7,22
5_Merlin	5,93	6,46	6,07	6,55	9,11	6,82
6_N_Conquest	5,03	6,36	2,63	5,19	6,39	5,12
7_OAC_Erin	7,02	8,64	4,89	8,73	8,14	7,48
8_Dorena	6,70	6,49	4,02	4,38	6,64	5,65
9_Quito	6,52	9,51	3,82	8,35	7,04	7,05
10_York	6,09	8,04	4,84	7,04	6,59	6,52
SFL1_Sabina	1,95	4,84	1,75	4,67	2,08	3,06
2_Saffire	1,21	4,55	1,33	3,57	2,01	2,53
3_PI-209286	1,47	5,24	2,01	4,43	1,63	2,96
4_PI-253516	1,55	4,99	2,34	4,13	1,66	2,93
5_PI-253518	1,30	5,42	1,72	4,93	2,09	3,09
6_PI-253555	1,01	3,57	1,37	4,28	1,70	2,39
7_BS-62915	0,95	5,06	2,33	5,19	2,27	3,16
8_BS-62924	0,88	5,20	1,68	4,33	1,57	2,73
9_CART-19/89	1,66	4,28	2,00	3,81	2,34	2,82
10_CART-60/84	1,58	4,65	1,52	3,70	1,54	2,60
LND1_Calena	1,00	3,76	0,75	4,22	0,68	2,08
2_Ligena	2,16	5,07	2,24	4,62	1,24	3,07
3_Lindo	1,38	4,84	2,22	4,12	1,07	2,73
4_CA13X-2S-44	1,98	5,46	2,38	4,45	1,21	3,10
5_G-31715	1,95	5,05	1,69	3,75	0,83	2,65
6_BS-51564	1,82	5,17	2,41	4,18	1,19	2,95
7_BS-59951	3,13	5,64	2,38	4,38	1,52	3,41
8_BS-59956	2,33	4,78	1,59	3,89	0,90	2,70
9_BS-59963	2,17	5,17	2,05	4,32	1,35	3,01
10_BS-59968	2,23	5,66	2,07	4,09	1,41	3,09

Die Mittelwerte für das Fettsäuremuster des Öles gaben das nach dem aktuellen Kenntnisstand erwartete Bild wieder (Tab. 9). 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.

Tab. 9: Mittelwerte für die Anteile der bedeutendsten Fettsäuren der 2003 geprüften Ölpflanzenarten und -sorten über fünf Standorte, 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 <sup>§</sup>	4	5,06	1,91	55,65	23,86	10,35	1,39	0,00
Sommerraps,00+HO <sup>§</sup>	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
Winterrübsen,00	3	4,12	1,96	55,47	22,90	12,13	1,43	0,61
Sonnenblume,NT <sup>#</sup>	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	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 glucosinolatfrei,

§ HO = High-Oleic-Sorte,

# NT = Normaltyp – linolsäurereich.

### 3.2 Teilprojekt B

#### 3.2.1 Saflor

Die 2003 in Teilprojekt B verwendeten Herkünfte entstammten einem im Jahre 2002 angelegten zweiortigen 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 diesen 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. 2). 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 jedoch befand sich ‘Sabina‘ mit an vorderster Stelle (Abb. 2). 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 als (für 2002) 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.

