

Abschlussbericht

Erarbeitung von produktionstechnischen Grundlagen
für den Anbau
von Iberischem Drachenkopf (*Lallemantia iberica*
Mey. et Fisch.)
sowie Eruierung von Ausgangsmaterial für die weitere
Züchtung

Gefördert durch
die Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e. V.

	Themenblatt-Nr.: 11.23.430/1998
	Projekt/Förderkennzeichen: 96NR-172-F

Langtitel: **Erarbeitung von produktionstechnischen Grundlagen für den Anbau von Iberischem Drachenkopf (*Lallemantia iberica* Mey. et Fisch.) sowie Eruierung von Ausgangsmaterial für die weitere Züchtung**

Kurztitel: Iberischer Drachenkopf

Projekt: Energie- und Industriepflanzen

Projektleiter: Dr. habil. Armin Vetter

Abteilung: Pflanzenproduktion

Abteilungsleiter: Dr. sc. Manfred Kerschberger

Laufzeit: 4/1997 bis 3/2000

Auftraggeber: Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V.

Name des Bearbeiters: Dr. sc. Günter Wurl

Jena, im Juni 2000

(Prof. Dr. Gerhard Breitschuh)
Vetter)

(Dr. habil Armin

Amtierender Präsident
Projektleiter

Inhaltsverzeichnis		
	1	Einleitung3
	2	Material und Methoden4
	3	Ergebnisse7
	3.1	Parzellen- und Gefäßversuche7
	3.1.1	Variierte Saatstärken und Reihenabstände7
	3.1.2	Fungizideinsatz16
	3.1.3	Saatgutbeizung19
	3.1.4	Einfluss der N-Düngung20
	3.1.5	Unterschiedliche Saatzeiten22
	3.1.6	Gestaffelte Erntetermine23
	3.1.7	Unkrautkontrolle26
	3.1.8	Praxis-Versuche28
3.1.9		Zusammenfassende Betrachtungen zum Anbauverfahren von Iberischem Drachenkopf 29
	3.2	Herkunftsprüfung30
	3.3	Mutationsversuche35
	3.3.1	Mutagene Behandlung und Mutanten-Selektion35
	3.3.1.1	Harvest-Index37
	3.3.1.2	Tausendkorngewicht38
	3.3.1.3	Ölgehalt40
	3.3.2	Mutanten-Nachkommenschaften 1998 42
	3.3.2.1	Allgemeines42
	3.3.2.2	Erträge42
	3.3.2.3	Krankheitsresistenz44
	3.3.3	Weitere Mutanten Selektion46
	3.3.3.1	Harvest-Index47
	3.3.3.2	Tausendkorngewicht48
	3.3.3.3	Ölgehalt49
	3.3.4	Bestätigungsanbau und abschließende Mutantenselektion51
	3.3.4.1	Allgemeines51
	3.3.4.2	Drillprüfungen51
	3.3.4.3	Mutanten-Mikroprüfung 199953
	3.3.4.4	Abschließende Mutantenselektion53
3.4		Vergleich <i>Lallemantia iberica</i> und <i>Dracocephalum moldavica</i> 56
	4	Zusammenfassung und Schlussfolgerungen57
	5	Literatur 61
Anhang		
20Anbautelegramm Iberischer Drachenkopf		
21einige typische Antwortschreiben bezüglich des Öls des Iberischen Drachenkopfs		

1 Einleitung

Iberischer Drachenkopf (*Lallemantia iberica* Fisch. et Mey.) ist ein einjähriger Lippenblütler von ca. 50 cm Wuchshöhe. Der etwa 5 mm lange, 1,5 mm breite und 1 mm dicke dunkelbraune Samen enthält bis zu 38 % fettes Öl mit Linolensäure als Hauptbestandteil.

Als Heimat des Iberischen Drachenkopfs wird die westasiatische, insbesondere die kaukasische, Region angesehen (HONDELMANN, RADATZ, 1984).

VULF und MALEEVA (1969) geben als Verbreitungsgebiet den Balkan, Klein- und Vorderasien und in der ehemaligen UdSSR den Nordkaukasus, Dagestan, Transkaukasien, die Südukraine einschließlich der Krim und Mittelasien an. Für Armenien soll er nach den beiden Autoren eine uralte Kulturpflanze sein. Nach GROSZREIM (1952) wächst *Lallemantia iberica* in großem Umfang an trockenen Hängen, aber auch zwischen den Kulturpflanzen Transkaukasiens. Auch in Deutschland ist von Adventivvorkommen berichtet worden (HEGI, 1958; STIEGLITZ, 1977).

Ab 1925 ist er in der damaligen UdSSR gezielt angebaut worden, wobei der Anbauumfang von 1935 bis 1940 auf insgesamt 24.000 ha gestiegen sein soll (KUTSCHEROW, 1974), davon im Gebiet um Krasnodar allein auf 19.600 ha. Als Erträge werden 11,5 - 22,9 dt/ha angegeben und gleichzeitig mehrere Sorten genannt. VULF und MALEEVA (1969) führen nur noch einen Anbau von 110 ha (!) mit Erträgen von 8 - 10 dt/ha an. Weitere Ertragszahlen aus der russisch sprachigen Literatur sind: 2,6 - 16 dt/ha (SCHARAPOW, 1956) bzw. 10 - 12 dt/ha (ANONYM, 1979). In allen Arbeiten wird die beinahe universelle Verwertbarkeit des *Lallemantia*-Öls hervor gehoben. Es eignet sich danach zu Speise-, Brenn- und Industriezwecken (Herstellung von Lacken, Farben und Linoleum).

In Mitteleuropa (Deutschland, Österreich) ist der Anbau von *Lallemantia iberica* erstmals im letzten Viertel des 19. Jahrhunderts versucht worden (TER HAZEBORG, 1944). In größerem Umfang erfolgte die Untersuchung von Anbauwürdigkeit und Ölgehalt von *Lallemantia iberica* in Deutschland während der vierziger Jahre des 20. Jahrhunderts. Saatgut osteuropäischer Herkunft wurde an 15 Institute verteilt, die die entsprechenden Untersuchungen vornahmen. Drei Institute haben ihre Versuchsergebnisse veröffentlicht (LOWIG, 1943, DRAHORAD, 1944, TER HAZEBORG, 1944). Obgleich die maximalen Erträge 22 dt/ha nicht überstiegen, schätzen alle 3 Autoren *Lallemantia iberica* relativ positiv ein und rühmen die Anspruchslosigkeit hinsichtlich Wasser und Stickstoffdüngung. Gleichzeitig heben sie die hohe potentielle Ertrags fähigkeit hervor. Dennoch ist *Lallemantia iberica* in Deutschland bis zum gegenwärtigen Zeitpunkt nahezu unbekannt, und ein modernes Anbauverfahren existierte bis zu Beginn des vorliegenden Projektes nicht.

Anliegen des Projektes war es deshalb in erster Linie in Parzellen- und Feldversuchen zu untersuchen, ob diese Pflanzenart für eine moderne, hochmechanisierte Landwirtschaft geeignet ist und zu ergründen, welchen acker- und pflanzenbaulichen Ansprüchen Genüge getan werden muss, um hohe und nach Möglichkeit stabile Ölerträge zu erzielen. Dazu sind Parzellenversuche mit unterschiedlicher Aussaatstärke und unterschiedlichem Reihenabstand bei unterschiedlichen Aussaatzeiten angelegt worden, um optimale Werte für die genannten Parameter zu ermitteln. Gleichzeitig wurde die Möglichkeit des Herbizid- und Fungizideinsatzes zur Unkraut- und Krankheitskontrolle untersucht.

Die in der Literatur angegebenen und in ersten Tastversuchen in 3 Thüringer Versuchsstationen 1995 erzielten Erträge

Versuchsort	durchschnittl. Ertrag (dt/ha)
Dornburg	21,2
Friemar	22,2
Haufeld	23,2

dokumentieren ein beträchtliches Ertragspotential des Iberischen Drachenkopfs. Deshalb wurde in dieser Pflanze eine für Züchtungs- und Entwicklungsarbeiten durchaus brauchbare Ausgangs basis gesehen. Dazu sind einerseits verschiedene Herkünfte beschafft, vermehrt und geprüft worden. Andererseits sollten durch experimentelle Mutationsauslösung und Selektion aussichts reicher Mutanten hinsichtlich Ölgehalt und Festigkeit des Samensitzes, einem Schwachpunkt der Pflanze, verbesserte Genotypen für weitere Züchtungsarbeiten zur Verfügung gestellt werden. Als diploider Selbstbefruchter (RADATZ u.

HONDELMANN, 1981) sollte *Lallemantia iberica* hierfür besonders gut geeignet sein.

Ein weiterer Versuch betraf den Vergleich des Iberischen mit dem Moldawischen Drachenkopf (*Dracocephalum moldavicum*). Letzterer, mit *Lallemantia iberica* eng verwandt, ist von DOMOKOS et al, (1994) zum wahlweisen Anbau als Ölpflanze bzw. als Teedroge vorgeschlagen worden. Bereits in der ehemaligen DDR und auch heute noch wird er als Teedroge angebaut und es existieren detaillierte Anbauvorschriften (MÜLLER und PANK, 1991).

Als viertes war der Futterwert des Presskuchens von *Lallemantia iberica* zu ermitteln.

2 Material und Methoden

Während der 3 Versuchsjahre wurden die agronomischen Bedingungen nur wenig variiert, um nach 3 jähriger Versuchsdauer weitgehend verlässliche Aussagen treffen zu können. Über Art, Umfang und Prüffaktoren der einzelnen Versuche informiert Tabelle 1.

Tabelle 1: Art und Umfang der Versuche mit Iberischem Drachenkopf in Thüringen, 1997 - 1999											
Pflanzenbauliche Fragestellung	Varianten			Umfang							
	1997	1998	1999	1997		1998		1999			
Reihenabstand	13,5; 20;30 cm	13,5;20;30 cm	13,5;20;30 cm	Parzellen	4 Wdh.	2 Orte	Parzellen	4 Wdh.	3 Orte	Parzellen	4 Wdh.
Aussaatstärke	5, 10, 15 kg/ha	5, 10, 15 kg/ha	5, 10, 15 kg/ha	Parzellen	4 Wdh.	2 Orte	Parzellen	4 Wdh.	3 Orte	Parzellen	4 Wdh.
N-Düngung	4 N-Stufen	4 N-Stufen	4 N-Stufen	Parzellen + Gefäß	4 Wdh.	2 Orte	Parzellen + Gefäß	4 Wdh.	2 Orte	Parzellen	4 Wdh.
Saatzeiten	4 Saatzeiten	4 Saatzeiten	4 Saatzeiten	Parzellen	4 Wdh.	2 Orte	Parzellen	4 Wdh.	2 Orte	Parzellen	4 Wdh.
Erntetermine	4 Erntetermine	4 Erntetermine	4 Erntetermine	Parzellen	4 Wdh.	2 Orte	Parzellen	4 Wdh.	2 Orte	Parzellen	4 Wdh.
Fungizideinsatz	3 Fungizide mit je 2 Aufwandmengen	7 Fungizide mit 4 fungiziden Wirkstoffen	3 Fungizide, 1-3 Aufwandmengen	Parzellen	4 Wdh.	1 Ort	Parzellen	4 Wdh.	1 Ort	Parzellen	4 Wdh.
Herbizide	7 Herbizide, z. T. 2 Varianten	7 Herbizide	2 Herbizide, 5 Varianten	Parzellen	2 Wdh.	1 Ort	Parzellen	2 Wdh.	1 Ort	Parzellen	2 Wdh.
Saatgutbeizung	-	4 Beizen	-	-	-	-	Parzellen	4 Wdh.	1 Ort	-	-
Praxisanbau	-	-	-	3 ha	1 Ort	7 ha, 2 Schläge	25 ha	1 Ort	3 Orte		

1997 und 1998 wurden alle agrotechnischen Versuche mit der Gaterslebener Herkunft LAL 8/79 durchgeführt. Sie kam auch 1999 in Dornburg wieder zum Einsatz. In Rohrbach wurde 1999 die Mutante Do 465/97 und in Friemar die Herkunft FAL 29072 der FAL Braunschweig-Völkenrode angebaut. Auf die Gründe für die Wahl der unterschiedlichen Herkunft für die unterschiedlichen Versuchsorte wird später noch eingegangen. Außer den Ertragsermittlungen erfolgte die Bestimmung des Tausendkorngewichtes (TKG, 2 x 200 Körner) und des Ölgehaltes (mit Hilfe der NMR) der einzelnen Versuchsglieder und auch der selektierten Einzelpflanzen (EP).

Neben den agrotechnischen Versuchen erfolgten in allen 3 Jahren umfangreiche Untersuchungen zur Mutanteninduktion/-selektion in Ertragsprüfungen. Art und Umfang wechselten jährlich. Eine Übersicht enthält Tabelle 2.

Tabelle 2: Übersicht über die Arbeiten zur Mutantenselektion in Dornburg 1997 - 1999

Jahr	Maßnahme	Variante	Umfang
1997	Mutationsauslösung ¹⁾	1 Herkunft 2 Mutagene (NaN ₃ u. NMH) 4 Konzentrationen = 8 Varianten	je 15 g Saatgut der Herkunft LAL 8/79, Nachbau des behandelten Saatgutes auf je 1 Parzelle (13,5 m ²), M ₀ à M ₁ , Ernte
	Mutantenselektion		ca. 5.000 M ₁ -Einzelpflanzen, 40 x 20 cm ca. 600 EP geerntet (Gesamtpflanze) und ausgewertet
1998	Nachbau von 56 positiven Mutanten	Nachbau M ₁ -Körner der beiden Varianten der höchsten Mutagenkonzentration Mutanten mit überdurchschnittlichem Harvest-	3 m ² -Parzellen, 1 Wdh., zur Ernte je 5 EP aus Parzellenmitte, Rest der Parzelle geramscht, Ertragsbestimmung
	Mutantenselektion	Mutationsramsch 1997	16 Parzellen (je 13,5 m ²) ca. 250 Mutanten selektiert und ausgewertet
	Behandlung 10 positiver Mutanten	1 NaN ₃ -Konzentration	200 Körner, Nachbau nummerweise auf 1 m ² -Parzellen, Saatgut zur Ernte geramscht
1999	Nachbau von 4 behandelten Mutanten		je 4 Parzellen, je 1 Parzelle ca. 250 EP geerntet und ausgewertet
	Nachbau Mutantenramsch		Parzellen ca. 300 EP selektiert und ausgewertet
	Nachbau von positiven EP aus Mutantenprüfung 1998, gemeinsam mit positiven Mutanten der		3 m ² -Parzellen, 1 Wdh., zur Ernte je 50 EP aus Parzellenmitte, Rest geramscht, Ertragsbestimmung
	10 ertragreiche Mutanten in Herkunftsprüfung		Parzellen, 1 Ort (3 Orte, 1 Mutante)
2000	Nachbau zur Erhaltung positiver Mutanten		ca. 100 Nummern

Für die mutagene Behandlung wurde ausschließlich LAL 8/79 aus Gatersleben ausgewählt. Neben den hier aufgeführten Versuchen sind noch, wie in der Einleitung bereits erwähnt, Ertrags- und Qualitätsvergleiche zwischen Iberischem und Moldawischem Drachenkopf durchgeführt und die Prüfung des Futterwertes des Presskuchens des ersteren vorgenommen

worden.

3 Ergebnisse

3.1 Parzellen- und Gefäßversuche

3.1.1 Variierte Saatstärken und Reihenabstände

Varierte Saatstärken und Reihenabstände waren (neben unterschiedlichen Saatterminen) der Hauptuntersuchungsgegenstand bei Anbauversuchen mit Iberischem Drachenkopf in den vierzi ger Jahren (LOWIG, 1943; DRAHORAD, 1944; TER HAZEBORG, 1944). Angewandt wurden Drillweiten zwischen 20 und 60 cm und Saatstärken von 5 bis 20 kg/ha. Obgleich die Ergebnisse in keinem Fall eindeutig waren, wird eine Drillweite von 35 - 40 cm bei einer Aussaatstärke von 10 kg/ha als günstig angesehen. Auch in der russischsprachigen Literatur werden Aussaatstärken zwischen 5 und 20 kg/ha angegeben (SCHAPAROW, 1956). Trotz der Anmerkung von DRA HORAD (1944), dass als engste Reihenentfernung 30 cm angenommen werden kann und mit der Engerstellung der Saatreihen unter das angegebene Maß gewöhnlich Lagerbildung eintritt, die verminderten und schlechten Samenansatz zur Folge haben soll, sind in den vorliegenden Unter suchungen 30 cm als die größte Drillweite und 13,5 und 20 cm als zusätzliche Reihenentfernun gen gewählt worden. Die geprüfte Saatstärke liegt mit 5 kg, 10 kg bzw. 15 kg/ha dagegen in dem vorgegebenen Rahmen. Die Aussaatstärken in den Versuchstationen Dornburg, Friemar und Rohrbach 1997 - 1999 erzielten Erträge in Abhängigkeit von den Reihenentfernungen sind in Tabelle 3 wiedergegeben.

Tabelle 3: Einfluss unterschiedlicher Aussaatstärken auf den Kornertrag (dt/ha, 91 % TM) von Iberischem Drachenkopf in Abhängigkeit von der Reihenentfernung

Saatstärke (kg/ha)	Dornburg			Friemar			Rohrbach	
	1997	1998	1999	1997	1998	1999	1998	1999
Reihenabstand 13,5 cm								
5	9,9	7,3	12,8	9,7	12,3	18,2	12,0	13,1
10	10,1	10,5	17,0	10,1	13,4	17,5	10,9	19,0
15	10,9	14,7	18,3	10,9	14,1	18,2	16,1	19,0
x	10,3	10,8	16,0	10,2	13,3	18,0	13,0	17,0
GD _{t, 5 %}	2,1	3,2	2,5	2,2	1,7	1,9	n. b.	2,3
Reihenabstand 20 cm								
5	10,6	6,4	13,7	10,0	11,6	17,0	15,0	15,4
10	10,8	10,1	17,3	11,6	13,2	16,9	12,0	19,5
15	11,6	12,3	18,2	11,8	13,5	16,5	16,6	19,8
x	11,0	9,6	16,4	11,1	12,8	16,8	14,5	18,2
GD _{t, 5 %}	2,1	3,2	2,5	2,2	1,7	1,9	n. b.	2,3
Reihenabstand 30 cm								
5	11,0	8,7	13,4	8,1	12,0	16,3	11,3	17,7
10	10,5	9,3	17,3	8,3	13,9	17,4	16,1	19,0
15	9,8	8,5	17,5	8,5	14,3	16,9	16,5	19,2
x	10,4	8,8	16,1	8,3	13,4	16,9	14,6	18,6
GD _{t, 5 %}	2,1	3,2	2,5	2,2	1,7	1,9	n. b.	2,3

Man sieht, dass eine Verringerung der Drillweite unter 30 cm in keinem Jahr und an keinem Ort zu einer signifikanten Ertragsabnahme geführt hat, es sind im Gegenteil die 13,5- und 20 cm-Varianten der 30-cm Variante eher überlegen. Besonders deutlich ist das beim Vergleich 20 cm Reihenabstand : 30 cm Reihenabstand 1997 in Friemar ersichtlich, wo im ersten Fall ein Mehr ertrag von 32 % erhalten wurde (Tab. 3).

Die Ursache für dieses Ergebnis muss in der teilweise starken Anfälligkeit der *Lallemantia iberica* gegenüber Pilzkrankheiten (Botrytis, Fusarium, Alternaria), die bei ungünstigen Witterungsbedingungen die Pflanzen während der gesamten Vegetationszeit befallen und zum Ab sterben der Pflanzen führen können, wenn z. B. der Wurzelhals auflaufender Pflanzen

oder später der Stängel infiziert ist, gesehen werden. Wegen des dichteren Standes der Pflanzen innerhalb der Drillreihe bei 30 cm Reihenabstand als bei 20 cm Reihenentfernung sind die Pflanzen bei den weiteren Reihenabständen auch stärker infektionsgefährdet. Diese Beobachtung ist bereits von TER HAZEBORG 1944 gemacht worden. In seinen etwa 10 cm hohen *Lallemantia* Beständen traten deutliche Schäden auf. „Am stärksten litt zu diesem Zeitpunkt die Parzelle mit 40 cm Drillweite. Es ist wohl dadurch zu erklären, dass die Pflanzen dichter standen als bei 20 cm Drillweite“.

Eine Bestätigung der vorgetragenen Ansicht ergibt sich aus den Ergebnissen der Auszählung der Pflanzenzahl/m² der Versuche mit *Lallemantia iberica* etwa im 4-Blatt-Stadium 1999 (Tab. 4).

Tabelle 4: Pflanzenzahl/m² der Versuche mit Iberischem Drachenkopf 1999

Saatstärke	Dornburg	Friemar	Rohrbach	Dornburg	Friemar	Rohrbach	Dornburg	Friemar	Rohrbach
(kg/ha)	Reihenabstand 13,5 cm			Reihenabstand 20 cm			Reihenabstand 30 cm		
5	38	67	126	36	78	92	36	59	98
10	66	124	179	68	152	176	68	146	177
15	102	157	298	99	229	272	92	166	188

Während in Dornburg 1999 während des vegetativen Stadiums keine Krankheiten beobachtet werden konnten, trat in Rohrbach ein heftiger Krankheitsbefall an den Jungpflanzen auf. Entsprechend sind die Pflanzenzahlen/m² in Rohrbach bei 30 cm Reihenabstand und 15 kg Aussaatstärke ca. 60 % niedriger als bei derselben Aussaatstärke und 13,5 cm Reihenabstand, während in Dornburg die entsprechenden Werte nahezu konstant geblieben sind (Tab. 4). Wenn im Endeffekt in Rohrbach kein Ertragsausfall festzustellen war, hat das seine Ursache darin, dass die Krankheitsattacke nur kurzfristig war und noch genügend Pflanzen überstanden haben. Ein so starker und lang andauernder Befall, dass es tatsächlich zu Ertragsausfällen kommt, scheint nur sehr selten vorzukommen. Dennoch sollte nach den bisher vorliegenden Ergebnissen ein Reihenabstand von 20 cm aus Sicherheitsgründen nicht überschritten werden, solange noch keine resistenten Formen existieren. Dass eine zu enge Reihenentfernung nur das vegetative Wachstum fördert und sich auf die Samenerzeugung ungünstig auswirkt, wie DRAHORAD (1944) meint, kann nicht bestätigt werden.

Die Ergebnisse hinsichtlich des Einflusses des Reihenabstandes auf das Krankheitsgeschehen legen nahe, dass zur Vermeidung größerer Krankheitsschäden und damit verbundener Ertrags einbußen eine möglichst niedrige Saatstärke gewählt werden sollte.

Nach theoretischen Überlegungen sollten 5 kg/ha (≈ 110 Körner/m²) mehr als ausreichend sein, um Höchsterträge zu erzielen. In einer Vielzahl von Kornertragsbestimmungen an Einzelpflanzen konnte festgestellt werden, dass sich ein Kornertrag pro Einzelpflanze von 5 g erreichen lässt, bei weitem Stand sogar Kornerträge von 15 g/Einzelpflanze und mehr möglich sind. 5 g/Einzelpflanze entsprechen bei 80 Pflanzen/m² (die Keimfähigkeit des Drachenkopfsaatguts lag meistens zwischen 80 und 90 %) bereits 40 dt Kornertrag/ha. Bei den ursprünglich angestrebten Erträgen von 25 - 30 dt/ha sollte bei 5 kg Aussaatstärke noch ein genügender Sicherheitspuffer vorhanden sein, um das Ziel tatsächlich zu erreichen. In Wirklichkeit wird mit einer Saatstärke von 5 kg/ha nur in Ausnahmefällen (z. B. Dornburg 1997, Friemar 1999) der an dem jeweiligen Versuchsort und -jahr mögliche Höchstertrag erreicht (Ta. 5). (In Tabelle 5 sind die Werte der Tabelle 3 durch Vertauschen der Variablen zur besseren Übersicht noch einmal neu zusammengestellt).

Tabelle 5: Einfluss unterschiedlicher Reihenabstände auf den Kornertrag (dt/ha, 91 % TM) von Iberischem Drachenkopf in Abhängigkeit von der Aussaatstärke

Reihenabstand	Dornburg			Friemar			Rohrbach	
	1997	1998	1999	1997	1998	1999	1998	1999

	Saatstärke 5 kg/ha							
13,5	9,9	7,3	12,8	9,7	12,3	18,2	12,0	13,1
20,0	10,6	6,4	13,7	10,0	11,6	17,0	15,0	15,4
30,0	11,0	8,7	13,4	8,1	12,0	16,3	11,3	17,7
x	10,5	7,5	13,3	9,3	12,0	17,2	12,8	15,4
	Saatstärke 10 kg/ha							
13,5	10,1	10,5	17,0	10,1	13,4	17,5	10,9	19,0
20,0	10,8	10,1	17,3	11,6	13,2	16,9	12,0	19,5
30,0	10,5	9,3	17,3	8,3	13,9	17,4	16,1	19,0
x	10,5	10,0	17,2	10,0	13,5	17,3	13,0	19,2
	Saatstärke 15 kg/ha							
13,5	10,9	14,7	18,3	10,9	14,1	18,2	16,1	19,0
20,0	11,6	12,3	18,2	11,8	13,5	16,5	16,6	19,8
30,0	9,8	8,5	17,5	8,5	14,3	16,9	16,5	19,0
x	10,8	11,8		10,4	14,0	17,2	16,4	19,3

Selbst 10 kg/ha sind nicht in jedem Fall ausreichend. Das hängt in starkem Maße vom Standort ab. So sind die Pflanzenzahlen/m² in Dornburg sehr viel geringer als in Friemar und hier wieder um niedriger als in Rohrbach (Tab. 4). Das hängt davon ab, ob ein Boden, wie in Dornburg stark zur Verkrustung neigt, oder ob nach der Aussaat verkrustungsfördernde Wetterbedingungen (Starkregen, Trockenheit ...) herrschten. Auch ein im Untergrund zu wenig verfestigter Boden kann einen ausreichenden Feldaufgang nahezu gänzlich zunichte machen. Man sollte, um auf der sicheren Seite zu sein, beim Anbau von Iberischem Drachenkopf immer eine Aussaatstärke von 15 kg/ha wählen. Nur bei flacher und frühzeitiger Einzelkornablage sind auch mit Aussaatmengen < 5 kg/ha volle Erträge zu erreichen.

In den eigenen Versuchen, sofern sie nicht die hier vorgestellten Varianten zur Bestandes etablierung betrafen, ist immer eine Aussaatstärke von 15 kg/ha bei 20 cm Reihenabstand gewählt worden. Bei einer niedrigen Pflanzenanzahl verzweigen sich die Pflanzen außerdem sehr stark. Sie reifen dadurch ungleichmäßig ab, wodurch beträchtliche Ernteerschwernisse auftreten können.

Unter der Prämisse des Industriepflanzenanbaus ist in erster Linie der Ölertrag maßgeblich. Er wird von dem Samenertrag in Verbindung mit dem jeweiligen Ölgehalt der Samen bestimmt. Inwieweit die Reihenweite und die Aussaatstärke die Ölgehalte beeinflusst, ist der Tabelle 6 zu entnehmen.

Tabelle 6: Ölgehalt (% TM) von Iberischem Drachenkopf bei verschiedenen Aussaatstärken und Reihenweiten, Dornburg 1997 - 1999, Rohrbach 1998 und 1999 und Friemar 1999

	Dornburg			Friemar		Rohrbach		
	1997	1998	1999	1998	1999	1998	1999	x
	Reihenabstand 13,5 cm							
5	29,1	32,0	26,0	-	33,7	26,9	28,2	29,8
10	30,5	32,1	26,0	-	33,6	-	27,6	30,0
15	31,0	31,4	26,7	-	32,8	-	27,6	29,9
	Reihenabstand 20 cm							
5	28,7	31,8	25,9	-	33,5	25,1	28,4	29,7
10	30,2	31,8	26,2	-	32,7	-	28,4	29,9
15	30,8	32,7	26,4	31,0	32,8	-	28,4	30,2
	Reihenabstand 30 cm							
5	29,8	32,9	26,1		34,3	25,5	28,0	
10	29,8	32,4	25,9		32,5	-	28,6	
15	29,2	32,0	26,3		33,3	-	27,8	
x	29,9	32,1	26,2		33,2	25,8	28,1	
GD _{t 5} %	n. b.	n. b.	0,6	n. b.	1,2	n. b.	1,0	

Es zeigt sich, dass weder die Drillweite noch die Aussaatstärke einen Einfluss auf den Ölgehalt haben. Dagegen ist ein sehr starker Jahres- und Ortseinfluss festzustellen, indem z. B. die Ölgehalte in Dornburg sich 1998 und 1999 um 5,9 % (absolut) bzw. 22,5 % (relativ) unterscheiden. Noch höher ist der Unterschied zwischen Dornburg und Friemar nämlich 7 % bzw. 26,7 %. Zwar handelt es sich bei den in Dornburg und Friemar 1999 angebauten Formen um 2 verschiedene Herkünfte. In anderen Versuchen wiesen diese aber keine unterschiedlichen Ölgehalte auf.

Entsprechend den doch recht unterschiedlichen Ölgehalten fallen die Ölerträge 1999 trotz etwa gleich hoher Samenerträge an den einzelnen Versuchsstationen recht unterschiedlich aus (Tab. 7).

Tabelle 7: Ölerträge (in dt/ha) von Iberischem Drachenkopf bei verschiedenen Aussaatstärken und Reihenabständen 1997 - 1999 (Dornburg) bzw. 1999 (Friemar und Rohrbach)

Saatstärke (kg/ha)	Dornburg			Friemar	Rohrbach
	1997	1998	1999	1999	1999
	Reihenabstand 13,5 cm				
5	2,62	2,13	3,02	5,55	3,35
10	2,80	3,07	4,01	5,34	4,79
15	3,07	4,20	4,44	5,44	4,76
GD t 5 %	n. b.	n. b.	0,56	n. b.	n. b.
	Reihenabstand 20 cm				
5	2,77	1,85	3,23	5,16	3,99
10	2,97	2,92	4,12	5,04	5,05
15	3,25	3,66	4,39	4,94	5,12
	n. b.	n. b.	0,56	n. b.	n. b.
	Reihenabstand 30 cm				
5	2,98	2,60	3,18	5,07	4,51
10	2,85	2,74	4,10	5,15	4,95
15	2,60	2,48	4,20	5,13	4,85
	n. b.	n. b.	0,56	n. b.	n. b.
x	2,88	2,85	3,85	5,20	4,60
	100,0 %	99,0 %	133,7 %		

Während sich die Erträge, gemittelt über alle Saatstärken und Drillweiten wie 16,2 dt/ha (Dornburg = 100,0 %) : 17,2 dt/ha (Friemar = 106,2 %) : 17,9 dt/ha (Rohrbach = 110,5 %) verhalten, ist das Verhältnis der entsprechenden Ölerträge 3,85 dt/ha : 5,20 dt/ha : 4,60 dt/ha.

Auch die deutliche Ertragsüberlegenheit des Jahres 1999 mit 52,8 % (gegenüber 1997) bzw. 65,3 % (gegenüber 1998) in der Versuchstation Dornburg findet wegen der niedrigen Ölgehalte keine entsprechende Fortsetzung beim Ölertrag. Zwar ist auch der Ölertrag 1999 demjenigen der beiden vorausgehenden Jahre überlegen, mit 33,7 bzw. 35,1 % ist die Überlegenheit aber sehr viel bescheidener. Weil 1999 in Dornburg, Friemar und Rohrbach unterschiedliche Herkünfte angebaut wurden, könnte man hier einen genotypischen Einfluss vermuten, auch wenn genotypische Unterschiede in Bezug auf den Ölgehalt noch nicht einwandfrei festgestellt werden konnten. Bei den Dornburger Werten muss er dagegen ausgeschlossen werden, weil hier, wie bereits erwähnt, in allen Versuchsjahren mit LAL 8/79 die gleiche Herkunft zum Anbau kam.

Wegen der teilweise enormen Schwankung der Ölgehalte und damit der Ölerträge von Jahr zu Jahr war es wichtig zu ergründen, welche(r) Parameter dafür verantwortlich (sind) ist. Mit der Bestimmung der TKG zeigte sich, dass in der Ausprägung dieses Ertragsmerkmals in den einzelnen Jahren die entscheidende Einflussgröße gefunden sein dürfte. Nach den in Tabelle 8 wiedergegebenen Werten scheint die Güte der Kornausbildung und der dadurch bedingte größere oder geringere Schalenanteil für die Höhe des Ölgehaltes (= Ölertrages) entscheidend zu sein.

Tabelle 8: Einfluss unterschiedlicher Aussaatstärken auf das TKG von Iberischem Drachenkopf in Abhängigkeit von der Reihenentfernung

Saatstärke (kg/ha)	Dornburg			Friemar			Rohrbach	
	1997	1998	1999	1997	1998	1999	1998	1999
	Reihenabstand 13,5 cm							
5	4,15	4,84	3,71	4,08	3,88	4,34	3,99	3,78
10	4,11	4,70	3,58	4,02	4,04	4,45	3,89	3,65
15	4,28	4,78	3,58	4,10	3,88	4,49	4,01	3,63
GD t, 5 %	0,21	0,15	0,13	0,15	0,15	0,25	n. b.	0,17

Reihenabstand 20 cm								
5	4,27	4,75	3,50	3,98	3,73	4,28	4,08	3,84
10	4,02	4,73	3,57	4,11	3,91	4,21	3,85	3,78
15	4,16	4,70	3,45	4,03	3,84	4,09	4,12	3,74
GD _t , 5 %	0,21	0,15	0,13	0,15	0,15	0,25	n. b.	0,17
Reihenabstand 30 cm								
5	4,32	4,72	3,84	3,90	3,95	4,11	3,95	3,71
10	4,03	4,73	3,78	3,97	4,17	4,15	4,17	3,76
15	4,33	4,76	3,74	4,12	4,15	4,12	4,15	3,70
GD _t , 5 %	0,21	0,15	0,13	0,15	0,15	0,25	n. b.	0,17
—	4,19	4,75	3,64	4,03	3,95	4,25	4,02	3,73

Die Dornburger TKG-Werte von 1997-1999 z. B. verhalten sich wie 1 (97) : 1,13 (98) : 0,87. Nahezu identisch ist das Verhältnis der Ölgehalte der 3 Versuchsjahre: 1 : 1,07 : 0,88. Auch die 1999iger TKG-Werte und Ölgehalte an den 3 Versuchsorten entsprechen sich einigermaßen: TKG: (Dornburg) 1 : 1,17 (Friemar) : 1,03 (Rohrbach) und Ölgehalte: 1: 1,27 : 1,07. Möglicherweise ist die nicht so gute Übereinstimmung wie bei den Dornburger Werten durch genotypische Unterschiede bedingt, denn an allen 3 Orten kamen 1999 unterschiedliche Herkünfte zum Anbau.

Mit einem / TKG von 4,75 g und einem Ölgehalt von 32,1 % in Dornburg 1998 (Tab. 6 und 8) sind für die Herkunft LAL 8/79 noch nicht die maximalen Merkmalsausprägungen erreicht. In Gefäßversuchen 1996 konnten mit ihr TKG-Werte von / 5,05 g und Ölgehalte von 36,4 % erreicht werden (Tab. 9).

Tabelle 9: Ölgehalt und Tausendkorngewicht (TKG) von LAL 8/79 in Gefäßen 1996

Gefäß	Ölgehalt (% i. d. TM)	TKG (g)
1	37,1	5,23
2	36,2	4,97
3	34,2	4,80
4	37,2	5,14
5	35,3	5,00
6	38,7	5,24
7	38,9	4,97
8	34,8	4,80
9	35,3	5,30
x	36,4	5,05

Auch die in Rohrbach 1999 angebaute Herkunft DO 465/98 erreichte mit einem TKG von 4,01 g und 35,8 % Öl in der TM in Müllheim in Baden-Württemberg wesentlich bessere Werte als in Thüringen, wie auch FAL 29072 mit 4,25 g TKG und 33,2 % Ölgehalt in Friemar merklich unter ihrem wahren Leistungsvermögen blieb (Müllheim 1999: TKG = 4,66 g und 37,8 % Ölgehalt). Aus den Versuchsergebnissen lässt sich ableiten, dass durch die mangelhafte Ausbildung der Körner nicht nur entsprechende Ertragsverluste hinsichtlich des Kornertrages bedingt sind. In Bezug auf den entscheidenden Ölertrag/Flächeneinheit kommt es durch die mit der TKG-Minderung einhergehende Erniedrigung des Ölgehaltes zu einer doppelten negativen Beeinflussung durch die Schrumpfkörnigkeit. Im folgenden sei das an den in Dornburg 1999 erhaltenen Werten demonstriert. Die durchschnittlichen Erträge bei der Bestandesetablierung in Dornburg 1999 waren 16,2 dt/ha, das TKG betrug 3,64 g. Bei „normaler“ Kornausbildung (TKG = 5,05 g) wären damit 22,5 dt/ha geerntet worden, was nach dem aktuellen Ölgehalt (26,2 %) einem Ölertrag von 5,36 dt/ha entsprochen hätte. Bei dem bei optimaler Kornausbildung zu erwarten den Ölgehalt von > 36 % wären aber 7,54 dt/ha Ölertrag möglich gewesen. Um eventuelle Gegenmaßnahmen gegen die Schrumpfkornbildung ergreifen zu können, ist versucht worden, ihre Ursachen zu ergründen.

Wie schon beim Ölgehalt konnte in keinem Jahr an keinem Versuchsort ein Einfluss der unter

schiedlichen Aussaatstärke bzw. Reihenabstände auf das TKG festgestellt werden. Parzellen mit der höchsten Aussaatstärke und dem geringsten Reihenabstand weisen in einem bestimmten Versuchsjahr das gleiche TKG auf wie diejenigen mit der geringsten Aussaatstärke und dem größten Reihenabstand. Als Ursache für die schlechte Kornausbildung kommen damit nur Witterungseinflüsse in Frage. Neben direkten Witterungseinflüssen, wie Trockenheit und hohe Temperaturen sind es hauptsächlich indirekte, die das Auftreten der bereits erwähnten Pilzkrankheiten fördern oder hemmen. Botrytis und Fusarium werden durch feuchte Witterung, Alternaria durch Trockenheit begünstigt. Dadurch kann das vorherrschende Befallsbild im Laufe des Sommers mehrmals wechseln.

Der Befall mit Botrytis cinerea verursachte bei Keimlingen Schwärzung des Hypokotyls und des Wurzelhalses, die in allen Fällen zum Eingehen der betroffenen Jungpflanze führte. Bei älteren Pflanzen wurden entweder der untere Stängelteil oder der Fruchtstand befallen. Der Befall äußerte sich in auffälligen Welken. Später starben die erkrankten Pflanzen oder Pflanzenteile völlig ab. Auch Fusarien treten an allen Pflanzenteilen auf. Infolge weitgehender Vermoderung der befallenen Stellen knicken die befallenen Pflanzen bzw. Pflanzenteile ab und sterben. Eine Infektion nach der Blüte führt je nach Befallszeitpunkt logischerweise zu tauben Fruchtständen oder Kümmerkörnern. Alternaria-Befall konnte in Form von < 1 cm² großen Flecken von Blättern beobachtet werden. Manche Pflanzen verloren dabei einen Teil ihres Laubes. Weil die bislang am häufigsten zu beobachtenden Krankheiten Botrytis- und Fusarium-Infektion waren, besteht die einfachste Präventivmaßnahme in dem Anbau des Iberischen Drachenkopfes an warmen, schnell abtrocknenden Standorten, z. B. Südhängen. Erfolgreicher und sicherer scheint eine Fungizidbehandlung auf die an anderer Stelle noch näher eingegangen wird. Wenn man einen größeren Anbauumfang von Iberischem Drachenkopf anstrebt, ist längerfristig die Züchtung krankheitsresistenter Formen unerlässlich.

Wie man aus den Werten der TKG-Bestimmung aus Tab. 8 entnehmen kann waren mit der Ausnahme des Jahres 1998 in der VS Dornburg alle Versuche zur Bestandesetablierung von starkem Pilzbefall während der Samenbildung betroffen. In besonders hohem Maße war das 1999 der Fall. Dennoch fallen die Erträge 1999 im Gegensatz zu denen der Jahre 1997 (in Dornburg und Friemar) und 1998 (in Dornburg, Friemar und Rohrbach) noch recht günstig aus (Dornburg: 18,2 dt/ha (1999); 12,3 dt/ha (1998); 11,6 dt/ha (1997; Friemar: 16,5 dt/ha : 13,5 dt/ha : 11,8 dt/ha; Rohrbach: 19,8 dt/ha : 16,6 dt/ha, alle Werte bei 15 kg/ha Aussaatmenge und 20 cm Reihenabstand). Die teilweise sehr niedrigen Werte, die in Dornburg und Friemar insbesondere 1997 gerade einmal halb so hoch waren wie bei den Vorversuchen 1995 (21,2 dt/ha bzw. 22,2 dt/ha), haben ihre Ursache teilweise in methodischen Unzulänglichkeiten in den ersten beiden Versuchsjahren.

So war die Vorfrucht für den Drachenkopf in Dornburg 1997 und 1998 Raps, der zur Bekämpfung von Unkräutern mit Elancolan K, einem relativ persistenten Bodenherbizid, behandelt worden war. Spuren des Herbizids befanden sich offenbar in beiden Jahren noch im Boden, und die Drachenkopfpflanzen reagieren außerordentlich empfindlich darauf. Etwa 3 Wochen nach dem Auflaufen ging 1998 ein Teil der Jungpflanzen wieder ein.¹ 1997 kam es wegen des trockenen, kalten Frühjahrs sowie der feucht-kühlen Witterung im Frühsommer zusätzlich zu einem starken Erdflohbefall, dem wahrscheinlich zu spät durch Spritzung mit Karate entgegengewirkt wurde.

Die Folge waren größere Fehlstellen in einigen Parzellen, so dass sie von der Auswertung ausgeschlossen und dafür ein Werteersatz vorgenommen werden musste. Besonders hoch dürften am Versuchsort 1998 die Herbizidrückstände gewesen sein. Dadurch sind die

¹1997 war in Thüringen der Befallsdruck so stark, dass der 3 ha Praxisschlag in Bösleben umgebrochen und Mitte Mai noch einmal neu bestellt werden musste.

Ertragsunterschiede zwischen 5 und 15 kg/ha Aussaatstärke bei einer 13,5 und 20 cm Drillweite besonders krass ausgefallen (Tab. 3). Erst bei der hohen Aussaatstärke blieben noch genug Pflanzen übrig, um einen einigermaßen akzeptablen Ertrag zu ergeben. Bei 30 cm Reihenabstand wurden die geschwächten Pflanzen entweder durch den in dichteren Reihen herrschenden Infektionsdruck abgetötet oder sie entwickelten sich nicht so üppig, so dass sie die Fläche in gleichem Maße ausfüllen konnten wie die Pflanzen bei den engeren Drillweiten.

1999 wurde der Iberische Drachenkopf in Dornburg auf einer Fläche, deren Vorfrucht Gerste war, angebaut, und sogleich zeigte sich ein merklicher Ertragsanstieg.

In Friemar entwickelten sich in allen 3 Versuchsjahren immer üppige, unkrautfreie Bestände, die wesentlich höhere Erträge erwarten ließen als sie dann im Endeffekt erzielt wurden.

Friemar ist ein Standort, der offenbar sehr durch Spätinfektion gefährdet ist.

So kam es Mitte Juli 1998 zu einem starken Botrytisbefall. Der gesamte Bestand war bis zur Ernte mit Pilzsporen übersät, die bei Berührung der Pflanzen aufgewirbelt wurden und als Staubwolke über den Parzellen standen. Nach der Infektion starben die Pflanzenteile oberhalb des Befallshorizontes schnell ab. Dadurch kam es zur Ausbildung von Kümmerkörnern und tauben Früchten, was man an dem sehr geringen TKG sieht, das mit durchschnittlich 3,83 g (Tab. 7) 30 % unter dem "sorten"typischen TKG der Herkunft LAL 8/79 liegt. Dem starken Krankheitsdruck während der Abreife konnte 1999 durch eine Fungizidbehandlung entgegengewirkt werden.²

In der Versuchsstation Rohrbach trat in beiden Versuchsjahren ebenfalls beträchtlicher Schaden auf. Nachdem sowohl 1998 als auch 1999 der Befall im Jungpflanzenstadium zum Absterben einer Anzahl junger Pflanzen geführt hatte, war auch später der Krankheitsdruck nicht verschwunden, wie die relativ niedrigen TKG von durchschnittlich 4,02 bzw. 3,73 g ausweisen. Wenn dennoch einige Parzellen umgerechnet bis zu 20 dt/ha realisierten, spricht das für das hohe Ertragspotential des Drachenkopfes. Die Ertragseinbußen in Rohrbach 1998 beruhten aber nicht vorrangig auf dem Krankheitsbefall, sondern auf starken Fraßschäden durch Hasen. 14 von insgesamt 36 Parzellen wurden total abgefressen, die restlichen Parzellen wiesen ebenfalls Schäden auf. Um den Versuch dennoch auswerten zu können, wurden aus den weniger geschädigten Parzellen jeweils zusammenhängende Teilstücke von 4 m² per Hand geerntet und mit einem Standdrescher gedroschen. Die starken Ertragsschwankungen (Tab. 10) machen deutlich, dass einige der beernteten Teilstücke doch relativ große Schäden aufwiesen und nur als tendenzieller Anhaltspunkt für den Ertrag zu betrachten sind.