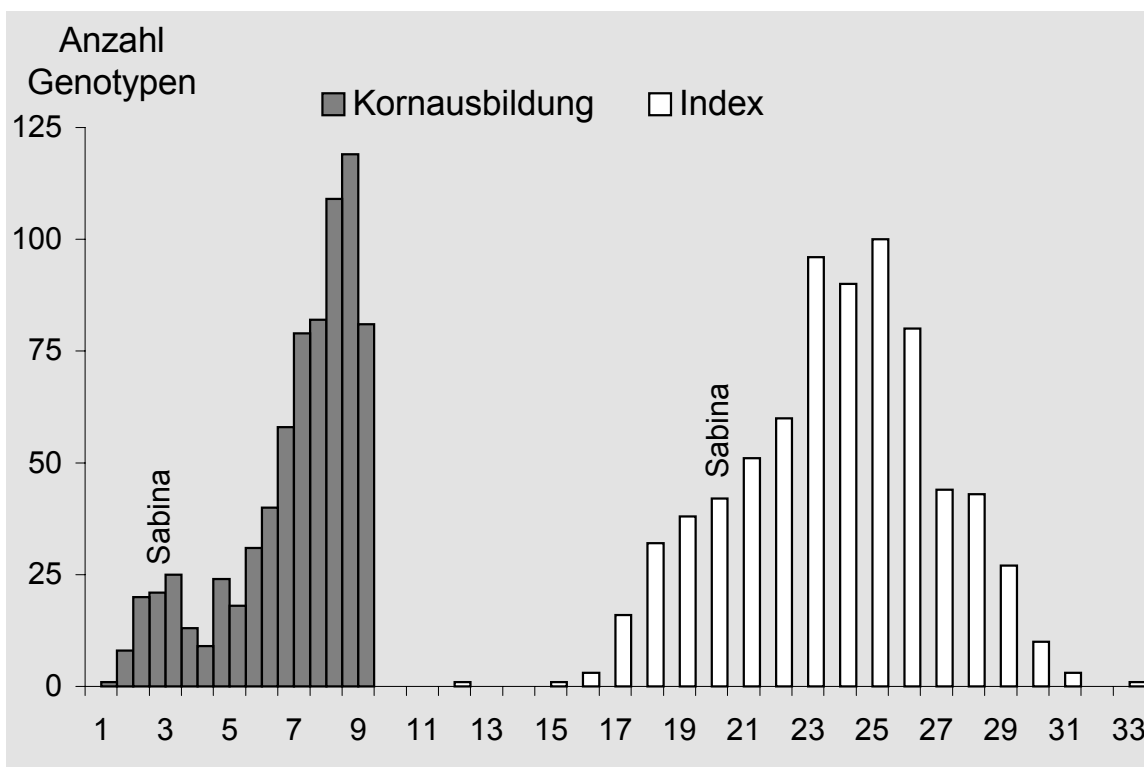


Abb. 2: Häufigkeitsverteilung der Bonitur der Kornausbildung (Abszisse: Boniturnoten 1-9) und der errechneten dimensionslosen Indices (Abszisse: Index 1-33) bei Saflor im Mittel über die Standorte Ihinger Hof und Göttingen (2002)



Die Fettsäureanalytik bestätigte die Linolsäure als Hauptfettsäure, gefolgt von der Ölsäure (Tab. 11). 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. 11: 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. 3). 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	$r=0,53$