Tabelle 10: Ertrag, TKG und Variabilität des Drachenkopf-Versuches, Rohrbach 1998

Aussaatstärke (kg/ha)	Ertrag (dt/ha, 91 % TM) (von - bis)	TKG (g) (von - bis)	Anzahl auswertbarer Parzellen
5,0	12,5 (10,5 - 15,0)	4,00 (3,72 - 4,25)	5
10,0	12,0 (8,0 - 16,4)	3,91 (3,57 - 4,17)	8
15,0	16,4 (11,8 - 20,6)	4,07 (3,45 - 4,36)	9

1999 war in Rohrbach nur das übliche Krankheitsgeschehen zu beobachten, und die Ertragsergebnisse sind korrekt. Die Erträge 1999 entsprechen in etwa den hohen Parzellenerträgen 1998.

Als Fazit der 3-jährigen Versuche zur Bestandesetablierung kann festgestellt werden, dass für ausgeglichene Bestände eine Aussaatstärke von mindestens 15 kg/ha erforderlich ist. Ent

sprechend dem Einzelpflanzenenertrag des Iberischen Drachenkopfes wären zwar bereits 5 kg/ha ausreichend, um einen vollen Bestand und Ertrag zu gewährleisten. Durch Bodenverkrustungen unmittelbar nach der Saat können sich aber u. U. nur ein Bruchteil der keimfähigen Körner zu Pflanzen entwickeln. Durch Pilzbefall im Keimpflanzenstadium werden die Bestände weiter ausgedünnt. Als Drillweite können 13 bis 30 cm Reihenabstand gewählt werden.

Auf die wichtigen Ertrags- und Qualitätsparameter TKG und Ölgehalt ist kein Einfluss der Aussaatstärke und der Drillweite zu erkennen. Entscheidend für den Ölgehalt ist die Güte der Kornausbildung und der dadurch bedingte größere oder kleinere Schalenanteil. Die Hauptursache für die Unterschiede im TKG ist das geringere oder stärkere Auftreten von Pilzkrankheiten während der generativen Phase des Iberischen Drachenkopfs. Der Befall ist ausschließlich witterungsabhängig. Die Änderung agrotechnischer Maßnahmen ist von geringerem Einfluss. So zeigte sich in den im Rahmen des Projektes durchgeführten Versuchen zwischen dem 13,5 und 30 cm Reihenabstand, wie auch nicht zwischen der Aussaatstärke von 5 kg/ha einerseits und 15 kg/ha andererseits kein Unterschied im Befallsgrad. Die in den Veröffentlichungen der vierziger Jahre geäußerte Ansicht, dass Aussaaten mit einer Saatstärke unter 10 kg/ha weniger durch Krankheiten befallen werden, kann durch die vorliegenden Untersuchungen nicht bestätigt werden. Ausgeglichene Bestände sind in den meisten Fällen erst ab 10 kg/ha Saatstärke zu erreichen. Wenn man das berücksichtigt (und rechtzeitig aussät und erntet; s. u.) sind selbst bei Pilzbefall Erträge von 15 bis 20 dt/ha zu erreichen.

3.1.2 Fungizideinsatz

Die zuvor beschriebenen Versuche weisen mit aller Deutlichkeit darauf hin, wie wichtig es für den Kornertrag und noch mehr für den Ölertrag ist, dass die Bestände weitgehend krankheitsfrei aufwachsen und abreifen können.

Bereits in den auf Veranlassung des damaligen Forschungsdienstes durchgeführten Untersuchungen mit Iberischem Drachenkopf wurde dessen starke Anfälligkeit gegenüber Pilzkrankheiten beobachtet. Sowohl im Gewächshaus als auch im Freiland traten Keimlingsschäden auf. Die größeren Pflanzen wurden besonders bei den späten Saaten so stark befallen, dass es zu erheblichen Ertragsausfällen kam. Aus den eigenen Beobachtungen ergibt sich:

Das vorherrschende Erreger-Spektrum ändert sich offenbar von Jahr zu Jahr, wie die während der Jahre 1997 - 1999 durch das Referat Pflanzenschutz vorgenommene Bestimmung von Pathogenen an kranken Pflanzen ausweist. Auch scheint während der pflanzlichen Entwicklung ein Wechsel der jeweils vorhandenen Schaderreger möglich.

Folgende Untersuchungsbefunde konnten erhalten werden:

Proben vom 07.08.1997:

An den Blättern war mikroskopisch ein starker Besatz durch den Pilz *Alternaria spec.* festzustellen. Am Stängel wurde *Botrytis spec.* gefunden. Mittels Feuchter Kammer wurde aus der Wurzel einer Pflanze *Phytophthora spec.* und *Cylindrocarpon radicola* isoliert.

In der uns zur Verfügung stehenden Literatur wird keiner der gefundenen Pilze als Krankheitserreger am Drachenkopf aufgeführt. Da an den Pflanzen verschiedene Gattungen von Pilzen gefunden wurden und es sich dabei fast ausschließlich um sogenannte Schwächeparasiten handelt, ist davon auszugehen, dass die primäre Schadursache im abiotischen Bereich zu suchen ist. In Frage kämen z. B. ungünstige Witterungsverhältnisse. Die nachgewiesenen Pilze haben die Pflanze infolge der vorangegangenen Schwächung als sekundäre Parasiten befallen.

Probe vom 16.07.1998:

Einzelne Triebe waren von der Spitze ausgehend verbräunt und abgestorben. Es wurde ein sehr starker Befall durch *Botrytis spec.* nachgewiesen. Der Pilz konnte mikroskopisch an den

Stängel, Blättern und Blütenständen der betroffenen Triebe beobachtet werden.

Probe vom 20.05.1999:

Die Untersuchung der Jungpflanzenprobe erfolgte mikroskopisch sowie mittels Feuchte Kammer und Nährboden.

Folgende pilzliche Krankheitserreger konnten dabei isoliert werden: Fusarium spec., Phoma spec. und Sclerotinia spec.. Alle diese Erreger können Fußkrankheiten, Umfallkrankheiten und Stängelgefäule an Keim- und Jungpflanzen verschiedener Pflanzenarten verursachen.

Aufgrund der verschiedenen Erreger, welche die Pflanzen angegriffen haben, könnte vermutet werden, dass die Pflanzen durch ungünstige Kulturbedingungen (z. B. Witterung, Trockenheit) bereits stark geschwächt wurden. Nähere Angaben dazu sind nicht möglich. Es wäre denkbar, dass sich in Folge von bestimmten Umweltbedingungen einer der Erreger als einziger Verursacher eines weiteren Schadens etablierte.

Die größte Bedeutung kommt zweifellos Botrytis spec. zu. Der Befall scheint massiv besonders in späteren Entwicklungsstadien aufzutreten. Bedeutung dürfte auch noch in manchen Jahren Sclerotinia besitzen, während Alternaria spec. und Fusarium zwar die Bestände schädigen können, aber nicht von so gravierendem Einfluss wie Botrytis zu sein scheinen.

Der Krankheitsbefall ist stark witterungsabhängig, wobei hohe Feuchtigkeit einen besonders starken Einfluss hat. Solange keine schwach anfälligen oder noch besser resistenten Sorten bekannt sind, müssen entsprechende Maßnahmen ergriffen werden, um die von dem Pilzbefall ausgehenden Ertragsunsicherheiten durch entsprechende

Pflanzenschutzmaßnahmen zu verringern. Eine erste Präventivmaßnahme besteht darin, dass man Iberischen Drachenkopf nur an Orten mit geringen Niederschlägen während des Julis anbaut und dabei sonnige, schnell abtrocknende Lagen wählt (z. B. Südhänge).

Weit wichtiger aber ist die Entwicklung effizienter Fungizidvarianten. Im Vordergrund muss dabei der Schutz der ausgewachsenen Pflanzen stehen. Befall im Keimpflanzenstadium scheint nicht unbedingt zu Ertragsausfällen zu führen. Bei der Wahl einer höheren Aussaatstärke blieben in den bisherigen Feldversuchen unter sonst "normalen" Bedingungen immer noch ausreichend genug Pflanzen übrig, um üppige Bestände zu erzielen.

Möglicherweise existieren auch Unterschiede in der Anfälligkeit der einzelnen Jungpflanzen. Ein Totalausfall der Bestände durch eine Pilzinfektion im Keimpflanzenstadium trat auf dem Feld bisher nicht auf.

So ist in den bisherigen Versuchen erst mit einer Fungizidbehandlung bei Eintritt der Pflanzen in das generative Stadium begonnen worden. Welche Herbizide zu welchem Zeitpunkt und welcher Konzentration angewandt wurden, ist Tabelle 11 zu entnehmen. Ebenso sind aus der Tabelle die Auswirkungen der Behandlungen hinsichtlich der Erträge, Ölgehalte sowie des TKG ersichtlich.

Tabelle 11: Einfluss verschiedener Fungizidvarianten auf Ertrag, TKG und Ölgehalt von Iberischem Drachenkopf, Dornburg 1997 bis 1999

Variante	Ertrag			TKG			Ölgehalt			Krankheitsbonitur (1 - 9) 1999
	(dt/ha, 91 % TM)			(g)			(% TM)			
	19 9 9 7	19 98 9 9	1 9 9 9	1 9 9 7	19 98 9 7	19 99 9 7	19 97 9 8	1 9 9 8	1 9 9 9	
unbehandelte Kontrolle	9,9	10,7	18,2	4,2	4,72	3,81	31,1	32,1	27,0	6,0
Ronila 1,5 l/ha (Knospe) ¹⁾	10,0	12,0	-	4,5	4,73	-	32,4	32,4	-	-
Ronila 1,5 + 1,5 l/ha (Knospe, Vollblüte)	10,0	15,2	22,4	4,4	4,92	3,94	31,5	31,1	28,8	2,8

		8		1	9				5	4	
Ronilan	3,0 l/ha (Knospe)	-	-	21,0	-	-	3,97	-	-	28,6	4,2
Folicur	0,75 l/ha (vor Knospe, Blühbeginn)	10,6	-	21,0	4,46	-	3,86	31,3	-	28,6	4,0
Folicur	1,5 l/ha (Knospe)	10,6	10,9	-	4,47	4,85	-	31,7	30,8	-	-
Unix	1,0 l/ha (Knospe)	-	11,4	18,5	-	4,77	3,81	-	32,0	27,8	6,2
Euparen	0,8 l/ha (Knospe)	-	10,0	17,2	-	4,77	3,82	-	32,4	26,2	6,8
Euparen ²⁾	0,8 + 0,8 l/ha (Knospe, Vollblüte)	-	11,9	16,9	-	4,77	3,70	-	31,9	25,4	7,2
GD t 5 %		3,2	4,5	2,4	0,21	0,41	0,15	2,0	1,2	1,4	

1) 1997: 1 Fungizidbehandlung zur Vollblüte

2) 1999: 1,0 l/ha Euparen

Von allen geprüften Herbiziden erwies sich nur Ronilan als wirksam bei der Bekämpfung des Krankheitsbefalls, und zwar am effektivsten, wenn seine Applikation im Zeitraum Knospe bis Vollblüte erfolgte. Dann können die Erntemengen teilweise beträchtlich ansteigen (1998: +43 %; 1999: +21,4 %). Eine 1. Fungizidgabe zur Vollblüte bewirkt nur eine tendenzielle Ertrags erhöhung (1997). Das Fungizid Ronilan wird auch für die Bekämpfung des Grauschimmels beim Lein (Erreger: *Botrytis cinerea*) empfohlen (RESCHKE und LASSAK, 1995).

Die Ertragserhöhung lässt sich nur teilweise durch eine bessere Kornausbildung erklären, obgleich das TKG und auch der Ölgehalt als Behandlungsfolge gegenüber der unbehandelten Kontrolle durchaus erhöht sind (1998 signifikant). Ohne Fungizidanwendung kann ein Teil der Fruchtstände zu Blühbeginn bereits abgestorben sein. Bemerkenswert ist, dass der zu Blühende 1999 bonitierte Krankheitsbefall und die im Endeffekt erzielten Kornerträge total parallel verliefen.

Wenn es auch möglich sein sollte, Ertragsverluste mit einer Fungizidbehandlung gering zu halten und sich möglicherweise bessere Varianten der Fungizidanwendung finden lassen, muss das vorrangige Ziel im Auffinden weitgehend resistenter Formen bestehen. Der Anbau krankheits resistenter Drachenkopfformen erspart aufwendige Pflanzenschutzmaßnahmen, erleichtert den Anbau und verringert die Ertragsunsicherheiten erheblich.

3.1.3 Saatgutbeizung

Wenn auch offenbar die wirklich gravierenden Ertragsausfälle durch einen massiven Pilzbefall in einem späteren Entwicklungsstadien verursacht werden, sind die Schaderreger der beiden wichtigsten Krankheiten des Iberischen Drachenkopfs Grauschimmel (*Botrytis cinerea*) und Welke (*Fusarium spec.*). Deshalb schien es interessant zu ermitteln, ob deren vorbeugende Bekämpfung durch Verwendung von gesundem Saatgut möglich ist. Das ist bereits 1944 von TER HAZEBORG (1944), allerdings mit geringem Erfolg, versucht worden. Inzwischen stehen jedoch effizientere Beizmittel zur Verfügung.

Wegen der mit reichlicher Schleimbildung verbundenen raschen Quellung der Drachenkopf-Körner in wässrigen Lösungen schieden Nassbeizverfahren von vornherein aus.

Folgende Varianten wurden zur Abtötung evtl. vorhandener Pilze angewandt:

1. 70 °C während 48 h (Trockenschrank)
2. Sibutol, 1,6 ml/kg

3. Thiram, 6,0 g/kg
4. Falisan, 2,0 g/kg

Keine Variante führte zu einer Schädigung der Keimfähigkeit der Drachenkopfsaat. Tendenziell ist bei allen Beizvarianten ein Anstieg der Erträge zu beobachten, wobei scheinbar die Wärmebehandlung und die Sibutolanwendung am wirksamsten waren (Tab. 12).

Tabelle 12: Einfluss der Saatgutbeizung auf Erträge und TKG des Iberischen Drachenkopfs, Dornburg 1998

Behandlungsvariante	Ertrag		TKG (g)
	absolut (dt/ha, 91 % TM)	relativ (%)	
Unbehandelte Kontrolle	9,2	100,0	4,91
Wärme (70 °C, 48 h)	10,8	117,9	4,79
Sibutol, 1,6 ml/kg	10,3	112,4	4,88
Thiram, 6,0 g/kg	9,9	106,7	4,89
Falisan, 2,0 g/kg	9,5	105,6	4,87
GD t 5 %	1,5	-	0,10

Eine statistische Sicherung der positiven Wirkung der Saatgutbehandlung auf den Ertrag war nur bei der Heißluft-Variante möglich. Als Ursache wird die Abtötung der Fusarium-Pilze durch die Wärme gesehen. Eine chemische Bekämpfung der Welke ist nicht möglich (RESCHKE und LASSAK, 1995). Die pilzfreen Samen vermochten offenbar der Elancolan K-Wirkung besser zu widerstehen, so dass mehr Pflanzen überlebten und letztendlich den höheren Ertrag bewirkten.

Es muss auch weiterhin zunächst offen bleiben, ob die Saatgutbehandlung nur positiv wegen der spezifischen Bedingungen des Jahres 1998 gewirkt hat. Eine Wiederholung des Versuches 1999 ließ sich wegen heftiger Niederschläge kurz nach dem Auflaufen des Iberischen Drachenkopfs und damit verbunden starker Verschlammung nicht auswerten.

Es ist durchaus möglich, dass bei "normalem" Acker keinerlei Effekte einer Saatgutbehandlung festzustellen sind. Die Hauptattacke der Botrytis-Infektion erfolgt zur Blüte, wie die Erfahrungen 1998 in Friemar gezeigt haben, wo die bis dahin sehr üppigen Bestände erste Mitte Juli schlagartig von Botrytis befallen wurden, wodurch sich die ursprünglichen Ertragserwartungen nicht erfüllten. Möglicherweise kann man aber die Saatstärke bei einer effizienten Saatgutbehandlung soweit herabsetzen, dass letztere ökonomisch sinnvoll sein könnte.

Hauptziel zukünftiger Arbeiten mit Iberischem Drachenkopf muss es aber sein, das soll hier noch einmal betont werden, Formen zu selektieren, die wenig anfällig oder noch besser resistent gegen Pilzbefall sind.

3.1.4 Einfluss der N-Düngung

Das natürliche Vorkommen von Iberischem Drachenkopf in ihrem ursprünglichen Verbreitungsgebiet auf steinigem, trockenen Hängen und Schutthalden (UBBELOHDE, 1932) ist ein Anzeichen dafür, dass es sich um eine Art mit ausgesprochenem Low-Input-Charakter handelt. In den Veröffentlichungen, die als Ergebnis der Prüfung der Anbauwürdigkeit von Iberischem Drachenkopf an 15 wissenschaftlichen Instituten Anfang der vierziger Jahre erschienen sind, wird die Anspruchslosigkeit der Pflanze ebenfalls hervorgehoben. "Sie gedeiht dort mit Erfolg, wo andere landwirtschaftliche Kulturpflanzen sehr schlecht oder gar nicht mehr fortkommen. Für trockenes Ödland ist sie sehr gut geeignet", heißt es in der Veröffentlichung von DRAHORAD (1944). Zwar werden über den Nährstoffbedarf keinerlei Angaben gemacht, ihr gutes Gedeihen selbst auf trockenen Böden (mit stark eingeschränkter Nährstoffverfügbarkeit) weist auf einen geringen Anspruch insbesondere in Bezug auf den Stickstoff hin. Das konnte durch dreijährige Gefäßversuche und fünfjährige

Feldversuche im Rahmen des vorliegenden Projektes vollauf bestätigt werden.

Die Gefäßversuche erfolgten in Mitscherlichgefäßen (MG) in der Gefäßstation der TLL in Jena/Zwätzen. Einzige Variable war die N-Düngung. Zur Anwendung kamen 3 N-Stufen: 0,5 g N/MG (ca. 40 kg/ha); 1,0 g N/MG (ca. 80 kg N/ha) und 1,5 g N/MG (ca. 120 kg N/ha). Auftretende Krankheitssymptome wurden mit Euparen bekämpft (zweimalige Applikation). Während Euparen in den Feldversuchen keinerlei Wirkung bei der Bekämpfung der Pilzkrankheiten zeigte, erwies es sich bei den Gefäßen als hochwirksam. Die Ergebnisse der Gefäßversuche sind in Tabelle 13 enthalten. Alle Werte sind das Mittel aus drei Gefäßen.

Tabelle 13: Einfluss steigender N-Gaben auf Samenertrag, Ölgehalt, Linolensäuregehalt und Tausendkorngewicht von Iberischem Drachenkopf in verschiedenen Versuchsjahren in Mitscherlichgefäßen

N-Düngung (g N/MG)	Ertrag			Ölgehalt			Linolensäure-Gehalt			TKG		
	(g/MG, 91 % TM)			(% i. d. TM)			(%)			(g)		
	199 6	199 7	199 8	199 6	199 7	199 8	199 6	199 7	199 8	199 6	199 7	199 8
0,5	28,6	9,1	27,1	35,9	34,3	36,0	n.	65,2	66,5	5,0	4,3	4,9
1,0	6	10,	1	37,1	33,5	36,1	b.	2	67,2	4	0	0
1,5	29,2	7,9,9	32,2	37,1	32,9	35,8	n.	66,2	67,1	5,1	4,5	4,7
	29,0		30,4				b.	68,5		5,0	4,5	4,7
GD $\pm$ 5 %	3,5	2,8	2,7	4,9	1,5	3,1	n.	n.	n.	0,1	0,2	0,1
							b.	b.	b.	9	1	5

Die im Vergleich zu den beiden übrigen Versuchsjahren niedrigen Erträge des Jahres 1997 sind darauf zurückzuführen, dass die Aussaat 1997 erst spät erfolgte (Ende Juni) und damit die Entwicklungsdauer der Langtagspflanze *Lallemantia iberica* sehr verkürzt war. Die Ertragsreduktion ist in geringem Umfang auf die Abnahme des TKG, hauptsächlich aber auf die verminderte Kornzahl/Pflanze zurückzuführen. Die Erhöhung der N-Gabe von 0,5 g N/MG auf 1,0 g N/MG brachte in allen Versuchsjahren Mehrerträge, die z. T. statistisch gesichert sind. Eine weitere Erhöhung auf 1,5 g N/MG führte zu einem tendenziellen Ertragsrückgang gegenüber 1,0 g N/MG.

In Bezug auf den Ölgehalt ist bei der höchsten N-Gabe ebenfalls eine tendenzielle Abnahme zu verzeichnen. Der Linolensäuregehalt wird dagegen eher erhöht.

In den Feldversuchen 1995 - 1997 erwies sich eine Erhöhung des leichtlöslichen N in 0 - 60 cm Bodentiefe zur Saat als nicht ertragswirksam (Tab. 14).

Tabelle 14: Einfluss der N-Düngung auf den Ertrag von Iberischem Drachenkopf, Dornburg 1995 bis 1997

leichtl. N, 0 - 60 cm (N _{min} + N-Düngung) (kg/ha)	Ertrag (dt/ha, 91 % TM)			Ölgehalt (% i. d. TM)
	1995	1996	1997	1997
40	21,4	15,1	10,3	31,3
80	21,1	14,6	9,0	29,1
120	21,1	13,2	9,8	31,3
150	-	-	9,3	28,1
GD $\pm$ 5 %	1,2	4,3	1,4	1,7

Ab 1998 ist die N-Düngung von Iberischem Drachenkopf analog zu der des Ölleins vorgenommen worden. Neben einer ungedüngten Variante (N_{min} im Boden 1998 und 1999 0 - 60 cm = 30 kg/ha), kamen einmal eine N-Düngung entsprechend dem N-Sollwert des Ölleins (in Dornburg 90 kg N/ha) leichtlöslicher N in 0 - 60 cm Bodentiefe sowie zum anderen die Varianten "N-Sollwert Öllein -30 %" bzw. "N-Sollwert Öllein +30 %" zur Anwendung. Damit ergaben sich folgende N-Düngungsstufen (leichtlöslicher N zu Vegetationsbeginn, 0 - 60 cm Bodentiefe):

1. 30 kg N/ha
2. 60 kg N/ha
3. 90 kg N/ha
4. 120 kg N/ha

Die bei den einzelnen N-Varianten erreichten Samenerträge sind in Tabelle 15 aufgeführt.

Tabelle 15: Einfluss der N-Düngung auf Ertrag, TKG und Standfestigkeit von Iberischem Drachenkopf, Dornburg 1998 und 1999

Variante	leichtl. N, 0-60 cm	Ertrag	TKG	Standfestigkeit	Ölgehalt	Ölertrag
----------	---------------------	--------	-----	-----------------	----------	----------

	(N _{min} +N-Düngung)	(dt/ha, 91 % TM)		(g)		(1 - 9)	(% i. d. TM)		(dt/ha)	
		1998	1999	1998	1999		1998	1999	1998	1999
1	30	9,2	17,0	5,00	4,03	1,0	32,7	29,2	2,74	4,52
2	60	11,3	17,0	4,00	3,03	3,8	31,6	27,4	3,25	4,29
3	90	11,3	17,0	4,00	3,03	6,0	32,2	27,4	3,31	4,31
4	120	9,8	17,0	4,00	3,03	5,7	27,9	26,2	2,49	4,07
	GD _t 5 %	2,1	1,0	0,15	0,17	1,2	1,4	1,2	1,03	0,85

Es zeigt sich, dass die ungedüngte Variante noch keine Höchsterträge zulässt, während dagegen das Optimum bei 90 kg leichtlöslichem N/ha zu Vegetationsbeginn offenbar bereits überschritten ist. Am günstigsten schneidet die Variante 2: "N-Sollwert-Öllein -30 %" ab. Unter Berücksichtigung der Ergebnisse der Jahre 1995 - 1997 ist festzustellen, dass N-Sollwerte von 60 kg N/ha als Bemessungsgrundlage für die N-Düngung vollkommen ausreichen. Höhere Gaben sind nicht nur ertragsunwirksam, sondern verschlechtern auch die Standfestigkeit, was zu Schwierigkeiten bei der Ernte führen kann. Außerdem sinkt, wie nicht anders zu erwarten, mit steigender N-Gabe der Ölgehalt (Tab. 13 - 15). Dadurch müssen nicht in allen Jahren unbedingt bei den höchsten Kornerträgen die höchsten Ölerträge erreicht werden (Tab. 15). Dennoch sollte aber zur Vermeidung jeglichen Risikos auf die N-Düngung nicht gänzlich verzichtet werden.

3.1.5 Unterschiedliche Saatzeiten

Bei der Festlegung der pflanzenbaulichen Bedingungen für ein optimales Gedeihen einer Kultur spielen Angaben hinsichtlich des günstigsten Saattermins eine wichtige Rolle. Dazu wurden mit Iberischem Drachenkopf 1997 Versuche mit gestaffelten Saatzeiten an den Versuchsorten Dornburg und Friemar begonnen, die mit der gleichen Fragestellung bei gleicher Versuchsdurchführung 1998 und 1999 wiederholt worden sind.

Iberischer Drachenkopf ist eine Pflanze mit ausgeprägtem Langtagscharakter. Je später die Aussaat erfolgt, umso kürzer ist ihre Vegetationsdauer und Pflanzenhöhe. Es war deshalb von vornherein zu erwarten, dass die späten Aussaaten immer schlechter abschneiden als die früheren. Diese Erwartungen haben sich in allen Versuchsjahren eindrucksvoll bestätigt (Tab. 16).

Tabelle 16: Einfluss des Saattermins auf Ertrag und TKG des Iberischen Drachenkopfs, Dornburg und Friemar 1997 bis 1999

	Dornburg Ertrag (dt/ha, 91 % TM)			Dornburg TKG (g)			Friemar Ertrag (dt/ha, 91 % TM)			Friemar TKG (g)		
	1997	1998	1999	1997	1998	1999	1997	1998	1999	1997	1998	1999
Mitte März	-	-	18,2	-	-	3,6	11,4	13,0	-	4,0	3,9	-
Anfang April	9,5	12,6	12,2	4,20	4,8	7	11,0	13,9	22,	9	7	4,6
Mitte April	9,9	10,7	11,2	4,14	0	3,7	11,4	11,5	8	4,0	3,9	6
Anfang Mai	10,0	1)	8,9	3,81	4,6	7	11,2	2,7	21,	8	3	4,5
Mitte Mai	7,8	6,2	-	3,36	5	3,8	-	-	2	3,9	3,8	3
					8	4,2			16,	8	0	4,4
					3,8	7			6	3,7	3,6	1
					7	8			9,8	7	7	-
					-	-			-	-	-	-
GD $\pm$ 5 %	0,6	3,1	3,7	0,55	0,49	0,30	3,1	4,8	4,1	0,15	0,17	0,18

1) vollkommener Ertragsausfall durch starken Hagel während der Reife
 So brachte 1998 die Aussaat Anfang Mai (05.05.) in Friemar nur noch knapp 20 % des Ertrages der Aussaat Anfang April (07.04.). Die späte Aussaat war durch Krankheiten stärker geschädigt als die früheren Saaten. Bestimmungen des TKG zeigten eine deutliche Differenzierung zwischen dem Erntegut der verschiedenen Saattermine. Das ist im allgemeinen darauf zurückzuführen, dass der Ölgehalt parallel zum TKG kontinuierlich von Termin zu Termin abnimmt. Während der Ertrag der 3. Aussaat wegen ungünstiger Wachstumsbedingungen unter Umständen demjenigen der 1. Aussaat entsprechen oder sogar geringfügig höher sein kann als letzterer, werden mit der 1. Aussaat immer die höchsten Ölerträge, auf die es letztendlich ankommt, erhalten. Die Ölerträge der 3. Aussaat sind wiederum niedriger als diejenigen der 2. usw. (Tab. 17).

Tabelle 17: Einfluss des Saattermins auf den Ölgehalt und Ölertrag von Iberischem Drachenkopf, Dornburg (1997 bis 1999) und Friemar (1998 und 1999)

	Ölgehalt (% i. d. TM)					Ölertrag (dt/ha)				
	Dornburg			Friemar		Dornburg			Friemar	
	1997	1998	1999	1998	1999	1997	1998	1999	1998	1999
Mitte März	-	-	27,7	31,0	-	-	-	4,6	3,67	-
Anfang April	29,4	32,4	27,2	29,8	34,2	2,54	4,08	0	3,77	7,09
Mitte April	26,2	30,9	29,0	28,1	32,7	2,36	3,31	3,0	2,94	6,31
Anfang Mai	25,3	1)	33,4	25,2	32,7	2,30	1)	3	0,62	4,93
Mitte Mai	23,0	26,8	-	-	n. b.	1,63	1,66	2,97	-	n. b.
								2,70		
								-		
GD $\pm$ 5 %	2,8	2,7	2,6			0,25	1,03	0,85	0,75	0,98

1) vollkommener Ertragsausfall durch starken Hagel während der Reife

Insbesondere Aussaaten in der 2. Maihälfte, in manchen Jahren auch bereits Anfang Mai, zeigen einen starken Ertragseinbruch, indem die relativ kurzstrohigen Bestände regelrecht mit Krankheiten übersät sind.

In Ausnahmefällen kann es auch zu einem Anstieg des TKG's und des Ölgehaltes von Aussaatzeitpunkt zu Aussaatzeitpunkt kommen, wie die Ergebnisse der entsprechenden Versuche in Dornburg ausweisen (Tab. 16 und 17). Das hat seine Ursache darin, dass der Hauptkrankheitsbefall und die teilweise Vernichtung der Pflanzen vor Beginn der Kornentwicklung der späten Aussaaten stattfand. Die verbliebenen Fruchtstände konnten

dann relativ ungestört abreifen. Trotz eines 20 % höheren Ölgehaltes der 4. Aussaat gegenüber der 1. Aussaat erreicht letztere dennoch 70 % höhere Ölerträge.

Aus den Versuchen folgt:

Iberischer Drachenkopf muss so früh wie möglich ausgesät werden. Leichte Fröste bis -5 °C schaden ihr nicht. Der späteste Aussaattermin sollte Ende April sein. Maisaaten sind, selbst wenn sie in günstigen Jahren noch einen vollen Ertrag bringen können, wegen der negativen Auswirkungen auf den Ölgehalt und Ölertrag zu vermeiden.

3.1.6 Gestaffelte Erntetermine

In der Literatur, auch in der neueren (HONDELMANN, RADATZ), wird immer wieder auf den lockeren Samensitz, d. h. das Ausfallen der reifen Samen aus der geöffneten Frucht als eine Quelle größerer Ertragsverluste hingewiesen. Besonders ins Gewicht fällt dabei noch, dass der Drachenkopf nicht gleichmäßig blüht und abreift, sondern innerhalb der einzelnen Blütenstände von unten nach oben. Auch blühen und fruchten die Nebentriebe etwas später als die Haupttriebe. Allerdings erstreckt sich die Blühdauer eines Bestandes über keinen längeren Zeitraum als maximal 2 Wochen.

Um zu ergründen, welche Ertragsverluste durch Samenausfall bei einer verzögerten Ernte auftreten, wurde 1997 in Dornburg begonnen, den Drachenkopf zu verschiedenen Terminen zu ernten. 1998 und 1999 wurden entsprechende Versuche in den Dornburg und Friemar wiederholt. Die Ergebnisse der Versuche sind den Tabelle 18 und 19 zu entnehmen.

Tabelle 18: Einfluss unterschiedlicher Erntetermine auf Ertrag und TKG von Iberischem Drachenkopf, Dornburg 1997 bis 1999, Friemar 1998 und 1999

Erntetermin	Ertrag (dt/ha, 91 % TM)					TKG (g)				
	Dornburg			Friemar		Dornburg			Friemar	
	1997	1998	1999	1998	1999	1997	1998	1999	1998	1999
1 frühestmöglich	8,6	9,6	15,8	12,5	23,	3,9	4,7	3,4	4,	4,48
2 1 + 1 Woche	9,4	11,	17,1	6,0	9	6	1	0	08	4,50
3 1 + 3 Wochen	11,0	5	14,2	2,2	17,	3,9	4,6	3,6	4,	4,53
4 wie 2, nach Sikkation mit Reglone (3 l/ha)	10,0	1,8	7,7 ¹⁾	-	8	1	9	0	27	-
					18,	3,9	4,2	3,4	4,	
					9	6	7	5	08	
					21,			3,4	-	
					2			4		
GD t 5 %	3,6	4,6	3,9	4,0	3,2	0,73	0,27	0,17	0,19	0,07

1) 1999: 1 + 4 Wochen später, keine Sikkation

Tabelle 19: Einfluss unterschiedlicher Erntetermine auf den Ölgehalt und den Ölertrag von Iberischem Drachenkopf, Dornburg 1997 bis 1999, Friemar 1999

	Ölgehalt (% i. d. TM)				Ölertrag (dt/ha)			
	Dornburg			Friemar	Dornburg			Friemar
	1997	1998	1999	1999	1997	1998	1999	1999
1 frühestmöglich	31,4	32,6	25,8	32,1	2,46	2,85	3,72	6,97
2 1 + 1 Woche	30,3	32,5	26,3	32,4	2,59	2,96	4,08	5,25
3 1 + 3 Wochen	29,6	30,5	25,8	32,4	2,96	0,50	3,35	4,69
4 wie 2, nach Sikkation mit Reglone (3 l/ha)	30,2	-	25,5 ¹⁾	32,8	2,78	-	1,78	6,34
GD t 5 %	3,4	1,5	0,6	0,4	1,03	1,27	0,94	0,95

1) 1999: 1 + 4 Wochen später, keine Sikkation

Die Ergebnisse weisen aus, dass es offenbar nicht ganz einfach ist, den richtigen Erntezeitpunkt zu erfassen. Das wird besonders deutlich beim Vergleich der Werte der Tabelle 18 mit denjenigen der Tabelle 3 (Variante: 15 kg Saatgut/ha bei 20 cm Reihenabstand). Die entsprechenden Zahlen sind in Tabelle 20 der besseren Übersicht halber noch einmal zusammengestellt. Während in Dornburg die Zahlenwerte nicht signifikant voneinander abweichen und der als "optimal" gewählte Erntetermin tatsächlich der günstigste war, bestehen zwischen den in Friemar 1999 in dem Gros der Versuche erzielten Erträge und den bei der Wahl eines besseren Termins erzielbaren Erträgen beachtliche Unterschiede.

Tabelle 20: Vergleich der in den Dornburg 1997 bis 1999 und Friemar 1998 und 1999 mit Iberischem Drachenkopf im Versuch "Erntetermin" erzielten Höchsterträge (in dt/ha) mit denjenigen aus dem Versuch "Bestandesetablierung" (Ernte zum "optimalen" Zeitpunkt)

Variante	Dornburg			Friemar	
	1997	1998	1999	1998	1999
Saatstärke 15 kg/ha, Reihenabstand 20 cm Bestandesetablierung	11,6	12,3	18,2	13,5	16,5
Saatstärke 15 kg/ha, Reihenabstand 20 cm Erntetermine	11,0 (3.) ¹⁾	11,5 (2.)	17,1 (2.)	12,5 (1.)	23,9 (1.)

1) Nummer des „optimalen“ Termins in Klammern

Die 7,4 dt/ha Minderertrag hinsichtlich Drillweite und Aussaatstärke gegenüber dem mit dem Erntetermin-Versuch übereinstimmenden Variante des Versuches zur Bestandesetablierung sind ca. 1/3 des tatsächlich 1999 in Friemar möglichen Ertrages. Die Unterschiede können mehrere Ursachen haben. Zum einen wurde mit FAL 29072 1999 eine andere Herkunft angebaut als in den Jahren zuvor und auch in Dornburg 1997 bis 1999, wo ausschließlich LAL 8/79 zum Anbau kam. Es kann sein, dass es sich bei LAL 8/79 im Gegensatz zu FAL 29072 um bereits vorselektiertes Material und keine reine Wildherkunft handelt, bei der sich das einzige Wildpflanzenmerkmal des Iberischen Drachenkopfs, der lockere Samensitz, sich nur noch in geringem Maße manifestiert.

Zum anderen ist es durchaus möglich, dass in Friemar generell der 1. Erntetermin zu spät gewählt wurde. So erfolgte z. B. 1998 die 1. Ernte (witterungsbedingt) erst am 17.08. in dem bereits abgereiften Bestand, in Dornburg (offenbar etwas zu früh, mit nahezu gleichem Aussaattermin wie Friemar) bereits am 30. Juli. Die Haupternte war in Friemar ebenfalls am 17.08.1998.

Dass 1999 die Ernte der Versuche wiederum zu spät erfolgte, ergab sich rein zufällig dadurch, dass der Versuch "Erntetermin" ca. 2 Wochen zeitiger als der Versuch

"Bestandesetablierung" ausgesät wurde. Welche Auswirkungen bereits eine geringe Überständigkeit der Bestände haben kann, zeigt Tabelle 21, in der Versuche mit annähernd gleicher Vegetationsdauer, aber unter verschiedenen Ernteterminen zusammengefasst sind.

Tabelle 21: Einfluss unterschiedlicher Erntetermine auf den Kornertrag, das TKG, den Ölgehalt und den Ölertrag von Iberischem Drachenkopf, Friemar 1999

Versuch	Aussa at	Ernte	Ertrag		TKG (g)	Ölgehal t (% i.d. TM)	Ölertr ag (dt/ha)
			(dt/ha, 91 % TM)	(%)			
Saatzeit Bestandesetablierung	10.04.9 9	02.08. 99	21,2	128,5	4,50	32,7	6,31
	12.04.9 9	12.08. 99	16,5	100,0	4,09	32,8	5,12
Sikkation Erntetermin Saatzeit	01.04.9 9	02.08. 99	21,2	100,0	4,53	32,8	6,34
	01.04.9 9	30.07. 99	23,9	112,7	4,48	32,1	6,97
	25.03.9 9	30.07. 99	22,8	104,8	4,53	34,2	7,09

Man sieht, dass bei einer offenbar ausfallgefährdeten Form wie FAL 29072 ein Hinauszögern der Ernte um 2 Tage bereits Ernteverluste von 10 % verursachen kann. Weil sich der Erntetermin naturgemäß nicht auf den Ölgehalt des Erntegutes auswirkt (Tab. 19 und 21), verringern sich die Ölerträge parallel zu den Kornerträgen (Tab. 19, 20, 21).

Um zu beantworten, wann die Ernte am günstigsten erfolgen sollte, muss noch einmal auf die entsprechenden Versuche am Standort Dornburg eingegangen werden.

Der 1. Termin war in allen Versuchsjahren dann erreicht, wenn der größte Teil des Samenstandes abgestorben, die Spitzen aber noch grün waren. Das war offensichtlich immer zu früh. Noch grüne Samen werden nicht ausgedroschen und schmälern dadurch das Ertragsergebnis (Tab. 15). Erst wenn alle Kelche des Samenstandes braun sind, ist die Erntereife des Bestandes erreicht. Dieser Zeitpunkt liegt ca. 6 Wochen nach Blühbeginn.

Wenn die Bestände abgereift sind, darf mit der Ernte nicht gewartet werden, weil bereits eine einwöchige Überständigkeit die Ertragsverluste auf über 50 % durch Wind und Regen anwachsen lässt. Eine Sikkation der unreifen Bestände bringt keine Vorteile (Tab. 19). Bei einem weitgehend optimalen Erntetermin ist der Samenausfall relativ gering. Er beträgt dann maximal 10 %. Damit wird deutlich, dass das Merkmal "lockerer Samensitz" nicht so gravierend für die Ertragshöhe des Iberischen Drachenkopfs sein muss, wie es in der Literatur beschrieben wird. In den 5 Jahren, in denen der Iberische Drachenkopf in Dornburg angebaut wird, ist die aufgewachsene Ernte immer sicher und verlustarm vom Feld gebracht worden. Trotz der Neigung von Iberischem Drachenkopf zum Samenausfall sollte die Ernte bei trockenem, sonnigem Wetter erfolgen. Bei feuchten Beständen lösen sich die Samen nur unvollständig aus den Kapseln. Über technische Fragen des Mähdruschs informiert die Kulturanleitung im Anhang dieses Berichtes.

3.1.7 Unkrautkontrolle

Grundvoraussetzung einer effektiveren Produktionstechnologie beim Industriepflanzenanbau ist eine gezielte Unkrautbekämpfung mit Hilfe von chemischen Pflanzenschutzmitteln. Zwar wächst der Iberische Drachenkopf im allgemeinen so zügig und die Bestände sind so üppig, dass in der Regel Unkraut gut unterdrückt wird, im Jugendstadium unmittelbar nach dem Auflaufen sind die Bestände jedoch zunächst stark durch Unkraut gefährdet.

Diese Erkenntnis wurde bereits von LOWIG (1943) ausgesprochen, "Während der ersten Jugendentwicklung wird Lallelantia leicht von Unkraut überwachsen, deshalb ist vor der Aussaat für einen möglichst unkrautfreien Acker zu sorgen. Später unterdrückt die Pflanze infolge ihres schnellen üppigen Wachstums das Unkraut vollständig". Dem ist nichts hinzuzufügen. In den eigenen Versuchen hat sich tatsächlich immer wieder gezeigt, dass bei merklichem Unkrautdruck die Unkrautbekämpfung sehr früh vorgenommen werden muss. Bei geringer Verunkrautung des Ackers kann sie dagegen gänzlich unterbleiben. Welche Mittel eingesetzt werden können, ist in umfangreichen Untersuchungen 1997 bis 1999 ermittelt

worden.

Vor Beginn der Untersuchungen zur ackerbaulichen Eignung des Iberischen Drachenkopfs in diesem Projekt waren naturgemäß keinerlei Herbizide zu dieser Pflanze bekannt. Bekannt war nur aus einer zufälligen Beobachtung, dass die Pflanze gegenüber dem im Rapsanbau gebräuchlichen Elancolan bzw. Elancolan K außerordentlich empfindlich reagiert, indem es auf dem Versuchsfeld infolge geringer Abdriften bei der Unkrautbekämpfung der Krambe (*Crambe abyssinica*) 1996 zu einem teilweisen Totalausfall des Drachenkopfs kam. Später hat sich gezeigt, dass sich bei einem Nachbau von Iberischem Drachenkopf nach Raps das schwer abbaubare Elancolan K durch beträchtliche Schädigung der Jungpflanzen bemerkbar machen kann.

In ersten Untersuchungen zur Schließung der Indikationslücke wurden 1997 erstmalig 12 Herbizidvarianten mit 6 verschiedenen Wirkstoffen geprüft. Ausgewählt wurden Mittel, die eine Wirkschwäche gegenüber Unkräutern aus der Familie der Labiateae, denen die Probandin angehört, aufweisen. Es handelte sich um:

Duplosan DP	2,5 l/ha	Nachauflauf
Duplosan DP	Splitting 1,25 + 1,25 l/ha	Nachauflauf
Basagran	2,0 l/ha	Nachauflauf
Basagran	Splitting 1,0 + 1,0 l/ha	Nachauflauf
Basagran 4S	1,5 l/ha	Nachauflauf
Basagran 4S	0,75 l/ha	Nachauflauf
Lentagran	2,0 kg/ha	Nachauflauf
Lentagran	Splitting 1,0 + 1,0 l/ha	Nachauflauf
Stomp SC	2,5 l/ha	Vorauflauf
Stomp SC	5,0 l/ha	Vorauflauf
Goltix	2,0 kg/ha	Vorauflauf
Goltix	4,0 kg/ha	Vorauflauf

Von den aufgeführten Herbizidvarianten wurden Basagran und Duplosan DP bei einmaliger Applikation bei gleichzeitig ausreichender Wirkung gegenüber Unkräutern von den Pflanzen gut toleriert. Möglich ist auch ein Splitten der Basagranbehandlung, während sich diese Variante bei Duplosan DP wegen doch merklicher Schädigung der Kulturpflanze als ungeeignet erwies. Die Wirkung der Vorauflaufbehandlungen mit Stomp SC und Goltix konnte 1997 wegen der anhaltenden Trockenheit im Frühjahr nicht ausreichend beurteilt werden. Beide Mittel, wie auch die aussichtsreichsten Varianten von 1997, sind 1998 erneut geprüft worden.

Tabelle 22: Herbizidanwendung in Friemar 1998 (2,0 l/ha Basagran)

	Datum
Aussaat	07.04.1998
Auflaufen	22.04.1998
Herbizidanwendung	05.05.1998

Der Einsatz von Basagran hat sich auch 1998 wieder bewährt. Sowohl in dem speziellen Versuch in Dornburg als auch zur Unkrautbekämpfung bei der Behandlung der Prüfungen in Friemar erwies sich seine Tauglichkeit. In Friemar waren nach

frühzeitiger Anwendung des Herbizides (2 Wochen nach dem Auflaufen der Kultur (Tab. 22) die Bestände völlig unkrautfrei, während in Dornburg bei einer Applikation eine Woche später insbesondere Sonnenwolfsmilch (*Euphorbia helioscopia*) nicht geschädigt war und die Bestände später per Hand bereinigt werden mussten.

Aus den Ergebnisse lässt sich ableiten, dass Basagran, um eine optimale Wirkung zu erreichen, 1,5 - 2 Wochen nach dem Auflaufen der Saat appliziert werden sollte.

Duplosan DP dagegen erwies sich auch 1998 als sehr problematisch. Selbst bei einmaliger Spritzung war eine deutliche Wuchsdepression der Drachenkopfpflanzen ersichtlich, die zwar überwunden wurde, aber doch zu einem Entwicklungsrückstand und späterer Ertragsminderung führte. Die Unkrautwirkung war im Vergleich zur Basagran-Variante unzureichend. Von einer weiteren Anwendung von Duplosan in den Versuchen ist deshalb abgesehen worden.