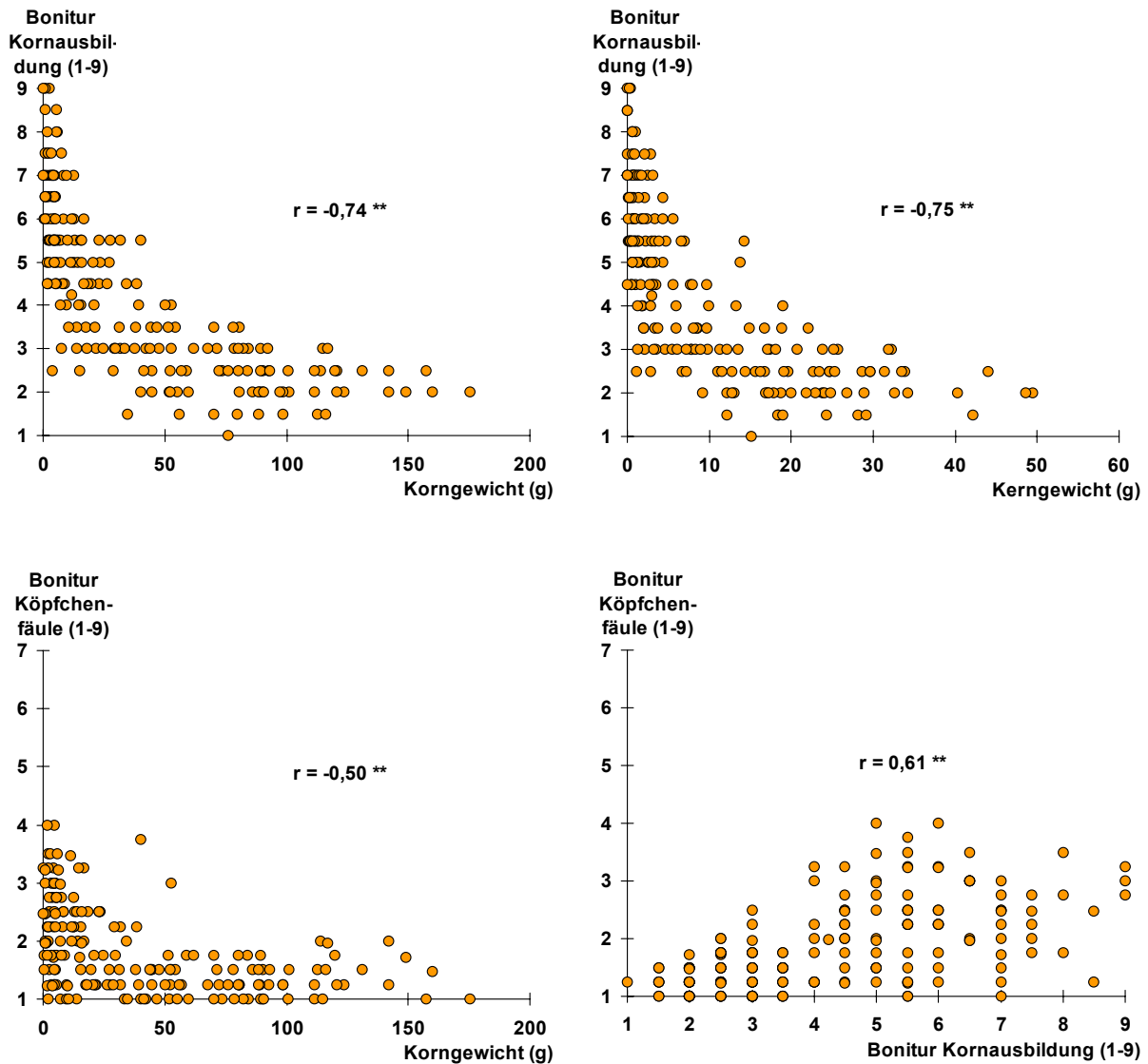


Abb. 3: Darstellung von vier signifikanten Merkmalskorrelationen auf Basis von Genotyp-Mittelwerten des Saflor-Screenings aus 2002 über die Standorte Ihinger Hof und Göttingen

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. 4a und b).