Die Ergebnisse mit Stomp SC und Goltix waren 1998, wie schon 1997, wiederum nicht eindeutig, wobei

jedoch bei beiden Herbiziden negative Auswirkungen auf die Entwicklung des Iberischen Drachenkopfs zu beobachten waren. Auch diese beiden Herbizide sind aus dem weiteren Versuchsprogramm gestrichen worden. Neu in die Untersuchungen aufgenommen wurde Patoran, dass im Praxisanbau unter anderem in Zitronenmelisse (*Melissa officinalis*) und Moldawischem Drachenkopf (*Dracocephalum molda vica*) appliziert wird. Im Voraufbau in Aufwendungen von 0,5 bis 5,0 l/ha eingesetzt, erwies sich dieses Mittel ab 2,0 l/ha als hochwirksam. Die ansonsten stark mit Unkraut belastete Fläche zeigte sich 3 Wochen nach der Patoran-Behandlung völlig unkrautfrei. Der Drachenkopf war selbst bei der höchsten Aufwandmenge nicht geschädigt. 1999 sind abschließend nur noch Basagran und Patoran in Einzelapplikationen und in verschiedenen Kombinationen geprüft worden. Über die Auswirkungen bei ihrer Anwendung auf Kornertrag, TKG und Ölgehalte informiert Tabelle 23.

Tabelle 23: Einfluss unterschiedlicher Herbizidvarianten auf den Kornertrag, das TKG und den Ölgehalt von Iberischem Drachenkopf, Dornburg 1999

Variante	Kornertrag (dt/ha, 91 % TM)	TKG (g)	Ölgehalt (% i. d. TM)	Wirksamkeit	Verträglichkeit
Unbehandelte Kontrolle	19,9	3,94	28,4	-	-
Patoran 2,0 l/ha	17,0	3,76	26,4	gut	gut
Patoran 4,0 l/ha	15,5	4,18	25,0	gut	schlecht
Basagran 2,0 l/ha	20,8	3,81	27,9	gut	gut
Patoran 2,0 l/ha + Basagran 1,5 l/ha	16,1	4,05	28,0	gut	mittel
Patoran 4,0 l/ha + Basagran 1,5 l/ha	11,9	3,90	27,8	gut	gut
GD t 5 %	3,3	0,18	n. b.		

1999 war die Verunkrautung nur gering, so dass eine Unkrautbekämpfung nur geringe Effekte hinsichtlich der Zunahme des Kornertrages zeigt. Die Applikation des Patorans erfolgte erst ca. 5 Tage nach der Saat als der Drachenkopf bereits kurz vor dem Auflauf stand, so dass die Keimlinge durch das Herbizid leichte Schäden davontrugen. Dennoch kann festgestellt werden, dass sich Patoran im Voraufbau (1 bis 3 Tage nach der Saat) und Basagran im Nachaufbau für eine Anwendung im Iberischen Drachenkopf gut eignen.

3.1.8 Praxis-Versuche

Die Ergebnisse der Parzellen-Versuche sind ohne Schwierigkeiten in die landwirtschaftliche Praxis zu übertragen, wie der dreijährige Praxis-Anbau parallel zu den bisher beschriebenen Untersuchungen ausweist. Prinzipiell treten dabei die gleichen Probleme auf wie beim Anbau in den Versuchstationen. So musste 1997 der Praxisschlag von ca. 3 ha wegen starker Auflaufschäden durch Erdflöhe befall umgebrochen und neu angesät werden. Wegen des späten Saattermins Ende Mai lag der Gesamtertrag mit 3 dt/ha sehr niedrig.

Der in der Agrargenossenschaft Niedertrebra bei Apolda 1998 durchgeführte Anbauversuch umfasste insgesamt 7 ha auf zwei sehr unterschiedlichen Schlägen. Der erste, kleinere Schlag (1,5 ha) lag am Südhang eines kleinen Höhenzuges. Trotz der ungünstigen Voraussetzungen (Verwitterungsboden, im Sommer stark austrocknend) wurden auf ihm doppelt so hohe Erträge wie auf dem zweiten Schlag mit dem wesentlich besseren Boden (Löß, gute Wasserhaltefähigkeit, total eben) erreicht (15,3 zu 8,2 dt/ha gereinigte Saatware), obgleich der Bestand des letzteren zunächst sehr viel besser entwickelt war. Wegen zu spät und zu zögerlich vorgenommener Unkrautbekämpfung (nur 1 l/ha Basagran) wurde der reichlich vorhandene Weiße Gänsefuß nur wenig geschädigt und überwuchs später den Bestand vollständig. Die Ernte war nur nach Sikkation mit Reglone möglich.

Das Erntegut wies ca. 40 % Fremdbesatz auf. Dagegen betrug der Fremdbesatz des ersten Schlages nur 8 %, obgleich keinerlei Unkrautbekämpfung durchgeführt wurde. Eine Sikkation vor der Ernte erübrigte sich.

Insgesamt lässt sich aus dem Versuch ableiten, dass Aussaat und Ernte des Iberischen Drachenkopfes ohne Schwierigkeiten mit der vorhandenen Technik durchführbar sind. Es hat sich aber auch gezeigt, dass auf Feldern mit hohem Unkrautdruck eine frühzeitige Unkrautbekämpfung unerlässlich ist. Eine Voraufbaubehandlung mit Patoran (2 l/ha) scheint nach den bisherigen Ergebnissen am effektivsten zu sein. Außerdem zeigte der Versuch, dass die Wahl des Standortes mitentscheidend für die Ertragshöhe des Iberischen Drachenkopfes ist.

Zu dem Praxis-Anbau 1999 ist anzumerken, dass die Erträge auf insgesamt ca. 25 ha in 3 landwirtschaftlichen Betrieben außerordentlich unterschiedlich ausfielen. Auf dem 20 ha-

Schlag der Agrargenossenschaft Niedertrebra wurden 5 dt/ha geerntet. Der Grund für die niedrigen Erträge war ein viel zu später Mähdrusch. So konnte nur noch ein Teil des tatsächlich aufge wachsenen Erntegutes geborgen werden. Bis zur Ernte machten die Bestände einen guten optischen Eindruck und schienen auch weitgehend krankheitsfrei zu sein. Auch in dem 2. Betrieb wurde zu lange mit der Ernte gewartet. Das zeigen Keimfähigkeitstests, die einen Wert von 67 % aufwiesen. In Rohrbach und Friemar lag bei rechtzeitiger Ernte die Keimfähigkeit bei > 90 %. Immerhin wurden noch ca. 11,5 dt/ha geerntet. Allein der 3. Betrieb erzielte auf einem 3,5 ha-Schlag mit 17,5 dt/ha einigermaßen befriedigende Erträge.

In diesem Jahr (2000) dürften nach den Saatgut-Anforderungen, die an die TLL gestellt wurden, 80 - 100 ha Iberischer Drachenkopf angebaut werden, mehr als 60 ha davon allein in Sachsen-Anhalt.

3.1.9 Zusammenfassende Betrachtungen zum Anbauverfahren von Iberischem Drachenkopf

Aus den Versuchsergebnissen und praktischen Anbauverfahren lässt sich ableiten, dass die Inkulturnahme von Iberischem Drachenkopf nur geringe Schwierigkeiten bereitet. Es kann ohne weiteres die Saat- und Erntetechnik, wie sie in der landwirtschaftlichen Praxis gebräuchlich ist, angewandt werden. Bisher sind weder in den Versuchsstationen noch in der landwirtschaftlichen Praxis Aussaaten misslungen. Seine agronomischen Ansprüche lassen sich wie folgt definieren:

Iberischer Drachenkopf gedeiht auf geringen bis mittleren Böden in warmer, sonniger Lage. Gegen Trockenheit ist er wenig empfindlich. Böden höchster Bonität sind ungeeignet, indem sie durch üppiges vegetatives Wachstum der Pflanze Krankheiten und Lagerbildung Vorschub leisten.

Die Düngung mit Phosphor, Kali und Magnesium erfolgt nach den Ergebnissen der Bodenuntersuchungen, um mittlere Versorgungstufen mit diesen Nährstoffen zu erreichen und wird zweckmäßigerweise innerhalb der Fruchtfolge vorgenommen. Die N-Versorgung sollte einen Gehalt von 60 kg leichtlöslichem N/ha in 0 - 60 cm Bodentiefe bei Vegetationsbeginn nicht übersteigen. Durch eine einmalige Gabe von 10 - 30 kg zur Aussaat ist dieses Niveau im all gemeinen zu erreichen.

Die Aussaat muss so zeitig wie möglich erfolgen und sollte spätestens Mitte April abgeschlossen sein. Um eine zu tiefe Kornablage zu vermeiden, muss der Boden rückverfestigt sein oder mit dem Präzisionsdrillschar für Feinsämereien vorgenommen werden. Über spezielle Vorfrüchte für den Iberischen Drachenkopf ist nichts bekannt, sie sollte allerdings nicht nach Raps, der mit Elancolan K behandelt wurde, angebaut werden. Zur Erzielung guter, geschlossener Bestände sind Aussaatmengen von 15 kg/ha erforderlich. Günstige Reihenabstände sind < 30 cm.

Wegen seiner schnellen Jugendentwicklung ist bei Iberischem Drachenkopf nur zu Vegetations beginn eine Unkrautbekämpfung erforderlich und dann auch nur bei Böden, die stark zur Ver unkrautung neigen. Zur Unkrautbekämpfung eignen sich Patoran im Voraufbau und Basagran im Nachaufbau (je 2 l/ha).

Ende Juli/Anfang August hat der Drachenkopf die Erntereife erreicht. Die Bestände sind dann weitgehend abgestorben und müssen zügig abgeerntet werden, um den Samenausfall möglichst gering zu halten. Die Ernte sollte bei vollem Sonnenschein erfolgen, weil sich nur dann die Samen gut aus den Kapseln lösen.

Alles in allem bereitet der Anbau von Iberischem Drachenkopf keine Schwierigkeiten. Problematisch ist allerdings die Wahl des optimalen Erntezeitpunktes. Neben dem jahresbedingten Pilzbe fall, der sich bisher noch nicht mit der nötigen Effizienz bekämpfen lässt, ist die richtige Wahl des Erntetermins mit entscheidend über die Ertragshöhe.

3.2 Herkunftsprüfung

In der russischen Literatur sind mehrere Sorten von Iberischem Drachenkopf aufgeführt, die

für den Anbau im Süden der damaligen Sowjetunion vorgeschlagen wurden (SCHAPAROW, 1956; KUTSCHEROW, 1974). Weil aber der Anbau von Iberischem Drachenkopf offenbar bereits in den 60er und 70er Jahren ganz zum Erliegen gekommen sein dürfte, ist es zweifelhaft, ob die einzelnen Sorten als solche noch existieren. Außerdem ist nicht aufgeführt, wodurch sie sich auszeichneten. Für die Untersuchungen ist auf 4 Formen aus der Genbank des Instituts für Kulturpflanzenforschung Gatersleben, weiterhin 3 Formen aus botanischen Gärten sowie 8 unterschiedliche Herkünfte aus der FAL Braunschweig-Völkenrode, mit denen bereits HON DELMANN und RADATZ ihre Untersuchungen über Mittelwerte und Spannweiten von Ölgehalt (1984) und Fettsäurezusammensetzung der Öle durchgeführt haben, zurückgeriffen worden. Tabelle 24 gibt einen Überblick über Herkunft, Ursprungsland (soweit bekannt) sowie (teilweise) Ölgehalte und TKG der 15 ursprünglichen Herkünfte.

Tabelle 24: Übersicht über Herkunft, TKG und Ölgehalt der ursprünglichen Herkünfte von Iberischem Drachenkopf

Herkunft	Bezeichnung	Ursprungsland	Ausgangsmaterial	TKG (g)			Ölgehalt (% TM)		
				1997	1998	1999	1997	1998	1999
Gatersleben	LAL 14/77 ("Donskaja")	GUS	4,91	4,35	4,88 ²)	3,73 ³)	30,0	32,6 ²)	26,0 ³)
	LAL 08/77 ("L-74")	n. b.x), wahrscheinlich GUS	5,10	4,19	4,74 ²)	3,69 ³) 4,67 ⁴)	30,0	34,2 ²)	26,4 ³) 37,6 ⁴)
	LAL 12/79	n. b.x), wahrscheinlich GUS	4,93	4,32	4,91 ²)	3,69	28,3	37,6 ²)	26,7 ³)
	LAL 15/81 ("VIR 11")	GUS	5,44	4,48	4,98 ²)	-	27,0	31,5 ⁵)	-
Braunschweig-Völkenrode	29009	BRD, Wildform	5,05	4,07	5,63 ¹)	-	19,2	30,9 ²)	-
	29072	Großbritannien, Wildform	4,43	4,17	4,49 ¹) 4,49 ²)	3,19 ³) 4,64 ⁴) 4,25 ⁵)	29,8	34,0 ¹) 33,4 ²)	27,5 ³) 37,8 ⁴) 33,2 ⁵)
	29105	Bulgarien, Wildform	4,75	4,54	5,37 ¹) 4,93 ²)	-	18,6	30,9 ²)	-
	29106	Bulgarien, Wildform	3,78	3,79	4,08 ¹) 5,72 ²)	-	23,5	21,4 ¹) 32,1 ²)	-
	29120	BRD, Landsorte	4,68	4,54	- xxx)	-	23,2	- xxx)	-

	29197	Bulgarien, Wildform	4,20	3,7 6	4,4 4 ¹) 4,8 1 ²)	-	31, 6	31, 8 ²)	-
	45725	GUS, Wildform	4,68	3,7 5	3,9 5 ¹)	-	25, 7	16, 6 ¹)	-
	45769	BRD, Wildform	4,16	4,0 0	4,2 5 ¹) 4,9 3 ²)	3,3 1 ³)	24, 5	33, 6 ²)	26, 0 ³)
Botanischer Garten Jena	Jena I	n. b.X)	_xx)	4,5 5	3,9 9 ¹)		- xxx x)	25, 2 ¹)	-
	Jena II	n. b.X)	_xx)	4,0 0	5,5 3 ¹)		- xxx x)	25, 0 ¹)	-
Botanischer Garten Basel	Basel	n. b.X)	_xx)	4,2 5	4,6 5 ¹)		- xxx x)	25, 3 ¹)	-

x) nicht bekannt 1) 1998 Gewächshaus 5) Friemar
xx) nicht bestimmbar, nur ca. 20 Samen 2) 1998 Feld
xxx) 1998 nicht angebaut 3) 1999 Dornburg Feld
xxxx) 1997 nicht bestimmt 4) 1999 Müllheim

Von jeder Herkunft standen nur 20 bis 200 Körner zur Verfügung, so dass sie für einen größeren Anbauumfang zunächst hochvermehrt werden mussten. Das geschah z. T. durch Anbau an Isolierstellen auf dem Versuchsfeld, z. T. aber auch in Mitscherlichgefäßen unter Isolierhauben im Gewächshaus. Weil LAL 8/79 aus Gatersleben der erste in Dornburg vorhandene Lallelantia-Genotyp war, sind die meisten agrotechnischen wie auch Mutations-Versuche mit dieser Herkunft durchgeführt worden. Mehrjährige Prüfungen haben immer wieder gezeigt, dass mit LAL 8/79 eine der leistungsfähigsten Formen des kleinen Sortimentes ausgewählt wurde, die vielleicht im TKG von anderen Herkünften übertroffen wird, nicht aber in Bezug auf Ertrag und Ölgehalt.

1997 wurde begonnen mit den 4 Gaterslebener Herkünften Feldprüfungen durchzuführen. In Dornburg wurde diese Prüfung 1998 um 5 Herkünfte aus Braunschweig-Völkenrode erweitert, 1999 auf 3 Gaterslebener und 2 Braunschweig-Völkenroder-Herkünfte beschränkt. Daneben kamen 1999 noch 11 Mutanten in der Herkunftsprüfung zum Anbau. Wegen der besseren Übersichtlichkeit werden ihre Ertragsleistungen unter "Mutanten-Nachkommenschaften" (MNK) abgehandelt. In einer Prüfung in Müllheim standen im wesentlichen auch MNK. Auch diese Prüfung wird erst später besprochen.

Mit Ausnahme von LAL 15/81 (und mit Einschränkungen FAL 29106) unterscheiden sich die Herkünfte ertraglich wenig voneinander. LAL 15/81 ("Donskaja") ist die einzige Herkunft die etwa zu gleichen Teilen aus violett- und weißblühenden Individuen besteht. In beiden Prüfjahren und an beiden Prüforten war sie den übrigen Gaterslebener Herkünften um mehr als 30 % unterlegen, obgleich es sich möglicherweise um eine früher angebaute "Sorte" handeln könnte. Auch eine Auslese nur violett blühender Pflanzen brachte keinen Ertragsfortschritt. Die Mindererträge scheinen auf eine besonders hohe Krankheitsanfälligkeit

zurückzuführen sein. Unter anderen Klimabedingungen ist sie möglicherweise durchaus ertragsstabil. Die restlichen 3 Gaterslebener Herkünfte machen einen ausgeglicheneren Eindruck und unterscheiden sich in keinem der 3 Prüffahre im Hinblick auf ihre Ertragsfähigkeit. Weil auch ihre Ölgehalte sich in den einzelnen Jahren kaum unterscheiden, sind auch die Ölerträge nicht sehr verschieden (Tab. 25).

Tabelle 25: Ertrag und TKG verschiedener Herkünfte von Iberischem Drachenkopf, Dornburg 1997 bis 1999 und Friemar 1997

Herkunft	Ertrag (dt/ha, 91 % TM)				TKG (g)				Krankheiten zur Blüte (1 - 9) Dornburg	
	Dornburg			Friemar	Dornburg			Friemar		
	1997	1998	1999	1997	1997	1998	1999	1997	1998	1999
LAL 14/77	11,5	12,8	12,7	12,8	4,31	4,88	3,73	4,08	3,0	5,0
LAL 8/79	10,4	11,3	14,6	12,5	4,19	4,74	3,69	4,18	4,0	5,2
LAL 12/79	12,1	12,1	13,1	-	4,32	4,61	3,69	-	4,5	5,8
LAL 15/81	7,4	7,2	-	8,3	4,48	4,98	-	4,72	6,0	-
andere aus LAL 15/81	-	8,7	-	-	-	5,01	-	-	6,0	-
FAL 29072	-	9,7	12,5	-	-	4,49	3,19	-	2,0	6,0
FAL 29105	-	9,7	-	-	-	4,93	-	-	2,0	-
FAL 29106	-	7,9	-	-	-	5,37	-	-	5,0	-
FAL 29197	-	9,8	-	-	-	4,81	-	4,5	-	
FAL 45769	-	10,1	14,0	-	-	4,94	3,31	-	3,5	6,2
GD _t 5 %	2,6	2,3	2,4	3,9	0,24	0,29	0,6	0,18	-	-

Von den Herkünften aus Braunschweig-Völkenrode übertrifft keine diejenigen aus Gatersleben (Tab. 25 und 26).

Tabelle 26: Ölgehalt und Ölertrag der in Tabelle 24 aufgeführten Drachenkopf-Formen, Dornburg 1997 bis 1999

	Ölgehalt (% i. d. TM)			Ölertrag (dt/ha)		
	1997	1998	1999	1997	1998	1999
LAL 14/77	30,0	32,6	26,0	3,14	3,78	3,00
LAL 8/79	30,0	33,9	26,4	2,84	3,49	3,52
LAL 12/79	28,3	37,1	26,7	3,42	4,52	3,15
LAL 15/81	27,0	31,5	-	2,00	2,06	-
andere aus LAL 15/81	-	31,2	-	-	2,47	-
FAL 29072	-	33,4	27,5	-	2,95	3,12
FAL 29105	-	31,0	-	-	2,74	-
FAL 29106	-	32,6	-	-	2,34	-
FAL 29197	-	31,8	-	-	2,84	-
FAL 45769	-	33,6	26,0	-	3,09	3,31
	2,6	2,8	1,1	1,1	1,22	0,61

Die guten Krankheitsbonituren der Herkunft FAL 29072 haben sich - wie erwähnt - nicht bestätigt, 1999 waren alle Prüfglieder in gleichem Maße zum Boniturtermin stark geschädigt. Insgesamt ist es schwierig, aus den bisher vorhandenem Material eine Herkunft für weiterführen de Arbeiten auszuwählen. Hoch signifikante Unterschiede in Bezug auf Ölgehalt, Kornertrag und Krankheitsresistenz/-toleranz scheinen fast ausschließlich das Ergebnis von Umwelteffekten und nicht genetisch bedingt zu sein.

Die Vermehrung im Gewächshaus in Dornburg unter Isolation hatte wesentlich geringere Erträge zur Folge als die Gefäßversuche in der Gefäßstation in Jena. Das lag zum einen daran, dass in Dornburg keine Krankheitsbekämpfung vorgenommen wurde. Zum anderen sicherten die Temperaturen in dem nicht klimatisierbaren Gewächshaus keine ideale Wachstumsbedingungen für die Pflanzen. Wie man Tabelle 27 entnehmen kann, lagen die durchschnittlichen Erträge/MG 1997 bei max. 20 %, 1998 bei max. 30 % der in den Gefäßen der Gefäßstation der TLL in Jena erreichten Ergebnisse (vgl. Tab. 13).

Tabelle 27: Erträge und Anzahl ausgesäeter und geernteter Gefäße mit Iberischem Drachenkopf aus Braunschweig Völkenrode, Dornburg 1998

Herkunft	Ertrag (g/MG b. 91 % TM)		TKG (g)		Gefäße		Ölgehalt (%)	
	1997	1998	1997	1998	ausgesät	geerntet	1997	1998
29009	4,0	8,3	3,76	5,63	10	10	19,2	30,9
29072	5,8	11,7	4,10	4,49 (4,49) ¹⁾	10	10	29,8	34,0 (33,4)
29105	4,2	-	3,92	- (4,03)	-	-	18,6	- (31,0)
29106	5,8	9,0	3,80	4,08 (5,72)	10	10	23,6	21,4 (33,1)
29120	5,0	-	3,89	-	-	-	23,2	-
29197	7,0	-	4,37	4,44 (4,81)	-	-	31,7	-
45725	6,0	9,9	3,75	3,95	10	9	25,7	(31,8)
45769	7,4	8,3	4,10	4,25 (4,93)	10	3	25,4	16,6
Jena	-	5,0	-	3,99	10	3	-	25,2 (33,6)

Jena II	-	6,7	-	5,53	10	3	-	-
Basel	-	7,0	-	4,65	10	3	-	-

1) Werte in Klammern aus dem Feldversuch Dornburg 1998

Interessant sind TKG und Ölgehalt der Dornburger Gefäßversuche. Wie aus den eingeklammerten Werten hervorgeht, vermögen die meisten Herkünfte beträchtlich höhere Tausendkorngewichte und Ölgehalte zu realisieren als das in den Gefäßen der Fall war. Voraussetzung ist, dass die Abreife der Bestände ab der Blüte keiner Krankheitsattacke, die zu partiellem Absterben der Pflanzen führt, gestört wird. Es zeigt sich, dass FAL 29072 (und FAL 29197) offenbar auf einen Spätbefall durch Pilze weniger empfindlich reagieren als das übrige Sortiment und dadurch eher das "sorteneigene" TKG auszubilden vermögen. Damit erreichen sie auch gleichzeitig relativ hohe Ölgehalte. Von FAL 29072, einer Wildform aus England, ist durchaus zu erwarten, dass sie krankheitsresistent sein sollte, weil sie ansonsten kaum Überlebenschancen in dem maritimen Klima Britanniens besäße. Wegen der besonderen Bedeutung der Krankheitsresistenz für die Ertragssicherheit ist FAL 29072 besonders beobachtet worden. Bei einer eventuellen Bestätigung der 1998er Ergebnisse stünde mit ihr brauchbares Material für eventuelle weitere Züchtungsarbeiten zur Verfügung. Leider kann noch immer kein abschließendes Urteil gefällt werden. In einer Herkunftsprüfung in Dornburg erhielt FAL 29072 1999 die Krankheitsboniturnote 6,0 (Bonituren 1 - 9). Ihr TKG betrug nur 3,19 g (1998: 4,49 g) und ihr Ölgehalt 27,5 % (1998: 34,0 %). In Friemar dagegen, wo alle Versuche 1999 mit FAL 29072 durchgeführt wurden, betrug das durchschnittliche TKG 4,25 g und der Ölgehalt 33,2 %. Zwar wurden die Bestände 2 x mit Ronilan gespritzt, in Dornburg brachte diese Behandlung bei 8/79 im Jahre 1999 nur eine Zunahme des TKG von 3,72 g auf 3,92 g und beim Ölgehalt eine geringfügige Steigerung um 1,4 % von 27,0 % auf 28,4 %. Vielleicht ist tatsächlich der Zeitpunkt des Krankheitsbefalls entscheidend.

Auch bei den Jungpflanzen scheinen im Hinblick auf die Krankheitsanfälligkeit zwischen den Herkünften Unterschiede zu bestehen. Besonders betroffen waren in frühen Entwicklungsstadien die Herkünfte FAL 45769, Jena I + II und Basel, bei denen von je 10 besäten Gefäßen nur 3 Mitscherlichgefäße reife Pflanzen brachten (Tab. 27).

3.3 Mutationsversuche

3.3.1 Mutagene Behandlung und Mutanten-Selektion

Zur Erweiterung der Variabilität und Induktion neuer positiver Typen dürfte eine mutagene Behandlung der vorhandenen Genotypen die erfolgversprechendste Methode sein, zumal Iberischer Drachekopf ein diploider Selbstbefruchter ist. Für die mutagene Behandlung wurde LAL 8/79 ausgewählt.

In Vorversuchen wurde die mögliche Mutagenkonzentration bestimmt. Dazu sind 2 x 100 Samen in Petrischalen in m/15-KH₂PO₄-Lösungen (pH = 4,25 - 4,65), die steigende

Mutagenkonzentrationen aufwiesen, 6 h submers eingequollen, danach gewaschen und zurückgetrocknet worden. Anschließend erfolgte die Bestimmung der Keimfähigkeit. Allein durch das Einguellen und das 6stündige Verbleiben in der Pufferlösung wurde die Keimfähigkeit der Samen bereits um ca. die Hälfte verringert (Tab. 28).

Tabelle 28: Einfluss der Mutagen-Behandlung auf die Keimfähigkeit von Iberischem Drachekopf

Behandlung	Keimfähigkeit (%)
unbehandelt	68
H ₂ O	36
1 mM NaN ₃	36
2 mM NaN ₃	30 27

3 mM NaN ₃	22
4 mM NaN ₃	7
5 mM NaN ₃	

Die eigentliche Behandlung erfolgte mit 4 mM NaN₃. Die getrockneten Samen wurden im Feld ausgedrillt und die Parzellen kurz vor der Blüte, um eine eventuelle Fremdbestäubung zu verhindern, mit Gaze abgedeckt. Das Erntegut kam im Jahr 1997 im Abstand von 40 x 20 cm zur Aussaat. Die Saatmenge betrug ca. 5.000 keimfähige Samen. Zur Reife wurden ca. 600 EP geerntet, von denen etwa 500 ausgewertet werden konnten. Die Auswertung gestaltete sich folgendermaßen:

Wägen der getrockneten Ganzpflanze

20 Einzelpflanzenweises Dreschen und Bestimmung des Samenanteils

20 Bestimmung des Harvest-Index (Anteil des Samens an der Gesamttrockenmasse).

Dieser sogenannte "Harvest-Index" ist u.a. ein Merkmal dafür, in welchem Umfang eine Pflanzensart züchterisch bearbeitet worden ist. Mit Werten (1997) zwischen 0,07 und 0,35 ($\bar{x} = 0,21$) erweist sich der Iberische Drachenkopf als wenig oder gar nicht züchterisch bearbeitet. Weizen als eine bereits langfristig und intensiv züchterisch bearbeitete Kulturpflanze erreicht in diesem Merkmal beispielsweise Werte bis 0,6. Raps wies in mehrjährigen Untersuchungen der TLL einen Harvest-Index von durchschnittlich 0,37 mit 0,31 als Minimum und 0,41 als Maximum auf.

Im allgemeinen besteht auch, wenn es sich nicht um morphologisch extrem voneinander abweichende Genotypen handelt, eine positive Beziehung zwischen Harvest-Index und Ertrag. In dem speziellen Fall des Iberischen Drachenkopfs sollte er ein Merkmal für die Festigkeit des Samensitzes sein. Genotypen, die einen besonders lockeren Samensitz aufweisen und deren Körner bei der Ernte bereits teilweise ausgefallen sind, weisen mit Sicherheit einen niedrigeren Harvest-Index auf als solche mit der entgegengesetzten Eigenschaft. Außer dem Harvest-Index wurde außerdem das TKG der EP bestimmt und schließlich sämtliche Proben zur Ölgehaltsbestimmung gegeben.

Über die Variabilität der 3 Merkmale des Mutationsramsches berichtet Tabelle 29.

Tabelle 29: Variabilität des Mutationsramsches 1997

Merkmal	n	$\bar{x}$	Minimum	Maximum	s	s_x
TKG (g)	466	3,99	2,89	5,83	0,46	0,02
Harvest-Index	522	0,21	0,07	0,35	0,05	0,00
Ölgehalt (%)	522	26,06	15,50	34,10	3,59	0,16

3.3.1.1 Harvest-Index

Die Einzelwerte des Harvest-Index sind weitgehend normalverteilt (Abb. 1).

bei EP des Iberischen Drachenkopfs, Dornburg 1997 (n = 522) Außerhalb des Bereichs $\bar{x} + 2s$ liegen 10 Pflanzen. Man darf annehmen, dass es sich hierbei mit großer Wahrscheinlichkeit (1995) um andere Idiotypen handelt. Weil nur eine Pflanze ein gegenüber dem Mittelwert erhöhtes TKG aufweist, könnte es sich tatsächlich um Typen mit festerem Samensitz handeln (Tab. 30).

Tabelle 30: Pflanzen mit einem Harvest-Index $> \bar{x} + 2s$

Pfl.-Nr.	Harvest-Index	Gesamtertrag (g)	Kornertrag (g)	TKG (g)
1	0,31	35	11,0	3,99
2	0,32	33	11,0	4,21
3	0,35	17	6,0	4,44
4	0,31	16	5,0	4,20
5	0,32	31	10,0	4,44
6	0,31	24	7,5	4,04
7	0,34	25	8,5	4,44
8 ¹⁾	0,34	16	5,5	5,15
9	0,31	13	4,0	4,14
10	0,31	32	10,8	4,15
x	0,32	24,2	7,9	4,32

1) Pflanzen kommen noch in folgenden Tabellen vor

Interessant sind auch die Pflanzen, die trotz eines deutlich unterdurchschnittlichen TKG einen relativ hohen Harvest-Index zeigen (Tab. 31).

Tabelle 31: Pflanzen mit deutlich unterdurchschnittlichem TKG, aber dennoch relativ hohem Harvest-Index

Pfl.-Nr.	TKG (g)	Harvest-Index	Gesamtertrag (g)	Kornertrag (g)
1 ¹⁾	3,74	0,30	27	8,0
2 ¹⁾	3,68	0,30	30	9,0
3	3,33	0,28	30	8,5
4	3,74	0,29	24	7,0
5	3,52	0,29	21	6,0
6	3,78	0,29	32	9,0
x	3,63	0,29	27,3	7,9

1) Pflanzen kommen noch in folgenden Tabellen vor

Auch sie könnten über eine verbesserte Merkmalsausprägung in Bezug auf die Festigkeit des Samensitzes verfügen.

Schließlich sind zur Erweiterung der Auslesebasis noch diejenigen Pflanzen, deren Harvest-Index an die 2 s-Grenze heranreicht, zu berücksichtigen (Tab. 32).

Tabelle 32: Pflanzen mit einem geringfügig niedrigeren Harvest-Index als $x + 2s$

Pfl.-Nr.	Harvest-Index	Gesamtertrag (g)	Kornertrag (g)	TKG (g)
1 ¹⁾	0,30	27	8,0	3,74
2	0,30	20	6,0	4,22
3	0,30	22	6,5	4,59
4	0,30	20	6,0	4,28
5	0,30	15	4,5	4,63
6 ¹⁾	0,30	30	9,0	3,68
7	0,30	33	10,0	4,28
8	0,30	15	4,5	3,98
x	0,30	22,8	7,7	4,18

1) Pflanzen kommen noch in folgenden Tabellen vor

Insgesamt ist der durchschnittliche Samenertrag von 45 Pflanzen mit einem Harvest-Index > 28 mit 7,93 g/Pflanze um ca. 20 % höher als der Durchschnitt aller untersuchten Pflanzen ($\bar{x} = 6,54$, $n = 522$). Das deutet darauf hin, dass eine EP-Auslese auf einen hohen Harvest-Index sinnvoll sein könnte, wobei zunächst nicht entschieden werden kann, ob der höhere Harvest-Index durch einen festeren Samensitz oder eine bessere Ertragsfähigkeit der entsprechenden Pflanze bedingt ist.

3.3.1.2 Tausendkorngewicht

Auch das TKG der EP folgt überwiegend der Normalverteilung (Abb. 2).

Abbildung 2: Verteilung der Einzelwerte des TKG bei EP des Iberischen Drachenkopfs, Dornburg 1997 (n = 522). Hinsichtlich des TKG's sind 10 Pflanzen dem Mittelwert in diesem Merkmal signifikant überlegen (Tab. 33).

Tabelle 33: Pflanzen mit einem TKG > $\bar{x} + 2s$				
Pfl.-Nr.	TKG (g)	Gesamtertrag (g)	Kornertrag (g)	Harvest-Index
1	4,93	42	10,5	0,25
2	5,06	49	12,0	0,25
3	5,31	24	5,5	0,24
4	5,00	30	7,0	0,23
5	5,45	20	4,0	0,20
6	5,83	25	6,0	0,24
7 ¹⁾	5,15	16	5,5	0,34
8	5,45	27	5,0	0,19
9	4,91	19	5,0	0,26
10	4,94	31	8,5	0,27
$\bar{x}$	5,20	28,3	6,9	0,24

1) Pflanzen kommen noch in folgenden Tabellen vor

Nur bei einer Pflanze ist dies gleichzeitig mit einem signifikant erhöhten Harvest-Index verbunden. Die restlichen 9 Pflanzen weisen gegenüber dem Mittelwert eine nur geringfügig erhöhte Merkmalsausprägung auf. Das ist eine Widerspiegelung der Tatsache, dass zwischen Harvest-Index und TKG bei der Gesamtheit der untersuchten Pflanzen nur eine sehr lose Korrelation besteht ($r = 0,23^{***}$, $n = 466$). Das erhöhte TKG kann mehrere Ursachen haben:

1. Es handelt sich um Mutanten mit verbesserter Merkmalsausprägung.
2. Die Pflanzen haben eine verbesserte Krankheitsresistenz und sind deshalb nicht von einer krankheitsbedingten Minderung des TKG, die in allen Versuchen 1997 in Dornburg ca. 1 g bzw. 25 % betrug, betroffen.

Es gilt, die Ursachen des erhöhten TKG weiter zu verfolgen.

3.3.1.3 Ölgehalt

Die Ölgehalte der EP schwanken zwischen 15,5 % und 34,1 % bei einem Mittelwert von 26,06 % Öl in der TM und sind damit um ca. 10 % niedriger als bei der Ausgangsform in "normalen" Jahren. Die Werte folgen ähnlich wie beim TKG und dem Harvest-Index einer Normalverteilung (Abb. 3).

Abbildung 3: Verteilung der Einzelwerte des Ölgehalts bei EP des Iberischen Drachenkopfs, Dornburg 1997 (n = 522). Zwischen dem Ölgehalt und dem TKG besteht eine lose Korrelation von $r = 0,41^{***}$, d.h. der Ölgehalt wird nur zu 33 % ($B = 0,33$) durch die Samenausbildung mitbestimmt (Abb. 4).

Abbildung 4: Beziehung zwischen TKG und Ölgehalt bei EP des Iberischen Drachenkopfs, Dornburg 1997 (n = 466). Extrem hohe Werte treten in der Gesamtheit aller Pflanzen nicht auf. Immerhin liegen 5 Pflanzen außerhalb des Bereichs von $\bar{x} + 2s$. Von ihnen darf man mit 95 %iger Wahrscheinlichkeit annehmen, dass es sich um Genotypen mit einem tatsächlich leicht erhöhten Ölgehalt handelt. Die Bestätigung kann nur der erneute Nachbau bringen (Tab. 34).

Tabelle 34: Pflanzen mit Ölgehalten $> \bar{x} + 2s$

Pfl.-Nr.	Ölgehalt (% i.d.TM)	TKG (g)	Harvest-Index
1	33,2	5,83	0,24
2	34,1	4,61	0,25
3	33,4	4,05	0,29
4	34,0	4,48	0,24
5	34,0	4,63	0,21

Auch einige Pflanzen mit überdurchschnittlichem Ölgehalt, aber unterdurchschnittlichem TKG scheinen überprüfenswert (Tab. 35).

Tabelle 35: Pflanzen mit akzeptablem Ölgehalt, aber einem niedrigen TKG

Pfl.-Nr.	Ölgehalt (% i.d.TM)	TKG
1	30,2	3,74
2	30,2	3,79
3	31,3	3,74

4	30,0	3,46
5	30,6	3,90

Zur weiteren Steigerung des Ölgehaltes ist das Saatgut der 5 positiven Abweicher 1998 wieder um mutagen behandelt und 1999 mit einem neuen Selektionszyklus begonnen.

3.3.2 Mutanten-Nachkommenschaften 1998

3.3.2.1 Allgemeines

Von den 522 selektierten untersuchten Einzelpflanzen des M₂-Mutationsversuches 1997 wurden 1998 56 auf Kleinparzellen (3 m²) nachgebaut. Es handelt sich aber in erster Linie um die in den Tabellen 30 - 35 aufgeführten 26 Pflanzen, die im Hinblick auf Harvest-Index (HI), TKG oder Ölgehalt eine Abweichung von $> x + 2s$ gegenüber dem Mittelwert der untersuchten Pflanzen des Mutantenramsches aufweisen, ergänzt um 30 weitere, die die vorgegebenen Werte nahezu erreichten.

Während der Vegetation wurden die Bestände durch Handhacke unkrautfrei gehalten. Die Ernte der reifen Pflanzen erfolgte per Hand. Vor dem Ramschen sämtlicher Pflanzen einer Nachkommenschaft (NK) wurden 5 Einzelpflanzen (EP) aus der Parzellenmitte zur erneuten Bestimmung von HI, TKG und Ölgehaltes entnommen. Das Dreschen des Ramsches geschah nach kurzer Nachtrocknung mit einem Standdrescher. Ertragsanalytische Untersuchungen an den gereinigten Ramschen umfassten die Bestimmung des Parzellenertrages, des TKG und des Ölgehaltes der einzelnen NK.

3.3.2.2 Erträge

Der durchschnittliche Ertrag aller EP betrug 374 g/Parzelle (= 12,5 dt/ha) und entspricht damit weitgehend dem Ertrag der agrotechnischen Versuche. Die Schwankungsbreite zwischen den einzelnen Parzellen war sehr groß; sie reichte von 226 g/Parzelle bis zu 610 g/Parzelle. Bei einer näheren Betrachtung der Ertragsergebnisse zeigte sich, dass die aufgrund ihres hohen HI ausgesuchten EP zu 80 % überdurchschnittliche Erträge aufweisen (Tab. 36).

Tabelle 36: Parzellen-Erträge 1998 der Mutanten-NK mit einem HI $> x + 2s$ und denjenigen mit geringfügig niedrigerer Merkmalsausprägung

Mutanten-NK mit einem HI $> x + 2s$			Mutanten-NK mit geringfügig niedrigerer Merkmalsausprägung		
Mut.-Nr. 97	HI 97	Ertrag/Parzelle 98 (g)	Mut.-Nr. 97	HI 97	Ertrag/Parzelle 98 (g)
14	0,31	463	62	0,30	319
48	0,32	436	138	0,28	364
49	0,31	567	139	0,29	381
68	0,35	481	153	0,30	366
149	0,32	457	155	0,30	354
151	0,31	455	175	0,30	241
154	0,34	571	181	0,30	325
231	0,34	267	182	0,30	286
328	0,31	368	238	0,29	481
466	0,31	436	239	0,29	318
			270	0,30	363
			363	0,30	374
			376	0,30	355
			465	0,30	493
(n = 10)		450 (120 %)	(n = 14)		359 (96 %)
gesamt (n = 55)		374 (100 %) (226 - 601)			

Mit durchschnittlich 450 g/Parzelle liegen sie 20 % über dem Gesamtmittel. Nur 2 von 10 auf einen hohen HI ausgelesenen Mutanten versagten völlig. Von den Mutanten-NK mit einem geringfügig niedrigeren HI als $> x + 2 s$ sind nur 2 (= 14 %) ertragsstärker. Damit erweisen sich die relativ hohen HI-Werte dieser Gruppe als rein zufällig. Alle EP, die vorrangig wegen ihres erhöhten TKG berücksichtigt wurden, zeigen in ihrer Gesamtheit unterdurchschnittliche Parzellenerträge. In keinem Fall erreichten die EP das TKG des Vorjahres, sondern blieben mit 10 - 30 % niedrigeren Werten immer darunter, obgleich sie die Gesamtheit aller EP in diesem Merkmale noch leicht übertreffen, die nur 4,27 g erreichten (Tab. 37).

Tabelle 37: Parzellenerträge der Mutanten-NK mit einem TKG $> x + 2 s$

Mut.-Nr	TKG (g)		Ertrag (g/Parzelle) 1998	HI 1997
	1997	1998		
37	4,93	4,46	281	0,25
38	4,94	4,00	433	0,27
39	5,06	4,49	324	0,25
72	5,31	4,82	349	0,24
77	5,00	4,24	406	0,23
93	5,45	4,82	338	0,20
99	5,83	4,60	331	0,24
231	5,15	4,39	267	0,34
314	5,16	4,24	310	0,18
320	5,02	4,22	226	0,26
322	5,00	4,20	233	0,23
397	5,45	4,18	406	0,19
-	5,19	4,39	325 (= 86,9 %)	0,24

Es hat sich die Hoffnung, dass die auf ein hohes TKG ausgelesenen Pflanzen weniger krankheits anfällig sind und deshalb ihr genotypisch hohes TKG realisieren konnten, nicht bestätigt. Es dürfte wenig sinnvoll sein, verbesserte Formen über Auslese auf ein hohes TKG erreichen zu wollen. Andererseits muss darauf hingewiesen werden, dass Pflanzen mit einem unterdurchschnittlichen TKG mit Sicherheit stark krankheitsanfällig sind.

Von den 6 Mutanten mit einem Ölgehalt $> x + 2 s$ brachten immerhin 2 beim Nachbau einen hohen Ertrag (Tab. 38), obgleich die Ertragsparameter (HI, TKG) der Ausgangspflanzen nur mittlere Werte erwarten ließen.

Tabelle 38: Mutanten mit einem Ölgehalt $> \bar{x} + 2s$ (1997) und deren Merkmalsausprägung und Parzellenerträge 1998

Mut.-Nr.	Ölgehalt (% i.d.TM)		HI 1997	Ertrag (g/Parzelle, 91 % TS) 1998	TKG (g)	
	1997	1998			1997	1998
99	33,2	29,0	0,24	331	5,83	4,60
247	34,1	33,5	0,25	481	4,61	4,61
363	33,5	29,7	0,29	374	4,05	4,10
387	34,1	29,8	0,24	303	4,48	3,70
481	34,3	28,8	0,21	455	4,83	4,53
490	33,2	29,2	0,15	260	4,10	4,47

Nach diesen Ergebnissen dürfte der HI ein durchaus brauchbares Auslesekriterium zur Selektion ertraglich überlegener Genotypen in einem Mutationsrandsch (oder einer Population) darstellen. Dass sich unter dem Rest die eine oder andere Pflanze befindet, die wegen ungünstiger Standortbedingungen oder witterungsbedingter Beschädigungen ihr hohes Ertragspotential nicht in einem hohen HI manifestieren konnte und deshalb verworfen wurde, hat bei der Vielzahl der untersuchten EP keine Bedeutung. Eine Auslese von EP auf ein hohes TKG dürfte dagegen wenig sinnvoll sein. Allerdings lässt sich feststellen, dass EP mit einem unterdurchschnittlichen TKG mit Sicherheit stark krankheitsanfällig und deshalb für einen weiteren Anbau unbrauchbar sind.

Ursprünglich war die Bestimmung des HI an EP als ein Merkmal für die Festigkeit des Samensitzes des betroffenen Genotyps gedacht. Solche, die einen besonders lockeren Samensitz aufweisen und deren Körner bei der Ernte bereits teilweise ausgefallen sind, sollten sicherlich einen niedrigeren HI aufweisen als diejenigen mit der entgegengesetzten Eigenschaft. Das hat sich an den nachgebauten Mutanten nicht bestätigt. Eine Bonitur aller Einzelpflanzen 4 Wochen nach der Ernte an Hand der aufgelaufenen Pflanzen (= ausgefallene Körner, Boniturnoten von 1 - 9 = 50 - 5000 Pflanzen/m²) ergab, dass die ursprünglich auf einen hohen HI selektierten Pflanzen mit einer durchschnittlichen Boniturnote von 4,8 (ca. 2.400 ausgefallene Körner/m²) sich nur geringfügig von der Boniturnote des gesamten Versuches (4,9; ca. 2.450 ausgefallene Körner/m²) unterscheiden. Die Ursachen für Unterschiede in den Erträgen einzelner EP bis zu 270 % (610 g/Pflanze:226 g/Pflanze) müssen damit woanders gesucht werden.