Saflor-Formen mit günstigen Korngewichten (d.h. mit hohen zu erwartenden Ölerträgen) 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  $r=0,50$  ( $P=0,01$ ).

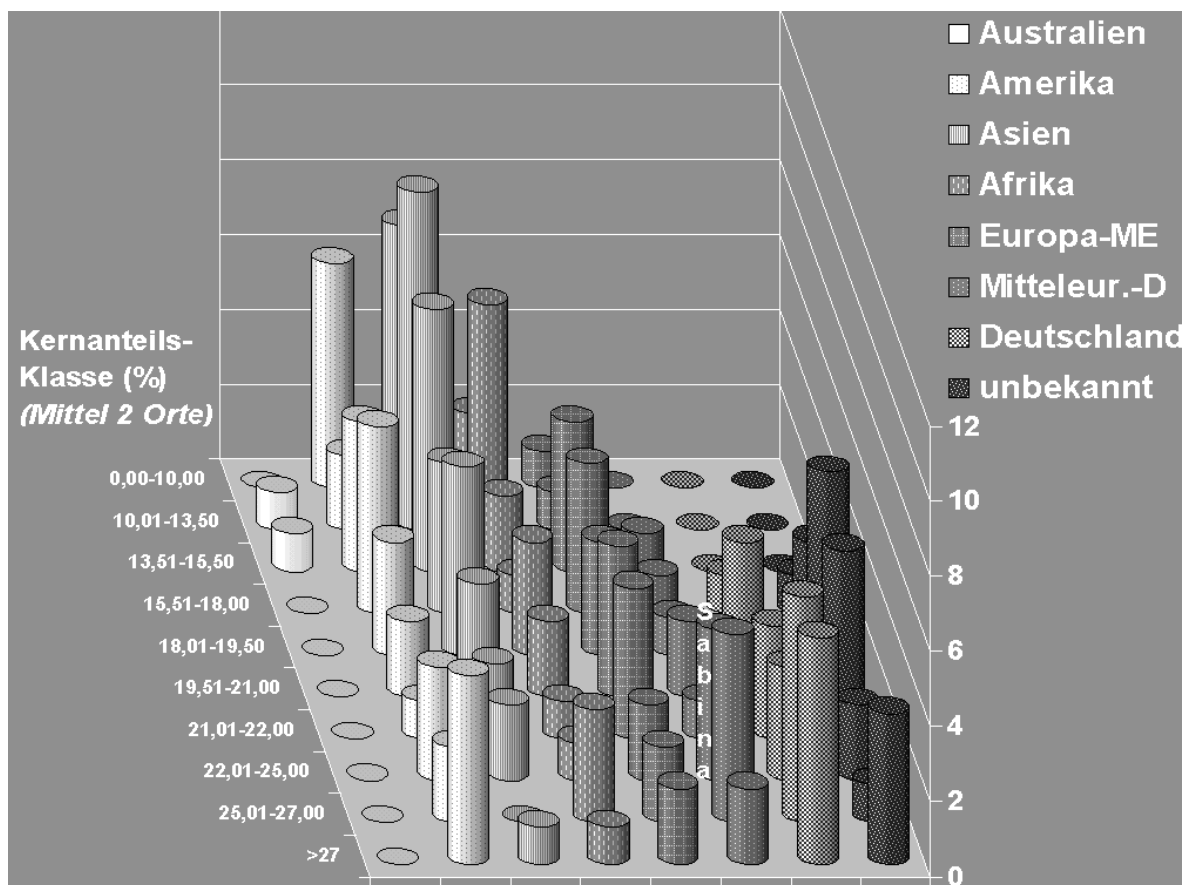
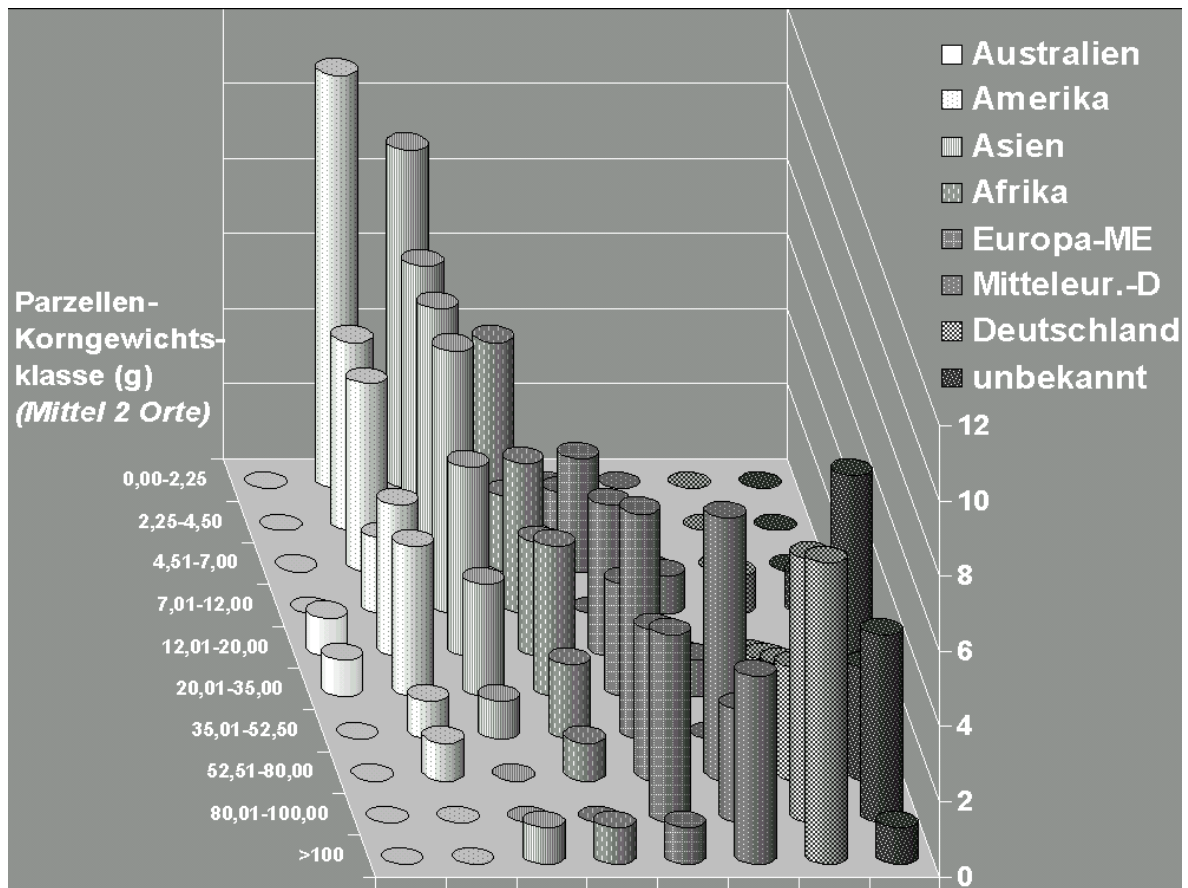


Abb. 4a: Verteilung der 185, im Jahr 2002 geernteten Herkünfte aus verschiedenen Kontinenten nach ihren mittleren Korngewichten auf Parzellenbasis (oben) bzw. ihrem Kernanteil in der Gesamtkornmasse (unten)

Anhand der Verteilung des Verhältnisses von Öl- zu Linolsäureanteilen konnte festgestellt werden, dass hohe Ölsäuregehalte nur unter amerikanischen und asiatischen Herkünften zu finden sind. Eine mitteleuropäische Herkunft mit höherem Ölsäureanteil rangierte mit einem Wert von 29 % bereits an der unteren Klassengrenze.

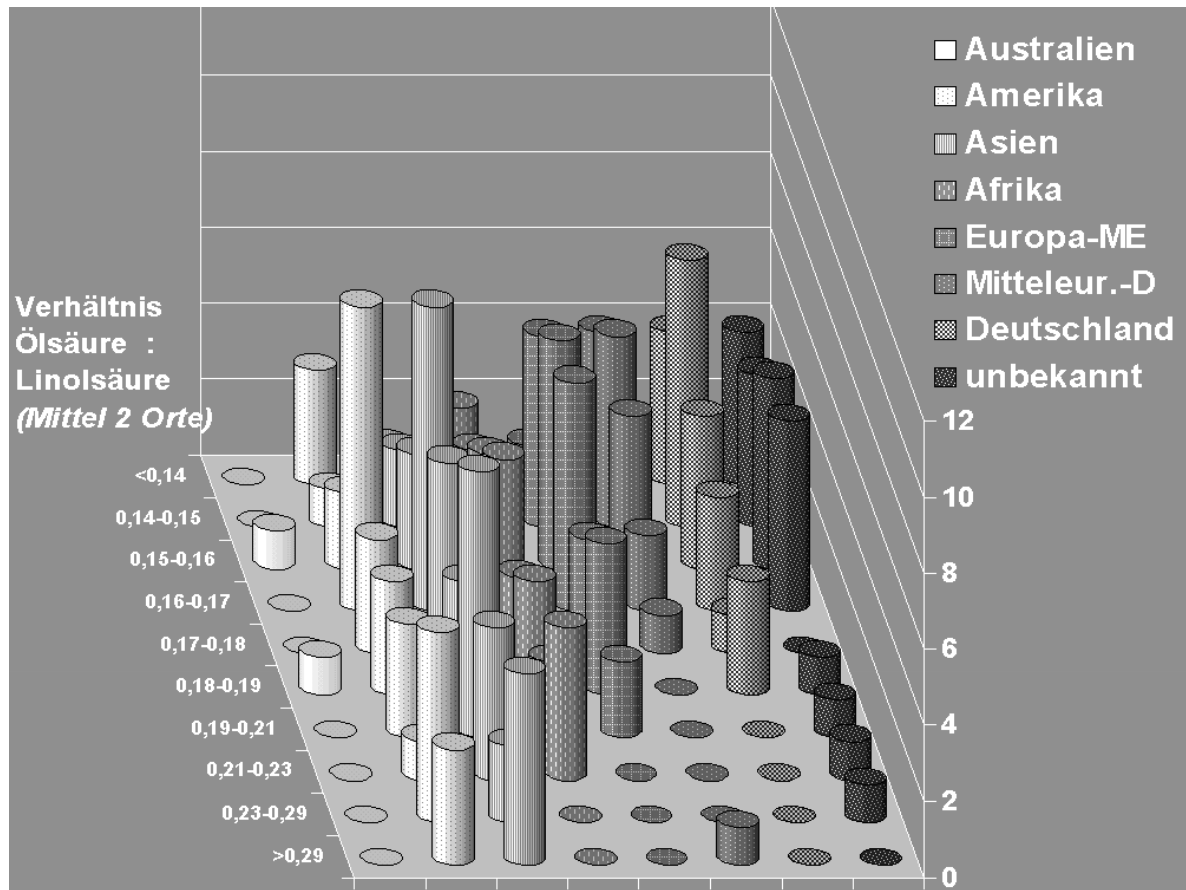


Abb. 4b: Verteilung der 185, im Jahr 2002 geernteten Herkünfte aus verschiedenen Kontinenten nach ihrem Verhältnis von Ölsäure zu Linolsäure

Tab. 12: 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

-----					
Prüfung über 3 Orte 2003					
-----	-----	-----	-----	-----	-----
Merkmal	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 <sup>-1</sup> )	12,7	30,4**	33,0	37,3	0,66
-----	-----	-----	-----	-----	-----

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

Zur Frühljahrsaussaat 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 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 nur noch 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.

Für den überwiegenden Anteil der erhobenen Merkmale wurden wie 2002 ebenfalls hohe und signifikante genotypische Variabilität sowie hohe Heritabilitäten gefunden (Tab. 12). 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. 5). Es zeigte sich, dass in jedem der beiden Jahre unterschiedliche Herkünfte zu den ertraglich besten gezählt werden können.

Die Untersuchung des Fettsäuremusters bestätigte die Ergebnisse des Jahres 2002. Im Mittel über die 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. Die Grenzdifferenz (5%) betrug in diesem Datensatz 1,7% bzw. 2,0%.