3.3.2.3 Krankheitsresistenz

Die Ergebnisse der Versuche mit den ausgewählten Mutanten machen eine unterschiedliche Krankheitsanfälligkeit der einzelnen Genotypen für ihre doch recht unterschiedlichen Parzellenerträge wahrscheinlich. Bonituren, die während der Vegetation mehrfach durchgeführt wurden, ergaben deutliche Unterschiede im Befallsgrad und -zeitpunkt. Bis zum Versuchsabschluss (= Ernte) erwies sich nur eine EPN als nahezu unanfällig gegenüber Krankheiten. Der Krankheitsbefall war 1998 vor allem auf Botrytis cinerea Pers. zurückzuführen. Der Infektionsverlauf ist bereits beschrieben worden. Als Folge des Krankheitsbefalls kommt es zur Ausbildung von tauben Früchten oder kümmerkörnigen und damit zu Mindererträgen. Der Zusammenhang zwischen Befallsgrad und Ertragshöhe wird aus Tabelle 39 ersichtlich, in der die Erträge der am 01.07.1998 (1 Monat vor der Ernte) als sehr krank (? 80 % aller Pflanzen mit Krankheitssymptomen) bzw. weitgehend gesund (? 20 % aller Pflanzen mit Krankheitssymptomen) gegen übergestellt sind.

Tabelle 39: Vergleich der Erträge der am 1.7.98 als sehr krank bzw. weitgehend gesund bonitierten Parzellen

1. sehr krank (? 80 % aller Pflanzen mit Krankheitssymptomen)		0. gesund (? 25 % aller Pflanzen mit Krankheitssymptomen)	
Mut.-NK (Nr.)	Ertrag/Parz.(g)	Mut.-NK (Nr.)	Ertrag/Parz.(g)
37	281	49	567
39	324	68	481

72	349	93	338
109	334	102	483
123	355	127	282
175	241	138	364
320	226	149	457
328	368	154	571
331	290	155	354
376	355	231	267
397	406	238	481
448	291	247	491
		346	471
		363	374
		397	406
		434	480
		439	376
		465	493
		496	491
	318		433
Ertrag rel. (%)	100,0		136,2

Während keine der als stark erkrankt beurteilten Parzellen überdurchschnittliche Erträge erreichte, erfüllten die als weitgehend gesund beurteilten Parzellen in ca. 60 % aller Fälle (12 von 19) die Ertragserwartungen, wobei der Rest genauso ertragsschwach wie die erste Gruppe ist. Krankheitsresistenz ist damit eine notwendige, aber nicht die einzige Vorbedingung zur Erzielung hoher Erträge. Möglicherweise sind aber auch die ertragsschwachen EP zu einem späteren Zeitpunkt noch stark befallen worden. Sichere Bonituren in späten Entwicklungsstadien sind kaum möglich, weil sich nicht unterscheiden lässt, ob die beginnende Reife oder Krankheitsbefall das Absterben der Triebe verursacht hat. Dass der Krankheitsbefall offensichtlich TKG und HI (und letztendlich den Ertrag) negativ beeinflusst, konnte auch noch an den aus den einzelnen Parzellen ausgewählten EP nachgewiesen werden. Bei der Ermittlung ihres HI zeigte sich, dass die meisten von ihnen wieder Werte von knapp über 0,20 aufwiesen, während ein geringer Teil Werte um 0,30 und darüber erreichte. Die Bestimmung des TKG ergab, dass sie mit einem hohen HI gleichzeitig ein hohes TKG aufwiesen, das nicht nur dasjenige des Gesamttramsches, sondern auch der EP derselben Herkunft teilweise deutlich übertrifft (Tab. 40).

Ob es sich tatsächlich um wenig oder gar nicht infizierte Pflanzen handelte, kann im nachhinein nicht mit Sicherheit gesagt werden. Auch wenn die Überlegenheit der Pflanzen hinsichtlich ihres HI und TKG wirklich auf einen fehlenden Krankheitsbefall beruht, besteht immer noch die Möglichkeit, dass keine genetischen, sondern nur zufallsbedingte Ursachen hierfür verantwortlich sind. Eine Antwort hierauf kann nur ein erneuter Nachbau geben. Interessant ist noch, dass auch einige EP aus ertragsschwachen Linien gute Merkmalsausprägungen aufwiesen. Sie werden ebenso wie die beste(n) Linie(n) aus den ertragsstarken Nummern 1999 nachgebaut und insbesondere auf den Krankheitsbefall beobachtet.

Tabelle 40: TKG selektierter Einzelpflanzen mit hohem HI

(Als Vergleich sind der HI und das TKG der restlichen selektierten EP sowie der Ertrag und das TKG der Gesamtparzelle aufgeführt)

Mut.-Nr. 97	HI 98	Beste Pfl. TKG (g)	Restliche Pflanzen		Gesamtparzelle		
			HI	TKG (g)	Ertrag (g/Pfl.)	TKG 97	TKG 98

48/ 1	0,28	4,70	0,2 7	0, 2 2	0, 2 8	0,2 7	4,0 5	3,7 6	3,9 0	3,0 2	436	4,21	4,15
63/ 1	0,29	4,50	0,1 8	0, 2 3	0, 2 4	0,2 8	4,0 0	4,0 0	3,8 0	3,8 0	337	3,78	4,14
102	0,29	4,62	0,1 9	0, 1 6	0, 1 5	-	4,3 5	4,0 3	3,7 7	4,2 4	482	3,79	4,29
123	0,29	4,84	0,1 8	0, 2 7	-	-	3,8 5	4,0 0	4,0 3	4,7 2	334	4,60	4,38
127	0,29	4,81	0,2 5	0, 1 6	-	-	4,1 0	3,3 6	3,4 0	-	-	-	-
154	0,31	4,90	0,2 0	0, 2 7	-	-	4,5 0	4,2 1	-	-	571	4,44	4,35
	0,33	5,06											
231	0,33	4,64	0,2 0	0, 1 6	0, 1 8	0,1 6	4,3 0	4,2 6	4,5 3	4,0 3	267	5,15	4,39
238	0,30	4,83	0,2 5	0, 2 7	0, 2 4		4,3 2	4,4 4	4,4 1	-	481	3,87	3,84
	0,29	4,84	0,1 7	0, 1 8									
239	0,28	5,00	0,1 7	0, 1 8	0, 1 5	-	4,5 0	3,8 1	3,7 4	4,7 3	318	3,74	3,88
270	0,30	4,93	0,2 8	0, 2 6	0, 2 5	0,2 4	4,6 0	4,0 9	4,3 6	4,2 7	363	4,05	4,10
344	0,32	4,75	0,1 7	0, 2 9	0, 2 4	0,2 6	4,3 5	4,7 5	4,5 0	4,3 8	326	4,31	4,50
346	0,29	4,84	0,2 4	0, 2 2	0, 2 4	0,2 5	4,6 8	4,5 2	4,0 7	4,8 0	471	4,91	4,50
376	0,34	4,50	0,2 4	0, 1 8	0, 2 6	0,2 7	3,7 2	4,5 0	3,0 6	4,5 6	355	3,56	3,57
387	0,29	4,42	0,1 7	0, 1 6	0, 1 7	0,1 3	4,2 9	4,3 9	4,1 6	-	303	4,48	3,70
388	0,33	4,90	0,2 7	0, 2 1	0, 2 1	0,2 2	4,4 1	4,7 8	4,5 7	4,5 7	610	4,60	4,60
465	0,32	5,12	0,2 9	0, 2 4	0, 2 6	-	4,1 0	4,7 4	4,5 0	-	493	3,98	4,88
	0,34	5,08											
519	0,29	4,61	0,2 4	0, 2 7	0, 2 6	-	4,6 1	4,1 7	4,8 0	-	479	4,32	4,32
	0,30	4,90											

3.3.3 Weitere Mutanten Selektion

Auch 1998 wurde durch nochmaligen Anbau des vorhandenen Mutationsramsches und Selektion von EP nach weiteren aussichtsreichen Individuen gesucht. Insgesamt sind ca. 350 EP geerntet worden, von denen 263 ausgewertet werden konnten. Die Ernte erfolgte erst in der letzten September-Dekade. Dadurch waren die Pflanzen extrem überständig und ein Teil

enthielt nur noch wenige Körner und mußte deshalb von der weiteren Auswertung ausgeschlossen werden. An den übrigen wurden wiederum

- der Harvest-Index (durch Wägen des Korn- und Gesamtgewichtes und Verhältnisbildung)
- das TKG und
- der Ölgehalt bestimmt.

Über die Variabilität des Mutationsramsches 1998 berichtet Tabelle 41. Die Variabilität der ausgewerteten Einzelpflanzen 1998 entspricht weitgehend derjenigen des Jahres 1997.

Tabelle 41: Variabilität der EP des Mutationsramsches 1998

Merkmal	n	$\bar{x}$	Minimum	Maximum	s	s _{rel}
HI	263 (522) ^{x)}	0,14 (0,21)	0,024 (0,07)	0,35 (0,35)	0,05 (0,05)	0,00 (0,00)
TKG (g)	263 (466)	4,52 (3,99)	2,50 (2,89)	6,10 (5,83)	0,57 (0,46)	0,03 (0,02)
Ölgehalt (% i.d.TM)	254 (522)	26,6 (26,06)	9,20 (15,50)	34,70 (34,10)	3,48 (3,59)	0,22 (0,16)

x) Werte in Klammern = Werte 1997

3.3.3.1 Harvest-Index

Alle Einzelwerte des HI sind wiederum weitgehend normal verteilt (Abb. 5).

Abbildung 5: Verteilung der Einzelwerte des Harvest-Index bei Einzelpflanzen des Iberischen Dra chenkopfs, Dornburg

1998 (n = 263) Wegen der späten Ernte ist der Mittelwert sehr viel niedriger als 1997 (0,14:0,21), die Standardabweichung ist mit 0,05 aber genau so groß. Dadurch wird $\bar{x} + 2s$ ebenfalls bereits bei einem sehr viel niedrigerem Wert erreicht (0,24:0,31). Immerhin sind unter den selektierten EP noch 2, deren HI mit 0,32 bzw. 0,34 in derselben Größenordnung liegt wie diejenigen der signifikant positiven Abweicher 1997 (Tab. 42).

Tabelle 42: Pflanzen mit einem Harvest-Index $\bar{x} + 2s$

Pfl.-Nr	HI	Gesamtertrag (g)	Kornertrag (g)	TKG (g)
1	0,25	63	15,5	4,53
2	0,26	65	22,0	4,41
3	0,32	90	29,0	4,91
4	0,26	54	14,4	5,16
5	0,28	106	30,0	4,91
6	0,28	25	7,0	4,41
7	0,28	25	7,0	5,00
8	0,24	58	13,8	4,72
9	0,34	72	21,2	4,40
–	0,28	64,4	17,9	4,72
– Gesamt	0,14	57,4	8,3	3,99
– Gesamt 97	0,21	25,7	7,6	4,52

Von ihnen darf man annehmen, dass sie mit 99 %iger Wahrscheinlichkeit verbesserte Genotypen sind. Insgesamt übertreffen 9 Mutanten die vorgegebene Selektionsgrenze, d. h. 3,42 %, 1997 waren es nur 1,92 %. Nach den Ergebnissen des Nachbaus der positiven Einzelpflanzen 1998 handelte es sich bei den im ersten Versuchsjahr selektierten Mutanten mit hoher Wahrscheinlichkeit um Individuen mit besserer Krankheitsresistenz als die Mehrzahl der übrigen Pflanzen. Das muß 1998 nicht unbedingt der Fall sein. Dadurch, dass ein Teil der Jungpflanzen durch die Herbizidrückstände im Boden abgetötet wurden, wiesen die

restlichen Pflanzen einen sehr weiten Stand auf, wodurch die Infektionsgefahr gemindert wurde. Damit ist möglicherweise das ursprüngliche Ziel, über den HI Formen mit festem Samensitz zu identifizieren, doch erreichbar. Dass es sich bei den positiven Abweichern nicht um morphologisch veränderte Formen handelt, ergibt sich aus dem Vergleich ihres durchschnittlichen Gesamtertrages mit denjenigen aller untersuchten Pflanzen. Der höhere Gesamtertrag wird ausschließlich von ihrem höheren Kornertrag bedingt. Der weitere Standraum 1998 und das damit verbundene üppige Wachstum kommt in dem mehr als doppelt so hohen durchschnittlichen Gesamtertrag der EP zum Ausdruck.

3.3.3.2 Tausendkorngewicht

Der Anteil von Individuen mit einem gesichert höheren TKG liegt mit 1,9 % 1998 in derselben Größenordnung wie 1997 (2,1 % aller selektierten Pflanzen mit einem $TKG > \bar{x} + 2s$). Insgesamt sind die TKG der EP wieder weitgehend normal verteilt (Abb. 6).

Abbildung 6: Verteilung der Einzelwerte des TKG bei

Einzelpflanzen des Iberischen Drachenkopfs, Dornburg 1998 (n = 263)

Das Mittel ist allerdings mit $\bar{x} = 4,52$ g um ca. 13 % höher als im vorhergehenden Jahr ($\bar{x} = 3,99$ g), was nach den Erfahrungen mit den EP 1998 auf einen geringeren Krankheitsbefall im letzten Jahr hinweist. Der HI aller positiven TKG-Mutanten ist mit 0,09 sehr niedrig (Tab. 43), es handelt sich also um Formen mit einem geringen Samenansatz oder mit lockerem Samensitz. Höchsterträge sind damit von ihnen nicht zu erwarten. Sie könnten aber Kreuzungspartner bei eventuell zukünftigen Züchtungsarbeiten sein.

Tabelle 43: Pflanzen mit einem $TKG \geq \bar{x} + 2s$

Pfl.	Nr.	TKG (g)	Gesamtertrag (g)	Kornertrag (g)	HI
1	1/57	5,70	83	9,1	0,11
2	1/58	6,10	51	6,1	0,12
3	2/52	5,66	86	10,0	0,12
4	2/46	5,85	100	11,0	0,11
5	2/36	5,65	53	8,0	0,15

3.3.3.3 Ölgehalt

Die Ölgehalte der EP schwanken 1998 wiederum sehr stark. Sie variieren zwischen 9,2 und 34,7 % i.d. TM mit einem Mittelwert von 26,6 % i.d. TM (1997: $\bar{x} = 26,1$). Die Werte folgen ähnlich wie bei TKG und Harvest-Index einer Normalverteilung (Abb. 7). Außerhalb des Bereiches $\bar{x} + 2s$ liegen hinsichtlich ihres Ölgehaltes 3 Einzelpflanzen. Das sind prozentual (1,18 %) etwa die gleiche Anzahl an der Gesamtheit der untersuchten Pflanzen wie 1997 (0,96 %).

Abbildung 7: Verteilung der Einzelwerte des Ölgehaltes bei Einzelpflanzen des Iberischen Drachenkopfs, Dornburg 1998 (n = 254)
Über die Ölgehalte, das TKG und den HI der positiven Abweicher 1998 gibt Tabelle 44 Auskunft.

Tabelle 44: Pflanzen mit Ölgehalten > $\bar{x} + 2s$			
Pflanze	Ölgehalt (% i.d. TM)	TKG (g)	Harvest-Index
1	34,0	4,34	0,21
2	34,0	4,80	0,18
3	34,7	4,63	0,18

Zwischen Ölgehalt und TKG besteht im Gegensatz zu 1997 keine Korrelation (Abb. 8). Abbildung 8: Beziehung zwischen Ölgehalt und TKG von Mutanten des Iberischen Drachenkopfs 1998

3.3.4 Bestätigungsanbau und abschließende Mutantenselektion

3.3.4.1 Allgemeines

Nachdem die aufgrund ihres hohen Harvest-Indexes 1997 ausgewählten die Ertragserwartungen beim Anbau auf Kleinparzellen im wesentlichen bestätigt hatten, sind 1999 elf von ihnen in einer exakten Drillprüfung in Dornburg, drei weitere noch zusätzlich in Müllheim in Baden-Württemberg geprüft worden. Daneben kamen wiederum auf 3 m²-Mikroparzellen, wie bereits 1998, 31 aufgrund ihres HI, Ölgehaltes und TKG 1998 neu ausgewählte Mutanten sowie 24 EP-Nachkommenschaften aus der Mikroprüfung 1998 zum Anbau. Schließlich sind aus dem 1996 erzeugten und 1997 und 1998 bereits angebauten Mutantenramsch ca. 1.000 EP geerntet worden, von denen 486 ausgewertet werden

konnten. Grundgedanke war dabei, ob sich durch die späten Ernten in den ersten beiden Versuchsjahren ausfallfestere Typen angereichert haben.

3.3.4.2 Drillprüfungen

Die Ergebnisse der Drillprüfung sind in Tabelle 45 und 46 enthalten.

Tabelle 45: Kornertrag, TKG und Ölgehalt verschiedener Drachenkopfmутanten, Dornburg 1999

Mutante	Kornertrag (b. 91 % TM (dt/ha))	TKG (g)			Ölgehalt (% TM)		Krankheiten zur Blüte (1 - 9)
		19 97	199 8	19 99	1998	1999	
LAL 8/79 (Vergleichssorte)	14,6	4,3 1	4,8 8	3,7 3	29,9	26,4	5,2
49/98	11,7	4,2	4,4	3,6	31,1	27,4	6,2
68/98		13,7	0	2	5	32,4	
102/98		13,2	4,4	4,4	3,7	32,4	
154/98		14,1	4	0	2	31,2	
247/98		12,5	3,7	4,2	3,4	33,5	
346/98		14,2	9	9	1	32,6	
388/98		15,2	4,4	4,3	3,7	32,3	
465/98		15,7	4	5	9	30,3	
466/98		14,5	4,6	4,6	3,3	30,0	
496/98		15,8	1	0	7	28,9	
519/98		11,6	4,9	4,1	3,3	30,3	
		1	3	2			
		4,6	4,6	3,3			
		4	1	5			
		3,9	4,6	3,3			
		8	8	6			
		4,1	4,7	3,4			
		5	4	7			
		4,1	4,2	3,5			
		0	9	1			
		4,3	4,3	4,4			
		2	2	7			
GD t 5 %	2,4	n. b.	n. b.	0,2 6	n. b.	1,1	

Tabelle 46: Kornertrag, TKG und Ölgehalt verschiedener Drachenkopf-Genotypen, Müllheim 1999

Genotyp	Kornertrag (b. 91 % TM) (dt/ha)	TKG (g)	Ölgehalt (% i. d. TM)
LAL 8/79	13,7	4,67	37,6
FAL 29072	13,9	4,66	37,8
Mut. 154/98	12,6	4,45	36,2
Mut. 388/98	14,4	4,55	37,0
Mut. 465/98	12,3	4,42	35,8
GD t, 5 %	2,3	n. b.	0,8

Die Erträge sind an beiden Orten enttäuschend ausgefallen. In Dornburg war zum einen ein starker Gewitterregen unmittelbar nach der Aussaat, der in dem entsprechenden Prüfungsblock wegen leichter Hanglage zu besonders starken Verschlammungen führte, zum anderen der starke Krankheitsbefall mit Blühbeginn schuld. Der Krankheitsbefall betraf alle Prüfgliedernummern nahezu gleichmäßig. Selbst die Mutante Do 154/98, die 1998 nahezu krankheitsfrei war, zeigte starken Befall. In Müllheim, wo keine Krankheiten auftraten, wie an den Ölgehalten und Tausendkorngewichten ersichtlich ist, kommen ebenfalls 2 Gründe für die unbefriedigenden Korn erträge in Betracht.

0.Es kann sein, dass durch die Niederschläge unmittelbar nach der Aussaat des sofort nach

dem Säen ausgebrachten Patoran dieses in die Keimzone gewaschen wurde und nicht nur die Unkräuter, sondern auch die Kulturpflanze geschädigt hat. Die außerordentlich niedrigen Pflanzenzahlen (15 - 20 Pflanzen/m²) sprechen dafür.

1. Am 13.06. ging über das ganze Versuchsfeld ein starker Hagel nieder, durch den nach Aussagen des Versuchsanstellers Auswirkungen auf den Ertrag möglich gewesen sein könnten.

Alles in allem sollte eine merkliche (erwartete) Ertragsüberlegenheit der Mutanten sich auch unter ungünstigen Bedingungen manifestiert haben. Es bleibt abzuwarten, ob die teilweise 1998 bei den hier geprüften Mutanten ermittelte höhere Ertragsfähigkeit jemals zum Tragen kommt.

3.3.4.3 Mutanten-Mikroprüfung 1999

Die in der Mikroprüfung befindlichen EP-Nachkommenschaften zeigten außerordentlich große Korn-Ertragsunterschiede von 251 g/Parzelle bis 750 g/Parzelle. Interessant ist, dass die auf einen hohen HI aus der Mikroprüfung 1998 selektierten Einzelpflanzen-Nachkommenschaften (Mikroprüfung I) mit durchschnittlich 564 g/Parzelle deutlich besser abschneiden als die 31 1999 erstmalig angebauten Mutanten-NK (Mikroprüfung II) mit 468 g/Parzelle. Über weitere Einzelheiten informiert Tabelle 47).

Tabelle 47: Variabilität von *Lallemantia*-Mutanten in der Mikroprüfung 1999

n	EP aus Mutanten-NK der Mikroprüfung 1998 (hoher HI)			1999 erstmalig angebaute Mutanten-NK		
	Mittel	Minimum	Maximum	Mittel	Minimum	Maximum
Ertrag (g/Parzelle)	564	358	750	468	299	708
TKG (g)	4,18	3,47	4,80	4,00	3,79	4,35
Ölgehalt (%)	25,8	21,1	30,7	25,9	21,3	31,7

Wie bereits 1998 blieben auch 1999 die Pflanzen einiger weniger MNK fast befallsfrei und erreichten dadurch annehmbare TKG-Werte, Ölgehalte und im Endeffekt auch Parzellenerträge. Möglicherweise handelt es sich wiederum um ein Zufallsergebnis, möglicherweise sind es aber tatsächlich Formen, die eine Botrytis-Infektion besser tolerieren als das bisherige Material. Weil *Lallemantia iberica* nur dann eine Anbauchance hat, wenn das bereits vorhandene Ertragspotential durch fehlenden Krankheitsbefall jährlich nahezu ausgeschöpft werden kann, werden die positiven MNK des Jahres 1999 trotz Auslaufen des Projektes weiter geprüft.

3.3.4.4 Abschließende Mutantenselektion

Die abschließende Selektion von (möglicherweise) verbesserten Formen ergab die in Tabelle 48 aufgeführte Variabilität der ausgewerteten Einzelpflanzen in Bezug auf HI, TKG und Ölgehalt.

Tabelle 48: Variabilität des Mutationsramsches

Variable	Mittel	Standard-abweichung	s ₋	Minimum	Maximum	n
HI	0,24	0,06	0,00	0,10	0,47	486
TKG (g)	4,26	0,50	0,25	3,10	5,93	486
Ölgehalt (%)	25,76	3,02	9,10	10,70	37,30	485

Ausgelesen wurde in der Hauptsache aus dem 1997 erstmalig als M1 angebauten Mutationsramsche, also aus der M3-Generation. Die Mittelwerte der 1999 untersuchten Pflanzen unterscheiden sich nur unwesentlich von den 1997 ermittelten Werten.

So ist der durchschnittliche HI mit 0,24 nur ca. 15 % höher als 1997. Aber gerade beim HI wird mit maximal 0,47 ein sehr viel besserer Wert erreicht als bei der 1. Selektion. Mit 24 Individuen mit einem $HI \geq \bar{x} + 2s$ erweisen doppelt so viele Pflanzen als positive Abweicher (1997 = 10 Mutanten). Keine der Mutanten mit einem hohen HI hat gleichzeitig ein hohes TKG (und damit 1999 einen hohen Ölgehalt, Tab. 49), so dass der HI allein durch eine hohe Kornzahl und damit offenbar durch ein gutes Samenhaltvermögen bedingt ist.

Tabelle 49: Pflanzen mit einem $HI \geq x + 2s$, 1999

Pfl.-Nr.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
HI	0,38	0,43	0,36	0,39	0,39	0,36	0,36	0,36	0,36	0,36	0,40	0,47
TKG	4,23	3,81	4,38	4,50	4,47	4,38	4,64	4,36	4,06	4,37	4,37	4,62
Ölgehalt	25,7	20,4	28,2	26,5	28,0	29,3	26,7	25,7	25,7	26,1	26,1	28,5
Pfl.-Nr.	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
HI	0,39	0,36	0,43	0,40	0,36	0,36	0,36	0,37	0,40	0,36	0,36	0,38
TKG	4,40	4,32	4,66	4,62	3,59	4,64	4,53	3,85	4,40	4,39	3,95	5,00
Ölgehalt	27,9	27,3	28,5	25,4	21,7	27,7	27,4	27,1	28,5	28,1	24,5	29,1

Die Zahlen der Tabelle 49 lassen den Schluss zu, dass in dem ursprünglichen Mutationsramsch weitgehend ausfallfestere Formen vorhanden waren, die sich durch den mehrfachen Anbau angereichert haben.

Ansonsten sind alle Einzelwerte des HI, des TKG und des Ölgehaltes wie bereits bei den Selektionsexperimenten der beiden vorhergehenden Jahre weitgehend normal verteilt. wie man aus den Abbildungen 9 - 11ersehen kann. Entsprechend dem bereits mehrfach erörterten Verlauf der Pilzinfektion ist die Abhängigkeit des Ölgehaltes von dem TKG 1999 besonders hoch.

Abbildung 9: Verteilung der Einzelwerte des Harvest-Index bei Einzelpflanzen des Iberischen Drachenkopfs, Dornburg 1999 (n = 486) Abbildung 10: Verteilung der Einzelwerte des TKG bei Einzelpflanzen des Iberischen Drachenkopfs, Dornburg 1999 (n = 486)

Abbildung 11: Verteilung der Einzelwerte des Ölgehaltes bei

3.4 Vergleich *Lallemantia iberica* und *Dracocephalum moldavica*

Ein enger Verwandter von *Lallemantia iberica*, Iberischer Drachenkopf, ist der Moldawische Drachenkopf, *Dracocephalum moldavica*. Er wird in verschiedenen Ländern wie Ungarn und Finnland als Teepflanze angebaut (DOMOKOS et al., 1994). Auch in der ehemaligen DDR wurde er angebaut (MÜLLER, PANK, 1991). Von DOMOKOS et al., 1994 ist vorgeschlagen worden *Dracocephalum moldavicum* ausschließlich zur Ölgewinnung anzubauen. Mit 1,5 bis 2,0 t Samenertrag/ha bei ca. 23 % Ölgehalt, das zu ca. 60 % Linolensäure enthält, halten die ungarischen Autoren den Anbau von Moldawischem Drachenkopf für die alleinige Ölgewinnung unter ungarischen Verhältnissen für ökonomisch sinnvoll, zumal die Pflanze trockenresistent und krankheitsfrei ist. Auch MÜLLER und PANK (1981) konnten keine Krankheiten und Schädlinge am Moldawischen Drachenkopf feststellen. Nachdem sich die ausgeprägte Krankheitsanfälligkeit von Iberischem Drachenkopf abzuzeichnen begann, haben VETTER et al., (1998) 1997 und 1998 in Gefäßen Ertrags- und Qualitätsvergleiche an beiden Arten durchgeführt, um u. a. zu ergründen, ob der krankheitsresistente Moldawische Drachenkopf tatsächlich als Ölpflanze angebaut werden kann. Die Ergebnisse werden hier zusammengefasst als Ergänzung der Untersuchungen zu Iberischem Drachenkopf noch einmal mitgeteilt (Tab. 50).

Tabelle 50: Kornertrag, Ölgehalt, Linolensäuregehalt und TKG von *Lallemantia iberica* und *Dracocephalum moldavica*, Gefäßversuche, Jena-Zwätzen

Variante	Kornertrag (g/MG)	Ölgehalt (% i. d. TM)	Linolensäuregehalt (% i. Öl)	TKG (g)
<i>Lallemantia iberica</i>				
0,5 g N/MG	18,1	35,2	65,9	4,6
1,0 g N/MG	21,5	34,8	66,8	4,6
1,5 g N/MG	20,9	33,1	67,6	4,5
x	20,2	34,4	66,8	4,6
<i>Dracocephalum moldavicum</i>				
0,5 g N/MG	15,7	29,4	61,8	1,9
1,0 g N/MG	22,2	29,1	61,9	2,0
1,5 g N/MG	22,8	28,8	62,0	2,1
x	20,2	29,1	61,9	2,0

Man ersieht aus ihnen, dass *Dracocephalum moldavica* als Ölpflanze wenig geeignet ist. Zwar stimmen beide Arten in ihrem Ertragsvermögen noch nahezu überein, beim Ölgehalt, Linolensäuregehalt und TKG ist die Unterlegenheit des Moldawischen Drachenkopfes sehr deutlich.

4 Zusammenfassung und Schlussfolgerungen

Unter den samenöhlhaltigen Arten der Wildflora gibt es eine Reihe, die für die technische Verwertung besonders geeignet sind, indem sie die Forderung der chemischen Industrie nach „maßgeschneiderten Rohstoffen“ durch Bevorzugung bestimmter Fettsäuren in ihrem Öl in hervorragendem Maße erfüllen. Zu ihnen gehört der Iberische Drachenkopf, dessen Öl bis zu 70 % Linolensäure enthält und in dieser Hinsicht den Öllein mit maximal 60 % Linolensäure deutlich übertrifft. Deshalb sollte Drachenkopföl für die industrielle Verarbeitung zu Farben, Lacken und Linoleum besser geeignet sein als Leinöl.

Als Ergebnis erster Trocknungsversuche ist das von den entsprechenden Firmen, an die 1997 bis 1999 Drachenkopföl versandt wurde, bestätigt worden (1997 insgesamt ca. 10 Firmen, 2 - 5 l Öl; 1998 und 1999 ca. 20 Firmen 5 - 100 l Öl). Interessierte Unternehmen wollten gleichzeitig wissen, wie teuer die Ware ist und in welchem Umfang Lieferungen in Zukunft möglich sind. Diese Frage läßt sich nur beantworten, wenn man weiß, ob hohe und sichere Erträge mit dem Iberischen Drachenkopf zu erzielen sind und welchen acker- und pflanzenbaulichen Ansprüchen Genüge getan sein muß, um dies zu erreichen. Die optimale Aussaatzeit, Aussaatstärke, Düngung, Krankheits- und Unkrautkontrolle beim Drachenkopf exakt zu definieren, ist mit vorliegen dem Projekt mit Förderung der Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e. V. in den letzten 3 Jahren untersucht worden.

Folgende Ergebnisse konnten dabei erhalten werden.

Der sommerannuelle Lippenblütler ist schnellwüchsig in seiner Jugendentwicklung und besitzt infolge seiner tiefgehenden Pfahlwurzel eine gute Trockenresistenz. Besonders hervorzuheben ist die Anspruchslosigkeit der Pflanze. Iberischer Drachenkopf ist hinsichtlich des Stickstoffbedarfs eine ausgesprochene low-input-Pflanze. Ein N-Sollwert von 60 kg/ha zu Vegetationsbeginn ist völlig ausreichend. Höhere N-Gaben sind nicht ertragswirksam und fördern nur die Lagerbildung.

Als günstig ist seine kurze Vegetationszeit von 95 - 110 Tagen einzuschätzen. Er läßt sich somit gut in die Fruchtfolge einordnen. Auch wenn spätere Aussaaten noch einen vollen Kornertrag bringen können, bleibt der Ölertrag deutlich hinter demjenigen der Fröhsaaten zurück. Im Anbau haben sich eine Reihenweite von 20 cm und eine Aussaatstärke von 15 kg/ha bewährt. Problematisch kann in feucht-kühlen Jahren die Anfälligkeit des Drachenkopfs gegenüber Botrytis, Fusarium, Sclerotinia und Alternaria werden. Dadurch sind starke Ertragsschwankungen möglich.

Bei trockenem Wetter ab Blühbeginn (Mitte Juni) bis zur Ernte (Anfang August) sind mit dem Drachenkopf durchaus Erträge bis über 20 dt/ha zu erreichen. In einer Veröffentlichung aus dem Jahre 1944 (DRAHORAD) wird der Iberische Drachenkopf in der Rangfolge der damals angebauten Ölpflanzen hinsichtlich seines Öl- und Eiweißertrages noch vor Öllein, Weißem Senf, Sonnenblume oder Leindotter eingestuft. Das gilt natürlich nicht mehr, zumal zwischenzeitlich bei Iberischem Drachenkopf keinerlei Züchtungsarbeiten bekannt sind. Bei Öllein als dem Hauptkonkurrenten des Iberischen Drachenkopfs sind in den letzten Jahren die Züchtungsaktivitäten weltweit gestiegen, was seinen Niederschlag in einer von Jahr zu Jahr steigenden Neuanmeldung von Sorten findet. Allzuweit liegen aber die Erträge des Ölleins und des Drachenkopfs jedoch nicht auseinander, wie z. B. die Parzellenerträge des Ölleins 1998 in Thüringen ausweisen, die zwischen durchschnittlich 10,2 dt/ha (VS Heßberg) und 17,2 dt/ha (VS Dornburg) variierten. Der höhere Ölgehalt des Ölleins (1998 ca. 44 % i. d. TM, Drachenkopf nur ca. 33 % i. d. TM) wird dadurch relativiert, dass sich der Drachenkopf besser auspressen läßt. In den Versuchen mit einer Kaltpressanlage, die in Dornburg durchgeführt wurden, lag der Restölgehalt des Drachenkopfkuchens bei ca. 8 %, der des Ölleins dagegen bei ca. 12 %.

Grundsätzlich muss das Ertragsvermögen des Iberischen Drachenkopfs als hoch eingeschätzt werden. Die in den Gefäßversuchen unter optimalen Bedingungen (rechtzeitige Aussaat,

optimale N-Versorgung, Krankheitsbekämpfung) erreichten ca. 30 g Samen/Mitscherlichgefäß entsprechen ca. 60 dt/ha. Zieht man zum Vergleich z. B. Winterweizen heran so ergibt sich folgendes:

Beim Winterweizen sind ca. 65 g Körner/Mitscherlichgefäß, das entspricht 130 dt/ha zu erreichen (MARKS, 1998). 130 dt/ha ist somit der derzeitige mögliche Höchstertag bei Winterweizen. Geerntet wurden in Deutschland 1993 im Durchschnitt 64,7 dt/ha, was einer Ausschöpfung des z. Z. möglichen Höchstertages von ca. 50 % entspricht. Gute Betriebe erreichen aber 80 - 100 dt/ha, was 62 - 74 % Ausschöpfung des biologischen Ertragsvermögens bedeutet (STURM, 1998). Beim Drachenkopf lässt sich das biologische Ertragsvermögen bisher günstigenfalls zu 30 % in der landwirtschaftlichen Praxis ausschöpfen. Wenn es gelänge, ähnliche Ausschöpfungsgrade wie beim Weizen zu erreichen, wäre der Iberische Drachenkopf bereits mit den z. Z. vorhandenen Herkunftslinien eine akzeptable Ölpflanze.

Die geringe Ausschöpfung des Ertragspotentials hat seine Ursache in einer hohen Krankheitsanfälligkeit. Am stärksten wird Iberischer Drachenkopf von *Botrytis cinerea* Pers. geschädigt. Die Krankheit wird vor allem durch feuchte Witterung gefördert. Befall findet während des gesamten Lebenszyklus der Pflanzen statt. Bei den Keimlingen zeigt sich eine ausgedehnte Schwärzung des Hypokotyls und des Wurzelhalses, die in allen Fällen zum Absterben der betroffenen Jungpflanzen führt. Im Gegensatz zu den Gewächshausvermehrungen, in denen manche Herkunftslinien vollständig ausfielen, trat in Feldversuchen bisher kein Totalausfall auf. Wie insbesondere die Ergebnisse des Jahres 1998 in der VS Rohrbach belegen, überwuchsen bei der höchsten Aussaatstärke (15 kg/ha) genügend Pflanzen den Frühbefall, so dass die Bestandesdichte nicht zum Ertragsbegrenzenden Faktor wurde. Wesentlich gravierender im Hinblick auf den Ertrag ist der Befall älterer Pflanzen, bei denen entweder der untere Stängelteil oder der Fruchtstand befallen werden. Im ersten Fall welken die Pflanzen auffällig und sterben schnell vollständig ab. Weil diese Art des Befalls meist zwischen Knospenstadium und Blüte auftritt, bringen die betroffenen Pflanzen keinerlei Ertrag. Nach der Blüte sind die infizierten Pflanzenteile hauptsächlich die Blütenquirle. Taube Samen bzw. Kümmerkörner sind die Folge, wodurch das TKG der Ernte gutes bis zu 40 % niedriger ausfällt. Die Güte der Kornausbildung ist nicht nur wichtig für die Höhe und Sicherheit des Samenertrages, sondern auch in einem beträchtlichen Maß für die Höhe des Ölgehaltes. Korrelationsrechnungen zwischen dem TKG selektierter Einzelpflanzen in Dornburg und deren Ölgehalt ergaben 1997 ein Bestimmtheitsmaß von $B = 0,33$. 1998 fehlte eine Beziehung, fiel 1999 dagegen mit $B = 0,49$ noch höher aus als 1997. Die fehlende Beziehung 1998 ist darauf zurückzuführen, dass durch fehlenden Krankheitsbefall eine weitgehend „sortentypische“ Ausbildung des TKG erfolgte. Dass auch 1998 innerhalb einer „Sorte“ die Abhängigkeit des Ölgehaltes von der Samenausbildung existiert hat, wird deutlich, wenn man die Ölgehalte und das TKG der Versuche zur Bestandesetablierung in Dornburg und Rohrbach vergleicht (Tab: 4, Dornburg: $x \text{ TKG } 4,74, x \text{ Ölgehalt } 32 \%$; Rohrbach: $x \text{ TKG } 4,00 \text{ g}, x \text{ Ölgehalt } 26 \%$).

Eine vorrangige Aufgabe des letzten Projektjahres war es deshalb, die Wirkung von Fungizidbehandlungen im Feld zu überprüfen und geeignete Spritzfolgen zu erarbeiten. Mit einer 2maligen Applikation von Ronilan (je 1,5 l/ha) wurde eine brauchbare Bekämpfungsmöglichkeit gefunden. Solange noch keine resistenten Drachenkopflinien zur Verfügung stehen, ist das die einzige Methode, in ungünstigen Jahren eine gewisse Ertragssicherheit und einen hohen Ölgehalt zu gewährleisten. Gleichzeitig wurde das vorhandene Material auf Anfälligkeitsunterschiede untersucht. Die Ergebnisse der Beobachtungen an den Einzelpflanzennachkommenschaften 1998 ließen die Existenz von weniger anfälligen Formen wahrscheinlich erscheinen, was 1999 nicht bestätigt werden konnte. Wodurch die auch im letzten Projektjahr feststellbaren Krankheitsanfälligkeitsunterschiede verursacht werden, muss offen bleiben. Der nicht feste Samensatz, d. h.

das Ausfallen des reifen Samens aus der geöffneten Frucht wurde zunächst nicht als ein Problem für die Ertragssicherheit des Iberischen Drachenkopfes angesehen. 1999 hat sich aber gezeigt, dass bereits eine Überständigkeit von 2 Tagen Ertragsverluste von > 10 % verursachen kann. Der günstigste Erntetermin ist dann erreicht, wenn die Pflanzen völlig abgereift sind. Eine Vorverlegung des Erntetermins wirkt sich wegen des unvollständigen Ausdrusches eventuell noch grüner Samenstände eher nachteilig auf die Höhe des Samenertrages aus. Bei der Einhaltung des optimalen Erntetermins betragen die Ausfallverluste maximal 10 %, meistens aber weniger. Wenn sich das einzige Wildpflanzenmerkmal zumindest bei der Herkunft LAL 8/79, mit der die meisten der agrotechnischen Versuche durchgeführt wurden, nur in geringem Maße manifestiert, liegt die Vermutung nahe, dass es sich hierbei um bereits vorselektiertes Material und keine reine Wildherkunft handelt. In dem Mutationsramsch von 1997 (M1) scheinen sich durch die speziellen Selektionsbedingungen (lange Überständigkeit) Typen mit festerem Samensitz angereichert zu haben, wie die Selektionsergebnisse an der M3 1999 zeigten. Die selektierten Mutanten könnten wertvolle Ausgangsformen für zukünftige Züchtungen sein. Alles in allem ist der Iberische Drachenkopf wegen seiner Anspruchslosigkeit bei bereits jetzt hohem Ertragsvermögen unter ihm zusagenden Standortbedingungen eine interessante Ölpflanze. Bei rechtzeitiger Aussaat und Ernte sind selbst in ungünstigen Jahren Erträge zwischen 15 bis 20 dt/ha zu erreichen. Durch züchterische Bemühungen sollten sich die Erträge noch wesentlich steigern lassen. Dann könnte der Iberische Drachenkopf durchaus eine Ergänzung zum Öllein mit beachtlichen Erfolgsaussichten sein. Seine Produktionskosten dürften wegen geringer Saatgutkosten, weniger Aufwendungen bei der Erdfluh- und Unkrautbekämpfung und einfacher Mähdruschernte um einiges niedriger sein als beim Öllein. Auch die Stroheseitigung bereitet beim Iberischen Drachenkopf keine Probleme. Im Moment ist der Öllein wegen besserer Ertragssicherheit und höherem Ölgehalt die überlegene Ölfrucht. Zunächst muss allerdings eine Ertragsstabilisierung durch Selektion krankheitsresistenter Formen erreicht werden, ehe eine Ertragserhöhung und eine weitere Erhöhung des Fettgehaltes das Ziel sein kann.

5 Literatur

- ANONYM: Pflanzenbau, Ausgabe 4, Moskva 1979, S. 427 - 428 (russ.)
- DOMOKOS, J.; PEREDI, K.; HALASZ-ZELNIK, K.: Characterization of seed oils of dragonhead (Dracocephalum moldavica L.) and catnip (Nepeta cataria var. citriodora Balb.) Industrial Crop and Products 3 (1994), pp. 91 - 94
- DRAHORAD, F.: Lallémantia iberica eine beachtenswerte Ölpflanze für Trockengebiete, J. f. Landwirtschaft 90, 1944, S. 67 - 79
- GROSSREIM, A. A.: (Pflanzliche Reichtümer des Kaukasus) 2. Auflage, Moskva 1952, S. 296 (russ.)
- HEGL, G.: Illustrierte Flora von Mitteleuropa Bd. V/4. C. Hanser Verlag, München 1958
- HONDELMANN, W.; RADATZ, W.: Zur Evaluierung ölsamentragender Wildarten, Landbau forschung Völkenrode 34, 1984, S. 145 - 154
- LOWIG, E.: Anbauversuche mit der Ölpflanze Lallémantia iberica (Mey. et Fisch.), Pflanzenbau 19, 1943, S. 253 - 261
- KUTSCHEROW, E.W.: Einführung von Pflanzen mit fetten und ätherischen Ölen in die Wald steppe Baschkiriens. In: Wildwachsende und eingeführte nützliche Pflanzen in Baschkirien. Lieferung 4, Ufa, 1974, S. 226 - 231 (russ.)
- MARKS, G.: Persönliche Mitteilung, 1998
- MÜLLER, H.-R.; PANK, F.: Inkulturnahme von Drachenkopf (Dracocephalum moldavica L.), 3. Mitteilung: Anbauverfahren, Drogen Report 5 (4), S. 34 - 38
- RADATZ, W. u. HONDELMANN, W.: Samenöhlhaltige Pflanzen der Wildflora als potentielle Nutzpflanzen für die Gewinnung von Industrierohstoffen - Literaturübersicht und Zielsetzung, Landbauforschung Völkenrode 31 (1981), S. 227 - 240
- RESCHKE, M.; LASSAK, V.: Pflanzenschutzprobleme in ausgewählten Ackerbaukulturen, die als nachwachsende Rohstoffe angebaut werden und Lösungsvorschläge, Mitt. a. d. Biol. Bundes anstalt H 310, 1995, S. 37
- SCHARAPOW, N.J.: Neue Ölpflanzen, Moskova, Leningrad, 1956, S. 45 - 53 (russ.)
- STIEGLITZ, W.: Bemerkenswerte Adventivarten aus der Umgebung von Mettmann. Göttinger Floristische Rundbriefe 11 (1977), S. 45-49
- STURM, H.: Justus Liebig'ss Agriculturchemie gestern-heute-morgen, Schriftenreihe der TLL, 3/1998, S. 116
- TER HAZEBORG, A.: Anbauversuche mit Lallémantia iberica (Bieb.) Fisch. et Mey., Pflanzen bau 20, 1944, S. 116 - 128
- UBBELOHDE, L.: Handbuch der Chemie und Technologie der pflanzlichen Öle und Fette, Bd. 2, 1932
- VETTER, A.; WERNER, A.; BIERTÜMPFEL, A.: Einfluß der Stickstoffdüngung auf den Ertrag und die Inhaltsstoffe von Moldawischem Drachenkopf (Dracocephalum moldavica) und Iberischem Drachenkopf (Lallémantia iberica), Poster auf der Fachtagung Arznei- und Gewürz pflanzen 01. und 02. Oktober 1998, Gießen
- VULF, E. W.; MALLEVA, O. F.: Weltressourcen nützlicher Pflanzen, Handbuch Leningrad Nauka 1969, S. 365 (russ.)

--