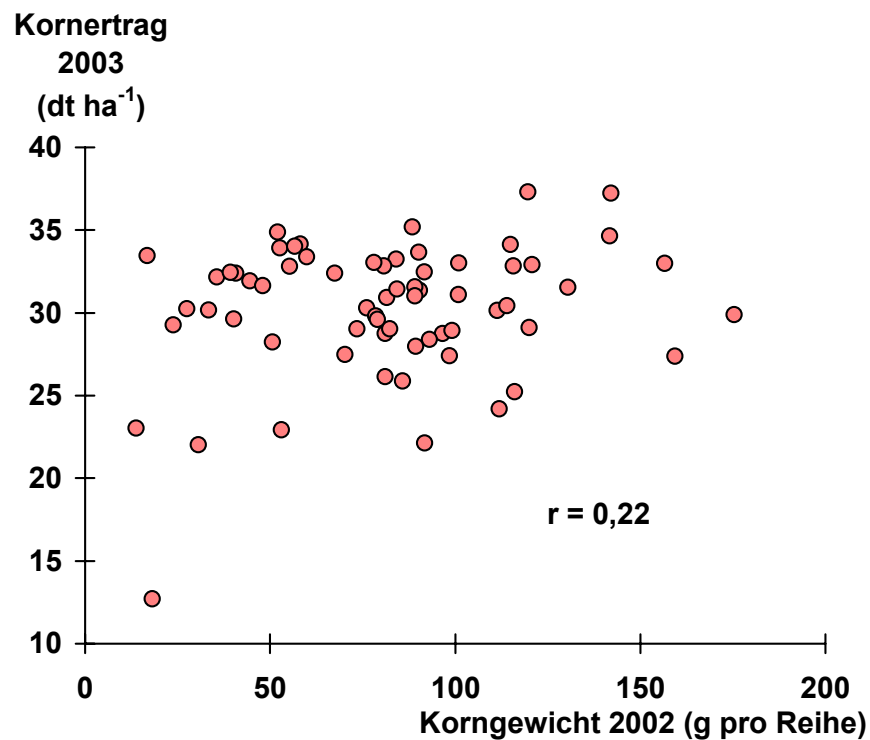


Abb. 5: Beziehung zwischen den mittleren Hektarerträgen des Jahres 2003 (drei Orte) und dem mittleren Korngewicht der Parzelle aus 2002 (zwei Orte) bei Saflor

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. 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, was sich an der fehlenden Beziehung der Ertragsleistungen 2003 zu den Korngewichten 2002 ablesen lässt (Abb. 5). Das am besten an diese Verhältnisse adaptierte Material stammt vorrangig aus Deutschland und dem umliegenden europäischen Ausland. Zu ähnlichen Ergebnissen ist auch Scheibe (1939) mit einem vergleichbaren Ansatz gekommen, bei dem asiatische Herkünfte vollständig versagten. In der vorliegenden Arbeit wurden jedoch auch (wenige) für das Korngewicht günstige Formen aus anderen Kontinenten gefunden (je eine Herkunft aus Japan und Marokko). Die mittlere Beziehung zwischen Kernanteil und Korngewicht zeigt den generellen Trend, dass 2002 bei adaptiertem Material auch eine ausreichende Ausbildung des Kernes gegeben war. Andererseits könnten ertragreiche Saflor-Genotypen wie ‘Sabina‘ züchterisch durch Einkreuzung von amerikanischen oder mitteleuropäischen Formen, die diesen im Kernanteil überlegen sind, in ihrer Ölertragsleistung sinnvoll verbessert werden (vgl. Abb. 4a). Eine Verbesserung des Fettsäuremusters in Richtung auf hohe Ölsäureanteile müsste durch Einkreuzung von unadaptierten amerikanischen oder asiatischen Formen erfolgen (vgl. Abb. 4b).

### **3.2.2 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 2002 zusammen 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 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. Die Unterschiede zwischen den Genotypen waren für dieses Merkmal hoch signifikant; die Wiederholbarkeit betrug 47,3%, die Grenzdifferenz (5%) lag bei 49,0 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-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 ist also zu erwarten, dass beide agronomisch relevanten Merkmale verbesserbar sind und günstige Sorten oder Herkünfte im künftigen Anbau Verwendung finden sollten.

Es ergaben sich signifikante Korrelationen des Korngewichtes zur TKM sowie ein negativer Koeffizient zum Krankheitsindex. Ferner bestand eine negative Beziehung zwischen der Frühzeitigkeit und dem Korngewicht.

Tab. 13: 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	Quotient Erw.: Uner- wünscht
Kurzschreibw.	16:0	18:0	18:1	18:2	18:3	20:0	20:1	22:0	22:1	Uner- wünscht
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	0,65
Standardmittel	6,18	2,29	14,90	19,32	36,67	1,16	13,49	0,22	2,56	0,65
Minimum	5,40	1,90	12,75	15,83	29,82	0,80	11,63	0,09	1,18	0,56
Maximum	7,97	2,79	19,16	27,34	41,02	1,69	15,70	0,33	4,68	0,92
Wiederholbark.	53,69	23,42	15,83	62,95	29,35	18,72	13,81	8,65	30,19	26,87
Grenzdifff. 5%	0,47	0,34	2,66	1,52	3,78	0,35	2,17	0,13	0,66	0,09
Signifikanz	**	**	**	**	**	**	*	+	**	**

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

Die Analyse des Fettsäuremusters ergab nach vorläufigen Ergebnissen signifikante Variation zwischen den geprüften Herkünften, wenngleich die erhaltenen Wiederholbarkeiten meist gering waren (Tab. 13).

Für jede Fettsäure sowie den Quotienten aus der Summe an Öl- und Linolsäure (als ernährungsphysiologisch günstig zu bewertende, erwünschte Fettsäuren) und der Summe an Linolen-, Eicosen- und Erucasäure (als unerwünschte Fettsäuren) 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 günstigere Speiseölqualität erzielt werden, wenngleich es eher unwahrscheinlich ist, dass dadurch eine sehr deutliche Verbesserung ähnlich dem Raps erreicht werden kann.

Die Selektion von 35 überlegenen Kandidaten für den Anbau in 2003 berücksichtigte 15 ertragsstärkste Genotypen sowie jeweils 4 Herkünfte mit niedrigstem Krankheitsindexwert, höchster TKM, bestem Fettsäure-Quotienten, höchstem Gehalt an Öl- bzw. Linolsäure und niedrigstem Gehalt an Eicosen- bzw. Erucasäure.

Die Serienverrechnung der Leindotter-Leistungsprüfung ergab hohe genotypische Variation und hohe Heritabilitäten für die Merkmale Blühbeginn, Kornertrag, Ölsäure-, Linolsäure- und Erucasäuregehalt (Tab. 14). Es ist wahrscheinlich, dass besonders diese Eigenschaften des Leindotters durch Selektion schrittweise verbessert werden können.

Es konnten für den Ertrag leistungsfähigere Herkünfte identifiziert werden als die mitgeprüften Standards Dolly und Ligena. In begrenztem Umfang scheint die Sortenwahl auch in Richtung eines günstigeren Fettsäuremusters beeinflusst werden zu können, jedoch sind hier keine umwälzenden Veränderungen in Richtung auf sehr geringe Eicosensäuregehalte oder sehr hohe Öl- und Linolsäuregehalte wie bei Raps zu erwarten. Dieses ist langfristig wohl nur mit einem pflanzenzüchterischen Ansatz zu lösen.

Tab. 14: Genotypische Werte für das Minimum, den Versuchsmittelwert, den Mittelwert aus den Standards ‘Ligena‘ und ‘Dolly‘ und das Maximum verschiedener agronomisch relevanter Merkmale von 35 Leindotterformen sowie Signifikanz der genotypischen Varianz und Heritabilitäten ( $h^2$ ), geprüft in Kleinhohenheim und Göttingen 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) <sup>§</sup>	156	158 ns	158	160	0,23
Reife (numerischer Tag)	192	194 *	195	198	0,45
Wuchshöhe (cm) <sup>§</sup>	80	93 **	100	100	0,54
Lager (1-9) <sup>§</sup>	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 <sup>-1</sup> )	9,1	16,0 **	17,5	19,1	0,69
Ölsäure (%)	14,7	16,2 **	17,3	18,7	0,96
Linolsäure (%)	16,6	19,3 **	18,5	21,1	0,96
Linolensäure (%)	33,6	35,7 *	35,8	37,5	0,44
Eicosensäure (%)	12,6	13,3 *	13,5	14,0	0,45
Erucasäure (%)	2,1	2,3 **	2,4	2,6	0,70
Quotient erw./unerwün.	0,64	0,69 **	0,69	0,79	0,82

<sup>§</sup> nur Kleinhohenheim, dann Wiederholbarkeit gegeben.

\*\*; \*; + bzw. ns: signifikant bei P=0,01; 0,05; 0,1 bzw. nicht signifikant.

Zwischen beiden Jahren bestand eine signifikante Beziehung für den Kornertrag bzw. das Korngewicht der Mikroparzelle (Abb. 6). 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 unter besonderen Jahresverhältnissen befürchtet werden müssen.

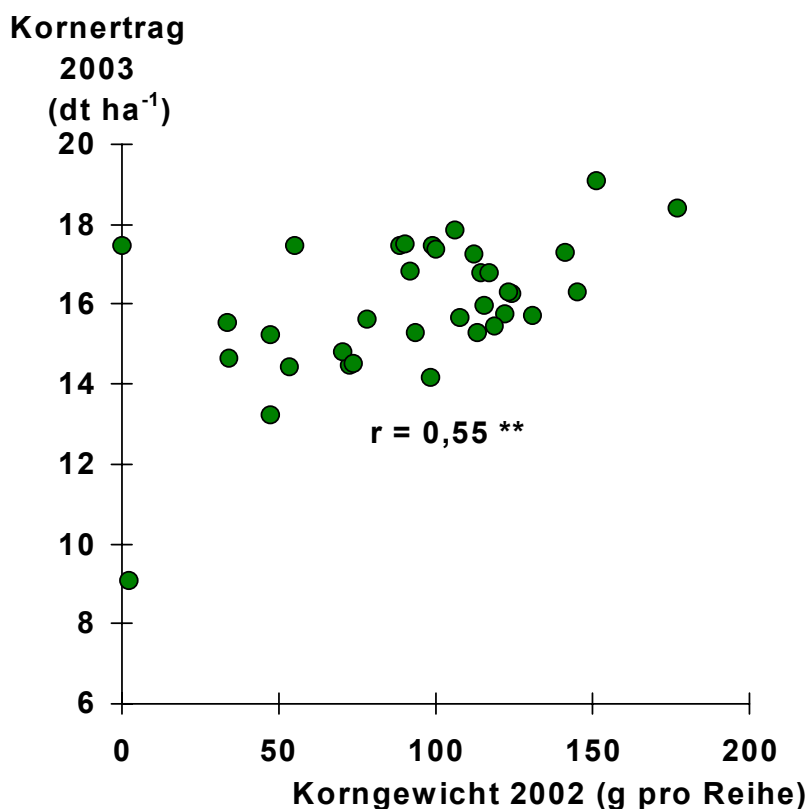


Abb. 6: Beziehung zwischen den mittleren Hektarerträgen des Jahres 2003 (zwei Orte) und dem mittleren Korngewicht der Parzelle aus 2002 (ein Ort) bei Leindotter

#### 4. Schlussfolgerungen

##### 4.1 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.

##### 4.2 Teilprojekt B

###### 4.2.1 Saflor

Als Ergebnis des Screeningexperimentes bei Saflor kann festgehalten werden, dass unter den ursprünglich angebauten 741 Saflorherkünften 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.

#### **4.2.2 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 sind günstige Formen auch für den Ökologischen Landbau selektierbar. Diese entstammen größtenteils den Züchtungsarbeiten der FAL in Braunschweig. Durch die vorhandene positive Korrelation mit dem Kornertrag lässt sich ein erwünschtes hohes TKM leicht erreichen. Einschneidende Verbesserungen im Fettsäuremuster hinsichtlich einer guten Speisequalität sind jedoch auf lange Sicht nur mit Hilfe der Pflanzenzüchtung zu erwirken.

### **5. Literatur**

- 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.
- 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.
- Scheibe A. (1939) Zucht- und Anbauerfahrungen mit Saflor (*Carthamus tinctorius* L.). *Pflanzenbau* 15, 129-159.
- SÖL (2003) SÖL-Jahrbuch 2003, Stiftung Ökologie und Landbau.
- Utz H.F. 2002. PLABSTAT. Ein Computerprogramm zur statistischen Analyse von pflanzenzüchterischen Experimenten. Version 2N. Institut für Pflanzenzüchtung, Saatgutforschung und Populationsgenetik, Universität Hohenheim.

### **6. Angaben zu den Punkten 1. bis 6. des Musters für den Zwischenbericht zu Nr. 3.1**

#### **BNBest-BMBF 98**

1. Die vorstehende Ergebnisdarstellung basiert auf den im Antrag vorgesehenen Arbeiten mit Ausnahme der Analytik der Ölgehalte in Teilprojekt B. Diese wird zusammen mit den Zusatzuntersuchungen an Leindotter bis Ende September 2004 an der BAGKF, Münster, durchgeführt. Eine umfassende Ergebnisdarstellung geschieht dann mit dem Abschlussbericht.

2. 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 sind mittlerweile Bestandteil des Projektes. Hinsichtlich der Durchführung der zusätzlichen Sommerrapsprüfung in TP A bzw. des dritten Saflor-Standortes Flachshof in TP B (siehe Stand der Arbeiten) entstanden keine weiteren Aufwendungen, da diese durch die Fa. Dow Agro Sciences bzw. die StollVita-Stiftung mitgetragen wurden. Die Resultate dieser zusätzlichen Erhebungsdaten sind in der Ergebnisdarstellung mitaufgeführt.
3. Es ergaben sich keine Änderungen der Aussichten für die Erreichung der Ziele des Vorhabens gegenüber dem ursprünglichen Antrag.
4. Es sind uns keine Ergebnisse von dritter Seite bekannt geworden, die für die Durchführung des Vorhabens relevant sind.
5. Es ist keine Änderung in der Zielsetzung notwendig.
6. Fortschreibung des Verwertungsplans:  
An der im Antrag angegebenen Verwertung der Ergebnisse wird festgehalten. Die wirtschaftlichen und wissenschaftlichen Erfolgsaussichten nach Projektende bestehen weiterhin und der Transfer der Ergebnisse in die Praxis soll wie beschrieben erfolgen. Es erfolgten bereits Vorträge vor Naturland-Landwirten am 19. November 2003 und vor Öko-Beratern aus Baden-Württemberg am 10. Dezember 2003 durch den Projektbearbeiter. Der finanziellen Abwicklung der zusätzlichen Auflagen zur Bearbeitung des Teilaspektes Leindotter (Datenerhebung und abschließende Ergebnisdarstellung bis zum 30. September 2004) ist seitens des Projektgebers (BÖL) zugestimmt worden.  
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 würde, 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.

Stuttgart-Hohenheim, den 09.01.2004

(Prof. Dr. W. Claupein)

(Dr. C. Reinbrecht)